

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНУ «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ»
WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (М. ВАРШАВА, ПОЛЬЩА)
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Перша міжнародна
науково-практична конференція

«Штучний інтелект та інформаційні технології»

3–4 червня 2024 р.

Київ НУХТ 2024

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INSTITUTE OF EDUCATION CONTENT MODERNIZATION
WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (WARSAW, POLAND)
INSTITUTE OF MATHEMATICAL MACHINES & SYSTEMS PROBLEMS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
CHERKASY STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
NATIONAL TRANSPORT UNIVERSITY
NATIONAL UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES



First international
scientific and practical conference

«Artificial Intelligence and Information Technology»

June 3–4, 2024

Kyiv NUFT 2024

Наукові праці Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІІТ-2024), 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна). К. : НУХТ, 2024. 422 с.

У працях конференції наведено доповіді за напрямками:

- тенденції та досягнення в розробленні й застосуванні методів і практичних інструментів штучного інтелекту;
- інтелектуальні системи управління та аналізу даних;
- використання інформаційних технологій та штучного інтелекту в освіті;
- кіберзахист критичної інформаційної інфраструктури;
- використання інтернет-речей у науці й виробництві;
- математичне моделювання складних об'єктів.

Праці конференції будуть корисні науковим та інженерно-технічним працівникам, студентам ЗВО та всім, хто цікавиться сучасними інформаційними системами та телекомунікаційними технологіями.

Подано в авторській редакції.

Автори матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність наведеної інформації та відповідність матеріалів нормам законодавства, моралі й етики.

ISBN 978966-612-323-0

© НУХТ, 2024

Proceedings of the 1st international scientific and practical conference «Artificial Intelligence & Information Technology» (AIIT-2024), June 3–4, 2024 (Kyiv, Ukraine). Kyiv : NUFT, 2024. 422 p.

The proceedings contain papers on the following topics:

- trends and achievements in the development and application of methods and practical tools of artificial intelligence;
- intelligent systems for data management and analysis;
- using information technology and artificial intelligence in education;
- cybersecurity of critical information infrastructure;
- using the Internet of Things (IoT) in science and production;
- mathematical modeling of complex objects.

The collection will be useful to scientists, researchers, students, and everyone interested in modern information technology and artificial intelligence.

Submitted in the authors' edition.

The authors are fully responsible for the accuracy of provided information, as well as for the papers' compliance with the laws, morals and ethics.

ISBN 978966-612-323-0

© NUFT, 2024

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Сергій ГРИБКОВ, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Заступники голови:

Валерій ЛИТВИНОВ, д.т.н., проф., пров.н.с. Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, професор кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Ярослав СМІТЮХ, к.т.н., доц., завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Іван ЮРИК, к.ф.-м.н., проф., завідувач кафедри вищої математики імені проф. Можара В. І. Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Члени програмного комітету:

Ігор КОРОБІЙЧУК, Prof., DSc, PhD Eng, професор Warsaw University of Technology (Варшава, Польща)

Тетяна ПРОКОПЕНКО, д.т.н., проф., завідувачка кафедри інформаційних технологій проєктування Черкаського державного технологічного університету (Черкаси, Україна)

Володимир РУДНИЦЬКИЙ, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційної безпеки та комп'ютерної інженерії Черкаського державного технологічного університету (Черкаси, Україна)

Валерій ГАВРИЛЕНКО, д.ф.-м.н., проф., завідувач кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету (Київ, Україна)

Наталія ЛУЦЬКА, д.т.н., проф. кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Андрій ФОРСЮК, к.т.н., доц., декан факультету автоматизації і комп'ютерних систем Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Олена ХАРКЯНЕН, к.т.н., доц., доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Андрій МОШЕНСЬКИЙ, к.т.н., доц., доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Микола КОСТИКОВ, к.т.н., доц., доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Микола РОМАНОВ, к.т.н., доц., доц. кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Ганна ЦИГАНКОВА, к.т.н., доц., доц. кафедри вищої математики імені проф. Можара В. І. Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

Михайло ГРАМА, PhD, ст.викл. кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки Національного університету харчових технологій (Київ, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Сергій ГРИБКОВ, д.т.н., проф.

Секретарі:

- **Микола КОСТИКОВ**, к.т.н., доц.
- **Михайло ГРАМА**, PhD
- **Микола РОМАНОВ**, к.т.н., доц.
- **Ганна ЦИГАНКОВА**, к.т.н., доц.

Члени організаційного комітету:

- **Валерій ЛИТВИНОВ**, д.т.н., проф.
- **Олена ХАРКЯНЕН**, к.т.н., доц.
- **Андрій МОШЕНСЬКИЙ**, к.т.н., доц.

1

СЕКЦІЯ

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ДОСЛІДЖЕННІ КОСМОСУ

Амосов Г. К.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: amosovgj1e6@gmail.com

Utilization of Artificial Intelligence in Space Exploration

The application of artificial intelligence (AI) in space exploration opens new horizons for both theoretical research and practical missions. AI technologies are significantly enhancing our ability to collect, process, and analyze vast amounts of data from space, enabling more efficient and accurate scientific discoveries. This paper explores the current and potential uses of AI in space exploration, including autonomous spacecraft navigation, data analysis, and the search for extraterrestrial life.

Використання штучного інтелекту (ШІ) у дослідженні космосу відкриває нові горизонти як для теоретичних досліджень, так і для практичних місій. Технології ШІ значно підвищують нашу здатність збирати, обробляти та аналізувати величезні обсяги даних з космосу, що дозволяє здійснювати більш ефективні та точні наукові відкриття. Розглянемо поточні та потенційні застосування ШІ в дослідженні космосу, включаючи автономну навігацію космічних апаратів, аналіз даних і пошук позаземного життя.

Одним із ключових способів, за допомогою якого АІ вносить революційні зміни у сфері космосу, є автоматизація обробки та аналізу величезних обсягів даних, що надходять від космічних телескопів та міжпланетних зондів. За допомогою алгоритмів машинного навчання та нейронних мереж, АІ здатний виявляти нові об'єкти, класифікувати космічні явища та передбачати їхню поведінку з високою точністю [1]. Крім того, ШІ застосовується для оптимізації процесів проектування та управління космічними місіями. АІ забезпечує більш точні моделі руху космічних апаратів, дозволяючи їм досягати своїх цілей із меншими витратами палива та ресурсів. Це скорочує витрати на космічні програми та підвищує їх ефективність [2].

Більш того, алгоритми ШІ допомагають у пошуку сигналів, які можуть свідчити про наявність позаземного життя. Використовуючи методи обробки сигналів та аналізу даних, вчені можуть ефективніше обробляти інформацію з радіотелескопів та інших пристроїв [3]. Завдяки автономним системам на основі ШІ, космічні апарати можуть здійснювати більш точну навігацію та виконувати складні завдання без участі людини. Наприклад, марсоходи, такі як NASA's Perseverance, використовують алгоритми машинного навчання для автономної навігації та прийняття рішень на місцевості [4].

Дослідники працюють над інтелектуальними помічниками для допомоги астронавтам (Рис. 1). Ці помічники на основі ШІ, навіть якщо вони можуть виглядати не так модно, як у фільмах, можуть бути неймовірно корисні для

дослідження космосу. Нещодавно розроблений віртуальний помічник потенційно може виявити будь-які небезпеки в тривалих космічних польотах, такі як зміни в космічному кораблі, наприклад підвищення двоокису вуглецю або несправність сенсора, які можуть бути потенційно шкідливими. Потім він попередить екіпаж пропозиціями по перевірці [5].

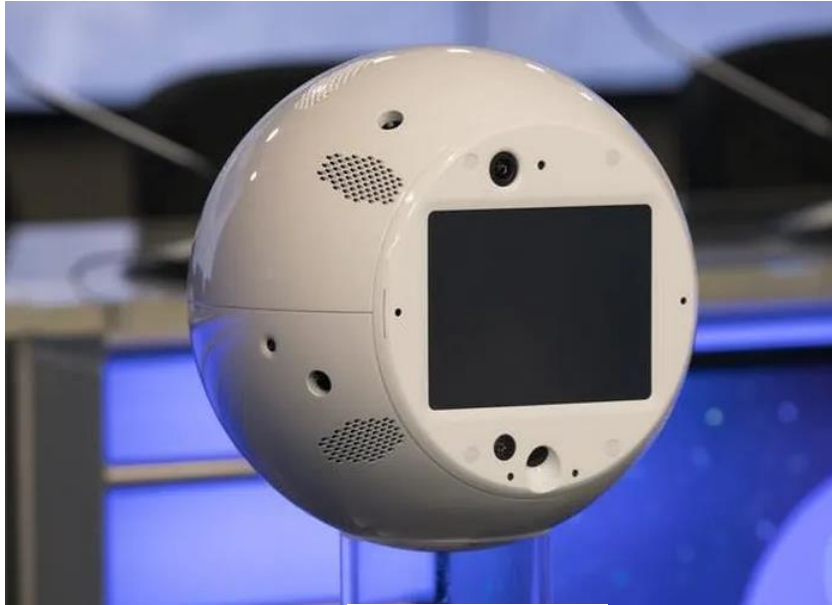


Рис. 1. Помічник Simon

Попри значні досягнення, використання ШІ в космічних дослідженнях постає перед такими випробуваннями, як необхідність забезпечення надійності алгоритмів у суворих космічних умовах та питаннях етики, пов'язаних з автономним прийняттям рішень. Однак подальший розвиток цих технологій обіцяє зробити космічні місії ще більш успішними та продуктивними [6].

Література

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. (2016) *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press, 800 p.
2. Штучний інтелект у сфері космосу (2024) *Нові технології для дослідження космосу та астрономічних даних* [online]. URL : <https://suri.com.ua/shtuchnyi-intelekt-u-sferi-kosmosu-novi-tekhnologii-dlia-doslidzhennia-kosmosu-ta-astronomichnykh-danykh>.
3. Seti Institute (2022) *Artificial Intelligence in the Search for Extraterrestrial Life* [online]. URL : <https://www.seti.org/ai-extraterrestrial-life>.
4. NASA (2021) *Perseverance Rover Mission* [online]. URL : <https://mars.nasa.gov/mars2020/mission/overview>.
5. Root nation (2024) *П'ять способів, якими штучний інтелект може допомогти нам в освоєнні космосу* [online]. URL : <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-5-sposobiv-ai-space>.
6. European Space Agency (2023) *Challenges and Opportunities of AI in Space Exploration* [online]. URL: https://www.esa.int/AI_Space_Exploration.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ

Андрійчук Т. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: tarasss11@ukr.net

Use of Artificial Intelligence in Medicine to Improve Diagnosis and Treatment

Advancements in Artificial Intelligence (AI) are reshaping the landscape of healthcare, promising groundbreaking improvements in diagnostic precision and therapeutic outcomes. By harnessing AI algorithms for medical image analysis and tailoring individualized treatment regimens, the integration of AI technologies is poised to revolutionize the delivery of healthcare services.

Використання штучного інтелекту для покращення діагностики та лікування має великий потенціал у трансформації сучасної медицини. Штучний інтелект відкриває нові можливості у ранньому виявленні захворювань та персоналізованому підході до лікування, що сприяє підвищенню якості медичної допомоги. Алгоритми машинного навчання дозволяють аналізувати великі обсяги медичних даних та виявляти закономірності, які можуть залишитися непоміченими для людського спостереження. Це робить можливим раннє виявлення патологій та розробку ефективних стратегій лікування.

Однією з ключових переваг використання штучного інтелекту є підвищення точності та швидкості діагностики. ШІ-алгоритми можуть аналізувати медичні зображення, такі як рентгенівські знімки чи МРТ, і виявляти патології з високою точністю. Це допомагає лікарям раніше виявляти захворювання та вживати вчасних заходів для їх лікування. Крім того, використання алгоритмів машинного навчання для аналізу клінічних даних пацієнтів дозволяє розпізнавати складні шаблони, які можуть свідчити про наявність захворювань.

Подальшою перевагою є можливість персоналізації лікування за рахунок аналізу індивідуальних характеристик кожного пацієнта. Штучний інтелект може враховувати генетичні особливості, історію хвороби, а також відгуки на попередні форми лікування для розробки оптимальних схем терапії. Це дозволяє максимально ефективно використовувати медичні ресурси та зменшує ризик розвитку побічних ефектів.

Роботизовані системи також займають важливе місце у сфері лікування за допомогою штучного інтелекту. Інтеграція ШІ з роботизованими хірургічними системами дозволяє здійснювати точніші та менш інвазивні хірургічні втручання, що призводить до швидшого відновлення та меншого травматизму

для пацієнтів. Такі системи можуть працювати у синхронізації з лікарями, надаючи їм додаткову підтримку та знижуючи ризик помилок.

Ще однією важливою перевагою використання штучного інтелекту в медицині є його можливість покращувати процеси прийняття рішень. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати велику кількість клінічних даних та наукових публікацій для виявлення найефективніших стратегій лікування. Це допомагає лікарям приймати обґрунтовані рішення на основі актуальних доказів та рекомендацій, забезпечуючи найкращий результат для пацієнтів.

Наприклад, можна врахувати роль штучного інтелекту у прогностичних моделях та розпізнаванні тенденцій у підвищенні ризику захворювань. Це може включати в себе аналіз генетичних даних та інших біомедичних показників для прогнозування індивідуального ризику захворювання на ранніх стадіях, дозволяючи вживати запобіжні заходи та планувати ефективніші програми скринінгу.

Також можна розглянути можливості збору та аналізу даних з носимих пристроїв та мобільних додатків для моніторингу здоров'я. Штучний інтелект може обробляти ці дані для створення індивідуальних профілів здоров'я та надавати рекомендації зі змінами в поведінці для підтримання здорового способу життя та запобігання захворюванням. Алгоритми можуть аналізувати дані з медичних пристроїв та систем телемедицини для виявлення змін у стані здоров'я та автоматичного сповіщення медичного персоналу у випадку виявлення патологій або екстрених ситуацій. Це дозволяє реагувати на проблеми швидко та ефективно, забезпечуючи невідкладну медичну допомогу та попереджаючи ускладнення.

Також інтеграція ШІ в охорону здоров'я має величезний потенціал для революціонізації діагностичних і терапевтичних підходів. Використання технологій ШІ для підвищення клінічного прийняття рішень, оптимізації робочих процесів та покращення шляхів надання медичної допомоги відкриває перед нами безпрецедентні можливості для покращення надання медичних послуг, поліпшення результатів для пацієнтів та, в підсумку, рятування життів.

Література

1. Topol, E. J. (2019). Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books.
2. Matheny, M. E., Israni, S. T., Ahmed, M., & Whicher, D. (2019). Artificial Intelligence in Health Care: The Hope, the Hype, the Promise, the Peril.
3. Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The Potential for Artificial Intelligence in Healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), 94-98.
4. Shen, J., Zhang, C. J., Jiang, B., Chen, J., Song, J., Liu, Z., & He, Z. (2021). Artificial Intelligence Versus Clinicians in Disease Diagnosis: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, 9(2), e22844.
5. Wang, F., & Preininger, A. (2019). AI in Health: State of the Art, Challenges, and Future Directions. *Yearbook of Medical Informatics*, 28(1), 16-26.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Бедько І. О., Гавриленко В. В.

Національний Транспортний Університет, Київ, Україна

E-mail: illya.bedko@gmail.com

Artificial Intelligence in Transportation Technologies

The application of artificial intelligence (AI) in transportation technologies is a rapidly evolving field that offers significant benefits in terms of efficiency, safety, and sustainability. This paper explores the integration of AI in various transportation systems, including autonomous vehicles, traffic management, and predictive maintenance.

Штучний інтелект (ШІ) займається створенням машин, які можуть виконувати завдання, що традиційно вважаються складними або можливими тільки для людей, такі як сприйняття й розуміння мови, прийняття рішень і розв'язання проблем. ШІ спирається на математику, психологію, філософію, нейронауку та інформатику, та використовує алгоритми машинного навчання, глибоке навчання, нейронні мережі та логічне міркування. Нині ШІ грає ключову роль у формуванні майбутнього багатьох галузей, включаючи транспортні технології. Інтеграція ШІ у транспортну інфраструктуру вже не є фантастикою, а стає реальністю, яка змінює способи взаємодії з транспортними засобами, планування логістикою, керування дорожнім рухом і підтримки технічного стану транспортних засобів.

Завдяки здатності швидко обробляти великі обсяги даних і навчатися на базі минулого досвіду, ШІ значно підвищує ефективність транспортних систем, робить їх безпечнішими, швидшими та економнішими в експлуатації. Вплив ШІ на транспортну індустрію є глибоким та всеохоплюючим, починаючи з автономних транспортних засобів, які обіцяють зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, і до інтелектуальних систем управління дорожнім рухом, які оптимізують рух і знижують затори. Також, ШІ вносить величезний вклад у сталість транспорту, допомагаючи знижувати викиди вуглецю за рахунок оптимізації маршрутів і підвищення загальної ефективності транспортних операцій. Використання передових алгоритмів та машинного навчання дозволяє розробляти більш адаптивні та інтелектуальні транспортні системи, які не тільки підвищують якість життя громадян, але й сприяють досягненню глобальних екологічних цілей. ШІ має різні аспекти впливу на транспортні технології, від автономного водіння до систем прогностичного обслуговування. Автономні транспортні засоби (АТЗ) використовують складні алгоритми машинного навчання та комп'ютерного зору для виявлення об'єктів, планування маршрутів і прийняття рішень в динамічних умовах дорожнього руху. Технології, як-от глибоке навчання і нейронні мережі, дозволяють АТЗ адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі і взаємодіяти з іншими

учасниками руху безпечно і ефективно [1]. Автономні транспортні засоби використовують ІІІ для навігації без людського втручання. Передові приклади технологій навігації за допомогою ІІІ сьогодні:

- Tesla Autopilot: використовує декілька камер, ультразвукові датчики та радары для безпечного водіння на шосе з автоматичним управлінням.
- Waymo: проєкт Google, що розробляє повністю автономні транспортні засоби, здатні до водіння без водія в контрольованому міському середовищі.
- Uber ATG: розробки в сфері автономних таксі, які здатні до замовлення і виконання поїздок без водія.

ІІІ відіграє вирішальну роль у розумному управлінні дорожнім рухом. Алгоритми ІІІ аналізують дані в реальному часі від датчиків, камер і систем навігації для оптимізації світлофорних режимів, розподілу трафіку та мінімізації заторів. Це знижує загальний час в дорозі, сприяє плавності трафіку і підвищує екологічність транспорту за рахунок зменшення викидів [2]. ІІІ використовується для аналізу та управління дорожнім рухом, покращуючи дорожні умови та знижуючи затори. Найперспективнішими напрямками використання ІІІ в цій сфері є:

- Аналіз відео з камер спостереження: алгоритми комп'ютерного зору аналізують потік транспорту, виявляючи затори та надаючи рекомендації для оптимізації руху.
- Системи адаптивного керування світлофорами: використовують дані в реальному часі для регулювання часових інтервалів світлофорів, залежно від інтенсивності руху.
- Розумні парковки: ІІІ допомагає водіям швидко знаходити вільні парковочні місця, що знижує час, проведений у пошуках парковки.

ІІІ також застосовується для прогностичного обслуговування, що дозволяє виявляти потенційні збої у роботі транспортних засобів до їх виникнення. ІІІ аналізує історичні дані і поточний стан техніки, ідентифікує патерни, що можуть вказувати на майбутні несправності, тим самим мінімізуючи час простою і витрати на ремонт [3]. ІІІ використовується для аналізу стану транспортних засобів та попередження про потенційні поломки. Приклади прогностичного застосування ІІІ:

- Прогностичне обслуговування авіаційних двигунів: алгоритми аналізують дані з датчиків двигуна, виявляючи знаки зносу або несправності до критичних поломок.
- ІІІ в системах метрополітену: моніторинг стану рухомого складу та інфраструктури для попередження несправностей і оптимізації графіку технічного обслуговування.
- Аналіз стану автомобілів: ІІІ може прогнозувати потреби в заміні запчастин на основі аналізу стилів водіння та історичних даних про автомобіль.

В області логістики ШІ сприяє вдосконаленню процесів доставки та управління запасами. Алгоритми прогнозування допомагають в оптимізації маршрутів доставки, управлінні складськими запасами та підвищенні загальної ефективності ланцюжків постачання. Це не тільки скорочує витрати, але й покращує сервіс для кінцевих споживачів [4]. ШІ впроваджується в логістику для підвищення ефективності ланцюгів постачання і використовується для:

- Оптимізації маршрутів доставки: ШІ для аналізу трафіку та погодних умов, з метою планування найефективніших маршрутів.
- Автоматизація складських операцій: роботи, керовані ШІ, автоматично сортують і переміщують товари на складах, зменшуючи витрати і підвищуючи швидкість обробки замовлень.
- Прогнозування попиту: ШІ аналізує тенденції покупок і даних соціальних мереж, щоб точно прогнозувати зміни у попиті і відповідно налаштовувати виробництво та запаси.

Отже, застосування ШІ в транспортних технологіях є яскравим прикладом того, як інновації можуть кардинально змінювати цілі галузі. Інтеграція ШІ у автономні транспортні засоби значно сприяє зменшенню дорожньо-транспортних пригод, покращенню руху та зниженню впливу транспорту на довкілля через більш ефективне використання палива. Системи управління дорожнім рухом на базі ШІ можуть дозволяють аналізувати трафік, знизити затори та підвищити ефективність використання дорожньої інфраструктури, що робить міський простір більш організованим та комфортним для життя. Прогностичне обслуговування і оптимізація логістики за допомогою ШІ позитивно впливають на мінімізацію простоїв на підприємствах, зниження витрат на обслуговування та безперебійність виробничих і транспортних процесів. Такі рішення особливо цінні в контексті глобальної економіки, де час і надійність доставки грають ключову роль.

Завдяки продовженню досліджень і розробок у сфері застосування ШІ в транспортних технологіях є фундаментальні зміни в організації та управління транспортними системами. Ці інновації відкривають шлях до більш стійкого та ефективного використання транспортних ресурсів, а в результаті й створення більш безпечних, чистих та інтелектуальних міських середовищ.

Література

1. Autonomousvehicletech (2024) *Технології автономних транспортних засобів та роль штучного інтелекту* [online]. URL: https://www.autonomousvehicletech.com/artificial_intelligence.
2. Smarttrafficmanagement (2024) *Інтелектуальні системи управління дорожнім рухом: використання ШІ* [online]. URL: <https://www.smarttrafficmanagement.ai>.
3. Predictiveanalysis (2024) *Прогностичне обслуговування: Використання ШІ для аналізу даних* [online]. URL: <https://www.predictiveanalysis.ai>.
4. Logisticsai (2024) *Оптимізація логістики через штучний інтелект* [online]. URL: <https://www.logisticsai.com>.

КОНТРОЛЬ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ ТА УНИКНЕННЯ АВАРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖ

Безверхий О. І, Луц В. Є.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: o_bezver@ukr.net, tibet.septim@gmail.com

Traffic Control and Accident Avoidance Using Neural Networks

Neural networks are a promising technology that will be able to affect many areas of transportation in the future, including new opportunities for traffic management and accident prevention. Neural network-based traffic management is a new field that, while promising huge benefits for improving efficiency and safety on roads, is just beginning to be explored.

В останні роки інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у транспортній системі відкрила нові межі в управлінні дорожнім рухом і запобіганні нещасних випадків. Серед різноманітних технологій штучного інтелекту нейронні мережі виділяються своєю здатністю навчатися на основі даних і робити прогнози, пропонуючи рішення для деяких найактуальніших проблем сучасних транспортних систем.

Нейронні мережі — це тип моделі машинного навчання, створений за мотивами людського мозку. Ці мережі можуть навчитися розпізнавати закономірності в даних за допомогою процесу, який називається навчанням, де вони коригують ваги на основі пар введення-виведення, що подаються в систему. Ця здатність робить нейронні мережі особливо придатними для таких складних завдань, як розпізнавання зображень, обробка природної мови та, що важливо, керування трафіком.

Керування трафіком. Ефективне управління [1] дорожнім рухом має вирішальне значення для зменшення заторів, мінімізації часу в дорозі та підвищення безпеки дорожнього руху. Нейронні мережі можна використовувати кількома способами для покращення потоку трафіку:

Прогноз трафіку. Одним із основних застосувань нейронних мереж в управлінні трафіком є прогнозування умов руху. Аналізуючи дані про трафік, погодні умови, час доби та інші відповідні фактори, нейронні мережі можуть прогнозувати обсяг трафіку та визначати потенційні точки заторів. Ці передбачення дозволяють центрам управління дорожнім рухом вживати профілактичні заходи, наприклад коригувати розклад світлофорів, змінювати маршрути транспортних засобів та інформувати водіїв про альтернативні маршрути, тим самим зменшуючи вузькі місця та покращуючи загальний потік транспорту.

Адаптивне управління світлофорами. Традиційні системи світлофорів працюють за фіксованим графіком, що часто призводить до неефективності під час змінних умов руху. Нейронні мережі можуть оптимізувати хронометраж дорожніх сигналів у режимі реального часу, аналізуючи поточні дані про

трафік. Ці адаптивні системи можуть регулювати тривалість зеленого світла залежно від поточного навантаження на транспорт, скорочуючи час очікування на перехрестях і підвищуючи пропускну здатність.

Інтелектуальні транспортні системи. Нейронні мережі є основним компонентом інтелектуальних транспортних систем, які націлені на надання інноваційних послуг, пов'язаних з різними видами транспорту та керування трафіком. Програми ITS включають моніторинг дорожнього руху в режимі реального часу, виявлення інцидентів і динамічні повідомлення, які надають водіям своєчасну інформацію. Нейронні мережі допомагають обробляти величезні обсяги даних із датчиків, камер і GPS-пристроїв, щоб надавати точну та дієву інформацію.

Комунікація Vehicle-to-Everything (V2X). Нейронні мережі відіграють вирішальну роль у забезпеченні зв'язку Vehicle-to-Everything (V2X)[2], коли транспортні засоби взаємодіють один з одним та з інфраструктурою, як-от світлофори та дорожні знаки. Цей зв'язок дозволяє скоординовано керувати автомобілем, як-от групування (де транспортні засоби рухаються близько один до одного синхронізовано) і краще керувати перехрестями. Нейронні мережі обробляють величезну кількість даних, створених системами V2X, щоб забезпечити своєчасні та точні відповіді, підвищуючи загальну безпеку руху.

Автономні транспортні засоби. Автономні транспортні засоби, або самокеровані автомобілі, значною мірою покладаються на нейронні мережі для безпечної навігації. Ці мережі обробляють вхідні дані від різних датчиків, зокрема LIDAR, радарів і камер, щоб зрозуміти оточення автомобіля. Розпізнаючи об'єкти, прогножуючи поведінку інших учасників дорожнього руху та приймаючи рішення щодо водіння в реальному часі, нейронні мережі дозволяють автономним транспортним засобам працювати з високим рівнем безпеки та ефективності.

Аналіз та запобігання нещасних випадків. Аналіз після аварії[3] має вирішальне значення для розуміння причин аварій і запобігання подіям у майбутньому. Нейронні мережі можуть аналізувати величезні набори даних звітів про аварії, умови дорожнього руху та фактори навколишнього середовища, щоб визначити закономірності та фактори ризику, пов'язані з аваріями. Ця інформація може керувати впровадженням превентивних заходів, таких як покращення дизайну доріг, удосконалення знаків і впровадження суворіших правил дорожнього руху.

Обчислювальна складність. Нейронні мережі, особливо моделі глибокого навчання, потребують значних обчислювальних ресурсів для навчання та висновків у реальному часі. Розроблення ефективних алгоритмів і використання прогресу в апаратному прискоренні є критично важливими для широкого впровадження. Інтеграція з існуючими системами. Інтеграція нейронних мереж з існуючими системами керування дорожнім рухом і транспортними засобами може бути складною. Забезпечення сумісності та взаємодії є життєво важливим для безперебійного впровадження та роботи. Етичні та правові міркування. Використання штучного інтелекту в транспорті піднімає етичні та юридичні питання, такі як відповідальність у разі аварій за

участю автономних транспортних засобів. Щоб вирішити ці проблеми, необхідно встановити чіткі правила та етичні принципи.

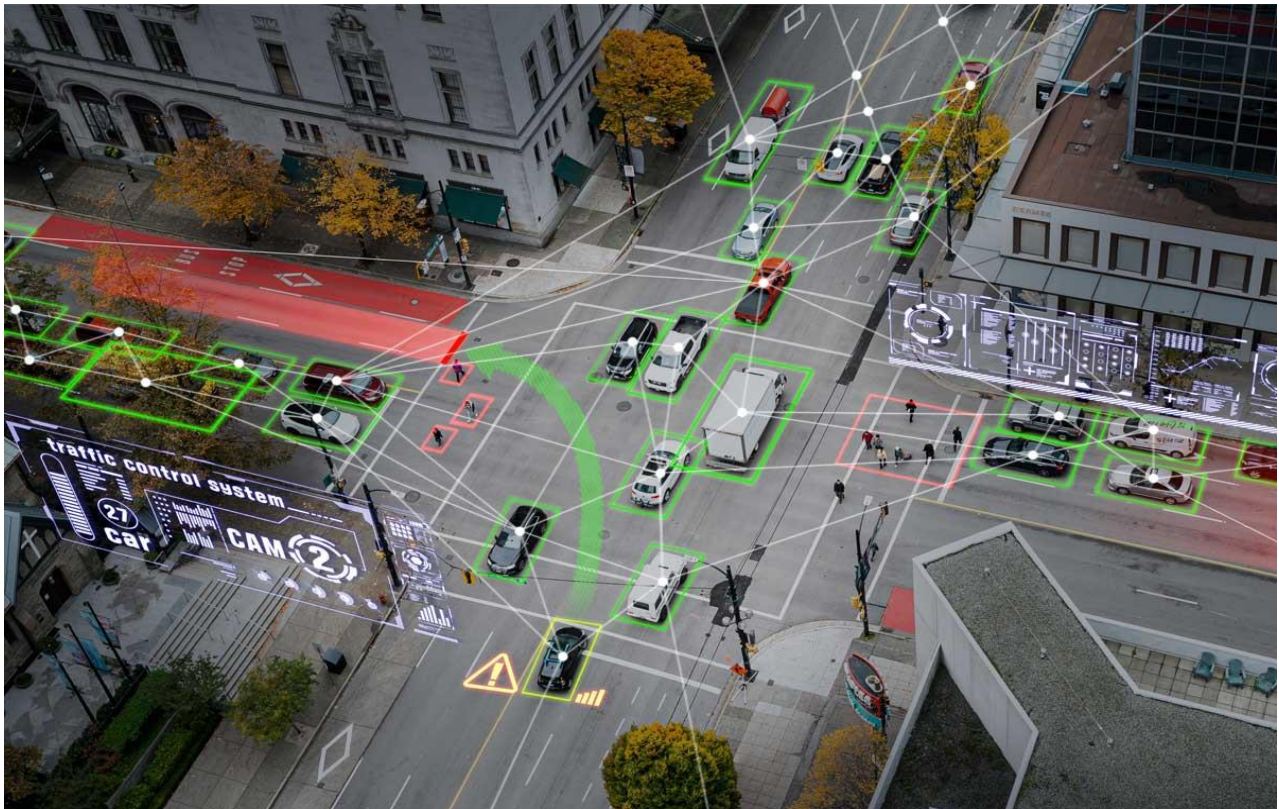


Рис. 1. Приклад використання ШІ для визначення руху транспорту

Отже, нейронні мережі мають потенціал для управління транспортним рухом(рис.1) і уникнення аварій. Використовуючи їхні можливості прогнозування та потужність обробки в реальному часі, ми маємо можливість створити безпечніші та ефективніші транспортні системи. Незважаючи на те, що проблеми залишаються, постійні дослідження та технологічний прогрес обіцяють майбутнє, де нейронні мережі відіграватимуть ключову роль у революції нашого пересування по дорогах.

Література

1. Clickworker (2024) *How artificial intelligence in traffic management helps reduce traffic congestion* [online]. URL: <https://www.clickworker.com/customer-blog/artificial-intelligence-road-traffic/>
2. Chaklader (2024) *The Role of AI in Adaptive Traffic Signal Control* [online]. URL: <https://chaklader.medium.com/the-role-of-ai-in-adaptive-traffic-signal-control-ce2aa1f74b2f>
3. Yunextraffic (2024) *The Role of Artificial Intelligence in Revolutionizing Road Safety* [online]. URL: <https://www.yunextraffic.com/newsroom/ai-revolutionizing-road-safety>.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІРТУАЛЬНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ ЦІЛЕЙ

Бельдій Д. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: ueukfrfeynvjq@gmail.com

Smart VR Management System for Educational Purposes

Virtual Reality (VR) is a burgeoning technology that offers significant potential in various fields, including education. The integration of intelligent systems with VR can create immersive learning environments that enhance educational experiences. This study addresses the design of a smart VR management system tailored for educational applications.

Віртуальна реальність (VR) стає однією з найперспективніших технологій у сфері освіти, завдяки своїй здатності створювати інтерактивні та занурюючі навчальні середовища [1]. Використання інтелектуальних систем у VR може значно покращити процес навчання, роблячи його більш ефективним та доступним. Однак, розроблення таких систем є складною задачею, що вимагає врахування багатьох технічних та педагогічних аспектів. Віртуальна реальність може створювати навчальні ситуації, які неможливо відтворити в реальному житті, забезпечуючи таким чином унікальний досвід для студентів [2].

Мета цієї роботи полягає у формулюванні задачі проєктування інтелектуальної системи управління VR для навчальних цілей. Зокрема, пропонується дослідити існуючі технології та підходи, розробити методологію інтеграції VR з навчальними процесами, а також оцінити ефективність запропонованої системи. Враховуючи швидкий розвиток технологій VR та AI, зростає необхідність у створенні інноваційних рішень, які можуть адаптуватися до різних навчальних потреб та стилів [3].

Для цього необхідно провести аналіз існуючих VR-технологій, виявити їхні переваги та недоліки, а також розглянути можливості використання штучного інтелекту (AI) для управління навчальними процесами у VR. Особливу увагу слід приділити розробці адаптивних алгоритмів, які дозволять системі підлаштовуватись під індивідуальні потреби студентів. Інтеграція AI в VR-середовище може забезпечити динамічну адаптацію контенту та навчальних сценаріїв, що підвищить ефективність навчання.

Методологія: Дослідження ґрунтується на систематичному огляді наукових праць та існуючих рішень у сфері VR та AI, розробці прототипу системи та його тестуванні в реальних умовах. Аналізуються поточні тенденції та інновації у VR, а також їхнє застосування в освіті. Планується також проведення експериментів із залученням студентів для оцінки впливу VR на

навчальний процес і визначення найбільш ефективних підходів до інтеграції цієї технології.

Очікувані результати: Розроблення прототипу інтелектуальної системи управління VR, що дозволить підвищити ефективність навчальних процесів, покращити взаємодію студентів з навчальним матеріалом та забезпечити персоналізований підхід до навчання. Очікується, що система буде здатна адаптуватися до індивідуальних потреб студентів, забезпечуючи таким чином більш глибоке розуміння матеріалу та підвищення мотивації до навчання.

Інтеграція інтелектуальних систем з VR-технологіями має великий потенціал для розвитку освітніх процесів. Пропонована система управління VR може стати ефективним інструментом для покращення якості освіти та забезпечення більш інтерактивного та персоналізованого навчання. Інтелектуальні алгоритми, що враховують індивідуальні особливості кожного студента, можуть значно підвищити рівень залученості та успішності навчання. Впровадження таких систем у навчальні заклади може сприяти створенню нових методів навчання, які відповідають сучасним вимогам і викликам.

Подальший розвиток віртуальної реальності в освіті відкриває безліч можливостей для інноваційного навчання. Наприклад, студенти можуть мати доступ до віртуальних лабораторій, де вони можуть експериментувати в безпечному середовищі без реальних обмежень і ризиків. Також, VR може бути корисним інструментом для дистанційного навчання, дозволяючи студентам з усього світу отримувати якісну освіту, не покидаючи дому.

Додатково, інтеграція інтелектуальних систем з VR відкриває шлях до більш ефективного виявлення та аналізу успішності студентів. За допомогою аналізу даних, зібраних від сенсорів і камер у віртуальному середовищі, можна отримати цінну інформацію про те, як краще адаптувати навчальні програми та методiku для досягнення найкращих результатів. Такий підхід дозволяє персоналізувати навчання для кожного студента, що сприяє більш успішному і продуктивному процесу навчання.

Крім того, використання VR у навчальних цілях може сприяти розвитку креативності та критичного мислення у студентів. Вони можуть взаємодіяти з матеріалом у новий спосіб, експериментуючи та вирішуючи завдання в іммерсивному середовищі, що сприяє розвитку їхніх аналітичних та проблемно-розв'язуючих навичок.

Література

1. Freina L., Ott M. (2015) A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives, eLearning and Software for Education (eLSE), pp. 133–141.
2. Johnson L., Adams Becker S., Estrada V., Freeman A. (2015) Horizon Report: 2015 Higher Education Edition, The New Media Consortium, Austin, Texas.
3. Pantelidis V. S. (2010) Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality, Themes in Science and Technology Education, vol. 2, no. 1–2, pp. 59–70.

АНАЛІЗ ФІШИНГОВИХ ЕЛЕКТРОННИХ ЛИСТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Береза М. Ю., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: maksberesa@gmail.com

Analysis of Phishing Emails Using Artificial Intelligence

Phishing is one of the most common cyber threats aimed at obtaining confidential information by deceiving users through emails. In response to this problem, a system has been developed that uses artificial intelligence tools for automatic scanning and analysis of phishing emails. This system simplifies the process of detecting and processing suspicious emails, providing effective protection for users and their data.

Фішинг є однією з найбільш поширених кіберзагроз, спрямованих на отримання конфіденційної інформації шляхом обману користувачів через електронні листи.

У відповідь на цю проблему розроблено систему, що використовує засоби штучного інтелекту для автоматичного сканування та аналізу фішингових електронних листів. Ця система спрощує процес виявлення та обробки підозрілих листів, забезпечуючи ефективний захист користувачів та їхніх даних [1].

Електронна пошта в сучасному світі слугує одним з основних засобів комунікації тому фішинг стає все більш небезпечним. Фішингові атаки можуть призводити до значних фінансових втрат, втрати даних та компрометації особистої інформації. Зважаючи на це, необхідність у створенні ефективних засобів захисту від таких загроз є надзвичайно актуальною [2].

Одними з найпоширеніших підходів до реалізації сканування електронних листів в Python є використання низки бібліотек та API, які забезпечують машинне навчання, аналіз даних, взаємодію з веб-сервісами та переклад тексту. До них належать scikit-learn, VirusTotal API, Gmail API, DeepL API, Pandas та Requests. Кожен із цих інструментів виконує важливу функцію, сприяючи ефективному виявленню та аналізу загроз [3].

Бібліотека scikit-learn використовується для реалізації алгоритмів машинного навчання, що забезпечують виявлення фішингових ознак в електронних листах [4]. Ця бібліотека надає широкий спектр інструментів для класифікації, регресії та кластеризації даних, дозволяючи створювати потужні моделі для аналізу великих обсягів інформації [5].

VirusTotal API застосовується для сканування посилань та вкладень на наявність шкідливих елементів. Цей API надає можливість перевірки файлів та URL за допомогою великої кількості антивірусних механізмів, що значно підвищує ефективність виявлення загроз.

Gmail API використовується для інтеграції з поштовим сервісом Gmail та отримання електронних листів для аналізу. Для роботи з Gmail API потрібно встановити відповідні бібліотеки для мови програмування Python. Цей API забезпечує доступ до електронних листів, дозволяючи автоматично отримувати, читати та обробляти повідомлення безпосередньо з облікового запису користувача [6].

DeepL API використовується разом із scikit-learn для перекладу електронних листів, що забезпечує можливість подальшого аналізу тексту на різних мовах. Цей API надає високоякісний автоматичний переклад, що дозволяє аналізувати електронні листи незалежно від мови, якою вони написані [7].

Pandas застосовується для обробки великих даних у датасеті, які використовуються в подальшому для навчання штучного інтелекту. Ця бібліотека забезпечує ефективну роботу з великими наборами даних, їх маніпуляцію та підготовку для подальшого аналізу та моделювання [8].

Requests використовується для взаємодії з веб-сервісами та API, забезпечуючи простий і зручний спосіб надсилання HTTP-запитів і обробки відповідей.

У дослідженні детально описано кроки розробки системи, включаючи аналіз вимог, проєктування бази даних та розробку інтерфейсу користувача. Розглянуто також аспекти охорони праці та безпеки, пов'язані з використанням системи, а також вимоги до інфраструктури та технічного забезпечення.

В результаті успішної реалізації цієї системи АТ «Укртелеком» отримає потужний інструмент для сканування електронних листів, що сприятиме пришвидшенню роботи з клієнтами, а також забезпечить більш точний аналіз та сканування електронних листів.

Література

1. Anderson J. (2022). *An Intro to Phishing and its Detection*. Real Python [online]. URL: <https://realpython.com/intro-to-phishing-detection>.
2. HackerRank (2020). *2020 HackerRank Developer Skills Report* [online]. URL: <https://www.hackerrank.com/research/developer-skills/2020>.
3. Python Software Foundation (2022). *Gmail API Documentation* [online]. URL: <https://developers.google.com/gmail/api>.
4. Pedregosa, F., et al. (2011). *Scikit-learn: Machine Learning in Python*. *Journal of Machine Learning Research* [online]. URL: <https://scikit-learn.org/stable/>.
5. VirusTotal (2024) *API Documentation* [online]. URL: <https://www.virustotal.com>
6. Google for Developers (2024) *Gmail API Overview* [online]. URL: <https://developers.google.com/gmail/api/guides>
7. DeepL Translate (2024) *DeepL API Docs: Introduction | English* [online]. URL: <https://developers.deepl.com/docs>
8. Pandas – Python (2024) *Pandas - Python Data Analysis Library* [online]. URL: <https://pandas.pydata.org>

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ МОВОЮ JAVASCRIPT

Білодід Д. В.

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
Київ, Україна*

E-mail: danielbeloded@gmail.com

Methods and Tools of Artificial Intelligence with the JavaScript Programming Language

The use of methods and tools of artificial intelligence with the JavaScript programming language is becoming increasingly relevant in modern programming. Although JavaScript is traditionally associated with web development, it has recently found applications in data processing and machine learning. This demonstrates the growing versatility of the language and its new potential in the field of intelligent data analysis.

Штучний інтелект (ШІ) є однією з найбільш важливих і перспективних технологій сьогодення. Використання мови програмування JavaScript для реалізації методів та засобів ШІ є актуальною темою, оскільки JavaScript широко використовується як на веб-сторінках, так і в серверних середовищах. Це робить JavaScript універсальною мовою для впровадження інноваційних рішень в різних сферах, від веб-додатків до складних систем аналізу даних.

Метою цього дослідження є всебічний огляд методів та засобів штучного інтелекту, які можна реалізувати з використанням мови програмування JavaScript. Зокрема, аналіз інструментів, бібліотек та фреймворків, що дозволяють розробляти та впроваджувати методи ШІ на JavaScript. Особлива увага буде приділена їх функціональним можливостям, ефективності та перспективам розвитку.

JavaScript набуває все більшої популярності у розробці застосувань штучного інтелекту. Серед основних напрямків використання – машинне навчання, обробка природної мови та комп'ютерний зір. Розглянемо основні інструменти та бібліотеки, що дозволяють реалізувати ці методи та засоби.

1. TensorFlow.js TensorFlow.js - це потужний фреймворк для машинного навчання, який дозволяє створювати та навчати моделі нейронних мереж прямо в браузері або на сервері за допомогою JavaScript. Він підтримує навчання та виконання моделей, забезпечує інтеграцію з іншими інструментами та дозволяє переносити моделі, створені на Python, до JavaScript. TensorFlow.js надає:

- Можливість використання апаратного прискорення (GPU) для підвищення продуктивності.
- Широкий спектр алгоритмів для вирішення різних задач машинного навчання.

- Підтримку створення як складних багаторівневих нейронних мереж, так і простих моделей для базових задач.

2. Brain.js Brain.js - це бібліотека, що реалізує нейронні мережі у JavaScript. Вона підтримує різні типи моделей, включаючи згорткові та рекурентні нейронні мережі. Brain.js є простим у використанні та налаштуванні, що робить її ідеальною для швидкого прототипування та реалізації ШІ-застосувань. Основні характеристики Brain.js:

- Простота інтеграції в веб-додатки.
- Підтримка паралельних обчислень для покращення продуктивності.
- Можливість роботи як на клієнті, так і на сервері.

3. Natural Natural - це бібліотека для обробки природної мови (NLP) в JavaScript, яка надає широкий спектр інструментів для аналізу та обробки тексту. Вона включає засоби для виявлення мови, токенізації, лематизації, аналізу настрою та багато іншого. Natural дозволяє розробникам легко інтегрувати NLP-функціональність у свої додатки. Основні можливості Natural:

- Підтримка кількох мов для обробки тексту.
- Легкість використання та налаштування.
- Інтеграція з іншими бібліотеками для більш комплексного аналізу даних.

4. ConvNetJS ConvNetJS - це бібліотека для створення та навчання нейронних мереж, спеціалізована на роботі зі зображеннями. Вона дозволяє створювати згорткові нейронні мережі (CNN) для задач комп'ютерного зору, таких як розпізнавання образів та об'єктів. ConvNetJS забезпечує:

- Можливість навчання моделей безпосередньо в браузері.
- Високу продуктивність завдяки оптимізації обчислень.
- Простоту інтеграції з веб-додатками для реального часу обробки зображень.

5. Synaptic Synaptic - це ще одна популярна бібліотека для створення нейронних мереж у JavaScript. Вона підтримує різні архітектури нейронних мереж, включаючи багатошарові перцептрони, LSTM та Hopfield мережі. Основні переваги Synaptic:

- Гнучкість у налаштуванні архітектури нейронної мережі.
- Докладна документація та активна спільнота розробників.
- Можливість використання як на клієнті, так і на сервері.

6. ml5.js ml5.js — це високорівнева бібліотека для машинного навчання, побудована на основі TensorFlow.js. Вона надає простий у використанні API для розробки інтерфейсів машинного навчання. Основні особливості ml5.js:

- Підтримка різних моделей та алгоритмів машинного навчання.
- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для швидкого створення прототипів.
- Інтеграція з веб-технологіями для створення інтерактивних додатків.

7. Mind.js Mind.js - це бібліотека для створення нейронних мереж у JavaScript, яка підтримує навчання моделей безпосередньо в браузері. Вона є

простою у використанні та підходить для швидкого створення прототипів. Основні можливості Mind.js:

- Простота інтеграції у веб-додатки.
- Підтримка базових архітектур нейронних мереж.
- Легка вивченість та налаштування.

8. Compromise Compromise (раніше known as NLP.js) - це бібліотека для обробки природної мови у JavaScript, яка надає інструменти для парсингу, аналізу та маніпуляції текстом. Основні можливості Compromise:

- Виявлення та парсинг різних частин мови.
- Маніпуляція текстом для різних застосувань.
- Легкість інтеграції з іншими інструментами та бібліотеками.

JavaScript стає все більш популярним в галузі штучного інтелекту завдяки своїй універсальності, доступності та потужним інструментам розробки. Зі зростанням кількості бібліотек та фреймворків для машинного навчання та обробки природної мови, ця мова стає все більш привабливою для розробників у цій галузі. Основні перспективи розвитку ШІ на JavaScript включають:

- **Розширення можливостей існуючих бібліотек:** Поява нових функціональностей та алгоритмів для вирішення складних задач ШІ.
- **Підвищення продуктивності:** Оптимізація обчислень та використання апаратного прискорення для обробки великих обсягів даних у реальному часі.
- **Інтеграція з іншими технологіями:** Використання WebAssembly, прогресивних веб-додатків (PWA) та інших сучасних технологій для створення більш потужних та інтерактивних додатків.
- **Створення нових інструментів та фреймворків:** Розроблення нових інструментів, що спрощують розробку складних систем штучного інтелекту та забезпечують високу продуктивність і гнучкість.

Таким чином, JavaScript має всі передумови для того, щоб стати однією з провідних мов програмування в галузі штучного інтелекту, забезпечуючи розробникам потужні та гнучкі інструменти для створення інноваційних рішень. Завдяки постійному розвитку та підтримці спільноти, JavaScript буде продовжувати відігравати важливу роль у розвитку технологій ШІ.

Література

1. Cai S., Bileschi S., Nielsen E. D., Chollet F. (2020) Deep Learning with JavaScript: Neural networks in TensorFlow.js. Manning Publications, 560 p.
2. Code Well Academy (2016) Javascript Artificial Intelligence: Made Easy, W/ Essential Programming. CreateSpace Publishing, 156 p.
3. Github(2024) Natural Documentation [online]. URL : <https://github.com/NaturalNode/natural>.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Благодир К. О., Чорнобай К. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: katia.blagodir@gmail.com

A Study of Artificial Intelligence Development

Artificial Intelligence (AI) and Information Technologies are quickly progressing areas that significantly affect our world. AI includes creating brilliantly frameworks able of seeing, learning, thinking, and acting independently. The merging of AI and IT catalyzes advancements over divisions like healthcare, back, fabricating, and robotization. Responsibly harnessing AI and IT promises transformative benefits whereas relieving potential risks.

Світ стає все більш технологічним, а штучний інтелект (ШІ) — невід’ємною частиною сучасного життя. ШІ і ІТ — на передовій технологічній революції, яка фундаментально трансформує різні галузі, підвищуючи ефективність і сприяючи значним досягненням у багатьох сферах праці. Закон Мура, який стверджує, що пам’ять і швидкість комп’ютерів подвоюються щороку, нарешті наздогнав, а в багатьох випадках і перегнав наші потреби.

Початок ери ШІ пов’язують із розробкою ключових архітектур і алгоритмів, зокрема трансформерної архітектури, представленої у 2017 році. Це дало поштовх для створення та розвитку великих мовних моделей, здатних демонструвати розуміння, пізнання, увагу та творчість, схожі на людські. Вважається, що ера ШІ почалася приблизно у 2022—2024 роках із появою масштабованих великих мовних моделей, таких як ChatGPT.

2023 рік також був дуже успішним і навіть переломним не лише через значний прогрес у розвитку ШІ. У цьому році генеративний ШІ та пов’язані з ним стартапи залучили майже 50 мільярдів доларів інвестицій. Компанії, такі як OpenAI, Anthropic та Inflection AI, зуміли зібрати мільярди доларів кожна.

ШІ охоплює широкий спектр технологій, включаючи машинне навчання, обробку природної мови та комп’ютерний зір, які дозволяють машинам виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту. Наприклад, у сфері охорони здоров’я алгоритми ШІ можуть аналізувати медичні дані для виявлення захворювань на ранніх стадіях, таких як рак, часто з більшою ефективністю, ніж лікарі [1]. Крім того, прогностична аналітика на основі ШІ допомагає медичним працівникам ефективніше управляти доглядом за пацієнтами, передбачати ризики спалахів хвороб і оптимізувати розподіл ресурсів.

У фінансовому секторі комбінація ШІ та ІТ забезпечує більш ефективні та безпечні транзакції. Алгоритми ШІ можуть аналізувати шаблони транзакцій для виявлення шахрайських дій у режимі реального часу, значно зменшуючи фінансові втрати, тоді як ІТ-системи забезпечують безпечну та надійну обробку цих транзакцій. Крім того, системи торгівлі на основі ШІ можуть аналізувати

ринкові тренди та виконувати угоди на високих швидкостях, покращуючи ефективність і прибутковість фінансових операцій. Персоналізовані чат-боти та віртуальні помічники на базі ШІ покращують досвід клієнтів, надаючи своєчасні та точні відповіді на запити, підвищуючи їх задоволеність і лояльність.

Кібербезпека є ще одним важливим аспектом ІТ, що підтримує ШІ. Оскільки системи ШІ стають більш інтегрованими у критичну інфраструктуру, забезпечення їхньої безпеки стає надзвичайно важливим. Заходи безпеки ІТ захищають системи ШІ від кіберзагроз, забезпечуючи цілісність і конфіденційність чутливих даних. Перспективи застосування ШІ продовжують розширюватися завдяки постійному вдосконаленню алгоритмів і збільшенню обчислювальних потужностей. Це дозволяє вирішувати дедалі складніші завдання і відкриває нові можливості в різних галузях.

У виробництві автоматизація на основі ШІ та ІТ-інфраструктура оптимізують виробничі лінії, зменшуючи відходи та покращуючи якість продукції. Прогнозне технічне обслуговування, кероване ШІ, використовує дані з IoT-пристроїв [2] для прогнозування відмов обладнання, що дозволяє своєчасно проводити технічне обслуговування та зменшувати простой. Ця інтеграція призводить до значної економії витрат і підвищення операційної ефективності.

Застосування ШІ для аналізу даних на різних виробничих етапах забезпечить виявлення вузьких місць і оптимізацію процесів. Алгоритми машинного навчання застосовуються для визначення оптимальних параметрів роботи обладнання, що знижує час їх простою і підвищує ефективність їх використання. Застосування ШІ доцільно використовувати для прогнозування виходу з ладу обладнання до моменту виникнення, аналізуючи статистичні дані за минулі періоди та поточні показники. Це дозволяє ефективно планувати та проводити технічне обслуговування, запобігаючи незапланованим простоям.

ШІ та ІТ здійснюють технологічну революцію, яка трансформує галузі, підвищуючи ефективність, сприяючи інноваціям та покращуючи прийняття рішень. З розвитком цих технологій їх спільний вплив неодмінно призведе до ще більших інновацій, формуючи майбутнє різних секторів та покращуючи якість життя людей у всьому світі.

Література

1. Висоцький А. А., Суріков О. О., Василюк-Зайцева С. В. (2023) *Розвиток штучного інтелекту в сучасній медицині* [online]. www.umj.com.ua/uk/publikatsia-241221-rozvitok-shtuchno-go-intelektu-v-suchasnij-meditsini.
2. Київстар (2020) *IoT, або Інтернет речей — що це таке?* [online]. URL : <https://hub.kyivstar.ua/articles/iot-abo-internet-rechey>.
3. Романенко К. (2023) *Еволюція штучного інтелекту (ШІ): Визначні моменти в історії та застосування* [online] CASES. URL : <https://cases.media/article/evolyuciya-shtuchno-go-intelektu-shi-viznachni-momenti-v-istoriyi-ta-zastosuvannya>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗБОРУ ТА АГРЕГУВАННЯ ПОТОКОВИХ ДАНИХ НОВИН У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАВДАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Блажкевич В. Ю., Кальченко А. С.

ПЗВО «ІТ СТЕП Університет»

E-mail: smokky_doggy@ukr.net

Research of the Features of the Collection and Aggregation of News Flow Data in Social Networks When Solving the Tasks of Intellectual Data Analysis

Development of an advanced tool to combat information overload and disinformation is essential in today's digital landscape. This tool incorporates features such as sentiment analysis, and trend comparison. By enhancing users' ability to filter, categorize, and evaluate information, it promotes "information hygiene" in the digital age. With the increasing complexity of the information flow and the challenges posed by the digital transformation of media, such tools are crucial for users to navigate the vast sea of information effectively.

У сучасному світі користувачі стикаються з величезним потоком інформації різної якості та правдивості з великої кількості джерел, автори яких мають різні погляди, цілі та ступень упередженості. Такі особливості інформаційних повідомлень ускладнюють для споживача фільтрацію та критичну оцінку потоку новин [1, с. 443–444].

Одним з ключових чинників збільшення потоку інформації можна вважати перехід від традиційних медіа до інтернету та соціальних мереж, зокрема Телеграм-каналів. Така трансформація медійного поля, що розширила доступ до новин, може бути охарактеризована зниженням бар'єрів для створення контенту, збільшення потоку інформації, анонімністю частини джерел, що ускладнює оцінку правдивості інформації.

Охарактеризоване медійне поле стає ґрунтом для поширення дезінформації та маніпулювання суспільною думкою, загострюючи необхідність відсіювання правдивої та корисної інформації з величезних потоків даних. Війна росії проти України загострила потребу в аналізі та фільтрації інформації, що призвело до появи терміну «інформаційна гігієна» та стратегій роботи з інформацією на основі критичного мислення та аналітичних здібностей.

Для опрацювання великої кількості повідомлень з численних джерел використовуються системи моніторингу ЗМІ [2, с. 121–122], які автоматично відстежують та аналізують контент з різних джерел, включаючи газети, онлайн-видання, телебачення, радіо та соціальні мережі об'єднати ці дублікати. Цільовою аудиторією цих систем є бізнес-клієнти, а аналіз сфокусований на трендах, брендах та конкурентах. Щодо індивідуального споживача новин, в якості найбільш широковживаної автоматизації є розширення стрічки новин Google, що пропонує погляд з різних сторін, підшуковуючи декілька джерел, що

описують ту саму подію. Для телеграм-каналів, що для багатьох українців набули панівного місця як джерела новин, не існує жодного рішення, яке б дозволяло компонувати, фільтрувати й аналізувати інформаційні повідомлення.

В роботі запропоновані підходи до створення системи моніторингу Телеграм-каналів новин, яка б була доступна індивідуальному користувачеві та відповідала на сучасні виклики. Використовуючи інструменти обробки природної мови та великі мовні моделі, спроектований та реалізований багатопотоковий застосунок дозволяє зменшити обсяги інформації шляхом скорочення повідомлень без втрати змісту [3, с. 40–46]; виявляти фейкові новини та новини, що створені за єдиним шаблоном; формувати добірки новин по заданих іменованих сутностях, включаючи особистості та географічні локації; визначати тональність групи повідомлень, що дозволяє оцінити їхнє емоційне забарвлення.

Великі обсяги збираної інформації створюють суворі вимоги до продуктивності застосунку, задовільнення яких досягається внаслідок детального опрацювання асинхронних алгоритмів, розподілом задачі та балансування навантаження на окремі екземпляри процесів в додатку, використанням продуктивних рішень для роботи з інформацією. Для зберігання, первинної обробки та повнотекстового пошуку було обрано пошукову систему Elasticsearch [4, с. 3–6], завдяки її швидкодії, масштабованості та варіантам інтеграції.

Інструментом розв'язання поставлених в роботі задач аналізу текстів є великі мовні моделі (LLM), що мають суттєво більші можливості у порівнянні з іншими бібліотеками та моделями обробки природної мови. Першу з моделей, SlavicBERT [5, с. 1–3] (адаптація BERT для слов'янських мов), використано для розпізнавання іменованих сутностей та аналізу емоційного забарвлення, які виконуються з високою якістю завдяки двонапрямній структурі. Друга з моделей, адаптована для української мови GPT-3 [5, с. 1–3], використовується для генерації коротких резюме текстів з виділенням найголовнішого. Вибір пояснюється саме кращими генеративними можливостями моделі. Для виконання допоміжних задач в процесі аналізу використовується Stanford NLP [6, с. 1–4], яка первісно підтримує українську мову та суттєво перевершує перші дві моделі у швидкодії при виконанні простих задач аналізу тексту.

В результаті роботи розроблено концепцію, спроектовано та створено інструмент, здатний в реальному часі збирати велику кількість новинних повідомлень з численних джерел та аналізувати їх, скорочуючи без втрати змісту; виявляючи фейкові та створені за єдиними шаблонами новини; формувати добірки за заданими іменованими сутностями, включаючи відомих персон та географічні локації, що своєю чергою дозволяє поглянути на подію з різних боків; визначаючи емоціональне забарвлення текстів новин; порівнюючи виявлені тренди. Створений інструмент дозволяє індивідуальному користувачеві автоматично консолідувати, фільтрувати маркувати інформацію, що полегшує її осмислення та критичну оцінку. Критичний аналіз, своєю чергою, робить користувача більш стійким до впливу маніпуляції та дезінформації, допомагає підтримувати «інформаційну» гігієну.

Сучасний інформаційний потік ускладнює для користувачів фільтрацію та критичну оцінку новин. Цифрова трансформація медіа збільшує доступність інформації та ускладнює її верифікацію. Війна в Україні загострила важливість критичного ставлення до інформації для відсіювання дезінформації та уникання маніпуляцій. Застосування передових технологій забезпечення продуктивності обробки інформації та аналізу природньої мови забезпечує високу продуктивність, точність аналізу, можливості масштабування застосунку. Запропоновані в роботі нові підходи у моніторингу телеграм-каналів новин і аналізу отримуваної інформації допоможуть користувачам адаптуватись до сучасних викликів інформаційного простору.

Отже, важливо підкреслити, що з розвитком інформаційних технологій і поширенням інтернету зростає і вплив дезінформації та фейкових новин на суспільство. Це ставить перед користувачами виклик бути критичними до інформації, яку вони споживають. Системи моніторингу та аналізу новин, описані у роботі, можуть стати важливим інструментом у боротьбі з цими проблемами. Крім того, збільшення кількості доступної інформації може призвести до перенасичення користувача інформацією, що може негативно позначитися на його здатності осмислювати та аналізувати дані. Тому важливо мати засоби, які допомагають збирати, фільтрувати та аналізувати інформацію з мінімальними втратами для сприйняття. Загалом запропоновані підходи й інструменти є кроком вперед у забезпеченні користувачів можливістю ефективно фільтрувати та аналізувати інформацію в цифровому віці.

Література

1. Olan F. et al. (2022) Fake news on social media: the impact on society, *Information systems frontiers*. URL: <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10242-z>.
2. Varynskyi V. et al. (2021) Information security and information hygiene on internet media. *Nexo revista científica*, vol. 34, no. 01, pp. 120–128. URL : <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i01.11291>.
3. Zhang T. et al. (2024) Benchmarking large language models for news summarization, *Transactions of the association for computational linguistics*, vol. 12, pp. 39–57. URL : https://doi.org/10.1162/tacl_a_00632.
4. Bhatnagar D., SubaLakshmi R. J. (2020) Twitter sentiment analysis using elasticsearch, LOGSTASH and KIBANA. *2020 int. conf. on emerging trends in IT and engineering (ic-etite)*, Vellore, India, 24–25 Feb. 2020. URL : <https://doi.org/10.1109/ic-etite47903.2020.351>.
5. Hadi M. U. et al. *A Survey on Large Language Models: Applications, Challenges, Limitations, and Practical Usage* [online]. URL : <https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.23589741.v1>.
6. Phand S. A., Phand J. A. (2017) Twitter sentiment classification using Stanford NLP. *2017 1st international conference on intelligent systems and information management (ICISIM)*, Aurangabad, 5–6 Oct. 2017. URL : <https://doi.org/10.1109/icisim.2017.8122138>.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ NURBS ТА ST-GNN

Блиндарук А. О., Гавриленко В. В.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: andrii.blyndaruk@gmail.com

Trajectory Prediction Using Nurbs and St-Gnn Technologies

In the modern world of technology, the analysis and prediction of object movement play a crucial role in many sectors, including the automotive industry, robotics, and the development of interactive entertainment. One way to achieve high accuracy in motion prediction is by using technologies based on continuous curves, such as NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline), combined with advanced machine learning methods like spatio-temporal graph neural networks (ST-GNN).

NURBS є одним із найбільш гнучких та потужних інструментів для представлення геометрії, що дозволяє описувати складні траєкторії з математичною точністю. Вони надають можливість представлення будь-якої вільної форми кривих чи поверхонь з використанням наборів контрольних точок, вузлових векторів, а також вагових коефіцієнтів. Це особливо важливо для точного моделювання динамічних траєкторій руху, які мають бути аналізовані і прогнозовані.

Просторово-часові графові нейронні мережі (ST-GNN) надають значні переваги для аналізу динамічних даних, що містять просторові та часові компоненти. Застосування ST-GNN для аналізу траєкторій руху, представлених за допомогою NURBS, дозволяє ефективно використовувати як просторові, так і часові залежності, тим самим створюючи дуже точні прогностичні моделі.

Інформація про траєкторію, така як контрольні точки та їхні взаємозв'язки протягом часу, інтегрується у структуру графа ST-GNN, де вершини представляють контрольні точки, а ребра відображають зміни та взаємодії між ними в різні часові моменти.

Процес побудови моделі прогнозування руху з використанням NURBS та GNN можна розглядати як двоетапний.

На першому етапі, з допомогою NURBS відбувається генерація та деталізація траєкторій руху. З математичною точністю будуть отримані характеристики траєкторії об'єктів спостереження. Серед характеристик будуть визначені контрольні вектор точки, вузлові вектори, ваги, часові проміжки, геометричні особливості траєкторій тощо. В свою чергу характеристики руху дадуть вихідну інформацію для виявлення патернів для розпізнавання руху об'єктів в часі.

На другому етапі, траєкторії рухомих об'єктів подаються як вхідні дані для нейронної мережі (ST-GNN), яка аналізує структури та взаємозв'язки між точками, навчаючись прогнозувати майбутні положення об'єктів [1].

Будівництво моделі прогнозування руху починається з генерації траєкторій за допомогою NURBS, що дозволяє з високою точністю визначити параметри руху об'єктів. Після цього, ці траєкторії аналізуються за допомогою ST-GNN, які використовують як просторові, так і часові відносини між контрольними точками для більш глибокого розуміння динаміки руху. Система ST-GNN не тільки аналізує поточні структури, але й вивчає, як ці структури еволюціонують з часом, дозволяючи точно передбачати майбутні положення об'єктів з урахуванням їх часових траєкторій і історичних змін у русі.

Продовжуючи вивчення прогнозування траєкторій руху з використанням NURBS та ST-GNN, акцент слід зробити на можливості ідентифікації об'єктів. Це особливо важливо в контекстах, де точність та надійність ідентифікації можуть вплинути на безпеку та ефективність системи, наприклад, в автономних транспортних засобах або в системах моніторингу.

NURBS дозволяє з великою точністю описувати форму та траєкторії руху об'єктів через комплексні геометричні структури. Коли ця інформація подається до ST-GNN, система може використовувати просторово-часові залежності для виявлення та ідентифікації повторюваних патернів руху, які є унікальними для певних типів об'єктів. Це включає не тільки фізичні характеристики, але й поведінкові траєкторії, що дозволяє системі вивчати та розпізнавати об'єкти в реальному часі на основі їх руху [2].

Виявлені ST-GNN патерни руху можуть бути використані для значного покращення точності прогнозування майбутніх траєкторій. Вивчаючи, як певні патерни пов'язані з певними об'єктами або подіями, ST-GNN здатні спрогнозувати можливі зміни в русі об'єктів на основі попередніх спостережень. Такий підхід не тільки підвищує точність самої системи прогнозування, але й надає можливість для раннього реагування на потенційні зміни в поведінці об'єктів, що є критично важливим для безпеки [3].

Подальше впровадження та розвиток інформаційних систем, що базуються на NURBS та ST-GNN, може відкрити нові можливості в областях, де важливою є швидка та надійна ідентифікація об'єктів і прогнозування їх руху. Від автомобільної промисловості до міського планування та безпеки, технології мають потенціал радикально змінити способи нашого взаємодії з динамічними системами.

Література

1. Sciencedirect (2024) "SCGTracker: Spatio-Temporal Correlation and Graph Neural Networks for Multiple Object Tracking", Pattern Recognition [online] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320323009469>
2. Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015) Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, Advances in Neural Information Processing Systems [online] URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497>
3. Блиндарук А.О., Шаповалова О.О. (2023) Огляд підходів до моделювання рухомих об'єктів за їх поведінкою, Ольвійський форум, XVII Міжнародна наукова конференція», Технічні науки сталий розвиток університетської системи освіти.

ДИПФЕЙКИ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

Будаков І. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vania23112001@gmail.com

Deepfakes and Artificial Intelligence

Deepfakes are a long-known phenomenon that continues to capture the Internet and periodically cause loud scandals. These are videos, audio and images created with the help of artificial intelligence or other technologies to appear real. Deepfakes, on the one hand, are often perceived as memes. On the other hand, they pose a potential threat to both individuals and society as a whole.

Створені штучним інтелектом дипфейки не лише спотворюють інформаційне середовище, але й можуть розпалювати ненависть у суспільстві. На цю проблему вже звернула увагу ООН, зазначивши, що особливу загрозу дипфейки становлять на територіях, де тривають війни та конфлікти. Але забороняти ШІ-інструменти немає ані сенсу, ані користі. Тому уряди країн випускають різноманітні посібники та рекомендації щодо того, як протистояти таким оманам.

Наприклад, Агентство нацбезпеки США радить організаціям та медіа впроваджувати технології для виявлення дипфейків і визначення походження фото та відеоконтенту. А в ЄС поступово впроваджують AI Act — перший нормативний документ по регулюванню ШІ в Європі.

Якби парадоксально це не звучало, але найбільш ефективним способом боротьби з ШІ-дипфейками є штучний інтелект. Одночасно з новими програмами для створення дипфейків з'являється і програмне забезпечення для їхнього розпізнання.

Наприклад, Microsoft розробив Video Authenticator, який виявляє на відео ознаки підробки, непомітні для людського ока.

Є й інші програми, як-от FakeCatcher від Intel або Sentinel, яку використовують уряди та організації в Європі.

На щастя, кожен із нас має вбудований детектор фейків — критичне мислення. Головне — вчасно його вмикати[1].

Загрози дипфейків поділяються на чотири основні категорії: соціальні (розпалювання соціальних заворушень і політична поляризація); юридичний (фальсифікація електронних доказів); особисті (переслідування та залякування, порнографія без згоди та експлуатація дітей в Інтернеті); і традиційна кібербезпека (вимагання, шахрайство та маніпулювання фінансовими ринками).

Підроблені паспорти з дипфейковою фотографією буде складно виявити. Потім вони можуть бути використані для сприяння численним іншим злочинам,

від крадіжки особистих даних і торгівлі людьми до нелегальної імміграції та поїздок терористів.

Дипфейки ганебної або незаконної діяльності можуть бути використані для вимагання. Фішинг може перейти на новий рівень, якщо приманка включає відео або голос надійного друга. Атаки можуть бути підкріплені відеозверненням і голосом, ідентичним справжньому генеральному директору. Але дійсно серйозна загроза може виходити від маніпулювання ринком.(Рис.1.)

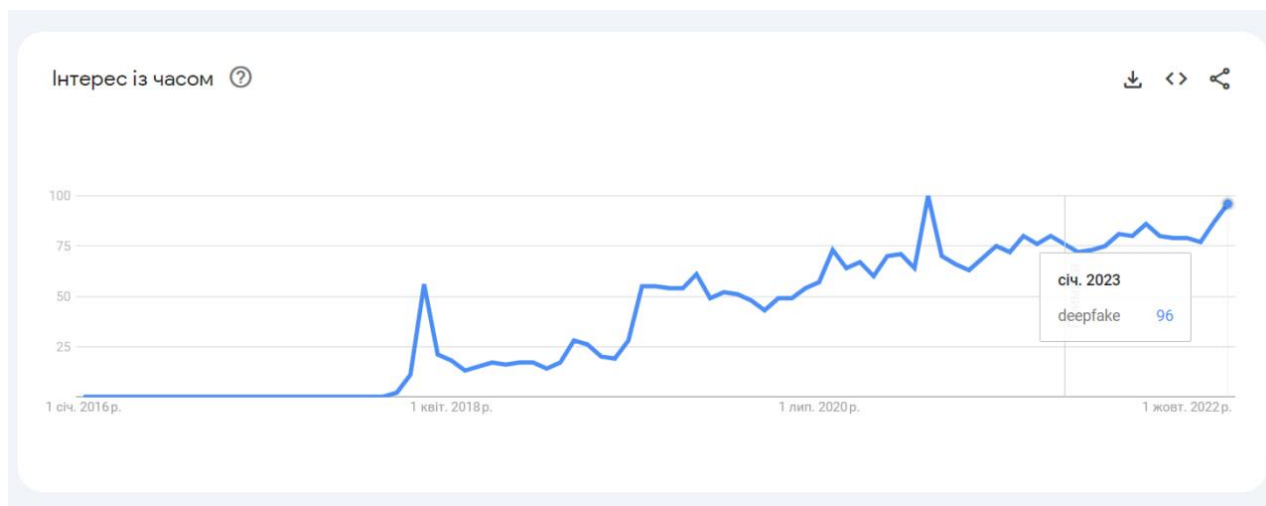


Рис. 1. Тренд у пошукових запитах Google за дипфейковими запитами

Морфінг обличчя представляє реальну і серйозну загрозу для систем розпізнавання облич. Найбільш серйозну загрозу становлять системи автоматичного прикордонного контролю аеропортів. З 2002 року обличчя було обрано як основну глобально сумісну біометричну ознаку для машинної перевірки особи в машинозчитуваних проїзних документах. Зображення обличчя для такого документа може бути надане двома способами залежно від країни-емітента: зображення знімається в прямому ефірі висококласною камерою на станції реєстрації, зображення надається громадянином, надрукованим на папері.

Другий спосіб створює можливість здати змінене зображення обличчя та зареєструвати це зображення в офіційному справжньому документі, що посвідчує особу. Включення трансформованого обличчя в документ такого типу дозволяє обом особам, чий обличчя були використані для створення трансформованого зображення, використовувати саме цей документ[2].

Література

1. Speka (2024) *2024 Епоха нових кіберзагроз. Діпфейки та штучний інтелект* [online]. URL: <https://speka.media/epoxa-novix-kiberzagroz-dipfeiki-ta-stucnii-intelekt-pok3xd>
2. SecurityWeek(2022) *2022 Діпфейки залишені без уваги стануть наступною великою зброєю кіберзлочинців* [online]. URL : <https://www.securityweek.com/deepfakes-are-growing-threat-cybersecurity-and-society-europol>.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ ЗДОБУВАЧА

Венгер С. А, Марченко А. О.

Національний університет оборони України, Київ, Україна

E-mail: s.venher@edu.nuou.org.ua

Intellectual Model for Forming Individual Educational Trajectories of Learners

An intelligent information technology has been proposed for managing the educational process on learning platforms, which forms an individual educational trajectory for the learner. The technology includes an intelligent information system with a database and an integrated agent used for communication with higher education seekers, as well as a knowledge base of specializations. The use of this technology ensures the automation of educational process planning, facilitates the learner's access to a wide range of educational resources, and promotes the individualization of learning.

Процес формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача полягає у створенні персоналізованого, ефективного та відповідного навчальним потребам особистості шляху її розвитку в системі вищої освіти. Одним із способів забезпечення індивідуального підходу до навчання є створення інтелектуальних інформаційних технологій (ІІТ) керування освітнім процесом на навчальних платформах, що використовують штучний інтелект, який розуміє мову, здатний розпізнавати образи, маніпулювати предметами, планувати та проводити навчання тощо. Перевагами від використання інтелектуальної інформаційної технології в освітньому процесі слід зазначити такі: зменшення часу та збереження ресурсів; підвищена ефективність навчання; індивідуалізація навчання; прозорість та контроль. Створення інтелектуальної освітньої траєкторії здобувача передбачає попереднє оцінювання рівню його підготовленості відповідно до спеціалізації, за якою планується навчання. Для цього доцільно використовувати інтелектуального агента, який запропонує рекомендації для визначення подальших дій здобувача вищої освіти.

Метою роботи є розробити інтелектуальну інформаційну технологію формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача, що використовує інтелектуального агента для адаптації освітнього процесу відповідно до набутих здобувачем компетентностей.

Впровадження електронного навчання спричинило процес розроблення та реалізації інформаційних технологій, що дають змогу надавати освітні послуги дистанційно. Для персоналізації освітнього процесу застосовуються адаптивні платформи на основі штучного інтелекту з використанням, чат-ботів або інших інтерактивних інтерфейсів, зокрема, інтелектуальних агентів. Такі інтелектуальні системи допомагають створити цікаві та ефективні завдання для здобувачів вищої освіти, сприяючи їх навчанню та розвитку. Вони

відслідковують дії здобувачів та аналізують їх дані, сприяють покращенню якості освітнього процесу на дистанційній платформі.

Реалізувати індивідуальний підхід до навчання в традиційній освітній системі досить складно, оскільки – це пов’язано з тим, що традиційна освітня система орієнтована на масове навчання. У такій системі викладач має обмежені можливості для врахування індивідуальних особливостей кожного здобувача освіти. Проте існують певні методи, що дають змогу реалізувати індивідуальний підхід до навчання. До таких методів слід віднести диференційоване навчання, індивідуальні заняття та репетиторство. Враховуючи те, що більшість із наведених методів складно впровадити для масового навчання, створення інтелектуальної технології керування освітнім процесом на навчальних-платформах, що реалізує індивідуальний підхід до навчання з урахуванням попередніх результатів отриманих знань слухачем, курсантом (студентом), є актуальним науковим завданням.

Основна частина. Інтелектуальна інформаційна технологія – це моделі та методи теорії штучного інтелекту, які реалізуються в інформаційно комунікаційних системах для створення, збору, передачі, пошуку, оброблення та поширення інформації. Розроблення ІТ доцільно проводити за алгоритмом формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача, а реалізовувати мовою програмування з відкритим кодом, зокрема Python. Алгоритм має базуватися на теорії графів. Головним елементом ІТ є інтелектуальна інформаційна система, що є одним із видів автоматизованих систем, які також називають інформаційними системами, заснованих на знаннях. Інтелектуальна інформаційна система є комплексом програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації встановлених для неї завдань. Інтелектуальні інформаційні технології покращують освітній процес та забезпечують обіг, аналіз, обробку, зберігання, виведення інформації для адаптації здобувача, який має чітке розуміння мети навчання (рис. 1).



Рис 1. Узагальнена схема інтелектуальної інформаційної технології

Розрізняють такі види інтелектуальних інформаційних систем як експертні та інформаційно-пошукові системи. Характерною особливістю експертних систем є використання бази знань для вирішення проблематики у певній предметній області. Інтелектуальні інформаційно-пошукові системи забезпечують взаємодію мовами близьких до природних між користувачем (здобувачем) і агентом, який використовує базу даних і базу знань інформаційної системи. Розв'язання задач в ІТ проводиться відповідно до послідовності, наведеної на рис. 2 [1].



Рис. 2. Схема автономного розв'язання задач

Кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, якщо при цьому не порушуються права і свободи інших людей і має обов'язки перед суспільством, в якому забезпечується вільний і всебічний розвиток її особистості (стаття 23 Конституції України) [2].

Інтелектуальну інформаційну технологію можна застосовувати в різних видах діяльності завдяки можливості розробки спеціалізованих інтелектуальних агентів для кожної. Штучний інтелект автоматизує планування освітнього процесу, що оптимізує щоденну роботу користувача по вивченню навчальної дисципліни (теми). Допомогає користувачам індивідуально навчатися за особистим паном, взаємодіяти з викладачем за допомогою електронних засобів спілкування, активно приймати участь у віртуальних заняттях. Запропонована інтелектуальна інформаційна технологія формування індивідуальної освітньої траєкторії з інтегрованим агентом, що використовує штучний інтелект дає змогу адаптувати здобувача в освітній процес за результатами його оцінювання та порівняння з еталонами бази знань.

Література

1. Величко О.М., Гордієнко Т.Б. (2021) Інтелектуальні інформаційні системи: структура і застосування : підручни, Олді+, 728 с.
2. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 року. К.: Просвіта, 80 с.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ

Вовченко О. О., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vovchenkoalex0@gmail.com

Machine Learning in Forecasting Problems in the Financial Sector

Forecasting systems in the financial sector play an important role in strategic decision-making and risk management. The use of machine learning (ML) methods allows analyzing large volumes of data and making accurate predictions, which is critical for financial planning and risk assessment.

Системи прогнозування у фінансовому секторі відіграють важливу роль у прийнятті стратегічних рішень та управлінні ризиками. Використання методів машинного навчання (МН) дозволяє аналізувати великі обсяги даних та робити точні прогнози, що є критичним для фінансового планування та оцінки ризиків.

У фінансовій сфері машинне навчання використовується для прогнозування ринкових тенденцій, оцінки ризиків та прийняття інвестиційних рішень. Алгоритми МН здатні аналізувати історичні дані та виявляти приховані закономірності, що дозволяє фінансистам робити більш точні прогнози. Наприклад, використання рекурентних нейронних мереж (РНН) показало високу ефективність у прогнозуванні часових рядів фінансових показників [1].

Методи глибокого навчання (ГН) також використовуються для оцінки кредитоспроможності клієнтів та виявлення шахрайських операцій. Алгоритми ГН здатні аналізувати безліч параметрів та виявляти складні залежності, що дозволяє знижувати ризики фінансових втрат та покращувати якість прийняття рішень [2].

Алгоритми машинного навчання також застосовуються для аналізу макроекономічних показників, таких як ВВП, інфляція та рівень безробіття. Це дозволяє економістам прогнозувати економічні зміни та розробляти стратегії для зменшення негативних наслідків економічних криз [3].

Крім того, машинне навчання відіграє важливу роль у трейдингу та управлінні портфелями. Використання алгоритмів МН для аналізу ринкових даних дозволяє трейдерам і менеджерам портфелів приймати більш обґрунтовані рішення, оптимізувати стратегії інвестування та знижувати ризики. Наприклад, застосування моделей прогнозування цін на акції допомагає ідентифікувати вигідні інвестиційні можливості та уникати потенційних втрат [4].

Сучасні системи прогнозування також інтегрують методи обробки природної мови (NLP) для аналізу новин та соціальних медіа. Це дозволяє враховувати вплив новинних подій та суспільних настроїв на фінансові ринки, що є важливим аспектом для точного прогнозування ринкових коливань [5].

Важливо зазначити, що результати машинного навчання повинні ретельно аналізуватися та перевірятися експертами, оскільки моделі можуть містити упередження чи помилки, які можуть призвести до неточних прогнозів чи рішень.

Інтернет речей (IoT) також відкриває нові можливості для машинного навчання у фінансах. Дані, зібрані з різноманітних пристроїв IoT, можуть бути використані для отримання більш глибокого розуміння поведінки клієнтів, виявлення шахрайства та оптимізації операцій.

Складніші моделі машинного навчання, такі як багаторівневе та трансферне навчання, можуть забезпечити кращу продуктивність та точність прогнозування. Багаторівневе навчання дозволяє моделям навчатися на різних рівнях абстракції, що може бути корисним для виявлення складних закономірностей у фінансових даних. Трансферне навчання дозволяє переносити знання з однієї задачі на іншу, що може допомогти подолати проблеми нестачі даних у певних областях.

Машинне навчання може відігравати важливу роль у фінансовому секторі, забезпечуючи точніші прогнози та ефективнішу оцінку ризиків завдяки аналізу великих даних і виявленню прихованих закономірностей.

Методи МН застосовуються для різноманітних завдань, включаючи аналіз кредитоспроможності, виявлення шахрайства, прогнозування макроекономічних показників, трейдинг та управління портфелями. Інтеграція з новітніми технологіями, такими як Інтернет речей, а також використання складніших моделей відкриває нові можливості для підвищення ефективності та прозорості фінансових операцій. Майбутнє фінансового сектора тісно пов'язане з розвитком методів машинного навчання, і ефективна реалізація потенціалу цих технологій є критично важливою для підвищення конкурентоспроможності та стійкості фінансової системи.

Однак, важливо враховувати етичні аспекти, регуляторні вимоги та забезпечувати співпрацю між експертами з машинного навчання, фінансистами та регуляторами.

Література

1. Signitysolutions (2024) *AI In Finance: Time Series Forecasting with Recurrent Neural Networks* [online]. URL : <https://www.signitysolutions.com/tech-insights/time-series-forecasting-with-rnn>.
2. Sciencedirect (2024) *Neural Network Credit Scoring Models* [online]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305054899001495>.
3. Economics (2024) *How is Machine Learning Useful for Macroeconomic Forecasting?* [online]. URL : https://economics.sas.upenn.edu/system/files/2019-03/GCLSS_MC_MacroFcst.pdf.
4. Arxiv.org (2024) *Deep Reinforcement Learning Approach for Trading Automation in The Stock Market* [online]. URL: <https://arxiv.org/abs/2208.07165>.
5. IEEEExplore (2024) *Forecasting Stock Prices Using Social Media Analysis* [online]. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/8328513>.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Давиденко Д. С.

*Проект «Підтримка цифрової трансформації» Фонду «Євразія», Київ, Україна
E-mail: denis.davidenko@gmail.com*

Improving the Efficiency of the Project Management Office by Utilizing Artificial Intelligence

Effective project management is increasingly crucial for an organization's success in today's rapidly evolving technological landscape. This includes various aspects of utilizing AI in project management, such as automating routine tasks, optimizing resource allocation, forecasting risks, and enhancing communication. AI integration can benefit project office managers, project management consultants, and IT professionals aiming to enhance efficiency through innovative methods.

Проектний Офіс (Project Management Office, РМО) стає важливою частиною організації, що узгоджує її проектну діяльність із стратегічними цілями. Організації створюють РМО з різних причин, але з думкою про одну основну вигоду – удосконалення управління проектами з точки зору розкладу, вартості, якості, ризиків та інших аспектів. РМО відіграють багато потенційних ролей в узгодженні роботи зі стратегічними цілями: залучення та співпрацю з стейкхолдерами, розвиток талантів та отримання цінності від інвестицій у проекти [1, с. 211]. Виділяють 4 типи РМО:

1. Підтримуючий. Розвиває найкращі практики, методології, стандарти та шаблони. Тренує, навчає та направляє керівників проектів.

2. Контролюючий. Відслідковує дотримання стандартів керування проектами, політик, процедур та шаблонів за допомогою аудиту.

3. Директивний. Пряме керування спільними ресурсами, координація комунікацій між проектами.

4. Центр передового досвіду (Agile Center of Excellence, ACoEs). Сприяє реалізації проекту, але не керує ним напямую. Вплив через тренування команди та менторство. Часто виступає спонсором або власником продуктів.

У реальному житті РМО об'єднує риси декількох типів для виконання поставленої задачі. Основою для роботи РМО виступає методологія та стандартизація, якої організації намагаються дотримуватись, що має свої переваги, але може створювати ряд проблем, які можуть ускладнити процес ефективного керування ІТ проектами. Деякі з найбільш поширених проблем цього підходу включають: недостатню гнучкість методології; повільна реакція на зміни; надмірна бюрократія; недостатня комунікація; неякісний контроль якості та звітність.

Розуміння цих проблем може допомагати РМО змінювати та вдосконалювати ефективність своєї роботи. Наступним кроком до розвитку

РМО має стати впровадження інструментів Штучного Інтелекту(ШІ) у процеси керування для подолання цих проблем. Оптимізація роботи проєктного офісу за допомогою інструментів ШІ може включати в себе різні напрямки, що допоможе забезпечити більш ефективне виконання проєктів. Давайте розглянемо деякі із них.

Прогнозування термінів. ШІ може брати за основу календарні плани, що були погоджені перед запуском нового проєкту, та порівнювати їх з даними попередніх проєктів. Для аналізу можуть враховуватись наступні факторами, такі як обсяг робіт, ресурси організації, терміни виконання, історія взаємодії та інші параметри. Це дозволить керівникам проєктів робити більш обґрунтовані рішення щодо розподілу ресурсів та планування проєктів, заснованих на історичних даних і уникати помилок суб'єктивного бачення через брак досвіду чи використання стандартних підходів, які не адаптовані під особливості організації.

Розподіл ресурсів. Для уникнення перенавантаження працівників та для рівномірного розподілення робіт між усіма співробітниками ШІ може аналізувати історичні данні щодо людських ресурсів та бюджету організації та надавати рекомендації щодо їхнього оптимального розподілу.

Адміністративні процеси. В організаціях, які вимагають регулярне формування, погодження та затвердження звітності, використання ШІ може звільнити значну кількість часу для команди проєкту (до 5-10% від робочого часу). Автоматизація звітності, відстеження витрат та документування проєктних активностей засобами ШІ звільнить працівників від виконання рутинних задач та дозволить зосередитись безпосередньо на роботі, яка буде приносити організації прямі вигоди.

Вище перераховано базові приклади використання ШІ для оптимізації роботи проєктного офісу. Якщо підвищити складність, ШІ може допомагати з виявленням ризиків на рівні РМО чи організації, допомагати формувати комунікацію, звертати увагу на її проблематику та надавати рекомендації щодо її покращення [2, с. 2]. Такий підхід вимагатиме ретельнішого налаштування ШІ під середовище, в якому він проводитиме аналіз, що впливатиме на вартість впровадження. Завжди треба брати до уваги доцільність впровадження автоматизації інструментами ШІ й оцінювати конкретні переваги, які він може надати, чим покращить процеси в організації. Також слід пам'ятати, що ШІ є системою підтримки прийняття рішень і в жодному разі не самодостатньою й автономною системою керування. Юридичну відповідальність за прийняті рішення нести будуть співробітники організації, а не ШІ.

Література

1. Project Management Institute (2021) A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide) 7th edition, Pennsylvania: 14 Campus Boulevard Newtown Square.
2. PM World Journal (2020) February 2020 Artificial Intelligence Influence in Project Management by Chanchal Gupta.

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Дзюбан І. І., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: idzuban5@gmail.com

Development of Forecasting Systems Based on Machine Learning

Machine learning (ML) predictive systems are becoming increasingly important tools in today's world. The use of ML algorithms allows analyzing large volumes of data and making accurate predictions, which is critical for economic planning, climate research and social analysis.

Системи прогнозування на основі машинного навчання (МН) стають все більш важливими інструментами у сучасному світі. Використання МН-алгоритмів дозволяє аналізувати великі обсяги даних і робити точні прогнози, що є критичним для економічного планування, кліматичних досліджень та соціального аналізу.

В економіці МН використовується для прогнозування макроекономічних показників, таких як ВВП, інфляція та рівень безробіття. Алгоритми МН здатні аналізувати історичні дані та виявляти приховані закономірності, що дозволяє економістам робити більш точні прогнози. Наприклад, використання рекурентних нейронних мереж (РНН) показало високу ефективність у прогнозуванні часових рядів економічних показників [1].

У галузі кліматології МН допомагає в моделюванні та прогнозуванні кліматичних змін. Зокрема, глибокі нейронні мережі (ГНМ) використовуються для прогнозування температурних змін, опадів та інших кліматичних параметрів. Це дозволяє краще зрозуміти довгострокові зміни клімату та розробити стратегії для їх пом'якшення [2].

Алгоритми МН також застосовуються для аналізу соціальних процесів, таких як зміни в демографічних показниках, рівень злочинності та поведінка споживачів. Наприклад, МН використовується для прогнозування потреб в охороні здоров'я, що дозволяє планувати ресурси та розробляти політику охорони здоров'я [3].

Використання МН для прогнозування також можна використовувати в аграрному секторі для прогнозування врожаїв та моніторингу стану ґрунтів, що сприяє оптимізації використання ресурсів та підвищенню продуктивності. Крім того, алгоритми МН застосовуються в управлінні транспортними системами для прогнозування трафіку та оптимізації маршрутів, що допомагає зменшити затори та підвищити ефективність транспортних мереж.

МН відкриває нові можливості для прогнозування в різних сферах, надаючи інструменти для точного аналізу даних та прийняття обґрунтованих

рішень. Економічне, кліматичне та соціальне прогнозування з використанням МН-алгоритмів має великий потенціал для підвищення ефективності управління та стратегії планування.

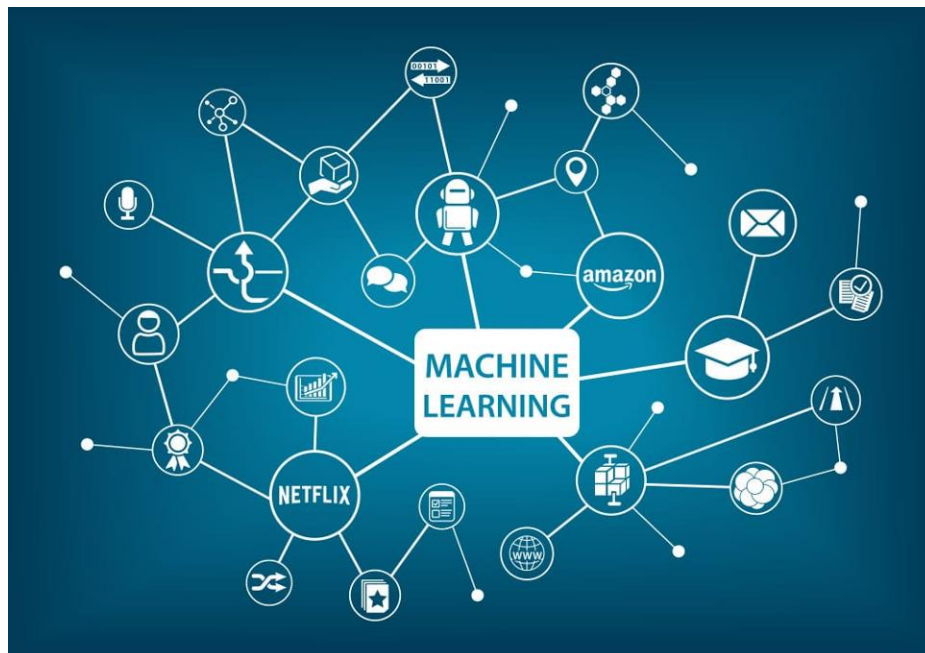


Рис. 1. Машинне навчання

Для МН використовують різні технології та алгоритми. Зокрема, можуть застосовуватися дискримінантний аналіз, байєсовські класифікатори та багато інших математичних методів [4].

МН та статистика — це тісно пов'язані галузі з погляду методів, але відмінні у своїй головній меті: статистика робить висновки про загальну сукупність із вибірки, тоді як МН знаходить узагальнювальні передбачувальні схеми [5].

Література

1. Zhang, G., Patuwo, B. E., & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35-62. [online]. URL: [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(97\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(97)00044-7)
2. Reichstein, M., Camps-Valls, G., Stevens, B., Jung, M., Denzler, J., Carvalhais, N., & Prabhat. (2019). Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. *Nature*, 566(7743), 195-204. [online]. URL: <https://www.nature.com/articles/s41586-019-0912-1>
3. Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann. [online]. URL: <https://www.elsevier.com/books/data-mining/witten/978-0-12-804291-5>
4. IT enterprise (2024) Machine Learning, ML [online] URL: <http://surl.li/uiljj>
5. Bzdok, Danilo; Altman, Naomi; Krzywinski, Martin (2018). Statistics versus Machine Learning. *Nature Methods (англ.)*. 15 (4): 233—234. [online]. URL: [doi:10.1038/nmeth.4642](https://doi.org/10.1038/nmeth.4642). PMC 6082636. PMID 30100822.

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗВИТКУ ІГРОВОЇ ІНДУСТРІЇ ТА ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Діброва Є. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: elizabethdibrova17@gmail.com

The role of Artificial Intelligence in the Development of the Gaming Industry and Virtual Reality

Artificial Intelligence (AI) plays a key role in strengthening and developing both the gaming industry and virtual reality (VR). Today's technological advancements in the field of AI open many possibilities to create more immersive, dynamic and impressive experiences for players and users of VR.

Штучний інтелект (ШІ) є одним із основних факторів у сучасній ігровій індустрії та розвитку віртуальної реальності (VR). Він дозволяє створювати інноваційні ігрові можливості та реалістичні віртуальні середовища. Застосування штучного інтелекту в цих сферах може не тільки збільшити складність ігор, але й створити захоплюючий і динамічний досвід для користувачів.

Штучний інтелект відкриває багато нових можливостей для розробників ігор. Вони можуть створювати ігри зі складними інтелектуальними викликами, де персонажі можуть приймати власні рішення та взаємодіяти з навколишнім світом. Це забезпечує гравцям більш непередбачуваний і захоплюючий ігровий досвід [1]. Розвиток штучного інтелекту сприяє створенню ігрових середовищ зі значним ступенем інтелектуальної складності. Наприклад, використання алгоритмів машинного навчання дозволяє створювати віртуальних противників, які мають здатність навчатися та адаптуватися до стратегій гравців. Один із яскравих прикладів цього є AlphaGo — система штучного інтелекту, розроблена компанією DeepMind, яка зуміла перемогти людину в складній грі Го. У світі віртуальної реальності, штучний інтелект відіграє ще більш значущу роль. Від реалістичної симуляції поведінки персонажів до автоматизації процесів управління віртуальними об'єктами, ШІ робить VR-досвід більш інтерактивним та захоплюючим. Наприклад, «Beat Saber» використовує ШІ для аналізу рухів гравця та реагує на них, створюючи динамічні рівні, які пристосовуються до навичок гравця. Розроблення інтелектуальних алгоритмів VR включає такі завдання, як розпізнавання образів, голосове керування та моделювання поведінки. Використання штучного інтелекту відкриває нові можливості для створення інтерактивних і захоплюючих досвідів віртуальної реальності. Ці технології дозволяють зануритися в інші світи, взаємодіяти з ними та отримати новий рівень досвіду [2]. Наприклад, алгоритми прогнозування рухів можуть робити віртуальних

персонажів більш плавними та реагуючими на рухи гравця, що підвищує рівень іммерсії та відчуття присутності. VR значно покращує ігровий досвід, оскільки накладає цифровий вміст на реальний світ у більш контекстний та інтерактивний спосіб. Завдяки штучному інтелекту VR-ігри краще розпізнають доступні сигнали та розміщують цифрові об'єкти у фізичному просторі узгодженим та інтегрованим способом. Це призводить до більш захоплюючого та приємного ігрового досвіду в доповненій реальності, сприяючи розвитку жанру, оскільки він продовжує набирати популярність серед ширшої аудиторії [3].

Іншим аспектом ШІ є здатність керувати розумною поведінкою. У *The Last of Us Part II* використовується штучний інтелект для створення складних ворогів на основі бази та реалістичної взаємодії з оточенням. Це посилює динаміку гри та інтерес гравців. Зрештою, ШІ використовується для максимізації ресурсів у процесі розробки ігор. Автоматизація тестування та помилок за допомогою алгоритмів на основі машинного навчання дозволяє розробникам зосередитися на творчому процесі та отримати якість готового продукту. Впровадження штучного інтелекту тепер стає невід'ємною частиною процесу розробки, це призведе до значних змін у способі створення гравців і досвіду гри. До процесу залучаються навіть периферійні пристрої та апаратне забезпечення: монітори з вбудованим штучним інтелектом, який відображає та виділяє ворогів, а також забезпечує плавну гру. Ігрові ноутбуки також використовують ШІ для підвищення продуктивності. Наприклад, Acer Nitro V 15 оснащений системою охолодження на основі штучного інтелекту, яка відстежує температуру системи та регулює швидкість вентилятора на основі контрольованого значення [3].

Ігрова індустрія та віртуальна реальність переживають значні зміни за допомогою інтеграції штучного інтелекту. Ця інноваційна технологія не тільки покращує ігровий процес, візуальні ефекти та інтерактивність, але й відкриває сферу творчих можливостей. У результаті ігри та віртуальна реальність стали більш захоплюючими та інклюзивними, привабливими для більшого кола людей.

Література

1. Mediacom (2024) *Штучний інтелект в ігровій індустрії – нові можливості для розробників та гравців* [online]. URL : <https://mediacom.com.ua/shtuchnij-intelekt-v-igrovij-industrii-novi-mozhlivosti-dlya-rozrobnikiv-ta-gravtsiv>.
2. Mediacom (2024) *Штучний інтелект і віртуальна реальність - створення інтерактивного та іммерсивного досвіду* [online]. URL : <https://mediacom.com.ua/shtuchnij-intelekt-i-virtualna-realnist-stvorenniya-interaktivnogo-ta-imersivnogo-dosvidu>.
3. Blog Acer (2024) *Револьюційні зрушення в іграх завдяки штучному інтелекту: погляд у майбутнє*. URL : <https://blog.acer.com/ua/discussion/1316/revolyuciyni-zrushennya-v-igrah-zavdyaki-shtuchnomu-intelektu-poglyad-u-maybutnye>.

ІНТЕГРАЦІЯ АДАПТИВНОГО ВЕБ-ДИЗАЙНУ ТА МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Дячук М. І., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: kolya010521@gmail.com

Integration of Responsive Web Design and Artificial Intelligence Methods

In today's digital landscape, the integration of artificial intelligence (AI) into adaptive web design has revolutionized the way websites interact with users. Artificial intelligence in responsive web design allows you to create websites that are optimised for the user. It analyses user behaviour and adapts the interface to provide a personalised experience.

Адаптивний веб-дизайн являє собою методологію створення веб-сайтів, яка дозволяє контенту гнучко адаптуватись під різні пристрої та екрани. Дослідження адаптивного веб-дизайну в інтеграції з методами штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості на шляху залучення та подальшої роботи з клієнтами. Технології адаптивного дизайну можуть використовувати принципи машинного навчання та алгоритми ШІ для більш точної адаптації контенту до потреб конкретного користувача та його пристрою.

Адаптивний веб-дизайн заснований на кількох ключових принципах: використання гнучкої сітки, медіазапитів і технік адаптації контенту. Гнучка сітка надає можливість елементам веб-сторінки змінювати своє розташування і розмір залежно від розмірів екрана пристрою. Медіазапити дозволяють застосовувати різні стилі CSS залежно від характеристик пристрою, що робить контент більш читабельним і зручним для користувача. Дані техніки адаптації сприяють поліпшенню користувацького досвіду за рахунок оптимізації відображення інформації.

Сучасні платформи розробки веб-додатків інтегрують методи штучного інтелекту для забезпечення автоматизації процесів адаптації дизайну. Алгоритми штучного інтелекту аналізують дані користувачів, демографічну інформацію та попередні взаємодії, щоб генерувати персоналізовані рекомендації та адаптувати макет веб-сайту відповідно до індивідуальних уподобань користувача. Наприклад, якщо штучний інтелект визначає, що користувач віддає перевагу більшому розміру шрифту або темнішим колірним схемам, він може автоматично налаштувати ці елементи, роблячи веб-сайт або програму візуально привабливішим та зручнішим для користувача. Такий рівень персоналізації сприяє більш глибокому зв'язку між користувачем і веб-сайтом [1]. Використання інструментів та технологій на основі штучного інтелекту в процесі розробки веб-дизайну дозволяє дизайнерам зосередитися на стратегічному мисленні та креативності, уникаючи повторюваних рутинних

завдань. Інтелектуальні рішення надають розробнику підтримку на кожному етапі проєктування, починаючи від генерації ідей до остаточного оформлення.

Інтеграція адаптивного веб-дизайну та штучного інтелекту мають переваги як для бізнесу, так і для користувачів:

- покращення залучення користувачів;
- покращення утримання користувачів;
- підвищення рівня конверсії.

Персоналізований контент та врахування уподобань привертають увагу користувачів і заохочують їх до тривалої взаємодії з сайтом. Наприклад, компанії можуть поширювати поради фахівців, які будуть автоматично налаштовані під унікальні риси та сприйняття окремого користувача. Веб-сайти, які адаптуються до вподобань і поведінки користувачів, з більшою ймовірністю утримують відвідувачів і заохочують їх до повторних візитів. Постійно надаючи релевантний і цікавий контент, компанії можуть підвищити лояльність клієнтів і збільшити показники їх утримання. Персоналізовані рекомендації та інтуїтивно зрозумілі елементи дизайну проводять користувачів через воронку конверсії, що призводить до підвищення коефіцієнта конверсії та покращення рентабельності інвестицій.

Незважаючи на переваги, інтеграція адаптивного веб-дизайну та штучного інтелекту пов'язана з певними проблемами забезпечення конфіденційності і безпеки даних та етичними міркуваннями. Збір та аналіз даних користувачів з метою персоналізації викликає занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки даних. Компанії повинні надавати пріоритет прозорим практикам роботи з даними та впроваджувати надійні заходи безпеки щоб захистити інформацію користувачів від несанкціонованого доступу та зловживань. Використання ШІ у веб-дизайні піднімає етичні питання щодо алгоритмічної упередженості, дискримінації та маніпуляцій. Для бізнесу важливо дотримуватися етичних стандартів і гарантувати, що системи на основі штучного інтелекту ставлять у пріоритет справедливість, прозорість та інклюзивність [2].

Отже, еволюція адаптивного веб-дизайну на шляху впровадження штучного інтелекту наближує нову еру інновацій у взаємодії веб-сайтів з користувачами. Досвід компаній, які скористалися синергією між адаптивним веб-дизайном і штучним інтелектом показує, що персоналізація контенту, оптимізація зворотного зв'язку та спрощення користувацького досвіду підвищують ефективність діяльності компаній, а також сприяють залученню та утриманню клієнтів.

Література

1. Dizz.in.ua (2024) *Як веб-дизайнери використовують ШІ для покращення своєї роботи* [online]. URL : <https://dizz.in.ua/uk/yak-veb-dizajneri-vikoristovuyut-shi-dlya-pokrashhennya-svo%D1%94%D1%97-roboti>.
2. Dizz.in.ua (2024) *Розвиток ШІ у веб-дизайні* [online]. URL : <https://dizz.in.ua/uk/rozvitok-shi-u-veb-dizajni>.

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ФЛОРИ ТА ФАУНИ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ НА ЗОБРАЖЕННЯХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Зайченко А. О.

*Міжнародний науково-технічний університет
імені академіка Юрія Бугая, Київ, Україна
E-mail: artem4090@gmail.com*

A System for Recognizing Flora and Fauna of the Red Book of Ukraine in Images Using Neural Networks

Developing an image recognition system using artificial neural networks to identify endangered animal and plant species in Ukraine, with objectives including image preprocessing, dataset creation, system implementation, and neural network training.

Технології розпізнавання візуальних даних активно використовуються в багатьох галузях, таких як ідентифікація символів, номерних знаків транспортних засобів, штрих-кодів, осіб та документів [1]. Незважаючи на постійний прогрес, загальнодоступні рішення часто поступаються за якістю більш спеціалізованим інструментам у певних сферах застосування.

Розроблення спеціалізованого програмного забезпечення для ідентифікації зображень є актуальним завданням. Одна з ключових проблем полягає у недостатній стійкості існуючих алгоритмів до спотворень вхідних даних. Відтак, пошук ефективних методів попередньої обробки зображень для підвищення якості розпізнавання також є нагальним питанням. Крім того, наявність якісних тренувальних даних для навчання моделі є викликом, який можна частково вирішити шляхом штучного доповнення колекції зображень. Інтеграція розпізнавального модуля в зручну для користувача систему також становить проблему. Потрібно розглянути можливість практичного застосування розробки, зокрема, збору даних від користувачів про місце та час зйомки фотографій для картографування видів флори та фауни. Відповідно, необхідно реалізувати функціонал для використання системи з мобільних пристроїв задля зручності. Така можливість забезпечить збір статистичних даних для подальшого аналізу та інтерпретації результатів розпізнавання.

У контексті даного дослідження пропонується застосувати методи штучного інтелекту для ідентифікації видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України [2]. Розроблення такої системи дозволить ефективно виявляти та відстежувати місцезнаходження представників червонокнижних видів, що сприятиме їх охороні, моніторингу чисельності популяцій та вжиттю необхідних заходів для запобігання їхньому зникненню. Це має велике значення для підтримання біорізноманіття та екологічної рівноваги в Україні. Об'єктом дослідження є система розпізнавання зображень на основі штучних

нейронних мереж. Головна мета проєкту — розробити рішення для визначення представників флори і фауни, що перебувають під охороною відповідно до Червоної книги України.

Ключові цілі дослідження включають:

- Розробку та впровадження методів виявлення, фільтрації та відновлення зображень для усунення типових спотворень, таких як розфокусування, розмиття тощо, перед початком процесу розпізнавання;
- Аналіз, адаптацію та використання сучасних технологій навчання моделей нейронних мереж, розпізнавання образів та обробки зображень;
- Створення та штучне доповнення класифікованої колекції зображень для тренування моделі;
- Реалізацію всіх модулів системи – відновлення, розпізнавання, а також створення зручного інтерфейсу для взаємодії з системою та отримання практичної користі від результатів роботи;
- Тестування та вдосконалення розробленої системи.

Нейронна мережа виконуватиме ідентифікацію об'єктів на зображенні, де об'єкт являє собою сукупність дескрипторів, що описують його характеристики. Дескриптори являють собою числові показники, які описують певні візуальні характеристики об'єкта, такі як колір, текстура, форма, контур тощо. Ці дескриптори екстрагуються з зображення за допомогою спеціальних алгоритмів обробки зображень та подаються на вхід нейронної мережі. Нейронна мережа навчається розпізнавати шаблони в цих дескрипторах, що дозволяє їй класифікувати об'єкти на зображенні відповідно до навчальних даних.

Метод теорії прийняття рішень базується на використанні дискримінантних функцій [3]. У методах розпізнавання образів, заснованих на порівнянні, класи представлені векторами ознак об'єкта. Ці вектори ознак являють собою числові значення дескрипторів, що характеризують об'єкт. Невідомий раніше об'єкт відноситься до того класу, образ якого є найближчим до нього у заздалегідь визначеній метриці. Метрика визначає, яким чином вимірюється подібність між векторами ознак об'єкта та існуючими класами. Об'єкт класифікується як належний до того класу, вектор ознак якого найбільш близький до вектора ознак цього об'єкта згідно з обраною метрикою, наприклад, відстанню.

Імовірнісні підходи є ефективними у задачі розпізнавання образів на зображеннях через присутність випадковостей, що впливають на класи об'єктів. Наприклад, зміна освітлення, кута зйомки або часткове перекриття об'єкта можуть призвести до змін у векторах ознак об'єктів одного й того самого класу. Байєсівський підхід у теорії розпізнавання образів є класичною основою багатьох методів комп'ютерного зору [4]. Ідея полягає в тому, щоб визначити ймовірність того, що вектор ознак належить певному класу, виходячи з апіорних ймовірностей класів та щільності розподілу векторів ознак для кожного класу. Алгоритм класифікації можна явно виразити у випадку, коли

щільність розподілу класів вже відома або можна її достовірно оцінити на основі навчальних даних. У розглянутих підходах суть навчання моделі подібна. Обчислення змінних дискримінантної функції виконуються на навчальних об'єктах класів. Після отримання оцінок необхідних параметрів, структура класифікатора набуває фіксованої форми. Якість моделі залежить від того, наскільки добре сукупність об'єктів відповідає статистичним припущенням, зробленим під час виведення методу розпізнавання й класифікації. У реальних задачах статистичні характеристики класів образів зазвичай невідомі. Це ускладнює застосування традиційних методів, які потребують попереднього знання розподілів імовірностей. Тож найбільш ефективними стають підходи, де дискримінантні функції формуються під час навчання. Цей підхід усуває необхідність припущень щодо розподілів ймовірностей класів, роблячи систему гнучкішою та пристосованою до різних умов.

Для досягнення високої точності розпізнавання образів доцільно використовувати математичну модель, побудовану на принципах нейронної мережі, спеціально розробленої для ідентифікації об'єктів [5]. Нейронні мережі здатні автоматично виявляти й узагальнювати особливості образів, що робить їх надзвичайно ефективними для задач з невідомими або складними статистичними характеристиками.

Однією з найбільш розвинених і зручних платформ для створення й навчання нейронних мереж є, наприклад, ML.NET [6]. Це платформа машинного навчання, яка дозволяє перетворювати вхідні дані, у цьому випадку зображення, в модель. ML.NET підтримує різноманітні алгоритми й інструменти обробки і аналізу даних, даючи змогу швидко створювати, тренувати і тестувати моделі. Крім того, вона дозволяє інтегрувати натреновану модель у систему, роблячи її дуже зручною для практичного застосування.

Література

1. Metadialog (2024) *Clark Finley. How To Use AI For Image Recognition* [online]. URL: <https://www.metadialog.com/blog/ai-in-image-recognition>.
2. Metadialog (2024) *Червона книга України* [online]. URL : <https://redbook-ua.org>.
3. Vaia (2024) *Discriminant Analysis: Overview, Applications* [online]. URL : <https://www.vaia.com/en-us/explanations/math/statistics/discriminant-analysis>.
4. Sciencedirect (2024) *Theodoros Damoulas, Mark A. Girolami. Pattern Recognition With a Bayesian Kernel Combination Machine* [online]. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167865508002705>.
5. Kyongsik Y., Huyen A., Lu T. (2020) *Deep Neural Networks for Pattern Recognition* [online]. URL : https://www.researchgate.net/publication/331153395_Deep_neural_networks_for_pattern_recognition.
6. Microsoft Learn (2024) *What is ML.NET and How Does It Work?* [online] URL : <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/machine-learning/how-does-ml-dotnet-work>.

СКЛАДНІСТЬ КОНТРОЛЮ НАД ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ: АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Зленко Є. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gzlenko02@gmail.com

Complexity of Controlling Artificial Intelligence: Current Issues and Prospects

Rapid development of artificial intelligence (AI) raises concerns about the potential risks and challenges associated with its increasing autonomy and capabilities. This paper examines the complexity of controlling AI systems, focusing on issues of transparency, explainability, and alignment with human values. It also explores potential solutions and approaches to mitigate these challenges and ensure responsible AI development and deployment.

Штучний інтелект (ШІ) стрімко розвивається, приносячи значні переваги у різних сферах життя. Проте, зі зростанням його автономності та можливостей виникають серйозні питання щодо контролю над ШІ-системами. Складність цього контролю обумовлена рядом факторів, які потребують ретельного аналізу та розробки ефективних рішень.

Однією з головних проблем є недостатня прозорість багатьох ШІ-систем. Складні алгоритми, особливо такі, що базуються на глибокому навчанні, часто працюють як "чорні ящики", тобто їх внутрішні процеси та механізми прийняття рішень залишаються незрозумілими навіть для їх розробників. Це ускладнює розуміння того, як ШІ-система дійшла до певного висновку, та виявлення можливих упереджень або помилок у її роботі.

З прозорістю тісно пов'язана проблема пояснюваності ШІ. Важливо, щоб ШІ-системи могли пояснювати свої рішення у зрозумілій для людини формі. Це дозволить оцінити обґрунтованість рішень, виявити потенційні проблеми та забезпечити довіру до ШІ. Наразі існують різні підходи до пояснюваності ШІ, проте вони часто є обмеженими та не універсальними.

Ще однією важливою проблемою є забезпечення відповідності ШІ-систем людським цінностям. ШІ може відображати упередження та стереотипи, які присутні в даних, на яких він навчається. Крім того, цілі ШІ-системи, визначені розробниками, можуть не збігатися з цінностями та інтересами суспільства. Це може призвести до неетичних або навіть шкідливих наслідків.

Для подолання цих викликів пропонуються різні рішення та підходи:

- Розроблення прозоріших моделей ШІ: Дослідники працюють над створенням моделей, які дозволяють краще розуміти їх внутрішні процеси та логіку прийняття рішень.
- Методи пояснюваності: Розробляються різні методи та інструменти для пояснення рішень ШІ у зрозумілій для людини формі. Це включає візуалізацію даних, використання правил та логічних висловлювань, а також інтерактивні методи пояснення.

- Етичні рамки та принципи: Розробляються етичні рамки та принципи для розробки та впровадження ІІІ. Це допомагає забезпечити, що ІІІ-системи відповідають людським цінностям та інтересам.
- Людино-машинна взаємодія: Важливо розробляти ІІІ-системи, які ефективно взаємодіють з людьми та враховують людський фактор. Це включає розробку інтерфейсів, які є зрозумілими та зручними для користувачів, а також забезпечення можливості людського втручання та контролю над ІІІ-системами.
- Регулювання та законодавство: Уряди та міжнародні організації розглядають питання регулювання ІІІ та розробки законодавства, яке б забезпечило безпечне та етичне використання ІІІ-технологій.

Контроль над ІІІ є складною та багатогранною проблемою, яка потребує спільних зусиль дослідників, розробників, урядів та суспільства. Розроблення ефективних рішень вимагає міждисциплінарного підходу, який поєднує знання з інформатики, філософії, етики, права та інших галузей. 13 березня 2024 року Європейський парламент ухвалив перший у світі закон про ІІІ – документ, що розглядався з квітня 2021. Регуляторам у всіх країнах єврозони доведеться впровадити норми закону у своїх юрисдикціях, а от компанії матимуть три роки на пристосування до нових правил.

Подальші дослідження контролю над ІІІ мають зосереджуватися на:

- Розробці більш прозорих та пояснюваних моделей ІІІ.
- Створенні ефективних методів для виявлення та усунення упереджень у ІІІ-системах.
- Розробці надійних методів верифікації та валідації ІІІ-систем.
- Пошуку нових підходів до людського контролю над ІІІ.
- Вивченні соціальних та етичних наслідків розвитку ІІІ.

Отже, можна дійти висновку, що контроль над ІІІ є ключовим викликом, який вимагає уваги. Розроблення ефективних рішень дозволить забезпечити безпечне та етичне використання ІІІ-технологій та реалізувати їх повний потенціал на благо людства.

Література

1. Chris D. (2023). *Define Ethics: An Introduction to AI and Its Implications* [online]. URL: <https://medium.com/the-ai-educator/define-ethics-an-introduction-to-ai-and-its-implications-a19c2096bcda>
2. Littler (2023) *European Parliament Adopts the World's First Comprehensive AI Law* [online]. URL: <https://www.littler.com/publication-press/publication/european-parliament-adopts-worlds-first-comprehensive-ai-law>
3. GatesNotes (2023) *The Age of AI Has Begun* [online]. URL: https://www.gatesnotes.com/The-Age-of-AI-Has-Begun?WT.mc_id=20230321100000_Artificial-Intelligence_BG-EM_&WT.tsrc=BGEM

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗВИТКУ ОСВІТИ

Зленко Є. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gzlenko02@gmail.com

Role of Information Technology and Artificial Intelligence in Education Development

Integration of information technology (IT) and artificial intelligence (AI) in education has revolutionized teaching and learning processes. This paper explores the significant impact of IT and AI on education, focusing on personalized learning, adaptive learning platforms and intelligent tutoring systems. It also discusses the challenges and opportunities associated with these technological advancements and their implications for the future of education.

Сучасні інформаційні технології (ІТ) та штучний інтелект (ШІ) стрімко змінюють різні сфери життя, включаючи освіту. Інтеграція ІТ та ШІ в освітній процес відкриває нові можливості для вдосконалення методів навчання, підвищення ефективності та персоналізації навчання. Проте, поряд з перевагами, існують і виклики, які потребують ретельного розгляду та вирішення.

Однією з ключових переваг використання ІТ та ШІ в освіті є можливість персоналізації навчання. Завдяки адаптивним навчальним платформам та інтелектуальним системам навчання, кожен студент може отримати індивідуальний навчальний досвід, який відповідає його потребам, здібностям та стилю навчання.

Адаптивні навчальні платформи використовують ШІ-алгоритми для аналізу даних про успішність студента, його сильні та слабкі сторони, а також його вподобання. На основі цієї інформації платформа підлаштовує навчальний контент, темп навчання та складність завдань, забезпечуючи оптимальний навчальний шлях для кожного студента.

Інтелектуальні системи навчання виступають у ролі віртуальних репетиторів, які надають студентам індивідуальну підтримку та зворотний зв'язок. Вони можуть аналізувати відповіді студентів, виявляти помилки та надавати пояснення та підказки, допомагаючи студентам краще засвоїти матеріал.

ІТ та ШІ-інструменти звільняють викладачів від рутинних завдань, таких як перевірка робіт, надаючи їм більше часу для індивідуальної роботи зі студентами, розробки інноваційних навчальних матеріалів та підвищення власної кваліфікації.

Використання ІТ та ШІ в освіті дозволить створювати інтерактивні та цікаві навчальні матеріали, які сприяють залученості студентів у навчальний

процес. Віртуальна реальність, доповнена реальність та ігрифікація роблять навчання більш захопливим та ефективним

Незважаючи на численні переваги, використання ІТ та ШІ в освіті також пов'язане з певними викликами:

- Не всі студенти мають рівний доступ до технологій та інтернету, що може призвести до поглиблення цифрового розриву та нерівності в освіті.
- Використання ШІ в освіті піднімає етичні питання щодо приватності даних, алгоритмічної упередженості та впливу технологій на людську взаємодію.
- Викладачі потребують відповідної підготовки та професійного розвитку, щоб ефективно використовувати ІТ та ШІ-інструменти у своїй практиці.

Але ІТ та ШІ продовжуватимуть відігравати все більшу роль у розвитку освіти. Майбутнє освіти пов'язане з такими тенденціями:

- Зростання популярності персоналізованого навчання та адаптивних навчальних платформ.
- Ширше використання інтелектуальних систем навчання та віртуальних репетиторів.
- Розвиток іммерсивних технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність, для створення більш захопливого навчального досвіду.

Як бачимо, інтеграція ІТ та ШІ в освіту має значний вплив на навчальний процес, надаючи нові можливості для персоналізації, гнучкості та ефективності навчання. Успішне використання цих технологій вимагає подолання існуючих викликів та забезпечення етичного та відповідального підходу.

ІТ та ШІ не замінять викладачів, але вони можуть стати потужними інструментами для покращення якості освіти та підготовки студентів до успіху в сучасному світі.

Література

1. Jey Willmore (2023) *AI Education and AI in Education* [online]. URL: <https://new.nsf.gov/science-matters/ai-education-ai-education>.
2. Кільченко А. В. (2023) *Роль технологій штучного інтелекту у науковопедагогічній діяльності освітніх закладів* [online]. URL: https://lib.iitta.gov.ua/737700/1/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%90.%D0%92._%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B6%D1%8F.pdf.
3. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). *Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education – Where are the Educators?* [online]. URL: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0>.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ СТВОРЕННІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ У СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT VISUAL STUDIO CODE

Іванишин В. В.

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

E-mail: ivanishin.vv@gmail.com

Application of Artificial Intelligence in the Creation of Software Products in the Microsoft Visual Studio Code Environment

The use of generative AI models for developing and writing code in integrated development environments is a modern trend in the Internet environment, which has led to the emergence of many extensions of the Visual Studio Code software environment with the corresponding functionality. The article discusses the scope, roles and current capabilities of some of the most popular extensions.

Програмне середовище, розроблене компанією Microsoft – Visual Studio Code [1] (VS Code) стало одним з найпопулярніших серед розробників завдяки своїй широкій функціональності та масштабованості через розширення (додаткові програмні модулі). Деякі з яких надають можливість застосування генеративного штучного інтелекту (ШІ) для оптимізації процесу написання коду. Тому доцільною вигадає необхідність вивчення функціоналу актуальних і найбільш застосованих з них.

ШІ відкриває нові можливості для розробників у забезпеченні різноманітних інтелектуальних функцій в інтегрованих середовищах розробки (IDE), що значно підвищує ефективність та продуктивність роботи програмістів. Додатки з елементами ШІ представлені у різних напрямках, таких як автоматичне завершення коду (AI Code Completion), аналіз коду (AI Code Analysis), виявлення помилок (AI-Assisted Debugging), рефакторинг коду (AI Code refactoring), а також підтримка прийняття рішень.

Окрім вищезгаданих функцій, ШІ забезпечує підтримку прийняття рішень, надаючи розробникам інтелектуальні підказки та рекомендації на основі аналізу великого обсягу даних. ШІ також може бути використаний для автоматизації створення окремих програмних блоків. Це додає більше гнучкості та можливостей до процесу створення сторінок і суттєво спрощує його.

Завдяки вбудованим нейронним моделям ШІ допомагає виконувати не лише повторювані дії, такі як генерація стандартної структури коду, але й надає можливість ймовірнісного доповнення коду написаного різними мовами програмування. Наразі у Visual Studio Code Marketplace [2] є понад 400 розширень, наповнених ШІ, які можуть значно покращити продуктивність розробників та зменшити час, потрібний для вирішення рутинних завдань.

Розглянемо деякі найбільш популярні на теперішній час розширення застосовні до написання коду:

IntelliCode [3] Представлено у 2018р. Завантажень* 42,766,270 (тут і надалі кількість завантажень зазначено станом на 01.06.2024 р.).

Використовує AI для допомоги розробникам Python, TypeScript/JavaScript і Java у Visual Studio Code. Він надає пропозиції на основі контексту вашого коду за допомогою машинного навчання. Сканує тисячі сховищ GitHub з відкритим кодом, щоб знайти фрагменти, які, швидше за все, будуть використані, і розмістити їх у верхній частині списку рекомендацій. Безкоштовний. З відкритим вихідним кодом;

2. GitHub Copilot [4] Представлено з 2021р. Завантажень* 16,836,688.

Розроблений GitHub та OpenAI. Використовує ШІ для автоматичної генерації коду на основі введенного користувачем контексту або коментарів. Інтегрований з найбільшим сховищем ІТ-проектів та програм GitHub. Здатний надавати рекомендації та доповнювати код для багатьох мовах програмування. Можливості включають автодоповнення коду, створення функцій, класів, умовних виразів тощо, що полегшує розробку та прискорює процес написання програмного коду. Має безкоштовний пробний період. Підписка від 10\$;

3. Tabnine [5] Представлено з 2018 року. Завантажень* 7,565,779.

Використовує моделі машинного навчання, навчені на проєктах з відкритим кодом із публічними ліцензіями. Забезпечує завершення повного рядка коду, завершення повної функції, генерування коду модульного тестування та завершення коду природною мовою, тож розробники можуть описати потрібну їм функцію звичайним текстом. Доволі добре розуміє українську. Працює з широким спектром мов, бібліотек і фреймворків, загалом близько 25, включаючи: Java, PHP, Python, JavaScript, Ruby, Go, C# і C++. Обмежено-безкоштовний, повний функціонал по підписці від 12\$;

4. Blackbox AI Code Generation [6] Представлено з 2022р. Завантажень* 2,411,438.

Забезпечує функцію автозаповнення коду. Працює більш ніж з 20 мовами програмування, включаючи: Python, Java, C і C++, C#, JavaScript, SQL, PHP, Go, TypeScript, Kotlin, MATLAB, R, Swift, Rust, Ruby, Dart і Scala. Виконує пошук репозиторіїв і коду, в тому числі на Jupyter Lab і Jupyter Notebooks. Безкоштовний.

5. Codeium [7] Представлено з 2022р. Завантажень 1,060,350;

Сервіс побудований на власних технологіях компанії Exafunction, частково з використанням напрацювань OpenAI. Позиціонується як помічник, який допише код сам або знайде необхідні інструменти програмісту у власному сховищі. Користувач пише запит англійською мовою, а ШІ шукає та пропонує варіанти коду. Інструмент може генерувати базову документацію. Безкоштовний для фізичних осіб;

6. ChatGPT - Genie AI [8] Представлено з 2023 року. Завантажень* 809,727. Об'єднує розширені мовні моделі OpenAI, включаючи GPT-4, GPT-3.5, GPT-3 і Codex, для надання допомоги в реальному часі та інтелектуальних пропозицій щодо кодування. Спрощує процес створення коду, надаючи

різницю між вашим кодом і пропозиціями ШІ. Може пояснити та запропонувати виправлення помилок під час компіляції та оптимізувати використання ресурсів ШІ. Крім того, ChatGPT — Genie AI підтримує різноманітні моделі OpenAI і дозволяє експортувати історію бесід у форматі Markdown.

7. Kodezi AI [9] Представлено з 2022 р. Завантажень* 71,690; Пропонує автовиправлення коду на підставі використання великих мовних моделей, навчених на Massive Code Dataset та підтримується платформою для розробників ШІ – Kodezi. Виконує автоматичне налагодження коду, оптимізацію, перетворення коду до інших мов програмування: Python, JavaScript, TypeScript, C++, PHP, Java, C#, Ruby тощо, створює код з інструкцій природною мовою. Є безкоштовний рівень, обмежений кількістю запитів. Повний функціонал – по підписці. Завдяки впровадженню ШІ в інтегровані середовища розробки, процес створення програмного забезпечення стає більш інтуїтивним, ефективним та менш схильним до помилок. Це дозволяє розробникам не лише зекономити час і ресурси, але й створювати більш якісні та надійні програмні продукти, що відповідають сучасним вимогам ринку. Генеративні мережі значно спрощують процес написання коду, дають змогу відтворювати окремі частини програмних блоків без помилок, що має як позитивний бік – зменшує час на написання, пошук помилок, налагодження, так і негативний – користувачі можуть звикнути до постійної допомоги та не набудуть навичок з контролю і перевірки власного коду, або втратять з поля зору деякі особливості окремих мов програмування.

Розвиток ШІ створює багатий інструментарій для розробників. Натомість варто пам'ятати, що ШІ не може повністю замінити роль програміста. Він є потужним інструментом, який допомагає виконувати рутинні та технічні завдання, але кінцевий результат все одно залежить від креативності та професіоналізму людини.

Література

1. Visual Studio Code (2024) *Code editing. Redefined* [online]. URL: <https://code.visualstudio.com>.
2. VS Code Marketplace (2024) *Extensions for Visual Studio Code* [online]. URL: <https://marketplace.visualstudio.com/vscode>.
3. Intelli Code (2024) *Друкуйте менше, програмуйте більше* [online]. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/services/intellicode>.
4. GitHub (2024) *Copilot* [online]. URL: <https://github.com/features/copilot>.
5. Tabnine (2024) *The AI Code Assistant That You Control* [online]. URL: <https://www.tabnine.com/>.
6. Blackbox (2024) *AI Code Generation* [online]. URL: <https://www.blackbox.ai/>.
7. Codeium (2024) *The Modern Coding Superpower* [online]. URL: <https://codeium.com>.
8. ChatGPT (2024) *Genie AI* [online]. URL: <https://www.genieai.net>.
9. Kodezi AI (2024) *Auto Generate Open API* [online]. URL: <https://kodezi.com>.

ОСОБЛИВОСТІ ЗБОРУ ТА ПІДГОТОВКИ НАВЧАЛЬНИХ ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ ЗАГРОЗ

Кривець О. Ю., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: aleks.kryvets@gmail.com

Features of Data Collection and Preparation for Natural and Technological Hazard Prediction Models

Neural networks, particularly artificial intelligence, are increasingly being used to predict natural and technological hazards such as earthquakes, floods, and hurricanes. The application of artificial intelligence in preventing natural and technological hazards allows for more accurate and effective research, as well as the implementation of preventive measures. However, the success of AI models largely depends on the quality and preparation of the data used for their training. Below, we will discuss the key aspects of data preparation for AI training in this field.

Нейромережі та штучний інтелект (ШІ) все більше застосовуються в прогнозуванні природно-техногенних загроз: землетруси, повені, урагани. Застосування ШІ в запобіганні природно-техногенним загрозам дозволяє зробити дослідження більш точним, ефективним та здатним реалізувати попереджувальні заходи. Проте успіх моделей ШІ значною мірою залежить від якості та підготовки даних, які використовуються для їх навчання. Нижче розглянемо ключові аспекти підготовки даних для навчання ШІ в цій галузі.

Існує багато видів природно-техногенних загроз, розглянемо особливості підготовки даних на прикладі геологічних та гідрометеорологічних загроз, таких як землетруси, повені та урагани. Серйозні проблеми потребують серйозних рішень, тому існують спеціалізовані центри, які займаються збором, структуризацією та аналізом даних з різних приладів. Наприклад, сейсмічні станції збирають дані про землетруси, включаючи амплітуди, частоти, час та місце подій. Метеорологічні станції фіксують параметри ураганів та повеней, такі як опади, швидкість вітру та атмосферний тиск. Супутникові знімки використовуються для моніторингу погодних умов та змін у річкових системах, а гідрологічні дані збираються для оцінки рівнів води в річках та водосховищах, що є критично важливим для прогнозування повеней. Одним із сервісів, що надає доступ до даних, зафіксованих сейсмічними станціями, є Geofon. Сервіс забезпечує можливість отримання детальної інформації про всі землетруси, що відбуваються по всій планеті, через API. Geofon надає доступ до даних у різних форматах. Однак, найбільш зручним є використання формату XML, оскільки його структура дозволяє легко обробляти дані за допомогою таких мов програмування як Python, Java, Javascript або C#. Формат XML забезпечує чітке представлення даних про землетруси, включаючи координати епіцентру, глибину, магнітуду, час події та інші важливі параметри, що дозволяє ефективно аналізувати та використовувати ці дані у різних наукових і

практичних застосуваннях. Для прогнозування ураганів та повеней необхідні метеорологічні показники. Одним із сервісів, що надає доступ до таких даних, є Wunderground. Цей сервіс дозволяє за допомогою API отримувати не лише поточні показники опадів та швидкості вітру в різних місцях, але й доступ до історичних даних метеорологічних приладів за багато років. Можливість отримати історичні дані є надзвичайно корисною для аналізу попередніх загроз і розробки моделей прогнозування майбутніх подій. За допомогою мов програмування Python або JavaScript, можна здійснювати HTTP-запити для збору, обробки та структурування необхідних даних.

Розглянуті джерела даних використовуються для навчання моделей. Вони надають необхідний API за допомогою якого отримуються масиви інформації на основі HTTP-запитів. Подібна задача може бути вирішена із застосуванням багатьох мов програмування. Наприклад, мова Javascript має бібліотеку *wretch* для формування і відправки запитів. Оскільки запити потрібно відправляти змінюючи параметри, необхідно розробити спеціальні функції які виконуватимуть цю роль. Дані функції будуть підставляти необхідні параметри, у запити до сервісів, формувати GET, POST запити та циклічно їх відправляти.

Для покращення подальшої обробки дані необхідно привести до єдиного формату. Використання формату даних JSON є зручним при здійсненні обробки за допомогою javascript, а також він підтримує конвертацію з іншими форматами. Наприклад, XML можна конвертувати в JSON за допомогою бібліотеки *simple-xml-to-json*. Також даний формат, за необхідності, легко та зручно конвертувати в документи та колекції для зберігання в нереляційних базах даних, наприклад у MongoDB.

Підготовка даних для прогнозування природних катастроф є одним з ключових етапів, що впливає на ефективність роботи моделей ШІ. Високоякісні дані, зібрані з різноманітних джерел, інтегровані, очищені та стандартизовані за допомогою мов програмування, створюють міцну основу для успішного навчання моделей ШІ. Такий підхід дозволяє моделям машинного навчання ефективно аналізувати інформацію, виявляти приховані закономірності та робити точні прогнози, що є критично важливим для своєчасного вжиття заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків природно-техногенних загроз.

Література

1. Russell S J., Norvig P (2015) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. Pearson ISBN 978-9332543515.
2. Nilsson N.J. (2009) *The Quest for Artificial Intelligence*. — 1. — Cambridge University Press, 578 с. — ISBN 978-0521116398. (англ.)
3. IUCN (2024). *World Ocean Day* [online]. URL : <https://www.iucn.org>.
4. Wunderground (2024) *Weather Underground* [online]. URL : <https://www.wunderground.com>.
5. GEOFON (2024) *Global Seismic Network*[online]. URL : <https://geofon.gfz-potsdam.de>.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ТОЧОК ОБЛИЧЧЯ

Кузьменко В. В., Новак Д. С.

Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

E-mail: kuzmenko.volodymyr.95@gmail.com

Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Using Image Processing Technologies to Determine Face Anthropometric Landmarks

The progress of image processing technologies can allow the determination of anthropometric landmarks on the face, which will ensure the effective selection and fitting of respiratory protective equipment during pandemics. Using Python-based computer vision and modules such as OpenCV to automatically detect facial features and measure major dimensions. The integration of such a system with the Internet of Things and cloud computing technologies will increase user comfort and centralize data analysis. This will help manufacturers to design respirators based on regional and ethnic facial features.

Сучасний глобалізований світ зблизив різні країни та регіони в єдину взаємопов'язану систему. Одним з ключових факторів, що сприяв глобалізації, є стрімкий розвиток транспортних сполучень. Завдяки ним товари, послуги, люди та інформація можуть швидко пересуватися по всьому світу.

Розгалужена система авіаліній забезпечує регулярне авіасполучення між найвіддаленішими куточками планети. Завдяки розвиненим транспортним сполученням світ став набагато ближчим і доступнішим, проте авіаційний транспорт є одним з найбільших факторів ризику в контексті поширення пандемій. Ним щодня перевозяться мільйони пасажирів між містами та країнами, тож інфекційні агенти можуть дуже швидко розноситись по всій планеті.

«Щорічна кількість епідемій змінюється в дев'ять разів і демонструє систематичні тенденції. Щорічні ймовірності виникнення екстремальних епідемій, P_y , змінюються в широких межах: P_y події з інтенсивністю «іспанського грипу» (1918-1920 рр.) коливається між 0,27 і 1,9% з 1600 р. до теперішнього часу, тоді як середній час її повторення сьогодні становить 400 років (95% СІ: від 332 до 489 років). Повільне зменшення ймовірності зі зростанням інтенсивності епідемії означає, що екстремальні епідемії є відносно ймовірними - властивість, яку раніше не виявляли через короткий період спостережень і стаціонарні методи аналізу. Використовуючи нещодавні оцінки темпів зростання кількості захворювань, що виникають із зоонозів, пов'язаних зі змінами в навколишньому середовищі. Щорічна ймовірність виникнення екстремальних епідемій може зрости до трьох разів у найближчі десятиліття» [4].

Ефективний підбір та використання засоби захисту органів дихання є ключовим моментом у протистоянні пандеміям. Так, у своєму дослідженні [3] вчені виявили кореляцію між відсотковим співвідношенням ефективності використання захисних виробів, людей, що носять маски та рівня вірулентності. «Запровадження використання масок із 50% ефективністю, які носять 50% осіб, зменшує кумулятивний рівень частоти захворювання (ЧЗ/ infection attack rate) на 27%, пік поширеності на 49%, а смертність населення на 29%. Якщо 90% людей носять маски з 50% ефективністю, це зменшує ЧЗ на 54%, пік поширеності на 75%, а смертність населення на 55%; Подібні покращення відбуваються, якщо 70% людей носять 75% ефективних масок» [3].

Головним фактором у підборі ефективного засобу захисту органів дихання є антропометрія обличчя [4]. Результати дослідження [1] показали, що «детальний зв'язок між обличчям і приляганням респірації і дозволяє розробити систему для прогнозування ефективного або неефективного прилягання респірації на основі розмірів обличчя. Майбутні дослідження включатимуть перевірку валідності моделі та специфічного для респірації набору вимірювань на різних типах респіраторів, розширення набору популяції та розроблення інтегрованого підходу з використанням технологій автоматизованого та машинного навчання для інформування про вибір респірації для працівників певних професій та населення в цілому» [1].

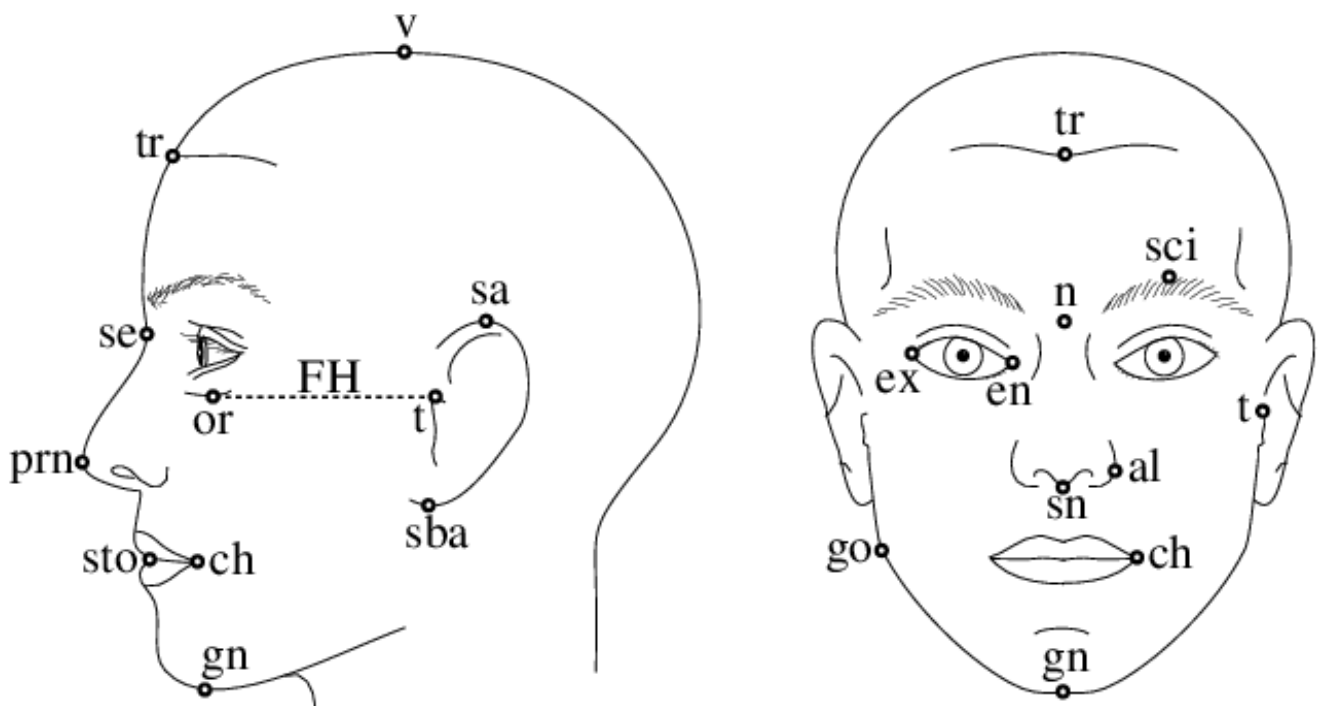


Рис. 1. Приклад визначення ключових точок на обличчі [2]

Запропоновану вище частину можна реалізувати за допомогою об'єктно-орієнтованої мови Python через широкий вибір необхідних модулів для обробки зображень: OpenCV, Scikit-Image, Scipy, Python Image Library (Pillow/PIL), Matplotlib, SimpleITK, Numpy, Mahotas.

Для прикладу можна використати OpenCV, що має ключові функції для реалізації системи. Використовуючи її разом з модулем math, можна визначити

дистанцію до обличчя [6]. Для збільшення точності можна використовувати референсну шкалу на фоні. Це дозволить визначити довжину (рис 1), ширину обличчя, ширину рота та інші антропометричні характеристики [7] необхідні для вибору ергономічного засобу захисту органів дихання.

Інтеграція системи з технологіями Інтернету речей (термінали з камерою на базі одноплатних комп'ютерів ARM Orange Pi, Raspberry Pi тощо) і/або використання мобільного додатку зробить технологію зручною та доступною для користувачів. Її використання з хмарними обчисленнями для централізованого збору, аналізу та зберігання статистичних даних про обличчя людей дозволить виробникам пристосовувати хірургічні\медичні маски масового виробництва для середньостатистичного користувача відповідно до регіону та етнічної групи.

На сьогодні повторення масштабних пандемій це не ймовірність, а питання часу, негативний вплив яких можливо зменшити за рахунок використання засобі захисту органів дихання. Їх ефективність залежить не тільки від використаних технологій та матеріалів, а й від ергономічності та обтічності з обличчям. Розвиток комп'ютерних технологій обробки зображень дозволить автоматизувати процес підбору захисту відповідно до антропометричних ознак обличчя людини.

Отже, технології обробки зображень для визначення антропометричних точок обличчя мають широкий спектр застосувань у багатьох галузях, пов'язаних із біометрією, комп'ютерним зором, доповненою та віртуальною реальністю та охороною здоров'я.

Література

1. Yu M. et al. (2024) Face anthropometry for filtering facepiece respirators: analysis of the association between facial dimensions and respirator fit. *Annals of work exposures and health*. URL : <https://doi.org/10.1093/annweh/wxae005>.
2. Farkas L. G. (1994) *Anthropometry of the head and face*. 2nd ed. NYC : Raven Press, 405 p.
3. Rosenstrom E. et al. (2021) High-Quality masks reduce COVID-19 infections and deaths in the US [online]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7852241/pdf/nihpp-2020.09.27.20199737.pdf>.
4. Marani M. et al. (2021) Intensity and frequency of extreme novel epidemics *Proceedings of the national academy of sciences*, vol. 118, no. 35. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.2105482118>.
5. Shi S. (2017) Facial keypoints detection [online]. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.05279>.
6. Swarnkar A. (2023) Real-Time face distance measurement with python and opencv. Medium. URL: <https://medium.com/@ayushiswarnkar25/real-time-face-distance-measurement-with-python-and-opencv-f2b740d54d43>.
7. Zementalist (2021) Facial-Features-Measurement-and-Analysis [online]. URL: <https://github.com/zementalist/Facial-Features-Measurement-and-Analysis>.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ПОРУШЕННЯМИ ЗОРУ

Левчук З. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: risentean@gmail.com

Possibilities of Using Machine Vision for People with Visual Impairments

Machine vision offers significant possibilities for individuals with visual impairments, enabling them to better navigate their surroundings and access information through technologies such as object detection, text recognition, and scene description. These advancements empower visually impaired individuals to independently engage in activities such as navigation, reading printed materials, and understanding their environment, thus enhancing their overall quality of life.

Згідно з даними НСЗУ, кількість осіб з втратою або погіршенням зору в Україні становила 17 478 у 2021 році, а у 2022 році ці показники зросли до 19 551. За перші 7 місяців 2023 року лікарі зареєстрували понад 19 тисяч нових діагнозів, що вже перебільшує показники за 2022 рік [1]. Україна посідає 49 місце серед 77 країн що розвиваються за рівнем інклюзивності простору [2], що свідчить про проблематичність виконання повсякденних справ людьми з цим порушенням. Найбільшою проблемою є пересування у просторі: використання сходів, перехід перехрестя, використання громадського транспорту, etc.

Із розвитком штучного інтелекту та нейромереж з'являється більше можливостей їх імплементації у різні галузі. Одним із підходів до розширення можливостей людей з порушеннями зору є застосування машинного зору. Машинний зір – це інструмент, що може допомогти орієнтуватися в середовищі, де неможливо використовувати палицю і немає змоги отримати сторонню допомогу, а також прочитати текст на упаковці товару, коли він не промаркований шрифтом Брайля. Також, за належного тренування, штучний інтелект може визначати стан продуктів та термін придатності. Таким чином, машинний зір може стати асистентом, який описуватиме стан навколишнього середовища та допомагати пересуватись у неінклюзивному середовищі.

Для розробки машинного зору використовують такі бібліотеки в Python, як *OpenCV*, а також *TensorFlow*, *PyTorch* і *Keras*, які, хоча й більше орієнтовані на машинне навчання, часто застосовуються в задачах комп'ютерного зору.

Бібліотека *OpenCV* (*Open Source Computer Vision Library*) є відкритою бібліотекою комп'ютерного зору, яка надає розробникам широкий набір інструментів для обробки зображень та аналізу відео. Ця бібліотека містить понад 2500 оптимізованих алгоритмів, що охоплюють різноманітні завдання, включно із виявленням та вимірюванням об'єктів, розпізнаванням облич, виявленням та відстеженням руху, а також аналізом кольору та форми.

Бібліотека має підтримку багатьох платформ та мов програмування, таких як C++, Python, Java, і може використовуватися для реалізації різних застосувань, від простих програм обробки зображень до складних систем машинного зору і штучного інтелекту. Її можливості охоплюють аналіз відеопотоків у реальному часі, розпізнавання об'єктів на зображеннях та відео, виявлення облич, а також вимірювання різних параметрів об'єктів у відеопослідовностях [3].

TensorFlow — це відкрита бібліотека для машинного навчання і глибокого навчання, розроблена компанією Google. Вона надає інструменти для створення та навчання нейронних мереж та дозволяє створювати складні моделі для виявлення об'єктів, розпізнавання облич, класифікації та сегментації зображень. *TensorFlow* містить вбудовані інструменти для навчання та оцінки моделей, а також модулі для обробки зображень. Це все робить його потужним інструментом для вирішення різних завдань у сфері комп'ютерного зору [4].

Завдяки використанню вищезазначених бібліотек ми можемо навчати нейронні мережі згідно з потребами людей із порушенням зору: *пересування, читання та візуальний аналіз*. Для пересування *OpenCV* може аналізувати відео і коригувати рух оператора. Це може відбуватися як за допомогою звукового відгуку або вібрації. Також ця система може повідомляти оператора про можливість безпечного перетину дороги, визначаючи колір світлофора, наявність зебри та інтенсивності трафіку.

Щодо можливості бібліотек розпізнавати текст, це може допомогти робити звичайні покупки, дізнаватися склад продуктів, номер транспорту. *TensorFlow* можна використати для розпізнавання й аналізу різних речей: свіжості продуктів, форми та кольору медпрепаратів, опису навколишнього середовища. Використання машинного зору передбачає використання пристрою із високою спроможністю обробки даних, тож обчислення можуть переноситися на хмарний сервіс для розвантаження пристрою. Як бачимо, вищезазначені приклади свідчать, що використання машинного зору може якісно покращити життя людей із порушенням зору та прибрати частину бар'єрів у пересуванні та використанні речей які не є інклюзивними.

Література

1. United Nations Development Programme (2023) *Кількість людей з порушенням зору в Україні зростає: як ініціативи UNDP сприяють якісній реабілітації* [online]. URL : <https://www.undp.org/uk/ukraine/news/kilkist-lyudey-z-porushennyam-zoru-v-ukrayini-zrostaye-yak-initsiatyvy-undp-spryyayut-yakisniy-reabilitatsiyi>.
2. The Inclusive Development Index (2018) *The Inclusive Development Index 2018 Summary and Data Highlights* [online]. URL : https://www3.weforum.org/docs/WEF_Forum_IncGrwth_2018.pdf.
3. OpenCV (2024) *Introduction* [online] URL : <https://docs.opencv.org/4.9.0/d1/dfb/intro.html>.
4. TensorFlow (2024) *Computer vision with TensorFlow* [online] URL : <https://www.tensorflow.org/tutorials/images>.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

Літошко О. М., Андріюк О. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: leto.elax@gmail.com, andriukop@nuft.edu.ua

The Usage of Computer Vision Technologies in Unmanned Aerial Vehicles

Unlike conventional unmanned aerial vehicles, drones that use computer vision are capable of more than just flying and taking photos or videos. Thanks to it, they are able to analyze images themselves for various purposes, such as searching for victims after natural disasters, and can even target enemy soldiers.

Комп'ютерний зір — це концепція та набір технологій для створення машин, які можуть виявляти, відстежувати та розпізнавати об'єкти [1]. У сфері безпілотних літальних апаратів (БПЛА), комп'ютерний зір використовується через обладнання дронів камерами та застосування алгоритмів для аналізу даних, зібраних цими камерами. Поєднання комп'ютерного зору та БПЛА дозволяє проводити передовий аналіз, інтерпретацію та прийняття рішень на основі візуальної інформації.

Під час польоту камери знімають зображення або відео навколишнього середовища. Отримані візуальні дані обробляються за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, які вміють виділяти різні візуальні ознаки, виявляти об'єкти або розділяти зображення на частини.

Python став основною мовою для розробки програмного забезпечення на базі системи штучного інтелекту для безпілотних літальних апаратів завдяки своїй простоті та гнучкості. Великі бібліотеки та фреймворки Python, зокрема у галузі машинного навчання та комп'ютерного зору, такі як TensorFlow і OpenCV, значно полегшили впровадження складних алгоритмів у дронах. Ці інструменти допомагають ефективно обробляти великі обсяги даних, зібраних сенсорами дронів, що дозволяє проводити аналіз у реальному часі та приймати відповідні рішення [2].

Інтеграція комп'ютерного зору в БПЛА має значну перевагу у виявленні та відстеженні об'єктів у реальному часі. Ця можливість надзвичайно важлива у пошуково-рятувальних операціях, де вона дозволяє швидко та точно відшукати людей у небезпечних ситуаціях. Наприклад, в районах, що постраждали від стихійного лиха, дрони можуть швидко просканувати великі території та виявити людей, які опинилися в небезпеці або потребують допомоги. Цю інформацію можна передати рятувальним командам, що дозволить їм оперативно та ефективно реагувати, що в кінцевому підсумку може врятувати життя [4].

Завдяки комп'ютерному зору, дрони можуть створювати деталізовані тривимірні моделі ландшафтів, будівель та інфраструктури. Вони отримують

зображення за допомогою лазерного сканування та методів аерофотограмметрії. Після цього спеціалізоване програмне забезпечення використовується для аналізу та обробки повітряних зображень, зроблених дроном, для створення 3D-моделі з GPS-координатами та точними вимірами. У міському плануванні дрони з комп'ютерним зором дозволяють містобудівникам і архітекторам оглянути міста та селища з висоти пташиного польоту. 3D-моделі, що створюються дронами, містять докладну інформацію про будівельні структури, мережі доріг та використання землі, що сприяє ефективному міському розвитку і проектуванню. У військових операціях 3D-реконструкції, створені комп'ютерним зором, надають важливу інформацію для стратегічного планування. Дрони можуть отримувати візуальні дані про складні ландшафти, що допомагає військовим отримати повний обсяг інформації про поле бою. 3D-моделі, створені за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, допомагають виявляти потенційні укриття, планувати оптимальні маршрути та оптимізувати показники успішності місії.

Інтеграція комп'ютерного зору до БПЛА дозволяє розвивати можливості автономної навігації та уникнення перешкод. Завдяки здатності сприймати й розуміти навколишнє середовище, БПЛА можуть самостійно керувати своїм рухом та уникати зіткнень. У військових операціях це стає надзвичайно важливою перевагою в умовах радіоелектронної боротьби і допомагає зменшити ризик людських втрат та підвищити ефективність. Також це допомагає зменшити залежність навичок оператора до результату використання дрону. Машинний зір має підвищити відсоток влучань. Ефективність застосування звичайних дронів досягає 20%, тоді як з комп'ютерним зором може досягати 70% [3].

Дрони є корисним інструментом для моніторингу навколишнього середовища та сільського господарства, зокрема для оцінки стану здоров'я рослин, їх росту та умов навколишнього середовища. У землеробстві, дрони, обладнані комп'ютерним зором, можуть здійснювати знімки сільськогосподарських угідь з високою роздільною здатністю. Алгоритми комп'ютерного зору аналізують ці зображення для виявлення та моніторингу стану посівів, виявлення зараження шкідниками та оптимізації розподілу ресурсів. Цей підхід у сільському господарстві сприяє зменшенню використання добрив, пестицидів і води, що призводить до збільшення врожайності, зниження негативного впливу на довкілля та підвищення стійкості. У військовому контексті системи спостереження на основі комп'ютерного зору важливі для збору розвідувальної інформації. Дрони з обладнанням комп'ютерного зору можуть надавати візуальні дані у реальному часі, аналізуючи їх для виявлення потенційних загроз, відстеження руху противника та допомоги в розвідувальних місіях. Це дозволяє збройним силам приймати обґрунтовані рішення на основі точних і своєчасних розвідувальних даних.

Дрони та комп'ютерний зір відкривають новаторські можливості в різних сферах, але при цьому є певні виклики та обмеження.

Дрони зазвичай обмежені часом автономної роботи, що обмежує їхню загальну продуктивність. Алгоритми комп'ютерного зору, особливо ті, що потребують складної обробки даних, можуть вимагати значних ресурсів, що подальше скорочує час польоту безпілотної. Зберігати баланс між енергоспоживанням алгоритмів комп'ютерного зору та часом автономної роботи дрона залишається досить складним завданням.

Дрони також мають обмежені обчислювальні потужності та можливості зберігання даних на борту. Запуск високовитратних алгоритмів комп'ютерного зору у режимі реального часу може спричинити вичерпання ресурсів БПЛА. Для досягнення оптимальної продуктивності в рамках обмежень бортового обладнання важливо ефективно оптимізувати та вибирати алгоритми.

Передача великих обсягів даних, зібраних камерами БПЛА, на наземні станції для аналізу в режимі реального часу, стає ще однією проблемою. Обмежена пропускна здатність та можливі затримки даних можуть вплинути на швидкість реакції систем комп'ютерного зору, особливо у випадках, коли потрібно швидко приймати рішення. Негативні погодні умови, такі як сильний вітер, дощ, туман або недостатнє освітлення, можуть вплинути на точність і надійність алгоритмів комп'ютерного зору. Погіршена видимість, наявність перешкод і змінливі умови освітлення можуть ускладнити виявлення об'єктів, їх відстеження та аналіз сцени.

Іншими обмеженнями є правові норми щодо використання БПЛА. Дотримання законів про приватність, обмеження повітряного простору та отримання необхідних дозволів може ускладнити використання БПЛА з комп'ютерним зором. Крім того, використання комп'ютерного зору в безпілотної викликає питання етики та конфіденційності, пов'язані зі збором, зберіганням та аналізом даних. Забезпечення відповідальної обробки даних, дотримання прав на приватність та запобігання можливому зловживанню візуальними даними є важливими аспектами.

Безпілотні літальні апарати, оснащені комп'ютерним зором, відкривають широкі можливості в різних галузях. Завдяки використанню алгоритмів комп'ютерного зору, дрони можуть сприймати, розуміти та взаємодіяти з навколишнім середовищем. Ця інтеграція дозволяє використовувати їх для різноманітних завдань, таких як виявлення і відстеження об'єктів, створення 3D-карт, автономна навігація, моніторинг навколишнього середовища, доповнена реальність та забезпечення безпеки.

Література

1. Shapiro L., Stockman J. (2001) *Computer Vision*. Pearson, 608 p.
2. Forsythe D., Pons J (2011). *Computer Vision: A Modern Approach*, 792 p.
3. Vision Platform (2024) *Computer Vision for drones and UAV in 2024* [online] URL: <https://visionplatform.ai/computer-vision-for-drones-and-uav-in-2024>
4. Picsellia (2023) *The Confluence of Computer Vision and Drone Technology* [online]. URL: <https://www.picsellia.com/post/the-confluence-of-computer-vision-and-drone-technology>.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ

Монько О. С.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: monko.js@gmail.com*

Software Expert Systems for Forecasting Problems

Software expert systems for forecasting problems are crucial in enhancing decision-making processes by providing accurate and reliable predictions based on complex data analysis. By improving the precision of forecasts, expert systems help in optimizing resource allocation, reducing risks, and enhancing overall efficiency.

Нині інтерес до експертних систем (ЕС) зростає. Їх активне впровадження почалося у 1980-х і охопило енергетику, медицину, економіку, менеджмент тощо. ЕС розробляють через спеціалізовані інструменти, що мають різні функціональні можливості, методи подання знань і умови застосування.

ЕС — це спеціалізовані прикладні системи, зазвичай розроблені на базі штучного інтелекту, що використовують систематизовані знання досвідчених фахівців у конкретних областях, отримані емпіричним шляхом [1]. ЕС відносяться до систем підтримки прийняття рішень (СППР), заснованих на знаннях. Потужність ЕС впливає насамперед із конкретних знань про певну вузьку професійну область, що зберігаються в базі знань ЕС.

Сучасний світ – це світ складних систем, які потребують ефективного антиризикового управління. ЕС створені для допомоги експертам у вирішенні складних задач, особливо коли є нестача кваліфікованих спеціалістів чи потрібна швидка реакція на процеси, що протікають у реальному часі. ЕС відрізняються від інших програмних систем, оскільки використовують не тільки дані, але й знання, а також мають спеціальний механізм для виведення нових рішень і знань на основі наявної інформації. Розвиток ЕС є ключовим аспектом еволюції інформаційних технологій. Ось тільки деякі часті області застосування ЕС:

- прогнозування - прогнозування майбутніх значень, подій або поведінки;
- системи діагностики - виявлення несправності або захворювання на основі спостережуваних даних;
- класифікація - ідентифікація об'єкта на основі заявлених ознак;
- моніторинг - порівняння даних системи під постійним наглядом, щоб визначити її стан та поведінку;
- генерація опцій - генерація альтернативних рішень проблеми;

- інтерпретація — аналіз і пояснення даних або результатів для отримання значущих висновків.

Компоненти програмної ЕС:

- база знань — знання конкретної галузі, правила розв'язування проблеми;
- механізм логічного висновку - отримує відповідні знання з бази знань, інтерпретує їх та знаходить рішення, що стосується проблеми користувача, може надавати пояснення висновку;
- користувацький інтерфейс - надає можливість користувачу взаємодіяти з ЕС і знаходити рішення проблеми;
- механізм навчання - забезпечує отримання ЕС все більшої кількості знань із різних джерел і зберігання їх у базі знань.

Загальна структура ЕС зображена на рис.1:

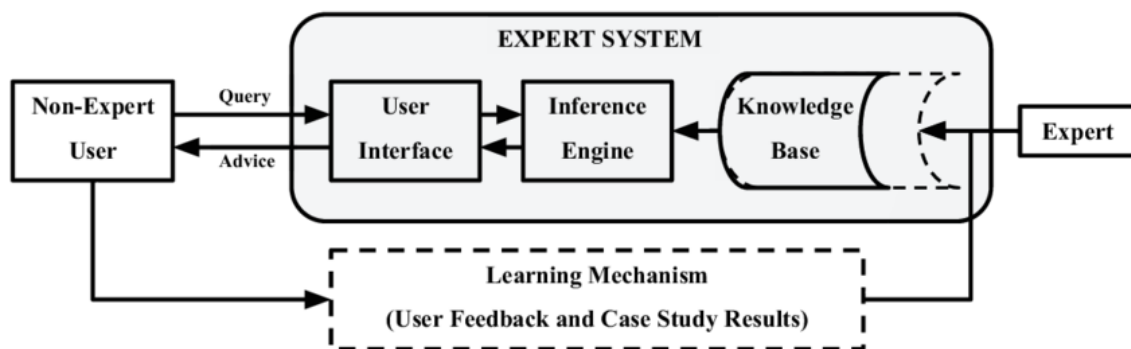


Рис. 1. Загальна структура ЕС

Слід зауважити, що розроблення ЕС може супроводжуватися виникненням певних труднощів, а саме [2]:

- проблема вилучення та формалізації знань експертів;
- недостатня точність правил, які формує експерт під час роботи з інженером знань;
- розроблення ефективної системи управління базою знань;
- складність підтвердження факту, що рекомендації або рішення системи узгоджуються з людською інтуїцією;
- складність вибору релевантних інструментів розробки.

Вищезазначені принципи особливості створення програмних ЕС можуть стати відправною точкою для проведення подальшого наукового дослідження.

Література

1. Мусаєва А. Е., Шаров С. В. (2017) Огляд інструментальних засобів для створення експертних систем, *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, №5(1), с. 213–216.
2. Шаров С. В., Хрустальов С. О. (2016) Інструментальні засоби та етапи розробки експертних систем, *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*, №4(49), с. 105–109.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕМОЦІЙНОМУ МАРКЕТИНГУ

Нестеренко Є. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: nesterenkoegor999@gmail.com

Application of Artificial Intelligence Technologies in Emotional Marketing

Emotion marketing is becoming an essential strategy for companies seeking to create a deeper connection with their customers. The application of artificial intelligence (AI) in this area allows for the recognition and analysis of human emotions based on facial expressions and changes in the position of eyebrows, eyes, and mouth, which opens up new opportunities for personalized communication.

Емоційний маркетинг стає ключовою стратегією для компаній, що прагнуть створити глибше зв'язок зі своїми клієнтами. Наприклад, використання штучного інтелекту (ШІ) в цій області дозволяє розпізнавати та аналізувати людські емоції на основі міміки, зміни положення брів, очей, та рота, тембру голосу що відкриває нові можливості для персоналізованої комунікації. За даними всесвітньої незалежної дослідницької організації Gartner, окрім генеративного ШІ, який є зараз у тренді, одним з наростаючих трендів маркетингу, що наближається до піка, є використання емоційного ШІ (рис. 1) [1].



Рис. 1. Тренди маркетингу згідно Gartner

Компанії активно збирають дані про поведінку користувачів та їхні купівельні вподобання з метою отримання поведінкових інсайтів. Такі інсайти дозволяють розробляти цільові повідомлення та створювати досвід, що впливають на процес прийняття рішень.

Використання персоналізації, соціальних доказів ефективності продуктів або рішень, а також створення дефіцитності чи унікальності товарів — це стратегії переконання, які застосовуються як маркетингові заходи для впливу на купівельну поведінку споживачів.

Для розуміння емоцій користувачів використовуються дані, отримані з активності в соціальних мережах, мови та дій у відеозаписах, а також фізіологічні дані з сенсорів у пристроях.

Технологія розпізнавання визначає відповідні ознаки, що впливають на емоції, такі як рух брів, форма рота та погляд, для визначення емоційних станів, зокрема щастя, смутку, гніву, збудження або розчарування.

У випадку аналізу голосу враховуються такі параметри, як висота, гучність і темп мовлення, що дозволяє методам виявлення емоцій на основі мовлення робити висновки про стан збудження, розчарування або нудьги. Наприклад, деякі з методів штучного навчання, здатні використовуватися в емоційному маркетингу:

- **Згорткові нейронні мережі** (Convolutional Neural Networks, CNN), які особливо ефективні у виявленні візуальних шаблонів зображень, що включають текстури та форми. В контексті аналізу облич, CNN використовуються для аналізу статичних зображень, де вони можуть ідентифікувати та класифікувати емоційні стани за допомогою оцінки форми рота, положення брів і форми очей [2].

- **Рекурентні нейронні мережі** (Recurrent Neural Networks, RNN) для аналізу послідовних даних, таких як відео, де важливо розуміння динаміки зміни виразів обличчя в часі. Здатні обробляти послідовні кадри відео, відстежуючи еволюцію емоцій, що дозволяє більш точно визначати перехідні емоційні стани.

- **Глибоке навчання** (Deep Learning) особливо ефективне у вирішенні складних і нелінійних завдань, що вимагають великих обсягів даних та високої обчислювальної потужності. Цей метод використовується для розпізнавання мови, аналізу текстів, обробки зображень і відео.

Технології ШІ можна застосовувати, як складову емоційного маркетингу для покращення користувацького досвіду та збільшення конверсії, шляхом персоналізації контенту та аналізу поведінки клієнтів.

Література

1. Gartner (2024) *3 Impending Technology Shifts Rule the Gartner Hype Cycle for Digital Marketing* [online]. URL : <https://www.gartner.com/en/articles/3-impending-technology-shifts-rule-the-gartner-hype-cycle-for-digital-marketing>.
2. Yamashita R., Nishio M., Do R. K. G. (2018) *Convolutional Neural Networks: an Overview and Application in Radiology*. *Insights Imaging* 9, 611–629.

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РОЗВИТОК КЛЮЧОВИХ ГАЛУЗЕЙ ТА РОБОЧІ МІСЦЯ

Огуй Я. С.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: yaroslav.oguy@gmail.com

Impact of Artificial Intelligence on the Development of Key Industries and Workplaces

Artificial intelligence (AI) stands out as a transformational technology of our digital age. Questions about what it is, what it can already do—and what it has the potential to become—cut across technology, psychology, politics, economics, science fiction, law, and ethics. AI is the subject of countless discussions and articles, from treatises about technical advances to tabloid headlines about its effects. Even as the debate continues, the technologies underpinning AI continue to move forward, enabling applications from facial recognition in smartphones to consumer apps that use AI algorithms to detect diabetes and hypertension with increasing accuracy.

Останніми роками відбувся вражаючий прогрес у сфері штучного інтелекту (ШІ), і це викликало нове занепокоєння щодо впливу технологічного прогресу на ринок праці.

За період 2012–19 рр. зайнятість зросла майже в усіх професіях. Загалом, здається, немає чіткого зв'язку між впливом ШІ та зростанням зайнятості. Однак у професіях, де використовується комп'ютер, більший вплив ШІ пов'язаний із вищим зростанням зайнятості.

Часткова автоматизація за допомогою штучного інтелекту підвищує продуктивність безпосередньо, а також за рахунок зміни складу завдань професій на завдання з вищою доданою вартістю. Таке підвищення продуктивності праці та продуктивності нейтралізує ефект прямого витіснення автоматизації за допомогою штучного інтелекту для працівників із хорошими цифровими навичками, яким може бути легше ефективно використовувати штучний інтелект і перейти до неавтоматизованих завдань із вищою доданою вартістю в рамках своїх професій.

У 2018 році McKinsey спрогнозувала, що до 2030 року створення цінності штучного інтелекту досягне 13 трильйонів доларів США [1]. На той час може здатися, що ця цифра була надто завищеною, враховуючи обмеження технології штучного інтелекту (Рис. 1).

Однак із випуском ChatGPT, великої мовної моделі, навченої OpenAI, змінилася гра для створення цінності ШІ. ChatGPT відкрив нові можливості для обробки природної мови, дозволяючи компаніям оптимізувати процеси та покращити взаємодію з клієнтами [2].

Технологія має потенціал для революції в багатьох галузях, включаючи охорону здоров'я, фінанси та роздрібну торгівлю. Прогноз у 13 трильйонів доларів може більше не здаватись таким надуманим із прогресом технологій

ШІ. Ключ до розкриття потенціалу штучного інтелекту для створення вартості полягає у визначенні конкретних випадків використання та забезпеченні того, щоб технологія відповідала бізнес-цілям. Дедалі стрімкіший розвиток штучного інтелекту може суттєво вплинути на робочі місця. Початкові результати нового опитування ОЕСР щодо використання штучного інтелекту у виробничому та фінансовому секторах показують нагальну потребу діяти зараз із застосуванням політики, яка дозволить країнам, компаніям і окремим особам отримувати користь від штучного інтелекту, одночасно усуваючи ризики впливу на ключові галузі [3] (Рис. 2).



Рис. 1. Галузі з максимальним впливом ШІ на додану вартість

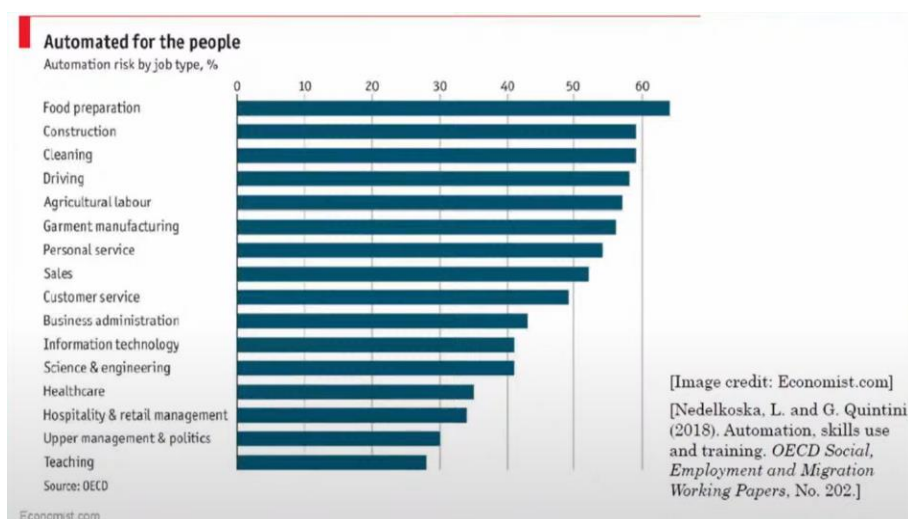


Рис. 2. Ключові галузі, що ризикують бути заміненими ШІ

Література

1. McKinsey Global Institute (2018) *2020 Notes from the AI frontier. Insights from hundreds of use cases* [online]. URL :<https://www.mckinsey.com/featured-insights/themes/100-articles-on-generative-ai>.
2. Alexandre Georgieff, Raphaela Hye (2021) *Artificial Intelligence and Employment: New Cross-Country Evidence* [online]. URL :https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/artificial-intelligence-and-employment_c2c1d276-en.
3. Nedelkoska, L. and Quintini, G., (2018) *Automation, Skills Use and Training* [online]. URL :https://www.oecd-ilibrary.org/employment/automation-skills-use-and-training_2e2f4eea-en.

АРХІТЕКТУРИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Пекневич І. І., Гавриленко В. В.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: illia.peknevych@gmail.com

Architectures of Neural Networks for Motion Detection

Advancements in artificial intelligence and machine learning have spurred significant interest in using neural networks for detecting and tracking moving objects. This study comparatively evaluates architectures of YOLO and SSD algorithms, emphasizing their effectiveness in real-time applications under complex conditions.

Наразі розвиток технологій та машинного навчання призводить до значного інтересу у використанні нейронних мереж для вирішення складних прикладних задач. Одним з яскравих прикладів є виявлення та відстеження рухомих об'єктів. Такі системи знаходять застосування в широкому спектрі галузей. Зокрема, в системах відеоспостереження, автономних транспортних засобах, робототехніці та інтерактивних мультимедійних системах. Завдяки своїм перевагам, нейронні мережі здатні підвищити точність та швидкість обробки відеоданих, значно переважаючи традиційні методи комп'ютерного зору, які часто є недостатньо ефективними у складних умовах.

Водночас виявлення рухомих об'єктів за допомогою нейронних мереж супроводжується рядом викликів. Одним з основних є необхідність забезпечення високої точності в реальному часі у складних умовах: змінне освітлення, варіативні погодні умови та різноманітність фону. Іншим аспектом є апаратні обмеження, адже системи мають оперувати в рамках встановлених ресурсів, обробляючи при цьому великі обсяги даних з високою швидкістю. Це вимагає від нейромережових моделей здатності ефективно розрізняти рухомі об'єкти від фонових рухів, що можуть включати зміни у ландшафті або ілюзії руху, спричинені камерою.

Серед існуючих нейромережових моделей, що відповідають описаним викликам, особливо виділяються моделі YOLO (You Only Look Once) та SSD (Single Shot MultiBox Detector) завдяки ряду унікальних архітектурних рішень.

Алгоритм SSD може ідентифікувати об'єкти за допомогою згорткової мережі прямого зв'язку за один прямий прохід. Основа моделі складається зі згорткової нейронної мережі VGG-16, за якою слідує додатковий згортковий шар, який зменшує розміри вхідних даних на кожному шарі. Мережа створює групу, яка включає всі обмежувальні прямокутники за замовчуванням у межах зображення, і надає ймовірність присутності об'єкта всередині цієї рамки, застосовуючи згорткові фільтри до створених карт функцій. При цьому згорткові шари застосовуються в різних масштабах, щоб мережа могла виявляти об'єкти різних розмірів.

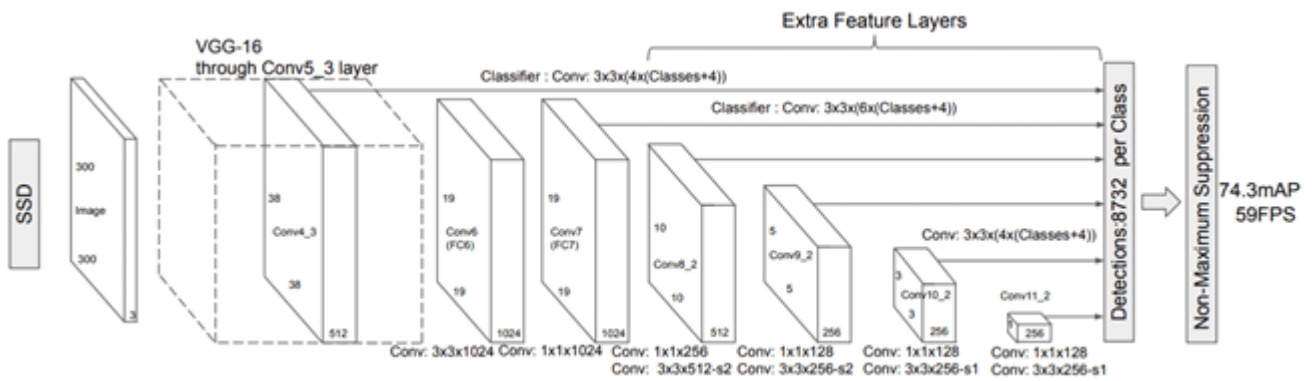


Рис. 1. Архітектура Single-Shot Detection алгоритму [1]

Свою чергою, алгоритм YOLO є наскрізним методом, який може передбачити обмежувальні прямокутники об'єктів і ймовірності їх класів на всьому зображенні одночасно. Як і SSD, YOLO може ідентифікувати об'єкти за допомогою одного прямого проходу. Архітектура включає 24 згорткових шари, яким передують 2 повністю зв'язані шари (рис. 2). Вхідне зображення ділиться сіткою фіксованого розміру, при цьому кожна комірка відповідає за прогнозування кількості обмежувальних рамок і обчислення оцінки достовірності кожної рамки незалежно від того, містить вона об'єкт чи ні.

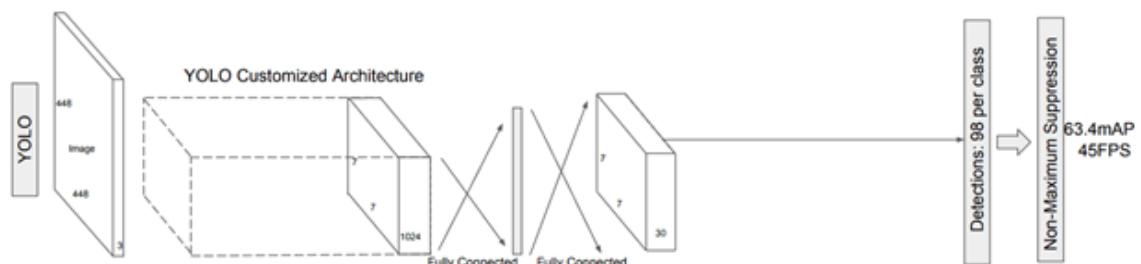


Рис. 2. Архітектура You Only Look Once алгоритму [1]

Архітектури SSD і YOLO мають багато спільного, водночас основна відмінність полягає у підході до обробки випадку кількох обмежувальних прямокутників для одного об'єкту. Крім того, YOLO обмежується прогнозуванням обмежувальних рамок, оскільки кожна комірка сітки здатна надати прогноз лише для двох рамок і може належати лише до одного класу. Така специфіка архітектури YOLO ускладнює роботу з дрібними об'єктами, що впливає на загальну точність. Водночас, виходячи з проведених тестувань, YOLO є швидшим та краще застосовним у системах реального часу.

Таким чином, розглянуті архітектури мають спільну технічну основу, проте пропонують індивідуальні підходи у деталях. Коректний вибір залежить від вимог продуктивності та специфіки цільових зображень.

Література

1. Sheety M. (2021) A Review on Deep Learning Object Detection: YOLO vs SSD, *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, Vol. 5, Issue 2.

СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Прокурашко А. О.

*Київський національний університет харчових технологій, Київ, Україна
E-mail: prokurashko1995@gmail.com*

Modern State and Prospects of Artificial Intelligence and Information Technology

This article examines the synergistic impact of the merger of artificial intelligence and information technologies, highlighting their interaction, advantages, challenges, and role in transforming fields from medicine to industry, emphasizing the need for an ethical and responsible approach to unleash the potential of this symbiosis.

Злиття штучного інтелекту та інформаційних технологій спричинило революційні зміни у сприйнятті та обробці даних людством, дозволяючи вирішувати найскладніші завдання. Ця синергія двох потужних галузей знань трансформує способи маніпуляції інформаційними потоками, перетворюючи абстрактні ідеї на реальні продукти.

Взаємозв'язок між інноваціями в штучному інтелекті та прогресом інформаційно-комунікаційних технологій є нерозривним, утворюючи симбіотичний зв'язок, який визначає напрямок розвитку сучасної цивілізації та майбутніх технологічних перетворень у суспільстві.

На початку важливо розібратися з основними визначеннями. Штучний інтелект (ШІ) стосується створення розумних систем, здатних сприймати навколишнє середовище та виконувати дії для досягнення конкретних цілей [1, с. 15-17]. Ця галузь охоплює широкий спектр напрямків, включно з машинним навчанням, обробкою природної мови, комп'ютерним зором, робототехнікою та когнітивними обчисленнями.

З іншого боку, інформаційні технології (ІТ) відносяться до вивчення, розробки, впровадження, підтримки та управління комп'ютерними інформаційними системами, програмним забезпеченням та іншими пристроями, пов'язаними з обробкою даних [2, с. 187].

Штучний інтелект та інформаційні технології є невід'ємними складовими сучасного технологічного прогресу, створюючи потужний симбіоз, який дозволяє вирішувати найскладніші проблеми. Ці дві галузі перебувають у тісній взаємодії, взаємно підсилюючи та каталізуючи одна одну. Передові досягнення в області інформаційних технологій, зокрема потужні обчислювальні ресурси та вдосконалені алгоритми, слугують фундаментом для розвитку штучного інтелекту. Зокрема, машинне навчання, одна з ключових субдисциплін ШІ, вимагає наявності масивних обсягів даних, ефективних обчислювальних

методів та високопродуктивної інфраструктури, що забезпечується сучасними ІТ-системами.

З іншого боку, штучний інтелект також сприяє вдосконаленню інформаційних технологій, пропонуючи інноваційні рішення для обробки та аналізу даних, оптимізації процесів та автоматизації складних завдань [3]. Ця синергія створює безпрецедентні можливості для розв'язання комплексних проблем у різноманітних сферах, від медицини та наукових досліджень до промисловості та бізнесу. Взаємопроникнення та тісна кооперація штучного інтелекту та інформаційних технологій є рушійною силою технологічного прогресу, відкриваючи нові горизонти для інновацій та сприяючи покращенню якості життя людства.

Також, інформаційні технології відіграють фундаментальну роль у забезпеченні необхідної інфраструктури та ресурсів для стрімкого розвитку штучного інтелекту. Потужні обчислювальні потужності, втілені у високопродуктивних процесорах та масштабованих обчислювальних кластерах, створюють сприятливе середовище для тренування та розгортання складних моделей машинного навчання та інших систем штучного інтелекту. Величезні сховища даних, здатні зберігати колосальні обсяги інформації, є критично важливими для забезпечення навчальних наборів, необхідних для ефективного навчання алгоритмів ШІ.

Крім того, високошвидкісні мережі та хмарні обчислювальні ресурси дозволяють ефективно розподіляти обчислювальне навантаження та забезпечувати доступ до потужних обчислювальних можливостей у будь-якій точці світу. Передові методи збору, зберігання, обробки та аналізу величезних обсягів структурованих і неструктурованих даних, такі як великі дані та аналітика, забезпечують цінні навчальні набори для алгоритмів штучного інтелекту, дозволяючи їм навчатися на реальних даних та вдосконалювати свої можливості.

Ця синергія між інформаційними технологіями та штучним інтелектом створює потужну екосистему, яка прискорює інновації та розширює межі можливого в галузі ШІ, відкриваючи нові горизонти для різноманітних додатків та рішень.

З іншого боку, штучний інтелект здійснює революційний вплив на інформаційні технології, трансформуючи їх у більш ефективні, автоматизовані та інтелектуальні системи. Технології ШІ, такі як машинне навчання та обробка природної мови, інтегруються у різноманітні ІТ-додатки, підвищуючи їх здатність до аналізу даних, виявлення шахрайства, надання автоматизованої підтримки користувачам, оптимізації мережевих ресурсів та ефективного управління [4, с. 60-64]. Крім того, системи штучного інтелекту посилюють кібербезпеку, забезпечуючи виявлення загроз та вразливостей у режимі реального часу, тим самим захищаючи цілісність та конфіденційність інформації.

Одним з найяскравіших проявів синергії між штучним інтелектом та інформаційними технологіями є поява інтелектуальних персональних помічників, які демонструють безпрецедентний рівень інтеграції передових ШІ-

технологій та потужної IT-інфраструктури, таких як Siri, Alexa чи ChatGPT. Ці системи поєднують складні алгоритми обробки природної мови, машинного навчання, розуміння контексту та генерації відповідей з високопродуктивними обчислювальними ресурсами та хмарними сервісами. Результатом є інтелектуальні, персоналізовані та інтуїтивно зрозумілі для користувача сервіси, які демонструють, як штучний інтелект може бути органічно інтегрований у повсякденні технології, покращуючи взаємодію людина-комп'ютер та підвищуючи продуктивність.

Хоча взаємодія між штучним інтелектом та інформаційними технологіями має численні переваги, вона також породжує серйозні етичні та соціальні виклики, які вимагають ретельного розгляду та врегулювання. Незважаючи на синергетичний ефект цих технологій, їх поєднання може мати непередбачувані наслідки, що потребують належної уваги та вирішення потенційних ризиків і проблем.

Питання захисту конфіденційності користувачів, безпеки великих обсягів персональних даних, підзвітності та прозорості алгоритмів ШІ, а також потенційної упередженості в процесах машинного навчання вимагають впровадження належних норм та механізмів контролю. Крім того, автоматизація робочих процесів та заміна людської праці інтелектуальними системами можуть спричинити значні зрушення на ринку праці, створюючи необхідність розробки стратегій перекваліфікації та соціальної адаптації для забезпечення сталого розвитку суспільства

Однак існуючі виклики не завадять синергії між штучним інтелектом та інформаційними технологіями формувати майбутнє нашого світу, відкриваючи нові горизонти для прогресу. Ця взаємодія каталізуватиме наукові відкриття, революціонізуватиме сфери охорони здоров'я, підвищуватиме ефективність виробничих процесів, оптимізуватиме транспортні системи та сприятиме безлічі інших трансформаційних змін. Тому є критично важливим продовжувати активні дослідження, розробки та інновації в цих галузях, водночас забезпечуючи етичне та відповідальне використання передових технологій задля процвітання та сталого розвитку всього людства. Лише шляхом збалансованого підходу ми зможемо розкрити весь потенціал синергії ШІ та IT.

Література

1. Богом'я В., Гудзь А. (2023) Штучний інтелект: сучасний стан і перспективи застосування. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Т. 46, № 1, с. 13–17. URL : <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-46-1-13-17>.
2. Ісак Л. (2023) Інформаційні технології, *Grail of science*, № 30, с. 187–191. URL : <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.08.2023.030>.
3. Колесніков А. П., Карапетян О. М. (2023) Штучний інтелект: переваги та загрози використання. *Ефективна економіка*, № 8. URL : <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.8.9>.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ПОМІЧНИК СТУДЕНТА

Рябцев В. В.

Національний університет оборони України, Київ, Україна

Ботвинко К. Ю., Унєгова Д. Е.

*Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: viacheslav.riabtsev@gmail.com*

Intellectual Student Assistant

The introduction of an intellectual student assistant based on artificial intelligence to improve the educational process is considered. The platform provides the ability to effectively search for information, generate notes, create tests and personalize learning using advanced artificial intelligence methods. The integration of various technologies with a well-thought-out interface design ensures the convenience and efficiency of using the platform.

В сучасному світі інформаційних технологій навчальний процес може бути значно вдосконалений за допомогою впровадження інтелектуального помічника студента – платформи на основі штучного інтелекту. Ця платформа, створюється з використанням різних методів штучного інтелекту, надає можливість здійснювати ефективний пошук інформації, включаючи наукові статті, відео та інші ресурси по заданій тематиці, або обробку тієї інформації, що надав науковий працівник [1, 2].

Однією з головних переваг інтелектуального помічника є здатність генерувати конспекти за обраною інформацією [3]. Це значно економить час і дозволяє студентам краще засвоювати матеріал. Крім того, платформа може створювати тести по отриманій інформації, що допомагає користувачам перевіряти свої знання та отримувати зворотний зв'язок, сприяючи більш ефективному навчанню. З іншого боку, ця опція надає можливість викладачу не витрачати час на створення завдань для перевірки знань студента, оскільки генерація тесту не потребує його прямої участі.

Інтелектуальний асистент реалізує концепцію "все в одному місці", що означає, що весь необхідний функціонал доступний за допомогою декількох «кліків» і не потребує у відкритті багатьох програм. Таким чином зменшується навантаження на систему. Також це дозволяє користувачам зосередитися на навчанні, а не на рутинному пошуку та обробці інформації.

Адаптивне навчання, яке реалізується за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, представляє собою інноваційний підхід до персоналізації освітнього процесу [2]. Цей метод дозволяє створювати індивідуальні навчальні траєкторії, що базуються на результатах тестування, історії пошуку та особистих уподобаннях студента. Завдяки цьому кожен студент отримує навчальний досвід, який максимально відповідає його потребам та рівню підготовки.

Розроблена платформа передбачає різні ролі для користувачів, включаючи викладачів, адміністраторів, студентів та наукових працівників. Кожна роль має свій власний набір функцій і можливостей, що робить платформу універсальним інструментом для всіх учасників навчального процесу. Викладачі можуть використовувати платформу для створення навчальних матеріалів та тестів, адміністратори – для управління освітніми процесами, включаючи реєстрацію нових користувачів та перегляд дій вже зареєстрованих. Студенти можуть використовувати платформу для навчання та самоконтролю, а наукові працівники – для проведення досліджень і аналізу даних.

Платформа інтегрує передові методи штучного інтелекту, такі як обробка природної мови (NLP), Surprise, implicit, LightFM, Scikit-learn, Keras, TensorFlow, Transformers (Hugging Face), Haystack, OpenCV, Tesseract, PyTorch та інші. Застосування цих технологій забезпечує високий рівень функціональності та продуктивності. Використання модульної архітектури та об'єктно-орієнтованого програмування дозволяє гнучко адаптувати та розширювати систему, що сприяє її довготривалій еволюції та підвищенню ефективності.

Початковий інтерфейс користувача розроблений для оптимізації взаємодії з автоматизованою системою та включає такі можливості: авторизація та реєстрація користувачів, що забезпечує безпеку та персоналізацію доступу, вибір необхідних процесів, що дозволяє користувачам налаштовувати систему відповідно до своїх потреб, перегляд інформації, що надає користувачам швидкий доступ до необхідних даних та ресурсів, налаштування системи, що дозволяє адаптувати платформу до індивідуальних вимог, отримання інструкцій, що забезпечує користувачам підтримку та довідкову інформацію для ефективного використання платформи.

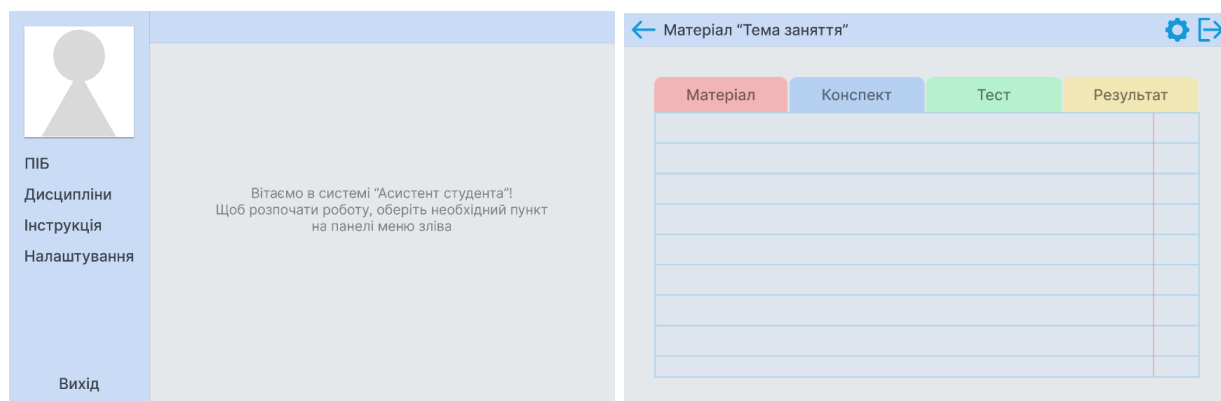


Рис. 1. Елементи інтерфейсу користувача

Цей інтерфейс робить платформу інтуїтивно зрозумілою, зручною та ефективною для використання, дозволяючи користувачам швидко виконувати необхідні дії. Інтеграція сучасних технологій штучного інтелекту з продуманим дизайном інтерфейсу забезпечує високу якість взаємодії та сприяє покращенню освітнього процесу.

В цій системі передбачається інтеграція різних інструментів, таких як форуми, чати, відеоконференції, що сприяє активній взаємодії усіх учасників освітнього процесу.

В подальшому планується розроблення мобільного застосунку, що дозволить користувачам отримувати доступ до системи з будь-якого місця та в будь-який час. Наявність технічної підтримки надає можливість швидко отримати допомогу у вирішенні технічних питань або проблем, що виникають під час користування платформою.

Захист даних є одним з ключових аспектів сучасних освітніх платформ, особливо тих, що використовують штучний інтелект. Забезпечення конфіденційності та цілісності інформації користувачів є пріоритетом, оскільки це гарантує довіру та надійність системи. Платформа використовує багатофакторну аутентифікацію (MFA) для забезпечення безпечного доступу користувачів. Реалізується це за допомогою бібліотеки `smtpplib`. Також присутнє чітке розмежування прав доступу у відповідності до ролей, що дозволяє контролювати доступ користувачів до різних функцій та даних. Також для забезпечення цілісності даних платформа реалізує регулярне резервне копіювання даних та процедури відновлення у разі збоїв або втрат даних.

Отже, використання інформаційних технологій, зокрема тих платформ, що побудовані на основі штучного інтелекту, у освіті відкриває нові можливості для підвищення якості навчання та підготовки студентів. Програмне забезпечення «Інтелектуальний помічник студента» демонструє, як інноваційні підходи можуть подолати обмеження традиційних систем, надаючи адаптивні та персоналізовані освітні рішення. Впровадження таких технологій сприяє ефективній організації освітнього процесу, підвищує зручність та гнучкість освітніх послуг, що особливо актуально в умовах сучасних викликів. Інтеграція різноманітних технологій штучного інтелекту з дбайливо розробленим інтерфейсом робить платформу зручною та ефективною для користувачів.

Література

1. Візнюк І. М., Буглай Н. М., Куцак Л. В., Поліщук А. С., Киливник В. В. Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021, Вип. 59. С. 14-22. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
2. Baidoo-Anu, D., Owusu Ansah, L. Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. *Journal of AI*. 2023. Iss. 7 (1), P. 52-62. DOI: <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>.
3. Labadze, L., Grigolia, M. & Machaidze, L. Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023. Vol. 20, 56. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ

Стаднік Г. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Національний морський університет, Одеса, Україна

E-mail: StadnikGleb@gmail.com

Use of Information Technologies and Artificial Intelligence in Education

Nowadays you won't be surprised that students use their tablets and phones for education. It starts with such simple things as e-books and ends with artificial intelligence. These powerful tools we have in our pockets can be used for 3D modelling, programming, writing articles and so on. And now comes the AI epoch.

Традиційна класна кімната зазнає трансформації завдяки розвитку штучного інтелекту (ШІ). Ця технологія має величезні перспективи для майбутнього освіти, оскільки дозволяє персоналізувати навчальний процес і зробити освіту ефективнішою для всіх учнів.

Одним із найцікавіших застосувань ШІ в освіті є його здатність адаптувати навчання до індивідуальних потреб. Оснащені ШІ репетитори можуть аналізувати сильні та слабкі сторони учня, рекомендувати навчальні матеріали та регулювати рівень складності, створюючи персоналізований навчальний шлях. Це гарантує, що учні не будуть ні перевантажені, ні недостатньо залучені, сприяючи глибшому розумінню навчального матеріалу [1].

Крім того, ШІ може надавати миттєвий зворотний зв'язок за допомогою інструментів автоматичного оцінювання та аналізу.

Це дозволяє учням визначити сфери, які потребують покращення, та коригувати свої навчальні стратегії в режимі реального часу. Уявіть, що ви отримуєте конструктивний відгук на есе протягом декількох хвилин, а не чекаєте днями на перегляд учителя. Така негайна підтримка може значно покращити результати навчання.

ШІ також може створити більш захоплююче навчальне середовище. Освітні ігри та симуляції на базі ШІ можуть оживити складні концепції, роблячи навчальний процес інтерактивним та стимулюючим.

Уявіть собі, як ви досліджуєте складність людського тіла за допомогою віртуальної реальності або практикуєте нову мову за допомогою розмовного ШІ, який адаптується до вашої розмовної течії. Ці захоплюючі враження можуть значно підвищити мотивацію учнів та засвоєння знань.

Окрім прямого впливу на учнів, ШІ також може допомогти вчителям. Автоматизуючи адміністративні завдання, такі як оцінювання тестів з множинним вибором, ШІ звільняє цінний час вчителів для зосередження на індивідуальній взаємодії та персоналізованому навчанні. Це дозволяє вчителям

краще враховувати індивідуальні стилі навчання та вирішувати конкретні потреби учнів [2].

Потенціал ШІ демократизувати освіту є не менш значним.

У віддалених районах або для учнів, які стикаються з проблемами традиційних методів навчання, репетитори на базі ШІ та персоналізовані навчальні плани можуть запропонувати необхідну підтримку та керівництво для успіху. Це сприяє створенню більш інклюзивного навчального середовища, де географічне розташування або стиль навчання не перешкоджають освітнім можливостям.

Однак важливо визнати, що використання ШІ в освіті пов'язане з етичними міркуваннями та практичними проблемами.

Забезпечення рівного доступу до технологій для всіх учнів та вирішення питань конфіденційності даних є ключовими аспектами, які потребують вирішення.

Підсумовуючи, ШІ є потужним інструментом для революції в освіті. Персоналізуючи навчальний процес, надаючи миттєвий зворотний зв'язок і створюючи захоплююче середовище, ШІ може допомогти як учням, так і вчителям.

Оскільки ми розглядаємо етичні міркування та забезпечуємо рівний доступ, ШІ має потенціал відкрити майбутнє, де освіта буде не тільки ефективною, але й захоплюючою та доступною для всіх.

Хоча ШІ пропонує значні переваги, важливо визнати його внутрішні обмеження та потенційні ризики.

Системи ШІ навчаються на даних, які можуть відображати існуючі упередження в суспільстві. Це може призвести до дискримінаційних або несправедливих рішень.

Також, на жаль, ШІ можуть робити помилки, які можуть мати серйозні наслідки, особливо в критичних застосуваннях, таких як медична діагностика або автономні транспортні засоби.

На даний момент ШІ потужний інструмент для швидкого пошуку або генерації даних. Потрібно пам'ятати, що покладатись на нього потрібно з обережністю [3].

Література

1. Britannica (2024) *Britannica Artificial Intelligence* [online]. URL : <https://www.bridgeport.edu/news/how-is-ai-technology-used-in-higher-education/>
2. Weforum. (2024) *The Future of Learning Ai Revolution Education* [online], URL : <https://www.weforum.org/agenda/2024/04/future-learning-ai-revolutionizing-education-4-0/>
3. Elearningindustry. (2024) *AI-Assisted Tutoring* [online], URL : <https://elearningindustry.com/ai-assisted-tutoring-the-future-of-personalized-learning-support>.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ПСИХОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Хоменко В. М., Чугаєва Н. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: homka257@gmail.com

Artificial Intelligence and Educational Technologies: Psychological Aspect

Artificial Intelligence (AI) is revolutionizing education by providing comprehensive data analysis, enhancing teaching efficiency, and enabling informed decision-making. Despite its potential, there are limited platforms integrating AI with educational data analysis and few dedicated studies. This paper explores the integration of AI in education, addressing technical and societal challenges, and highlighting the need for further research. Successful implementation of AI-driven decision support systems can significantly improve educational processes, making them more data-driven and efficient, ultimately enhancing educational quality.

Штучний інтелект є однією з найперспективніших і найдинамічніше зростаючих технологій сучасності. Нині він із кожним днем усе активніше проникає в різні сфери, радикально змінюючи підходи до розв'язання традиційних задач.

Особливо це помітно в освіті, де використання штучного інтелекту дозволяє отримувати всебічні та детальні дані про навчальні процеси, аналізувати поведінку учнів, підвищувати ефективність викладання та приймати більш обґрунтовані управлінські рішення.

Застосування аналізу даних в освіті стає ключовим фактором успіху. Інтеграція штучного інтелекту з наявними освітніми системами відкриває нові можливості для вдосконалення навчального процесу.

Проте, попри великий потенціал, наразі існує небагато платформ, що ефективно поєднують штучний інтелект із аналізом освітніх даних, і обмежена кількість наукових досліджень, присвячених цій темі. Тому ця сфера залишається відкритою для подальших досліджень і має значний потенціал для розвитку.

Щоб об'єднати дослідження в трьох пов'язаних областях — штучний інтелект, аналіз даних та освітні технології — необхідно ретельно вивчити і проаналізувати наукові роботи, існуючі системи та платформи, що використовують штучний інтелект. Це дозволить зрозуміти сучасний стан справ у цій сфері та визначити напрямки для подальшого вдосконалення.

Штучний інтелект відкриває нові можливості для освітніх установ у різних аспектах, починаючи зі створення інноваційних навчальних програм і закінчуючи формуванням нових стратегій управління освітою.

З розвитком технологій штучного інтелекту освітні процеси стають все більш орієнтованими на дані, що дозволяє установам точніше розуміти потреби учнів та швидше реагувати на зміни в освітньому середовищі.

Дослідники вважають, що в майбутньому управління освітніми процесами дедалі більше базуватиметься на об'єктивних даних, а не на інтуїції.

Проте, поряд із численними можливостями, впровадження штучного інтелекту стикається також і з серйозними викликами. Однією з основних проблем є технічні питання, пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту в наявні системи. Також значні труднощі виникають через непідготовленість суспільства до нових технологій.

Наприклад, учителі часто виявляють опір впровадженню штучного інтелекту через занепокоєння щодо безпеки даних і конфіденційності, етичні проблеми, відсутність довіри до нових технологій та збільшення кількості непотрібних або переоцінених інструментів.

Сфера застосування штучного інтелекту в освіті є надзвичайно широкою. Нині однією з найпопулярніших її областей є автоматизація навчального процесу, а також аналіз великих обсягів освітніх даних і підтримка прийняття рішень.

Штучний інтелект може використовуватися для оптимізації навчальних планів, покращення взаємодії з учнями, прогнозування їхньої успішності, персоналізації навчальних програм, підвищення ефективності педагогічних методів, проводити допомогу в освоєні матеріалу тощо. Важливо продовжувати дослідження і розробку методів та практичних інструментів штучного інтелекту, які забезпечать ефективне впровадження цієї технології у різні освітні процеси.

Таким чином, задача проєктування системи підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту в освіті є надзвичайно актуальною та важливою. Вона потребує глибокого дослідження, аналізу сучасних досягнень у цій галузі, розробки нових підходів і методів для забезпечення успішної реалізації таких систем.

Успішне впровадження штучного інтелекту може кардинально змінити підходи до управління освітніми процесами, зробивши їх більш ефективними та орієнтованими на дані, що, своєю чергою, сприятиме розвитку освіти й підвищенню її якості.

Література

1. Зільberman А. (2024) *Як штучний інтелект впливає на освіту* [online]. URL : www.umj.com.ua/uk/publikatsia-241221-rozvitok-shtuchnogo-intelektu-v-suchasnij-meditsini.
2. Галич О. А., Аранчій В. І., Горб О. О., Світлична А. В., Писаренко В. В., Вакуленко Ю. В., Дудник В. В. (2023) *Технології доброчесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки* [online]. URL : https://cuesc.org.ua/images/informlist/Maket_advanced_training_PSAU.pdf.
3. Глибовець М. М., Олецький О. В. (2002) *Штучний інтелект*. К. : НаУКМА, 371 с.

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ДОСЯГНЕННЯ В РОЗРОБЛЕННІ Й ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДІВ І ПРАКТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Хоменко В. М., Чорнобай К. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: homka257@gmail.com

Trends and Achievements in the Development and Application of Artificial Intelligence Methods and Practical Tools

Artificial Intelligence (AI) is transforming various industries by providing comprehensive and detailed market insights, optimizing internal processes, and enabling data-driven decision-making. Integrating AI with existing information systems offers immense potential for business advancement. However, challenges such as technical integration and societal readiness persist. Addressing these issues through continuous research and development of AI methods and tools is crucial for the successful implementation of AI-driven decision support systems, ultimately enhancing business efficiency and competitiveness.

Штучний інтелект (ШІ) — одна з найперспективніших і найдинамічніше зростаючих технологій сучасності, що радикально змінює підходи до розв'язання традиційних задач у різних галузях. Особливо це помітно у бізнесі, де використання ШІ дозволяє компаніям отримувати всебічні та детальні дані про ринкові тенденції, аналізувати поведінку клієнтів, оптимізувати внутрішні процеси та приймати обґрунтованіші управлінські рішення.

Аналіз даних, на основі яких будується діяльність багатьох сучасних підприємств, стає ключовим фактором успіху. Інтеграція ШІ з існуючими інформаційними системами відкриває нові можливості для бізнесу. Проте, попри великий потенціал, в даній сфері існує небагато платформ, що ефективно поєднують ШІ з аналізом даних, і обмежена кількість наукових досліджень, присвячених цій темі. Отже, тема залишається відкритою для подальших досліджень і має значний потенціал для розвитку.

Для того, щоб об'єднати дослідження в трьох пов'язаних областях — штучний інтелект, аналіз даних і підтримка прийняття рішень — необхідно ретельно вивчити і проаналізувати наукові роботи, існуючі системи та платформи, що використовують ШІ. Це дозволить зрозуміти сучасний стан справ у цій сфері та визначити напрямки для подальшого вдосконалення.

Штучний інтелект створює нові можливості для підприємств у різних сферах, починаючи зі створення нових або змінених продуктів і послуг, та закінчуючи формуванням нових бізнес-стратегій. З розвитком технологій ШІ, бізнес-процеси стають все більш орієнтованими на дані, що дозволяє підприємствам більш точно розуміти потреби клієнтів та швидше реагувати на зміни ринку. Дослідники вважають, що в майбутньому управління бізнесом буде дедалі більше базуватися на об'єктивних даних, а не на інтуїції.

Проте, поряд із численними можливостями, впровадження ШІ стикається із серйозними викликами. Однією з основних проблем є технічні питання, пов'язані з інтеграцією ШІ у існуючі системи. Також значні проблеми виникають через непідготовленість суспільства до нових технологій. Наприклад, працівники часто виявляють опір впровадженню ШІ через занепокоєння щодо безпеки даних і конфіденційності, етичні проблеми, відсутність довіри до нових технологій та збільшення кількості непотрібних або переоцінених рішень.

Сфера застосування ШІ дуже широка, і однією з найбільш популярних її областей є автоматизація процесів, аналіз великих даних і підтримка прийняття рішень. ШІ може використовуватися для оптимізації операцій, покращення взаємодії з клієнтами, прогнозування попиту, персоналізації пропозицій, підвищення ефективності рекламних кампаній тощо. Важливо продовжувати дослідження і розробку методів та практичних інструментів ШІ, які забезпечать ефективне впровадження цієї технології у різні сфери діяльності.

Таким чином, задача проєктування системи підтримки прийняття рішень на основі ШІ є надзвичайно актуальною і важливою. Вона потребує глибокого дослідження, аналізу сучасних досягнень у цій галузі, розробки нових підходів і методів для забезпечення успішної реалізації таких систем. Успішне впровадження ШІ може кардинально змінити підходи до управління, зробивши їх більш ефективними та орієнтованими на дані, що, в свою чергу, сприятиме розвитку бізнесу і підвищенню його конкурентоспроможності. Такі системи здатні значно підвищити ефективність та точність ухвалення рішень у різних галузях, від бізнесу та промисловості до охорони здоров'я і державного управління. Вони забезпечують аналіз великих обсягів даних, виявлення прихованих закономірностей і прогнозування результатів на основі наявної інформації. ШІ може надавати керівникам та спеціалістам цінні інсайти, що сприяють ухваленню обґрунтованих рішень в умовах невизначеності і складності. Зокрема, такі системи можуть автоматизувати рутинні завдання, знижуючи навантаження на персонал і звільняючи час для вирішення складніших та творчих задач.

Важливість проєктування таких систем зумовлена їх здатністю адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі та швидко реагувати на нові виклики і можливості. Впровадження і розвиток систем підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту стає ключовим фактором успіху і конкурентоспроможності організацій у різних сферах діяльності.

Література

1. Самко М. (2024) *Зміна бізнес-процесів у 2024 році під впливом штучного інтелекту* [online]. <https://lemon.school/blog/zmina-biznes-proczesiv-u-tsomu-roczi-pid-vplyvom-shtuchnogo-intelektu>
2. Білан М. (2023) *Як бізнес може використовувати штучний інтелект* [online]. <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/8/699875/>

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ГАЛУЗІ СМІТТЄСОРТУВАННЯ

Чубатюк О. А, Гладка М. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: chubatiukoa@gmail.com

Application of Artificial Intelligence Technologies in Waste Sorting

Artificial Intelligence is a promising technology that will be able to affect many areas of life in the future, including new opportunities for business, and in particular for waste management. AI-driven waste sorting is a new industry that, while promising huge benefits for companies, is just beginning to be explored.

Сучасні екологічні виклики потребують інноваційних підходів до управління відходами. Одним з найперспективніших рішень є застосування штучного інтелекту (ШІ) у сміттєсортуванні. Ця технологія дозволяє значно підвищити ефективність процесів, знизити витрати та покращити якість сортування відходів.

Основні переваги застосування ШІ у сміттєсортуванні наступні.

1. Підвищення ефективності. Використання ШІ дозволяє автоматизувати процес сортування відходів, знижуючи потребу у людському втручанні. Системи на основі ШІ можуть працювати безперервно, забезпечуючи високу продуктивність.

2. Точність та якість сортування. Завдяки машинному навчанню та комп'ютерному зору, системи на основі ШІ можуть точно ідентифікувати різні типи відходів, включаючи пластик, метал, папір та органіку.

3. Зниження витрат. Автоматизація процесу сортування зменшує потребу у ручній праці, що дозволяє значно знизити витрати на персонал та підвищити загальну економічну ефективність.

4. Екологічні переваги. ШІ сприяє зниженню кількості відходів, що потрапляють на полігони, покращуючи екологічну ситуацію та сприяючи більш раціональному використанню ресурсів[1].

Основні напрями застосування ШІ у сміттєсортуванні включають такі.

1. Автоматизовані системи сортування ШІ використовується для автоматизації процесів сортування сміття завдяки технологіям комп'ютерного зору та машинного навчання. Ці системи можуть ідентифікувати та класифікувати різні типи відходів, як-от пластик, метал, скло та папір, на основі їх візуальних і хімічних властивостей. Це дозволяє значно знизити необхідність ручного сортування та підвищити точність і швидкість процесу [5][6].

2. Розумні контейнери для сміття Розумні контейнери, оснащені сенсорами, збирають дані про заповнюваність, склад та обсяги відходів у реальному часі. Ці дані надходять до централізованих систем управління, де ШІ

аналізує інформацію для оптимізації маршрутів збору сміття та прогнозування майбутніх обсягів відходів [6].

3. Предиктивна аналітика Використання машинного навчання дозволяє передбачати патерни генерації відходів та заповнюваність смітєвих баків. Це допомагає планувати більш ефективні графіки збору сміття, мінімізуючи витрати на транспорт та знижуючи викиди парникових газів. Застосування таких методів може зменшити витрати на логістику до 36.8% та зекономити до 28.22% часу [5][6].

Приклади використання ІІІ у сміттесортуванні:

- Системи на основі комп'ютерного зору, що використовується для аналізу і класифікації відходів. Камери високої роздільної здатності знімають потік сміття на конвеєрі, а алгоритми ІІІ аналізують зображення, визначаючи тип матеріалу [2]. Ці дані використовують для автоматичного розподілу відходів у відповідні контейнери.
- Роботизовані сортувальні системи. Роботизовані маніпулятори, обладнані сенсорами та ІІІ, здатні захоплювати та переміщувати відходи. Вони використовують алгоритми машинного навчання для ідентифікації та сортування предметів, що значно підвищує ефективність та точність процесу [2].
- Інтелектуальні контейнери, оснащені сенсорами, які збирають дані про тип і кількість відходів. Ці дані обробляються ІІІ для оптимізації процесів збирання та транспортування сміття, що дозволяє зменшити витрати на логістику [3].

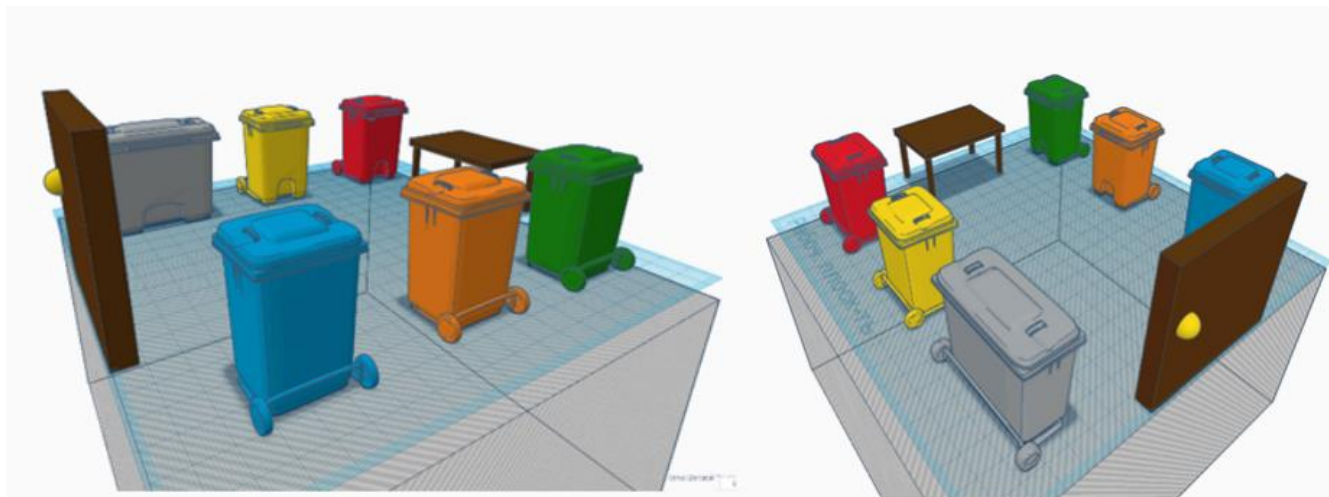


Рис. 1. Моделювання кімнати для збирання сміття

Незважаючи на значні переваги, застосування ІІІ у сміттесортуванні має певні виклики. Одним з головних є висока вартість впровадження та обслуговування таких систем. Крім того, існує потреба у постійному вдосконаленні алгоритмів, щоб забезпечити їхню точність та ефективність.

Однак перспективи застосування ІІІ у цій сфері дуже обнадійливі. Розвиток технологій машинного навчання та зростання потужностей обчислювальних систем створюють нові можливості для покращення процесів

сортування та управління відходами[4]. Основні переваги та виклики з якими можна зіштовхнутися під час використання штучного інтелекту у сміттесортуванні наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Переваги та недоліки застосування ШІ у сміттесортуванні

Переваги	Недоліки
Підвищення ефективності	Висока вартість впровадження
Точність та якість сортування	Потреба у постійному вдосконаленні алгоритмів
Зниження витрат на ручну працю	Технічні складнощі інтеграції з існуючими системами
Зменшення кількості відходів на полігонах	Обмежена доступність технологій у деяких регіонах
Оптимізація процесів збирання та транспортування	Залежність від якості даних та сенсорів

Штучний інтелект має значний потенціал для покращення процесів сміттесортування. Він дозволяє підвищити ефективність, точність та знизити витрати, сприяючи більш раціональному використанню ресурсів та зниженню екологічного навантаження. Незважаючи на певні виклики, інновації у цій сфері продовжують розвиватися, відкриваючи нові можливості для сталого розвитку. Застосування ШІ у сміттесортуванні є важливим кроком до сталого розвитку, забезпечуючи більш ефективне управління відходами та захист навколишнього середовища.

Література

1. Chen, X., & Zhang, Y. (2023). Applications of Artificial Intelligence in Waste Management: A Review. *Waste Management & Research*, 41(4), 521-535.
2. Kumar, S., & Sharma, P. (2022). Smart Waste Management Systems Using Machine Learning and Computer Vision. *Journal of Environmental Management*, 305, 114-125.
3. National Renewable Energy Laboratory. (2023). *Robotic Waste Sorting Technologies*.
4. World Economic Forum. (2023). *The Future of Waste Management: How AI is Transforming the Industry*.
5. SDGS (2023) *AI application for solid waste sorting in Global South* [online]. URL : <https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-05>
6. Gandhimathinathan A. (2023) *Particle Swarm Optimization for AI Based Predictive Waste Management: Revolutionizing Sustainability and Efficiency*. [online]. URL : <https://smartcities.ieee.org/newsletter/september-2023>
7. Cleanrobotics (2023) *How AI is Revolutionizing Waste Management* [online]. URL : <https://cleanrobotics.com/how-ai-is-revolutionizing-waste-management/>
8. Plunkett W. J. (2023) *The Waste Managers* 16(2), 223-225, 16(3), 230-235.

МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Шидловський А. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: shydlovsky2002@gmail.com

Capabilities of Artificial Intelligence for Image Creation

Artificial Intelligence (AI) is transforming image creation through technologies like Generative Adversarial Networks (GANs), Autoencoders, and Style Transfer, enabling new artistic possibilities and efficiencies in various fields. Popular tools such as DeepArt.io, RunwayML, and DALL-E facilitate AI integration in creative projects. Despite ethical and technical challenges, AI offers significant potential for innovation and creativity in visual content production.

Штучний інтелект (ШІ) стрімко розвивається та стає невід'ємною частиною багатьох сфер діяльності, включаючи створення зображень. Застосування ШІ у цій галузі відкриває нові можливості для художників, дизайнерів, маркетологів та багатьох інших професій. У цій доповіді ми розглянемо основні технології, інструменти та приклади використання ШІ для створення зображень.

1. Генеративні змагальні мережі (Generative Adversarial Networks, GANs) є однією з найпотужніших технологій для створення зображень за допомогою ШІ. Вони складаються з двох нейронних мереж – генератора та дискримінатора, які змагаються між собою.

Генератор створює нові зображення, а дискримінатор оцінює їхню автентичність, порівнюючи зі справжніми зображеннями. З часом генератор навчається створювати все більш реалістичні зображення.

2. Автокодувальники (Autoencoders) використовуються для зменшення розмірності даних та виявлення прихованих закономірностей. Вони складаються з двох частин – енкодера, який перетворює зображення у зменшений формат, та декодера, який відновлює зображення з цього формату. В процесі навчання автокодувальники можуть генерувати нові зображення, схожі на ті, що використовувались для навчання.

3. Перенесення стилю (Style Transfer). Ця технологія дозволяє застосовувати стиль одного зображення до іншого. Наприклад, можна перенести стиль картини відомого художника на фотографію. Це досягається за допомогою нейронних мереж, які навчаються виділяти та відтворювати характерні особливості стилю.

Розглянемо інструменти для створення зображень за допомогою ШІ.

1. RunwayML — це платформа для творчих проєктів, яка надає доступ до різноманітних моделей ШІ, включаючи ті, що використовуються для створення

зображень. Вона дозволяє користувачам легко інтегрувати моделі ШІ у свої проєкти без необхідності глибоких знань у програмуванні.

2. DALL-E 2 – Розробник: OpenAI. Особливості: Генерація високоякісних зображень на основі текстових описів, здатність створювати оригінальні художні роботи та редагувати існуючі зображення.

3. Stable Diffusion – Розробник: Stability AI. Особливості: Можливість генерувати зображення високої якості з текстових описів, відкритий код та доступність для інтеграції в різні проєкти.

Приклади використання ШІ для створення зображень є наступними.

1. Мистецтво та дизайн. Художники використовують ШІ для створення нових форм мистецтва, які раніше були неможливими.

ШІ допомагає їм експериментувати зі стилями та техніками, створюючи унікальні твори, що поєднують творчість людини та машини.

2. Маркетинг та реклама. У маркетингу ШІ допомагає створювати привабливі візуальні матеріали, адаптовані до потреб цільової аудиторії. Наприклад, можна автоматично генерувати зображення продуктів у різних контекстах, що дозволяє значно скоротити час та витрати на створення рекламних матеріалів.

3. Геймінг та розваги. У геймінговій індустрії ШІ використовується для створення персонажів, середовищ та інших елементів ігор. Це дозволяє розробникам створювати більш реалістичні та різноманітні ігрові світи.

4. Технічні обмеження. Незважаючи на значний прогрес, технології ШІ ще мають певні обмеження.

Наприклад, генеративні моделі можуть створювати зображення з артефактами або невідповідностями. Однак постійний розвиток алгоритмів та збільшення обчислювальних потужностей поступово вирішують ці проблеми.

Як висновок, штучний інтелект відкриває нові можливості для створення зображень, змінюючи способи роботи художників, дизайнерів та інших професіоналів.

Впровадження ШІ у цю сферу дозволяє автоматизувати рутинні задачі, експериментувати зі стилями та техніками, створювати унікальні та привабливі візуальні матеріали. Попри певні виклики, розвиток технологій ШІ обіцяє значні перспективи та нові горизонти для творчості та інновацій.

Література

1. Гуділін А. І., Іванов М. В. *Генеративні змагальні мережі: теорія та застосування*. К. : Наукова думка, 2020. 256 с.
2. Петров В. П., Дмитрієва О. С. *Технології штучного інтелекту у сучасному дизайні*. Х. : Видавництво ХНУРЕ, 2021. 189 с.
3. Савченко О. М. *Використання нейронних мереж у створенні зображень*. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія: Комп'ютерні науки. 2022, № 4, с. 45–59.

НОВІТНІ АПАРАТНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Юхта М. А.

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
Київ, Україна*

E-mail: BezNika2012@gmail.com

The Latest Hardware and Software of Intellectual Technologies

Intelligent technologies in today's world have become an integral part of many aspects of life, including industry, medicine, education, entertainment and many other fields. These technologies have the potential to significantly increase the efficiency and quality of various processes, creating new opportunities for development.

Інтелектуальні технології в сучасному світі стали невід'ємною частиною багатьох аспектів життя, включаючи промисловість, медицину, освіту, розваги та багато інших галузей. Ці технології мають потенціал значно підвищити ефективність і якість різних процесів, створюючи нові можливості для розвитку. Проте їх впровадження г не завжди відбувається ефективно.

Однією з проблем є нестача продуктивних апаратних рішень для підтримки розширеного використання інтелектуальних програм. Багато сучасних пристроїв не мають достатньої обчислювальної потужності для роботи з великими обсягами даних, необхідних для машинного навчання та штучного інтелекту. Іншою проблемою є складність інтеграції програмних рішень у різні середовища та їхній вплив на користувачів, включаючи питання приватності та етики. Крім того, важливою проблемою є забезпечення сумісності різних систем та стандартів, що дозволить забезпечити безперебійну роботу інтелектуальних технологій.

У цьому дослідженні буде застосовано комбінацію кількох методів. Спершу буде проведено аналіз джерел для з'ясування поточного стану досліджуваної проблеми та наявних підходів до її розв'язання. Він включатиме огляд наукових статей, технічних звітів та інших джерел, що дозволить сформулювати загальну картину розвитку інтелектуальних технологій.

Після цього буде проведено порівняльний аналіз різних апаратних і програмних рішень для інтелектуальних технологій, що дозволить виявити найефективніші підходи та визначити їхні переваги та недоліки. Зокрема буде проаналізовано різні платформи для машинного навчання, системи обробки великих даних та апаратні засоби для прискорення обчислень. Нарешті, буде здійснено спостереження за впливом технологій на користувачів у реальних умовах, щоб зрозуміти їхню ефективність та можливі проблеми. Для цього буде проведено серію експериментів та опитувань серед користувачів різних

категорій, включаючи кінцевих користувачів, розробників та представників бізнесу.

Результати дослідження дозволять отримати уявлення про сучасні тенденції в розвитку апаратних та програмних засобів інтелектуальних технологій. Зокрема, буде проаналізовано, які технології є найбільш перспективними для різних галузей, та як вони можуть бути інтегровані в існуючі системи.

Вони також допоможуть з'ясувати, як ці технології впливають на різні сфери життя, включаючи їхні переваги та обмеження. Наприклад, у сфері медицини буде розглянуто використання інтелектуальних систем для діагностики та лікування захворювань, у промисловості — автоматизацію виробничих процесів, а в освіті — адаптивні навчальні системи. Також буде оцінено вплив інтелектуальних технологій на продуктивність праці, якість обслуговування та інноваційний потенціал різних секторів.

На основі отриманих результатів можна буде обговорити ключові аспекти впровадження інтелектуальних технологій. Одним із таких аспектів є необхідність створення більш потужних і водночас енергоефективних апаратних засобів, які зможуть підтримувати складні алгоритми штучного інтелекту. Це включає розробку спеціалізованих процесорів, графічних чіпів та інших апаратних компонентів, оптимізованих для обробки великих обсягів даних та складних обчислень.

Також буде розглянуто питання розробки програмного забезпечення, яке легко інтегрується з існуючими системами і враховує етичні та приватні аспекти використання даних. Особлива увага приділятиметься аналізу соціально-економічних наслідків впровадження інтелектуальних технологій, а також розробці рекомендацій щодо оптимізації цих процесів. Наприклад, буде розглянуто, як використання інтелектуальних систем може змінити структуру ринку праці, які нові професії можуть з'явитися, та які навички будуть потрібні в майбутньому.

На основі отриманих результатів буде сформульовано висновки щодо поточного стану розвитку інтелектуальних технологій та їхніх можливостей. Зокрема, буде підкреслено важливість інвестування в дослідження та розробку нових апаратних і програмних рішень, які можуть значно підвищити ефективність використання інтелектуальних технологій. Також будуть розглянуті перспективи подальшого розвитку цих технологій, а також можливі шляхи вирішення існуючих проблем. Це включатиме рекомендації щодо вдосконалення інфраструктури, навчання фахівців, а також розвитку нормативно-правової бази, яка сприятиме безпечному та ефективному використанню інтелектуальних технологій.

Особливої уваги буде приділено розгляду можливостей міжнародної співпраці у цій сфері, що дозволить об'єднати зусилля різних країн для досягнення спільних цілей. Інтелектуальні технології мають величезний потенціал для покращення життя людей та розвитку суспільства, тому важливо забезпечити їх ефективне та етичне впровадження у всіх галузях.

СУЧАСНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УКРАЇНІ І СВІТІ

Юхта М. А.

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,

Київ, Україна

E-mail: BezNika2012@gmail.com

Modern Intellectual Technologies in Ukraine and the World

In connection with the rapid development of information technologies and artificial intelligence in the modern world, the research of intelligent technologies becomes an important task for various fields of activity. These technologies open up new opportunities for increasing efficiency and competitiveness in all sectors of the economy.

У зв'язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій та штучного інтелекту в сучасному світі, дослідження інтелектуальних технологій стає важливим завданням для різних сфер діяльності. Ці технології відкривають нові можливості для підвищення ефективності та конкурентоспроможності в усіх галузях економіки.

Україна як частина глобального співтовариства також відчуває необхідність у використанні цих технологій для підвищення конкурентоспроможності та розвитку економіки.

Метою цього дослідження є аналіз сучасних інтелектуальних технологій як в Україні, так і в світі. Основним завданням є вивчення та порівняння використання таких технологій у різних країнах, а також оцінка їхнього впливу на розвиток суспільства, економіки, науки та інших сфер. Особлива увага приділяється вивченню технологій штучного інтелекту (ШІ), машинного навчання (ML), великих даних (Big Data) та Інтернету речей (IoT).

Під час дослідження використовується комплексний підхід, що включає аналіз наукових публікацій, статистичних даних, а також практичних кейсів використання інтелектуальних технологій у різних галузях. Також проводяться інтерв'ю з експертами та практиками, які займаються впровадженням таких технологій.

Під час дослідження аналізуються сучасні інтелектуальні технології, їх застосування та вплив на суспільство і економіку. Вивчаються найкращі практики у використанні цих технологій з метою впровадження в українські умови. Також проводиться порівняльний аналіз інтелектуальних технологій в Україні та світі з метою виявлення переваг і недоліків, а також ідентифікації можливостей для подальшого розвитку та вдосконалення.

Дослідження показує, що країни з високим рівнем впровадження інтелектуальних технологій демонструють швидкий економічний розвиток, підвищення рівня життя населення та інноваційний потенціал.

Особливо актуальним є впровадження інтелектуальних технологій у таких сферах, як охорона здоров'я, де ШІ може допомогти в діагностиці захворювань і персоналізованому лікуванні; освіта, де нові технології сприяють розвитку індивідуальних навчальних програм; фінанси, де автоматизація та аналіз великих даних допомагають у прийнятті рішень та управлінні ризиками. В Україні вже є приклади успішного впровадження таких технологій, наприклад, в агропромисловому комплексі та енергетиці.

Результати дослідження свідчать про значний потенціал сучасних інтелектуальних технологій як в Україні, так і в світі. Застосування таких технологій вже сьогодні виявляє значний вплив на економіку, науку, медицину та інші галузі. Україна вже використовує певні інтелектуальні технології, але існує великий потенціал для подальшого розвитку та удосконалення. Враховуючи швидкий темп розвитку технологій, майбутні перспективи використання інтелектуальних технологій в Україні та світі є обіцяючими.

Продовження досліджень і впровадження нових рішень на основі штучного інтелекту, машинного навчання та інших технологій може сприяти підвищенню конкурентоспроможності країни та поліпшенню якості життя громадян. Залучення громадськості, бізнесу та влади до співпраці у цій сфері може сприяти зростанню інновацій та розвитку сучасного суспільства на засадах цифрової економіки.

Важливо, щоб Україна активно брала участь у міжнародних проєктах і ініціативах, спрямованих на розвиток інтелектуальних технологій, а також підтримувала власні дослідницькі програми та стартапи, що працюють у цій галузі.

Для досягнення максимальних результатів необхідно розробити національну стратегію розвитку інтелектуальних технологій, що включатиме підтримку наукових досліджень, розвиток інфраструктури та стимулювання співпраці між академічною спільнотою, бізнесом та державою.

Також важливо інвестувати в освіту та підготовку фахівців у цій сфері, щоб забезпечити достатню кількість кваліфікованих кадрів для реалізації технологічних інновацій.

Література

1. Smith J. (2020) The Impact of Artificial Intelligence on Society: Benefits and Challenges, *Journal of AI Research*, 15(3), 245–260.
2. Ткаленко О. М., Макаренко А. О. Полоневич О. В. (2019) Інтелектуальні технології та системи штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень, *Телекомунікаційні та інформаційні технології*, 2(63), 53–59.
3. Jones A., Wang L. (2019) Global Trends in Artificial Intelligence Development and Its Impact on Economic Growth., *International Journal of Economic Perspectives*, 13(2), 120–135.
4. Brown C., Lee K. (2022). Artificial Intelligence: A Review of Recent Advances and Future Perspectives, *Annual Review of Computer Science*, 8, 87–104.

ДИПФЕЙКИ: ЗАГРОЗИ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ

Яненко С. Л.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: sofiaanenکو@gmail.com

Deepfakes: Threats and Countermeasures

This investigation explores into the serious contemporary threat posed by deepfakes. It examines their origins, potential consequences, and ways to counter them. By reviewing scientific literature and online sources, this study uncovers how artificial intelligence manipulates media files to deceive viewers. These sophisticated forgeries risk eroding trust in media, disrupting political processes, and facilitating financial fraud. Effective countermeasures, like improving media literacy, implementing legislative measures, and developing software tools, are crucial to combat this global issue.

Дипфейки — це відео, аудіо або інші медіафайли, які були перероблені за допомогою штучного інтелекту, щоб вони виглядали або звучали як реальні. На перший погляд може здатися, що це безпечна розважальна технологія, але наслідки таких маніпуляцій можуть бути серйозними. Ці файли можуть використовуватися для створення фейкових новин, маніпулювання громадською думкою, шантажу та інших злочинів. Відстеження та передбачення впливу цієї технології є широким і складним. Вона має великий потенціал як негативного, так і позитивного впливу на суспільство.

Розглянемо приклади негативних наслідків впливу дипфейків.

1. Відсутність довіри до медіа. Дипфейки можуть посіяти сумнів у правдивості будь-якої інформації, що може призвести до широкого поширення дезінформації.

2. Вплив на політичні процеси. Можливо також використовувати дипфейки, щоб підірвати довіру до політичних кандидатів або поширити пропаганду, змінюючи думку громадськості.

3. Фінансове шахрайство. Дипфейки можуть використовуватися для маніпулювання фінансовими ринками через вимагання або створення фейкових новин, що впливають на економічні рішення.

4. Крадіжка особистості та шантаж. Найбільш поширене використання дипфейків — це створення компрометуючих матеріалів або імітація особистості для шантажу або крадіжки особистих даних.

Технологія дипфейків увесь час розвивається, тому боротьба з ними повинна бути постійним процесом. Щоб захистити суспільство від негативних наслідків цієї технології, потрібні комплексні заходи. Ось деякі з них.

1. Підвищення медіаграмотності. Освітні програми повинні навчати людей, як визначати і реагувати на фейки в інформаційному просторі.

2. Законодавчі заходи. Необхідно розробити законодавство, яке регулюватиме використання та поширення глибоких фейків, а також

передбачатиме відповідальність за їх створення та поширення. Наприклад, у США закон «Protect Elections from Deceptive AI Act» має на меті обмежити використання ШІ щоб запобігти створенню оманливого контенту, пов'язаного з виборами [1].

3. Залучення громадськості. Громадські ініціативи, такі як перевірка фактів та активна участь у медійних обговореннях, можуть допомогти виявляти та розкривати підробку.

4. Міжнародне співробітництво. Дипфейки — це глобальна проблема, і боротьба з ними потребує міжнародного співробітництва. Країни повинні спільно розробляти стандарти та стратегії для протидії дипфейкам, обмінюватися інформацією та найкращими практиками. Наприклад, Акт ЄС про цифрові послуги зобов'язує великі інтернет-платформи здійснювати модерацію онлайн-контенту та зменшувати ризики для виборчих процесів [1].

5. Підтримка досліджень. Фінансування наукових досліджень у галузі виявлення та протидії дипфейкам допоможе розробити більш ефективні методи захисту.

Технології для протидії дипфейкам:

- *Аналіз обличчя і рухів.* Інструменти ШІ аналізують аномалії у виразах обличчя або рухах, що можуть вказувати на підробку.
- *Аналіз аудіо.* Технології аналізують голос на предмет наявності артефактів, створених під час синтезу.
- *Цифрові водяні знаки.* Вбудовування непомітних міток у медіафайли, які сигналізують про модифікацію [2].
- *Перевірка метаданих.* Використання криптографічно захищених метаданих для підтвердження автентичності файлів. Відсутність або зміна метаданих може вказувати на підробку.
- *Блокчейн.* Збереження оригінальних медіафайлів та їх метаданих у блокчейні для унеможливлення їх зміни без слідів [3].

Дипфейки — складна проблема, проте спільна дія різних суб'єктів суспільства може допомогти ефективно протистояти цій загрозі. Шлях до успішної боротьби з ними лежить у співпраці між урядом, приватним сектором, громадськістю та активному застосуванні сучасних технологій та методів.

Література

1. IBM Newsroom (2024) *Here's What Policymakers Can Do About Deepfakes, Right Now* [online]. URL : <https://newsroom.ibm.com/Blog-Heres-What-Policymakers-Can-Do-About-Deepfakes> .
2. U.S. GAO (2021) *Science & Tech Spotlight: Combating Deepfakes* [online]. URL : <https://www.gao.gov/products/gao-24-107292>.
3. TechCrunch (2024) *Blockchain tech could be the answer to uncovering deepfakes and validating content* [online]. URL : <https://techcrunch.com/podcast/blockchain-tech-could-be-the-answer-to-uncovering-deepfakes-and-validating-content>.

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ДОСЯГНЕННЯ В РОЗРОБЛЕННІ Й ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДІВ І ПРАКТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Яценко Т. Ю.

Фармацевтична компанія «Дарниця», Київ, Україна

E-mail: 6xpire@gmail.com

Trends and Achievements in the Development and Application of Artificial Intelligence Methods and Practical Tools

The speed of dissemination and updating of language models indicates that artificial intelligence as a tool is necessary for people, society, and business, and therefore its capabilities will only grow. The use of AI in business already opens up many opportunities, and large companies are competing with each other and integrating language models into their products, and this is just the beginning.

Штучний інтелект (ШІ) — це технологія або сукупність технологій, які дозволяють комп'ютеризованим системам виконувати завдання, поводячись як людина, а також вирішувати задачі, що потребують розумових здібностей. З точки зору бізнесу використання ШІ дуже вигідне: можна прискорити або повністю автоматизувати процеси, використовувати його для аналізу великих масивів даних, прогнозувати події на основі історичних даних. Швидкий розвиток мовних моделей, які вже допомагають виконувати такі завдання, як аналіз резюме кандидатів на відповідність вакансії при працевлаштуванні або аналіз великих обсягів документації, свідчить про те, що їх використання буде тільки зростати.

Генеративний ШІ особливо корисний для трьох галузей: програмування — забезпечення відповідності кожного процесу суворим вимогам до точності; навчання — використання моделей GPT для тримання співробітників в курсі останніх тенденцій та практик необхідної галузі; охорона здоров'я — допомога в адміністративних завданнях і навчанні пацієнтів, а також вдосконалення та нові можливості у фармацевтичних дослідженнях.

Із огляду на можливу нестачу кваліфікованого персоналу, погану якість освіти, недовіру пацієнтів до лікарів, ускладнення лікування через постійне і безупинне збільшення необхідних знань та інших супутніх факторів, до яких призводить війна, генеративний ШІ може бути особливо корисним охороні здоров'я. За даними BCG Global та McKinsey & Company, прогнозується, що найбільший зріст генеративного ШІ буде в галузі охорони здоров'я і зростатиме швидше, ніж в будь-якому іншому напрямі, з середньорічним темпом приросту 85% до 2027 року. Є декілька напрямів, які можуть бути перспективними та про які потрібно згадати.

Першим із перспективних напрямків буде використання генеративних платформ штучного інтелекту, призначених для спрощення та прискорення тренування моделей ШІ та їх застосування для розробки і відкриття ліків.

Відкриття ліків — це складний процес, який вимагає багато досліджень, вимірювань та точності. Використання ШІ дозволить спростити його, збільшити точність прогнозування ефективності та безпеки ліків, а отже, покращити якість майбутніх препаратів, а також зменшити витрати, автоматизувавши різні процеси відкриття ліків.

Другим перспективним напрямом буде персоналізоване створення ліків. Кожна людина має свої особливості, геномні дані, дані історії хвороб та інші біомаркери, які допоможуть прогнозувати лікування і вчасно його коригувати. Оптимізація дозування дозволить визначати необхідну кількість діючої речовини того чи іншого препарату для кожного пацієнта, що підвищить ефективність лікування і зменшить ризик передозування або звикання. Це підвищить лояльність клієнта до бізнесу, який буде мати цю технологію, бо пацієнт буде отримувати лікування, яке є більш ефективним та менш обтяжливим. Окрім цього, це буде економічно ефективним, оскільки персоналізовані підходи можуть знизити витрати на охорону здоров'я, скоротивши кількість невдалих лікувань і необхідність інших або додаткових медичних втручань.

Третім напрямом є "другий пілот" для лікаря та пацієнта. Для успіху цього підходу потрібно врахувати декілька моментів: історичні дані про всі відомі хвороби та протоколи лікування, дані про перебіг хвороб при різних протоколах лікування та використанні різних препаратів, а також персональні дані пацієнта і навіть історії пошуку в інтернеті. Існує дослідження компанії Microsoft, яке показало, що пошукові запити можуть використовуватись для раннього виявлення серйозних захворювань, таких як рак підшлункової залози. Використання навчених мовних моделей допоможе швидше, ефективніше та точніше обробляти всі дані і виявляти патерни пошуків, що вказують на симптоми захворювання. За цих умов можливо створити персонального асистента лікаря, який зможе надавати допомогу при лікуванні в складних чи заплутаних випадках і точніше призначати необхідне дозування препаратів.

Генеративний штучний інтелект в охороні здоров'я нагадує історичне впровадження електроенергії, де початкове впровадження було повільним і вимагало повної перебудови існуючих систем і процесів. Однак, як тільки були подолані початкові труднощі, потенціал для трансформаційних змін став очевидним.

Література

1. Microsoft Blogs (2024) *How Web Search Data Might Help Diagnose Serious Illness Earlier* [online] URL: <https://blogs.microsoft.com/ai/how-web-search-data-might-help-diagnose-serious-illness-earlier/>
2. McKinsey (2024) *Tackling Healthcare's Biggest Burdens With Generative AI* [online]. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/tackling-healthcares-biggest-burdens-with-generative-ai>
3. BCG (2024) *Medtech's Generative AI Opportunity* [online] URL: <https://www.bcg.com/publications/2023/generative-ai-in-medtech>

2

СЕКЦІЯ

***ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ
АНАЛІЗ ДАНИХ***

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ JAVASCRIPT

Білодід Д. В.

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
Київ, Україна*

E-mail: danielbeloded@gmail.com

Data Mining Using JavaScript Programming Language

The use of JavaScript for intelligent data analysis is becoming increasingly popular in the programming world. Although JavaScript is primarily known for its role in web development, it has recently been adopted for data processing and machine learning tasks as well. This shift demonstrates the language's expanding capabilities and its new applications in the realm of data analytics.

Інтелектуальний аналіз даних (ІАД) за допомогою мови JavaScript (JS) є актуальною та цікавою галуззю розвитку програмування. JS — широко вживана веб-технологія, та в останні роки також знаходить своє застосування у сферах аналізу даних та машинного навчання. У цьому контексті JS надає можливості для обробки великих обсягів даних, розробки алгоритмів машинного навчання та створення веб-інтерфейсів для їх візуалізації.

Метою дослідження є аналіз можливостей JS у сфері ІАД та виявлення її переваг порівняно з іншими мовами програмування. Дослідження буде зосереджене на огляді технологій та бібліотек, які дозволяють здійснювати аналіз даних та розробляти моделі машинного навчання на базі JS.

У дослідженні використовуватимуться такі методи: огляд літератури та онлайн-ресурсів (аналіз наукових статей, блогів, документації та прикладів використання JS для ІАД); емпіричний аналіз (практичне застосування бібліотек та фреймворків JS для вирішення типових задач ІАД); порівняльний аналіз (порівняння JS з іншими мовами програмування (Python, R) у контексті їх використання для ІАД).

TensorFlow.js є портованою веб-версією відомого фреймворку машинного навчання TensorFlow. Вона надає зручний інтерфейс розробки та навчання нейромереж прямо у браузері. Основні переваги:

- **Портативність:** можливість запуску моделей на різних платформах без необхідності в установці спеціалізованого ПЗ.
- **Інтерактивність:** розроблення та тестування моделей можуть відбуватися у реальному часі прямо у браузері.
- **Використання існуючих моделей:** можливість використання попередньо натренованих моделей та їх подальше донавчання.

Brain.js — це бібліотека для реалізації штучних нейронних мереж у JS. Вона дозволяє створювати різноманітні моделі нейронних мереж для

вирішення різноманітних завдань, включаючи класифікацію, прогнозування та кластеризацію даних. Особливості Brain.js:

- **Простота використання:** зрозумілий синтаксис та гарна документація.
- **Гнучкість:** можливість налаштування архітектури нейронної мережі відповідно до специфічних потреб.
- **Підтримка різних типів мереж:** як для задач класифікації, так і для задач регресії та генерації.

Data-Forge — це бібліотека для маніпулювання та аналізу даних у JS. Вона надає потужні засоби для роботи з даними, включаючи їх обробку, фільтрацію, групування та агрегацію. Основні можливості Data-Forge:

- **Маніпуляція даними:** різноманітні операції над даними, включаючи трансформації, фільтрацію та об'єднання.
- **Аналіз даних:** засоби для проведення статистичного аналізу та візуалізації даних.
- **Інтеграція з іншими інструментами:** можливість експорту даних у різні формати та інтеграції з іншими бібліотеками для побудови моделей.

Інші інструменти та бібліотеки:

- **D3.js:** потужна бібліотека для візуалізації даних, яка дозволяє створювати інтерактивні графіки та діаграми.
- **Chart.js:** ще одна популярна бібліотека для побудови графіків та діаграм, яка проста у використанні та налаштуванні.
- **Synaptic:** бібліотека для створення нейронних мереж, яка підтримує різноманітні архітектури та дозволяє налаштовувати мережі під конкретні задачі.

JS набуває все більшого значення у сфері ІАД завдяки своїм потужним інструментам та зручному використанню. З розвитком технологій веб-розробки та появою нових фреймворків та бібліотек JS, його роль у цій галузі буде лише зростати. Можливо, у майбутньому JS стане ще більш популярним інструментом для розробки систем ІАД.

JS має низку переваг: портативність, інтерактивність і широка підтримка спільноти. Проте є також і певні обмеження: продуктивність у порівнянні з мовами, спеціально розробленими для аналітики (наприклад, Python або R). Втім, постійний розвиток інструментів та бібліотек для JS дозволяє сподіватися на подальше розширення його можливостей у сфері ІАД.

Таким чином, JS є перспективним інструментом для ІАД, який дозволяє ефективно вирішувати широкий спектр задач, пов'язаних з обробкою та аналізом даних, а також розробкою моделей машинного навчання.

Література

1. Kereki F. (2017) *Mastering JavaScript Functional Programming*. Packt Publishing, 386 p.

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНАЛІЗІ ВЕЛИКИХ ДАНИХ

Бойко І. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: melorianjob@gmail.com

The Role of Artificial Intelligence in the Analysis of Big Data

The rise of great data is fueled by the advancement of artificial intelligence, digital marketing, 5G development and advances in cybersecurity. Data is an important factor in the success of any organization. Without a doubt, businesses are putting a lot of faith in big data.

Використання великих даних сприяє просуванню штучного інтелекту, цифрового маркетингу, розвитку 5G та підвищенню кібербезпеки.

Дані — важливий фактор успіху будь-якої організації. Без сумніву, бізнес покладає значні надії на big data. Щодня організації акумулюють величезний обсяг даних, у яких може лежати ключ до їхнього успіху. Інноваційні технології вже інтегровані в процеси багатьох з них, і темпи цифрової трансформації лише пришвидшуються. Портал Analytics Insights розповідає про роль великих даних у цьому процесі.

Поєднання штучного інтелекту (ШІ) з аналітикою даних допомагає отримати глибинні інсайти, необхідні для цифрової трансформації. Чимало ІТ-організацій використовують великі дані, щоб згенерувати ідеї для вдосконалення своєї діяльності. Крім того, вони можуть проаналізувати вимоги та уподобання своїх клієнтів.

Використання ШІ вже дозволяє переосмислити бізнес-моделі, а отримані дані можуть стати в пригоді для пошуку цікавих інсайтів про діяльність організацій. Такі технології також допомагають у масштабуванні організаційної інфраструктури, виявляючи наявні прогалини, які слід заповнити.

Багато процесів, які раніше вимагали ручного втручання, тепер автоматизовані завдяки аналізу великих даних. Таким чином організації можуть зосередитися на завданнях, які дійсно вимагають людської експертизи. Це ще одна перевага великих даних у цифровій трансформації — фокус організацій узгоджується з даними, які генеруються.

Крім того, цифрова трансформація полегшує збереження клієнтських даних. За допомогою штучного інтелекту можна легко отримати інформацію про споживачів чи продукти. У таких сферах як банківська справа, охорона здоров'я та страхування поєднання великих даних та технологій ШІ покращує операційну діяльність. Користь полягає не тільки у масштабуванні процесів, але й у вдосконаленні продуктів та послуг, зазначають експерти.

В умовах цифрової економіки інноваційний розвиток, заснований на ШІ та Big Data, стає ключовим імперативом для бізнес структур. Це не тільки сприяє зростанню конкурентоспроможності та ефективності, але й відіграє

критичну роль у стимулюванні відповідального споживання та досягненні цілей сталого розвитку.

Нині є низка напрямів, які компанії мають реорганізувати у виробництві та ланцюгу постачання. Згідно зі звітом Cisco, нинішній рівень інтеграції між дослідницькими групами та розробниками, постачальниками та бізнес-процесами є недостатнім, про що свідчить лише 4% пристроїв у цехах, які підключені до Інтернету. Однак впровадження недорогих технологій може допомогти оцифрувати виробництво, ланцюжки постачання, продажі, маркетинг і процеси обслуговування клієнтів, тим самим долаючи розрив інтеграції. В цьому контексті важливо дослідити, як саме використання таких технологій впливає на різні аспекти бізнесу та які переваги вони надають організаціям у конкурентному середовищі.

Перший елемент — оптимізація шляхом оцифрування. Прикладом його практичного застосування є обмін кресленнями, створеними автоматизованими системами проектування, автомобільними дизайнерами зі своїми постачальниками за допомогою служб доставки, таких як FedEx. Крім того, сучасне програмне забезпечення може полегшити віртуальне прототипування у співпраці з постачальниками, що, у свою чергу, прискорює цикл розробки продукту шляхом раннього виявлення та вирішення проблем. Іншим способом оптимізації виробничих процесів є онлайн-моніторинг виробничого обладнання та доставки. Згідно з дослідженням Американського товариства якості (ASQ), лише 13% виробників інтегрували своє заводське обладнання у цифрові екосистеми; однак ті, хто перейшов на цифрові мережі, відзначили значне зростання продуктивності та задоволеності споживачів на 82% і 45% відповідно.

Щоб скористатися можливими перевагами діджиталізації, дослідники Lopez Research, консалтингової компанії з цифрових стратегій, рекомендують використовувати недорогі бездротові та сенсорні технології не стільки задля радикальної трансформації старих заводських процесів, скільки для досягнення «експоненціальної гнучкості». Заводи Harley-Davidson є яскравим прикладом такої трансформації, де саморегулюючі механізми (наприклад, потужні фени у фарбувальному цеху), постійно контролюються програмним забезпеченням, підключеним через цифрову мережу, щоб забезпечити оптимальну продуктивність.

Другий елемент — гнучкість і автоматизація активів, які є критично важливими компонентами сучасних бізнес-операцій та дозволяють компаніям досягати високої ефективності та рентабельності. Використовуючи передові технології, такі як автоматичне налаштування налаштувань, підприємства можуть зменшити потребу в людському втручанні та мінімізувати ризик дороговартісних помилок.

Література

1. BigDataLab (2020) *Як Big Data уможливлюють цифрову трансформацію* [online]. URL: <https://www.bigdatalab.com.ua/news-45>.

ВИКОРИСТАННЯ МОВИ PYTHON ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ МЕТОДОМ К-СЕРЕДНІХ

Вороньков Д. В., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: dima.v.voronkov@gmail.com

Using the Python Language for Clusterization by the K-Means Method

K-means clustering is a powerful tool in the world of data science that allows you to efficiently partition large datasets into meaningful groups or clusters. This algorithm gives users the ability to quickly and effectively analyze and segment data, making it an essential technique for a wide range of applications.

Сучасний світ характеризується величезним обсягом даних, що щоденно генеруються в різних сферах діяльності. Для ефективного аналізу цих даних використовуються методи машинного навчання, серед яких одне з найпопулярніших місць займає алгоритм K-means кластеризації. Цей алгоритм дозволяє користувачам швидко й ефективно групувати дані у кластери, що мають схожі характеристики, тим самим надаючи змогу виявити приховані структури та закономірності в даних.

Кластеризація - розбиття безлічі об'єктів на підмножини, які називають кластерами. Кластеризація, будучи математичним алгоритмом, має широке застосування в багатьох сферах: починаючи з таких природно наукових областей як біологія та фізіологія, і закінчуючи маркетингом у соціальних мережах та пошуковою оптимізацією.

Інформаційною базою дослідження є праці вітчизняних та зарубіжних авторів, які досліджували методи кластеризації; статті науковців, а також інтернет-ресурси. Під час дослідження використано такі методи: аналізу та синтезу, порівняння, систематизації та загальнонауковий підхід.

K-means кластеризація — це алгоритм, який розбиває набір даних на K кластерів, кожен з яких має свій центр (центроїд).

Алгоритм працює ітераційно та включає такі основні етапи:

- вибір кількості кластерів K : визначається кількість кластерів, на які необхідно розділити дані.
- ініціалізація центроїдів: випадковим чином обираються початкові центроїди для кожного кластера.
- призначення точок даних до найближчого центроїда: можна точка даних призначається до того кластеру, центроїд якого найближчий.
- оновлення центроїдів: обчислюються нові центроїди як середнє значення точок даних у кожному кластері.
- повторення кроків 3 та 4: Кроки 3 і 4 повторюються до тих пір, поки центроїди не перестануть змінюватись або досягнуто максимальної кількості ітерацій.

Приклад реалізації алгоритму K-means кластеризації мовою Python:

```
def visualisation_3d(cluster_content):  
  
    ax = plt.axes(projection="3d")  
    plt.xlabel("x")  
    plt.ylabel("y")  
  
    k = len(cluster_content)  
  
    for i in range(k):  
        x_coordinates = []  
        y_coordinates = []  
        z_coordinates = []  
        for q in range(len(cluster_content[i])):  
            x_coordinates.append(cluster_content[i][q][0])  
            y_coordinates.append(cluster_content[i][q][1])  
            z_coordinates.append(cluster_content[i][q][2])  
        ax.scatter(x_coordinates, y_coordinates, z_coordinates)  
    plt.show()
```

Рис. 1. Код візуалізації алгоритму для 3-мірного простору

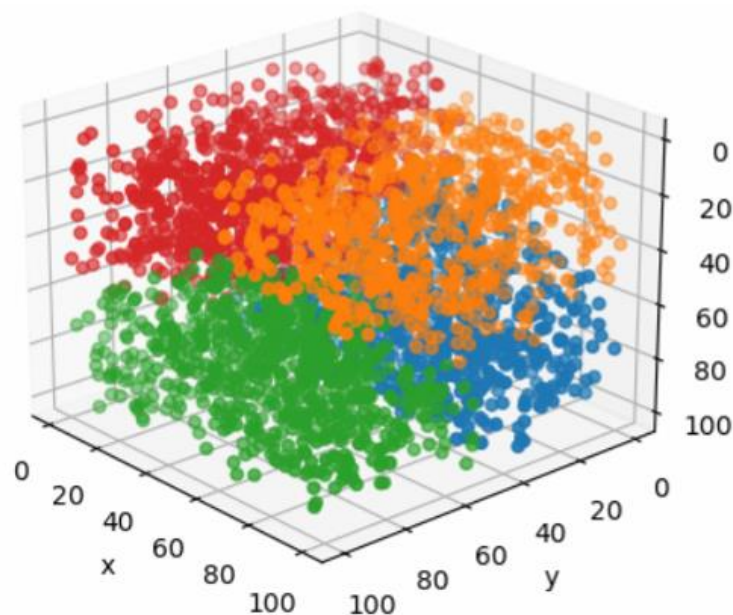


Рис. 2. Результат візуалізації алгоритму для 3-мірного простору

У бізнесі алгоритм K-means часто використовується для сегментації клієнтів, що дозволяє компаніям орієнтувати маркетингові кампанії на конкретні групи з подібними характеристиками. У медицині цей алгоритм допомагає в кластеризації пацієнтів на основі їх медичних даних, що сприяє покращенню діагностики та персоналізації лікування. У маркетингу K-means застосовується для створення цільових аудиторій та персоналізованих

пропозицій, а в аналізі соціальних мереж – для виявлення груп користувачів з подібними інтересами та поведінкою, що корисно для таргетування реклами. В освіті алгоритм K-means використовується для аналізу успішності студентів та виявлення груп з подібними навчальними потребами, що допомагає в розробці індивідуальних програм навчання.

Основні переваги k-середніх — простота і швидкість виконання. Метод групування k-means є більш зручним для великої кількості спостережень, ніж метод ієрархічного кластерного аналізу [4].

Незважаючи на очевидні переваги способу, він має істотні недоліки [1]:

- результат класифікації значною мірою залежить від випадкового початкового положення центрів розгону;
- алгоритм чутливий до викидів, які можуть спотворювати носії;
- кількість кластерів повинна бути визначена дослідником.

Алгоритм K-means кластеризації є потужним інструментом для аналізу та обробки великих обсягів даних. Простота у використанні та висока обчислювальна ефективність забезпечують йому широке застосування у різних галузях, таких як бізнес, медицина, маркетинг, соціальні мережі, промисловість, освіта, фінанси, роздрібна торгівля, телекомунікації та екологія. Завдяки алгоритму K-means користувачі можуть швидко та ефективно сегментувати дані, виявляти приховані структури та приймати обґрунтовані рішення на основі отриманих кластерів.

Тим не менше, важливо також враховувати і наявні недоліки алгоритму, зокрема такі, як чутливість до початкових умов та потребу у визначенні кількості кластерів заздалегідь. Однак, незважаючи на це, K-means залишається незамінним інструментом для багатьох аналітичних завдань завдяки простоті та швидкодії.

Література

1. Sayak P. (2018) *K-Means Clustering in Python with scikit-learn* [online]. URL : <https://www.datacamp.com/community/tutorials/k-means-clusteringpython>.
2. McKinney W. (2017) *Python for Data Analysis*. O'Reilly Media, 550 p.
3. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., Vanderplas J. (2011) Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.
4. Bishop C. M. (2006) *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 738 p.
5. Géron A. (2015) *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and Tensor Flow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems* [online]. URL : https://www.academia.edu/37010160/HandsOn_Machine_Learning_with_Scikit-Learn_and_TensorFlow.

ОГЛЯД БІБЛІОТЕК МОВИ PYTHON ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ ДАНИХ

Вороньков Є. В., Харкянен О. В., Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: zhenia.v.voronkov@gmail.com

Overview of Python Libraries for Data Analysis

Data analysis is a crucial component of modern research and business analytics. Python has become one of the most popular programming languages for data analysis due to its simplicity and extensive library support. This review highlights the importance of selecting the right Python libraries for various data analysis tasks, including data manipulation, visualization, machine learning, statistical analysis, and natural language processing. Understanding the capabilities and applications of these libraries is essential for efficient and effective data analysis.

Аналіз даних є ключовим компонентом сучасних досліджень і бізнес-аналітики. Python став однією з найбільш популярних мов програмування для аналізу даних завдяки своїй простоті та широкому набору бібліотек. Огляд охоплює основні бібліотеки Python для різних методів аналізу даних — від опрацювання і візуалізації до машинного навчання та обробки природної мови.

Обробка та маніпулювання даними. Pandas:

- призначення: обробка та аналіз структурованих даних;
- методи: фільтрація, групування, злиття, агрегація даних, робота з датами та часом;
- застосування: аналіз фінансових даних, підготовка даних для машинного навчання.

NumPy:

- призначення: обробка числових даних та виконання математичних операцій;
- методи: робота з багатовимірними масивами, математичні операції, лінійна алгебра, генерація випадкових чисел;
- застосування: наукові обчислення, створення алгоритмів машинного навчання.

Візуалізація даних. Matplotlib:

- призначення: створення графіків та візуалізацій;
- методи: лінійні графіки, гістограми, стовпчикові діаграми, scatter plots;
- застосування: візуалізація результатів експериментів, презентація даних.

Seaborn:

- призначення: статистична візуалізація даних;
- методи: кореляційні графіки, box plots, violin plots, heatmaps;

- застосування: візуалізація розподілів даних, дослідження зв'язків між змінними.

Машинне навчання. Scikit-learn:

- призначення: алгоритми машинного навчання та попередня обробка даних;
- методи: класифікація, регресія, кластеризація, зниження вимірності;
- застосування: прогнозування продажів, класифікація текстів.

TensorFlow та Keras:

- призначення: глибоке навчання та нейронні мережі;
- методи: створення, тренування та оцінка нейронних мереж;
- застосування: розпізнавання образів, обробка природної мови.

PyTorch:

- призначення: глибоке навчання та нейронні мережі;
- методи: динамічне обчислення графів, створення та тренування моделей;
- застосування: розпізнавання мовлення, генеративні моделі, статистичний аналіз.

Statsmodels:

- призначення: статистичне моделювання та тестування гіпотез;
- методи: регресійний аналіз, часові ряди, ANOVA;
- застосування: економічне моделювання, медична статистика.

SciPy:

- призначення: наукові та технічні обчислення;
- методи: інтеграція, оптимізація, інтерполяція, спеціальні функції;
- застосування: інженерні обчислення, фізичні моделі.

Обробка тексту та NLP (Natural Language Processing). NLTK (Natural

Language Toolkit):

- призначення: обробка природної мови;
- методи: токенизація, стемінг, лемматизація, парсинг;
- застосування: аналіз тексту, навчальні завдання.

SpaCy:

- призначення: обробка природної мови;
- методи: токенизація, POS-тегування, named entity recognition, синтаксичний аналіз;
- застосування: автоматизація обробки текстів, чат-боти.

Gensim:

- призначення: моделювання та семантичний аналіз;
- методи: Word2Vec, Doc2Vec, LDA (Latent Dirichlet Allocation);
- застосування: моделювання, аналіз великих текстових даних.

Розглянемо використання бібліотек мови Python для розв'язання задач аналізу даних в різних галузях людської діяльності.

1. Фінансовий сектор.

Pandas та NumPy: використовуються для аналізу фінансових даних, прогнозування ринкових тенденцій та оцінки ризиків. Pandas дозволяє ефективно маніпулювати великими обсягами даних, тоді як NumPy забезпечує швидке виконання математичних обчислень.

Scikit-learn: використовується для створення моделей машинного навчання для прогнозування цін акцій, кредитного скорингу та виявлення шахрайства.

2. Медицина та охорона здоров'я.

TensorFlow і Keras: використовуються для розробки моделей глибокого навчання, які допомагають в діагностиці захворювань, обробці медичних зображень та персоналізованій медицині.

Statsmodels: використовується для статистичного аналізу клінічних даних, моделювання результатів лікування та аналізу виживання пацієнтів.

3. Маркетинг та реклама.

Gensim: використовується для аналізу великих обсягів текстових даних, таких як відгуки клієнтів та дослідження даних з соціальних мереж. Допомагає в розумінні настроїв споживачів та виявленні трендів.

NLTK та SpaCy: використовуються для обробки текстових даних, автоматизації процесів аналізу відгуків та створення чат-ботів для взаємодії з клієнтами.

Python-бібліотеки для аналізу даних забезпечують широкий спектр інструментів для вирішення різноманітних задач. Вибір конкретної бібліотеки залежить від специфіки задачі та вимог до продуктивності, гнучкості та масштабованості. Pandas та NumPy є основою для багатьох інших бібліотек, тоді як TensorFlow, PyTorch та Scikit-learn пропонують потужні інструменти для машинного та глибокого навчання. Бібліотеки для обробки тексту, такі як NLTK та SpaCy, забезпечують ефективну роботу з текстовими даними.

Література

1. McKinney W. (2017) Python for Data Analysis. O'Reilly Media.
2. Harris C. R., Millman K. J., van der Walt S. J. et al. (2020) Array programming with NumPy. Nature.
3. Hunter J. D. (2007) Matplotlib: A 2D Graphics Environment. Computing in Science & Engineering.
4. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A. et al. (2011) Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research.
5. Abadi M., Barham P., Chen J. et al. (2016) TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning. OSDI.
6. Reimers N., Gurevych I. (2019) Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. EMNLP.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ЯК ЗАСІБ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ СУЧАСНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Грама М. П., Серветник М. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gramamp@nuft.edu.ua

Application of intelligent information processing systems as a means of solving the problems of modern enterprise management

Modern management systems face a number of challenges. Organisations accumulate a large amount of information every day, including transaction data in conventional databases, telemetry from the services they use, and signals from various sources such as social media.

У сучасних системах управління існує низка проблем. Організації щодня накопичують великий обсяг інформації, включаючи дані про транзакції в звичайних базах даних, телеметрію з використовуваних служб, а також сигнали з різних джерел, таких як соціальні мережі.

Дані та інформація є найважливішим стратегічним ресурсом підприємства, тому важливо розуміти та використовувати їх для позитивного розвитку бізнесу. Компанії часто стикаються з труднощами у спробах раціонально та ефективно використовувати дані, що обмежує їхні можливості.

Керівництво компаній зацікавлене у виявленні регулярних закономірностей у щоденних та щомісячних продажах. Іншим стандартним методом є порівняння даних щодо продажів щодня, щотижня та щомісяця. Такий аналіз, наприклад, може показати, як змінився обсяг продажів порівняно з аналогічним періодом минулого року.

Щоб розкрити потенціал даних, важливо виділити з них корисну інформацію. У сучасному діловому середовищі, яке характеризується високою конкуренцією та швидкими змінами, підготовка звітів із цінним аналізом допомагає керівникам приймати важливі рішення. Ефективність бізнес-рішень визначається точністю інформації. Чим швидше компанія може приймати точні рішення, тим більш конкурентоспроможною вона є на ринку. Без аналізу дуже складно зрозуміти цінність даних.

Проте наявність самих даних недостатня. Потрібно вміти їх обробляти для коригування діяльності підприємства, будь то перерозподіл ресурсів відповідно до попиту чи визначення моменту для зміни стратегії, якщо певна кампанія не дає результатів. У таких ситуаціях важливим є аналіз даних.

Основне завдання, яке стоїть перед сучасними компаніями полягає у необхідності розуміти та використовувати дані так, щоб вони позитивно впливали на бізнес-показники. Потрібно мати можливість використовувати дані для прийняття більш обґрунтованих бізнес-рішень. Крім того, при оцінці метрик важливо зрозуміти їхній суттєвий зміст [1].

Одним із сучасних засобів інтелектуальної обробки інформації, який суттєво спрощує аналітику даних, є програмний продукт PowerBI. Microsoft Power BI — це набір інструментів для бізнес-аналітики, який дозволяє візуалізувати дані, ділитися ними та отримувати корисну інформацію. Основні компоненти Power BI включають Power BI Desktop, Power BI Service, Power BI Mobile та Power BI Embedded.

Power BI Desktop — це додаток для створення звітів та візуалізацій на локальному комп'ютері. Він дозволяє підключатися до різних джерел даних, трансформувати та очищувати їх. Power BI Service — це онлайн-платформа, де можна публікувати, ділитися та переглядати звіти. Вона дозволяє створювати дашборди та налаштовувати автоматичне оновлення даних. Power BI Mobile — це додатки для смартфонів та планшетів, які дозволяють взаємодіяти зі звітами та дашбордами на ходу. Power BI Embedded дозволяє вбудовувати інтерактивні візуалізації та звіти Power BI у сторонні додатки.

Power BI підтримує понад 70 різних джерел даних, включаючи бази даних, хмарні сервіси, веб-служби та файли, дозволяючи об'єднувати дані з різних джерел в одному звіті. Інтерактивні візуалізації, що пропонуються Power BI, дозволяють користувачам взаємодіяти з даними, фільтрувати їх та вивчати деталі. Мова DAX дозволяє виконувати складні обчислення та створювати вирази для аналітики, тоді як Power Query допомагає трансформувати та очищувати дані. Наприклад, працівник може використовувати інформаційну панель реального часу в службі для перегляду даних про запаси та процеси виробництва. Також він може створювати статистичні звіти для своєї команди щодо взаємодії з клієнтами за допомогою Power BI Desktop [2].

Отже, Microsoft Power BI - це комплексний набір програм, додатків і інтеграційних засобів, які дозволяють перетворювати дані в інтерактивний аналітичний інструмент. Він підтримує різноманітні джерела даних і може бути налаштований відповідно до потреб вашої організації.

Основні складові, розроблені та стандартні модулі Power BI включають: Power BI Desktop - інструмент для створення звітів, які включають в себе набори даних та візуалізації; сервіс Power BI - для створення моніторингових панелей на основі опублікованих звітів і розповсюдження контенту за допомогою додатків; Power BI Mobile - додаток, який надає доступ до вмісту служби Power BI під час подорожі на мобільних пристроях.

Література

1. Hrama, M., Sidletskyi, V. and Elperin, I. (2019) Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system. *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp.873–890.
2. Nguyen B., Simkin L. (2017) The Internet of Things (IoT) and Marketing: the State of Play, Future Trends and the Implications for Marketing, *Journal of Marketing Management*, 33(1–2), pp. 1–6.

ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕК PYTHON ДЛЯ АНАЛІТИКИ ДАНИХ

Гундар О. А., Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: magnyse@gmail.com

Use of Python libraries for Data Analytics

The modern world is filled with huge volumes of data, and the ability to effectively analyze them is the key to successful decision-making in business, science and other fields. Python offers a wide range of data analytics libraries that allow you to process, visualize and analyze data quickly and efficiently.

Аналітика даних стала важливим інструментом для бізнесу, науки, держуправління тощо. Python завдяки своїй простоті та потужності є однією з найпопулярніших мов програмування для аналітики даних. Тут є багато бібліотек для обробки й аналізу даних, від базових речей до побудови складних моделей машинного навчання. Розглянемо основні бібліотеки.

Pandas — з найпопулярніших бібліотек для роботи з табличними даними. Вона забезпечує потужні інструменти для маніпулювання даними, включаючи імпорт, очищення, об'єднання та агрегування даних [1].

NumPy використовується для наукових обчислень із підтримкою багатовимірних масивів і матриць, а також великої кількості математичних функцій для роботи з цими масивами [2].

Matplotlib є основною бібліотекою для створення статичних, анімаційних та інтерактивних візуалізацій в Python. Вона дозволяє створювати високоякісні графіки та діаграми для представлення даних.

Scikit-learn пропонує прості та ефективні інструменти для машинного навчання та аналізу даних. Вона включає алгоритми класифікації, регресії, кластеризації, зниження розмірності та інші.

NLTK є провідною бібліотекою для опрацювання природної мови (NLP) в Python. Вона включає інструменти для токенізації, стемінгу, тегування частин мови, аналізу синтаксичних структур та інших задач NLP. NLTK широко використовується для аналізу текстових даних, що дозволяє видобувати інформацію з тексту та здійснювати семантичний аналіз.

TensorFlow від Google — одна з найбільш потужних і популярних бібліотек для глибокого навчання. Вона дає широкий набір інструментів для створення та тренування нейромереж, включаючи підтримку багатoshарових персептронів, згорткових нейромереж і рекурентних нейромереж. TensorFlow дозволяє виконувати обчислення як на центральних процесорах (CPU), так і на графічних процесорах (GPU), що значно прискорює процес навчання моделей. Бібліотека має багату екосистему інструментів і розширень для візуалізації процесу навчання моделей тощо. Це робить її важливим інструментом розв'язання задач у сфері машинного навчання та ШІ.

Приклади використання наступні.

1. Аналіз продажів. Використовуючи Pandas, можна легко імпортувати дані про продажі, очистити їх та провести аналіз, щоб виявити тренди та закономірності, що допоможе приймати обґрунтовані бізнес-рішення.

2. Наукові дослідження. NumPy забезпечує високу продуктивність для наукових обчислень, що робить його незамінним інструментом для дослідників у галузі фізики, хімії та інших наук.

3. Візуалізація даних. Matplotlib дозволяє створювати інформативні графіки, які можуть бути використані для презентації результатів аналізу даних на наукових конференціях та в бізнес-звітах.

4. Машинне навчання. За допомогою Scikit-learn можна швидко створити та оцінити моделі машинного навчання, що дозволяє автоматизувати процеси аналізу даних та отримувати прогнози на основі існуючих даних.

5. Опрацювання природної мови. NLTK дозволяє аналізувати великі обсяги текстових даних, що є корисним для завдань, таких як аналіз настроїв у соціальних мережах, класифікація текстів, видобування ключових слів та створення чат-ботів.

Однією з переваг використання Python для аналітики даних є його здатність інтегруватися з різними інструментами та платформами, зокрема з хмарними платформами Google Cloud, AWS та Azure, що забезпечує доступ до масштабованих обчислювальних ресурсів і зберігання даних [3].

Jupyter Notebook дозволяє створювати інтерактивні документи, які поєднують код, візуалізації та текстові пояснення, що сприяє зручному обміну результатами аналізу з колегами. Така гнучкість робить Python незамінним інструментом для аналітика даних, який працює у швидкозмінному середовищі.

Таким чином, Python пропонує потужні інструменти аналітики даних, що дозволяють ефективно працювати з великими обсягами інформації та отримувати цінні інсайти. Використання Pandas, NumPy, Matplotlib, Scikit-learn і NLTK спрощує процес обробки, аналізу та візуалізації даних. А здатність Python до інтеграції робить його універсальним інструментом для сучасних фахівців із даних.

Література

1. McKinney, W. (2010) Data Structures for Statistical Computing in Python. Proceedings of the 9th Python in Science Conference [online]. URL: <https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable>.
2. Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., ... & Oliphant, T. E. (2020) Array programming with NumPy. Nature [online]. URL: <https://numpy.org/doc/stable>.
3. Python Cloud Client Libraries [online]. URL : <https://cloud.google.com/python/docs/reference>.

АНАЛІЗ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛГОРИТМИ

Дзюбан І. І., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: idzuban5@gmail.com

Real-Time Big Data Analysis: Technologies and Algorithms

Real-Time Big Data Analysis is becoming an increasingly important task in various industries, including finance, healthcare, manufacturing, and the Internet of Things. Operational analysis allows you to quickly obtain useful information and make timely decisions. This report examines technologies and algorithms that enable real-time analysis of large volumes of data.

Аналіз великих даних у реальному часі (Real-Time Big Data Analysis) стає все більш важливою задачею в різних галузях, включаючи фінанси, охорону здоров'я, виробництво та інтернет-речей. Оперативний аналіз дозволяє швидко отримувати корисну інформацію та приймати своєчасні рішення. У цій доповіді розглядаються технології та алгоритми, що дозволяють здійснювати аналіз великих обсягів даних у реальному часі. Однією з найпоширеніших технологій для обробки великих даних у реальному часі є платформа Apache Kafka. Kafka дозволяє збирати, обробляти та аналізувати потоки даних з високою пропускнуою здатністю та низькою затримкою [1]. Інша популярна технологія — Apache Flink, яка забезпечує обробку потокових даних та дозволяє виконувати складні аналітичні завдання у реальному часі [2]. Для оперативного аналізу великих обсягів даних використовуються різні алгоритми машинного навчання та обробки потокових даних. Зокрема, алгоритми кластеризації, такі як K-means, та алгоритми класифікації, такі як Logistic Regression, можуть бути застосовані для аналізу даних у реальному часі. Також використовуються алгоритми для виявлення аномалій, що дозволяє своєчасно ідентифікувати відхилення від нормальної поведінки систем [3]. До основних переваг використання технології можна віднести:

- отримання якісно нових знань шляхом комплексного аналізу усієї інформації у єдиному аналітичному сховищі;
- розширення функціональності наявних інформаційних систем підтримки бізнесу;
- збільшення ефективності використання апаратних ресурсів серверів;
- забезпечення мінімальної вартості використання всіх видів інформації внаслідок можливості використання ПЗ з відкритим кодом і хмарних технологій.

У галузі фінансів аналіз великих даних у реальному часі використовується для виявлення шахрайських операцій та управління

ризиками. Наприклад, банки застосовують потокові алгоритми для моніторингу транзакцій та виявлення підозрілих активностей. У виробництві ці технології допомагають оптимізувати процеси та знижувати витрати шляхом оперативного аналізу даних від сенсорів та обладнання [4].

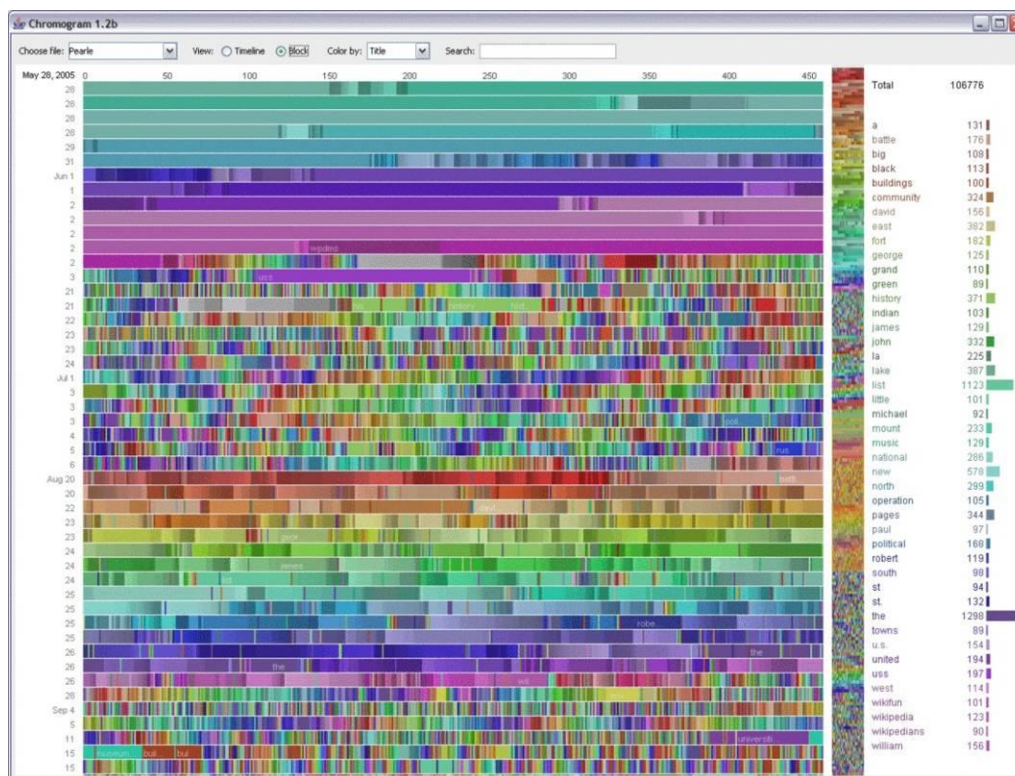


Рис. 1. Зразок Big Data — дані про щоденні зміни на вікіпедії

Аналіз великих даних у реальному часі надає можливість швидко отримувати цінну інформацію та приймати рішення на основі оперативних даних. Використання сучасних технологій та алгоритмів дозволяє забезпечити ефективний аналіз великих обсягів даних, що є критичним для багатьох галузей.

Література

1. Confluent (2024) *Introduction to Apache Kafka* [online]. URL: <https://www.confluent.io/what-is-apache-kafka/>
2. Apache Flink (2024) *Stateful Computations over Data Streams* [online]. URL: <https://flink.apache.org/>
3. The Analytics India Magazine (2024) *Top 10 Algorithms For Real-Time Data Analytics* [online]. URL: <https://analyticsindiamag.com/top-10-algorithms-for-real-time-data-analytics/>
4. IBM (2024) *Real-Time Data Processing in Financial Services* [online]. URL: <https://www.ibm.com/real-time-data-processing-financial-services>

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОНЛАЙН-РЕСУРСАХ У РЕГУЛЯРНІЙ РОБОТІ МЕНЕДЖЕРІВ

Залецький І. М.
WSB University, Kraków, Poland
E-mail: zaletskyivan@gmail.com

Research of Modern Technologies for Analysis of Text Information on Online Resources in Managers' Regular Work

Modern technologies for analyzing text information are an important tool in the manager's work. The report examines technologies for text processing and the formation of insights based on rule-based classification, named entity recognition, large language models. Large amounts of data can be quickly processed. They provide convenient summaries for managers.

Нині темпи інформатизації суспільства невпинно зростають, інструменти моніторингу онлайн-ресурсів і обробка великих масивів текстових даних набувають особливої актуальності. Впровадження новітніх інформаційних технологій у повсякденну практику дозволяє швидко реагувати на зміни в бізнес-середовищі. Активний обмін інформацією за допомогою цифрових каналів сприяє не тільки підвищенню обізнаності, але й швидкому прийняттю рішень на основі актуальних даних. Тож використання автоматизованих систем моніторингу набуває стратегічного значення. Ці системи дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги інформації у режимі реального часу, виявляючи тенденції, потенційні ризики й можливості в динамічному середовищі. Інтенсивне впровадження сучасних інформаційних технологій також сприяє оптимізації процесів обробки та доступності даних. Зокрема мобільні додатки для отримання оперативних сповіщень забезпечують керівникам і фахівцям миттєвий доступ до критично важливої інформації, незалежно від сайту її публікації. Щоденні масиви інформації, яка генерується у онлайн-просторі надзвичайно великі. Людині складно їх опрацьовувати у тому вигляді, в якому вона опублікована на онлайн-ресурсах. Для того, щоб полегшити це завдання, потрібно вивчити та проаналізувати відповідні наукові роботи, напрацювання.

Розвиток підходів до структурування та сумаризації великих обсягів текстової інформації з використанням сучасних технологій може бути представлений таким чином:

- Rule-based classification (Класифікація на основі правил). Цей підхід полягає в застосуванні попередньо визначених правил або патернів для класифікації текстових даних. Правила можуть базуватись на ключових словах, фразах, та ін. комбінаціях цих елементів. Класифікація на основі правил корисна у випадках, коли структура даних добре зрозуміла та має чіткі характеристики, що дозволяє формувати ефективні правила. Основна перевага цих систем

полягає у їхній прозорості та контрольованості, оскільки кожне правило можна відслідковувати та модифікувати залежно від потреб.

- Named Entity Recognition (NER) (Розпізнавання іменованих сутностей). NER є процесом ідентифікації та класифікації ключових інформаційних одиниць у тексті, таких як імена людей, організацій, місць, дат, цін тощо [1]. Використання NER може значно покращити розуміння контексту і структурування тексту, оскільки дозволяє автоматично виявляти і виділяти важливу інформацію в текстових потоках.
- Large language models (LLM) (Великі мовні моделі). LLM, такі як GPT (Generative Pre-trained Transformer) та інші схожі моделі, представляють собою передові алгоритми машинного навчання, які здатні аналізувати текст. Застосування LLM в структуруванні та сумаризації даних полягає у їх здатності аналізувати та розуміти великі масиви текстів, виділяти ключову інформацію та генерувати логічні пояснення. LLM можуть ефективно використовувати контекст і величезну кількість оброблених даних для підтримки глибокого аналізу тексту.

Застосування цих технологій сприяє збільшенню оперативності бізнес-рішень завдяки більш точному й швидкому аналізу великих обсягів текстових даних. Вони допомагають менеджерам проєктів оперативно навігувати складними інформаційними середовищами, покращуючи прийняття рішень та стратегічне планування. Ці технології створюють принципово нові можливості для покращення процесів і формування нових бізнес-стратегій, дозволяють створювати продукти, які розв'язують нішеві задачі. Проте, поряд із численними можливостями, аналіз текстової інформації стикається з численними труднощами через омонімію, використання скорочень, аббревіатур, одруків, сленгу та ін. [2].

Оскільки кількість наявних платформ, що дозволяють отримувати інсайти на базі текстових даних, у режимі, наближеному до режиму реального часу, невелика, практичні рекомендації щодо створення модуля обробки текстових даних, розміщених на онлайн-ресурсах, для менеджерів можуть послужити хорошою базою при розробленні та вдосконаленні програм інтеграції з існуючими системами.

Література

1. Alexsoft (2023) Named Entity Recognition: the Mechanism, Methods, Use Cases, and Implementation Tips [online] URL : <https://www.altexsoft.com/blog/named-entity-recognition>.
2. Springer (2023) A Text Data Mining Approach To The Study Of Emotions Triggered By New Advertising Formats During the COVID-19 Pandemic. Qual Quant 57, 2303–2325 [online] URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11135-022-01460-3>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Зубрецька Н. А., Ложніков В. А.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: zubr2767@gmail.com

Use of Business Analytics Tools in the Training of Information Technology Specialists

The need for the formation of professional competencies and learning outcomes in business analytics during the training of information technology specialists in accordance with the requirements of higher education standards, BABOK and IIBA is substantiated. Recommendations on the formation of relevant knowledge, practical skills and skills regarding the use of business analytics tools have been developed and implemented in the educational process.

Сьогодні всі вітчизняні та зарубіжні заклади вищої освіти готують фахівців з інформаційних технологій – однієї із самих затребуваних на сучасному ринку праці галузі знань. В Україні програми підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти з таких спеціальностей, як «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення», відповідно до вимог Стандартів вищої освіти націлені на формування широкого переліку компетентностей і програмних результатів навчання, які дають можливість застосувати прикладні інформаційні технології до потреб сучасного бізнесу для аналітики, автоматизації та реінжинірингу бізнес-процесів. Це дає можливість подальшого працевлаштування випускників на посадах Data analyst, Business Analyst та ін., попит на які сьогодні збільшується, про що свідчить динаміка зростання кількості вакансій у сфері аналітики за даними Djinni, DOU та work.ua, у той час, як пропозиції для розробників програмного забезпечення (ПЗ) на вітчизняному ринку праці скорочуються через ризики іноземних інвесторів в умовах військової агресії [1, 2].

Бізнес-аналітик – це фахівець, який досліджує проблему замовника, шукає її рішення та формує вимоги для розробників, працює з вимогами на всіх етапах життєвого циклу розробки ПЗ і виступає посередником між замовником і командою програмістів. Для цього він повинен мати знання у предметній галузі, знання та навички з математичних дисциплін, статистики, SQL, англійської мови, Python чи R для аналізу даних і ключових бібліотек (pandas, NumPy, Matplotlib, functools), а також сучасних інструментів візуалізації (Excel Google Sheets, Power BI, Tableau, Looker) [2].

Формування у здобувачів таких знань і навичок виконується під час освоєння навчальних дисциплін «Бізнес-аналітика (аналіз бізнес-даних)» і «Реінжиніринг бізнес процесів інформаційних систем», робочими програмами яких передбачено вивчення теоретичних і практичних основ бізнес-аналітики – діяльності, що націлена на зміни в організації шляхом виявлення потреб і

обґрунтування рішень, які описують шляхи реалізації цих змін. Для формування сучасних hard skills і soft skills бізнес-аналітика за програмою дисциплін вивчаються вимоги стандарту BABOK (Business analysis Body of Knowledge), як системного опису всіх процесів та етапів бізнес-аналітики, а також досвід підготовки і сертифікації фахівців за вимогами ІІВА (International institute of business analysis).

Для моделювання, аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів здобувачі вивчають CALS-технологій і засоби їх реалізації – різні види програм і систем організації та керування інформацією на усіх етапах життєвого циклу, розробляють структурно-функціональні моделі з використанням програм типу BPwin. Вивчення засобів і прийомів бізнес-аналітики даних здійснюється на основі використання сучасних інструментів аналізу даних таких, як лідери BI-систем – Power BI і Tableau, які дозволяють створювати інтерактивні та наочні графіки, діаграми та дашборди.

Сьогодні доступний великий перелік безкоштовних і комерційних навчальних ресурсів, блогів, де експерти і фахівці інформують про ринкові тренди і потенціал для професій у сфері аналітики, у доступній формі дають можливість оволодіти навичками роботи з інструментами візуалізації [2 – 4]. Використання їх досвіду в освітньому процесі, систематизація та структуризація етапів розробки проєктів в Tableau дозволили сформулювати навчальні завдання для засвоєння практичних навичок:

- реєстрації акаунту і знайомства з інтерфейсом продуктів Tableau: Tableau Desktop (для створення візуалізацій та аналізу даних), Tableau Server (сервіс для розміщення даних онлайн і спільної роботи з даними з різних пристроїв), Tableau Prep Builder, Tableau Vizable, Tableau Mobile (для мобільних пристроїв), Tableau Public (безкоштовна версія платформи, що дає змогу публікувати візуалізації в загальному доступі), Tableau Reader, Tableau Cloud, Tableau Prep, Tableau CRM;

- створення та вибору нових проєктів, відкриття Workbook у хмарній версії Tableau;

- завантаження та перевірки відображення даних (здобувачі вчаться підключатися до різних джерел даних, таких як текстові файли (.txt, .csv), Microsoft Excel (.xlsx), Microsoft Access (.accdb), імпортувати дані з робочих книг Tableau (.tbn), Tableau Table data Extract (.tds.), датасетів Kaggle або хмарного сервісу Google BigQuery);

- створення різних візуалізацій (діаграм) шляхом послідовного виконання і повторення таких команд, як створення та перейменування нових аркушів, розрахункових полів, які забезпечують об'єднання, додавання, видалення або перетворення вже існуючої інформації, переміщення іконок, зміна типу, структури та кольорів візуалізацій, створення підписів для різних категорій даних, налаштувань позиціонування діаграм;

- об'єднання створених візуалізацій у дашборд з використанням фільтрації для зв'язування сутностей між різними діаграмами, коли при активізації

певного блоку категорії даних однієї з діаграм автоматично виділятимуться блоки цієї ж категорії даних в усіх діаграмах дашборду (Рис. 1).

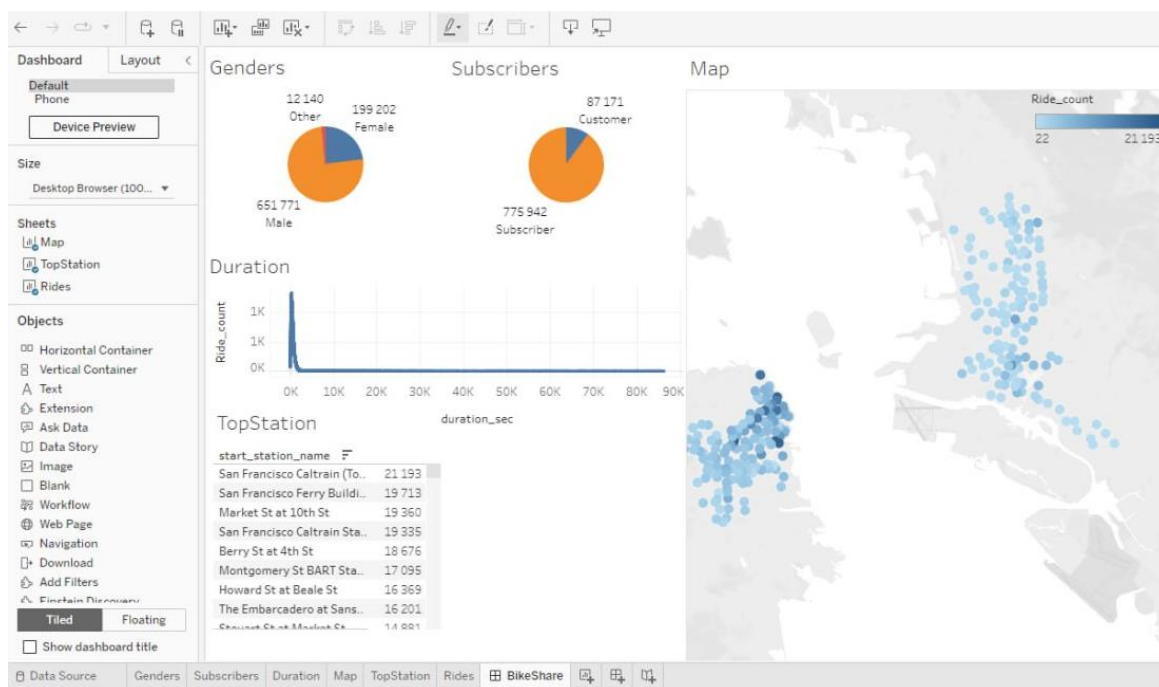


Рис. 1. Вікно робочого поля Dashboard

Таким чином, у результаті виконання навчальних завдань на основі, наприклад, датасету *Bike_share.csv* з Google BigQuery [3] формуються та засвоюються навички: аналізу даних за категоріями користувачів із налаштуванням вигляду кругових діаграм для детального пояснення статистики користувачів; створення лінійних діаграм, які показують кількість поїздок певної тривалості та щоденну частоту поїздок на всіх станціях протягом певного проміжку часу; створення картографічних діаграм, які відображають статистику окремих станцій у кожному місті та кількість їх обслуговувань на кожній станції з сортуванням за спаданням (Рис. 1). Створені діаграми здобувачі об'єднують у дашборд, встановлюючи фільтри для швидкого виділення однієї категорії даних на всіх діаграмах.

Література

1. DOU (2024) *Тренди jobs.dou.ua: Analyst.* [online]. URL: <https://jobs.dou.ua/trends/?category=Analyst>
2. DOU (2024) *SQL, BI-системи, статистика. Що, де і як вчити в аналітиці даних, щоб підготуватися до першого офіру.* [online]. URL: <https://dou.ua/forums/topic/40265/>
3. You*Tube (2024) *Перші кроки в Data-аналітиці. Знайомство з SQL та Google BigQuery* [online]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jGXv22udFBc>
4. YouTube (2024) *Ринкові перспективи Data-аналітика. Основи роботи з Tableau* [online]. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wS_e8Gpi_gg

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ІЗ АСИМІЛЯЦІЄЮ ДАНИХ

Ковалець І. В., Шрубковський О. В., Синкевич Р. О.

Інститут проблем математичних машин та систем НАН України,

Київ, Україна

E-mail: ivkov084@gmail.com

Analysis and Forecasting of Pollutants Transport with Data Assimilation

The computational technologies of analysis and forecasting of pollutants transport with data assimilation (DA) are reviewed. The emphasis is on the scenarios of contaminants' transport following accidental releases, which usually lead to highly inhomogeneous fields of concentrations. The latter are highly sensitive to errors in input data, such as wind fields. The implications of these peculiarities on the development of the DA methods are discussed.

Досвід розробки гідродинамічних моделей навколишнього середовища та їх застосування для прогнозування і оцінки екологічних ризиків показує, що одним з найбільших викликів для застосування цих технологій є узгодження результатів моделей з вимірами. Коли мова йде про довкілля, вимірів завжди бракує. Наприклад, неможливо охопити океан такою самою густою мережею метеорологічних спостережень, як на суходолі. А супутникові дані щодо метеорологічних показників є непрямими вимірами, які характеризуються власною, часто значною похибкою. На відміну від мереж моніторингу, гідродинамічні моделі навколишнього середовища можуть відтворювати просторові і часові розподіли забруднення і метеопараметрів з високою роздільною здатністю. Проте результати моделювання мають декілька важливих джерел похибки, серед яких виділяють: а) похибки вхідних даних, наприклад, обсягів викидів, і б) внутрішні похибки, спричинені припущеннями моделей і неточними параметрами фізичних процесів. Тому надзвичайно актуальною є задача так званої асиміляції даних вимірів (data assimilation).

Асиміляція даних — це процес коригування вектора стану, параметрів та вхідних даних моделей з використанням вимірів, який відбувається у процесі моделювання (тобто під час розрахунків, а не на етапі налаштування моделі, рис. 1), і може призводити до покращення результатів прогнозування майбутнього стану навколишнього середовища. У попередні декілька десятиліть обчислювальні технології асиміляції даних значно покращили результати чисельного прогнозування погоди, які ми використовуємо сьогодні [1]. Більше того, дані так званих реаналізів погоди (тобто сіткових полів, які охоплюють часові проміжки у десятки років), що використовуються сьогодні у всьому світі, включаючи налаштування алгоритмів штучного інтелекту для прогнозування погоди [2], також будуються за допомогою розрахунків моделі чисельного прогнозування погоди з асиміляцією даних.

Складність використання асиміляції даних у моделях розповсюдження забруднень полягає у сильній неоднорідності полів забруднень після аварійних викидів, коли концентрація змінюється на декілька порядків, та їх надзвичайній чутливості до вхідних даних моделей [3]. Тому надійно працюючих методів асиміляції для прогнозування розповсюдження забруднень у довкіллі після аварійних викидів до сих пір не розроблено. Проте, існують розробки, які охоплюють важливі частинні випадки. Наприклад, такий, коли основним джерелом похибки є дані щодо обсягів викидів, асиміляція даних зводиться до розв'язання оберненої задачі [4]. При цьому можуть використовуватись ансамблеві методи асиміляції даних, в яких коваріаційна матриця похибок моделі розраховується на підставі ансамблю реалізацій моделі з збуреними вхідними даними, наприклад, метеорологічними полями. Для валідації розроблених методів використано бази даних радіологічних вимірів, зібраних під час пожеж у Чорнобильській зоні відчуження [4].

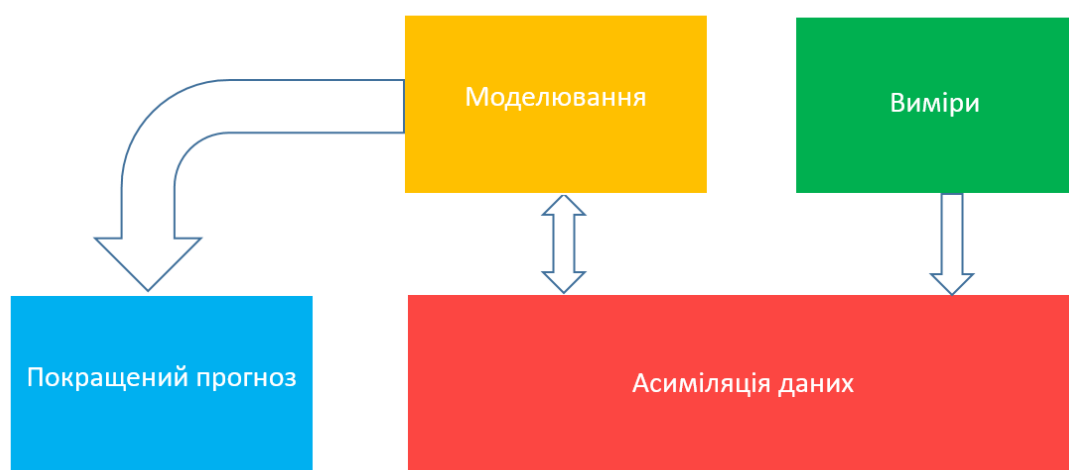


Рис. 1. Схема моделювання з асиміляцією даних

Література

1. Bauer, P., Thorpe, A. & Brunet, G. (2015) The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature* 525, 47–55. DOI: 10.1038/nature14956
2. Remi Lam et al., (2023). Learning skillful medium-range global weather forecasting. *Science* 382,1416-1421.DOI:10.1126/science.adi2336
3. Kovalets I.V. , Kim K.O., Shrubkovsky A.V., Maderich V.S. (2022) Ensemble data assimilation of concentration measurements following the accidental release of a contaminant in the ocean: method testing in an idealized setting. *Pure and Applied Geophysics* 179, 1509–1530. DOI:10.1007/s00024-022-02990-5
4. Kovalets I.V., Talerko M.M., Synkevych R.O., Koval S.D. (2022) Estimation of Cs-137 emissions during wildfires and dust storm in Chernobyl Exclusion Zone in April 2020 using ensemble iterative source inversion method. *Atmospheric Environment* 288, 119305. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119305>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОПУЛЯРНИХ МЕХАНІЗМІВ ПОВНОТЕКСТОВОГО ПОШУКУ

Ковальчук М. В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: kelskiyz229@gmail.com

Comparative Analysis of Popular Full-Text Search Engines

Full-text search is an important tool in the information world that allows you to efficiently find and analyze large volumes of textual information from various sources. This tool gives users the ability to quickly and efficiently access relevant data.

Сучасний світ характеризується величезним обсягом інформації, яка щоденно з'являється в Інтернеті. Для ефективного пошуку та аналізу цієї інформації використовуються повнотекстові пошукові механізми. Вони дозволяють користувачам швидко знаходити необхідні дані, індексуючи вміст текстових документів, веб-сторінок, баз даних та інших джерел [1].

Одними з найбільш відомих повнотекстових пошукових механізмів є: Elasticsearch, Apache Solr, Apache Lucene. Загалом їх використовують щоб досягнути високої швидкості пошуку по тексту з врахуванням морфологічної складової, як відмінювання слів, часи, роди і тд. Авжеж метою використання можуть бути інші цілі, такі як можливість обробки великих обсягів даних, масштабованість пошуку. При реалізації цих переваг звісно з'являються недоліки, як високі вимоги до обчислювальних ресурсів, складність налаштування та підтримки, потреба в регулярному оновленні індексів.

Elasticsearch – популярний механізм повнотекстового пошуку з відкритим кодом, який використовує технології розподіленого зберігання та обробки даних та базується на [2]. Вона забезпечує швидкий і масштабований пошук, що робить її популярним вибором для аналізу великих обсягів даних у реальному часі. Elasticsearch підтримує складні запити, агрегації та надає зручний REST API, що дозволяє легко інтегрувати її з іншими системами. Завдяки своїй архітектурі, що дозволяє горизонтальне масштабування, Elasticsearch може обробляти великі навантаження та надавати високу продуктивність. По суті, Elasticsearch організовує дані в JSON-документи, які є основними одиницями інформації, що представляють сутності. Для ефективного пошуку Elasticsearch використовує інвертовані індекси, структуру даних, яка зіставляє слова з розташуванням документів.

Apache Solr – пошуковий сервер з відкритим кодом, який також базується на бібліотеці Apache Lucene та надає можливості для побудови великої децентралізованої пошукової системи [3]. Solr відомий своєю масштабованістю, розширюваністю та підтримкою різних форматів даних. Він забезпечує такі функції, як фацетний пошук, виділення тексту, а також

підтримку реплікації і балансування навантаження. Solr широко використовується в корпоративних середовищах завдяки своїй надійності та можливості налаштування під специфічні потреби користувачів. Якщо у вас так багато даних або так багато запитів, що один сервер Solr не в змозі впоратися з усім вашим навантаженням. У цьому випадку ви можете розширити можливості своєї програми за допомогою SolrCloud, щоб краще розподілити дані та обробку запитів між багатьма серверами.

Apache Lucene – бібліотека для повнотекстового пошуку, яка є основою для багатьох інших пошукових механізмів. Вона забезпечує потужний функціонал для індексування та пошуку текстової інформації [4]. Lucene підтримує різні типи запитів, токенізацію, аналіз тексту і багато інших функцій, які роблять його надзвичайно гнучким та ефективним. Оскільки Lucene є бібліотекою, її часто використовують як базовий компонент для створення спеціалізованих рішень для пошуку, що дозволяє розробникам реалізовувати свої унікальні вимоги до індексації та пошуку даних.

Повнотекстові пошукові механізми є потужними інструментами для обробки та аналізу інформації. Вони дозволяють значно підвищити ефективність пошуку в різних галузях, забезпечуючи швидкий доступ до необхідних даних [1]. Однак, для максимальної ефективності їх використання, необхідно враховувати специфіку системи в якій повнотекстовий пошук застосовується та налаштовувати системи відповідно до вимог.

Обираючи механізми повнотекстового пошуку, рекомендується застосовувати кожен з них для відповідних випадків:

- Elasticsearch – для великомасштабних бізнес-проектів, де необхідна висока продуктивність, масштабованість та можливість аналізу великих обсягів даних у реальному часі.
- Apache Solr — для середніх за розміром проектів, де важлива гнучкість налаштувань та надійність. Solr також добре підходить для веб-додатків та порталів, які потребують потужних пошукових можливостей.
- Apache Lucene — як базова технологія для створення спеціалізованих пошукових рішень, де необхідно максимально налаштовувати функціонал під конкретні вимоги [6].

Література

1. MongoDB. (2024) *What is Full-Text Search and How Does it Work?* [online], URL : <https://www.mongodb.com/resources/basics/full-text-search>
2. Smith J. *Elasticsearch: The Definitive Guide*. – O'Reilly Media, 2015. – 724 с.
3. Gospodnetic, O. & Hatcher, E. *Lucene in Action*. – Manning Publications, 2010. 552 с.
4. Вакуленко С. *Інформаційний пошук*. К.: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2017. – 320 с.
5. Lucene (2024) *Clucene – a C++ search engine* [online]. URL : <https://sourceforge.net/projects/clucene>.

РОЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В АНАЛІЗІ ВЕЛИКИХ ДАНИХ

Нагорнюк Р. Р., Чорнобай К. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: dis2013ney@gmail.com

The Role of Intelligent Management Systems in the Analysis of Big Data

Artificial Intelligence (AI) and Information Technologies are quickly progressing areas that significantly affect our world. AI includes creating brilliantly frameworks able of seeing, learning, thinking, and acting independently. The merging of AI and IT catalyzes advancements over divisions like healthcare, back, fabricating, and robotization. Responsibly harnessing AI and IT promises transformative benefits whereas relieving potential risks.

У сучасному світі великі дані (Big Data) стали одним з найважливіших ресурсів, що впливають на різні аспекти життя, включаючи бізнес, науку, медицину та урядування. З огляду на величезний обсяг даних, що генерується щодня, виникає необхідність у використанні інтелектуальних систем управління для їх ефективного аналізу. Інтелектуальні системи управління дозволяють автоматизувати процеси обробки даних, забезпечуючи швидке та точне прийняття рішень.

Метою даної роботи є дослідження ролі інтелектуальних систем управління в аналізі великих даних, їх впливу на ефективність обробки інформації та оцінка переваг і викликів, пов'язаних з їх використанням. Великі дані (Big Data) — це термін, що описує величезні об'єми даних, які надходять з високою швидкістю та різноманітністю. Важливими характеристиками великих даних є об'єм, швидкість, різноманітність та достовірність. Об'єм (Volume) описує великі обсяги даних, що перевищують можливості традиційних систем управління базами даних.[4] Швидкість (Velocity) відображає швидкість генерації та обробки даних у реальному часі. Різноманітність (Variety) стосується різних типів даних (структуровані, напівструктуровані та неструктуровані). Достовірність (Veracity) характеризує якість та достовірність даних [4].

Інтелектуальні системи управління (ІСУ) включають комплекс програмних та апаратних засобів, що використовують алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизації процесів аналізу та управління даними.[5] Основними компонентами ІСУ є датчики та сенсори, що збирають дані в режимі реального часу, процесори та обчислювальні платформи, які обробляють дані за допомогою складних алгоритмів, алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання, що забезпечують аналіз та прийняття рішень, а також інтерфейси користувача, які дозволяють взаємодіяти з системою та отримувати результати аналізу.

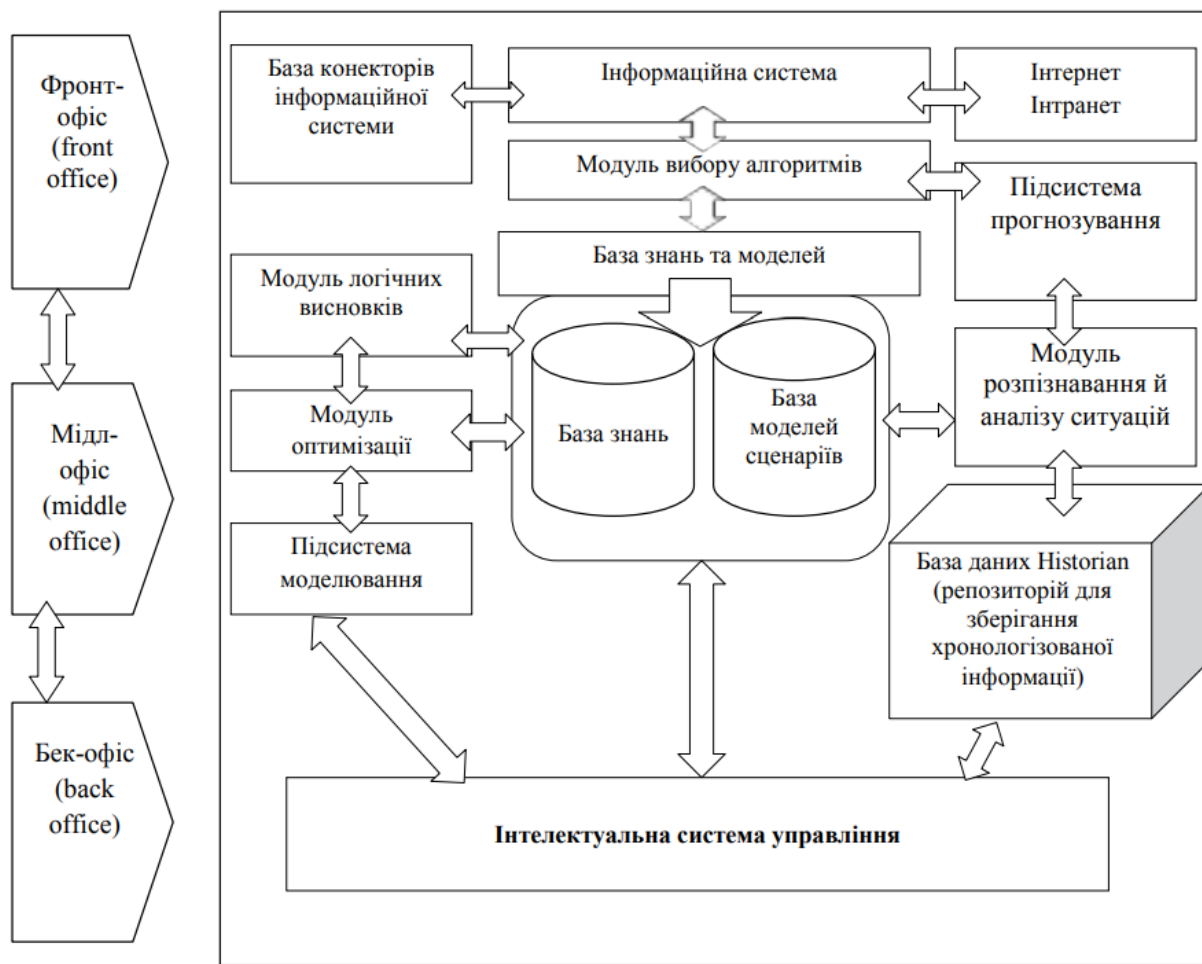


Рис.1. Концептуальна схема інтелектуальної системи керування

Аналіз великих даних включає різні методи та технології, зокрема машинне навчання, штучний інтелект, та інструменти і платформи, такі як Hadoop[1], Spark[2], TensorFlow[3], які надають можливості для масштабованої обробки даних. Машинне навчання використовує алгоритми для виявлення патернів у даних та прогнозування. Штучний інтелект застосовується для автоматизації складних завдань, таких як розпізнавання образів та обробка природної мови.

ІСУ значно підвищують ефективність аналізу великих даних завдяки оптимізації процесів обробки, скороченню часу обробки даних та підвищенню точності аналізу. Вони також сприяють автоматизації прийняття рішень за допомогою використання прогнозних моделей, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення у режимі реального часу. Приклади застосування ІСУ можна знайти у медицині для діагностики захворювань, у фінансах для аналізу ринкових тенденцій, у виробництві для оптимізації процесів.

Переваги впровадження інтелектуальних систем управління включають підвищення продуктивності, точності аналізу, швидкості обробки даних та зниження витрат.[6] Водночас, впровадження ІСУ стикається зі складностями, такими як потреба у кваліфікованих спеціалістах, питання безпеки та конфіденційності даних.

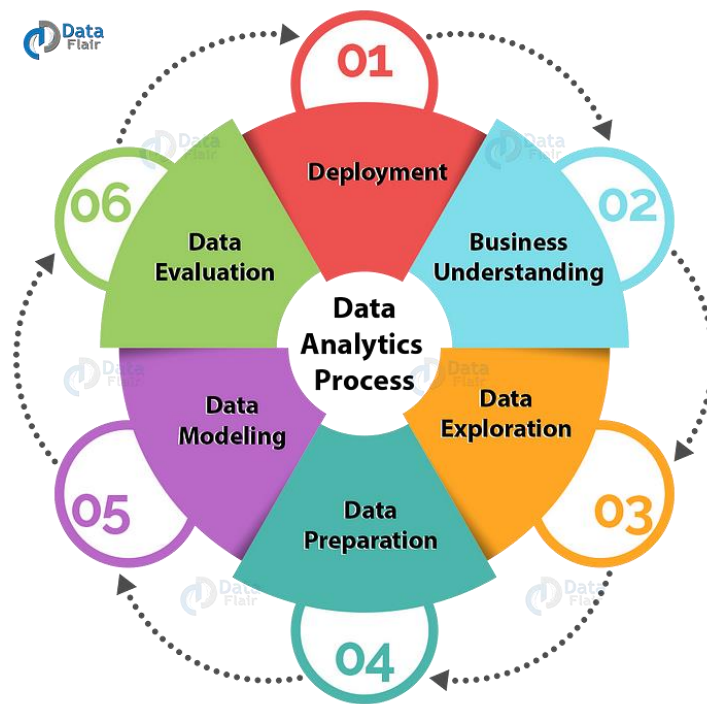


Рис. 2. Типова схема процесу аналізу даних

Інтелектуальні системи управління відіграють критичну роль у сучасному аналізі великих даних, надаючи можливість для ефективної та точної обробки великих обсягів інформації. Вони сприяють автоматизації процесів та прийняттю обґрунтованих рішень, що є важливим фактором для розвитку багатьох галузей. Подальші дослідження повинні зосереджуватися на удосконаленні алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання, інтеграції ІСУ з іншими передовими технологіями, а також на вирішенні питань безпеки та конфіденційності даних.

Література

1. Hadoop (2024) *Apache Hadoop 3.3.6*. [online]. URL : <https://hadoop.apache.org/docs/stable>.
2. Apache Spark 3.5.1 (2024) *Apache Spark - Unified Engine for large-scale data analytics* [online]. URL : <https://spark.apache.org/docs/latest/index.html>.
3. TensorFlow (2024) *An End-to-End Platform for Machine Learning* [online]. URL : <https://www.tensorflow.org>.
4. André R., Correia A. (2022) *IIoT Data Ness: From Streaming to Added Value* [online]. URL : https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/22521/1/DM_RicardoCorreia_MEI_2022.pdf.
5. Запорожець Т.В. *Інтелектуальні системи управління: теоретичні підходи до побудови*. [online]. 7 с.. URL: <https://pag-journal.iei.od.ua/archives/2020/15-2020/11.pdf>.
6. TMS Academy (2024) *Переваги впровадження інтегрованої системи управління* [online]. URL : <https://academy.tms.ua/uk/blog-uk/perevahy-vprovadzhennia-intehrovanoi-systemy-upravlinnia>.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ФІНАНСОВИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Плачков І.С.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: plachkov.igor@gmail.com

Intelligent Data Analysis System for Decision Support in Financial Organizations

In today's financial industry, decision-making is increasingly driven by vast amounts of data. Intelligent data analysis systems, leveraging the latest advancements in artificial intelligence and machine learning, offer significant potential for transforming decision-making processes in financial organizations. Despite the promising benefits, the integration and effective utilization of these technologies remain in the early stages, requiring comprehensive research and development.

Сучасні фінансові організації стикаються з постійно зростаючим обсягом даних, що потребують ефективного аналізу для прийняття обґрунтованих рішень. Інтелектуальні системи аналізу даних використовують новітні досягнення у галузі штучного інтелекту та машинного навчання для покращення процесів прийняття рішень. Проте, хоча ці технології мають значний потенціал, їх інтеграція та ефективне використання знаходяться на початкових етапах розвитку, що вимагає всебічного дослідження та розробки.

Інтелектуальні системи аналізу даних здатні надавати фінансовим організаціям нові можливості для покращення ефективності роботи, зниження ризиків і підвищення конкурентоспроможності [1]. Використання таких систем дозволяє автоматизувати обробку великих обсягів даних, знаходити приховані закономірності та аномалії, прогнозувати ринкові тенденції та оптимізувати фінансові стратегії. З огляду на складність та динамічність фінансових ринків, інтеграція інтелектуальних систем аналізу даних може стати ключовим фактором успіху для сучасних фінансових установ.

Проте, незважаючи на значний потенціал, впровадження інтелектуальних систем аналізу даних у фінансових організаціях стикається з рядом викликів. Серед них – висока складність технологічної інфраструктури, питання безпеки та конфіденційності даних, а також недостатній рівень підготовки персоналу до роботи з новими технологіями [2]. Важливим аспектом також є забезпечення надійності та точності результатів, отриманих за допомогою інтелектуальних систем аналізу даних, що потребує розробки відповідних методик верифікації та валідності.

Для подолання цих викликів необхідно здійснити детальний аналіз існуючих наукових робіт, практичних реалізацій та розробок у галузі інтелектуальних систем аналізу даних у фінансовому секторі. Це включає вивчення різних методів машинного навчання, алгоритмів обробки великих

даних, а також підходів до забезпечення безпеки та конфіденційності інформації [3].

Одним з перспективних напрямів досліджень є розроблення гібридних моделей, які поєднують традиційні методи статистичного аналізу з передовими алгоритмами машинного навчання. Такі моделі можуть забезпечити більш точні прогнози та глибші інсайти, що, в свою чергу, підвищить якість прийняття рішень. Крім того, варто досліджувати можливості використання розподілених обчислювальних систем та хмарних технологій для обробки та зберігання великих обсягів даних, що дозволить підвищити масштабованість та ефективність інтелектуальних систем аналізу.

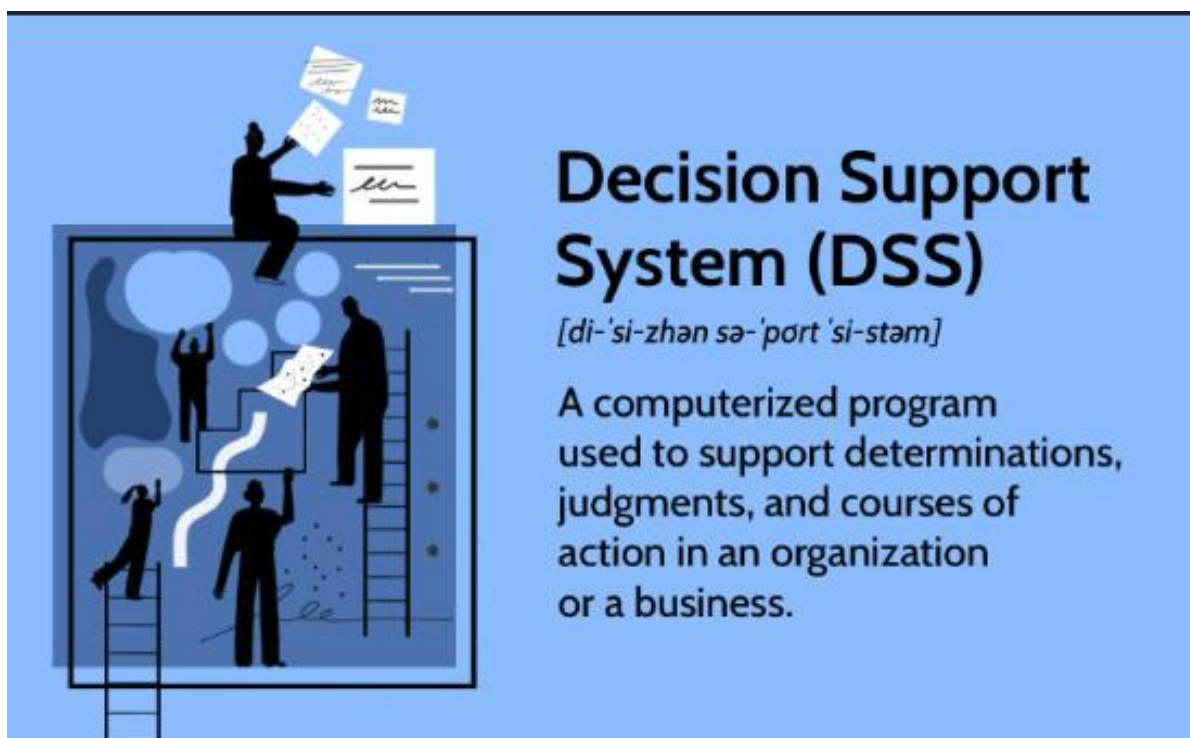


Рис. 1. Система допомоги прийняття рішень

Окрему увагу слід приділити аспектам етичності та прозорості використання інтелектуальних систем аналізу даних. Зокрема, необхідно розробити стандарти та протоколи, що забезпечують захист прав споживачів і прозорість процесів прийняття рішень. Це важливо не тільки для підвищення довіри до нових технологій, але й для дотримання регуляторних вимог, що постійно змінюються.

Література

1. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. (2013) An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Springer, pp. 15-22.
2. Chui M., Manyika J., Bughin J. (2018) Artificial Intelligence: Implications for Business Strategy, McKinsey Quarterly, pp. 24-30.
3. Russell S., Norvig P. (2021) Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed., Pearson, pp. 38-45.

BIG DATA ЯК ОСНОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛІКУ ДАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НЕПЕРЕРВНОГО ТИПУ

Прокопенко Т. О., Видря С. О.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: t.prokopenko@chdtu.edu.ua

Big Data as the Basis of Information Technology for Data Accounting of Continuous Type Technological Complexes

In the conditions of increasing complexity of the processes implemented in the management of the continuous type TC, the tasks of processing a significant amount of data of various types and nature are gaining more and more importance and relevance. Access to information based on information technologies with the use of Big Data technology will ensure the processes of collection, storage, processing and transmission of information.

Технологічні комплекси (ТК) неперевного типу в різних галузях промисловості, зокрема харчовій, є складними системами, що характеризуються значним обсягом даних різного типу та характеру. Важливого значення набувають процеси, пов'язані з інформаційним забезпеченням, де поряд з формалізованими та слабо структурованими задачами в умовах неповної інформації доцільним є застосування також класу задач змішаного типу, які використовують як аналітичні, так і евристичні моделі та методи.

Крім того, гібридний характер організаційно-технологічних процесів обумовлює той факт, що використання тільки формалізованих методів синтезу управління, що добре зарекомендував себе для технічних систем, або тільки евристичних способів, характерних для організаційних об'єктів, не дає бажаного результату[1]. Тому застосування технології Big Data для розробки інформаційної технології обліку даних технологічних комплексів неперервного типу забезпечить можливості розширення функціональності обробки неструктурованих даних різного роду та характеру.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій питанню забезпечення інформаційних потреб користувачів приділяється особливо гостра увага. Це значною мірою пояснюється незмірно більшою складністю проблеми формалізації процедур прийняття управлінських рішень і їхнього інформаційного забезпечення в порівнянні з планово-обліковими задачами. Чим вище рівень користувача, тим складніше задача системного забезпечення його інформацією: розширюється коло напрямків, що повинні бути охоплені інформаційним забезпеченням, ускладнюється задача її інтеграції.

Особливо складною є задача інформаційного забезпечення користувачів на підприємствах з неперевним характером виробництва. Застосування технології Big Data забезпечить реалізацію комбінованої схеми формування інформаційних потоків та їх перетворення за рахунок занурення в середовище відповідного рівня, що має визначені цільові настанови і правила переваг [2]. При реалізації такої схеми з'являються визначені переваги за рахунок

об'єднання двох підходів: об'єктного й ієрархічного. Для опису ситуацій можливе застосування баз даних NoSQL, що забезпечить адаптованість представлення неструктурованих даних і занурення інформації в різні управлінські рівні.

Враховуючи постійну тенденцію до ускладнення виробництва, розширенню його масштабів необхідно підкреслити зростаючу роль системного інформаційного забезпечення, без чого неможливо практично забезпечити істотне підвищення ефективності виробництва в цілому. Як і у відношенні будь-якого виду ресурсів, для інформації необхідно передбачати і розробляти технологію використання, що охоплює всі етапи: збір, передачу, переробку, збереження і використання. Одержання інформації для прийняття рішень в області управління виробництвом вимагає переробки значних обсягів даних про технологічні та організаційні процеси.

Для технологічних комплексів неперервного типу характерні такі властивості як наявність підсистем, що пов'язані між собою складними структурними та функціональними відношеннями; наявність ієрархічної структури, що обумовлена існуванням глобальної цілі та локальних цілей підсистем; необхідність адаптації до зміни внутрішніх умов функціонування та зовнішнього середовища; велика розмірність задачі управління. Технологічні процеси є слабо організованими та залежать від впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, наприклад якості сировини та навантажень, що характеризується виробничими ситуаціями [3]. Тому застосування технології Big Data сприяє обробці неструктурованих та неоднорідних даних, що описують технологічні та організаційні процеси.

Таким чином, в умовах зростання складності процесів, що реалізуються в управлінні ТК неперервного типу, задачі обробки значного обсягу даних різного роду та характеру набувають все більшої значимості та актуальності.

Доступ до інформації на основі інформаційних технологій із застосуванням технології Big Data забезпечить процеси збору, зберігання, обробки і передачі інформації, інтеграції інформаційних ресурсів, а також використання та розвитку методів і технологій інтелектуального аналізу слабо структурованої інформації для підтримки управлінської діяльності.

Література

1. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. (2015) Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г. 224 с.
2. Prokopenko T., Lanskykh Y, Prokopenko V., Pidkuiko O., Tarasenko Y (2023) Development of the Comprehensive Method of Situation Management of Project Risks Based on Big Data Technology. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/3(121), 38-45.
3. Prokopenko, T.A., Zyelyk, Ya.L. (2017) Complex Method of Strategic Decision-Making in Management of Technological Complexes of Continuous Type. Journal of Automation and Information Sciences. 49, pp.71 -79.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ

Ревенко М. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: revenkomo@nuft.edu.ua

Intelligent Management and Data Analysis Systems

Intelligent Management and Data Analysis Systems (IMDAS) represent one of the most promising technologies with the potential to transform various aspects of business and research. These systems integrate artificial intelligence (AI) algorithms and modern data analysis. The integration of IMDAS into business processes is essential for staying competitive in today's rapidly evolving market. By leveraging these systems, companies can optimize internal operations, reduce costs, enhance product and service quality, and make data-driven decisions[1].

Інтелектуальні системи управління та аналізу даних (ІСУАД) є однією з найперспективніших технологій, що мають потенціал трансформувати різні аспекти бізнесу та наукових досліджень. Ці системи об'єднують алгоритми штучного інтелекту (ШІ) та сучасні методи аналізу даних, що дозволяє не лише оптимізувати процеси, а й отримувати нові знання з великих обсягів інформації. Сьогодні бізнес-середовище змінюється надзвичайно швидко, і компанії, які не впроваджують новітні технології аналізу даних, ризикують залишитися позаду конкурентів.

Незважаючи на величезний потенціал ІСУАД, багато компаній стикаються з труднощами впровадження цих систем через високу складність налаштування та інтеграції, недостатню кількість кваліфікованих спеціалістів, а також проблеми з якістю та доступністю даних. Крім того, необхідно враховувати питання етики та конфіденційності даних, особливо у контексті зростання обсягів персональних даних, що обробляються цими системами. Однак, з розвитком технологій ШІ та збільшенням обсягів даних, ІСУАД стають все більш доступними та ефективними.

З розвитком цифрових технологій, включаючи Інтернет речей (ІоТ), блокчейн та великі дані, ІСУАД знаходять нові області застосування. Наприклад, у фінансовій сфері ці системи використовуються для передбачення ризиків, автоматизації торгівлі та виявлення шахрайства. У охороні здоров'я вони допомагають у діагностиці, персоналізованій медицині та управлінні лікарняними ресурсами. У логістиці ІСУАД сприяють оптимізації маршрутів, управлінню складськими запасами та прогнозуванню попиту. У маркетингу вони використовуються для аналізу поведінки споживачів, персоналізованих рекомендацій та сегментації ринку.

Сучасні ІСУАД також можуть значно підвищити ефективність управління ланцюгами поставок. Завдяки точному прогнозуванню попиту та оптимізації логістичних процесів, компанії можуть знижувати витрати на зберігання та транспортування. Інтеграція з ІоТ дозволяє відстежувати товари в

режимі реального часу, забезпечуючи додаткову прозорість та контроль за всіма етапами процесу. У сфері охорони здоров'я ІСУАД дозволяють покращувати якість медичних послуг шляхом автоматизації процесів діагностики та лікування. Застосування ІІ у медицині відкриває нові можливості для персоналізованої медицини, де кожен пацієнт отримує лікування, оптимально підібране під нього. Це сприяє підвищенню ефективності надання медичних послуг та водночас зменшенню витрат на них [2]. Маркетологи, використовуючи аналіз поведінки споживачів і персоналізовані рекомендації, можуть підвищувати лояльність клієнтів і збільшувати продажі. ІСУАД є ключовим елементом для сучасного бізнесу та науки, що дозволяє ефективно використовувати великі обсяги даних для прийняття обґрунтованих вагомих рішень, зокрема у науковій сфері [3].

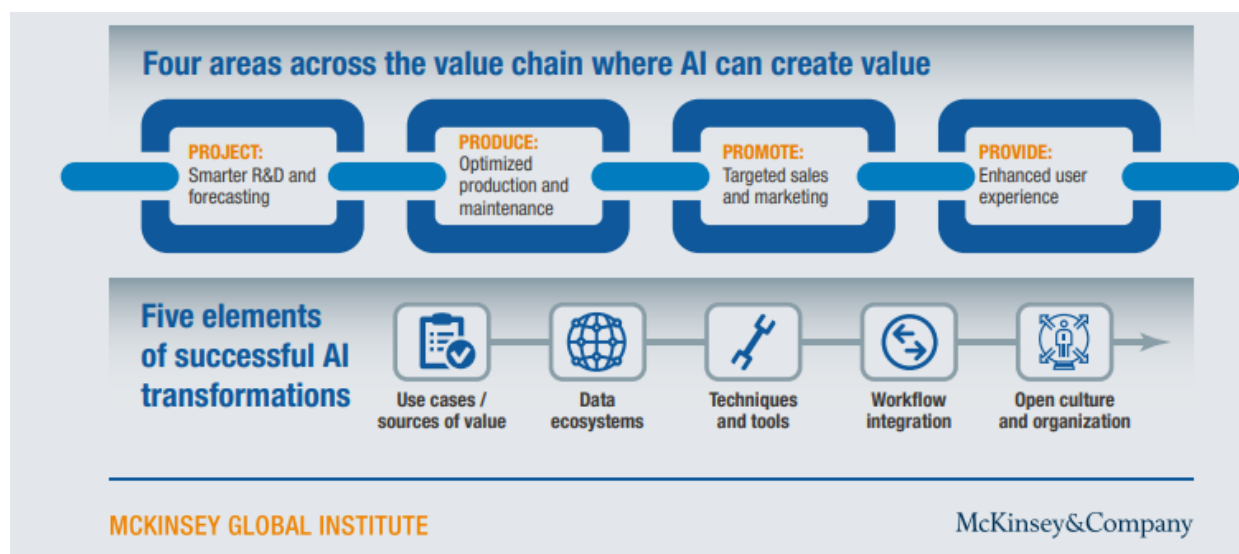


Рис. 1. Основні сфери застосування ІСУАД [1].

З огляду на швидкий розвиток технологій та зростаючі обсяги даних, важливим завданням є забезпечення безпеки та конфіденційності інформації. ІСУАД повинні бути оснащені сучасними засобами захисту даних, щоб запобігти несанкціонованому доступу та втраті інформації.

Інтелектуальні системи управління та аналізу даних – це потужний інструмент, який допомагає організаціям адаптуватися до змін у бізнес-середовищі, покращувати ефективність та досягати конкурентних переваг. Подальший розвиток цих технологій буде визначати майбутнє бізнесу та науки, сприяючи інноваціям на користь суспільства.

Література

1. Chui, M., Manyika, J., & Bughin, J. (2018). Artificial intelligence the next digital frontier? McKinsey Global Institute.
2. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. Harvard Business Review.
3. Alpaydin, E. (2020). Introduction to Machine Learning. MIT Press.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ JAVASCRIPT

Юхта М. А.

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
Київ, Україна*

E-mail: BezNika2012@gmail.com

Intelligent Data Analysis Using JavaScript Programming Language

The application of the JavaScript language for intelligent data analysis is of increasing interest in the programming industry. This language, although known mainly for the development of web technologies, has also found its application in the fields of data processing and machine learning in recent years.

JavaScript (JS) використовується для інтелектуального аналізу даних (ІАД), залучаючи увагу програмістів усього світу. Ця мова, зазвичай використовувана для веб-розробки, знаходить нові застосування у обробці даних та машинному навчанні. JS дозволяє працювати з великими обсягами даних, розробляти алгоритми машинного навчання та створювати веб-інтерфейси для візуалізації. Використання JS дозволяє комбінувати обчислювальні ресурси клієнтської та серверної сторін, розширюючи можливості розробників. Однак вона має свої виклики, такі як продуктивність порівняно з іншими мовами, спеціалізованими на обробці даних, і потребує адаптації існуючих бібліотек для оптимального використання. Це дослідження спрямоване на аналіз можливостей мови програмування JS у сфері ІАД і порівняння її з іншими мовами програмування. Основний акцент буде зроблено на обговоренні технологій та бібліотек, які дозволяють проводити аналіз даних та розробляти моделі машинного навчання з використанням JS. Буде проведено порівняння JS з такими мовами, як Python та R, які традиційно домінують у цій галузі, з метою визначення переваг та недоліків кожної з них. Дослідження також охопить аналіз продуктивності, зручності використання, доступності навчальних ресурсів та спільнот розробників, що працюють з цими мовами.

JS здобуває популярність у сфері ІАД завдяки таким інструментам, як TensorFlow.js, Brain.js та Data-Forge. TensorFlow.js - це порт TensorFlow для веб-середовища, що дозволяє створювати і навчати нейронні мережі безпосередньо у браузері. Brain.js дозволяє створювати різноманітні нейронні мережі в JS для класифікації, прогнозування та кластеризації даних. Data-Forge надає потужні інструменти для маніпулювання та аналізу даних, включаючи обробку, фільтрацію, групування та агрегацію.

Ці інструменти дозволяють розробникам створювати складні системи ІАД у JS, що робить його конкурентоспроможним у цій галузі. TensorFlow.js дозволяє переносити існуючі моделі з TensorFlow на сервер до браузера, де

вони можуть працювати безпосередньо на пристрої користувача, що зменшує затримки і навантаження на сервер. Крім того, Node.js, який виконує JS на сервері, дозволяє обробляти великі обсяги даних і проводити складні обчислення на серверній стороні.

Переваги використання JS для ІАД включають його популярність серед розробників, легкість вивчення та велика кількість доступних бібліотек і фреймворків. JS має велику спільноту розробників, що постійно створюють нові інструменти та ресурси, що робить його доступним для новачків та професіоналів. Використання JS також дозволяє легко інтегрувати інтелектуальні технології в існуючі веб-застосунки, що є важливим для розробки інтерактивних інтерфейсів та забезпечення доступності результатів аналізу даних для користувачів.

Проте є й недоліки. Продуктивність JS може бути нижчою порівняно з мовами, як от Python або R, що спеціалізуються на обробці даних. Крім того, хоча кількість бібліотек для ІАД у JS зростає, вони часто поступають за функціоналом своїм аналогам у інших мовах. Наприклад, бібліотеки для роботи з великими обсягами даних та складними моделями машинного навчання у Python, такі як Pandas або Scikit-learn, мають більш розвинені можливості та ширше підтримуються спільнотою.

JS стає все важливішим інструментом у сфері ІАД завдяки своїм потужним інструментам та простоті використання. З розвитком веб-технологій та появою нових фреймворків та бібліотек JS, його роль у цій галузі буде лише зростати. Можливо, у майбутньому JS стане ще більш популярним інструментом для розробки інтелектуальних систем аналізу даних. Для цього важливо продовжувати розвиток існуючих бібліотек та створювати нові інструменти, що дозволять ефективно використовувати JS у цій галузі.

Розробникам варто звертати увагу на можливості JS та його інтеграцію з іншими мовами програмування, що дозволить створювати гібридні рішення, які поєднують найкращі риси різних підходів. Наприклад, можна використовувати JS для розроблення інтерфейсів і візуалізації результатів аналізу даних, тоді як Python або R можна використовувати для складних обчислень і моделювання. Це дозволить ефективно використовувати кожен мову та забезпечити продуктивність і зручність використання систем ІАД.

Література

1. Zhang, Y., Lecun, Y. "Text Understanding from Scratch." arXiv preprint arXiv:1502.01710 (2015).
2. Fernández, A., López, V., Gómez, E., Juristo, N. "Analysing the effect of background knowledge in software defect prediction." Empirical Software Engineering 19.6 (2014): 1715-1753.
3. Mitchell, Tom M. "Machine Learning." McGraw-Hill Education, 1997.
4. Hastie, Trevor, et al. "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction." Springer Science & Business Media, 2009.
5. TensorFlow.js документація: <https://www.tensorflow.org/js>.

3

СЕКЦІЯ

***ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ
ТА
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ***

EXAMINATION OF THE ROLE OF IOT IN CLIMATE CHANGE MITIGATION: IOT DEVICES FOR DEVELOPING CLIMATE CHANGE SOLUTIONS WITH REAL-TIME DATA

Danso J. O.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

E-mail: dansojenny@gmail.com

The Internet of Things (IoT) is a global network of things connected to the Internet – devices equipped with sensors and signal transmission means. These digital devices can perceive various signals from the surrounding world with sensors, interact with other devices, exchange data for remote monitoring of the state of objects, analysis of collected data and decision-making based on it [1, p. 8].

Next, we need to define the purpose of the current study. The aim of this study is to investigate a computerized climate change monitoring system based on the Internet of Things (IoT) concept. The system involves the use of smart devices evenly distributed around the world. These devices send data to a cloud service, where they are analyzed and processed.

The next step is to select the necessary parameters for further work with them within the framework of the created system. The main data for climate change monitoring should be temperature, humidity, wind direction, wind speed, barometric pressure and rainfall, as the sensors that are part of the IoT-based monitoring system are able to transmit the values of these indicators for further processing [2].

The Internet of Things monitoring system proposed for construction will consist of 5 elements: sensors, IoT devices, a central router, server and client parts.

There are several types of air humidity sensors, each of which has its own advantages (fig. 1). The choice of sensor depends on specific requirements and application conditions. Having a reliable and accurate humidity sensor is important to ensure optimal conditions in various areas where humidity control is necessary. Specific application requirements, resource availability, budget, and expected accuracy must be considered when choosing a type of humidity sensor. Since there is a condition in the research tasks that the information should be received in real time, it is advisable to choose optical humidity measurement sensors.

Today, the sensor market can offer universal sensors capable of measuring several parameters at once. For example, Aqara is able to measure three main values at once: temperature, humidity level and atmospheric pressure. Although its main use is indoors, there is also an option for mounting outside.

Another effective solution for monitoring climate change is ready-made weather stations. They provide an integrated system of components used to measure, monitor and study weather and climate. One of the examples of modern weather stations is ClimaVUE 50 from the American company Sambell Scientific. Which allows you to monitor the weather in real time, as well as create reports and graphs based on the collected data. Another example is the automatic weather station

Agrometeo-1. Which can measure temperature, humidity, pressure, also has additional modules for measuring wind, rain and other parameters [4].

Resistive sensors	Capacitive sensors	Chemisorption sensors	Optical sensors
• Relatively low cost • Simple design and easy manufacturing • Well suited for general humidity measurements in low-accuracy environments	• Higher accuracy compared to resistance sensors • Less sensitive to external factors such as temperature or the presence of other substances • Can work in a wide range of humidity	• Can measure humidity at low levels or vacuum conditions • Able to detect specific substances that interact with a chemical sample	• High accuracy and stability of measurement • Less sensitive to external factors such as temperature or the presence of other substances • You can measure humidity in real time

Fig. 1. The main types of moisture measurement sensors and their advantages (based on [3])

Within the climate change monitoring system, IoT devices are elements that automate the process of collecting information from measurement sensors and provide the ability to manage them (e.g., through driver updates). The Arduino Uno is the optimal board for developing IoT devices. By connecting it to the Internet, it becomes a node in the IoT ecosystem capable of sending and receiving data. This allows users to remotely monitor and control devices, collect data from sensors, and automate processes. The Arduino Uno supports a variety of communication protocols that are crucial for IoT applications. The board can use Wi-Fi, Ethernet, or GSM networks. Wireless modules such as the ESP8266 and NRF24L01 further extend the connectivity options, enabling flexible deployment in a variety of IoT scenarios [5].

So, the use of the concept of the IoT in the process of climate change monitoring was revealed, which indicates its significant role in mitigating the consequences of climate change, since an effective response to climate change processes is possible only with timely acquisition of data on the main weather indicators in why the internet of things helps. The leading role of the IoT device was also revealed in automating the process of collecting information from measuring sensors and providing the opportunity to manage them in real time.

References

1. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. (2021) *Технології інтернету речей* : навч. посіб. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 271 с.
2. Muslim M. A. et al. (2021) IOT based climate monitoring system. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 746, 1, pp. 12–44.
3. Амоший І. А. (2023) *Сенсор дослідження вологості навколишнього середовища*. К. : НАУ, 36 с.
4. Агровсесвіт (2024) *Моніторинг погоди* [online]. URL: <https://agrovsesvit.com/product-category/agromet>.
5. Meghana K. (2024) Arduino Uno and IoT. *LinkedIn*. URL: <https://bit.ly/unoiot>.

CONTROL OF THE MOTION TRAJECTORY OF A WHEELED MOBILE ROBOTS IN REAL-TIME

Igor Korobiichuk

*Warsaw University of Technology, Institute of Automatic Control and Robotics,
Warsaw, Poland*

E-mail: igor.korobiichuk@pw.edu.pl

Trajectory motion of a mobile robot influence on the energy consumption of battery. The mobile robot moved in the different conditions and surface, therefore parameters that was calculated for control motion by mobile robot can not be optimal for different conditions. Than mobile robot moved on the different surface (sand, asphalt, dirt, mud) they have a different slips, as a result deviation from the trajectory.

Also, a lot of task for mobile robot connected with the exploration is constrained by the restricted operation time in rescue scenarios, as well as a hard rough terrain and autonomously explore a large unknown area [1]. Robot movement control with application of conventional PID regulation is sensitive to variable conditions of operation, such as change of transported mass or motion resistance. Because of that, tracking control algorithms of wheeled mobile robots (WMRs) are designed to guarantee high accuracy and stability of realized motion. Inclusion of object variable conditions of operation in the control algorithms requires implementation of complex control methods such as robust or adaptive control.

Unlike regular methods of design of control systems, those methods do not require detailed knowledge of mathematical model of the object. In mobile robot trajectory tracking, many works still the following control algorithms can be distinguished: position and course controller based on the retraction method; robust regulator; adaptive regulator; controllers based on the PID algorithm; algorithm based on artificial neural networks. The robot is controlled directly by changing the control voltage, by setting the rotational speed value, using the drive's internal speed controller in depending on the configuration.

But for effective wheeled mobile robot trajectory tracking proposed to use geometric model predictive control (MPC) method [3]. Predictive control allows you to reduce position errors compared to use PID algorithm solutions. The position errors for the compared configurations are smaller and main advantage is the pursuit of zero errors in steady state.

The work [1–4] presented a different design of mobile robot WMRs, therefore the use a MPC for different mobile platform needed in adaptation and created new mathematical models [4].

As proposals for solving the problem, proposed to use and adopted the algorithms using model predictive control. For compare the operation of the regulators in a quantitative way, the values of the control quality indicators were recorded. Model of used mobile robot presented on the Fig. 1.

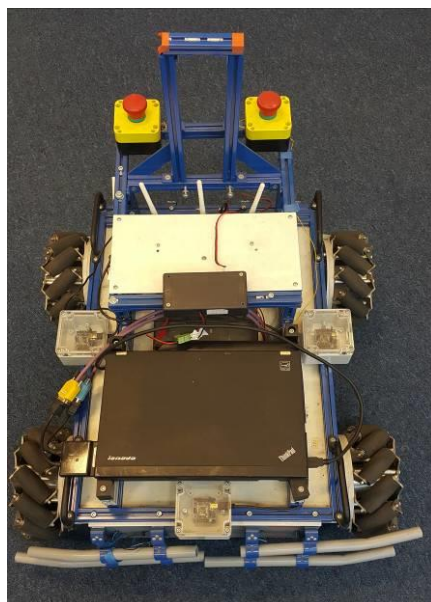


Fig. 1. Wheeled mobile robots *GRANITE*

For the future developer research will be need a find solution for the real-time terrain recognition-based navigation for mobile robots [5], because a mobile robots performing tasks in unstructured environments need to adapt their trajectories in real-time. Therefore future works will be connected with identify different surface in real-time, such as: sand, asphalt, dirt, mud. The conduct terrain surface-following experiments for identify changes in the terrain in real-time can take possibility adjust its trajectory.

References

1. Agishev, R., Petricek, T., Zimmermann, K. Trajectory Optimization Using Learned Robot-Terrain Interaction Model in Exploration of Large Subterranean Environments (2022) IEEE Robotics and Automation Letters, 7 (2), pp. 3365-3371. DOI: 10.1109/LRA.2022.3147332
2. Yu, Z., Sadati, S.M.H., Perera, S., Hauser, H., Childs, P.R.N., Nanayakkara, T. Tapered whisker reservoir computing for real-time terrain identification-based navigation (2023) Scientific Reports, 13 (1), art. no. 5213. DOI: 10.1038/s41598-023-31994-x
3. Korobiichuk I. Predictive control of the motion trajectories of a mobile robot, IX International scientific and technical Internet conference "Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes", November 25, 2022, Kyiv, Ukraine, p. 44-46
4. Trojnacki M. Modelowanie dynamiki mobilnych robotów kołowych, monografie, studia, rozprawy. Oficyna Wydawnicza PIAP, Warszawa, 2013.
5. Agishev, R., Petricek, T., Zimmermann, K. Trajectory Optimization Using Learned Robot-Terrain Interaction Model in Exploration of Large Subterranean Environments (2022) IEEE Robotics and Automation Letters, 7 (2), pp. 3365-3371. DOI: 10.1109/LRA.2022.3147332

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВІДСТЕЖУВАННЯ ПРИСУТНОСТІ ВІДВІДУВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

Безверхий О. І., Борецький В. В., Чайка Т. І.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: o_bezver@ukr.net

Information Technology for Tracking the Presence of a Visitor Using Facial Recognition

The growing need for security and access control in modern conditions makes the research of identification systems, in particular based on computer vision technologies, extremely relevant. In his work, he developed methods and their use in order to improve innovative methods of identification and access control. The scientific novelty of work in the combination of two methods of identification – QR code and recognition of facial features using computer vision technologies, which combines the advantages of both methods and ensures the reliability and validity of information.

Попит на системи ідентифікації особистості продовжує зростати з кожним роком завдяки їх здатності вирішувати широкий спектр завдань. Ці системи широко використовуються в бізнес-середовищі для таких цілей, як контроль доступу, відстеження робочого часу, вимірювання температури тіла та забезпечення дотримання санітарних норм. Створення автоматизованої програмної системи, яка надає можливість розпізнавати відвідувачів у режимі реального часу, застосувавши підходи машинного навчання є актуальною [1].

В створеній системі модуль адміністрування призначений для створення наборів даних про відвідувачів, навчання ШІ-моделей з графічним інтерфейсом, введення даних про співробітників та інших операцій, пов'язаних з управлінням. Основною функцією є реєстрація та модифікація в системі даних про особи і створення датасету [2]. Алгоритм фіксації відвідуваності представимо в виді:

- Початок процедури. Користувач знаходиться перед системою, яка проводить біометричну ідентифікацію.
- Зчитування QR-коду. Користувач презентує QR-код для сканування системою.
- Верифікація QR-коду. Система зчитує QR-код та перевіряє його на валідність та автентичність.
- Інструкції для користувача. Якщо верифікація QR-коду успішна, система вказує користувачеві, що для підтвердження особистості він повинен виконати моргання очима.
- Моргання очима. Користувач моргає очима, що служить як унікальний біометрична характеристика.
- Захоплення сніпшоту. Система фіксує момент моргання і отримує сніпшот (знімок) користувачевого обличчя.

- Верифікація обличчя. Отриманий сніпшот порівнюється з моделлю обличчя, яка заздалегідь збережена в системі. Алгоритми розпізнавання обличчя визначають ступінь схожості між сніпшотом і збереженою моделлю.
- Результат верифікації. Якщо система виявляє високий ступінь схожості, ідентифікація вважається успішною. Якщо співпадіння не знайдено або воно недостатньо високе, система може відхилити ідентифікацію.
- Оновлення інформації. Якщо ідентифікація успішна, система може оновити інформацію про фіксацію відвідувача в базі даних або журналі відвідувань.

Створення та керування наборами даних облич осіб, зокрема отримання зразків зображень облич осіб, для навчання моделі машинного навчання для завдання розпізнавання облич. за зразками зображень обличчя є основною функцією. Процес розпізнавання обличчя включає етапи:

- Детектування. Завдяки камері здійснюється виявлення обличчя.
- Аналіз. Відбувається захоплення та оцінка зображення обличчя. При цьому відбувається сканування геометрії обличчя. Серед основних показників є дистанція поміж очима, глибина очниць, дистанція між лобом і підборіддям, а також форма губ. Основне завдання цього методу - ідентифікувати ділянки на обличчі, що відіграють вирішальну роль у розпізнаванні обличчя.
- Виділення ознак. Завдяки методу аналізу обличчя відбувається конвертація аналогових даних (обличчя) до цифрових (векторне представлення), що базуються на рисах людського обличчя. Процес отримання зображення обличчя стає математичною формулою.
- Пошук збігу. Зображення особи зіставляється з базою даних. Знайшовши збіг з векторним представленням обличчя в базі даних розпізнавання облич, відбувається підтвердження.

Спроектована та реалізована автоматизована система управління доступом, принциповою концепцією якої є реалізація розпізнавання відвідувачів у режимі реального часу, використовуючи методи та підходи машинного навчання. Проектування системи було проведено, зокрема, систем управління на основі QR-кодів та комп'ютерного зору. Обидва підходи виявили свої переваги та недоліки. впровадження методу контролю, який поєднує обидва підходи, виявляється найбільш оптимальним рішенням. Особливістю є його низька початкова вартість, що робить його ефективним інструментом для бюджетних проєктів. Отримані результати свідчать про перспективність реалізованої системи в цілому та виправдовують подальший її розвиток.

Література

1. Pressman R. S., Maxim B. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill Education, 2019. – 704 с.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IOT) У РОЗУМНИЙ БУДИНОК ЗА ДОПОМОГОЮ C++

Беценко Н. О., Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: nazar_bets@ukr.net

Integrating the Internet of Things (IoT) into a smart home using C++

Internet of Things is a promising technology that will be able to affect many areas of life in the future, including new opportunities for business, and in particular for marketing. Internet of Things marketing is a new industry that, while promising huge benefits for companies, is just beginning to be explored.

Система "розумного дому" сьогодні, мабуть, найбільше асоціюється з інтернетом речей. Концепція, що складається зі звичних, але тих пристроїв, що вже порозумнішали: термостати, системи відеоспостереження, холодильники, телевізори, тощо. Даний сегмент технологій Internet of Things (IoT) заснований на концепції ситуативних децентралізованих бездротових мереж. У будинках і офісах вже можна зустріти безліч таких систем, з'являються все нові й нові сервіси — віддалене спостереження через смартфон за власним помешканням або автоматичні клімат-системи будівель.

Інтеграція IoT у розумний будинок являє собою один із найбільш перспективних напрямів розвитку технологій, дозволяючи створювати інтелектуальні системи керування для комфорту, безпеки і ефективного використання ресурсів. Однак інтеграція IoT несе в собі й ряд технологічних викликів: безперебійна комунікація між пристроями, обробка великих обсягів даних у реальному часі, гарантування високого рівня безпеки та захисту даних, забезпечення інтероперабельності між різними платформами та протоколами.

Одним із ключових аспектів вирішення цих викликів є вибір і реалізація відповідних комунікаційних протоколів, які забезпечують надійний і ефективний зв'язок між IoT-пристроями у розумному будинку. Основні протоколи, що використовуються в таких системах, включають:

- MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) — це протокол з відкритим кодом для обміну даними та спілкування, який стає стандартом в IoT-проектах. Основні переваги MQTT включають легку архітектуру, невеликий розмір коду, високу надійність і хорошу масштабованість. MQTT дозволяє підключатися до проєктів IoT і забезпечує ефективну комунікацію між пристроями з обмеженими ресурсами.
- Zigbee - бездротовий протокол передачі даних, який широко використовується для управління пристроями в розумному

будинку. Одним із головних переваг Zigbee є його низьке енергоспоживання, дальність передачі даних та висока надійність.

- CoAP (Constrained Application Protocol): Протокол, призначений для взаємодії пристроїв з обмеженими можливостями через IP-мережі. Реалізація CoAP на C++ дозволить зменшити затримки та енергоспоживання.

Використання C++ для розроблення ПЗ IoT-пристроїв у розумних будинках надає такі переваги, як висока продуктивність, ефективне управління ресурсами та можливість створення складних систем реального часу. C++ дозволяє створювати ефективний і швидкий код, що особливо важливо для IoT-пристроїв, які часто мають обмежені апаратні ресурси. Низький рівень доступу до апаратури дозволяє оптимізувати виконання завдань у реальному часі, що є критичним для сенсорів і контролерів у розумному будинку.

Крім того, C++ забезпечує точний контроль над використанням пам'яті і ресурсів, що дає оптимізувати роботу IoT-пристроїв з обмеженими ресурсами. C++ підтримує об'єктно-орієнтоване програмування, що дозволяє створювати модульні та масштабовані рішення. Використання шаблонів та стандартної бібліотеки C++ (STL) допомагає зменшити час розробки та підвищити якість коду. Завдяки C++ можна ефективно реалізувати такі протоколи як MQTT, Zigbee та CoAP, забезпечуючи надійну комунікацію між пристроями. Бібліотеки C++ для цих протоколів дозволяють швидко інтегрувати їх у систему та налаштувати для оптимальної роботи. Серед таких бібліотек є:

- Paho MQTT C++, що дозволяє створювати високопродуктивні та надійні додатки для обміну повідомленнями між IoT-пристроями;
- Zigbee4cpp, забезпечує зручний інтерфейс для взаємодії з пристроями Zigbee, дозволяючи ефективно створювати, керувати та моніторити їх у розумних системах.
- CoAP (libcoap), надає можливість розробляти та реалізувати додатки, що використовують CoAP, для ефективної комунікації з цими пристроями за допомогою стандартних мережних протоколів.

Отже, інтеграція IoT в розумний будинок дає безліч можливостей для зручності, ефективності та безпеки життя. C++ при розробленні ПЗ IoT-пристроїв відіграє тут важливу роль, дозволяючи створювати швидко та ефективно програмне забезпечення з точним управлінням ресурсами, що особливо важливо для пристроїв IoT з обмеженими апаратними можливостями.

Література

1. Internet of things [online]. URL : <https://sites.google.com/view/bezpecnyj-internet/можливості-інтернету/інтернет-речей-та-смарт-технології>
2. Why is MQTT an important part of IoT? [online]. URL : <https://fiberroad.com/uk/why-is-mqtt-an-important-part-of-iot/>
3. Zigbee in the smart home [online]. URL : <https://homesmart.com.ua/protokol-zigbee-shcho-tse-take-i-yak-vin-vykorystovuietsia-v-rozumnomu-domi/>

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ AUTOSAR

Беценко Н. О., Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: nazar_bets@ukr.net

Development of vehicle control systems using AUTOSAR technology

AUTOSAR technology plays an important role in today's automotive industry, allowing developers to create complex and efficient vehicle control systems. This topic offers an in-depth analysis of the development process of such AUTOSAR-based systems, including architectural solutions, programming approaches, and integration with various vehicle subsystems.

В електромобілях і безпілотних автомобілях програмне забезпечення грає вирішальну роль у керуванні батареями, прийнятті рішень за частки секунди та інтеграції передових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT). Це вимагає створення складної та взаємопов'язаної системи, яка забезпечує безперебійну та безпечну роботу.

AUTOSAR відіграє важливу роль у цьому процесі, надаючи гнучку архітектуру для розробки масштабованого, адаптованого та безпечного програмного забезпечення, що ідеально відповідає потребам індустрії. AUTOSAR визначає стандартизовані протоколи зв'язку, такі як CAN (Мережа контролера), LIN (Мережа локального з'єднання) і FlexRay, щоб полегшити зв'язок між різними ECU (електронними блоками керування) в автомобілі.

Незважаючи на те, що AUTOSAR надає стандартизовану структуру, розробникам необхідно оптимізувати продуктивність системи, особливо в додатках у режимі реального часу, таких як керування двигуном і вдосконалені системи допомоги водієві (ADAS). Це може включати точне налаштування часу зв'язку, розподілу ресурсів і алгоритмів планування.

Після завершення первинної оцінки важливо визначити архітектуру системи та розбити ПЗ автомобіля на керовані компоненти. Це передбачає:

- Ідентифікація електронних блоків керування (ECU): визначення та зіставлення функцій автомобіля з конкретними ECU, враховуючи обчислювальну потужність, вимоги до зв'язку та безпеки.
- Вибір стеків AUTOSAR: підбір відповідних версій стеків AUTOSAR (класичних або адаптивних) на основі складності та вимог кожного ECU до роботи в реальному часі.
- Визначення компонентів програмного забезпечення: поділ функцій програмного забезпечення в кожному ECU на менші модульні компоненти, що відповідають специфікаціям AUTOSAR.

Перехід до AUTOSAR вимагає використання відповідних інструментів і достатніх ресурсів. Це включає комплекти розробки програмного забезпечення (SDK), інтегровані середовища розробки (IDE) та засоби моделювання,

розроблені спеціально для AUTOSAR. Ці інструменти полегшують процес проєктування, розробки, тестування та валідації програмного забезпечення, сумісного з AUTOSAR.

У даній технології мови програмування C та C++ грають ключову роль, забезпечуючи ефективне управління ресурсами та високий рівень продуктивності. Мова C забезпечує прямий доступ до апаратного забезпечення, що дозволяє розробникам писати високоефективний код для систем реального часу, таких як драйвери для контролерів CAN або PWM. C широко використовується в AUTOSAR завдяки своїй сумісності з різними мікроконтролерами та платформами. Стандарти AUTOSAR включають рекомендації для написання коду на C, що забезпечує відповідність вимогам безпеки та надійності. C++ в свою чергу дозволяє створювати більш абстрактні та зручні для підтримки архітектури програмного забезпечення. Це особливо корисно для складних систем, таких як інформаційно-розважальні системи або системи допомоги водію (ADAS). Крім того, C++ дозволяє використовувати шаблони та інші механізми для створення узагальнених компонентів, що сприяє повторному використанню коду та зменшенню кількості помилок.

Оскільки світовий ринок автомобільного програмного забезпечення та електроніки продовжує зростати, а програмне забезпечення стає значною частиною вартості автомобіля, інвестиції в якісні інструменти та ресурси стають критично важливими для автомобільних компаній. Крім того, навчання робочої сили є ключовим аспектом. Навчальні програми та семінари необхідні для того, щоб розробники володіли методами та інструментами AUTOSAR.

Яскравим прикладом досягнення більшої ефективності, безпеки та гнучкості архітектури програмного забезпечення, за допомогою використання AUTOSAR є компанія Ford Motor Company. Вони прийняли AUTOSAR з метою прискорення розробки, задоволення потреб клієнтів і спрощення методології для новачків. Використання AUTOSAR у Ford спрямоване на підвищення ефективності та зменшення часу і зусиль, необхідних для розробки електронних блоків керування. Це також вказує на стратегічне використання компанією Ford більш складних технологій у їхніх платформах транспортних засобів, що відображає тенденції в автомобільній індустрії.

Отже, з вище розглянутого, можна сказати, що AUTOSAR — це не лише ще одна архітектура програмного забезпечення. Вона втілює кардинальний стрибок у розвитку автомобільної промисловості, перетворюючи транспортні засоби у більш ефективні, безпечні та інноваційні конструкції. В умовах постійного розвитку автомобільного сектора, AUTOSAR стає вирішальним компонентом для задоволення технологічних потреб нової епохи.

Література

1. Introduction to AUTOSAR for Autonomous and Electric Vehicles (AV/EV). [online]. URL : <https://www.rinf.tech/introduction-to-autosar-for-autonomous-and-electric-vehicles-av-ev/>
2. AUTOSAR [online]. URL : <https://www.autosar.org>.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ТА АВТОРИЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ СКЛАДСЬКОЇ ПРОГРАМИ ОБЛІКУ ПРОДУКЦІЇ

Булій Д. Ю., Андріюк О. П., Харкянєн О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: danya290@ukr.net, andriukop@nuft.edu.ua, helen_nuft_mail@ukr.net

Automated system of registration and authorisation of users for the warehouse programme of product accounting

The automated registration and authorisation system is designed to secure users and product data, simplify the login process, create accounts, register new users and protect the warehouse information system..

Об'єкт досліджень – складська інформаційна система (СІС), хмарна база даних (БД). Методи досліджень – створення інтерфейсу СІС та управління хмарною БД через програму PyCharm.

PyCharm — це потужне інтегроване середовище розробки для Python, яке має український інтерфейс користувача та підтримує широкий спектр функцій, таких як рефакторинг, автоматичне завершення коду та інструменти для розробки веб-додатків. PyCharm підтримує інші мови програмування, такі як JavaScript, HTML, CSS, SQL тощо. Це дозволяє розробникам працювати з різними технологіями в одному інструменті. Дана програма доступна на різних платформах, таких як Windows, MacOS і Linux, що робить її доступною для широкого кола користувачів. Для створення системи реєстрації та авторизації використовують Tkinter – стандартний набір інструментів для створення графічного інтерфейсу користувача (GUI) в мові програмування Python. Tkinter є частиною стандартної бібліотеки Python, що дозволяє використовувати його без потреби встановлювати додаткові пакети або інструменти. Це зручно, оскільки Tkinter стає доступним після встановлення Python.

Пакет Tkinter («інтерфейс Tk») є стандартним інтерфейсом Python до інструментарію GUI Tcl/Tk. І Tk, і Tkinter доступні на більшості платформ Unix, включаючи macOS, а також у системах Windows. Tcl/Tk не є окремими бібліотеками, а складаються з кількох окремих модулів, кожен з яких має окремі функції та власну офіційну документацію [1]. Tkinter має простий інтерфейс, що робить його ідеальним вибором для початківців у програмуванні на Python або для тих, хто шукає швидке і просте рішення для створення GUI. за допомогою Tkinter можливо швидко створювати вікна, кнопки, текстові поля та інші елементи інтерфейсу.

Для безпечного зберігання і обробки даних використовують хмарні БД (Cloud Database) – сервіси БД, створені та доступні через хмарну платформу, які можуть бути реалізовані у різних моделях розгортання та підтримувати різні механізми БД. Прикладами хмарних БД є Amazon RDS (Amazon Relational

Database Service), Google Cloud SQL, Microsoft Azure SQL Database та ін. Amazon RDS — це розподілена реляційна база даних (СКБД), яка надається як послуга від Amazon Web Services (AWS). Основними перевагами є легкість в управлінні та багатозонне розгортання. Можна створювати нові бази даних через AWS Management Console або використовувати Amazon RDS APIs². Функція багатозонного розгортання дозволяє автоматично надавати та підтримувати синхронну фізичну чи логічну “резервну” репліку в іншій зоні доступності. Це забезпечує підвищену доступність та довговічність даних для реляційних баз даних, таких як MySQL, MariaDB, Oracle, PostgreSQL та SQL Server¹ [2]. Amazon RDS дозволяє зосередитися на розробці додатків, не витрачаючи час на адміністрування бази даних.

Завдяки своїй гнучкості, масштабованості та доступності для керування даними автоматизованої системи входу і реєстрації користувачів для складської програми обліку продукції в останні роки набула популярності хмарна БД Azure Data Studio. Це безкоштовний спрощений інструмент для управління даними та розробки, який працює на Windows, macOS та Linux. Він призначений для підключення до популярних хмарних та локальних баз даних, таких як SQL Server, SQL Azure та Azure Synapse Analytics.

Цей інструмент надає зручний інтерфейс редактора з підтримкою IntelliSense, фрагментів коду, інтеграції з системою керування версіями та вбудованим терміналом. Ви можете виконувати SQL-запити, аналізувати та зберігати результати у текстовому форматі, а також у форматах JSON або Excel. Azure Data Studio також підтримує створення власних фрагментів коду SQL [3].

Інтерфейс реєстрації користувача – графічна форма, яка вимагає введення особистих даних: ім'я, прізвища, по-батькові, електронної пошти, паролю тощо. Ці дані зберігаються в хмарній базі даних для подальшого використання.

Інтерфейс авторизації користувачів – графічна форма для входу користувача після успішної реєстрації за допомогою ідентифікаційних персональних даних. Система перевіряє дані, і якщо вони правильні, надає доступ до облікового запису. Дані співпрацюють із БД за допомогою SQL-коду. Обидва інтерфейси мають можливість оброблення помилок при введенні даних.

Автоматизована система реєстрації та авторизації спрощує процес управління користувачами, забезпечує безпеку та ефективність СІС. Для складської програми обліку продукції дані доцільно зберігати в хмарній БД.

Оскільки кількість наявних систем також невелика, практичні рекомендації щодо створення модуля обробки даних інтернету речей для маркетингу можуть послужити відправною точкою при розробленні програм або модулів інтеграції з існуючими системами.

Література

1. <https://docs.python.org>
2. <https://docs.aws.amazon.com/rds/>
3. <https://azure.microsoft.com/ru-ru/products/data-studio/>

ВИКОРИСТАННЯ ІОТ-ПРИСТРОЇВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГОДУВАННЯ ТВАРИН НА ФЕРМАХ

Василенко М. О., Гладка М. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: maximvasilenko2004@gmail.com

Use Of Iot Devices To Automate The Process Of Feeding Animals On Farms

The analysis of existing methods of animal feeding confirms the need to move to more modern and efficient feeding management systems capable of ensuring the accuracy and individualization of diets, which will allow for better management of the enterprise for the production and rearing of animals. The study describes conceptual approaches to managing the animal feeding process using IoT technologies.

Сучасне тваринництво стоїть перед викликом підвищення ефективності процесів годування тварин. Оптимальне харчування є ключовим фактором для здоров'я, росту та продуктивності тварин [1]. У цьому контексті актуальним стає впровадження нових технологій, які дозволяють автоматизувати процеси годування і забезпечити більш точне та індивідуалізоване харчування худоби.

Інтернет речей (IoT) є перспективною технологією, здатною значно покращити контроль за годуванням тварин [2]. IoT пристрої дозволяють збирати дані про споживання корму, активність тварини, характеристики кормів та інші параметри. Аналіз цих даних дозволяє оптимізувати раціони годування, регулювати процеси подачі корму і покращувати загальний стан тварин.

Дослідження спрямоване на створення системи, яка дозволить точно контролювати раціон кожної тварини, оптимізувати витрати на корми і підвищити продуктивність тваринницьких підприємств.

Впровадження автоматизованих систем годування з використанням IoT пристроїв має велике значення для розвитку сільського господарства, покращення умов утримання тварин, збільшення продуктивності та економічної ефективності підприємств тваринництва. Подальше дослідження у цьому напрямку може призвести до суттєвих інновацій та покращення якості виробництва у сільському господарстві.

Виходячи з джерел [1 - 4], методологія дослідження включатиме детальний аналіз існуючих методів, вивчення принципів роботи IoT пристроїв та їх застосування в сільському господарстві, розробку концепції автоматизації та проведення експериментів для перевірки ефективності системи автоматизованого годування тварин.

Основними етапами реалізації дослідження є наступні пункти:

1. Аналіз існуючих методів годування тварин та їхніх недоліків.

Проведений аналіз дозволив виявити основні проблеми традиційних методів годування тварин, включаючи неефективне використання кормів,

недостатню індивідуалізацію раціонів, можливі перегодовування або недогодовування. Це підтверджує важливість переходу на більш сучасні та точні системи управління годуванням.

2. Розроблення прототипу системи автоматизації годування на основі IoT пристроїв.

На основі досліджень був представлений прототип системи автоматизації годування тварин з використанням IoT пристроїв. Система включає датчики харчування, актуатори для подачі корму, центральний контролер і програмне забезпечення для аналізу даних та управління процесом годування.

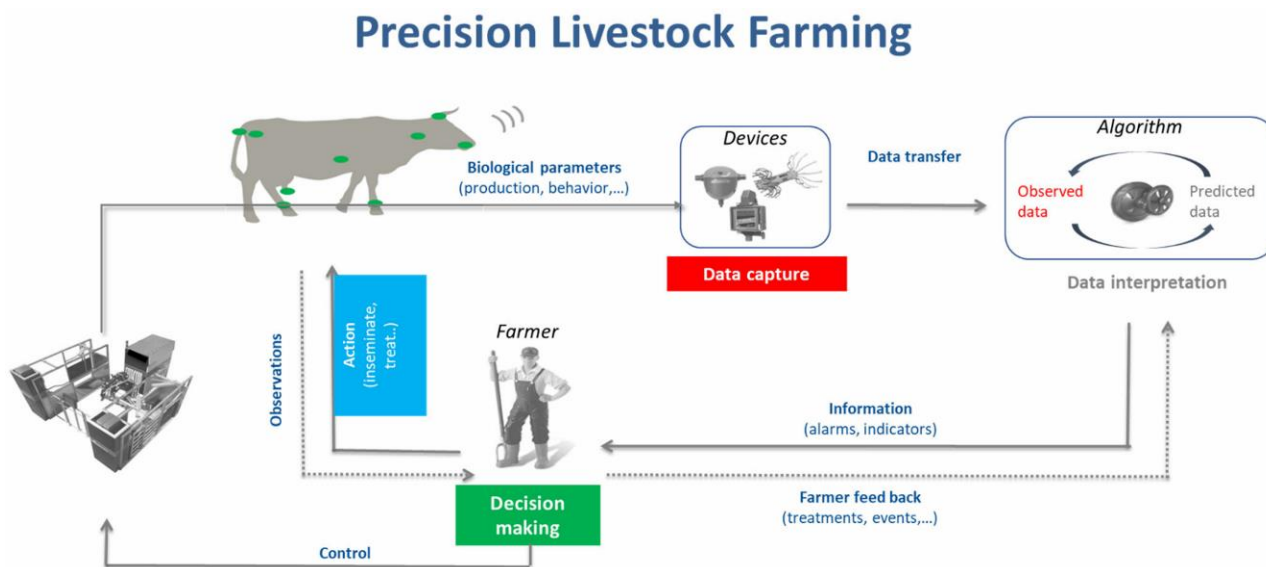


Рис. 1. Огляд системи PLF з різних компонентів на молочній фермі

Overview of IoT (Internet of Things) related to dairy farming

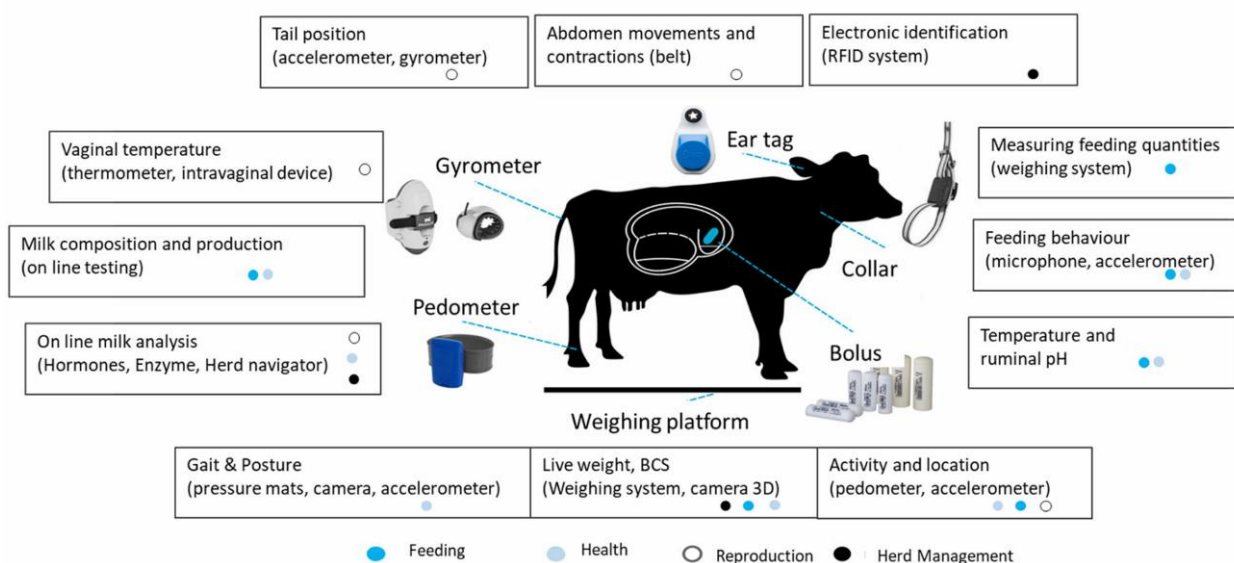


Рис. 2. Огляд пристроїв, які зараз використовуються для отримання біологічних даних від тварин

3. Огляд економічної ефективності впровадження системи:

Дослідження також включає оцінку економічної вигоди від впровадження автоматизованої системи годування на підприємствах тваринництва. Саме на основі розрахунків визначається раціональність інвестицій в установку та підтримку IoT пристроїв, що компенсуються збільшенням продуктивності, зниженням витрат на годування та покращенням показників здоров'я і росту тварин.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок про високу перспективність автоматизації процесів годування тварин з використанням IoT пристроїв. Точне та індивідуалізоване годування дозволяє підвищити ефективність виробництва, покращити умови утримання тварин і забезпечити оптимальні показники росту та розвитку. Головна перевага цієї системи – можливість адаптації до конкретних потреб кожної тварини, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення прибутку та зниження ризиків у тваринництві.

Основними перевагами впровадження системи годування тварин з використанням IoT є:

1. Покращення здоров'я та продуктивності тварин.

Точне дозування їжі: Система IoT може автоматично дозувати їжу тваринам на основі їх індивідуальних потреб, віку, ваги та стадії виробництва. Це допомагає запобігти перегодовуванню та недогодовуванню, що може призвести до проблем зі здоров'ям та зниження продуктивності.

Своєчасне годування: Система IoT може годувати тварин у чітко визначений час, що допомагає регулювати їх метаболізм та максимізувати засвоєння поживних речовин.

Моніторинг споживання їжі: Система IoT може відстежувати, скільки їжі споживає кожна тварина, що може допомогти виявити проблеми зі здоров'ям або відхилення від норми.

2. Економія ресурсів.

Зменшення витрат на корми: Точне дозування їжі та своєчасне годування можуть допомогти зменшити витрати на корми.

Зменшення втрат корму: Система IoT може допомогти зменшити втрати корму, який розсипається або псується.

Оптимізація використання води: Деякі системи IoT можуть автоматично регулювати подачу води, ґрунтуючись на споживанні їжі тваринами, що допомагає зменшити витрати на воду.

3. Покращення умов праці.

Зменшення ручної праці: Система IoT може автоматизувати багато завдань, пов'язаних з годуванням тварин, що може звільнити час для працівників для виконання інших завдань.

Покращення безпеки: Система IoT може допомогти зменшити ризик травм, пов'язаних з годуванням тварин вручну.

Кращі умови для тварин: Система IoT може допомогти створити більш комфортні та здорові умови для тварин.

4. Контроль.

Віддалений доступ: Система IoT дозволяє фермерам відстежувати і контролювати процес годування тварин з будь-якого місця, використовуючи смартфон або комп'ютер.

Збір даних: Система IoT може збирати великі обсяги даних про тварин і процес годування, що дозволяє фермерам аналізувати дані і приймати більш обґрунтовані рішення.

Персоналізація: Система IoT може персоналізувати процес годування для кожної тварини, враховуючи її вік, породу, стан здоров'я та інші фактори.

5. Збір даних та аналітика.

Система IoT може збирати дані про споживання їжі, вагу тварин, їх поведінку та інші фактори. Ці дані можна використовувати для аналізу продуктивності тварин, виявлення проблем зі здоров'ям та прийняття кращих рішень щодо управління стадом.

6. Підвищення стійкості. Система IoT може допомогти зменшити вплив тваринництва на навколишнє середовище. Наприклад, вона може допомогти зменшити викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом корму та транспортуванням тварин.

Загалом, впровадження системи годування тварин з використанням IoT може принести багато переваг, як для власників тварин, так і для самих тварин.

Література

1. Rahman, M. M., & Hasan, M. M. (2020). "Automated Livestock Feeding Systems: A Review". *International Journal of Current Research*, 12(11).
2. Hjelkrem, A. G., et al. (2019). "Internet of Things in Agriculture: Applications and Future Perspectives". *Sensors*, 19(7), 1-31.
3. Garcia, G. R., et al. (2018). "Smart Farming Techniques for Improved Livestock Management". *Journal of Agricultural Science*, 6(3), 45-58.
4. Kusumoto, Y., et al. (2020). "Utilization of IoT Devices for Precision Livestock Farming". *Journal of Animal Science and Technology*, 62(4), 567-578.
5. Lee, J. Y., et al. (2019). "IoT Applications in Livestock Production: A Review". *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 322-332.
6. Zhao, Q., et al. (2018). "Development of Smart Feeding System for Livestock Based on Internet of Things". *Procedia Manufacturing*, 17, 882-889.
7. Martin, T. P., et al. (2021). "Integration of IoT Technologies in Livestock Management: Benefits and Challenges". *Journal of Agricultural Engineering*, 9(2), 76-89.
8. Kleen JL, Guatteo R. Precision Livestock Farming: What Does It Contain and What Are the Perspectives? *Animals*. 2023; 13(5):779. <https://doi.org/10.3390/ani13050779>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ВИПАРНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ РЕГУЛЯТОРІВ

Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gramamp@nuft.edu.ua

Intelligent Evaporation Plant Control Based on Neural Network Controllers

Evaporation plants are designed to concentrate the diffusion juice to reach the specified dry matter level at the set capacity of the sugar plant. In addition, the evaporation plant ensures heat exchange in the technical devices of the sugar plant and supplies condensate to power the boilers, while the plant itself uses ammonia water for technological needs.

Випарні станції призначені для концентрації дифузійного соку до досягнення заданого рівня сухих речовин при встановленій продуктивності цукрового заводу. Крім того, випарна станція забезпечує тепловий обмін у технічних пристроях цукрового заводу та постачає конденсат для живлення котлів, а сам завод використовує аміачну воду для технологічних потреб. Для випарювання соку використовується п'ятикорпусна випарна установка, яка дозволяє послідовно та багаторазово використовувати пару, яка подається до першого корпусу [1].

Аналіз існуючих систем автоматизації випарної стації вказує на те, що досягнення зазначеної випарної продуктивності випарної установки залежить від корисної різниці температур між гріючою та соковою парою в різних корпусах. Ця різниця температур досягається завдяки стабілізації теплоперепаду в самій випарній установці, в якій відбувається випарювання соку від першого корпусу до п'ятого (концентратора). Зі збільшенням цього теплоперепаду між першим і п'ятим корпусами процес випарювання стає більш інтенсивним і економічним. Існує кілька методів регулювання рівнів в циркуляційних корпусах випарної установки. До найпростіших належать регулювання рівня на вході з блокуванням на виході та регулювання на виході з блокуванням на вході. Однак це може призвести до нерівномірності сокового потоку. Тому були розроблені системи поступового регулювання витоку та надходження соку до апаратів [2].

Випарні установки мають кілька переваг. Спочатку, вони скорочують час приготування концентрованого соку в випарниках за допомогою підвищення температури нагріву пари при вакуумі. Далі, це дозволяє скоротити час, протягом якого сік перебуває у високотемпературних зонах, завдяки транспортуванню сокової пари від першого до останнього корпусу. Це також зменшує чутливість до змін у потоці соку та його конденсації на етапі випарювання [3].

Зважаючи на безперервний характер процесу випарювання та змінну кількість соку, що поступає, автоматизація процесу випарювання є необхідною.

Це можливо завдяки розробці систем інтелектуального керування з використанням нечіткої логіки та нейромережевих методів. Використання нечіткого регулятора в порівнянні з іншими методами дозволяє зменшити перерегулювання до 5%, скоротити час перехідного процесу до 10 секунд і обмежити кількість коливань до завершення перехідного процесу на рівні не більше двох [4].

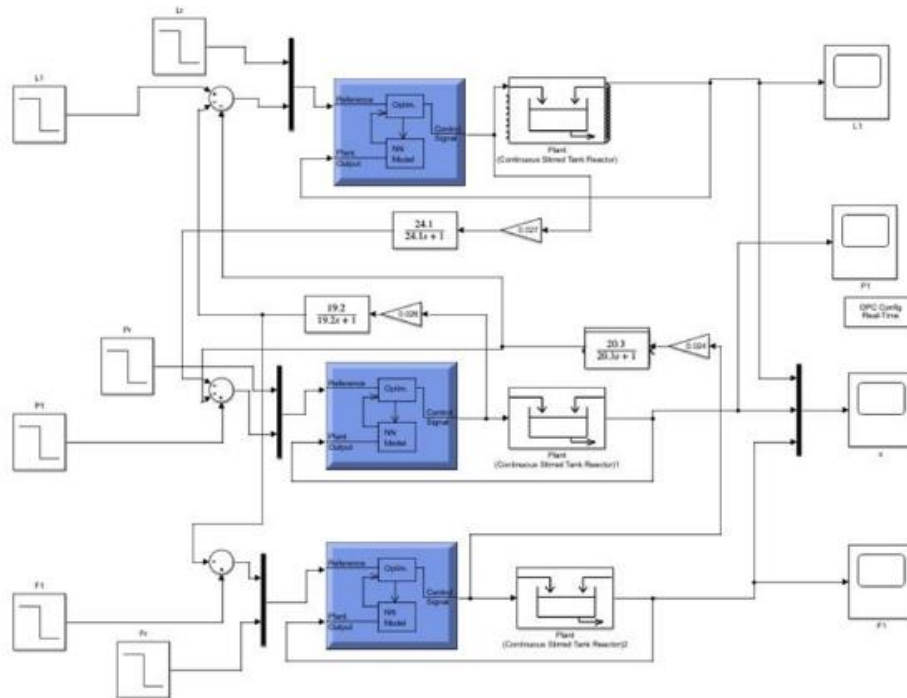


Рис. 1. Модель об'єкта з нейромережевим регулятором

Більшість сучасних систем автоматизації процесу випарювання переважно спираються на традиційні методи регулювання, такі як П-регулятори, для контролю рівня соку у корпусах. Однак ці методи мають свої недоліки, такі як статична похибка, амплітуда коливань та час реакції. В даному дослідженні пропонується використання нейромережевих регуляторів, що допоможе зменшити ризик виникнення цих недоліків.

Література

1. Hrama, M., Sidletskyi, V. and Elperin, I. (2019) Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system. *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp.873–890.
2. Chu, Y., Fei, J. and Hou, S. (2020) Adaptive Global Sliding-Mode Control for Dynamic Systems Using Double Hidden Layer Recurrent Neural Network Structure, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31(4), pp. 1297–1309.
3. Zhang, D. and Lou, S. (2021) The application research of neural network and BP algorithm in stock price pattern classification and prediction, *Future Generation Computer Systems*, 115, pp. 872–879.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Грама М. П., Ющук П. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gramamp@nuft.edu.ua

Using the internet of things to improve the intelligent evaporation system of a sugar plant

The evaporation plant's intelligent control system can be described as requiring the intervention of a process operator who, in the course of operation, makes adjustments to the setting parameters of the regulators responsible for temperature and material flows. Such adjustments can be explained both by changes in the technological and quality indicators of the components at the inlet of the evaporation plant and by the need to change them at the outlet of the section.

Систему інтелектуального керування випарною установкою можна охарактеризувати як таку, що потребує втручання оператора-технолога, який у процесі роботи вносить корективи в параметри налаштування регуляторів, що відповідають за температуру та матеріальні потоки. Такі коригування можна пояснити як зміною технологічних і якісних показників компонентів на вході випарної станції, так і необхідністю їх зміни на виході з секції. Під час внесення змін у роботу системи автоматизації оператор повинен враховувати, як суміжні секції впливають на роботу випарної станції, а також вплив випарної станції на роботу суміжних ділянок заводу [1].

Інтернет речей — це концепція мережі, яка з'єднує фізичні пристрої з вбудованими датчиками та програмним забезпеченням, що дозволяє автоматично передавати й обмінюватися даними між реальним світом і комп'ютерними системами через стандартні протоколи зв'язку. Окрім датчиків, до мережі можуть входити виконавчі пристрої, інтегровані у фізичні об'єкти і під'єднані через дротові або бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої здатні зчитувати, виконувати дії, програмуватися та ідентифікуватися, що зменшує потребу в людському втручанні завдяки використанню інтелектуальних інтерфейсів [2]. Необхідність оновлення існуючих систем управління вказана в роботі [1], а також представлені деякі підходи, що використовуються для розподіленого рівня управління технологічними процесами. Такий підхід доступний лише для кваліфікованих фахівців зі значним досвідом роботи. Проте знання про ці процеси фахівцями можуть також забезпечити більш гнучку роботу при структуруванні даних.

Для впровадження сучасної системи автоматизації необхідно використовувати сучасні програмно-технічні засоби. Оскільки досконалість процесу випарювання — досить важливе завдання. В умовах виробництва використання Інтернету речей (ІоТ) при роботі з випарною установкою може

значно підвищити ефективність, безпеку та контроль над процесом [2]. Інтеграція з системами оповіщення, які надсилають повідомлення на мобільні пристрої або комп'ютери операторів у разі виявлення аномалій. Оскільки процес випарювання безперервний, а кількість соку, що надходить, і вилучення сокової пари змінюється в часі, підтримання оптимального режиму роботи випарних систем можливе лише за умови автоматичного керування процесом випарювання (рис. 1). Це пов'язано з тим, що кількість соку, який надходить у випарник, змінюється в часі, а сам процес є безперервним. З метою підвищення якості процесу необхідно розробити інтелектуальну систему керування випарною установкою з використанням нейромережових регуляторів. Використання нейромережевого регулятора в порівнянні з іншими дозволить зменшити перегревування до 5%, скоротити час перехідного процесу до 10 секунд, а кількість коливань до кінця перехідного процесу буде не більше двох.

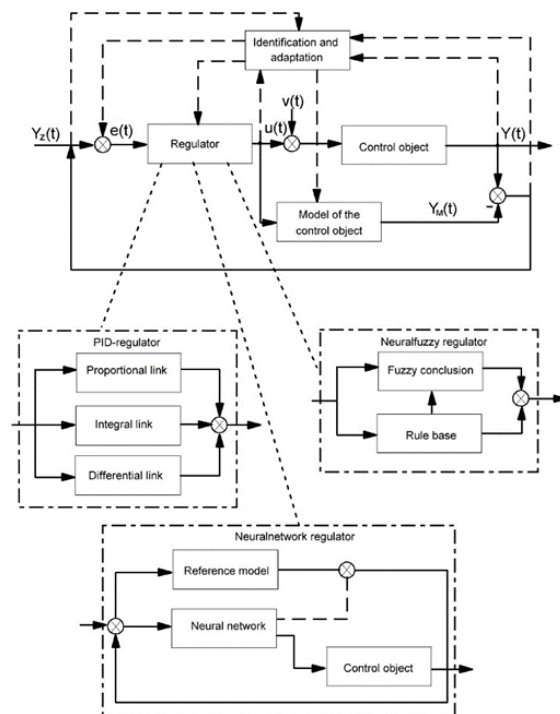


Рис. 1. Структурна схема інтелектуального керування випарною установкою

Впровадження IoT в роботу випарної установки може суттєво покращити її ефективність, зменшити експлуатаційні витрати та підвищити загальну надійність системи.

Література

1. Hrama M., Sidletskyi V., Elperin I. (2019) Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system. *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp. 873–890.
2. Nguyen B., Simkin L. (2017) The Internet of Things (IoT) and Marketing: the State of Play, Future Trends and the Implications for Marketing, *Journal of Marketing Management*, 33(1–2), pp. 1–6.

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ПРОЦЕСОМ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ ПІД ЧАС ВАРКИ УТФЕЛЮ У ВАКУУМ-АПАРАТАХ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Гудзь Ю. А.

Національний університет харчових технологій

e-mail: gudz.yuriy@gmail.com

Use of machine vision to control the process of sugar crystal formation during the cooking of 1st crystallization in vacuum pans

The crystallization process of sugar in batch vacuum pans is extremely complex and requires precise control. Traditional methods of monitoring crystallization often prove to be ineffective due to the process's complexity and dynamic nature. Without appropriate technical means, it is challenging to ensure optimal conditions for the formation of crystals with the desired quality and size. Today, machine vision technologies offer new possibilities for improving control over this process using microscopes with video cameras, allows real-time imaging of crystals. Analyzing these images with machine learning methods enables accurate determination of crystal quantity and size, enhancing sugar production efficiency and quality.

Процес кристалізації цукру під час варки утфелю першої кристалізації у вакуум-апаратах періодичної дії є надзвичайно складним і вимагає точного контролю. Традиційні методи нагляду за кристалізацією часто виявляються недостатньо ефективними через складність і динамічність процесу. Без відповідних технічних засобів важко забезпечити оптимальні умови для утворення кристалів належної якості та розміру. На сьогоднішній день технології машинного зору пропонують нові можливості для вдосконалення контролю за цим процесом. Використання мікроскопів з відеокамерою дозволяє отримувати зображення кристалів у реальному часі, які потім аналізуються за допомогою методів машинного навчання. Такий підхід дає змогу визначати кількість і розмір кристалів з високою точністю, що значно підвищує ефективність та якість виробництва цукру.

Компанія ITECA SOCADEI запропонувала цукровій галузі цифровий мікроскоп нового покоління для неперервного спостереження за процесом кристалізації в вакуум-апаратах Pan Microscope MCC 3000. Завдяки технології машинного навчання, програма Crystobserver® може аналізувати отримані зображення з вакуум-апаратів у реальному часі. Ця програма застосовує специфічні алгоритми обробки зображень, які дозволяють визначати кількість кристалів, коефіцієнт варіації (CV), середній розмір отворів (MA) та момент зародження нових, «шкідливих» кристалів безпосередньо із зображення.

Для цукрових заводів моніторинг росту кристалів у режимі онлайн забезпечує глибоке розуміння процесу варки цукру. Вимірювання параметрів кристалізації надає операторам необхідну інформацію для того, щоб

забезпечити правильний перебіг процесу та досягнення цілі – економічно ефективно виробництво однорідних кристалів необхідного розміру.

Використання онлайн моніторингу відіграє важливу роль на різних етапах процесу кристалізації. Перед введенням затравки можна перевірити якість сиропу та потенційно виявити забруднювачі, бульбашки повітря та надто великі кристали, що лишилися після неякісного пропарювання з попередньої варки, які можуть суттєво вплинути на подальше вирощування високоякісних кристалів. На етапі введення затравки підраховуються та вимірюються утворені кристали, щоб переконатися, що їх необхідний об'єм та правильний розмір потрапили у вакуум-апарат в потрібний час. Під час фази росту кристалів контролюються CV та MA, щоб перевірити нормальний ріст кристалів. Будь-які невідповідності нормальному протіканню процесу (бульбашки повітря, погана циркуляція, неправильний розмір кристалів тощо) можуть формувати аварійні повідомлення для оператора, щоб він міг своєчасно приймати рішення про виконання коригуючих дій.

Багато в чому якість кінцевих кристалів залежить від своєчасно введеної затравки: однорідні кристали, вільні від дрібних часток, без злипих дрібних кристалів, збережуть однорідність на завершальному етапі кристалізації. Крім того, загальна кількість кристалів, отриманих на кінці циклу, залежить від кількості введених кристалів разом із затравкою. Тому важливо уважно стежити за етапом утворення кристалів, щоб контролювати їх необхідну кількість. Наявність мікроскопу з камерою та спеціальне програмне забезпечення, що використовує алгоритми машинного навчання для аналізу зображення, дає можливість оцінювати ці критерії в режимі реального часу.

Коли при варці перенасичення не контролюється як належить, це може призвести до спонтанного утворення додаткових кристалів (т. зв. «муки»), що значно впливає на якість готового утфелю. Завдяки постійному контролю за процесом кристалізації можна визначати момент утворення небажаних нових кристалів і своєчасно впливати на процес для запобігання їх утворення.

Процес кристалізації цукру у вакуум-апаратах є складним і потребує точного контролю. Традиційні методи моніторингу часто виявляються недостатньо ефективними, тому технології машинного зору надають нові можливості для вдосконалення контролю. Використання цифрових мікроскопів дозволяє отримувати і аналізувати зображення кристалів у реальному часі. Це забезпечує операторам необхідну інформацію для корекції процесу і досягнення стабільного виробництва однорідних кристалів. Такий підхід сприяє виявленню та усуненню дефектів на різних етапах процесу, що значно підвищує ефективність та якість виробництва цукру.

Література

1. New technology for process control during the Crystal Growth Acquisition from 4K Video Monitoring and Image treatment. Sugar Asia Magazine: August 5, 2019. URL: <https://sugar-asia.com/new-technology-for-process-control-during-the-crystal-growth-acquisition-from-4k-video-monitoring-and-image-treatment>.

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ БДЖОЛОСІМЕЙ НА ПАСІЦІ НА ОСНОВІ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ ПРИСТРОЇВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Іванишин В. В.

Національний авіаційний університет

E-mail: ivanishin.vv@gmail.com

The concept of creating a system for monitoring the state of bee colonies in the apiary based on wireless sensor devices in real time

One of the key aspects of a beekeeper's work at an apiary is the need to regularly check the condition (external and internal conditions) of bee colonies with a proper prompt response in case of negative changes. Given the size of the apiary, where the number of hives can exceed hundreds, the amount of work a beekeeper has to do to monitor the condition of bee colonies is quite large. Therefore, the relevance of creating a monitoring system is to reduce the beekeeper's workload by informatizing control.

Інформатизація та застосування бездротових технологій у традиційних галузях людської діяльності стали важливою тенденцією науково-технічного розвитку протягом останніх десятиліть. Однією з галузей, де інформатизація та автоматизація можуть приносити великий економічний ефект, є сільське господарство.

Бджільництво грає ключову роль у формуванні екосистеми, проте процеси в цій галузі залишаються малоінформатизованими. Сучасні спроби контролю пасіки, такі як проекти Arnia, Bee Smart, i-bee та BuzzBox, недостатньо поширені.

Зараз моніторинг стану бджолиної сім'ї та оцінка її параметрів переважно проводяться вручну бджолярами, що викликає ряд проблем, включаючи ускладнений контроль пасіки, складність збору та аналізу статистики та значний час, витрачений на ці процеси.

В даному проєкті пропонується створити систему збору та обробки біометричних даних бджолиних вуликів. Використання системи автоматизованого моніторингу в поєднанні з ефективними методами збору та обробки біометричних даних може значно знизити трудовитрати бджолярів, зменшити витрати на виробництво продуктів бджільництва та запобігти втратам бджолиних сімей. Маса вулика, температура бджолосім'ї, атмосферні показники навколишнього середовища, акустичні шуми є ключовими параметрами для вимірювання та аналізу.

Окрім того, актуальною проблемою є охорона пасіки, особливо при кочовому бджільництві. Тому система може бути доповнена засобами спостереження, що упереджують протиправні дії третіх осіб.

Метою пропонованої системи є розроблення апаратно-програмного комплексу для моніторингу стану бджолосімей. Цілі включають розробку

алгоритмів роботи системи, засобів збору та обробки даних, розробку конструкції приладу, створення системи датчиків для вулика та випробування роботи всієї системи.

Проект також передбачає використання наукових методів для аналізу зібраних даних, що може допомогти виявити зміни в життєвому циклі та здоров'ї бджолосім'ї та убезпечити її від аномальних станів. Крім того, можливо використання зібраних великих обсягів даних (Big Data) для апіологічних досліджень, включаючи розробку нових методів визначення стану бджолосім'ї шляхом аналізу температурної картини вулика, акустичного шуму та інших біометричних показників і їх взаємозв'язків.

Переваги реалізації проєктованої системи включають зменшення трудовитрат для бджолярів, підвищення якості продукції бджільництва та збільшення ефективності управління бджолиними сім'ями. Крім того, впровадження інформаційної системи може сприяти збереженню біорізноманіття, допомагаючи вчасно реагувати на зміни в навколишньому середовищі та захищати бджіл від небезпечних станів. Цей проєкт має потенціал стати кроком у напрямку створення стабільніших та екологічно безпечних умов для розвитку бджільництва в Україні.

Розроблення системи ведеться з 2020 року. Тестові випробування тривають. Моніторинг системи в реальному часі вже надав змогу оперативно виявити небажані стани, такі як втрата матки, роювання, перегрів бджолосім'ї. Постійний контроль ваги вуликів сприяв підвищенню загальної продуктивності шляхом своєчасного відбору меду.

Узагальнюючи отриманий досвід можна стверджувати, що реалізація інформаційної системи моніторингу стану бджолосім'ей може мати далекосяжний вплив на агропромисловий сектор через підвищення ефективності праці бджоляра, сприятиме підвищенню доходів бджологосподарства забезпечуючи більш ефективне виробництво меду та інших продуктів бджільництва та спричинить позитивний вплив на екологію в цілому через покращення стану бджолиних сімей.

Література

1. Мікла І. А., Кісь В. М. (2019) Система контролю стану бджолиної сім'ї, *Матеріали МНПК «Інноваційні розробки в аграрній сфері»*, ХНТУСГ, ННІ МСМ. 12–13 грудня 2019 р., с. 122–123.
2. Що таке система i-bee, які принципи роботи і користь для бджоляра? [online]. URL: <https://www.bee-expo.kiev.ua/shho-take-sistema-i-bee-yaki-princzipi-roboti-i-korist-dlya-bdzholyara>.
3. Arnia Remote Hive Monitoring [online]. URL: <http://dev.arnia.co.uk/>.
4. BuzzBox [online]. URL: <https://www.osbeehives.com/>.
5. Winston M. The biology of the honey bee. — London, England: First Harvard University Press, 1991.

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕДИЧНИХ СИСТЕМ ТА МЕДИЧНИХ РОБОТІВ

Ільчук О. С.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: sanyailchuk.doc@gmail.com

The Role of Artificial Intelligence in the Development of Automated Medical Systems and Medical Robots

Modern medicine is constantly improving thanks to the introduction of advanced technologies, among which artificial intelligence (AI) occupies a special place. Its role in the development of automated medical systems and medical robots becomes an integral component in improving the quality of medical care. In this scientific study, we will consider specific examples of the use of AI in medicine and its impact on the modern practice of treatment and diagnostics.

Штучний інтелект (ШІ) в останні десятиліття відіграє все більш значущу роль у розвитку медичної науки та практики. Особливо це стосується сфери автоматизованих медичних систем та медичних роботів. Ця технологія відкриває широкі можливості для покращення точності, ефективності та безпеки медичних процедур.

ШІ в медицині став допоміжним інструментом для зміни способів діагностики, лікування та управління охороною здоров'я. Використання ШІ робить справжню революцію в галузі медицини та забезпечує підвищення точності, ефективності і доступності медичної допомоги. ШІ може швидко й точно аналізувати великий обсяг медичних даних, включаючи клінічні записи, генетичні дані тощо. Враховуючи багатофакторність захворювання, це допомагає лікарям швидше поставити діагноз [1].

Одним із ключових напрямків використання ШІ в медицині є використання машинного навчання для діагностики. Алгоритми машинного навчання навчені виявляти патологічні зміни на медичних зображеннях, таких як рентгенівські знімки, КТ та МРТ. Одним із прикладів є компанія Zebra Medical Vision, яка розробила програмне забезпечення, яке за допомогою глибокого навчання виявляє ознаки різних захворювань на медичних зображеннях, таких як рак молочної залози або пневмонія. Дослідження показують, що системи ШІ можуть виявити ознаки захворювання точніше, ніж людські офтальмологи чи радіологи.

Також ШІ допомагає в боротьбі та запобіганні вірусам. На основі інформації про віруси, відомої людини, нейронні мережі можуть передбачити поведінку існуючих вірусів, а також появу нових вірусів. Крім того, ШІ може допомогти збільшити ймовірність епідемії та запропонувати найефективніші профілактичні заходи, щоб запобігти виникненню масштабних епідемій та мінімізувати кількість випадків з неприємними наслідками.

Системи з ШІ можуть аналізувати медичні зображення та дані пацієнта для планування оптимального підходу до хірургічного втручання. Наприклад, вони можуть враховувати індивідуальні анатомічні особливості пацієнта для максимально точного розташування і розміщення інструментів.

Медичні роботи з елементами ШІ здатні самостійно контролювати напрям, інтенсивність та швидкість свого руху, що підвищує точність і ефективність інвазійних втручань, полегшує післяопераційну реабілітацію [2].

Роботизовані системи хірургічного втручання, керовані ШІ, забезпечують хірургам збільшену точність та стабільність рухів, а також можливість виконання складних операцій з найвищою точністю. Наприклад, Da Vinci Surgical System вже успішно використовується для хірургічних втручань у багатьох областях, забезпечуючи значний рівень точності та безпеки.

Один із найяскравіших прикладів використання ШІ в медицині є – розвиток сенсорних протезів, які стають джерелом нового життя для людей з втратою важливих функцій тіла. Наприклад, дослідники з університету МІТ розробили протез руки, що керується мисленням, завдяки інтеграції ШІ. Цей протез може читати нейронні сигнали, що дозволяє користувачам контролювати його з вражаючою точністю та швидкістю.

ШІ також знаходить застосування в створенні роботів-симуляторів пацієнтів. ШІ може імітувати різні стани хвороби або травми, щоб надати реалістичний досвід для лікарів та медичних студентів. Такі симулятори також можуть навчатися відповідям на різні лікувальні методи та реагувати на них, що дозволяє покращити навички медичного персоналу. Лідером у виробництві роботів-симуляторів пацієнта, є американська компанія METI. Вироблені компанією роботи призначені для відпрацювання навичок, прийняття рішень і практичних лікарських інтервенцій в лікуванні патологій. [3].

Роль ШІ в розвитку автоматизованих медичних систем та медичних роботів є надзвичайно важливою. Використання ШІ дозволяє підвищити точність діагностики, планування та виконання хірургічних втручань, а також покращити якість медичного обслуговування людей в цілому.

Література

1. Роль штучного інтелекту у розвитку медичного обладнання. URL: <https://rd168.com.ua/rol-shtuchnogo-intelektu-u-rozvitku-medichnogo-obladnannya>.
2. Роль програмного забезпечення в автоматизації медичної діагностики: просування у напрямку точності та ефективності. URL: <https://irismed.com.ua/blog/rol-programnogo-zabezpechennya-v-avtomatyzacziyi-medychnoyi-diagnostyky-prosuvannya-u-napryamku-tochnosti-ta-efektyvnosti>.
3. 5 медичних роботів, які змінюють медицину. URL: <https://ingeniusua.org/en/articles/5-medichnikh-robotiv-yaki-zminyuyut-medicinu>.

ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У РОБОТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАРОВОГО КОТЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Карпенко Р. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: rokiseroman@gmail.com

Detection of Anomalies in the Operation of an Energy Steam Boiler Using Machine Learning

Detection of anomalies in the operation of steam boilers is critically important for ensuring their efficient and safe operation. Traditional control methods often do not allow timely and accurate identification of problems. This article discusses the use of machine learning (ML) methods to detect anomalies in the operation of steam boilers. An approach based on the use of the “Isolation Forest” algorithm for the analysis of the operating parameters of boilers is proposed, which allows automating the process of detecting anomalies and increasing the accuracy of diagnostics.

Виявлення аномалій у роботі енергетичних парових котлів є критично важливим для забезпечення їхньої ефективної та безпечної експлуатації. Традиційні методи контролю часто не дозволяють вчасно і точно ідентифікувати проблеми. В даній статті розглядається використання методів машинного навчання (ML) для виявлення аномалій у роботі енергетичних парових котлів. Пропонується підхід, заснований на використанні алгоритму «Isolation Forest» для аналізу робочих параметрів котлів, що дозволяє автоматизувати процес виявлення аномалій та підвищити точність діагностики.

Енергетичні парові котли є важливим елементом багатьох ТЕС та промислових об'єктів, які забезпечують парою турбогенератори та інше допоміжне обладнання. Безперебійна і ефективна робота котлів є критично важливою для роботи ТЕС, а отже, безпеки та економічної ефективності виробництва в цілому. Однією з основних проблем є своєчасне виявлення аномалій, що можуть призвести до збоїв або аварійних ситуацій.

Методи машинного навчання останнім часом набули широкого застосування у різних галузях, включаючи енергетику та виробництво. Вони дозволяють аналізувати великі обсяги даних і виявляти приховані закономірності, що недоступні для традиційних методів. У даній статті розглядається застосування алгоритму “Isolation Forest” для виявлення аномалій у роботі енергетичних парових котлів.

Алгоритм «Isolation Forest» базується на принципі, що аномалії є «рідкісними» і «відмінними» об'єктами в наборі даних [1]. Це означає, що вони можуть бути легко ізольовані від нормальних точок. Алгоритм будує випадкові дерева, де аномальні точки виявляються як ті, що мають коротші шляхи у деревах. «Isolation Forest» є ефективним і швидким у порівнянні з іншими методами виявлення аномалій [2].

Процес створення дерев ізоляції:

- побудова дерева ізоляції для кожної вибраної підмножини. Це здійснюється шляхом випадкового вибору атрибутів і випадкового вибору значення поділу між мінімальним і максимальним значенням для цього атрибуту;
- процес поділу повторюється рекурсивно до тих пір, поки всі точки не будуть ізольовані (кожна точка лежить у своєму окремому листі) або не буде досягнуто максимальну глибину дерева.

Вимірювання глибини ізоляції. Глибина ізоляції для точки визначається як середня глибина у різних деревах. Аномальні точки будуть ізольовані швидше і, відповідно, матимуть меншу середню глибину ізоляції.

Агрегація результатів. Визначення показника аномальності на основі середньої глибини ізоляції точки у всіх деревах ізоляції. Чим менша середня глибина, тим вищий показник аномальності.

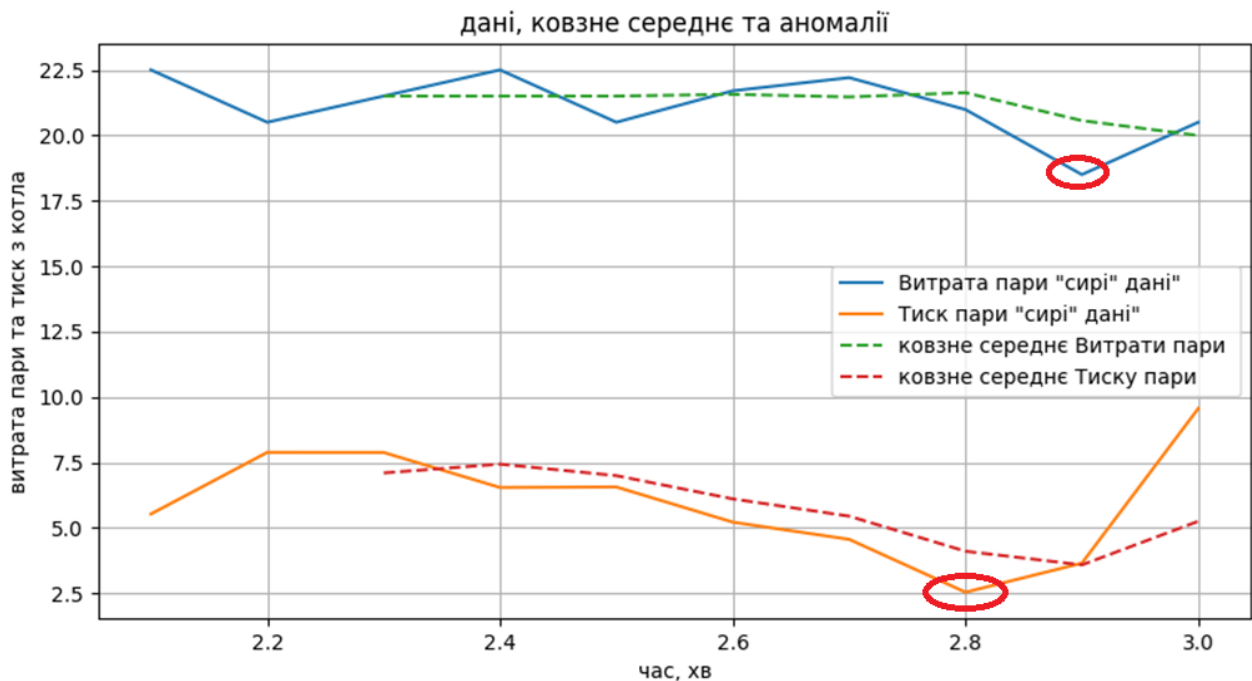


Рис. 1. Графік визначення ковзного середнього та виявлення аномалій за допомогою алгоритму «Isolation Forest» для енергетичного парового котла

Для *аналізу* використовувалися дані, що містять інформацію про роботу парового котла, а саме наступні параметри: витрата перегрітої пари, тиск перегрітої пари. Дані були зібрані з реального об'єкту енергетичної інфраструктури протягом періоду 1 місяць. Дані були попередньо оброблені для видалення пропусків та аномалій, що виникли через помилки вимірювання та простий обладнання. Було виконано нормалізацію значень параметрів для забезпечення коректної роботи алгоритму.

Модель була протестована на нових даних для оцінки її точності у виявленні аномалій. Результати показали високу точність у ідентифікації аномальних станів котла. Більшість аномалій були правильно виявлені, що дозволило своєчасно здійснити необхідні заходи з обслуговування.

Time	Value	Value2	Moving_Average	Moving_Average2	Anomaly	Anomaly2
00:21	22.500183	5.53300	NaN	NaN	Normal	Normal
00:22	20.499939	7.88862	NaN	NaN	Normal	Normal
00:23	21.499985	7.88400	21.500036	7.101873	Normal	Normal
00:24	22.500000	6.54540	21.499975	7.439340	Normal	Normal
00:25	20.500000	6.56560	21.499995	6.998333	Normal	Normal
00:26	21.700412	5.22200	21.566804	6.111000	Normal	Normal
00:27	22.203388	4.56560	21.467933	5.451067	Normal	Normal
00:28	20.983215	2.54540	21.629005	4.111000	Normal	Normal
00:29	18.500320	3.65600	20.562308	3.589000	Anomaly	Normal
00:30	20.499847	9.56570	19.994461	5.255700	Normal	Anomaly

Рис. 2. Результати виявлення аномалій за допомогою алгоритму «Isolation Forest» для енергетичного парового котла

Використання машинного навчання для виявлення аномалій у роботі енергетичних парових котлів має значні переваги перед традиційними методами. Алгоритм «Isolation Forest» показав високу ефективність у аналізі великих обсягів даних та виявленні відхилень. Це дозволяє значно знизити ризики аварій та покращити надійність роботи обладнання.

Важливо відзначити, що успішна реалізація такого підходу вимагає наявності якісних даних та правильного налаштування моделей. Крім того, інтеграція цих методів у системи автоматизації виробництва потребує розробки відповідних програмних рішень та навчання персоналу.

Застосування алгоритмів машинного навчання, зокрема «Isolation Forest», для виявлення аномалій у роботі енергетичних парових котлів дозволяє значно підвищити ефективність та безпеку їх експлуатації. Модель показала високу точність у виявленні аномальних станів, що дозволяє своєчасно здійснювати превентивні заходи та знижувати ризики аварійних ситуацій.

Подальші дослідження можуть включати розробку комплексних систем моніторингу з використанням різних алгоритмів машинного навчання та впровадження цих систем у промислових масштабах.

Література

1. Liu F. T., Ting K. M., Zhou Z. H. (2008). Isolation Forest. *2008 Eighth IEEE International Conference on Data Mining*, 413–422.
2. Chandola V., Banerjee A., Kumar V. (2009) Anomaly detection: A survey, *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 1–58.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У АГРОТЕХНІЧНІЙ ГАЛУЗІ

Кирилов І. В., Дука А. В., Тюляков Д. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: kivanval@gmail.com

Information system for decision support in the agricultural sector

IoT technologies are developing rapidly, as are the challenges associated with their development. The automation of all technological processes, including the agricultural industry, is also developing in the same way. Decision support for the agricultural industry is a rather important element for effective farming, which will improve existing practices and results based on a large amount of IoT data.

Технології IoT стрімко розвиваються. Це в першу чергу пов'язано з появою 5G, що значною мірою збільшило пропускну здатність таких систем. Не менш важливим для IoT є і технологія IPv6, що дозволяє будувати більші мережі без додаткових проміжних маршрутизаторів. Разом з технологіями розвиваються і можливі архітектурні рішення, які дозволяють більш ефективно працювати з доступними ресурсами.

IoT системи, що орієнтуються на традиційну хмарну систему наразі не можуть легко масштабуватись по мірі збільшення джерел даних. Також, без проміжного шару контролю цих даних, завжди існувало питання безпеки таких систем та складність проведення локального моніторингу.

Система для підтримки прийняття рішень у агротехнічній галузі потенційно може мати велику кількість даних. Також важливим аспектом такої системи є безпека, тому що вплив на прийняття рішень може погубити весь врожай, що в свою чергу може досягнути проблеми міжнародного рівня. Одним з гарних рішень для такої системи є Mu-TiMB архітектура (рис 1.) [1]

В її основі лежить принцип трьох основних концепцій: локальні брокери, MQTT міст та туманні обрахунки. Якщо концепція локальних брокерів давно відома та гарно описана в книзі Enterprise Integration Patterns, то концепція MQTT моста є вагомим для нашої системи. MQTT міст дозволяє нам ієрархічно підписувати на події в системі в обидва напрямки. В такому випадку кожен вузол є одночасно є виробником та споживачем. Це в свою чергу дозволяє нам на кожному з рівнів Mu-TiMB забезпечувати взаємодію споживача та виробника в найбільш наближених вузлах. Також в свою чергу концепція туманних обрахунків дозволяє нашій системі додати певну фільтрацію та обмеження доступів певних типів даних та реалізувати певні захисні протоколи. В проєктованій системі захист даних буде забезпечуватись за допомогою JWT технології, яка гарно вписується в систему подійно-орієнтованих систем, бо за своєю природою вона є безстановою. [1]

Архітектура туманних обчислень поширюється по географічній території, фокусуючись на фізичних і логічних елементах мережі та програмному забезпеченні для забезпечення ефективного зберігання та управління даними. Вона забезпечує гнучкий зв'язок і ефективну підтримку зберігання даних. В агротехнічній галузі туманні обчислення набули значення завдяки можливості застосування в режимі реального часу [2].

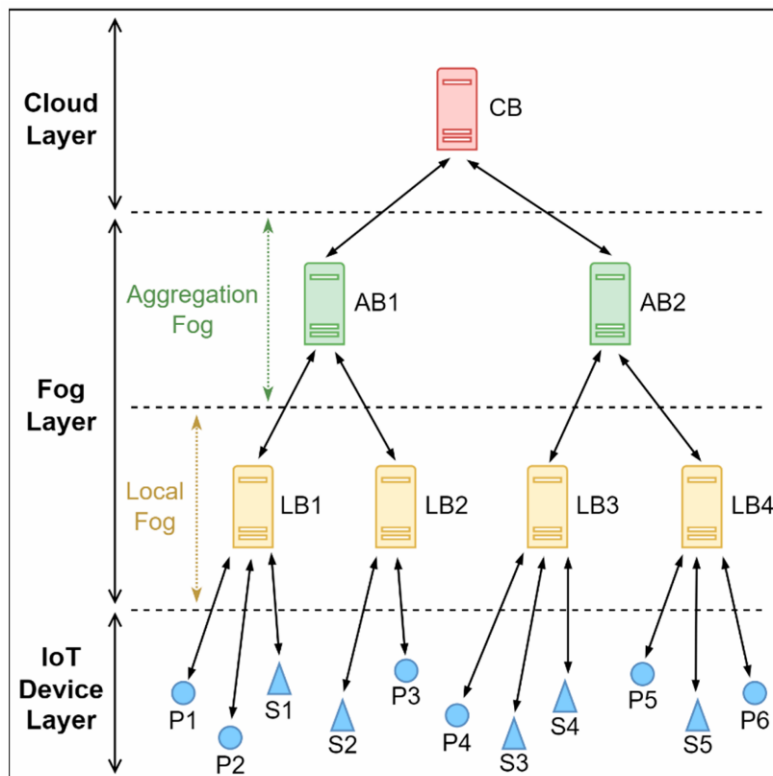


Рис. 1. Багаторівневий MQTT-брокер на основі туманних обчислень (Mu-TiMB)

Для реалізації цієї архітектури на рівні туману було використано Telegraf. Telegraf це серверне рішення, яке займається обробкою даних з джерел та записом їх в цільове сховище. Позитивні сторони цього рішення у тому, що це рішення уже є реалізованим, а розробнику необхідно лише його конфігурувати з існуючих плагінів, які доступні для загального користування. В якості місця збереження даних ми будемо використовувати NoSQL базу даних, яка оптимізована під дані з часовими мітками - InfluxDB. Враховуючи те, що ми використовуємо туманні обрахунки, то доволі гарним рішенням є збереження даних на цьому етапі. Можливі види пропорцій можна враховувати за допомогою моделі мінімізації потужностей, яка враховує кількість даних, розмір та кількість серверів на різних рівнях. Умовно для файлів розміром до 5 МБ ефективним рішенням буде зберігати найбільшу кількість даних ближче до локального рівня, хоча для даних розміром 10-15 МБ більшою перевагою стає перерозподіл частини даних в межах вузлів туманів (рис 2.). Це зменшує навантаження на хмарні сервера та рівномірно розподіляє його між усіма вузлами туманного рівня [3].

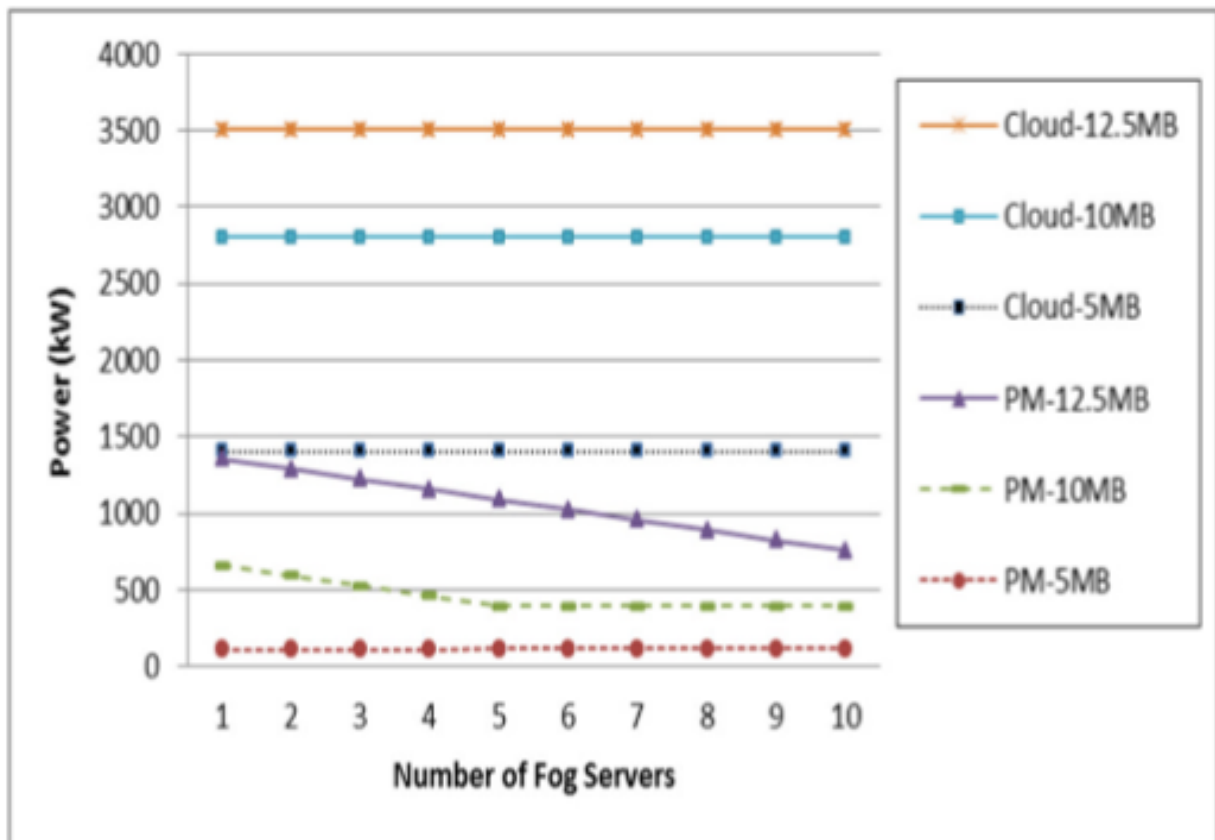


Рис. 2. Вплив розмірів файлів та потужності серверів туману для типової хмари та моделі мінімізації потужності

Для навчання та надання необхідної інформації інформаційній системі підтримки прийняття рішень необхідно правильним чином надавати інформацію в строгому форматі. Також необхідним є фіксування довжини сезону, бо це впливає на кількість потенційних міток. Також потрібно вразі необхідності заповнювати дані, при відсутності змін температур чи інших даних протягом заданого інтервалу часу. Це потрібно через те що кожен контролер, який буде працювати та надсилати дані на MQTT брокер буде це робити лише при певній зміні значення (зона нечутливості). Це дозволяє зменшити навантаження на мережу, що є доволі важливим параметром на локальному рівні.

Література

1. MPDI Open Access Journals (2022) A Multi-Tier MQTT Architecture with Multiple Brokers Based on Fog Computing for Securing Industrial IoT [online]. URL : <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/14/7173>.
2. Springer Open (2020) Utilizing technologies of fog computing in educational IoT systems: privacy, security, and agility perspective [online]. URL : <https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-020-00372-z>.
3. ECTI-CIT (2023) Power-Delay Trade-off for Optimum Data Storage in a Cloud-Fog-Mist Architecture [online]. URL : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/ecticit/article/view/247297>.

ВИКОРИСТАННЯ «ЕЛЕКТРОННОГО НОСА» В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ СУШІННЯМ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мельник В. С., Смітюх Я. В., Пархоменко Д. І.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: melnikvs@ukr.net

Use of “electronic nose” in food drying intelligent control systems

The text considers the need and problems of odor control in food drying control systems. The implementation of the "electronic nose" is given, its technical characteristics and possibilities of use are described. Tasks for the practical implementation of the electronic nose are set.

Сушіння є одним із найдавніших способів забезпечення тривалого збереження харчових продуктів, і з найдавніших часів контроль над цим процесом здійснює людина, яка повинна правильно оцінювати велику кількість факторів, що впливають на якість отриманого продукту. Одним із важливих показників ходу процесу сушіння є запах, який змінюється протягом процесу і досвідчений оператор по запаху може корегувати управління процесом сушіння і враховувати його для визначення моменту закінчення. Проте здатність людини виявляти і оцінювати кількісний та якісний склад летких пахучих речовин не однакова в різних осіб, є досить обмеженою (наприклад, людина має всього близько 350 видів рецепторів запахів проти 1100 в мишей) і може значно погіршуватися через різні чинники (вплив на чутливі рецептори інших хімічних речовин, хвороба, втома, психо-емоційний стан та ін.). Також тривала дія запахів визиває адаптацію до них, тобто втрату їх коректного відчуття. В сучасних високоінтенсивних виробничих умовах наявність в системах управління такої суб'єктивної ланки як людина-оператор може створювати потенційні проблеми із якістю ведення технологічного процесу та як результат — із кінцевою якістю продукції. Саме тому технічний контроль запахів є актуальною, важливою і одночасно не простою задачею, в тому числі і для побудови сучасних систем керування процесами сушіння харчових продуктів.

На даний час для технічного контролю запахів, як якісного і кількісного вмісту летких пахучих речовин, використовують «електронні носи» - прилади, що містять масив електронних датчиків, чутливих до певних видів хімічних речовин. Особливістю «електронних носів» є те, що вони не розділяють окремі компоненти запаху, а реагують на їх сукупність в цілому.

«Електронні носи» складаються із наступних частин: системи доставки запахів, камери де проводиться вимірювання, масива чутливих елементів, аналогово-цифрового перетворювача і системи оцінювання даних [1]. На різних етапах технічного розвитку «електронні носи» мали різні ступені інтеграції та показники якості роботи. Останнім часом через бурхливий розвиток

електроніки та методів роботи із багатофакторними даними відбувається значний розвиток технології «електронного носа».

На рис.1. зображена наша технічна реалізація «електронного носа» для проведення досліджень інтелектуальних систем керування процесами сушіння харчових продуктів.

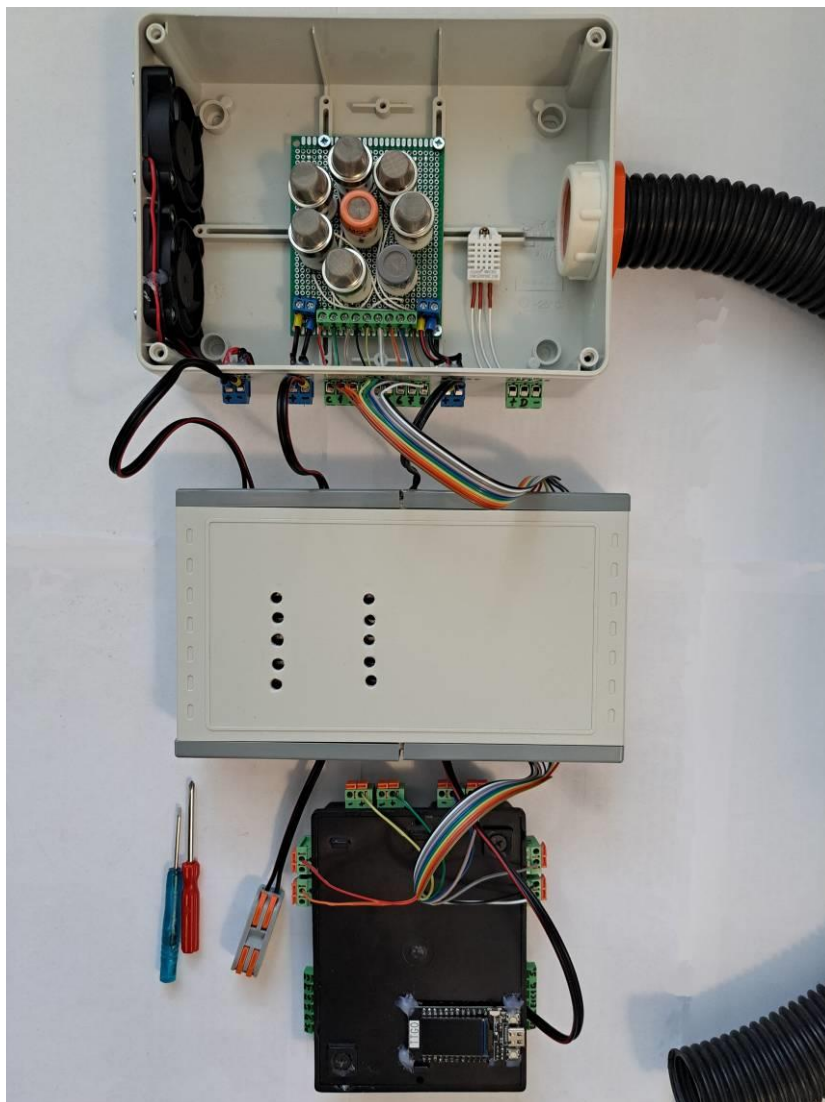


Рис. 1. Реалізація «електронного носа»

Повітря з камери сушарки двома керованими вентиляторами через гофрований шланг втягується в вимірювальну камеру із матрицею датчиків концентрації газів (до 8 шт., в форматі датчиків серії MQ компанії Winsen). Прилад може працювати з датчиками із стабільною напругою живлення нагрівних елементів датчиків 5В та пульсуючою напругою 5-1.4В (таймінг переключення 60-90с). В вимірювальній камері також встановлено цифровий датчик температури і вологості для їх врахування при вимірюваннях в різних режимах роботи сушарки. В блоці вторинного перетворювача здійснюється підсилення сигналу від датчиків, а також розміщені схема формування напруг живлення датчиків та схема керування швидкістю обертання вентиляторів. В вимірювальному блоці здійснюється первинна фільтрація аналогового сигналу,

16-розрядне аналогово-цифрове перетворення, цифрова фільтрація, робота із комунікаційними інтерфейсами для передачі даних в систему керування (RS-485, Wi-Fi з протоколами ModBus).

Дані із «електронного носа» (8 сигналів із датчиків концентрації газів, температура і вологість повітря), а також інформація з інших вимірюваних змінних процесу сушіння (наприклад температура і вологість в камері сушіння, вага, температура поверхні і в середині продукту, колір і стан її поверхні, зміна геометричних розмірів та ін.) можуть використовуватися для оцінки стану процесу сушіння і керування сушаркою в режимі реального часу. Для ідентифікації поточного стану процесу по інформації з багатьох сенсорів найкраще використовувати штучні нейронні мережі та машинне навчання [2]. Ці методи сьогодні набувають все більшого поширення для задач де необхідна обробка даних із багатьма змінними для складних, нелінійних функцій. Розроблена значна кількість різних типів штучних нейронних мереж (прямого поширення, із регуляторним зворотнім зв'язком, із радіально-базисними функціями, рекурентні, динамічні, автокодувальники та ін., а також їх підвиди та гібриди), різні підходи до машинного навчання (кероване, некероване, із підкріпленням, самонавчанням та ін.). Всі ці методи мають різні властивості і характеристики (наприклад, для нейронних мереж це ємність, збіжність, необхідна обчислювальна потужність, точність та ін.) і найкраще підходять для конкретних задач.

Для практичного використання «електронного носа» в системах автоматизованого керування процесами сушіння харчових продуктів необхідно провести дослідження зміни запахів під час сушіння, тобто якісного і кількісного складу повітря в сушарці для конкретних видів продуктів (наприклад, для м'яса і фруктів вони відрізняються) і підібрати саме ті датчики концентрації летких речовин, які відображають характерні зміни під час ходу технологічного процесу сушіння. Тут важливішими є не так абсолютні, точні вимірювання концентрацій, а саме їх зміни. Визначення необхідних видів і зменшення кількості датчиків «електронного носа» дозволить спростити структуру нейронної мережі і зменшити вимоги до необхідних ресурсів керуючої обчислювальної платформи. Результатом мають стати рекомендації для розробки придатних для практичного використання апаратних засобів і програмних методів реалізації «електронного носа».

Використання «електронного носа» дозволить створювати ефективні інтелектуальні системи керування сушінням харчових продуктів з контролем змінних, які раніше були доступні тільки для прямого контролю оператором.

Література

1. Gardner J. W., Bartlett P. N. (1994) A brief history of electronic noses, *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 18, pp. 211–220.
2. Ye Z., Liu Y., Li Q. (2021) Recent progress in smart electronic nose technologies enabled with machine learning methods, *Sensors*, vol. 21, p. 7620.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ РОБОТИЗАЦІЇ СКЛАДІВ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ: МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ В МИТНІ ПРОЦЕСИ

Мельник Д. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: Melnikden1992@gmail.com

Analysis of the experience of robotization of warehouses in the world and in Ukraine: possibilities of implementation in customs processes

Robotization of warehouses is a modern approach of foreign companies and enterprises to improve work efficiency, significantly save time resources and improve the quality of execution due to the elimination of human factor errors. It is important to analyze the experience of implementation and the result of work and provide information that can become the basis for a strategy to accelerate the implementation of warehouse robots in Ukraine at customs.

Розроблення та впровадження роботизації у складські процеси є важливими етапами сучасного розвитку логістичних систем у всьому світі. В умовах швидкого технологічного розвитку та змін у споживчих попитах, країни змушені активно адаптуватися, використовуючи передові технології для оптимізації процесів та підвищення продуктивності. Для ефективного впровадження роботизації в митні процеси необхідно ретельно вивчити досвід інших країн та врахувати специфічні особливості української митної системи.

Згідно зі статистикою, оплата праці складського персоналу складає близько 65% від загальних операційних витрат. До того ж така робота потребує великої швидкості та значних фізичних навантажень. Деякі склади здатні обробляти більше 10 000 товарних одиниць за день, а в середньому працівники проходять від 12 до 20 кілометрів між полицями за одну зміну. В таких умовах важливо швидко та правильно обробляти вантажі, бо вірогідність помилок, пов'язаних із людським фактором, зростає [3].

Щоб збільшити продуктивність складу та знизити ризики помилок, великі компанії інвестують у автоматизацію складів. Цей тренд став активно розвиватися в 2020 році, коли сегмент електронної комерції почав набирати обертів. Деякі країни вже демонструють значний прогрес у використанні автоматизованих систем управління складами, а найпрогресивнішою з усіх вважається США та їх активна роботизація процесів.

Роботи Amazon — наочний приклад того, як автоматизація допомагає збільшити показники ефективності складу. Так, за 15 хвилин вони можуть виконати роботу, на яку працівник складу витрачає більше однієї години.

Які види складських робіт взагалі бувають та на що вони здатні? На складах виконують декілька операцій. Наприклад, збирають товари з полиць для зберігання, сортують, пакують, тощо. Один робот не може впоратися з кількома типами завдань, тож моделі розробляють під кожну операцію.

Складських робіт поділяють на:

- Самохідні роботи-візки. Їх використовують для того, щоб швидко транспортувати та оперувати вантажами на складі. Такі роботи оснащені підйомними механізмами. Вони можуть взяти товар зі складських боксів, розмістити на палеті, перевезти вантаж в потрібне місце та розвантажити його.
- Буксирувальники. Переміщують важкі візки з товарами складами.
- Палетайзери. Вміють брати вантажі та вкладати їх на палети.
- Роботи для сортування. Пакують товари. Деякі моделі можуть сканувати інформацію про декілька продуктів. Їх часто використовує сегмент електронної комерції для оброблення товарів поштучно.
- Дрони. В складській логістиці їх використовують для інвентаризації складу [2].

Великі компанії використовують одразу декілька видів роботів, щоб максимально спростити роботу на складі. Наприклад, палетайзери беруть вантажі з комірок для зберігання, навантажують їх на палети. Автоматичні візки транспортують піддони з товаром у зону сортування, де вже працюють інші роботи.

Наразі у світі є багато стартапів, що розробляють складських роботів. Один із них — стартап Covariant. У 2018 році до команди звернувся відомий постачальник складських рішень Кнarr. Компанія прагнула створити роботизовану руку, котра б сортувала товар. Проєкт намагалися розробити більше 6 років. Проблема полягала в тому, що роботизована рука повинна вміти поводитися з різними типами товарів. Наприклад, обережно брати упаковку з ліками, щоб не пошкодити її [1].

Коли говорять про інновації на складах, частіш за все згадують розвинені американські компанії, такі як Amazon. Однак, українські підприємства також автоматизують свої склади, де роботи працюють пліч-о-пліч із людьми. Одним із таких представників є роботи на логістичних комплексах “Нової Пошти”.

У 2020 р. великий поштовий оператор “Нова Пошта” почав використовувати роботів на своїх логістичних комплексах у Львові. Компанія закупила роботизовані візки у українського розробника SB Robotics.

Спочатку поштовий оператор тестував ефективність складських роботів, а після почав використовувати їх на постійній основі. Компанія планує використовувати 20 візків на своєму Львівському Інноваційному Терміналі.

Роботизовані візки використовують для того, щоб транспортувати вантажі з зони вивантаження у зону навантаження. Як розповідають у “Новій Пошті”, роботи можуть їздити з максимальною швидкістю до 0,8 м/с. На них можна завантажити до 300 кілограмів вантажів, а буксувати — до 1000 кілограмів.

Також у тому ж 2020 р., великий український дистриб’ютор автозапчастин OMEGA та розробник рішень для автоматизації складу KAPELOU оголосили про співробітництво. Вони анонсували запуск проєкту впровадження на склад OMEGA AGV-сортиру. Як розповідають у KAPELOU,

наразі на складі дистриб'ютора обробляють понад 16000 товарних позицій щоденно. Більша частина асортименту — це дрібноштучна продукція, котру сортують вручну. До того ж швидкість доставлення є критично важливою. Щоб прискорити оброблення замовлень, на складі впроваджують AGV-сортинг. Це унікальний проєкт в Україні.

Роботи-сортувальники KAPELOU здатні обробляти до 8000 вантажних одиниць за годину, транспортувати навіть дрібні предмети вагою до 5 кілограмів. Роботи працюють від акумулятора. Повної батареї вистачає на 4 години автономної роботи. Перший етап проєкту, — інтеграція ПО, — вже впроваджений. Далі планують тестувати шатл для коробок.

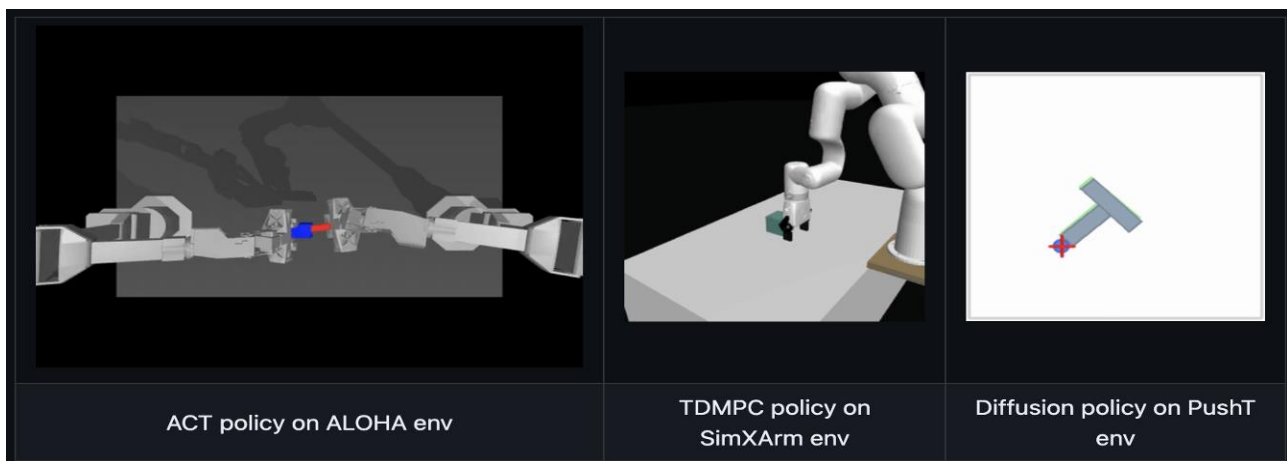


Рис. 1. Приклади попередньо підготовлених моделей у середовищах моделювання

Впровадження роботизації у складські процеси митниці в Україні є реальним, але для цього треба зрозуміти, які роботи потрібні та почати їх машинне навчання конкретно до наших цілей. В цьому нам допоможе відкритий ресурс по машинному навчанню для реальної робототехніки у Pytorch - LeRobot, опублікований на платформі GitHub. LeRobot надає моделі, набори даних та інструменти для робототехніки реального світу (Рис. 1).

Література

1. Alfredo Pastor Tella. (2021). What the heck is an AGV? [online], URL: https://www.agvnetwork.com/download/download-area/AGV_Cost_Whitepaper AGVNetwork ft Kollmorgen v1 - web.pdf
2. Larry M. (2021). Robots in Warehousing [online], URL: https://www.robotics.org/userAssets/riaUploads/file/TH_RIA_Larry_Sweet_distribution.pdf.
3. Халецька А. (2021). Робота без помилок: приклади роботизації складів у світі та Україні [online], URL: <https://wareteka.com.ua/uk/blog/prikladi-robotizacii-skladiv-u-sviti-ta-ukrayini/#title4>.

СТАН РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В КІБЕРБЕЗПЕЦІ ІНДУСТРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Михалюк А. П., Міркевич Р. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: andrew.mikhaliuk@corewin.ua

State of Development of Artificial Intelligence in Cybersecurity of Industrial Systems

This paper examines the role of artificial intelligence (AI) in the cybersecurity of industrial systems, emphasizing its applied and scientific importance. It discusses AI's effectiveness in detecting and responding to incidents in industrial control systems (ICS), SCADA, and IIOT. The study highlights practical AI applications by companies like HOLM Security and Darktrace and outlines AI's benefits, such as improved threat detection and decision-making. The research confirms AI's relevance, with significant publication activity in 2024, and identifies future research directions, including the development of rule-based AI systems and adapting to evolving threats.

Тема штучного інтелекту в комплексі інформаційної безпеки (кібербезпеки) індустріальних систем має як прикладну, так і наукову користь. Такі системи використовуються практично для аналізу та реакції на інциденти кібербезпеки та використовуються для аналізу технік використаних при успішних компрометаціях таких систем для.

Для досягнення результату були використані численні дослідження українських та закордонних авторів на тему використання ШІ в сфері кібербезпеки в системах керування промислової автоматизації, SCADA системах, та IIOT системах. В ході дослідження були використані аналіз, узагальнення та класифікація отриманої інформації.

Результати дослідження. За результатами дослідження підтверджено гіпотезу про те, що тема інформаційної безпеки має як прикладну, так і наукову цінність. В прикладному аспекті підтверджено наявність використання ШІ в системах кібербезпеки індустріальних систем. Наступні розробники систем захисту АСКТП та АСУВ або суміжних систем використали засоби ШІ в функціоналі свої продуктів: HOLM Security, Darktrace, Honeywell (SCADAfence), Rockwell (Verve), Cisco, Fortinet, Dragos, Otorio. В прикладному сенсі також варто виділити аспект кібербезпеки критичної інфраструктури.

Також підтверджена наукова актуальність теми, за період 2024 років статистика публікацій щодо кібербезпеки в індустріальних системах керування системах пошуку наукових публікацій наступна: Internet Archive – 48 публікацій, Science Direct – 70 публікацій та HAL – 3 публікації (дані за результатом аналізу від 24 травня 2024).

Серед переваг використання ШІ в системах кібербезпеки індустріальних систем виділяють:

- Моделі ШІ можуть значно підвищити ефективність виявлення загроз та прийняття рішень.
- Результати аналізу ШІ, на відмінну від аналізу спеціалістом, є більш прозорими, що дозволяє краще розуміти їхні рішення, підвищуючи довіру до них.
- Такі моделі можуть доповнювати рішення що засновані на знаннях спеціалістів (експертні знання) та аналізі великих даних (Big Data).
- Системи з використанням моделей ШІ є глибоко автоматизованими і можуть виконувати завдання кібербезпеки без втручання людини.
- Здатність таких моделей не лише проводити реактивних аналіз інцидентів, але і проводити прогнозування і ймовірність майбутніх загроз та атак.

Дослідники виділяють такі виклики та напрямки майбутніх досліджень цієї сфери:

- необхідність розвитку методів для створення правил для систем ШІ на основі правил (Rule-based machine learning), що враховують як експертні знання, так і аналіз даних.
- розв'язання проблем, пов'язаних із динамічністю загроз та адаптацією моделей до нових умов

Виявлено відмінність виробничих інформаційних систем від інших ІТ систем. На відміну від інших систем ІТ для виробничих інформаційних систем є більш пріоритетним безперебійна працездатність ніж конфіденційність даних.

Висновок. Підтверджена важливість теми інформаційної безпеки АСКТП та АСУВ систем для критичної інфраструктури а також наукова актуальність теми. Проаналізовано стан використання методів штучного інтелекту в сфері, як використання практично, так і їх наукову актуальність. Виділено переваги використання методів штучного інтелекту в сфері кібербезпеки індустріальних об'єктів та окреслені тенденції розвитку досліджень в цій сфері. Це зумовлено тим, що зупинка виробничих процесів може призвести до значних фінансових втрат та збоїв у ланцюгах постачання.

Література

1. Sarker I. H., Janicke H., Ferrag M. A., Abuadbbba A. (2024) Multi-aspect rule-based AI: Methods, taxonomy, challenges and directions towards automation, intelligence and transparent cybersecurity modeling for critical infrastructures, *Internet of Things*, vol. 25, 101110.
2. Binnar P., Bhirud S., Kazi F. (2024) Security analysis of cyber physical system using digital forensic incident response, *Cyber Security and Applications*, vol. 2, 100034.
3. Воропай О. В., Погасій С. С., Король О. Г., Мілевський С. В. (2022) Розробка механізмів безпеки Scada-систем в постквантовий період. *Системи обробки інформації*, № 2(169), с. 25–34. <https://doi.org/10.30748/soi.2022.169.0>.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЗУАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНИХ АПАРАТІВ

Мороз Д. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: morozden466@gmail.com

Method of improving the efficiency of visual navigation for autonomous vehicles

Visual navigation is the cornerstone of any autonomous vehicle's functionality, serving as the primary mechanism for understanding and interacting with the environment. This sophisticated technology is highly demanded and is currently transforming numerous sectors by offering groundbreaking prospects for various industries. It holds significant implications for commerce, marketing, transportation, logistics, public safety, and even military areas, driving innovation, enhancing efficiency, and enabling smarter decision-making processes.

Візуальна навігація є однією з ключовою технологією в сфері комп'ютерного бачення, що дозволяє автономним апаратам здійснювати виявлення свого положення та планування руху на основі аналізу зображень, отриманих від камер. Перевагою застосування штучного інтелекту в системах керування апаратами є значне зменшення затримок. При ручному управлінні зв'язок між командами оператора та відгуком автономного апарата може бути критично повільним, що особливо небезпечно у критичних ситуаціях. Використання штучного інтелекту дозволяє уникнути таких проблем, забезпечуючи швидшу і точнішу реакцію.

Активне покращення ефективності візуальної навігації сприяє розвитку автономних транспортних засобів, безпілотних дронів і роботів, які використовують цю технологію для навігації на землі та в повітрі, виявлення та уникнення перешкод, розвідки, моніторингу, доставки певного вантажу, тощо. На сьогоднішній день завдяки стрімкому розвитку комп'ютерного зору та методів машинного навчання, зокрема глибоких нейронних мереж, візуальна навігація стала ще більш потужною та ефективною. Цей розвиток відкривав нові горизонти для багатьох галузей, включаючи сільське господарство, будівництво та розваги, забезпечуючи більш високу продуктивність та безпеку операцій.

Незважаючи на значний внесок у даній сфері, нові технології в сфері комп'ютерного зору породжують нові можливості вдосконалення візуальної навігації, а також залишається багато членджів, які потребують вирішення, особливо в сфері автономних безпілотних літальних апаратів, які на зараз є дуже актуальними.

Покращення візуальної навігації є комплексним процесом та можна розглядати в розрізі таких основних компонентів:

- обробка вхідних даних з сенсорів (напр. камера);

- виявлення об'єктів в 3D просторі;
- локалізація;
- навігація апарата до цілі оминаючи перешкоди [1].

Загальну архітектуру візуальної навігації зображена на рис. 1.

Власне першочерговою задачею для автономного апарата є обробка вхідних даних, що є дуже важливим при подальшому виявленні об'єктів. Створення комплексного алгоритму для зменшення впливу від освітлення, шумів, погодних умов є доволі актуальним. Ефективність покращення вхідних даних має залежати не тільки від якості оброблення даних, а в першу чергу має базуватися на можливості використання їх в реальному часі.

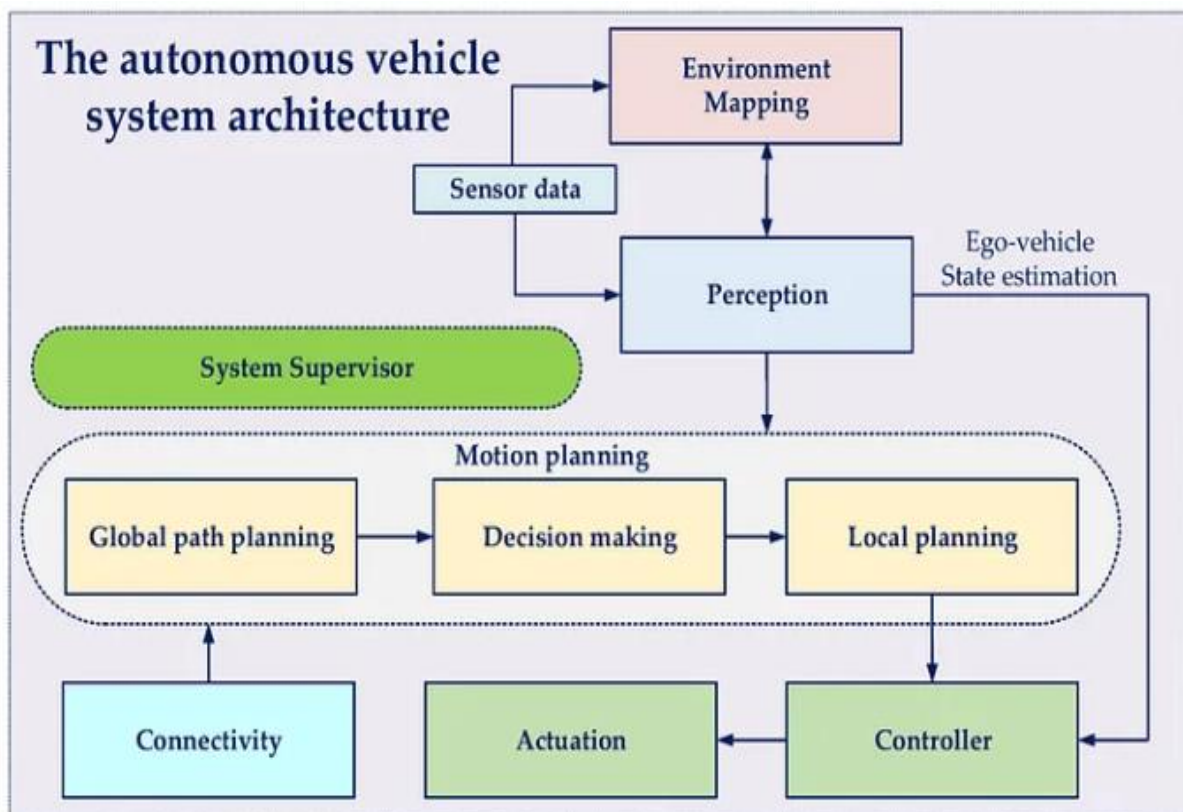


Рис. 1. Архітектура візуальної навігації автономного апарата

Точність виявлення об'єктів та навігація є критичними аспектами в розвитку автономних систем. У сучасній технологічній сфері спостерігається постійний розвиток моделей, призначених для візуальної навігації. Зокрема, згорткові нейронні мережі (CNN) дозволяють аналізувати зображення в реальному часі, виділяючи ключові ознаки об'єктів. Однією з передових моделей, яка успішно використовується в автономних апаратах, є Yolov8. Ця модель вдало тестується з іншими технологіями, такими як Midas, для ефективної детекції об'єктів та визначення відстаней [3]. Також широко набуває популярності створення мульти-сенсорних нейронних моделей, які можуть об'єднувати ознаки, для кращої точності виявлення об'єктів, з декількох сенсорів, наприклад декілька камер чи використання камери разом з лідаром та радаром [2].

Локалізація та навігація апарата є критичними етапами в процесі візуальної навігації. Після обробки вхідних даних і виявлення об'єктів в просторі, апарат повинен точно визначити своє місце і напрямок руху уникати перешкод та досягати цілі. Це робиться з використання карти навколишнього світу, використовуючи метод SLAM для будування цієї карти, або без карти відштовхуючись від цілі [4]. В даному випадку, як і з виявленням об'єкта, точність локалізації сильно залежить від попередньої обробки вхідних даних.

Оминання перешкод також вимагає високої точності та швидкості реакції. Тут важливою є не лише здатність виявляти перешкоди, але й приймати рішення щодо оптимального маршруту для їх обходу. Це включає в себе алгоритми планування шляху у реальному часі. Варто згадати про використання алгоритмів оптимізації та методів планування траєкторій, таких як RRT (Rapidly-exploring Random Trees), які дозволяють знаходити оптимальні маршрути з урахуванням наявних перешкод та характеристик оточення. Одним із запропонованих методів покращення навігації є використання навчання з підкріпленням (reinforcement learning), які дозволяють апаратам самостійно навчатися, покращувати свої навички в різних умовах, а отже вибирати оптимальні дії на основі навчання на власних помилках та досвіді [5]. Наприклад, апарат може навчатися розпізнавати та уникати різних типів перешкод, таких як стіни, інші рухомі об'єкти або нерівності на дорозі та навіть перешкоди в повітрі.

Розроблення алгоритмів для навігації автономних апаратів стає все більш складною через зростання потреб у різноманітних сценаріях. Власне створення комбінованого підходу, який буде в собі включати покращення усіх компонентів візуальної навігації дозволяє об'єднати переваги різних технологій для досягнення високої точності та ефективності прийняття рішень автономними апаратами в різних умовах.

Література

1. Dissanayake, P. Newman, S. Clark, H.F. Durrant-Whyte, M. Csorba (2001) A Solution to the Simultaneous Localisation and Map Building, p. 241.
2. Research Gate (2023) A Comprehensive Review of AI-enabled Unmanned Aerial Vehicle: Trends, Vision, and Challenges [online]. URL: https://www.researchgate.net/publication/375496733_A_Comprehensive_Review_of_AI-enabled_Unmanned_Aerial_Vehicle_Trends_Vision_and_Challenges.
3. Kaggle (2023) YOLOv8 & MiDaS [online]. URL: <https://www.kaggle.com/code/takuyasukegawa/yolov8-midas-find-the-nearest-cars>.
4. Fly Ability (2022) What is Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)? [online]. URL: <https://www.flyability.com/blog/simultaneous-localization-and-mapping>.
5. MDPI (2023) Vision-Based Navigation Techniques for Unmanned Aerial Vehicles: Review and Challenges [online]. URL: <https://www.mdpi.com/2504-446X/7/2/89>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВАЛІДАЦІЇ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИВІВ

Новак М. С., Харкянен О. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: novak.mikhailo.work@gmail.com

Use of information technology to validate methods for determining the thermal performance of fire protection coatings

An automated procedure for validation of methods for determining the thermal performance of fire protection coatings on the structures of food industry buildings, such as walls, ceilings, beams and columns of production facilities and premises for processing, cooling, freezing and storing food, is proposed. For the programmatic implementation of this validation procedure, software was developed using the Python 3.7 programming language with the integrated JetBrains PyCharm development environment and the FRIEND-2 application program was used to solve direct and inverse heat conduction problems.

Для забезпечення безпечності процесів випуску і зберігання продуктів харчування в умовах надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами, на поверхню будівельних конструкцій наносять вогнезахисні покриття (далі – покриття), виконані з плит, матів або штукатурки, які мають певні проєктні товщини (теплові показники). Ці покриття призначені для обмежування температури будівельних конструкцій під час вогневого впливу з метою збереженості їхньої несучої здатності [1].

Для визначення номінальних теплових показників покриттів, призначених для залізобетонних і сталевих конструкцій будівель харчової промисловості, є доцільним застосовувати методи, які модифіковані стандартизованим методом, наведеним в EN 13381-3 [2] і EN 13381-4 [3]. Ці стандартизовані методи не потребують виконання складних розрахунків із застосуванням спеціально створеного для них програмного забезпечення. Розрахунки за цими методами можна виконувати, наприклад, із застосуванням програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel. Але зазначені стандартизовані методи вимагають суттєвих витрат на створення значної кількості (до кількох десятків) великогабаритних зразків конструкцій і проведення їх вогневих випробувань у теплових печах, що не завжди є прийнятним для практичного застосування цих методів.

Розроблення зазначених модифікованих методів для конструкцій будівель харчової промисловості зі зменшеною кількістю випробних зразків вимагає здійснення валідації – визначення ступеню відповідності отримуваних за цими методами результатів реальним (дійсним) значенням теплових показників. Невизначеність процедури такої валідації, яка забезпечує автоматизацію розрахункових операцій, обумовлює проведення дослідження в цьому напрямку.

У цьому дослідженні запропоновано автоматизовану процедуру валідації методів визначення теплових показників покривів на конструкціях будівель харчової промисловості таких як стіни, перекриття, балки і колони виробничих приміщень і приміщень для оброблення, охолодження, заморожування і зберігання продуктів, яка придатна отримувати достовірні дані щодо відхилю розрахункових від дійсних значень теплових показників покривів. Запровадження в цій процедурі автоматизації процесу валідації, як альтернативи “сліпої” та “відкритої” валідації (ISO 16730–1 [4]), сприятиме підвищенню достовірності (об’єктивності) отримуваних результатів валідації. Особливістю цієї процедури є те, що вона дозволяє не тільки визначати діапазон зазначеного відхилю, а й здійснювати коригування у модифікованому методі, які мінімізують цей відхил і, тим самим, наближують отримувані результати до дійсних теплових показників покриву. У запропонованій процедурі застосовано процеси проведення натурних експериментів зі зменшеною кількістю зразків конструкцій і автоматизованим керуванням температурним режимом у печі та ідентифікацією теплового стану цих зразків, порівняння даних щодо теплових показників покриву, отриманих за модифікованим методом, з дійсними значеннями, визначеними із використанням валідованої математичної моделі, коригування параметрів застосованої розрахункової моделі (її калібрування) для мінімізації відхилю розрахункових від дійсних теплових показників покриву.

При застосуванні цієї процедури для валідації методів визначення теплових показників покривів на сталевих конструкціях (балках і колонах) за отриманими в натурному експерименті даними щодо температури зразків в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму здійснюють ідентифікацію дійсних значень коефіцієнта теплопровідності покриву і теплових показників покриву шляхом розв’язання оберненої задачі теплопровідності й задачі оптимізації [5]. Для розв’язання цих задач використовують математичну модель, яка складається з одновірних диференційних рівнянь нестационарної теплопровідності в покриві (1) і сталевій конструкції (2):

$$c_p \rho_p \frac{\partial \theta_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_p \frac{\partial \theta_p}{\partial x} \right); \quad (1)$$

$$c_a \rho_a \frac{\partial \theta_a}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_a \frac{\partial \theta_a}{\partial x} \right), \quad (2)$$

де x — координата, м;

t — проміжок часу, що відраховують від початку нагрівання, с;

θ_p, θ_a — температура в покриві і сталевій конструкції, °С;

c_p, c_a — питома теплоємність покриву і сталі, Дж/(кг·°С);

ρ_p, ρ_a — густина покриву і сталі, кг/м³;

λ_p, λ_a — коефіцієнт теплопровідності покриву і сталі, Вт/(м·°С).

У цій математичній моделі на зовнішній поверхні покриву задають граничні умови складного радіаційно-конвекційного теплообміну і умови однозначності, які наведено в [1]. За результатом розв'язання оберненої задачі теплопровідності визначають значення коефіцієнта теплопровідності покриву у вузлових точках його кусково-лінійної залежності від температури, за яких відхил температури зразків, розрахованої для різних проміжків часу вогневого впливу за математичною моделлю, від експериментальної температури є мінімальним. Для задачі оптимізації шляхом розв'язання прямої задачі теплопровідності визначають товщину покриву, за якої протягом певного нормованого проміжку часу вогневого впливу за стандартного температурного режиму температура металевої поверхні сталевих конструкцій θ_a , дорівнює критичній температурі сталі.

Потрібно зазначити, що для програмної реалізації цієї процедури валідації розроблено програмне забезпечення з використанням мови програмування Python 3.7 з інтегрованим середовищем розробки JetBrains PyCharm і застосовано прикладну програму FRIEND-2, яка призначена для розв'язання прямих і обернених задач теплопровідності [1]. В цій процедурі реалізовано автоматизацію процесу вводу і збереженості вхідних і вихідних даних, які використовують в цих комп'ютерних програмах, що дозволяє уникнути багаторазового втручання оператора. В подальшому необхідно створити алгоритмічне і програмне забезпечення для автоматизації процесів валідації вищезазначених модифікованих методів, призначених для будівель харчової промисловості.

Література

1. Круковський П. Г., Новак С. В., Поклонський В. Г., Єременко С. А., Фролов Г. А. (2021) *Оцінка вогнестійкості металевих будівельних конструкцій та вогнезахисної здатності покриттів (розрахунково-експериментальний підхід)* : колект. моногр. К. : Франко Пак, 148 с.
2. EN 13381-3:2015 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 3: Applied protection to concrete members. European committee for standardization. Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels, 2013 CEN, 66 p.
3. EN 13381-4:2013 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4: Applied passive protection to steel members. European committee for standardization. Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels, 2013 CEN, 83 p.
4. ISO 16730-1:2015 Fire safety engineering – Procedures and requirements for verification and validation of calculation methods – Part 1: General. CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland, ISO 2015, 42 p.
5. Новак М., Харкянен О. (2023) Валідація методів визначення теплових показників систем вогнезахисту сталевих конструкцій, *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*, № 2 (10), с. 83–90.

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Овчарук В. О.

Національний університет харчових технологій

E-mail:Ovcharukvo@nuft.edu.ua

Application of modern information technologies in food drying processes

A set of research and development has been launched to create databases and knowledge of drying products by means of modern information technologies. The database and knowledge base includes all known physical, thermal and other known characteristics required for optimal choice of drying and equipment required. This work is an integral part of the topic of creating information support for engineering solutions for the production processes of food drying on the basis of modern computer technology.

З доісторичних часів люди винаходили та покращували різні способи подовження терміну придатності продуктів харчування. Це дозволило запровадити безвідходні технології переробки харчової сировини та зменшити негативний вплив відходів харчових виробництв на екологію. Найвідомішими способами, завдяки яким наше харчування стало здоровішим та цікавішим, а що найважливіше – завжди свіжим, є такі:

Пастеризація. Метод пастеризації винайшов Луї Пастер під час проведення дослідів над процесами ферментації. Під час пастеризації продукт нагрівають до температури, при якій гинуть мікроорганізми. Класичний метод пастеризації полягає на нагріванні до температури вищої за 60°C, але не більше 100°C. Важливо, що пастеризація дозволяє зберегти смакові та поживні якості продуктів, не призводячи до втрати вітамінів.

Замороження. Замороження – найбільш сучасний і якісний метод консервації продуктів харчування. Продукти заморожують при різних температурах. Овочі та фрукти заморожують при температурі близько -30 до -40 °C, тоді як м'ясо від -20°C і навіть до -40°C. Отримані заморожені продукти зберігають більшість своїх дієтичних, харчових та органолептичних якостей. Завдяки цьому методу продукти зберігають найбільшу кількість поживних речовин, серед яких такі важливі для нашого організму вітаміни та мінеральні солі, а також білки та жири. Слід пам'ятати, що один раз заморожені продукти не можна заморожувати знову. Замороження вважається найефективнішим способом зберігання продуктів.

Сушіння. Сушіння, як спосіб зберігання продуктів використовується скрізь, не лише вдома, але і на фабриках, що виробляють продукти харчування. Сушіння харчових продуктів постійно вдосконалюється, незважаючи на те, що відоме вже сотні років. Сушіння зневоднює продукти. Це запобігає розвитку мікроорганізмів. Саме цей спосіб використовується між іншим для просушування чаю, кави, виробництва макаронів, а також для отримання

сушених фруктів.

Сушіння — це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається її псуванню і злежуванню, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Конструкції сушильних апаратів залежать від масштабів виробництва і властивостей матеріалу, сушіння в яких проводиться під атмосферним тиском або під вакуумом, при цьому матеріал може знаходитись у стані спокою, переміщатися або перемішуватися.

Процес сушіння проводиться періодично або безперервно при різних способах передачі теплоти: контактуванням, конвекцією або радіацією, струмами високої частоти, інфрачервоним випромінюванням, а також сушіння сублімацією.

Найбільш розповсюдженими в харчовій промисловості є кондуктивний та конвективний способи сушіння.

В кондуктивних сушарках теплота для висушування матеріалу передається шляхом контакту його з нагрітою поверхнею, а в конвективних — теплота передається безпосередньо від теплоносія до матеріалу. При цьому видаляється волога, зв'язана з матеріалом за рахунок механічних і фізико-хімічних сил. Хімічно зв'язана волога не видаляється в зв'язку з руйнуванням матеріалу.

У харчовій промисловості застосовують різноманітні сушарки, в яких висушують дуже різні матеріали. Класифікувати сушарки можна залежно від таких ознак:

- режим роботи — періодичної, безперервної і циклічної дії;
- спосіб підведення теплоти — конвективні, контактні (кондуктивні), радіаційні і високочастотні;
- вид сушильного агента — повітряні, із застосуванням димових газів, парові, рідинні;
- вид висушуваного матеріалу — кусковий, зернистий (дисперсний), пиловидний, пастоподібний, рідкий (розчин);
- тиск у сушильній камері — атмосферні, вакуумні, глибоковакуумні, під надлишковим тиском;
- напрямок руху сушильного агента відносно матеріалу — прямотечійні, протитечійні, з перехресним потоком;
- варіант сушильного процесу — з нормальним (основним) процесом, з проміжним підігріванням сушильного агента, з рециркуляцією відпрацьованого повітря, з додатковим підігріванням повітря в сушильній камері та ін.;

Процеси сушіння харчових продуктів з метою найповнішого збереження їх корисних властивостей при тривалому зберіганні є найбільш актуальними як для виробників продуктів харчування так і для сільгосппереробників. Перелік продуктів тваринного і рослинного походження, що вимагають подальшої переробки, постійно розширюється. Усе це підвищує попит на наукові розробки, які найширше охоплювали б перелік таких продуктів з усім спектром

їхніх відомих фізичних і теплофізичних характеристик з метою подальшої оптимізації процесів сушіння. На рис. 1–4 наведено основні типи сушарок.

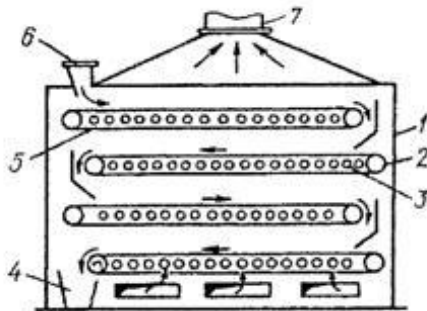


Рис. 1. Стрічкова сушарка

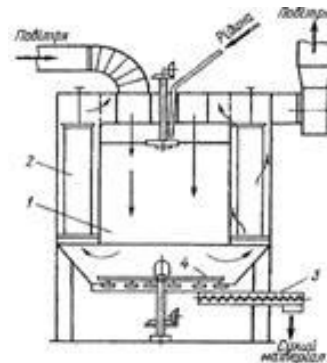


Рис. 2. Розпилювальна сушарка

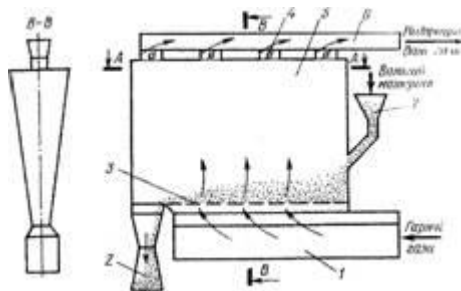


Рис. 3. Сушарка з киплячим шаром

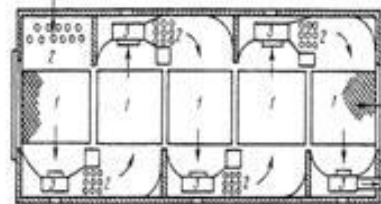


Рис. 4. Тунельна сушарка

Започатковано комплекс досліджень і розробок для створення засобами сучасних інформаційних технологій бази даних та знань продуктів, що підлягають сушінню. База даних та знань вміщує усі відомі фізичні, теплофізичні та інші відомі характеристики, які потрібні для оптимального вибору способу сушіння та необхідного для цього обладнання.

З цією метою проведено огляд джерел в Internet, вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, створюється сайт "Проблеми сушіння харчових продуктів" що містить перелік основних харчових продуктів, що підлягають сушінню та їх основних фізичних і теплофізичних характеристик. Сайт надає можливість пошуку інформації з названої тематики. Ця робота є складовою тематики по створенню інформаційної підтримки інженерних рішень по виробничим процесам сушіння харчових продуктів на базі сучасних комп'ютерних технологій.

Література

1. Снежкін Ю.Ф. (2014) Енергозберігаючі теплотехнології виробництва харчових порошків із вторинних сировинних ресурсів / Ю.Ф. Снежкін, Л.А. Боряк, А.А. Хавін. К.: Наукова думка. 228 с.
2. Апаратурно-технологічні схеми виробництва пектинових порошків. С. Г. Метльов, В. О. Овчарук, Ю. І. Вересоцький та ін. (2011). Харчова промисловість. — 2011. — Вип. 10-11. — С. 274 – 278.

ФОРМУВАННЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ АНАЛІЗАТОРІВ У КОНТЕКСТІ СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Омельченко О. С., Луцька Н. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: alexmir_98@ukr.net

Development, implementation, and utilization of virtual analyzers in the context of complex technological objects

Virtual analyzers are software-algorithmic complexes that perform functional tasks of analysis and forecasting based on an identification approach to building and configuring models. Their capabilities make it possible to significantly expand the functionality of complex industrial systems, allowing operators to obtain more accurate information about processes and make more informed decisions. The report discusses the key points in the formation of virtual analyzers.

Розвиток технологій у галузі обробки даних, статистичного аналізу та методів машинного навчання зробив можливим впровадження у промислове виробництво нових засобів роботи з інформацією з метою оптимізації складних технологічних процесів. Одним із них є віртуальні аналізатори (ВА). ВА значно розширюють можливості моніторингу та аналізу виробничих процесів, дозволяючи проводити ситуаційний аналіз, виявляти взаємозалежності технологічних параметрів, діагностувати стан обладнання, прогнозувати поведінку системи та контролювати змінні, які неможливо виміряти напряму. ВА є програмно-алгоритмічними комплексами, які здійснюють описані вище функціональні задачі на базі ідентифікаційного підходу до побудови і налаштування моделей[1]. Точність прогнозування за допомогою ВА напряму залежить від якості даних з якими він працює, а також від вибору та налаштування математичної моделі.

Особливості технологічного процесу визначають тип і характер виробничих даних, що має ключове значення для вибору моделі для ВА. Так для даних, для яких характерна лінійна залежність між ознаками та цільовою змінною можливе використання моделей лінійної регресії, для нелінійних залежностей — дерев рішень і випадкових лісів. Складні дані з нелінійними залежностями вимагають обробки за допомогою нейронних мереж. Динамічні дані потребують використання моделей, які можуть враховувати часові залежності, такі як авторегресійні моделі (AR), моделі ковзного середнього (MA), моделі авторегресійного ковзного середнього (ARMA), моделі авторегресійного інтегрованого ковзного середнього (ARIMA), моделі векторної авторегресії (VAR) та рекурентні нейронні мережі (RNN).

Наступним кроком перед налаштуванням моделі є правильний підбір та підготовка навчальних даних. Для коректної роботи моделі необхідна наявність достатньої кількості даних, які б відображали різноманітність можливих

ситуацій та технологічних режимів. Відібрані дані потребують попередньої обробки, під час якої відбувається вилучення аномальних та пропущених значень, їх нормалізація для підготовки ознак та цільових змінних перед навчанням моделі. Для уникнення перенавчання та підвищення генералізації моделі, навчальні дані можуть бути перемішані. Проте слід враховувати, що більшість виробничих даних зазвичай представлені у формі часових рядів, і їх перемішування може вплинути на втрату важливої інформації щодо часових залежностей та динаміки явищ.

Гіперпараметри — це параметри машинного навчання, значення яких використовується для управління процесом навчання [2]. Вони можуть включати кількість шарів і нейронів у нейронній мережі, глибину дерева в деревах рішень, параметри регуляризації у лінійних моделях.

Налаштування моделі складається з циклів підбору гіперпараметрів моделі, при яких досягається максимальна відповідність прогнозованих даних до актуальних. У визначенні цієї відповідності значну роль відіграють метрики точності: середньоквадратична помилка (MSE) або коефіцієнт детермінації (R-squared), дозволяючи оцінити, наскільки добре модель відтворює поведінку об'єкта. Дані для навчання моделі зазвичай поділяють на три групи: навчальний набір, валідаційний і тестовий. Навчальний використовується безпосередньо для навчання моделі, під час якого вона адаптує свої параметри (наприклад ваги в нейронній мережі) для мінімізації помилки прогнозу. Валідаційний слугує для налаштування гіперпараметрів та перевірки якості моделі під час навчання. Тестовий використовують для оцінювання якості моделі, надаючи актуальні дані для порівняння.

Після успішного налаштування моделі та досягнення нею оптимальних значень точності прогнозування ВА можна інтегрувати в систему аналізу виробничих даних, отримуючи на вхід технологічні дані в реальному часі та їхні архівні значення, щоб аналізувати тенденції та робити прогнози на їх основі. Для впровадження ВА можна взяти локальні обчислювальні потужності або відповідні хмарні сервіси, що пропонують функціонал по збереженню великих обсягів даних і різноманітні функції для обробки й аналізу, такі як використання алгоритмів машинного навчання та статистичного аналізу.

Перевагами хмарного підходу є масштабування потужностей та гнучкість вибору інструментів для обробки даних, відсутність потреби інвестицій у локальне обладнання та його підтримку. Недоліком, в порівнянні з локальними обчислюваними потужностями, є підвищені вимоги щодо забезпечення безпеки передачі та зберігання даних засобами зовнішніх сервісів, що потребує ретельного планування архітектури передачі даних.

Література

1. Bakhtadze, N. Y. N. (2004). Virtual analyzers: Identification approach. *Automation and Remote Control*, 65, 1691-1709.
2. Yang, L., & Shami, A. (2020). On hyperparameter optimization of machine learning algorithms: Theory and practice. *Neurocomputing*, 415, 295–316.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Остапенко О.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: offdap@ukr.net

Machine Learning and Artificial Intelligence in Production Automation

In today's world, technology is developing at an incredible speed, and machine learning (ML) and artificial intelligence (AI) are becoming drivers of this progress. These technologies change our ideas about production processes, open new horizons of possibilities, making production more efficient, productive and of high quality.

В сучасному світі технології розвиваються з неймовірною швидкістю, і машинне навчання (ML) та штучний інтелект (AI) стають чинниками цього прогресу. Ці технології змінюють наші уявлення про виробничі процеси, відкривають нові горизонти можливостей, роблячи виробництво більш ефективним, продуктивним та високоякісним.

Машинне навчання – це метод, що дозволяє комп'ютерам навчатися з даних та робити передбачення або приймати рішення без явного програмування. Ви, мабуть, чули про лінійну регресію, дерева рішень, нейронні мережі – всі ці алгоритми є основою ML [1, с. 78].

Штучний інтелект – ширше поняття, яке охоплює інші методи, що дозволяють машинам імітувати людське мислення та поведінку. Глибоке навчання, яке використовує багатоварові нейронні мережі, є підгалуззю AI і знаходить широке застосування в сучасному виробництві.

AI/ML вносять революційні зміни в прогнозне технічне обслуговування. Уявіть собі завод, де обладнання саме повідомляє, коли йому потрібне обслуговування, попереджаючи поломки та зменшуючи простої [2, с. 102].

Ще одним важливим напрямком є оптимізація виробничих ліній та логістики. Завдяки AI/ML, компанії можуть аналізувати великі обсяги даних та знаходити оптимальні шляхи для підвищення ефективності виробництва, зменшення витрат та покращення якості продукції [3 с. 75].

Контроль якості продукції також значно покращується завдяки AI/ML. Технології комп'ютерного зору дозволяють автоматично виявляти дефекти на виробничій лінії в режимі реального часу, що значно підвищує якість кінцевого продукту.

AI/ML мають безліч переваг для виробництва. По-перше, це підвищення ефективності та продуктивності. Алгоритми AI/ML можуть аналізувати дані швидше та точніше, ніж люди, що дозволяє оптимізувати процеси та знижувати витрати [4 с. 123].

По-друге, зниження витрат на обслуговування та ремонт обладнання. Прогнозне технічне обслуговування дозволяє запобігти поломкам та продовжити термін служби обладнання.

По-третє, поліпшення якості продукції. Контроль якості на основі AI/ML дозволяє виявляти та усувати дефекти на ранніх етапах виробництва.

Ось кілька прикладів успішного застосування AI/ML у промисловості. Компанія Siemens використовує AI для прогнозного технічного обслуговування своїх виробничих ліній, що дозволило зменшити час простоїв на 20%.

Toyota впровадила AI для контролю якості своєї продукції, що дозволило знизити кількість дефектів на 30%. Відомий виробник напівпровідників Intel використовує ML для оптимізації процесу виробництва, що призвело до підвищення ефективності на 15% [4 с. 110]. Незважаючи на численні переваги, впровадження AI/ML у виробництво супроводжується певними викликами. Технічні виклики включають якість даних, складність алгоритмів та потребу у високих обчислювальних ресурсах.

Також важливими є етичні та правові аспекти використання AI/ML. Необхідно враховувати питання конфіденційності даних, відповідальності за прийняті рішення та впливу на робочі місця [4 с.128].

Майбутнє AI/ML у виробництві виглядає дуже перспективним. Нові технології та інновації дозволять ще більше автоматизувати виробничі процеси, підвищити їх ефективність та зменшити витрати. Важливу роль у цьому процесі відіграватиме розвиток технологій Інтернету речей (IoT) та промислового Інтернету речей (IIoT), які забезпечать ще більшу кількість даних для аналізу та оптимізації.

Отже, машинне навчання та штучний інтелект мають великий потенціал для покращення та автоматизації виробництва. Вони дозволяють підвищити ефективність, оптимізувати витрати та покращити якість продукції. Однак впровадження цих технологій вимагає врахування технічних, організаційних та етичних аспектів. Майбутнє виробництва залежить від нашої здатності інтегрувати ці інновації та використовувати їх для створення більш ефективних та стійких виробничих систем.

Література

1. Bishop, 2006 - Christopher M. Bishop. "Pattern Recognition and Machine Learning". Springer. <http://users.isr.ist.utl.pt/~wurmd/Livros/school>
2. Jordan & Mitchell, 2015 - Michael I. Jordan та Tom M. Mitchell. "Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects". <https://www.cs.cmu.edu/~tom/pubs/Science-ML-2015.pdf>
3. Götz & Borchers, 2021 - Manuel Götz та Jan-Oliver Borchers. "Industrial Machine Learning: Using Artificial Intelligence as a Transformational Tool in Manufacturing". CRC Press.
4. Russel & Norvig, 2020 - Stuart Russell та Peter Norvig. "Artificial Intelligence: A Modern Approach". Pearson. <https://dl.ebooksworld.ir/books/Artificial.Intelligence.A.Modern.Approach.4th>

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Писаренко В. В.

ФОП Писаренко Владислав Володимирович, Київ, Україна

E-mail: atertech.i@gmail.com

Automated Food Quality Analysis System with the Use of Artificial Intelligence

The product quality analysis system based on machine vision and modern artificial intelligence systems will provide fast and high-quality analysis of food products. This system is able to analyze without human intervention, which allows to reduce the likelihood of human error, ensures uninterrupted analysis and reduces financial costs for operating personnel.

Харчування є невід'ємною частиною повсякденного життя людства. В наш час більшість фруктів, овочів можна вирощувати в будь-яку пору року. Культивування рослин в природних умовах не задовольняє потреби у харчових продуктах у світі. Виробники все частіше звертаються до тепличного вирощування. Воно дає змогу забезпечити безперервність вирощування продукції та якості, завдяки контролю вентиляції, температури, часу освітлення

Оцінка Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) вказує на те, що близько 600 мільйонів людей у всьому світі, а це кожен тринадцятий житель планети, стали жертвами наслідків споживання низькоякісних харчових продуктів. Ця проблема має серйозний вплив на глобальне здоров'я людства [1].

Псування продуктів може відбуватися на різних етапах, наприклад, під час збору врожаю, транспортування, зберігання тощо. Свіжість — це параметр, який використовується для оцінки якості харчових продуктів рослинного походження. Близько 20% зібраних фруктів та овочів псуються під впливом багатьох факторів ще до того, як їх споживає людина.

Нині контроль за свіжістю продуктів та аналіз їх якості здебільшого здійснює людина. Це вимагає проведення регулярних перевірок, візуальних оглядів та інших методів контролю. Однак з розвитком технологій цей процес може бути значно покращений за допомогою штучного інтелекту (ШІ).

Сучасні системи на основі ШІ можуть автоматизувати моніторинг стану продуктів, використовуючи різноманітні сенсори та алгоритми аналізу даних. Вони здатні виявляти ознаки псування на ранніх етапах, прогнозувати термін зберігання продуктів. Таким чином, впровадження технологій ШІ у контроль якості продуктів дозволяє значно зменшити втрати та забезпечити вищу якість продуктів для споживачів. Цього можна досягти за допомогою таких методів:

- збирання даних про різні стани харчових продуктів. Дані будуть включати як фото-, відео-матеріали, хімічний склад та інші дані які будуть потрібні для внесення їх у систему;

- створення та навчання моделей штучного інтелекту, включаючи методи машинного навчання, глибокого навчання та нейронних мереж та комп'ютерного зору для аналізу різних станів харчових продуктів;
- аналіз результатів оцінки якості харчових продуктів отриманих з використанням моделей штучного інтелекту;

Система аналізу якості харчових продуктів дасть змогу покращити якість продуктів тваринного та рослинного походження в сучасних умовах. Системи штучного інтелекту дозволяють швидко та більш точно визначити стан продуктів та зменшити ризик потрапляння неякісної продукції до кінцевого користувача. Дане рішення дозволить вирішити питання аналізу продукції в умовах дефіциту кваліфікованих кадрів та зменшити витрати на виробництві за рахунок більш точного аналізу, та усунення людського фактору. Це буде сприяти зменшенню ризику потрапляння харчових продуктів до населення, зниження вартості харчової продукції за рахунок кращого відбору. Дана система може бути застосована не тільки в умовах України, а і в інших країнах, які стрімко розвиваються та мають проблеми з якістю харчової продукції та дефіцитом кваліфікованих кадрів.

Ця система має за мету наступні цілі.

1. Ефективність: створення та впровадження системи на основі штучного інтелекту та машинного зору для аналізу якості харчових продуктів рослинного та тваринного походження.
2. Точність: розроблення алгоритмів та моделей, які забезпечують високу точність при визначенні який продукт є придатним, а який не придатним до вживання на основі використання згорткових нейронних мереж [2].
3. Валідація на реальних підприємствах: дослідження передбачає тестування розробленої системи на реальних харчових підприємствах. Це дозволить оцінити ефективність та точність створеної системи штучного інтелекту в реальних умовах та ситуаціях.
4. Автоматизація: створення системи яка буде здатна проаналізувати великі масиви даних і на основі цього аналізу самостійно обирати який продукт є придатним, а який ні без втручання людини.
5. Розроблення практичних рекомендацій: це дослідження також ставить собі за мету розроблення рекомендацій для використання даної системи в роботі.

Література

1. Центр громадського здоров'я України [online]. URL: <https://www.phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/kharchovi-otruennya>.
2. Kanupuru P., Reddy N.V. U. (2022) *A Deep Learning Approach to Detect the Spoiled Fruits* [online]. URL: https://www.researchgate.net/publication/361869948_A_Deep_Learning_Approach_to_Detect_the_Spoiled_Fruits.

**ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ ДЛЯ ЗАВОДІВ:
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІН
ЗА ДОПОМОГОЮ ВИСОКОТОЧНИХ ЦИФРОВИХ КОПІЙ**

Подустов О. С.

ФОП Подустов О. С., Київ, Україна

E-mail: olexandr.podustov@gmail.com

**Digital Twins for Factories: Enabling Predictive Maintenance and Change
Impact Assessment through High-Fidelity Digital Replicas**

This paper proposes a framework for generating digital twins of factory facilities. These digital replicas will leverage advanced data capture technologies and integrate physics-based simulations to predict the impact of various changes on production processes, maintenance needs, and overall factory efficiency. The research will explore methods for creating high-fidelity digital twins, focusing on real-time data integration, model fidelity optimization, and utilizing the digital twin for predictive analytics and scenario modeling.

У сучасному виробництві зростає потреба в ефективних інструментах для оптимізації процесів, прогнозування можливих збоїв та планування змін. Сучасне виробництво стикається з безліччю викликів: зростаюча конкуренція, мінливі вимоги ринку, необхідність оптимізації ресурсів та підвищення безпеки. Цифрові двійники, які є віртуальними копіями реальних об'єктів, здатні задовольнити цю потребу, пропонуючи безліч переваг для промислових підприємств та виведення виробництва на новий рівень.

Що таке цифрові двійники? Цифрові двійники — це не просто 3D-моделі. Вони поєднують в собі віртуальну модель заводу, інтегровану з даними з датчиків, систем управління та інших джерел, що дозволяє їм динамічно відображати стан реального об'єкта в режимі реального часу.

Переваги цифрових двійників для заводів:

- прогнозоване обслуговування: Аналіз даних з цифрової моделі дає можливість прогнозувати знос обладнання та планувати профілактичне обслуговування, що може значно зменшити простої та витрати на ремонт;
- оптимізація виробництва: Моделювання різних сценаріїв на цифровій моделі дозволяє виявляти вузькі місця в виробничому процесі та оптимізувати його для досягнення максимальної продуктивності та енергоефективності;
- підвищення безпеки: Моделювання небезпечних сценаріїв допомагає у виявленні та усуненні потенційних ризиків для безпеки працівників та навколишнього середовища;
- покращення прийняття рішень: Цифрові двійники надають керівництву та інженерам цінну інформацію, яка може допомогти у

прийнятті кращих рішень щодо планування, обслуговування та модернізації;

- полегшення інновацій: Цифрові моделі можуть використовуватися для тестування нових технологій та ідей без ризику для реального обладнання.

Як створити цифрову модель заводу? Створення цифрової моделі заводу — це складний процес, який потребує значних інвестицій та часу. Проте, існують різні підходи та програмні інструменти, які можуть допомогти у цьому процесі, роблячи його більш доступним для підприємств різного розміру.

Приклади використання цифрових двійників:

- компанія Siemens використовує цифрові двійники для оптимізації роботи своїх вітряних турбін;
- завод Airbus застосовує цифрові моделі для планування та тестування складання літаків;
- компанія General Electric використовує цифрові двійники для прогнозування зносу обладнання та планування його обслуговування.

У підсумку можна сказати, що цифрові двійники — це інноваційна технологія, яка має потенціал революціонізувати виробництво. Завдяки своїм численним перевагам, цифрові двійники стають все більш популярними серед промислових підприємств, які прагнуть досягти інтелектуального виробництва.

Література

1. Research and Markets (2023) Digital Twins Market by Technology, Twinning Type, Cyber-to-Physical Solutions, Use Cases and Applications in Industry Verticals 2023–2028 : report [online]. 153 p. URL : <https://www.researchandmarkets.com/reports/5308850/digital-twins-market-by-technology-twinning>.
2. Tolio D. et al. (2020). Digital Twins in Manufacturing: The Definitive Guide for Industrial Change, Innovation and Optimization. Springer Nature.
3. Pirelli L. et al. (2014) Cyber-Physical Systems for Smart Manufacturing. Springer Science+Business Media.
4. Tao Q., Zhang H., Liu Y., Qiu L. (2019) Digital twins for manufacturing: A review. Journal of Manufacturing Systems, 54, 144-159.
5. McKinsey & Company (2019). Digital twins: The next frontier of factory optimization [online]. URL : <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-next-frontier-of-factory-optimization>.
6. Siemens AG (2023). Digital Twin. URL : <https://www.sw.siemens.com/en-US/technology/digital-twin/>
7. GE Digital (2023). Digital Thread Activates Productivity Gains. URL : <https://www.ge.com/digital/asset/digital-thread-activates-productivity-gains>
8. GE Vernova (2024) Digital Twins are mission critical [online]. URL : <https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin>.

РЕВОЛЮЦІЯ НА РИНКУ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ ЧЕРЕЗ ГЛОБАЛЬНУ МЕРЕЖУ ПІДКЛЮЧЕНИХ ПРИСТРОЇВ

Подустов О. С.

ФОП Подустов О. С., Київ, Україна

E-mail: olexandr.podustov@gmail.com

Revolutionizing the Energy Supply Market with Automated Demand-Side Management through a Global Network of Connected Devices

The fluctuating energy demands challenge the stability of the existing grid infrastructure. This research proposes a revolutionary approach: a global network of connected devices that leverage automation for demand-side management (DSM) with dynamic energy exchange. This thesis explores this network's design, implementation, and economic viability, aiming to smooth energy consumption spikes by autonomously enabling connected devices to charge and discharge energy based on real-time grid needs.

Зростаюча залежність від відновлюваних джерел енергії зі змінною потужністю в поєднанні зі зростанням пікового попиту створює значні проблеми для стабільності енергосистеми та вартості енергії. Традиційні рішення часто передбачають дорогу модернізацію інфраструктури або резервне використання викопного палива. У доповіді пропонується інноваційний підхід, заснований на ІТ-технологіях, який використовує автоматизацію та колективну потужність підключених пристроїв для досягнення більш ефективної та стійкої енергетичної системи. Сучасний ринок енергопостачання стикається з численними викликами, пов'язаними зі зростанням попиту, нестабільністю постачання та залежністю від централізованих джерел енергії. Ці фактори призводять до коливань цін на енергоносії, перевантаження мереж та викидів парникових газів. Доповідь пропонує нове рішення — автоматизоване управління попитом (АУП) за допомогою глобальної мережі підключених пристроїв. Ця інноваційна технологія може революціонізувати ринок енергопостачання, роблячи його більш економним, стійким і ефективним.

АУП — це система, яка використовує комп'ютерні алгоритми та технології зв'язку для адаптації споживання енергії в реальному часі. Це дозволяє згладжувати піки попиту, краще інтегрувати поновлювані джерела енергії та оптимізувати використання енергомереж. Як працює АУП? Глобальна мережа підключених пристроїв, таких як термостати, холодильники, електромобілі та інші побутові прилади, може бути об'єднана та автоматизована для координації їх роботи з потребами електромережі. Система АУП буде отримувати сигнали про стан мережі та ціни на енергію, а потім інструктувати підключені пристрої автоматично змінювати своє споживання енергії.

Переваги АУП:

- зниження витрат на енергоносії: АУП може допомогти споживачам заощадити гроші на рахунках за електроенергію, зменшуючи споживання в пікові години;
- підвищення стійкості: АУП може сприяти ширшому використанню поновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, роблячи енергосистему більш гнучкою;
- підвищення надійності електромережі: АУП може допомогти стабілізувати роботу електромережі, зменшуючи перевантаження та відключення.

Впровадження АУП потребуватиме значних інвестицій у технології та інфраструктуру. Однак очікується, що ці інвестиції окупляться завдяки економії коштів, підвищенню ефективності та екологічним перевагам.

Приклади впровадження АУП:

- проєкт «Smart City» у Копенгагені: Цей проєкт використовує АУП для оптимізації споживання енергії в місті, що призвело до значного скорочення викидів парникових газів;
- проєкт «Virtual Power Plant» у Німеччині: Цей проєкт об'єднує розподілені джерела енергії, такі як сонячні панелі та вітрові турбіни, в єдину віртуальну електростанцію, яку можна управляти за допомогою АУП;
- Google Nest: Google Nest використовує машинне навчання для оптимізації споживання енергії в будинках, автоматично регулюючи температуру, освітлення та інші прилади.

АУП знаходиться на ранніх стадіях розвитку, але це перспективна технологія, яка може революціонізувати ринок енергопостачання. Завдяки своїм численним перевагам АУП може допомогти створити більш економну, стійку та ефективну енергосистему для майбутнього. Необхідно також розробити справедливі та прозорі механізми компенсації споживачів за участь в АУП. Уряди та регулятори повинні відігравати ключову роль у сприянні розвитку та впровадженню АУП. Можливо, згодом АУП замінить потребу в ГЕС як генератора електроенергії в години пік та зіграє вирішальну роль в ухваленні рішення, чи відновлювати Каховську ГЕС.

Література

1. Research and Markets (2023) Digital Twins Market by Technology, Twinning Type, Cyber-to-Physical Solutions, Use Cases and Applications in Industry Verticals 2023–2028: report [online]. 153 p. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5308850/digital-twins-market-by-technology-twinning>.
2. Tolio D. et al. (2020) Digital Twins in Manufacturing: The Definitive Guide for Industrial Change, Innovation and Optimization. Springer Nature.
3. Pirelli L. et al. (2014) Cyber-Physical Systems for Smart Manufacturing. Springer Science+Business Media.

ВИКОРИСТАННЯ ТОПОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БАЗИ ПРЕЦЕДЕНТІВ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ТИПУ

Проскурка Є. С.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: proskurka.yevhen@gmail.com

Using the topological analysis for creating the base of precedents in the decision support system of the precedent type

The base of precedents is used in the decision support system of the precedent type. The precedents for the base of precedents are searched in the time series of technological variables with use the topological analysis. The found precedents will be used for creating management action for technological object in future.

Для функціонування системи підтримки та прийняття рішень precedentного типу необхідно сформувати базу precedentів. База precedentів вміщує в себе precedentи, що описують процес управління технологічним об'єктом під час проходження технологічного процесу в минулому при виникненні на об'єкті різних подій.

Пошук precedentів відбувається в часових рядах технологічних змінних, що були отримані та збережені в базу даних під час проходження технологічного процесу на технологічному об'єкті.

Для пошуку precedentів необхідно провести аналіз часових рядів технологічних змінних. Спочатку використовується вейвлет-аналіз для очистки часових рядів від шумів. Після очистки від шумів проводиться топологічний аналіз для пошуку precedentів в часових рядах.

Топологічний аналіз часових рядів технологічних змінних полягає в кодуванні часового ряду за допомогою топологічних кодів [1].

Закодувавши часові ряди топологічними кодами і проаналізувавши коди, виявлено, що коди TU=1234567 та TU=7654321 (рис. 1) зустрічаються найчастіше.

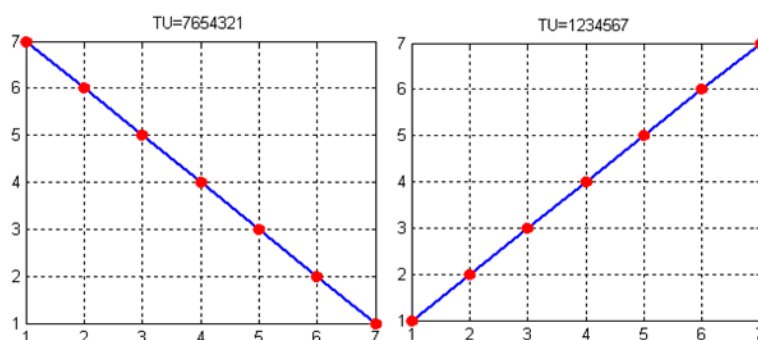


Рис. 1. Топологічні коди TU=1234567 та TU=7654321

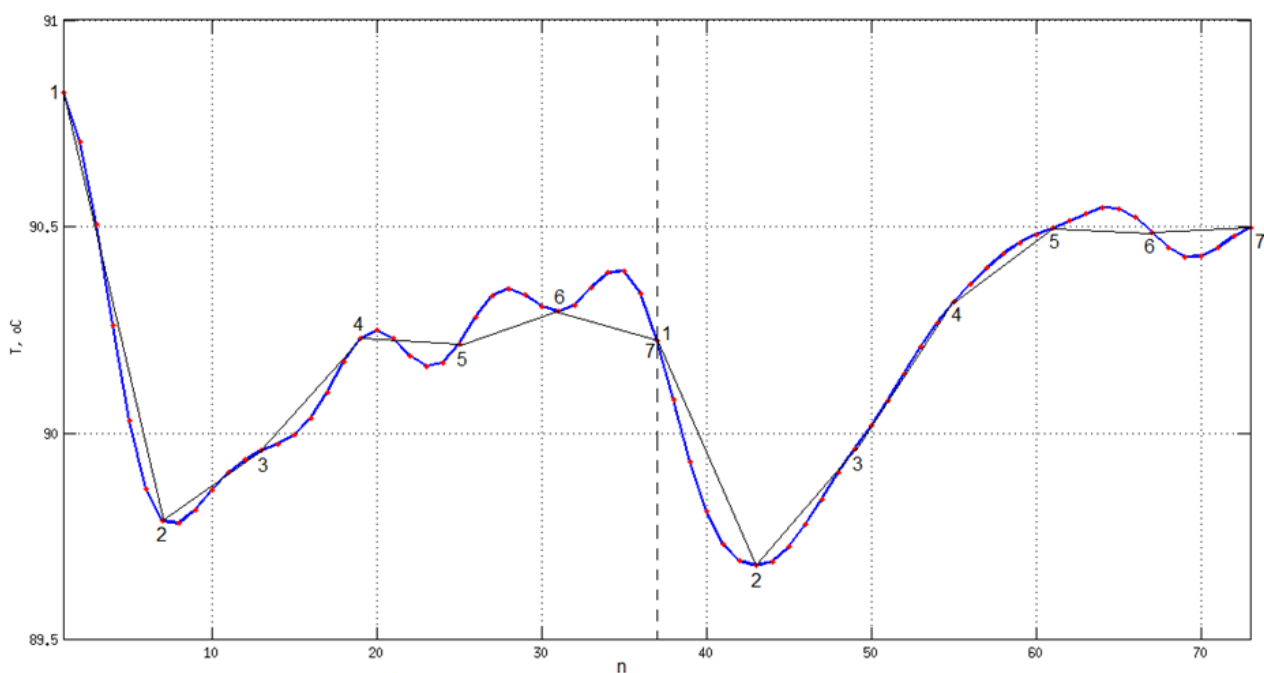


Рис. 2. Топологічне кодування ділянки часового ряду температури соку на другу сатурацію

Вирішено топологічними кодами $TU=1234567$ та $TU=7654321$ проводиться кодування часових рядів технологічних змінних та формувати з них топологічні коди вищого порядку для опису часових рядів.

Топологічними кодами $TU=2357461$ та $TU=2314657$ (рис. 2) описується сукупність фігур нижчого порядку, що утворені топологічними кодами $TU=1234567$ та $TU=7654321$.

Сукупність топологічних кодів вищого порядку утворюють прецедент, що заноситься до бази прецедентів системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу.

Створення бази прецедентів для системи підтримки та прийняття рішень прецедентного типу та функціонування даної системи дозволить оператору ефективно управляти технологічними процесами на технологічних об'єктах застосовуючи досвід з минулого [2].

Література

1. Proskurka Y. S., Kyshenko V. D. (2017) Topological analysis of time series in the process of searching precedents for the filling of the base of precedents of the decision support system of the precedent type. Monthly international scientific journal «INTERNATIONAL SCIENCE PROJECT». Turku, Finland, № 7/2017, part 1, pp. 20-23.
2. Proskurka Y. S. (2020) Functioning the decision support system of the precedent type based on the expert system. VII Міжнародна науково-технічна Internet-конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26 листоп. 2020. К: НУХТ, [online], С. 148.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСОМ КРАФТОВОГО ПИВОВАРІННЯ НА БАЗІ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

Романов М. О.

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

E-mail: maksim.a.romanov@gmail.com

Digital twins based complex informational and control system for craft beer brewery

There are a variety of IT and OT systems for craft breweries which are not integrated and mostly focused on local parameter efficiency. Combining them on basis of a digital twins based platform with the purpose to focus on Industry 5.0 pillars, especially to implement human-centric production is an objective, promising high level of relevance and achievements in the craft brewing sector.

Впровадження принципів Індустрії 5.0, зокрема принципу людино-центричного виробництва у галузі крафтового пивоваріння зумовлює необхідність погляду на компетенції пивовара як на важливий ресурс виробництва. Їх формалізація у вигляді переліку та нормативів людино-годин потрібних для виробництва продукту не дозволяє вирішувати завдання керування. Компетенції мають складну нелінійну структуру, їх застосування має ймовірнісний характер, присутній ефект накопичення – процеси навчання. Більш того, саме забезпечення росту компетенцій є завданням для довгострокового та середньострокового планування виробництва. Разом з тим ріст компетенції пивовара призводить до виробництва продукту більш високої якості, фактично іншого продукту – пива, що по своїм характеристикам значно переважає середньостатистичні зразки на ринку, що є характерним саме для крафтового виробництва. Тож вирішувати завдання росту компетенції пивовара потрібно синхронно із зростанням вимог споживачів до продукту.

На практиці було визначено, що сучасна система керування комплексом крафтового пивоваріння потребує суттєвих змін за чотирьома напрямками. Це по-перше моделювання та впровадження у систему керування якісних характеристик продукту, пов'язаних із практиками його використання. По-друге це необхідність урахування у системі керування факторів рівня компетенцій персоналу, накопичення досвіду та шляхів професійного росту. По-третє це реалізація концепції керування цілісним процесом за умови взаємодії сервіс-орієнтованих малих підприємств. І останнє, це суттєве спрощення та зниження вартості впровадження змін, орієнтація системи керування на зміни у технології, обладнанні та компетентності персоналу задля реакції на зміну вимог та очікувань споживача.

Характерною особливістю запропонованого підходу є погляд на вимоги споживача як на компетенції – також складну нелінійну структуру, і ймовірнісним характером оцінок та ефектами накопичення. Таким чином завданням дослідження є розглянути методи та способи оптимізації планування

виробництва на базі не тільки ресурсів сталої структури із деякою варіабельністю параметрів, як то обладнання чи матеріальні ресурси, а також з урахуванням ресурсів змінної у часі структури із ймовірнісним характером застосування – компетенції пивовара чи споживача. Запропонувати архітектуру системи керування відповідно до цих вимог.

На відміну від класичної архітектури, що відображає піраміду автоматизації та є ієрархічною комбінацією різноманітних систем на різних рівнях у рамках організації, для вирішення завдань сформульованих вище пропонується сервіс-орієнтована архітектура, коли окремі системи автоматизації, чи окремі завдання та функції цих систем існують незалежно та ізольовано одна від одної, обмінюючись даними між собою через доступ до загального сховища даних організації, що фактично містить цифровий двійник підприємства.

Загальне сховище з технологічної точки зору є розподіленим гетерогенним сховищем, що зберігає різноманітні записи у різних форматах. З точки зору інформаційної безпеки є критичні дані внутрішнього для організації використання, операційні дані що не є критичними та можуть бути частково публічними – із обмеженим та контрольованим доступом – наприклад доступні для споживачів, та дані що мають публічний характер за замовчанням. Наприклад дані щодо структури компетенцій споживача чи пивовара є публічними апріорі, оскільки формуються як результати узгодженого бачення широкого круга гравців галузі. Не менш важливою є узгоджена онтологічна визначеність даних у загальному сховищі. Різноманітність даних потребує багато інтерфейсів щодо їх інтерпретації – кожна функція-сервіс має потребу в інформації власно-специфічної структури. Отже центральне сховище відповідає не тільки за збереження даних цифрових двійників процесів та ресурсів підприємства, а й за трансформацію цих даних у структури, онтологія яких відповідає вимогам конкретного сервісу.

Підсумовуючи вимоги до архітектури системи можемо описати її як неієрархічну шину даних та набір мікро сервісів що працюють з нею. Враховуючи що кожен мікро сервіс, в особливості бази знань по компетенціях, є окремим незалежним компонентом, архітектура системи керування найкраще представлена як платформа, на базі якої підприємство та спільноти що його оточують, співпрацюють задля загальної мети, розподіляючи доступ к даним та спільно користуючись загальнодоступними сервісами.

Література

1. Pupena A., Elperin I., Mirkevich R., Klymenko O. (2016) Computer integrated manufacturing: overview of modern standards, *Automation of Technological and Business-Processes*, № 3, с. 63–74.
2. ISO 23247-1 First edition 2021-10 Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles.
3. IEC 62264-1 Edition 2.0 2013-05 Enterprise-control system integration – Part 1: Models and terminology.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ З СИСТЕМОЮ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Сідлецький В.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vmsidletskiy@gmail.com

Intelligent sugar plant technological complex management system with a decision-making support system

The paper highlights the complexity of managing the technological processes and seasonality of sugar factory operations. It is recommended to enhance the existing automation systems with a decision support subsystem. This subsystem would assist operators in accurately assessing situations and making appropriate decisions.

На більшості цукрових заводів керування відбувається з застосуванням системи автоматизації, яка побудована на базі сучасної мікропроцесорної техніки [1, с. 8]. За допомогою системи автоматизації підтримують регламентовані значення технологічних параметрів (температуру, рівень, тиск, рН, витрати та інші). Незважаючи на досить високий технічний рівень засобів автоматизації та алгоритмів управління, існуючі системи автоматизації не завжди можуть адекватно реагувати на порушення технологічного режиму. Це можна пояснити тим, що поза увагою системи автоматизації залишається цілий ряд неконтрольованих параметрів, до яких можна віднести: показники якості сировини та стружки, процеси переміщення стружки в ошпарювачі і колоні, питоме завантаження апаратів та інші. Крім того порушення технологічного режиму може відбуватись через вихід з ладу або погіршення робочих характеристик технічних засобів автоматизації, електроустаткування, механічного обладнання тощо, які не розпізнані системою управління або не помічені оператором.

Саме тому невід'ємною частиною в процесі управління є оператор, який втручається в роботу системи у разі порушень технологічного режиму, з якими не може впоратись автоматизована система управління. Ефективність прийнятих ним рішень залежить від його професіоналізму, вміння швидко виявити причину порушення і виробити адекватні дії оперативного реагування.

Оператор, як правило, несе загальну відповідальність за управління системою. При цьому участь оператора в процесі управління відбувається у разі настання критичних подій (відмови, позаштатні ситуації тощо), які обмежені за часом (кількома хвилинами або навіть секундами). Тобто для таких систем актуальним є прогнозування появи випадкової ситуації, при якій потрібне втручання оператора. [2, с. 9–10].

Враховуючи складність технологічного процесу цукрового заводу та сезонність роботи цукрового заводу, доцільним є доповнити існуючі системи

автоматизації підсистемою підтримки прийняття рішень, яка б допомагала оператору правильно оцінити ситуацію і прийняти відповідне рішення.

Основним елементом підсистеми підтримки прийняття рішень [1, с. 41-43] (ПППР) є база знань, яка визначає повноту й ефективність ПППР. Це пояснюється тим, що рішення, яке буде пропонуватися оператору ПППР, або безпосередньо знаходиться у базі знань, або виробляється на основі інформації, яка розміщена у ній. Тому процесу наповнення бази знань, яким у системах ПППР займається інженер знань, приділяється особлива увага.

Інженер знань, в залежності від конкретної задачі та ситуації, використовує різні методи роботи для отримання знань. У літературі наведена класифікація, згідно з якою першочергово необхідно визначитись з джерелами отримання знань. Процес роботи з літературними джерелами має свої позитивні сторони: систематизація знань, точність визначень та можливість використання математичного апарату. До недоліків можна віднести неповний опис можливих станів робочої системи та деяку відмінність загального опису від реальних об'єктів.

Комунікативні методи отримання знань включають методи та процедури взаємодії інженера знань з джерелом знань – експертом. Активні методи в залежності від кількості експертів, що приймають участь в обговоренні проблемної області, поділяються на індивідуальні та групові.

Поширеним методом у процесі збору експертної інформації є використання набору прикладів, які відносяться до проблеми. На цих прикладах, у зрозумілій формі, представлені пояснення міркувань експерта при вирішенні проблеми. Інженер зі знань виводить з цих пояснень загальні правила і перевіряє їх разом з експертом. Якщо методи, що використовуються працюють добре, то дана методика використовується для представлення іншої частини знання в тій самій формі. Знання від експертів отримують в процесі спілкування. Це не просто процес передачі повідомлень, а нерозривний процес циркуляції інформації, тобто спільний шлях до згоди. Але в процесі такого спілкування спостерігаються втрати інформації. Більшість фахівців у якості основної причини втрати інформації вказують на мовні проблеми. Це напряму пов'язане з понятійними структурами, рівнем узагальнень та словником співрозмовників, який включає загально доступну термінологію, побутовий та професіональний жаргон. При цьому не останнє місце займає відображення дійсності у свідомості експерта та інженера знань. Процес пізнання є суб'єктивним і тому системність і об'єктивність знань та їх узгодженість суттєво залежить від пізнавальних особливостей самого суб'єкта.

Для експерта джерелом знань слугує його попередній практичний досвід при вирішенні аналогічних задач, інформація з літературних джерел, відомі приклади вирішення задач, а для інженера зі знань — досвід роботи з аналізу інформації від експертів, методи обробки експертної інформації, методи представлення знань і маніпулювання ними, програмні інструментальні засоби.

При описі понять різними експертами може виникнути ситуація, при якій інформація конфліктуватиме не тому що вона невірна або містить технічні помилки, а через різну оцінку експертами однієї і тієї ж ситуації. Спосіб

представлення знань про одні і ті ж речі однією тією ж мовою може відрізнитись настільки, що це приведе до непорозуміння між людьми в розмові про один і той же предмет. Ці непорозуміння можуть бути ще більш значними при обміні інформацією між людиною та програмними засобами. Саме тому оцінка інформації залежить від того, хто її сприймає. Тому опис предмета буде повністю залежати від того, як буде сприйматись інформація, яка надходить. Цим можна пояснити, що експертні програмні засоби, розроблені для одних підприємств, були обмежені для повторного використання на інших і розроблялись знову, хоч і мало відрізнялись від створених раніше.

Алгоритми ПППР дозволяють на основі продукційних моделей та інформації від системи автоматичного контролю, даних візуального обстеження та інформації з лабораторії отримати рекомендації у вигляді характеру (збільшити, зменшити) та числового значення зміни технологічного параметра. Таким чином можна одночасно отримати рекомендації щодо зміни всіх параметрів. Але при цьому перед оператором постає задача вибору: яку рекомендацію вибрати і який з параметрів змінити на рекомендоване значення. При цьому треба враховувати, що зміна технологічного параметра може одночасно впливати на всі показники якості роботи дифузійної станції. У зв'язку з цим необхідно розробити методику і алгоритм аналізу впливу зміни різних технологічних параметрів на загальні показники роботи дифузії і використати результати цього аналізу у системі ПППР.

Наступним кроком ПППР є використання нейронечітких регуляторів з модулем прогнозування та перевірки методів регулювання [3, с. 59; 4 с. 163]. Це дозволяє не тільки сформулювати одночасно декілька управляючих діянь, а й перевірити якість керування за рахунок оцінки перехідних процесів.

Література

1. Сідлецький В. М. (2022) Технології конструювання сучасних автоматизованих (3 прикладами для дифузійної станції цукрового заводу) [текст] / В. М. Сідлецький, І. В. Ельперін – :Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. - 180 с. ISBN 978-617-520-254-8
2. Сідлецький В.М., Ельперін І.В., Полупан В.В.(2016) Аналіз невимірюваних параметрів на рівні розподіленого керування для автоматизованої системи, об'єктів і комплексів харчової промисловості. Наукові праці Національного університету харчових технологій. Т. 22, № 3 / Національний університет харчових технологій. - К. : НУХТ, 2016. - с. 7–15. М.
3. Hrama, V. Sidletskyi, I. Elperin (2019) Comparison between PID and fuzzy regulator for control evaporator plants. 2019 IEEE 39th International Conference on electronics and nanotechnology (ELNANO), Conference proceedings, pp. 54–59.
4. Hrama M., Sidletskyi V., Elperin I. (2022) Intelligent automatic control of sugar factory evaporator operation using behavior prediction subsystem. Ukrainian Food Journal. Vol.11(1). P. 148–163.DOI: 10.24263/2304-974x-2022-11-1-14

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВАКУУМ АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОГО ВИВЕДЕННЯ

Сідлецький В. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Кухар О. В.

ТОВ «Компанія «ТМА»

E-mail: vmsidletskiy@gmail.com

Intelligent Control System for a Periodic Vacuum Apparatus Using Fuzzy Derivation Algorithms

The paper proposes the use of an intelligent control system with fuzzy output algorithms to control a periodic vacuum apparatus explained by the peculiarity of the ambiguous (ill-defined) conduct of technological crystallization of massecuite

Промисловість виготовляє апарати періодичної дії [1], що характеризуються безфланцевим виконання корпусу, який забезпечує надійну підтримку необхідного вакууму в апараті під час роботи (Рис.1):

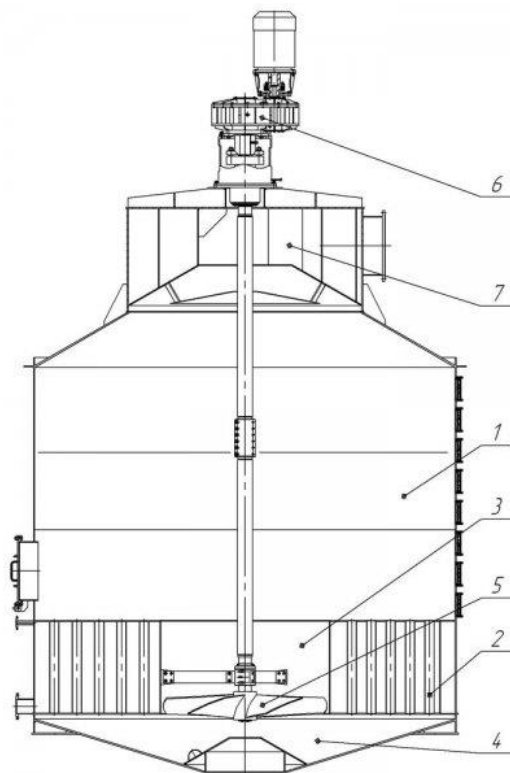


Рис.1. Вакуум-апарати з циркулятором ВАЦМ.

(1) вертикальний циліндричного корпусу з конічною верхньою частиною, (2) вбудована трубчаста парова камера, (3) центральна циркуляційна трубка, (4) блюдцеподібне днище, (5) механічний шестилопатекий циркулятор, (6) мотор-редуктор з електроприводом, (7) пастка-сепаратор.

Сироп/відтіки, що надходять на уварювання, подаються в кільцевий колектор у днище апарату, з якого надходять у утфельний простір апарату. У нижній частині днища встановлено пристрій для вивантаження увареного утфелю. Парова камера забезпечена патрубками для підведення пари в міжтрубний простір, відтяжками для відведення газів, що не конденсуються (аміачна відтяжка), патрубками для відведення конденсату. Пастка-сепаратор оснащена патрубком для підключення апарату до вакуумної магістралі. Спостереження за процесом варіння ведеться через оглядове скло. Зовні на корпусі розміщуються пробний кран, люк (лаз), патрубки для підведення пропарки, штатні місця для установки приладів, що можуть бути використані для інтелектуальної системи керування.

Актуальність використання інтелектуальної системи управління з алгоритмами нечіткого виведення для керування вакуум апаратом періодичної дії пояснюється особливістю неоднозначного (нечітко визначеного) ведення технологічного процесу, а саме загальна кількість викристалізованого цукру пропорційно сумарній поверхні кристалів; тому в утфелі з дрібним кристалом (який має більшу сумарну поверхню кристалів) цукор швидше і легше викристалізовується з меншою небезпекою «завести муку». Швидкість кристалізації цукру, тобто кількість міліграмів цукру, кристалізуючого на 1 м² поверхні за 1 хвилину, пропорційна надлишковому пересиченню, що зменшується з підвищенням в'язкості насиченого розчину, що контактує з кристалом та залежить від збільшення температури (приблизно в 2 рази на кожні 10°C), що пояснюється головним чином зменшенням в'язкості. Також швидко зменшується зі зменшенням чистоти цукрового розчину, що є наслідком підвищення в'язкості. При цьому практично не залежить від числа обертів мішалки кристалізатора, від величини і кількості кристалів.

У роботі запропоновано використати алгоритми нечіткого виведення [2, с. 74–79] для керування вакуум апаратом періодичної дії, що дозволить описати процес керування у вигляді правил продукцій, що будуть формувати базу знань. База знань буде інтегрована з джерелами інформаційних даних системи управління підприємства: системи автоматичного контролю, даних заводської лабораторії та результатів візуального обстеження обладнання. Наведений процес формування управляючого діяння являє собою складну структуру взаємопов'язаних параметрів, і тому в роботі передбачено використання алгоритму нечіткого виведення Мамдані дозволило отримати, з розрахунком ступенем істинності, рекомендації по управлінню у вигляді характеру зміни і їх числових значень технологічних параметрів.

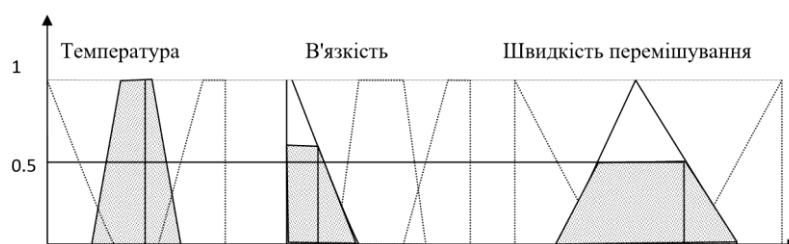


Рис 2. Визначення ступеню істинності з використанням логічної кон'юнкції

На рис. 2 наведено графічне подання визначення ступеню істинності з використанням логічної кон'юнкції. Для отримання ступеню істинності вихідної рекомендації по кожному правилу знаходяться «урізані» функції належності для термів вихідної змінної, що в процесі нечіткого виведення відповідає етапу активізації. Найчастіше використовується min-активізація:

$$\mu'(y) = \min \{c_i, \mu(y)\} \quad (1)$$

Наприклад, у процесі виведення характеру зміни витрати дифузійного соку, для вказаного вище правила, логічне виведення буде відповідати терму «зменшити витрату» із ступенем істинності 0.5 (Рис.3):

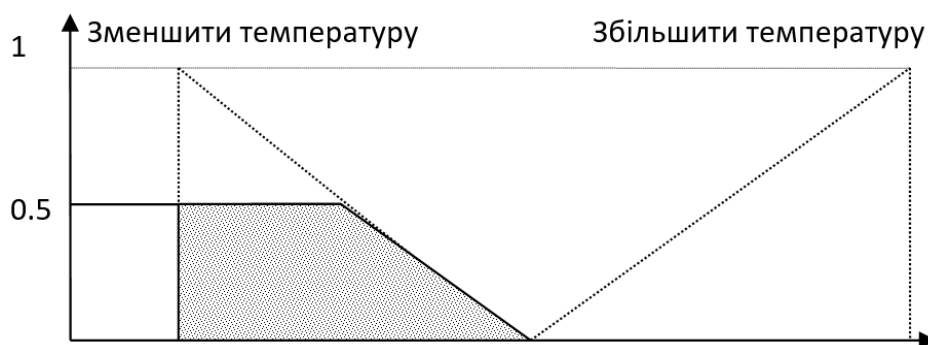


Рис 3. Отримання рекомендації після етапу агрегування правила

Коли для вхідних значень параметрів застосовується більше, ніж одне правило, проводиться нечіткий вивід для кожного. Для отримання числового значення функцій належності для вихідних змінних використані методи приведення до чіткості (методи дефазифікації). В літературі є такі методи дефазифікації: центроїда площини, центра тяжіння для одноточкових множин, центра площини, лівого модального значення та правого модального значення. Найбільшого практичного застосування набув метод центроїду площини (2). Використовуючи цей підхід, одержали рекомендації у вигляді числового значення технологічних параметрів на основі правил бази знань та вхідної інформації стану процесу висолоджування.

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx} \quad (2)$$

Література

1. Кристалізаційне відділення. Вакуум-апарати з циркулятором ВАЦМ [online]. URL : <http://surl.li/tybai>.
2. Сідлецький В. М., Ельперін І. В. (2022) *Технології конструювання сучасних автоматизованих*. К. : Ліра-К, 180 с. ISBN 978-617-520-254-8.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Тюляков Д. І., Куєвда Ю. В., Полупан В. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: tdmitryche@gmail.com

Use of Mathematical Models of complex objects of the Automation Systems in the Educational Process

In recent years, information technology plays a more important role in the education system, offering a wide range of tools and resources that can improve the quality of the educational process for both students and teachers. With the development of computing capabilities, the use of digital models instead of real, complex automation systems is becoming increasingly popular.

Інформаційні технології відіграють усе важливішу роль в освіті, дозволяючи покращити якість навчального процесу для студентів і викладачів. Із розвитком обчислювальних можливостей усе популярнішим є використання цифрових моделей замість реальних складних об'єктів систем автоматизації. Це відкриває нові можливості для проведення дослідження властивостей, ідентифікації об'єктів, а також синтез систем автоматичного регулювання не на реальному підприємстві, а в комп'ютерній лабораторії чи в домашніх умовах.

Існує безліч програмних продуктів для імітаційного моделювання. Одним з найпопулярніших для роботи з динамічними системами є MATLAB/Simulink. Проте, побудова інтерфейсу взаємодії студента з об'єктом дослідження в цьому пакеті може викликати певні труднощі. Авторами пропонується реалізація віртуального лабораторного стенду у вигляді SCADA-системи.

Переваги використання віртуального лабораторного стенду:

- підвищення зацікавленості студентів. Віртуальний лабораторний стенд робить процес навчання більш цікавим та інтерактивним.
- покращення навичок роботи зі SCADA-системами.
- зниження витрат. Віртуальний лабораторний стенд не потребує дорогого обладнання та ресурсів, в порівнянні з реальними системами.
- підвищення безпеки. Дослідження та розроблення систем автоматичного регулювання на віртуальному лабораторному стенді не несуть ризику для людей та навколишнього середовища.

Такий стенд залежно від архітектури може працювати в 2 режимах.

Режим 1: SCADA - PLC.

Основний режим роботи стенда, для проведення дослідження з системою керування як у ручному, так і в автоматичному режимі.

Основні можливості режиму:

- зняття часових рядів. Дані про роботу об'єкта можуть бути записані для подальшого аналізу експериментів.
- використання типових регуляторів. У стенді вже закладені типові регулятори (позиційний, ПД).
- проведення розрахунків регуляторів. Студенти можуть розрахувати значення коефіцієнтів регулювання для покращення роботи системи.
- Розроблення цифрового регулятора. Можна розробити власний цифровий регулятор у вигляді процедури для ПЛК.

Режим 2. SCADA – PLC – MATLAB/Simulink.

Обмін даними між середовищем MATLAB та PLC відбувається за допомогою протоколу Modbus TCP/IP.

Основні можливості режиму:

- вивчення методів цифрового моделювання. Студенти можуть розробляти власну модель об'єкта з допомогою MATLAB/Simulink;
- розроблення сучасних регуляторів. Надається можливість використання MATLAB/Simulink для синтезу як неперервних так і дискретних складних регуляторів (LQR, LQG, MPC та інші).

Для імплементації цифрового двійника об'єкту в програмний код PLC необхідно в режимі реального часу перераховувати неперервну модель в дискретну (цифрову). Це пов'язано з необхідністю переходу від диференціальних рівнянь, які описують фізичні процеси, до різницевих (ітераційних), які більш зручні для програмної реалізації. Враховуючи, що більшість реальних об'єктів має нестационарну природу, перехід від неперервної до цифрової моделі слід виконувати в реальному часі. Також додатково необхідно реалізувати часові множники для прискорення режиму симуляції повільних процесів.

Сам алгоритм побудови цифрового двійника виглядає наступним чином:

- Побудувати математичну неперервну модель. За можливістю розділити нелінійні статичні та лінійні динамічні елементи системи.
- Побудувати також спрощену (наприклад лінійну стаціонарну) модель об'єкту для виконання, наприклад, лабораторних робіт з Основи Теорії Автоматичного Керування
- Виділити фізичні параметри об'єкта за якими можна створювати різні варіанти для виконання робіт. Наприклад: об'єм сушильної камери, потужність нагрівача, діаметр труби та інше.
- Виділити фізичні параметри які змінюються в часі, або залежать від інших параметрів
- Виконати перехід від неперервної до цифрової математичної моделі.

Спрощені математичні моделі успішно використовуються в цифровому моделюванні. Головним пріоритетом являється розуміння фізичних явищ процесу. Також завдяки зручному інтерфейсу, максимально наближеному до реального автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора, додатково створюються умови розуміння поведінки складної системи і об'єкта керування.

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ: ПСИХОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ В НАУЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

Чекмез С. С., Чугаєва Н. Ю.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: chekmez.sonya@gmail.com

Internet of Things: Psychology of Use in Science and Industry

The Internet of Things (IoT) is revolutionizing the way we interact with technology, both in science and industry. This report explores the psychological aspects of IoT implementation, focusing on its impact on user behavior, motivation, and acceptance. Understanding these psychological factors is crucial for effective integration and maximizing the benefits of IoT in various fields.

Інтернет речей (IoT) змінює наші взаємини з технологіями як у науковій сфері, так і в промисловості. Розглянемо психологічні аспекти впровадження IoT, акцентуючи увагу на його впливі на поведінку користувачів, мотивацію та прийняття. Розуміння цих психологічних факторів є ключовим для ефективної інтеграції та максимізації переваг IoT у різних галузях.

Зміна взаємодії з технологіями: IoT пристрої змінюють спосіб, яким люди взаємодіють із середовищем та технікою. Вони дозволяють автоматизувати рутинні завдання, забезпечуючи більшу ефективність і зручність у повсякденному житті [0].

Автоматизація та контроль: Більше можливостей для автоматизації процесів, що зменшує потребу в рутинних завданнях і збільшує ефективність. Це особливо важливо у виробництві, де автоматизація дозволяє досягти високих показників продуктивності та якості [2].

Зручність та комфорт: IoT пристрої спрощують повсякденне життя, підвищуючи зручність і комфорт. Наприклад, розумні будинки, які використовують IoT технології, забезпечують автоматичне керування освітленням, опаленням і безпекою, що робить життя користувачів комфортнішим [2].

Підвищення продуктивності: Завдяки автоматизації та більш ефективному управлінню процесами збільшується продуктивність як у науці, так і в промисловості. Це досягається за рахунок швидкого збору та аналізу даних, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення в реальному часі [3].

Технологічна готовність: Рівень готовності користувачів до нових технологій впливає на швидкість впровадження IoT. Освітні програми та тренінги можуть підвищити рівень обізнаності та підготовленості до використання нових технологій [3].

Освітні аспекти: Навчання і роз'яснення переваг та можливостей IoT підвищує рівень прийняття технологій. Це включає в себе як технічну

підготовку, так і ознайомлення з основними принципами безпеки та конфіденційності [3].

Страх перед новим: Деякі користувачі можуть відчувати тривогу щодо нових технологій, що уповільнює їх впровадження. Важливо проводити освітні кампанії, щоб допомогти користувачам подолати ці страхи та зрозуміти переваги IoT [1].

Проблеми з конфіденційністю: Побойовання щодо безпеки даних і конфіденційності можуть бути серйозною перешкодою для впровадження IoT. Вирішення цих проблем вимагає розробки надійних систем захисту даних і підвищення обізнаності користувачів про способи захисту їхньої інформації [2].

Збір і аналіз даних: IoT пристрої значно покращують можливості для збору та аналізу великих обсягів даних у наукових дослідженнях. Це дозволяє отримувати більш точні та надійні результати, що сприяє розвитку науки [1].

Розподілені системи моніторингу: Використання IoT для створення розподілених систем моніторингу та контролю дозволяє забезпечити безперервний збір даних і спостереження за об'єктами дослідження в реальному часі [3].

Індустрія 4.0: IoT є основою для розвитку концепції Індустрії 4.0, що включає автоматизацію та обмін даними в реальному часі. Це дозволяє досягти високого рівня інтеграції та ефективності у виробничих процесах [2].

Підвищення ефективності: Впровадження IoT технологій у виробництві сприяє підвищенню ефективності, зниженню витрат і поліпшенню якості продукції. Це досягається за рахунок автоматизації виробничих процесів і більш ефективного управління ресурсами [1].

Інтернет речей має потенціал суттєво змінити суспільство, створюючи нові можливості для економічного розвитку, покращення якості життя та забезпечення стійкого розвитку. Проте ці зміни також можуть призводити до нових соціальних викликів, таких як збільшення розриву між технологічно розвиненими і менш розвиненими регіонами, а також питання щодо етичного використання даних.

Загалом, розуміння та врахування психологічних аспектів використання IoT є важливим для успішної інтеграції цих технологій у різні сфери життя. Це сприятиме не тільки технічному прогресу, але й гармонійному розвитку суспільства, забезпечуючи максимальну користь від нових технологій.

Література

1. Сміт, А., Андерсон, Д. (2022). Вплив IoT на поведінку користувачів. Журнал технологій і суспільства, 15(3), 123-134.
2. Доу, Дж. (2023). Розуміння психології прийняття IoT. Міжнародний журнал індустріальної психології, 22(1), 45-67.
3. Браун, С. (2021). IoT в промисловості: Психологічний погляд. Огляд індустріального менеджменту, 34(4), 78-90.

ПРОМИСЛОВИЙ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (IIOT), РІВЕНЬ EDGE, LITTLE DATA, ВИКОРИСТАННЯ ТА ВИКЛИКИ

Шевченко Р. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: darthhalk@gmail.com

The Industrial Internet of Things (IIoT) enhances efficiency, productivity, and safety through real-time data integration and analysis. It employs Fog and Edge Computing to process data locally, reducing reliance on large, centralized data centers. Distributed Little Data approach offers cost savings, increased resilience, and improved data privacy. It enables to adopt IIoT flexibly and incrementally, leading to enhanced long-term production efficiency.

Промисловий Інтернет Речей — це підмножина Інтернету речей (IoT), яка зосереджується на використанні інтелектуальних датчиків, пристроїв і систем для промислових застосувань. Основна мета IIoT — підвищення ефективності, продуктивності та безпеки виробничих і промислових процесів через інтеграцію та аналіз даних в реальному часі в рамках концепції Industry 4.0. Ідея IIoT походить від Інтернету речей (IoT), концепції мереж, де речі – Things, спілкуються, аналізують та передають дані одне одному без участі людини. В таких реаліях моделі, або архітектура системи виглядає як цільна Екосистема, з чіткою ієрархією [1]. Досліджуючи даний напрямок, можна виділити рівень Fog та Edge Computing, при якому девайси на нижньому рівні займаються збором, сортуванням та попередньою обробкою даних, що дозволяє підготувати дані до подальшого використання без залучення великих структур.

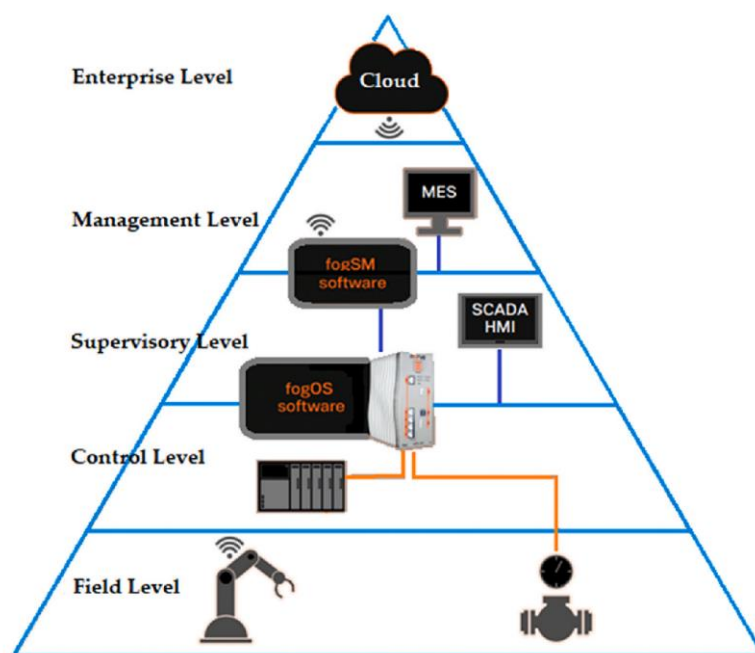


Рис. 1. Приклад ієрархії Fog

При використанні принципів Fog Computing, на нижньому рівні відбувається обробка та робота з даними попередньо перед тим як надалі їх направляти до хмарної платформи/датацентру, що дозволяє розвантажити серверні можливості платформ [2].

Проте в сьогоденних реаліях, системи з використанням хмарних платформ створюють низку викликів: доступність мережі ззовні зменшує рівень загальної кібербезпеки системи, а утримування монолітних датацентрів на підприємстві потребує наявності окремих спеціалістів та аналітиків даних для обслуговування та підтримки великих обчислювальних центрів, які працюють з BigData, що економічно може бути невигідно.

Як альтернативу до вищезазначеного, можна розглядати концепцію Distributed Little Data в рамках Edge Computing, коли замість хмарних платформ, або великих датацентрів розрахунки та потужності розподілені між критично важливими робочими центрами.

Distributed Little Data — це підхід до управління даними, при якому дані обробляються і зберігаються на декількох менших, локалізованих вузлах або пристроях замість централізованого зберігання у великих монолітних серверах. Цей підхід контрастує з традиційною парадигмою Big Data, де великі обсяги даних агрегуються і аналізуються у великих централізованих системах і надає чисельні переваги у своїй суті: малі вузли простіші в обслуговуванні та масштабуванні, вони економічно дешевші та простіші по своїй структурі, мають кращу відмовостійкість, покращену швидкодію, а можливості використання окремих мікросервісів, чи рішень на базі Docker локально дозволяє зберегти обробку даних локально та ізольовано, що підвищує приватність та безпеку даних. Також варто зазначити, що гнучкість такого підходу дозволяє використовувати його у підприємствах будь-яких масштабів.

Недоліками даного підходу можна назвати ускладнення забезпечення консистентності та синхронізації даних, а також керування та оркестрація великої кількості розподілених вузлів можуть бути складними без просунутих інструментів управління.

Таким чином, замість високовартісної та довгої підготовки, модернізації та цифровізації великих структур, як альтернатива може виступати розподілена та поступова робота над найбільш пріоритетними частинами підприємства з поступовим масштабуванням IoT на підприємстві, що в довгостроковій перспективі підвищить загальну ефективність виробництва.

Література

1. Boyes H., Hallaq B., Cunningham J., Watson T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, [online] 101(1), pp.1–12 <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.04.015>.
2. Oñate W., Sanz R. (2023) Analysis of architectures implemented for IIoT. *Heliyon*, 9(1), p.e12868. [online] <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12868>.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПАРОВИХ КОТЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ IIOT

Ющук П. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: pavel_yuschuk@ukr.net

Energy management of steam boilers using IIoT

The Industrial Internet of Things (IIoT) plays an important role in the energy management of steam boilers, significantly improving their efficiency, safety and reliability. Steam boilers are elements in many industrial processes, and their effective management can have a significant impact on the overall productivity of an enterprise. The main goal of such management is to reduce energy consumption while maintaining production volumes and reducing the negative impact on the environment. To achieve this goal, appropriate decisions must be made regarding the strategy of using various resources.

Industrial Internet of Things (IIoT) відіграє важливу роль в енергетичному менеджменті парових котлів, значно покращуючи їх ефективність, безпеку та надійність. Парові котли є елементами в багатьох промислових процесах, і ефективне управління ними може значно вплинути на загальну продуктивність підприємства. Головна мета такого управління – це зниження рівня споживання енергії за умови зберігання обсягів виробництва з одночасним скороченням негативного впливу на навколишнє середовище. Для досягнення цієї мети треба прийняти відповідні рішення щодо стратегії використання різних ресурсів.

Найефективніше використання енергії пов'язане з такими показниками:

- високим рівнем використання загального обсягу виробництва (якщо обсяг виробництва 50 % від максимального (проектного) рівня, то досить складно досягти високої ефективності використання енергії);
- раціональним підбором типу енергоносіїв для основних енергоємних виробництв;
- вихідною якістю сировини;
- ефективністю роботи окремих установок і систем загалом (котлів, агрегатів і т.ін.); низьким рівнем утрат у системах розподілу енергії (пари, стисненого повітря, електроенергії).

Енергетичний баланс промислових підприємств є найбільш важливою характеристикою енергетичного господарства підприємства. Енергетичний баланс установлює відповідність між сумарною підведеною енергією і сумарною корисною енергією і втратами. При складанні балансу розглядаються такі види споживаної енергії: електроенергія, газ, мазут, пара і т.п. Після цього проводяться кількісні виміри споживання енергії на всі ці види, у тому числі визначаються втрати енергії.

Складання балансу здійснюється на підставі даних про фактичне споживання енергії, для одержання яких даних використовуються будь-які прилади-лічильники електроенергії, газу, пари, води, опалення і т.п.

Енергетичний менеджмент – це система керування енергоспоживанням на підприємстві (Рис. 1.). Вона базується на проведенні типових вимірювань і перевірок та забезпечує таку роботу підприємства, коли споживається тільки потрібна (теоретично) кількість енергії для виробництва. Це основний інструмент скорочення споживання енергії і, відповідно, підвищення ефективності її використання, а також зниження негативного впливу енергетики на навколишнє середовище. В сучасній індустрії зібрані дані передаються на центральні сервери або у хмарні платформи, де вони обробляються за допомогою аналітичних інструментів та алгоритмів машинного навчання. Це дозволяє в режимі реального часу відстежувати стан котлів і оперативно реагувати на будь-які відхилення від нормальних параметрів роботи. Таким чином, можна запобігти аварійним ситуаціям, які можуть призвести до зупинки виробництва або навіть до серйозних пошкоджень обладнання.

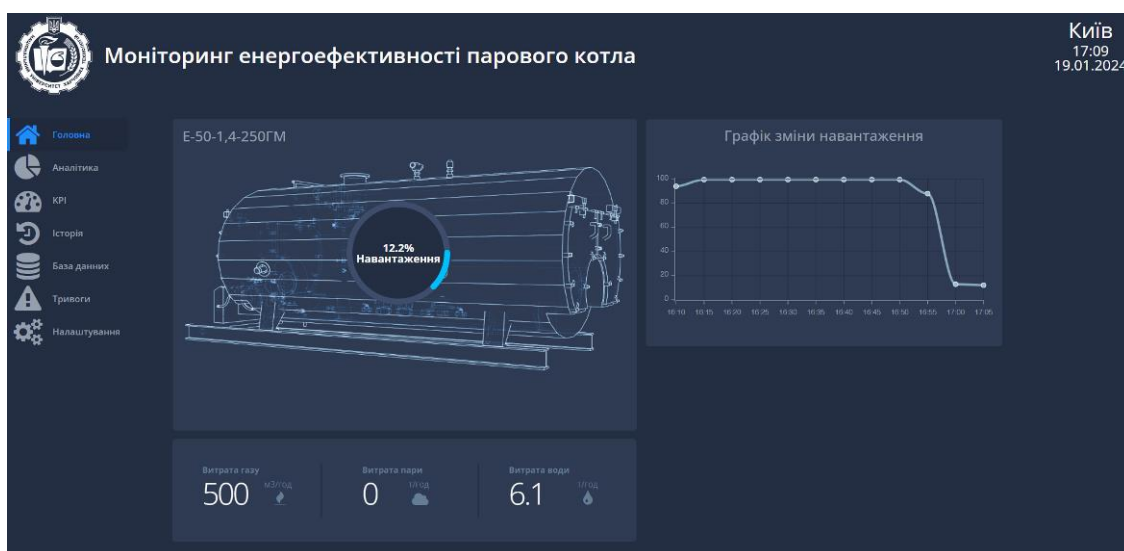


Рис. 1. Система енергетичного менеджменту

Завдяки впровадженню ІоТ, можна зібрати та проаналізувати великий обсяг даних у реальному часі, що відкриває нові можливості для управління та оптимізації роботи парових котлів.

У процесі впровадження енергоменеджменту необхідно визначити потоки матеріалів і енергії в різних виробничих процесах, створити карту споживання енергії в основних виробничих процесах підприємства й у різних допоміжних установках і системах. Доцільно починати з основних і найбільш енергоємних виробничих процесів підприємства. Потім можна переходити до створення детальної карти всіх виробничих процесів і споживання енергії в них (Рис. 2.).

Основна увага приділяється найбільш енергоємним виробничим системам. До них передусім належать такі типові системи, як ТЕЦ, котельні установки, сушильне обладнання, пристрої подачі тепла для виробничих

потреб, системи опалення і водопостачання, системи вентиляції і кондиціювання повітря, холодильні установки, системи освітлення, системи подачі стисненого повітря, насоси та ін.

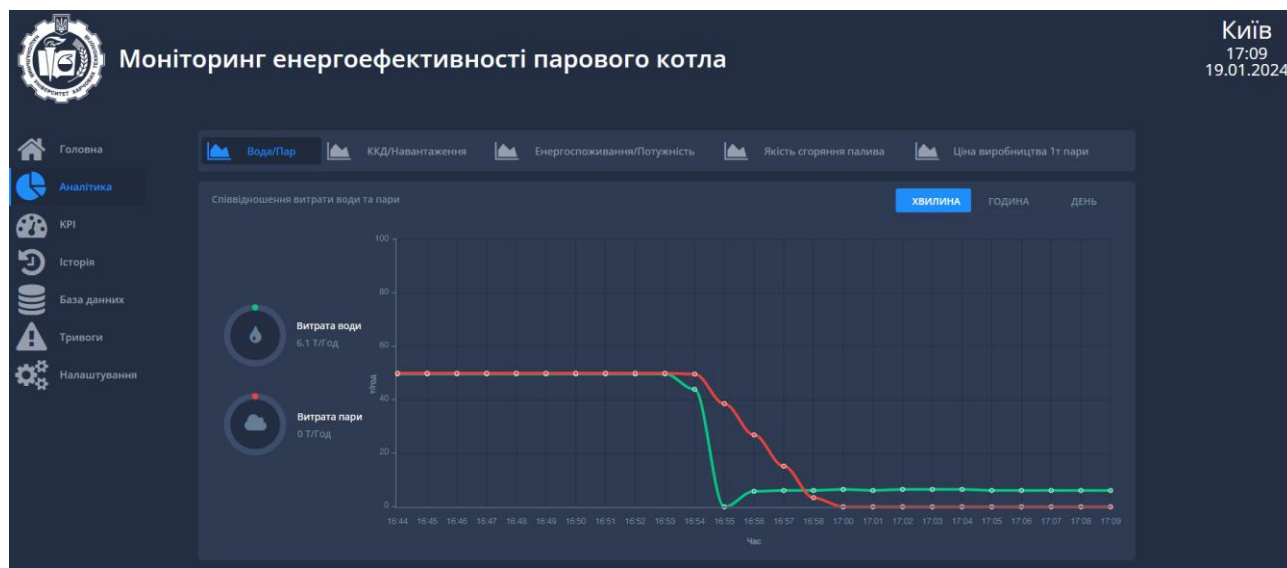


Рис. 2. Сторінка загальної аналітики по співвідношенню витрати/генерації енергоресурсів

Втрати енергії відбуваються у всіх компонентах системи, але вартість їх усунення різна. Тому, аналізуючи в процесі енергетичного менеджменту можливості енергозбереження, треба підходити до таких систем комплексно. Зазвичай розгляд доцільно починати з кінця системи: саме тут (у навантаженні) найчастіше криються найдешевші і швидко реалізовані можливості енергозбереження. Для дійсно ефективного керування потрібно забезпечити ефективне використання палива, підтримку необхідних параметрів пари (витрата, температура, тиск), економія електроенергії і також потрібен постійний моніторинг стану котла. Для цього можлива інтеграція з сучасними засобами ПоТ в існуючі системи керування, які будуть працювати незалежно та не мати негативного впливу на основну систему керування.

Оптимізація енергоспоживання є ще одним важливим аспектом застосування ПоТ в парових котлах. Зібрані дані дозволяють визначити неефективні режими роботи та впровадити коригувальні заходи. Наприклад, можна автоматично налаштовувати параметри роботи котла для досягнення максимальної ефективності при мінімальному споживанні палива. Це не тільки знижує витрати на енергію, але й зменшує викиди шкідливих речовин в атмосферу, що сприяє екологічній стійкості.

Крім того, ПоТ дозволяє здійснювати прогнозне обслуговування парових котлів. Аналізуючи історичні дані та поточні показники, системи можуть передбачити, коли котел потребуватиме технічного обслуговування або заміни деталей. Це дає змогу уникнути несподіваних поломок і забезпечити безперебійну роботу обладнання.

4

СЕКЦІЯ

***МАТЕМАТИЧНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ***

MATHEMATICAL MODELING OF A COMPLEX PROBLEM OF ACOUSTIC IMPACT ON AIRBORNE PARTICLES THROUGH RESONATORS

Vladyslav Shybetskyi, Igor Korobiichuk

Łukasiewicz Research Network - Industrial

Institute for Automation and Measurements PIAP, Warsaw, Poland

E-mail: vladyslav.shybetskyi@piap.lukasiewicz.gov.pl

Air pollution in large cities and industrial centers is a major issue. Solving this issue requires new solutions, the feasibility of which can be confirmed by mathematical modeling. ANSYS is a powerful tool capable of solving complex problems related to air purification. It integrates various simulation modules—Modal, Harmonic Response, Harmonic Acoustic, and Fluent—allowing for comprehensive modeling and analysis. ANSYS enables the use of results from different modules as initial or boundary conditions for subsequent simulations, making it ideal for tackling multifaceted challenges in air quality management through methods like acoustic coagulation.

One of the biggest problems in big cities and industrial centers is air pollution. The air contains both solid and liquid particles and living microorganisms, with a concentration of up to 10^9 particles per cubic meter. Some of the airborne particles can cause only unpleasant sensations: the desire to cough or some allergic symptoms. Others can cause diseases that pose a direct threat to human life, as they can penetrate blood vessels. They can cause coronary heart disease, strokes, and chronic obstructive pulmonary disease, which are responsible for one third of the most common causes of death on Earth. And these particles are PM 2.5.

The sources of PM2.5 particles are internal combustion engines and industrial processes involving the combustion of solid fuels (coal, lignite, oil), construction, mining, many types of production (especially cement, ceramics, brick, smelting), and in cities, road surface erosion and abrasion of brake pads and tires can be a source. In September 2021, the WHO updated its global air quality guidelines for the fine particles (PM2.5 and PM10) [1]. Currently, the WHO recommends a maximum level of $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for fine particles PM2.5 for long-term exposure to protect health. The average concentration of such particles in Kyiv in 2023 was $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, which is twice as high as the WHO standards [2].

To reduce the number of airborne particles, there are several different approaches, including: filtration, acoustic coagulation, sedimentation in an electric field, sedimentation in a magnetic field, and the use of absorbers and scrubbers.

Filtration is considered to be the most effective way to capture particles. Thus, HEPA filters can capture up to 99.995% of particles up to 0.3 microns in size. But such filters are relatively expensive, need to be replaced after a certain number of particles is accumulated, consume a lot of energy to pass through the barrier, and require preliminary air purification in case of a large number of contaminants. Therefore, they are not used to clean the exhaust air of heavy industry.

Therefore, for industrial use and purification of large quantities of air, it is more expedient to use other methods, in particular, acoustic coagulation. This approach consists in "sonicating" the air volume with acoustic waves. Studies have shown the effectiveness of this method. However, researchers cannot come to an unambiguous conclusion about the frequency of oscillations for effective coagulation. In addition, a large amount of energy is required to purify a large volume of air.

To increase the efficiency of acoustic coagulation units and their possible further use for industrial-scale air purification, it is necessary to improve their designs. In particular, more efficient propagation of acoustic waves in the medium and increased efficiency of emitters. Such a solution is proposed in the project "Investigation of the influence of resonant phenomena of acoustic coagulation in air purification" by using additional resonators to enhance the coagulation effect and increase the obstacles to the particles.

Changes to the design require a feasibility study to verify the use of this solution. Conducting a physical experiment requires large expenditures for creating a test bench and conducting various studies to determine the degree of interaction of quantities. Therefore, the first step in solving such a complex problem is to build mathematical models and solve them using computer modeling.

The complex problem to be considered in the project is to solve the following problems in a sequential manner:

1. Determination of the natural frequencies of resonators and vibrations under the action of an ultrasonic emitter.
2. Establishing the laws of propagation of acoustic vibrations through resonators into the acoustic medium.
3. Determination of the degree of influence of vibrations on particles in the air and their ability to coagulate.

To solve such a complex problem, it is advisable to use computer modeling systems such as COMSOL Multiphysics or ANSYS. Both of them are based on the finite element method.

After analyzing the available solvers in both systems, ANSYS was chosen, namely:

- «Modal» will be used to determine the natural frequencies of resonators by the method of vibration analysis;
- «Harmonic Response» will be used to determine the resonance manifestations in the coagulation system;
- «Harmonic Acoustic» will be used to determine the regularities of acoustic wave propagation in the air;
- Computational fluid dynamics «Fluent» will be used to determine the effect of resonators on the hydrodynamics of the fluid flow and behavior of the particles.

The solution of complex problems in ANSYS is realized through the possibility of using the simulation results obtained in different systems as initial or boundary conditions for subsequent systems (Fig. 1). To transfer the results obtained in the first three stages to the Fluent system, the Fluid-Structure Interaction FSI is

used, i.e., the physical presence of resonators is replaced by a boundary condition at the interface with the acoustic medium.

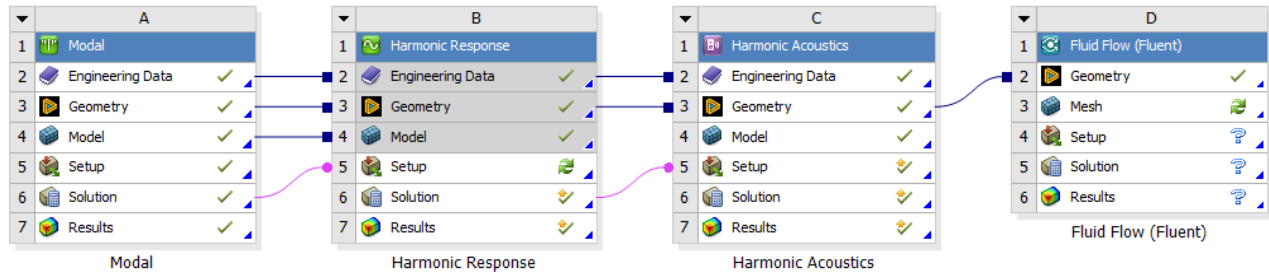


Fig 1. Workbench of complex problem

Thus, ANSYS has the ability to solve complex problems, with their preliminary breakdown into simple ones and the correct connection of meaningful blocks. For more advanced configuration of initial and boundary conditions, as well as modeling parameters, ANSYS has its own built-in programming language APDL (ANSYS Parametric Design language).

Acknowledgement

This research is part of the project No. 2022/45/P/ST8/03621 co-funded by the National Science Centre and the European Union Framework Programme for Research and Innovation Horizon 2020 under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 945339. For the purpose of Open Access, the author has applied a CC-BY public copyright licence to any Author Accepted Manuscript (AAM) version arising from this submission;



References

1. European Environment Agency (2023) *World Health Organization (WHO) air quality guidelines (AQGs) and estimated reference levels (RLs)* [online]. URL : <https://www.eea.europa.eu/publications/status-of-air-quality-in-Europe-2022/europes-air-quality-status-2022/world-health-organization-who-air>.
2. IQAir (2024) *Interactive global map of 2023 PM2.5 concentrations by city* [online]. URL : <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.
3. Shi Y., Wei J., Bai W., Zhao Z., & other. (2023) Theoretical analysis of acoustic and turbulent agglomeration of droplet aerosols, *Advanced Powder Technology*, 34 (10), 104145.

МОДЕЛЮВАННЯ МІЦНОСТІ ОСНОВИ З ПРЯМОКУТНИМ ЗВАРНИМ З'ЄДНАННЯМ ІЗ УРАХУВАННЯМ МАРТЕНСИТІВ. ПЛОСКА ЗАДАЧА ВЗАЄМОДІЇ У ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІЙ ПОСТАНОВЦІ

Богданов В. Р.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: vladislav_bogdanov@hotmail.com

Modelling of Strength of Base with Rectangle Welded Joint Considering Martensites. Plane Problem of Interaction in Elastic-Plastic Formulation

A generalized approach was developed for solving contact problems in a dynamic elastic-plastic formulation. For the design of metal constructions, a technique for solving dynamic contact problems in more adequate an elastic-plastic mathematical formulation is used. To consider the physical nonlinearity of the deformation process, the method of successive approximations is used, which makes it possible to reduce the nonlinear problem to a solution of the sequences of linear problems. The problem of a plane strain state of a beam which has a welded joint with rectangle shape is being solved considering iron-carbon martensites which appear in welded joint. The narrow hard body hits from above in the centre of welded joint. The beam which has the welded joint is rigidly linked to an absolutely solid base.

Розроблено узагальнений підхід до вирішення контактних задач у динамічній пружно-пластичній постановці. Для проектування металевих конструкцій використовується методика розв'язування динамічних контактних задач у більш адекватному пружно-пластичному математичному формулюванні. Для врахування фізичної нелінійності процесу деформування використовується метод послідовних наближень, що дає змогу звести нелінійну задачу до розв'язку послідовностей лінійних задач. Задача про плоский деформований стан балки, що має зварне з'єднання прямокутної форми, розв'язується з урахуванням залізовуглецевих мартенситів, які виникають у зварному з'єднанні. Вузьке тверде тіло вдаряється зверху в центр зварного з'єднання. Балка, яка має зварне з'єднання, жорстко пов'язана з абсолютно твердою основою.

Застосування узагальненого підходу до розв'язування динамічних контактних задач у пружно-пластичній постановці дає можливість використовувати його для розв'язування контактних задач для тіла довільної форми, яке зазнає довільного розподіленого по зоні контакту або ударного навантаження.

Сучасні конструкції мають зварні з'єднання різної форми і типу.

У роботах [1–5] розроблено новий підхід до розв'язання задач ударної та нестационарної взаємодії в пружнопластичній математичній постановці. У цих роботах, як і в нестационарних задачах [1–5], дію ударника замінено розподіленим навантаженням у зоні контакту, яке змінюється за лінійним законом. Площа контакту залишається постійною.

На відміну від [2–5], у цій роботі досліджено нестационарний процес взаємодії твердого тіла з основою, що містить зварне з'єднання, і використано динамічну пружнопластичну математичну модель. Зварне з'єднання має форму прямокутника і містить мартенсити.

У постановці задачі не враховано суттєве погіршення міцнісних властивостей матеріалу в зоні термічного впливу біля зварного з'єднання. Також передбачається, що зварний шов складається з мартенситів, які послаблюють міцність шва і утворюються в результаті швидкого охолодження матеріалу шва.

До складу мартенситів входять кристалічні домішки, які при кристалізації матеріалу витісняються в область, близьку до фронту кристалізації розплавленого матеріалу. Існує два типи добре вивчених і найбільш поширених мартенситів: сплави Fe–C і Fe–N. Залізовуглецевий мартенсит є найважливішою складовою частиною високої міцності сталей. Повністю мартенситна структура забезпечує максимальну твердість у звичайній вуглецевій сталі, а мартенсит є ключовим компонентом також у сучасних передових продуктах [6].

Однак концентрація мартенситів у зварному шві і їх досить великі кристали послаблюють міцнісні властивості зварного з'єднання і зварних конструкцій. Врахування мартенситів є важливим при моделюванні контактних процесів у конструкціях, що містять зварні з'єднання.

Результати розрахунків підтверджують добре відомий факт того, що мартенсити у матеріалі зварного шва значно погіршують міцнісні характеристики зварного шва і зварної конструкції.

Література

1. Bogdanov V. R. (2023) Problems of Impact and Non-Stationary Interaction in Elastic-Plastic Formulations. Cambridge Scholars Publishing, 2023. – 305 p.
2. Bogdanov V.R. (2022). Problem of plane strain state of two-layer body in dynamic elastic-plastic formulation (Part I, Part II), Underwater Technologies, 12, 3-23. <https://doi.org/10.32347/uwt.2022.12.1101>.
3. Bogdanov V.R. (2022). Problem of plane strain state of two-layer body in dynamic elastic-plastic formulation (Part III). Problem of plane stress state of two-layer body in dynamic elastic-plastic formulation, Transfer of Innovative Technologies, 5, 62-79. <https://doi.org/10.32347/tit.2022.51.0302>.
4. Bogdanov V. (2023) Plane strain and stress states of two-layer composite reinforced body in dynamic elastic-plastic formulation. Journal of Materials and Polymer Science, 3(2): p. 1-7.
5. Bogdanov V. (2023) Plane strain state of four-layers composite reinforced body in dynamic elastic-plastic formulation. Journal of Materials and Polymer Science, 3(2): p. 1-7.
6. Souissi M., Numakura H. (2015) Elastic Properties of Fe–C and Fe–N Martensites, ISIJ International, 55(7), 1512–1521.

ГРАФОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБМІНУ ДАНИМИ

Вітер М. Б., Сторожик М. О.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: mbviter@gmail.com

Graphical modeling of data exchange

The paper discusses the issues of modeling the information interaction of subjects using special graphs. Participants (subjects) of information interaction can be both individuals and legal entities, as well as machines transmitting or receiving relevant information.

Базовим елементом розглядуваного моделювання є вектор інформаційної взаємодії суб'єктів s_1 і s_2 , який позначається як $V(s_1, s_2, n, f, t)$ [1, с. 119].

Параметри n, f, t цього вектора описують, відповідно, сфери нормативно-правового, функціонального і телекомунікаційного видів взаємодії [2, с. 291], а саме: n – сценарій інформаційної взаємодії (мета, порядок і регламент надання інформації тощо); f – складові взаємодії, пов'язані з інформаційними ресурсами (об'єм, тип, формат переданих даних тощо); t – засоби передавання інформації (у паперовому вигляді, електронною поштою, через веб-доступ).

Порядок розташування параметрів s_1 і s_2 вказує на напрям вектора інформаційної взаємодії. У випадку передавання інформації від суб'єкта s_1 до суб'єкта s_2 вектор матиме вид $V(s_1, s_2, n_1, f_1, t_1)$.

Вектори $V(s_1, s_2, n_1, f_1, t_1)$ і $V(s_2, s_1, n_2, f_2, t_2)$ вважаються протилежними.

Якщо суб'єкт s_0 одночасно взаємодіє з декількома іншими суб'єктами: s_1, s_2, s_3 , і при цьому параметри n, f, t є однотиповими, то відповідні вектори $V(s_0, s_1, n_0, f_0, t_0)$, $V(s_0, s_2, n_0, f_0, t_0)$, $V(s_0, s_3, n_0, f_0, t_0)$ будемо називати паралельними.

Однотиповість у даному випадку означає наступне: параметр n_0 – спільний; f_0 – формується за однаковим шаблоном, регламентом, порядком; t_0 – однаковий. Прикладом таких векторів є вектори, що описують процес розсилання однотипних завдань від центрального органу до регіональних підрозділів або поширення даних засобами масової інформації.

У випадку надсилання підрозділами однаковими засобами однотипних відповідей на вказані вище завдання, вектори $V(s_1, s_0, n_1, f_1, t_1)$, $V(s_2, s_0, n_2, f_2, t_2)$, $V(s_3, s_0, n_3, f_3, t_3)$ також можна вважати паралельними.

Під інформаційною процедурою (процедурою інформаційної взаємодії) будемо розуміти процес обміну інформацією між двома суб'єктами s_1 і s_2 у конкретній предметній області, який описується відповідними векторами $V(s_1, s_2, n_1, f_1, t_1)$ і $V(s_2, s_1, n_2, f_2, t_2)$. Будемо позначати їх як V_{12} і V_{21} , а інформаційну процедуру – $Pr(V_{12}, V_{21})$.

Графічно інформаційна процедура може бути зображена у вигляді орієнтованого графу (рис. 1):

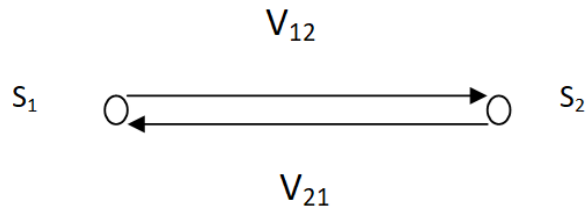


Рис. 1. Граф інформаційної процедури

Інформаційним процесом (ІР) будемо називати визначену сукупність інформаційних процедур у конкретній предметній області. Із сказаного вище випливає, що інформаційний процес може бути представлений множиною інформаційних процедур або множиною інформаційних векторів:

$$\text{ІР} = \{P_1, P_2, \dots, P_k\},$$

$$\text{або } \text{ІР} = \{V_1(s_1, s_2, n_1, f_1, t_1), V_2(s_2, s_1, n_2, f_2, t_2), \dots, V_k(s_k, s_{k-1}, n_k, f_k, t_k)\}.$$

Інформаційний процес може мати різну структуру. При поданні його у графічному вигляді матимемо різні види орієнтованих графів залежно від виду процесу. Якщо, наприклад, обмін даними відбувається між суб'єктом і його підрозділами, то граф такої інформаційної взаємодії матиме зіркову структуру.

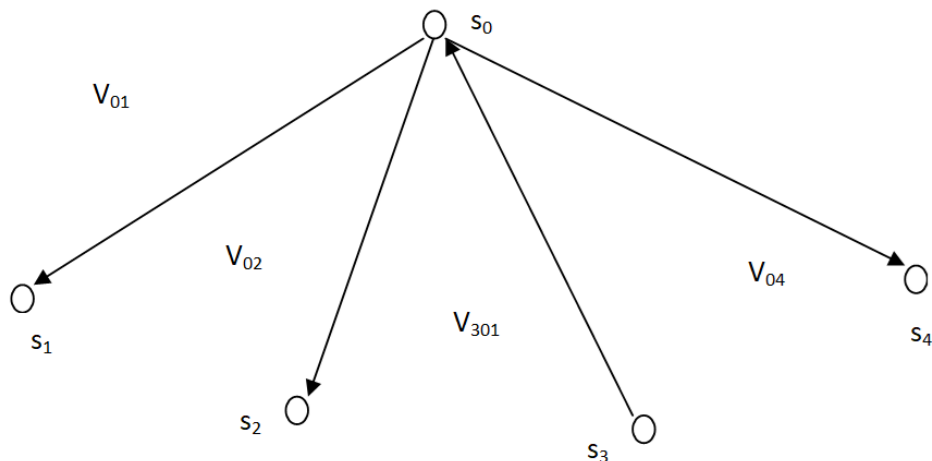


Рис. 2. Граф обміну даними між суб'єктом і його підрозділами.

Завдяки використанню вектора інформаційної взаємодії формується комплексний підхід до опису і моделювання процесу обміну інформацією.

Література

1. Вітер М. Б., Засадна Х. О., Гавриленко О. В. (2018) Структурування простору інформаційної взаємодії державних органів. *Науковий вісник національного лісотехнічного університету України*. № 1(28), с. 118–121.
2. Вітер М. Б., Засадна Х. О. (2016) Моделювання єдиного простору інформаційної взаємодії органів державної влади. *Науковий вісник національного лісотехнічного університету України*. № 5(26). С. 288–294.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КОХОНЕНА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДТВОРЮВАНOSTІ РЕЗУЛЬТАТІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

Іващенко О. В., Федін С. С.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: alexander.ivashchenkoo@gmail.com

Optimization of the Self-organizing maps algorithm to ensure reproducibility of clustering results

The abstracts proposes optimization of the self-organizing maps algorithm by self-developed random number generator and a special parameter that will allow to set the initial entry point for it. The use of these tools makes it possible to achieve stability and reproducibility of clustering results, increasing the reliability of data analysis using the SOM algorithm. The proposed methods have significant potential to improve various applications of SOM in many fields, including image processing, billing systems, decision support systems, etc.

Самоорганізаційні карти Кохонена (Self-organizing maps – SOM) є інструментом для кластеризації та візуалізації багатовимірних даних у інтелектуальному аналізі. SOM дозволяють ефективно зменшувати розмірність даних, зберігаючи при цьому структурні особливості, що характеризують топологію даних. SOM використовуються у різних галузях, таких як обробка зображень, аналіз біологічних даних, фінансова аналітика та системи підтримки прийняття рішень [1].

Проте, стандартна реалізація алгоритму Кохонена має певні недоліки. Зокрема, вона включає випадкову ініціалізацію ваг та стохастичний вибір зразків під час навчання, що призводить до варіативності результатів кластеризації при використанні однакових вхідних даних. Така варіативність створює проблеми з відтворюваністю та стабільністю результатів, що є критично важливими у наукових дослідженнях та практичних застосуваннях.

Пропонується оптимізувати алгоритм самоорганізаційних карт Кохонена шляхом створення власного генератора випадкових чисел та введення параметру seed. Генератор випадкових чисел відповідає за створення послідовності випадкових чисел, яка використовується для ініціалізації початкових ваг у алгоритмі Кохонена та вибору зразків під час навчання. Параметр seed дозволяє фіксувати початкову точку цієї послідовності, що забезпечує відтворюваність результатів навчання при кожному запуску алгоритму. Це дозволить уникнути варіативності результатів та забезпечити більш стабільні та надійні результати кластеризації за алгоритмом SOM.

Для практичної реалізації запропонованого методу використовувалась мова програмування C#. Стандартна реалізація алгоритму Кохонена була адаптована та оптимізована шляхом впровадження власного механізму генерації випадкових чисел та нового параметру, що забезпечує відтворюваність результатів.

Для визначення ефективності застосування запропонованого вдосконалення алгоритму Кохонена були проведені чотири експериментальні дослідження з використанням різних значень параметра seed: 685768567, 2303, 23 і 2303. У якості тестових даних було використано фрагмент даних з білінгових систем телекомунікаційної компанії.

На рисунку 1 представлені результати кластеризації, отримані під час проведених досліджень. Проаналізувавши отримані карти Кохонена, можна зазначити, що зміна значення параметра seed призводить до зміни розташування кластерів на карті. Особливо помітна ця зміна при низьких значеннях seed, де кластери можуть мати іншу форму та розміщення порівняно з його високими значеннями. Це підтверджує важливість цього параметра для забезпечення стабільності та репрезентативності отриманих результатів. Крім того, використання однакового значення seed призводить до однакових результатів, що підтверджується повторним використанням значення 2303. Це підкреслює можливість відтворення результатів, що є важливим аспектом для наукових досліджень та практичного використання алгоритму SOM.

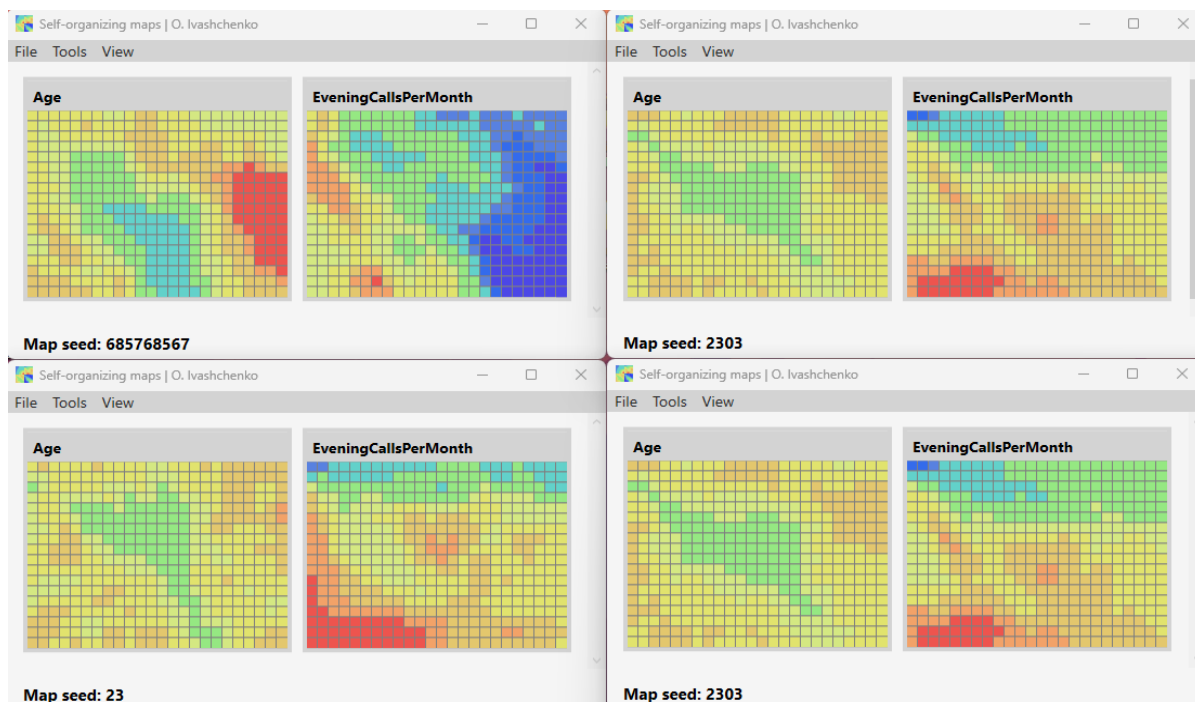


Рис. 1. Згенеровані карти для різних значень параметра seed

В результаті експериментів з використанням запропонованого методу щодо оптимізації алгоритму самоорганізаційних карт Кохонена, було продемонстровано, що введення власного механізму генерації випадкових чисел та параметру seed дозволило забезпечити відтворюваність результатів кластеризації при кожному запуску алгоритму.

Література

1. Abhinav Ralhan (2018) *Self Organizing Maps* [online]. URL : <https://medium.com/@abhinavr8/self-organizing-maps-ff5853a118d4>.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЗА МЕТОДОМ ВАРДА

Івохін Є. В., Аджубей Л. Т., Юштин К. Е.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: ivohin@univ.kiev.ua, adzhubey@ukr.net, gkons@univ.kiev.ua

On one approach to the traveling salesman problem solving using clusterization according to the Ward method

A method of solving the traveling salesman problem using a two-stage approach is proposed. At the first stage, the cities of the route are grouped into clusters and the optimal solution is found for each cluster. Two examples of calculating the composition of each cluster were considered: with a limited number of available paths and a fully connected topology. The results demonstrate that the use of a pre-clustering methodology for a large number of cities improves the results compared to the application of a genetic algorithm alone without the use of clusters.

На сьогоднішній день проблема пошуку найкоротшого шляху між довільними містами (пунктами) транспортної мережі залишається дуже актуальною: обсяги та потреби транспортно-логістичних послуг постійно зростають. Основне завдання — пошук найбільш ефективного з точки зору деякого критерію маршруту для обслуговування максимальної кількості споживачів.

Зрозуміло, що невдалий вибір шляху доставки вносить у процес обслуговування додаткові ресурсні витрати, обсяги яких потрібно максимально зменшувати. Задача комівояжера (Travelling Salesman Problem, TSP, далі ЗК) є класичною проблемою комбінаторної оптимізації [1], в якій потрібно знайти найкоротший можливий маршрут, що проходить через заданий список міст, з відвідуванням кожного міста рівно один раз і поверненням до початкового міста.

Типова методика пошуку розв'язків в оптимізаційних задачах базується на використанні ітераційного процесу для покращення результатів. За допомогою таких методів протягом однієї ітерації має бути знайдено розв'язок, який буде кращим у відповідному околі. Якщо такий розв'язок отримано, він стає поточним і починається нова ітерація. Так триває доти, поки приріст цільової функції не зменшиться практично до нуля або не буде виконано задану кількість ітерацій. Очевидно, що такі методи орієнтовані на пошук лише локальних оптимумів, до того ж розташування знайденого оптимуму може суттєво залежати від вибору початкової точки розрахунків. Глобальний оптимум може бути знайдений лише випадково. Для збільшення ймовірності знаходження глобального оптимуму використовується множинний експеримент з різними початковими точками, що суттєво збільшує час пошуку.

У зв'язку з цим представляє інтерес розроблення алгоритмів, які б не мали вказаного недоліку. Саме до таких відносяться генетичні алгоритми. Генетичні алгоритми (ГА) є стохастичними евристичними методами

оптимізації, основна ідея яких базується на теорії еволюційного розвитку видів, описані в роботі [2]. Основним механізмом еволюції є природний відбір, суть якого полягає в тому, що більш пристосовані особини мають більше шансів на виживання та розмноження і, відповідно, дають більше потомства, ніж менш пристосовані особини. При цьому, завдяки передачі генетичної інформації, нащадки успадковують від батьків основні їх якості.

У цьому дослідженні пропонується метод розв'язання задачі комівояжера в два етапи: на першому етапі згрупувати вузли транспортної мережі у підзадачі, які називаються кластерами. Загальний розв'язок отримується мінімізацією маршрутів у кожній підзадачі з використанням ГА. Для кластеризації початкових даних пропонується використати метод Варда для проведення об'єднання кластерів, що забезпечує найкращі міжкластерні маршрути. Метод Варда виявився ефективним для знаходження компактних сферичних кластерів з даними.

Відповідно до класичного методу Варда, за відстань між кластерами береться нормований приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центрів кластерів, що отримується в результаті їхнього об'єднання [3].

На відміну від інших методів кластерного аналізу з метою оцінки відстаней між кластерами, в методі Варда використовуються методи дисперсійного аналізу. На кожному кроці алгоритму попарно поєднуються обрані два кластери таким чином, що призводять до мінімального зростання цільової функції, тобто внутрішньо-групової суми квадратів відстаней. Метод Варда спрямований на послідовне об'єднання близько розташованих кластерів і "прагне" створювати кластери оптимального розміру, коли кількість кластерів насамперед невідомо.

Таким чином, у роботі запропоновано алгоритм пошуку розв'язків задачі комівояжера на основі двоетапного підходу. Для забезпечення швидкодії та точності на першому етапі проводиться кластеризація вузлів транспортної мережі за методом Вард, а на другому етапі застосовується генетичний алгоритм для знаходження наближеного розв'язку оптимізаційної задачі.

Проведено чисельні експерименти з пошуку оптимальних маршрутів в задачах комівояжера для різної кількості міст з випадковою генерацією на вузлів транспортної мережі на площині 200x200 одиниць і ймовірністю існування прямого шляху між містами, яка не перевищує 50%. Результати розрахунків підтвердили конструктивність запропонованого алгоритму.

Література

1. Korte B., Vygen J. (2018) Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms (Algorithms and Combinatorics). *Springer Berlin, Heidelberg*.
2. Wong, M.L., Leung K.S. (2000) Data Mining using Grammar Based Genetic Programming and Applications. *Kluwer Academics Publishers*.
3. Ward J.H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. of the American Statistical Association*.

ПРО ОДИН МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА З ДВОМА КРИТЕРІЯМИ

Івохіна К. Є., Гавриленко В. В.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: ivohina@gmail.com

About one method of solving the traveling salesman problem with two criteria

A two-criteria traveling salesman problem with criteria for the distance and time of travel along the route is formulated. A greedy algorithm is proposed to solve the resulting problem. Numerical experiments were carried out and the solutions obtained were compared with the optimal ones for standard single-criteria formulations.

Однією з найбільш відомих оптимізаційних задач комбінаторного типу є задача комівояжера, зміст якої полягає у необхідності скласти маршрут руху в рамках заданої сукупності зв'язаних між собою пунктів (міст), що утворюють транспортну мережу конкретного регіону [1]. Комівояжеру необхідно скласти маршрут, за яким він має відвідати усі міста мережі з урахуванням критерію, за яким відстань, яку потрібно подолати, або час подолання були мінімальними. Особливістю задачі є те, що маршрут повинен проходити через усі пункти, причому, кожен з пунктів потрібно відвідати не більше одного разу.

Задача комівояжера - комбінаторна задача, для розв'язання якої можна використовувати методи математичного програмування. Для визначеності можна пронумерувати міста числами $(1, 2, 3, \dots, n)$ тоді маршрут комівояжера буде описуватись циклічною перестановкою номерів $t = (j_1, j_2, \dots, j_n)$, причому усі $j_1, \dots, j_n$ — різні номери. Будь-яка перестановка з номерів, яка подана у такому вигляді, представляє можливий розв'язок задачі, а отже, існує $(n-1)!$ можливих шляхів для побудови його маршруту. Проблема комівояжера полягає в тому, щоб вибрати оптимальний з точки зору довжини або тривалості подорожі маршрут, який задовольняє деяким заданим обмеженням.

Математична постановка задачі. Сукупність міст мережі можна розглядати у вигляді вершин деякого графу з заданими відстанями (або часом пересування) між усіма парами вершин r_{ij} , які утворюють матрицю $R = \{ r_{ij} \}$, $i, j = \overline{1, n}$. Вважаємо матрицю симетричною. Тоді формальне завдання полягає у тому, щоб знайти найкоротший маршрут (за часом або довжиною) t , який проходить через кожне місто та закінчується в точці відправлення.

Змінними задачі є елементи бінарної матриці переходів між вершинами $X = \{x_{ij}\}$, $i, j \in I$, які дорівнюють 1, якщо у побудованому маршруті для задачі присутнє ребро (v_i, v_j) , 0 — інакше. Оптимальним є найкоротший за відстанню або за часом маршрут:

$$E = \sum_{i \in I} \sum_{j \in I, j \neq i} r_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

із обмеженнями

$$\begin{aligned} \sum_{j \in I, j \neq i} x_{ij} &= 1, \quad i \in I, \\ \sum_{i \in I, j \neq i} x_{ij} &= 1, \quad j \in I, \\ v_i - v_j + n x_{ij} &\leq n - 1, \quad 1 \leq i \neq j \leq n. \end{aligned} \quad (2)$$

Зрозуміло, що проблема розв'язання задачі (1), (2) з метою знаходження оптимального маршруту є класичним варіантом постановки задачі комівояжера, при розв'язанні якої як критерій, окрім згаданих вище, можуть розглядатися вартість перевезень (проїзду), ефективність руху за маршрутом з урахуванням обсягу або ваги вантажних перевезень, тощо. Характерною рисою усіх таких задач є наявність лише одного критерію оптимальності вибору маршруту.

В реальному світі поняття тривалості або вартості подорожі між окремими пунктами транспортної мережі не є фіксованим, вони визначається наближено, часто з впливом суб'єктивних факторів на оцінки часових термінів або вартості переміщення за ділянками маршруту. Це призводить до необхідності врахування умов руху, її формалізації на основі різної методики та врахування різних критеріїв оцінки ефективності обраного маршруту.

Серед узагальнених постановок задачі комівояжера варто приділити увагу задачам з декількома критеріями оптимальності. Розглянемо для визначеності задачу комівояжера з двома критеріями, у яких будемо мінімізувати сумарну відстань та час переміщення за маршрутом. Іншими словами, у постановці задачі комівояжера (1), (2) замість єдиного критерію визначимо два інших:

$$F_1 = \sum_{i \in I} \sum_{j \in I, j \neq i} d_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$F_2 = \sum_{i \in I} \sum_{j \in I, j \neq i} t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (4)$$

де величини d_{ij} та t_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$, є елементами відповідних матриць $D = \{d_{ij}\}$ та $T = \{t_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, n}$, які визначають відстані та час переміщення між усіма парами вершин транспортної мережі.

Якщо рухатись на ділянках маршруту з однаковою швидкістю, то час проїзду між довільними містами буде пропорційним відстані між ними. Але такі умови є ідеалізованими. На швидкість руху впливають різні об'єктивні та суб'єктивні фактори (завантаженість транспортного потоку, погодні умови, тощо), що вимагає одночасного розгляду обох критеріїв оптимальності.

Таким чином, одним з варіантів двокритеріальної задачі комівояжера є задача пошуку оптимального за довжиною та часом проїзду маршруту на основі критеріїв виду (3), (4) за умови виконання обмежень (2).

Використання двохкритеріальної задачі ще більш ускладнює розв'язання задачі комівояжера. Виникають питання щодо формулювання ефективного розв'язку за умови антагоністичності сформульованих критеріїв та методів розв'язання задачі.

Відомо, що алгоритми, які дозволяють вирішити проблему знаходження оптимального маршруту, розподіляють на точні та евристичні [2]. Точні методи гарантують знаходження оптимального розв'язку задачі за певний час або з урахуванням певних ресурсних обмежень. Як правило, точні методи доцільно використовувати лише до задач невеликого масштабу (наприклад, з метою первинного проектування транспортної мережі малих розмірів), оскільки для їх реалізації необхідні великі обчислювальні потужності.

З іншого боку, евристичні методи — це алгоритми, які не гарантують знаходження оптимального розв'язку, а, натомість, спрямовані на швидкий пошук локально оптимального розв'язку. Традиційно використовуються підходи на основі випадкового пошуку або жадібного алгоритму, щоб швидко дослідити простір розв'язків і знайти у ньому перспективний для вирішення задачі. Такі методи є більш гнучкими і можуть бути застосовані до проблем більшого масштабу, але розв'язок, який вони пропонують, може бути не оптимальним.

Для розв'язання сформульованої двохкритеріальної задачі пропонується провести модифікацію критеріальних функцій шляхом їх зведення до одного критерія. В якості способу перетворення критеріїв запропоновано розглянути ефективність проїзду кожної ділянки транспортної мережі, тобто звести отриману задачу до однокритеріального вигляду (1), (2) з матрицею R , елементи якої $r_{ij} = t_{ij} / d_{ij}$, $i, j = \overline{1, n}$.

З метою перевірки конструктивності розробленого жадібного алгоритму проведено чисельні експерименти та порівняння отриманих рішень з оптимальними для відповідних однокритеріальних постановок задачі комівояжера. Потрібно відмітити, що застосування даного підходу виявилось достатньо ефективним і дозволяє розглядати багатокритеріальні задачі комівояжера в умовах невизначеності на основі формалізації з використанням нечітко визначених цільових функцій [3].

Література

1. Korte B., Vygen J. (2018) Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms (Algorithms and Combinatorics). *Springer Berlin, Heidelberg*.
2. Ajay D. Kshemkalyani, Mukesh Singhal. (2011) Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems. *Cambridge University Press*.
3. Ivohin E. V., Gavrylenko V. V., Ivohina K. E. (2023) On the influence of fuzzy perception of the time passage speed on the solutions of optimization planning problems. *Штучний інтелект*. № 1(95). P. 93–103.

МОДЕЛІ І ПРОГНОЗИ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ФІНАНСОВИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ

Морозов Р. Д., Бідюк П. І.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
morozov.roman@lil.kpi.ua, pbidyuke_00@ukr.net,*

Гавриленко В. В.

*Національний транспортний університет
vvgavrilenko1953@gmail.com*

Models and Volatility Forecasts for Financial Processes Using Probabilistic and Statistical Methods

Most of the process being analyzed in economy, finances, ecology, technologies, environmental studies belong to the class of nonstationary and nonlinear. The models of processes at financial market are typical representatives of nonlinear nonstationary processes, especially those that formally describe volatility. Such models require paying special attention to reach necessary level of adequacy and provide for high quality forecasts of conditional variance. Here the models of artificial intelligence will be useful that have highly developed methodology of constructing and substantial methodological basis for analysis of results.

Моделювання цін акцій є основою фінансової економіки і, зокрема, теорії управління інвестиційним портфелем і оцінки фінансових інструментів.

Прогнозування і моделювання волатильності — важливе питання дослідження фінансових ринків. Велика емпірична робота була пророблена для поліпшення моделей волатильності, оскільки більш точні прогнози приводять до кращого ціноутворення фінансових активів і кращого управління ризиками. З іншого боку, волатильність фондового ринку інтенсивно вивчалася в останні три десятиліття, і було пророблено великий обсяг емпіричної роботи.

Статистично-ймовірнісні методи є одними з найпопулярніших для прогнозування розвитку економічних процесів, а також об'ємів торгових операцій, об'ємів виробництва, формування бюджетів підприємств та держави, оцінювання альтернативних економічних стратегій, прогнозування та менеджменту економічних і фінансових ризиків [1].

З тих пір, як економісти почали працювати над цими питаннями, основна увага зосередилася на спробі зрозуміти причини коливання економічних змінних, а також природу та причини цієї нерегулярної поведінки. Потім особливий акцент було зроблено на з'ясуванні того, чи є нестабільність явищем, що виникає ендогенно в економічній системі, чи вона продиктована екзогенними стохастичними збуреннями.

Ці дослідження спрямовані на те, щоб пояснити ринкову динаміку, і мають на меті показати, що поява хаосу узгоджується з поведінкою

оптимізуючих агентів, широко поширених у процесі прийняття рішень як фірмами, так і споживачами. Ці розробки природним чином привели до побудови нелінійних динамічних моделей [2].

Причини появи високої волатильності — перехідні процеси в економіці, суспільних формаціях, внутрішні та зовнішні військові конфлікти (втрати), глобальні та локальні фінансові кризи, недостатньо кваліфікований менеджмент на всіх рівнях управління економікою, застарілі технології у промисловості та сільському господарстві, зміна режимів функціонування соціально-економічних систем (наприклад, закінчення перехідного процесу і перехід до усталеного), природні катаклізми (вулкани, повені, потепління, ...).

Останнім часом мережі Байєса (МБ) почали набирати популярність серед способів моделювання процесів різної природи та стали окремим напрямом в області інтелектуального аналізу даних. Мережі Байєса широко застосовуються для обробки часових рядів (статистичні дані), та інших можливих типів представлення даних, наприклад, експертні оцінки, лінгвістичні змінні тощо [3].

Можливість врахування водночас кількісних та якісних показників, правильно використати надходження нової інформації у динаміці, використання явної залежності між існуючими факторами (що в свою чергу впливають на фінансові показники) є, мабуть, основною перевагою мережі Байєса.

Основною метою застосування МБ є те, що це дозволяє не розробляти структуру мережі заздалегідь. Також мережу просто реалізувати і при цьому досягти бажаної обчислювальної швидкості (це залежить від розміру вибірки); також не можна нехтувати складністю (чи навіть проблемою) вибору змінних для побудови моделі.

Нейронні мережі є одним із найпопулярніших методів (математичних моделей) вирішення задачі прогнозування часових рядів, вони включають в себе розвинену методологію структурного моделювання й методів навчання, що базуються на добре розвинутій теорії нелінійного програмування. Метою прогнозування є зменшення ризику при прийнятті рішень.

Експоненційне згладжування є одним з методів прогнозування часових рядів для одновимірних даних. Цей метод дає можливість оцінювати прогнози, які є середньозваженими показниками минулих спостережень, де вагові показники старих спостережень експоненційно зменшуються. Форми експоненційного згладжування розширюють аналіз до даних моделі з тенденціями та сезонними компонентами [2].

Для порівняння оцінок двокрокового прогнозу використано ряд значень індексу NYSE Composite. Для прогнозування методом групового врахування аргументів було використано дворядний алгоритм із розміром навчальної вибірки 45 значень (60% від загальної кількості вимірів), за даними отриманої моделі відновлено 2975 значень.

Результати експерименту подано нижче (Табл. 1). Як видно з таблиці, найкращі результати на ділянці прогнозування показав поліноміальний дворядний МГВА: прогнозоване значення відрізняється від реального лише на

0.7%, що є дуже хорошим результатом, при цьому, варто відмітити, що при відновленні даних метод показав значно гірші результати: СКП для відновленої моделі – 37,11; СКП для прогнозу – 8,57.

Таблиця 1. Результати прогнозування

NYSE Composite	Модель			Прогноз			
	СКП (RMSE)	МАП	КД	СКП (RMSE)	САПП (MAPE)	МіАПП	МАПП (MAE)
ЕЗ	56.740	73.14	0.86	58,84	4,97	3,49	6,45
МГВА	37.110	92.70	0.91	8,57	0,74	0,62	0,87
НМ	52.065	148.8	0.86	68,99	5,86	4,26	7,46

Після аналізу результатів бачимо, що у понад 90% випадків було точно передбачено зростання або падіння значення обраного індексу. У 86% випадків прогнозне і реальне значення відхилення індексу від значення в попередній момент часу мають відхилення менше 10%. І лише 15% експериментів мають відхилення більше 10% – така ситуація характерна для малих різниць та може бути пов’язана з варіантом дискретизації змінної.

Перш за все, слід підкреслити, що метод експоненційного згладжування дає прогноз лише на 1 крок, тому його результати в цьому аналізі враховуватись не будуть. Прогнозування за допомогою нейронної мережі в цілому дало хороший результат. Проте при прогнозуванні на більшу кількість кроків якості суттєво погіршується. Це можна пояснити використанням простої мережі- з одним прихованим шаром.

При побудові мережі Байєса встановлено, що у 86% випадків прогнозне і реальне значення відхилення індексу від значення в попередній момент часу мають відхилення менше 10%. При цьому, при прогнозуванні на більшу кількість кроків якості прогнозу не погіршується. Для покращення результату варто звернути увагу на вибір кількості періодів дискретизації та, за можливості, збільшити навчальну вибірку для мережі.

Література

1. Кулявець В. О. (2009) Прогнозування соціально-економічних процесів. К. : Кондор, 194 с.
2. Зайченко Ю. П. (2004) Основи проектування інтелектуальних систем : навч. посіб. К. : Слово, 352 с.
3. Бідюк П. І., Терентьев О. М., Коновалюк М. М. (2010) Байєсівські мережі в технологіях інтелектуального аналізу даних. К. : Штучний інтелект, 168 с.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Овчарук В. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: ovcharukvo@nuft.edu.ua

Application of a Network Transportation Model for Optimal Management and Planning of Container Transportation

The paper is devoted to the analysis of the use of a network transport model for the problems of operational management and optimal planning of container transportation on sea lines in cases of large dimensionality of problems in real time.

Задачі управління контейнерним парком на морській лінії можна сформулювати як задачі транспортного типу, точніше, як сітьові транспортні задачі, що дає можливість використати для їх розв'язку сучасні в цій галузі спеціальні методи лінійного програмування.

На відміну від стандартних методів лінійного програмування, ці методи більш ефективні при розв'язанні задач оперативного управління великої розмірності в реальному масштабі часу.

У роботі [2] розроблена математична модель та проведено аналіз задачі оптимального планування перевезень контейнерів на прикладі чотирьох портів. Аналіз цієї моделі показав, що для розв'язку задач оперативного управління великої розмірності в реальному масштабі часу ефективно використовувати сітьові транспортні моделі, які враховували б особливості цих задач. А саме, що оптимальна організація перевезень порожніх контейнерів дозволяє не тільки скоротити загальний парк контейнерів на морській замкненій лінії, але також веде до успішного виконання планів перевезень в кінцевих і проміжних портах лінії, що були складені заздалегідь.

Мета роботи полягає в проведенні аналізу, побудові представляючої мережі і розробці спеціальних методів розв'язку задачі управління контейнерними перевезеннями, які враховували б особливості цих задач і дозволяли б оперативніше здійснювати пошук їх оптимального розв'язку у випадку великої розмірності задачі.

Для пояснення цієї ідеї розглянемо загальний випадок, коли на лінії курсують декілька суден-контейнеровозів.

В розглянутому нами загальному випадку руху декілька суден-контейнеровозів, крім перерахованих затрат, необхідно враховувати затрати на збереження контейнерів в порту. Але, при урахуванні цих затрат, може статися, що вигідніше перевозити порожні контейнери, ніж зберігати їх у порту.

Принцип побудови представляючої мережі в розглянутому загальному випадку і зведення задачі управління контейнерним парком на морській лінії до сітьової транспортної задачі лінійного програмування приведено в роботі [2] на випадок, коли $k=3$, $i=3$.

Спочатку аналогічно будуються представляючі мережі для кожного судна-контейнеровоза окремо.

Ці мережі необхідно перетворити в одну мережу, побудова якої здійснюється на підставі урахування черги або графіка прибуття кожного судна-контейнеровоза до кожного з портів l ($l=1,2, \dots, N$).

Припустимо для визначеності, що

ПОРТ №1 першим заходить 2-е судно при першій зупинці, потім 3-е судно при другій зупинці, потім 1-е судно при першій зупинці.

ПОРТ №2 першим заходить 3-е судно при першій зупинці, потім 2-е судно при другій зупинці, потім 1-е судно при другій зупинці.

ПОРТ №3 першим заходить 3-е судно при третій зупинці, потім 2-е судно при третій зупинці.

Припустимо, що 1-е судно не заходить в цей порт.

Ці дані в наглядній формі можна представити у вигляді таблиці:

Таблиця 1

№ порта/ заходи	1	2	3
1	2 (1)	3 (1)	3 (3)
2	3 (2)	2 (2)	2 (3)
3	1 (1)	1 (2)	

У клітинах цієї таблиці вказано номер судна і номер зупинки, що відповідає заходу цього судна в даний порт (цифри у дужках).

Використання такого підходу до рішення задач оперативного управління контейнерними перевезеннями у випадку великої розмірності задачі в реальному масштабі часу вимагає розробки складного комплексу програм, що дозволяє здійснювати генерацію мережі на комп'ютері враховуючи вхідні дані задачі.

Література

1. Стрелко О. Г. та ін. (2020) Аналіз розвитку контейнерних перевезень залізничним транспортом в Україні, *Наукові праці ВНТУ*, № 2, с. 1–6.
2. Кривець Т. О., Овчарук В. О. (2013) Математична модель задачі управління контейнерними перевезеннями на морській замкненій лінії, *Водний транспорт*. К. : КДАВТ, № 1(16), с. 181–183.

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЦУКРУ В КРОВІ ДЛЯ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 1 ТИПУ

Поліщук Ю. О.

Національний університет «Києво-Могилянська академія», Київ, Україна
E-mail: yuriipolishchuk1@gmail.com

Development of Improved Blood Sugar Prediction Algorithm for Patients with Type 1 Diabetes

An overview of a new prediction model for blood glucose levels in patients with Type 1 diabetes. It accounts for differences in behaviour of various bolus insulin types and digestion speed of different types of carbohydrates. This improves the prediction accuracy in complex scenarios, such as multiple overlapping injections.

Процес підбору правильної дози болюсного інсуліну на їжу є невід’ємною складовою життя при цукровому діабеті 1 типу. Проте, навіть люди, які прожили з цією хворобою все своє життя, стикаються з труднощами при знаходженні коректної дози для ін’єкції. Хворий повинен виконувати велику кількість розрахунків, щоб знайти кількість вуглеводів у страві, а потім правильно вирахувати кількість необхідного інсуліну. При цьому, він повинен враховувати, що різновиди їжі піднімають рівень цукру з різною швидкістю, тож іноді він повинен ділити ін’єкцію на дві, рознесені в часі [1].

Постає нагальне питання створення програмних засобів, які б спростили життя для людей з даною хворобою, зокрема, підбір дози інсуліну на їжу. Для цього необхідно створити модель прогнозування рівня цукру в крові на основі заданої кількості інсуліну та вуглеводів користувачем. На сьогоднішній день деякі застосунки надають прогнози рівня глюкози, проте вони мають недоліки.

Метою даної роботи було створення покращеної моделі прогнозування рівня глюкози в крові, яка враховує слабкі сторони існуючих рішень.

Першим недоліком існуючих засобів є їх моделювання поведінки інсуліну. Його зазвичай моделюють за допомогою білінійної або експоненційної функції активності, яка зростає до певного піку і потім спадає [2]. Основна проблема такого підходу це те, що кожен тип інсуліну має свою власну поведінку, яка може мати складнішу форму ніж звичайна проста функція.

Це особливо помітно для сучасних надшвидких інсулінів (рис. 1). Вони починають діяти дуже швидко та мають дуже інтенсивний пік своєї активності. Після цього, вони досить швидко затухають, але все ще продовжують свою роботу з мінімальною активністю. Цей “хвіст” може тривати ще декілька годин і він погано враховується при моделюванні простими функціями.

До того ж, один і той же інсулін може поводитись по різному в кожній людини через індивідуальні особливості організму. Тому, було б доречним

надавати користувачеві можливість коригувати поведінку інсуліну. Утім, наявні моделі мають обмежені можливості налаштування дії інсуліну.

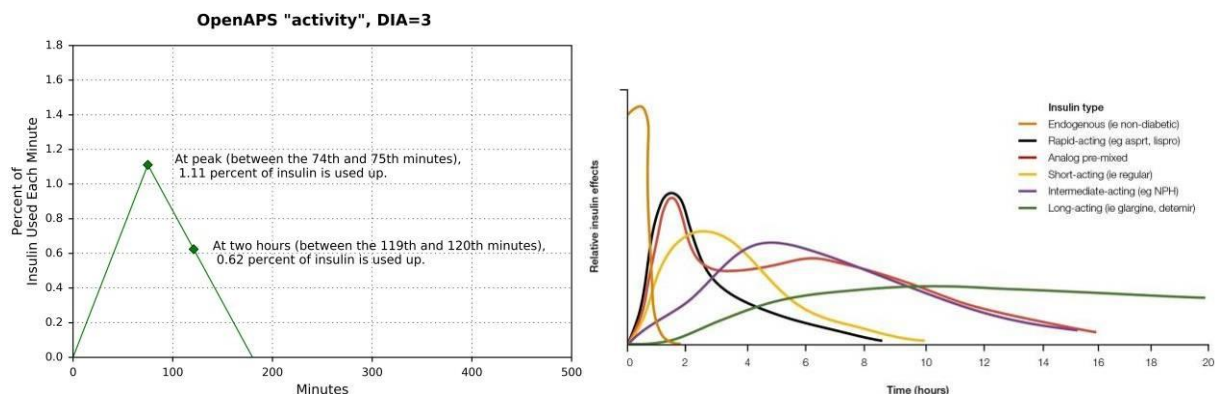


Рис. 1. Порівняння моделі інсуліну в OpenAPS [2]
та поведінки справжніх інсулінів [3]

Моделювання інсуліну є необхідним для оцінки його залишку в організмі у певний момент часу. Це дає нам змогу зрозуміти на скільки ще теоретично може знизитись рівень цукру в крові і чи потрібна додаткова доза інсуліну. Неточна оцінка поточного залишку призведе до неправильно підібраної додаткової дози інсуліну. Другий недолік наявних рішень — це те, що їжа в них засвоюється з єдиною сталою швидкістю. Це невірно, адже складні вуглеводи засвоюються повільніше за прості. Тому кожна страва має власний глікемічний індекс, що вказує, як швидко вона піднімає рівень цукру в організмі [4].

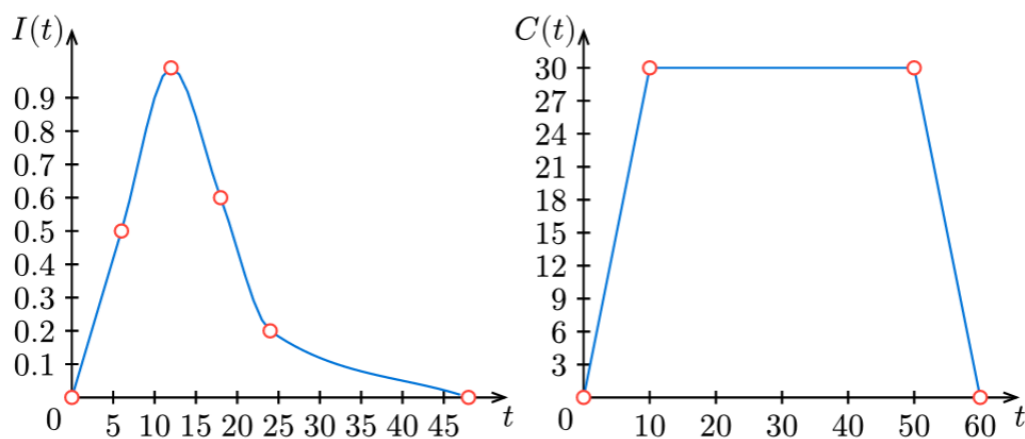


Рис. 2. Моделювання активності інсуліну та їжі за допомогою інтерполяцій

Тому для розв’язання цих проблем вирішено моделювати активності інсуліну та їжі за допомогою інтерполяцій (рис. 2). Це дозволяє створювати функції довільної форми, які більш наближенні до реальної поведінки. Для моделювання активності інсуліну я використовую монотонні кубічні сплайни. Монотонність функції є дуже важливою вимогою, щоб запобігти вихід функції за межі допустимих значень.

Для моделювання поведінки їжі використана лінійна інтерполяція. Функція їжі згладжена на початку та в кінці, щоб симулювати поступовий початок та завершення травлення в організмі.

Отримані функції активності можливо інтегрувати чисельними методами (метод Сімпсона). Також їх можливо композувати, сумуючи їх активності у певний момент часу, для побудови функції прогнозування рівня цукру в крові.

Наведений графік (рис. 3) демонструє поведінку глюкози при вживанні 80г вуглеводів та двох ін'єкцій інсуліну: 5 од. перед їжею та 3 од. через годину після їжі. Як бачимо, отримана функція глюкози має складну форму, яку було б важко отримати людині без підручних засобів.

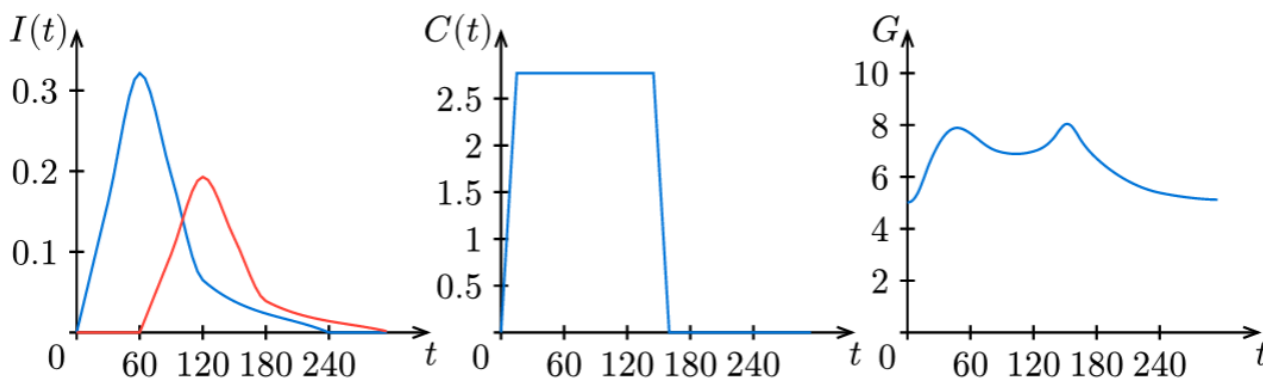


Рис. 3. Отримання поведінки глюкози на основі функцій активності

На основі отриманої моделі був створений крос-платформний додаток для платформ Android, IOS та Web. Він дозволяє користувачеві підібрати не тільки правильну дозу інсуліну, а й час та кількість ін'єкцій. Для цього, потрібно вказати кількість та тип їжі, а також дозу інсуліну, яку користувач планує вжити. Після цього, він отримує графік прогнозованого рівня цукру. Це значно зменшує розумове навантаження хворого.

Також реалізована інтеграція з сенсорами моніторингу глюкози для отримання показників цукру в реальному часі.

Код застосунку був викладений у відкритий доступ на платформі GitHub.

Література

1. Lopez P. E. et al. Optimizing the combination insulin bolus split for a high-fat, high-protein meal in children and adolescents using insulin pump therapy. *Diabetic Medicine: A Journal of the British Diabetic Association*. 2017. № 10(34). P.1380–1384
2. OpenAPS. Understanding Insulin on Board (IOB) Calculations [online]. URL: <https://openaps.readthedocs.io/en/latest/docs/While You Wait For Gear/understanding-insulin-on-board-calculations.html>.
3. The Royal Australian College of general Practitioners. The introduction of insulin in type 2 diabetes mellitus [online]. URL: <https://www.racgp.org.au/afp/2015/may/theintroduction-of-insulin-in-type-2-diabetes-mel> (accessed: 20.05.2024)
4. Holesh J. E., Aslam S., Martin A. (2024) Physiology, Carbohydrates. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ SCRUM

Прокопенко В. А, Лавданська О. В.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: v.a.prokopenko.asp21@chdtu.edu.ua

The simulation model of project risk management based on Scrum

The implementation of the project is often carried out under the influence of negative changes in the environment and circumstances characterized as crisis. Therefore, the processes related to risk management become important. For projects, it is necessary not only to identify the current situation as risky, but also to determine rational ways of achieving project goals in crisis conditions.

В умовах динамічних змін та кризи проєкти, зокрема, що реалізуються на основі Scrum, спрямовані на активізацію інноваційних технологій, що супроводжується постійними впливами факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ. Управління такими проєктами вимагає чіткої координації дій і рішень, адаптації до змін, гнучкості, мобільності, самоорганізації, контролю та врахування усіх факторів, що впливають на кінцевий результат. Нестабільність сучасної економіки, політичної обстановки, зовнішньої політики та інших факторів ускладнюють процес прийняття ефективних рішень. Тому важливого значення набувають процеси забезпечення управління ризиками з метою підвищення ефективності управління проєктами в цілому. Управління ризиками в проєктах надає можливості врахувати невизначені фактори та розглядати всі можливі наслідки альтернатив, на основі яких передбачається вибір. Дослідження ризиків, їх аналіз та врахування факторів, що їх викликають, визначення можливих втрат, розроблення заходів, що запобігають виникненню ризикової події є важливими задачами, яким приділяється значна увага [1]. Управління ризиками є одним з найбільш складних класів задач підтримки прийняття рішень. Ряд особливостей зазначеного класу задач не дають змоги застосовувати підходи до розробки методів, що засновані на побудові моделей об'єктів управління та їх аналізі. Тому застосування імітаційного моделювання сприяє наочності з високим ступенем інформативності та забезпечує можливість розглянути моделі розвитку ризикових ситуацій, в ході якого досліджуються можливі альтернативні варіанти ризикових подій.

Для реалізації подібних задач пропонується застосування нечіткого ситуаційного графу (НСГ), що ґрунтуються на методах ситуаційного підходу і нечіткої логіки [2]. В ході розробки імітаційної моделі управління ризиками проєкту на основі Scrum, ситуації, що виникають, описуються у вигляді графа. Вершини графа відповідають ризиковим ситуаціям, а зв'язки між вершинами – керуючим рішенням. При цьому база знань не містить у явному вигляді

продукції, що ставлять керуючі рішення у відповідності до ситуації. Послідовність керуючих рішень, переводить систему з поточного стану в стан, що описується цільовою ситуацією (тобто ситуацією, що є найкращою з точки зору досягнення відповідної ситуаційної цілі), та визначається шляхом виведення згідно графу. Імітаційна модель на основі НСГ, що застосовано для управління ризиками в проєктах на основі Scrum, дасть можливість представити ризикову ситуацію в проєкті та оперативно її оцінити, виходячи з тих наслідків, що можуть бути, та вплинути на ефективність реалізації проєкту.

Нечіткий ситуаційний граф являє собою деяку структуру, що описує можливу сукупність ризикових ситуацій, представлену вузлами графа, та шляхів переходу між ними, відповідних управлінських рішень [3]. Ситуації, що являють собою реальний стан, описуються через критерії та показники ефективності проєкту в поточний період. Якщо ситуація не відповідає запланованим значенням відповідних показників, то має місце проблема. Вироблення плану дій по усуненню проблеми складає сутність задачі прийняття рішень. Ребра графа відповідають управлінським рішенням, що сприятимуть уникненню ризикової ситуації та підвищенню показників ефективності проєкту. Отримання типових сценаріїв реалізації управлінських рішень, можливість опису типових ситуацій через показники та критерії ефективності проєкту, якісний характер представлення інформації характеризують проєктну ситуацію. Такі властивості класу задач, що розглядається, дозволяють говорити про можливість застосування нечіткого ситуаційного підходу та принципової можливості побудови нечіткого ситуаційного графу. Побудова нечіткого ситуаційного графу управління ризиками здійснюється на основі комбінованого застосування експертних методів та нечіткої логіки. Як експертний метод обрано метод інтелектуального штурму, який досить часто застосовується для визначення альтернатив та їх обговорення. Для проведення дослідження за основу був взятий простий академічний проєкт в галузі інформаційних технологій.

В кризових умовах для процесу управління ризиками проєкту важливого значення набуває оцінювання ситуацій, управління ризиком через управління ситуацією, пошук оптимального управлінського рішення в обставинах, що склалися. Це забезпечить можливості адекватно та точно оцінити поточну ризикову ситуацію, прийняти відповідні ефективні рішення, що сприятимуть досягненню цілей проєкту та зниженню витрат в проєкті.

Література

1. Prokopenko T., Grigor O. (2018) Development of the comprehensive method to manage risks in projects related to information technologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Volume 2. 3 (92), pp. 37–43.
2. Zadeh L. A. (1989) Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Trans. Knowledge and Data Eng.* 1, pp. 89–100.
3. Diestel R. (2005) *Graph Theory*, Electronic Edition. NY: Springer-Verlag, p. 422.

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ НЕПЕРЕРВНОГО ТИПУ

Прокопенко Т. О., Руденко В. О.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

E-mail: t.prokopenko@chdtu.edu.ua

Development of a model of strategic management of technological complexes of continuous type

The implementation of the strategy is carried out under the influence of negative or possibly positive changes in the environment and circumstances, therefore it is necessary to forecast the expected effectiveness of the strategy and compare it with the planned from the beginning, taking into account the changes in the environment arising due to multiple factors.

Ефективність моделювання процесу стратегічного управління технологічними комплексами (ТК) неперервного типу в кризових умовах залежить від проведених статистичних досліджень впливів зовнішніх факторів на реалізацію того чи іншого стратегічного сценарію, оцінки ефективності реалізованого сценарію. Аналіз впливів факторів зовнішнього середовища на управління ТК неперервного типу здійснюється на основі методу аналізу впливів [1], що базується на наступних припущеннях:

1. Для однієї і тієї ж пари факторів допускається співіснування позитивних і негативних впливів (за різними шляхами), що мають різні сили впливу.

2. Сила впливу одного фактора на інший по даному шляху залежить від довжини цього шляху (тобто числа ребер в ньому).

3. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніше вплив між ними.

Згідно теорії, що розглянуто в [2], під стратегією розуміється множина факторів, що впливають на цільовий фактор. Для порівняння різних стратегій розглядаються різні варіанти функції $F(z_{ij}, k_{ij})$, де z_{ij} — сумарний вплив фактора i на фактор j і k_{ij} — консонанс впливу фактора i на фактор j , які визначаються з наступних співвідношень:

$$z_{ij} = p_{ij} + n_{ij}, \quad k_{ij} = (p_{ij} - n_{ij}) / (p_{ij} + n_{ij})$$

Консонанс k_{ij} — це міра відмінності між позитивним і негативним впливом. Чим він більший, тим чіткіший характер впливу.

Функція $F(z_{ij}, k_{ij})$ повинна задовольняти зокрема наступним вимогам:

1. Нехай стратегія s_1 характеризується парою (z_{ij}, k_{ij}) , а стратегія s_2 — парою (z'_{ij}, k'_{ij}) . Тоді, якщо $F(z_{ij}, k_{ij}) \geq F(z'_{ij}, k'_{ij})$, то стратегія s_1 переважає стратегію s_2 .

2. Якщо $k_{ij} = 0$, то $F(z_{ij}, k_{ij}) = 0$ при будь-яких z_{ij} .

3. Якщо $k_{ij} > 0$, то $F(z_{ij}, k_{ij}) = 0$ монотонно зростає по обом змінним; якщо $k_{ij} < 0$, то $F(z_{ij}, k_{ij})$ монотонно спадає по обох змінних.

Стратегічне управління реалізується з врахуванням показників оперативної діяльності. Тому для оцінки ефективності реалізації тієї чи іншої стратегії необхідно сформулювати збалансовані показники ефективності, що відображають стратегічну та оперативну діяльність в комплексній взаємодії в результаті задоволення всіх учасників, виділяючи й аналізуючи інноваційні підходи, підходи до трансформації стратегій та рух матеріальних, інформаційних, енергетичних потоків. Однак, неоднозначні ситуації, що виникають в процесі реалізації стратегії, вимагають управління в режимі реального часу. Реалізація стратегії здійснюється під впливом негативних або, можливо, позитивних змін в оточенні та обставинах, тому необхідно спрогнозувати очікувану ефективність стратегії та порівняти її із запланованою, враховуючи зміни в оточенні, що виникають через множину факторів, таких як фактори конкуренції, політичні, соціальні, економічні, ринкові фактори та виникаючі інновації [3]. Тому стратегічне управління ТК неперервного типу має реалізуватись з використанням рекурсивної процедури, що характеризується необхідністю постійно адаптувати стратегії управління згідно актуальних вимог зовнішнього оточення та оперативним управлінням.

Таким чином, у кризових умовах стратегічне управління ТК неперервного типу має реалізуватись з врахуванням оперативного управління та характеризується необхідністю постійно адаптувати стратегії управління згідно актуальних вимог зовнішнього оточення та поточним станом об'єкту управління. Оптимальний план, прийнятий в ході стратегічного управління, повинен забезпечити ефективність функціонування технологічного процесу на макрорівні (економічному) та реалізується на основі вибраної стратегії. При цьому процеси управління, що моделюються, залежать від впливу факторів зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки. Для ТК неперервного типу використовується різне інформаційне забезпечення на основі показників ефективності технологічного процесу. Тому, щоб управління ТК неперервного типу було ефективним згідно обраної стратегії, необхідно відслідковувати поточний стан і в залежності від ситуації здійснювати коригуючі дії.

Література

1. Прокопенко Т. О., Ладанюк А. П. (2015) *Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами*. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г. 224 с.
2. Lohani A. K.; Goel N. K.; Bhatia K. K. S. (2011) Comparative study of neural network, fuzzy logic and linear transfer function techniques in daily rainfall-runoff modelling under different input domains, *Hydrological Processes*. 25 (2). P. 175–193.
3. Prokopenko T. A., Zyelyk Ya. L. (2017) Complex method of strategic decision-making in management of technological complexes of continuous type, *Journal of Automation and Information Sciences*, 49, pp. 71–79.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Радзієвська О. І.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: radzlana58@gmail.com

Mathematical Model of Optimal Planning of the Production Process

We will consider an economic-mathematical model for planning the optimal production process. Suppose an enterprise can produce various types of products, for example: goods of primary necessity, goods of second necessity, luxury goods or goods that make up some fixed order. The profit from each type of product depends on the economic state of the country. We will establish what share of the total production of the enterprise will be occupied by a certain type of product in order to obtain maximum profit.

Розглянемо економіко-математичну модель для планування оптимального виробничого процесу. Припустимо підприємство може випускати різні види продукції, наприклад: товари першої необхідності, товари другої необхідності, товари розкоші або товари, що складають деяке фіксоване замовлення. Прибуток від кожного виду продукції залежить від економічного стану країни. Потрібно спланувати, яку частку у загальному виробництві підприємства буде займати певний вид продукції для отримання максимального прибутку.

Нехай відомо прибуток підприємства, якщо все виробництво буде працювати на виконання замовлення. Тоді підприємство має фіксований прибуток, який позначимо $\mathcal{J}$. Через w_{ik} позначимо прибуток підприємства від випуску i -го виду продукції (якщо випускається на підприємстві тільки ця продукція), $i = \overline{1, n}$, де n — число різноманітної продукції, яку може випускати підприємство, $k = \overline{1, m}$, m — число можливих економічних станів, від яких залежить прибуток. Через x_i позначимо частку виробництва i -го виду продукції від загального обсягу виробництва. Тоді дохід при k -ому стані економіки буде

$$\mathcal{J}_k = \sum_{i=1}^n x_i w_{ik},$$

$$\text{де } \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

Очікуваний прибуток є математичне сподівання

$$m_j = M(\mathcal{J}_k) = \sum_{i=1}^n x_i M(w_{ik}) = \sum_{i=1}^n x_i m_i,$$

де $m_i = \sum_{k=1}^m p_k w_{ik}$, p_k — експертна оцінка ймовірності настання k -го економічного стану.

Відхилення випадкової величини $\mathcal{I}_k$ від її математичного сподівання характеризує дисперсія, яка має вигляд

$$\sigma^2 = M(\mathcal{I}_k - M(\mathcal{I}_k))^2 = \sum_{i=1}^n x_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij},$$

де $\sigma_i^2 = \sum_{k=1}^m p_k (w_{ik} - m_i)^2$, σ_{ij} — коваріація між прибутками i -ї та j -ї виробами.

Якщо вважати, що $\mathcal{I}$ фіксований прибуток, коли підприємство працює на замовлення, тоді для оптимального плану виробництва потрібно прагнути до найкращого співвідношення між очікуваним прибутком і ризиком (середнім квадратичним відхиленням). Тобто, знайти максимум функції [1]: $\omega = (m_j - \mathcal{I})/\sigma$ при умові $\sum_{i=1}^n x_i = 1$. Враховуючи отримані рівності, маємо:

$$\omega = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (m_i - \mathcal{I})}{(\sum_{i=1}^n x_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij})^{0.5}}$$

Це є функція з n невідомими. Для знаходження екстремуму цієї функції потрібно знайти частинні похідні і прирівняти їх до нуля:

$$\frac{\partial \omega}{\partial x_s} = 0, \quad s = \overline{1, n}$$

Отже, одержуємо n рівнянь з n невідомими:

$$-\frac{\sum_{i=1}^n x_i (m_i - \mathcal{I})}{(\sum_{i=1}^n x_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij})^{0.5}} \left(x_s \sigma_s^2 + \sum_{j=1}^n x_j \sigma_{js} \right) + (m_s - \mathcal{I}) = 0$$

Множник перед дужками є однаковий в усіх рівняннях, тому позначимо його через α і будемо мати систему n рівнянь з $n+1$ невідомими:

$$\alpha \left(x_s \sigma_s^2 + \sum_{j=1}^n x_j \sigma_{js} \right) + (m_s - \mathcal{I}) = 0, \quad s = \overline{1, n}.$$

Заміною $y_s = \alpha x_s$ зводимо цю систему до n лінійних рівнянь із n невідомими.

Література

1. Elton E. J., Gruber M. J., Brown S. J., Goetzmann W. N. (2009) *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons. 752 p.

ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ ВАЛЮТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ І ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Федін С. С., Зубрецька Н. А.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: sergey.fedin1975@gmail.com

Forecasting Currency Rate Using Neural Networks and Genetic Algorithms

A methodology for forecasting the exchange rate was developed based on feedforward neural network models using the BrainMaker Professional system and the Genetic Training Option program. It is shown that the use of genetic algorithms in the training of neural networks allows to increase the accuracy of the operational forecast due to the optimization of the neural network configuration.

У сучасній практиці фінансового аналізу та прогнозування економічних показників широкого застосування набули технології штучного інтелекту [1, 2]. При цьому актуальним науковим і практичним завданням є проведення досліджень, спрямованих на забезпечення точності нейромережевого прогнозування нестационарних часових рядів динаміки валютних курсів за рахунок використання математичного апарату генетичних алгоритмів для оптимізації процесу навчання багатошарових нейронних мереж.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення точності прогнозування часових рядів курсів валют методами нейромережевого та еволюційного моделювання. Предметом дослідження є методи і моделі навчання та оптимізації прямошарових нейронних мереж (feedforward) на основі генетичних алгоритмів для підвищення точності оперативного прогнозу часового ряду курсу валютної пари гривня/долар.

На першому етапі дослідження для створення нейромережевих прогнозних моделей обрано масив вихідних фактографічних даних часового ряду офіційного курсу гривні відносно долара США на певному періоді ретроспекції [3].

На другому етапі для оцінювання точності точкового прогнозу застосовано принцип симуляційного прогнозування, оскільки на момент здійснення прогнозу (06.10.2020 р.) фактичне значення валютного курсу було відомо і складало 28,4009 гривень за 1 долар. Для визначення розміру навчальної вибірки нейронної мережі використано методи спектрального та автокореляційного аналізу даних часового ряду, а також метод розгалуженої лінії затримки [4, 5].

На основі отриманих оцінок коефіцієнтів автокореляції часового ряду сформовано навчальну вибірку, яка складається з семи входів та одного виходу. Тестування нейромережевої моделі USD_11.net з архітектурою 7:10:1, яку навчено у системі BrainMaker Professional за 67 епох навчання (Run) показало, що всі 27 фактів тестової вибірки (10% від обсягу навчальної вибірки)

знаходяться в межах допуску для значення параметру точності навчання та тестування нейромережі $TOL=0,10$ і належать до категорії Good за виконання умови

$$Y' \in Y \pm TOL(Y_{\max} - Y_{\min}), \quad (1)$$

де Y' , Y — відповідно вихідні та бажані значення векторів навчальної вибірки, TOL — параметр точності навчання та тестування нейромережі.

Для забезпечення збіжності результатів нейромережевого прогнозування, навчання та тестування моделей з архітектурою 7:10:1 повторювали $L=5$ разів при $TOL=0,10$. Оцінку результатів тестування моделей і точності симуляційного прогнозу виконували за критерієм середньої абсолютної відсоткової помилки *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*). Результати, наведені у таблиці 1, показали високу швидкість навчання моделей нейромереж (параметр Run) і знаходження всіх фактів тестової вибірки у межах допуску навчання (параметр Good) відповідно до умови (1).

Таблиця 1. Точність нейромережевих прогнозних моделей

Модель	Run	Good	Результат	MAPE, %
USD_11.net	67	27	27,875	1,85
USD_12.net	129	27	27,912	1,72
USD_13.net	83	27	27,888	1,81
USD_14.net	98	27	27,878	1,84
USD_15.net	62	27	27,883	1,82

Спроби створення у системі BrainMaker Professional нейромережевих моделей із $TOL \leq 0,06$ показали, що процес машинного навчання за алгоритмом Back Propagation of Error не сходиться.

На третьому етапі для підвищення точності нейромережевого прогнозування на основі математичного апарату еволюційного моделювання проведено обчислювальний експеримент з використанням програми Genetic Training Option (GTO) та системи BrainMaker Professional для:

- визначення кількості прихованих шарів і нейронів кожного прихованого шару та оптимізації конфігурації нейромережі за рахунок застосування генетичного алгоритму тотального пошуку базових характеристик топології нейромережі та генетичного алгоритму пошуку матриці вагових коефіцієнтів;
- автоматичного завершення процесу машинного навчання.

Використання алгоритму тотального пошуку дозволило отримати модель нейронної мережі GTO.net, основним призначенням якої є її використання для виконання операторів схрещування та мутації за двома кращими моделями, навченої в GTO вихідної популяції нейромереж.

Остаточним результатом роботи генетичного алгоритму є автоматичне збереження п'яти кращих моделей нейронних мереж у процесі їх навчання та

оптимізації при досягнутому значенні параметру точності $TOL=0,056 \leq 0,060$ (Табл. 2).

Таблиця 2. Точність нейромережових прогнозних моделей, створених із використанням програми GTO і системи BrainMaker Professional

Модель	Run	Good	Результат	MAPE, %
GTO001.net	100	27	28,071	1,16
GTO002.net	100	27	28,075	1,15
GTO003.net	100	27	28,077	1,14
GTO004.net	100	27	28,063	1,19
GTO005.net	100	27	28,082	1,12

Аналіз результатів прогнозування (Табл. 2) показує, що при однаковій швидкості процесу навчання моделей нейромереж (Run=100), всі факти тестової вибірки за умови (1) знаходяться в межах допуску навчання (Good=27). При цьому значення критерію *MAPE* знаходиться в інтервалі (1,12 – 1,15)%, а його найменше значення відповідає нейромережовій моделі GTO005.net. Порівняння результатів, які наведено у таблиці 1 і таблиці 2, свідчить про підвищення точності точкового нейромережевого прогнозу курсу гривні, що отриманий на основі методів еволюційного моделювання.

Розроблена методика прогнозування валютного курсу гривня/долар для різних періодів спостереження на основі нейромережових моделей типу feedforward з алгоритмом навчання Back Propagation of Error із використанням системи BrainMaker Professional і програми Genetic Training Option підтверджує, що використання генетичних алгоритмів дозволяє оптимізувати конфігурацію та здійснити відбір кращих нейромережових моделей.

Література

1. Hidayat M., Defitri S. Y., Hilman H. (2024) The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Financial Management, *Management Studies and Business Journal (PRODUCTIVITY)*, 1(1), pp. 123–129.
2. Приймук В. В. (2023) Впровадження штучного інтелекту у фінансову діяльність підприємства, *Збірник наукових праць Державного податкового університету*, (1), с. 183–198.
3. Національний банк України. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют. Долар США [online]. URL : <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerate-chart?cn%5B%5D=USD>.
4. Бідюк П. І., Савенков О. І., Баклан І. В. (2004) *Часові ряди: моделювання та прогнозування*, К. : ЕКМО, 144 с.
5. Бідюк П. І., Баклан І. В., Литвиненко В. І. (2004) *Моделювання та прогнозування нелінійних динамічних процесів*, К. : ЕКМО, 120 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ВИКОНАННЯ ЗАМОВЛЕНЬ У МОЛОКОПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Чорнобай К. Ю., Грибков С. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: kat.chornobai@gmail.com

Research of Methods of of Multicriteria Analysis for Order Fulfillment Planning in the Dairy Processing Industry

Promising areas of research in solving multi-criteria decision-making problems for planning the fulfillment of orders in the dairy industry are the selection and justification of decision analysis methods and the use of heuristic methods. To evaluate and select solutions, it is advisable to use decision analysis methods that allow comparing solutions based on different criteria, of which AHP, PROMETHEE, ELECTRE are considered.

Управління поставкою та розподілення сировини являється гострою задачею для підприємств харчової галузі, адже при її транспортуванні необхідно дотримуватися не тільки певних технологічних вимог, а також забезпечити транспортування за короткий час. Харчові підприємства будь якої країни працюють на задоволення споживачів, адже втратити свого клієнта для кожного бренда є критичним. Від вчасно поставленої та якісної сировини залежить готовий продукт, що є однією з головних задач для підприємств харчової галузі. Необхідно відмітити, що така задача не є вичерпною і пов'язана із замовленнями, що надходять від оптових покупців. Як правило, такі задачі вирішуються в декілька етапів та різними відділами, потребують врахування виробничих потужностей, поточних завдань виготовлення, наявних компонентів. Для підприємств молоко-переробної промисловості така задача є суттєво актуальною, адже сировина має обмежений термін використання для виготовлення певних видів продукції. Тому актуальною задачею є удосконалення процесу ефективного розподілу сировини для забезпечення виконання планових завдань, направлених на задоволення потреб замовників, з використанням сучасних інформаційних технологій.

Враховуючи складність задачі, яку відносять до комбінаторних багатокритеріальних задач оптимізації, необхідно відмітити потребу одночасно враховувати всі важливі критерії та знаходити оптимальне рішення з набору можливих комбінацій. Множина можливих рішень в цій задачі є дискретною і складається з комбінацій партій поставки, множини замовлень та технологічних ліній на виготовлення продукції. Критерії можуть бути конфліктуючими, тобто покращення одного критерію може погіршувати інший. Значення критеріїв залежить від вибраного рішення або комбінації елементів. Кількість можливих рішень зазвичай обмежена, але в залежності від певних умов може бути досить великою. Рішення в такій задачі відноситься до Парето-оптимальних, якщо не

існує іншого рішення, яке б одночасно покращувало всі критерії або не погіршувало жоден з них. Множина всіх Парето-оптимальних рішень відображає компроміси між критеріями. Необхідно відмітити, що частіше така задача вирішується в умовах невизначеності, що потребує вибору методів рішення, а саме стохастичних, тобто, таких, що враховують випадкові фактори та ймовірності, або робастні — рішення, стійкі до варіацій вхідних даних або умов.

Задача має ряд класичних обмежень, а саме: обмеження на вміст виробничих та регіональних складів; обмеження по часу виконання; обмеження за собівартістю готової продукції. В реальних умовах розв'язання такої задачі не ефективно з використанням точних методів, таких як методи гілок та меж, динамічне програмування, лінійне програмування для окремих класів задач тощо, бо вони можуть призвести до неафективного збільшення часу на пошук рішення. Також, необхідно відмітити, що в реальних ситуаціях не завжди є можливість застосувати агрегації критеріїв для ефективно оцінки рішення, тобто коли відбувається об'єднання кількох критеріїв у загальну функцію корисності або зважених сум.

Актуальними напрямками при розв'язанні таких задач є: для оцінки та вибору рішень застосовувати методи аналізу рішень, які дозволяють порівнювати рішення на основі різних критеріїв, такі як метод аналізу ієрархій, метод PROMETHEE, метод ELECTRE тощо; для розв'язку застосовувати евристичні методи, що використовуються для пошуку наближеного розв'язання задач, такі як генетичні алгоритми, мурашині алгоритми, метод імітації відпалу тощо. Вибір методу для оцінки та вибору рішень є важливим, щоб потім не було проблем в процесі прийняття рішень. Методи порівняння різних критеріїв мають декілька переваг. Вони допомагають узгоджувати різні критерії на основі об'єктивних даних і систематизують їх. Ці методи можуть бути застосовані до різних видів проблем і рішень. Вони дозволяють порівняти різні альтернативи на основі різних критеріїв та прийняти об'єктивне рішення. Використання методів порівняння може сприяти узгодженню різних точок зору та допомогти вирішити конфлікти. Ці методи також забезпечують процес прийняття рішень більш прозорим та зрозумілим для всіх учасників механізмом оцінки.

Метод аналізу ієрархій (АНР — Analytic Hierarchy Process) є інструментом для прийняття рішень у складних ситуаціях. Він базується на розбитті проблеми на частини, які мають ієрархічну структуру, що дозволяє краще зрозуміти і оцінити кожен аспект рішення. АНР допомагає врахувати різні фактори та їх вплив на кінцеве рішення. Він ставить задачу у вигляді ієрархії, де верхній рівень представляє загальну мету, а нижчі рівні - підкритерії та альтернативи. В процесі аналізу порівнюються критерії та альтернативи, а їхні відносні важливості визначаються на основі зазначених експертних оцінок. АНР допомагає структурувати рішення та забезпечує об'єктивність вибору, що дозволяє зробити процес більш систематизованим та прозорим.

Метод PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations), який широко застосовується у різних галузях, дозволяє

оцінювати та впорядковувати альтернативи на основі кількох критеріїв, що враховуються одночасно. Основними етапами цього методу є формулювання проблеми, визначення функцій переваги, обчислення матриці переваг, розрахунок потоків переваги та візуалізація результатів. Метод PROMETHEE є гнучким інструментом, що дозволяє враховувати різні аспекти альтернатив та їх порівняння, допомагаючи приймати оптимальні рішення в умовах багатокритеріальної невизначеності.

На початковому етапі визначаються альтернативи та критерії, за якими вони оцінюватимуться, а також встановлюються ваги для кожного критерію, що відображають їх відносну важливість. Далі для кожного критерію визначаються функції переваги, які відображають, наскільки одна альтернатива переважає іншу щодо даного критерію.

Після цього обчислюється матриця переваг для кожної пари альтернатив на основі визначених функцій переваги та ваг критеріїв. На наступному етапі розраховуються потоки переваги, які відображають загальну перевагу кожної альтернативи. Для повного впорядкування альтернатив використовується PROMETHEE II, а PROMETHEE I дозволяє лише часткове впорядкування [1]. Результати можуть бути візуалізовані за допомогою графіків, таких як GAIA-площина (Geometrical Analysis for Interactive Aid), що допомагає побачити переваги та компроміси між альтернативами. Також проводиться аналіз чутливості, щоб визначити, як зміна ваг критеріїв впливає на результати. GAIA-площина надає наочне представлення альтернатив і критеріїв у багатовимірному просторі, що спрощує аналіз і прийняття рішень. На площині кожна альтернатива зображується у вигляді точки, розташування якої відображає її відносні переваги щодо інших альтернатив. Кожен критерій представлений вектором, напрямок і довжина якого показують вплив цього критерію на вибір альтернатив. Довгі вектори вказують на критерії з високою здатністю розрізняти альтернативи, тоді як напрямок векторів демонструє, в якому напрямку критерії сприяють покращенню альтернатив. Кути між векторами критеріїв інформують про ступінь їх взаємозалежності: малі кути або паралельні вектори свідчать про позитивну кореляцію, тоді як великі кути або протилежні вектори вказують на негативну кореляцію. Це дозволяє зрозуміти компроміси між критеріями. GAIA-площина також допомагає користувачам оцінити вплив ваг критеріїв та внести необхідні коригування для досягнення бажаних результатів. Використання GAIA-площини допомагає користувачам зрозуміти складні взаємозв'язки між альтернативами та критеріями, полегшуючи прийняття рішень в умовах багатокритеріальної невизначеності.

Метод ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) є одним із основних методів багатокритеріального аналізу, застосовуваним для оцінки та вибору альтернатив на основі декількох критеріїв. Він допомагає приймати рішення в складних ситуаціях, де потрібно враховувати кілька суперечливих критеріїв [2].

Процес починається з визначення альтернатив, які потрібно оцінити, та критеріїв, за якими проводитиметься оцінка. Кожен критерій отримує вагу, що

відображає його відносну важливість. Після цього створюється матриця оцінок, де кожна альтернатива оцінюється за кожним критерієм, причому ці оцінки можуть бути як кількісними, так і якісними. Для кожного критерію встановлюються пороги переваги, байдужості й недопущення. Пороги переваги визначають, наскільки одна альтернатива повинна перевершувати іншу, щоб вважатися кращою. Пороги байдужості вказують на випадки, коли різниця між альтернативами є незначною, а пороги недопущення означають, що одна альтернатива є настільки гіршою за іншу, що її можна виключити з розгляду.

Далі будується матриця переваг, яка показує, наскільки одна альтернатива переважає іншу за кожним критерієм, і матриця недопущення, яка вказує на випадки, коли одну альтернативу слід виключити через значно гірші показники за певним критерієм. Ці матриці потім агрегуються для отримання загальних індексів переваг і недопущення для кожної пари альтернатив, що дозволяє зрозуміти загальну перевагу однієї альтернативи над іншою з урахуванням усіх критеріїв. На основі цих агрегованих індексів будується орієнтований граф, де вершини представляють альтернативи, а ребра – перевагу однієї альтернативи над іншою. Цей граф візуалізує загальну структуру переваг між альтернативами, що допомагає у відборі та впорядкуванні альтернатив. Метод ELECTRE дозволяє виявити найкращі альтернативи та виключити ті, що не відповідають встановленим критеріям.

Розроблення інформаційної технології, в основі якої буде використано PROMETHEE-GAIA, стане ефективним засобом в процесі прийняття рішень. Це забезпечить можливість максимально бути наближеним до реальної проблеми прийняття рішень, краще її описати та провести аналіз чутливості. Графічне відображення багатокритеріальної проблеми допомагає особі, що приймає рішення, легше зрозуміти доступні варіанти та необхідні компроміси для досягнення оптимального вирішення. Розглянуті методи планується включити до комплексу системи підтримки прийняття рішень для підтримки планування розподілу сировини з метою виконання замовлень на виготовлення готової продукції, що дозволить оптимізувати процес управління поставкою та розподіл сировини для підприємств молоко-переробної промисловості, забезпечуючи ефективність використання виробничих потужностей та якість готової продукції.

Література

1. Greco S., Ehrgott M., Figueira J. R. (2005) Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer.
2. Hanine T. M., Boutkhoul O., Tikniouine A., Agouti T. (2016) Application of an integrated multi-criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection. Springerplus, vol. 5, pp. 1–17.
3. Tscheikner-Gratl F., Egger P., Rauch W., Kleidorfer M. (2017) Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods for Integrated Rehabilitation Prioritization, Water, vol. 9, no. 2, pp. 1–28.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ У ПРОМИСЛОВOSTІ

Шульгін А. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: arsen4c@gmail.com

Mathematical Modeling of Complex Industrial Objects

Mathematical modeling is a crucial tool in the analysis and optimization of complex industrial processes. By creating accurate models, industries can improve efficiency, reduce costs, and enhance product quality. This paper explores the latest advancements in mathematical modeling techniques and their applications in various industrial sectors.

Математичне моделювання складних об'єктів стає дедалі важливішим у промисловості, оскільки дозволяє досліджувати та оптимізувати процеси без проведення дорогих та тривалих експериментів. Важливим аспектом є інтеграція сучасних методів обчислювальної математики та інформаційних технологій для підвищення точності та швидкості моделювання.

Основні напрямки досліджень у цій сфері є наступними.

1. Моделювання теплових процесів. Теплові процеси відіграють важливу роль у багатьох галузях промисловості, особливо у харчовій. Наприклад, моделювання процесів випікання може допомогти визначити оптимальні температурні режими для забезпечення рівномірного пропікання продукту, зменшення енергоспоживання та підвищення якості кінцевого продукту [4]. Охолодження і заморожування продуктів також потребує точних моделей для запобігання утворенню кристалів льоду, які можуть пошкодити структуру продукту [4].

2. Моделювання гідродинамічних процесів. Гідродинамічні процеси мають велике значення у хімічній, нафтовій та газовій промисловості. Наприклад, моделювання потоків рідини та газу у трубопроводах може допомогти запобігти виникненню турбулентних режимів, які можуть призвести до зносу обладнання та втрат енергії [1]. Крім того, моделювання гідродинаміки у реакторах дозволяє оптимізувати умови проведення хімічних реакцій та підвищити їхню ефективність [2].

3. Моделювання механічних процесів. Механічні властивості матеріалів і конструкцій є критично важливими для забезпечення надійності та безпеки промислових виробів. Моделювання механічних процесів, таких як деформація, руйнування та втома матеріалів, дозволяє прогнозувати поведінку матеріалів під впливом навантажень та запобігати аваріям [5]. Це особливо важливо у машинобудуванні, авіаційній та космічній промисловості [5].

4. Моделювання хімічних процесів. Хімічні процеси є основою багатьох промислових виробництв, включаючи фармацевтичну, харчову та нафтохімічну

промисловість. Створення точних моделей хімічних реакцій (див. рис. 1) дозволяє оптимізувати процеси синтезу, зменшити витрати на сировину та енергію, а також підвищити вихід кінцевого продукту. Моделювання також допомагає передбачати можливі побічні реакції та запобігати їх виникненню [6].

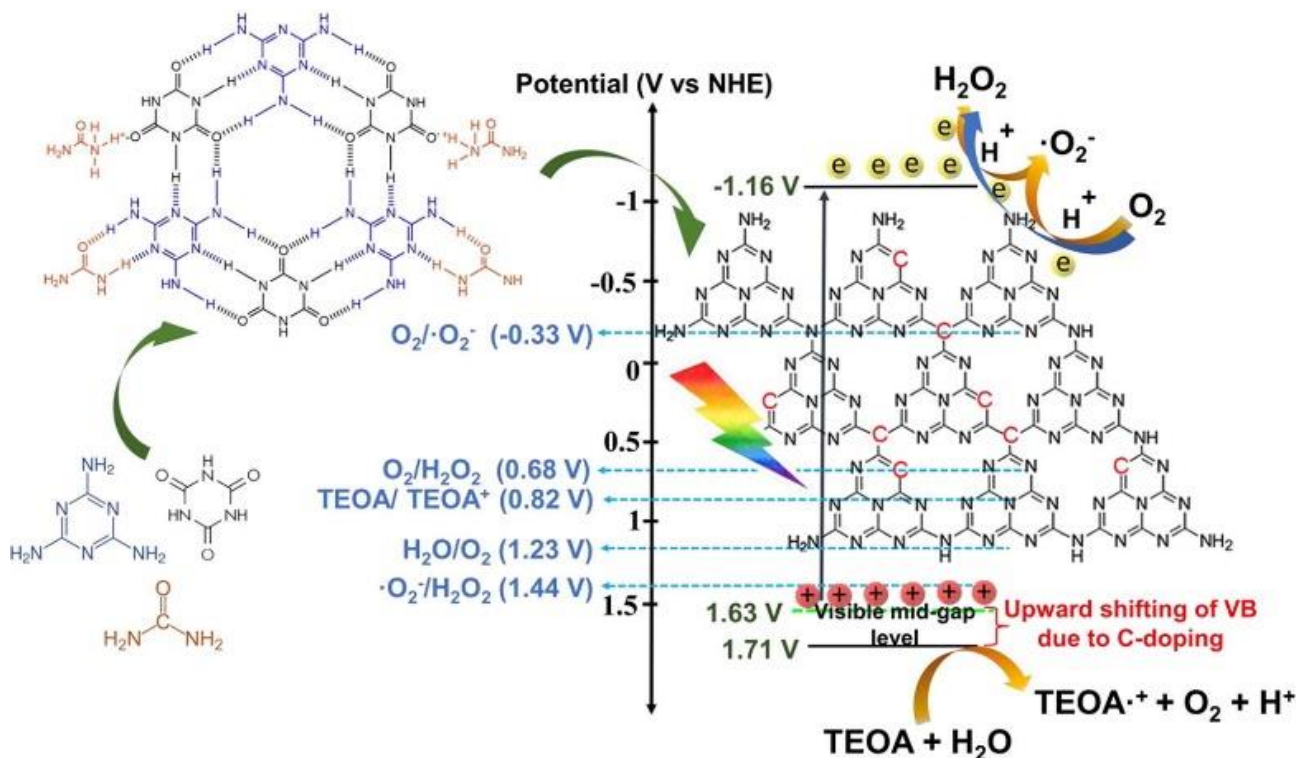


Рис. 1. Приклад моделювання хімічного процесу

5. Моделювання електромагнітних процесів. Електромагнітні процеси є важливими у виробництві електронних компонентів, телекомунікацій та енергетичній галузі. Моделювання електромагнітних полів дозволяє оптимізувати проектування електронних пристроїв, забезпечити їхню ефективність та безпеку [7]. Наприклад, моделювання розподілу електромагнітного поля у мікросхемах дозволяє знизити рівень електромагнітних завад та підвищити швидкодію пристроїв [7].

6. Моделювання біологічних процесів. У біотехнології та медицині математичне моделювання дозволяє досліджувати складні біологічні системи та процеси, такі як ріст клітин, розповсюдження захворювань та взаємодія лікарських препаратів з організмом. Моделювання біологічних процесів допомагає розробляти нові методи лікування та діагностики, а також оптимізувати біотехнологічні процеси [8].

Математичне моделювання складних промислових об'єктів є потужним інструментом для дослідження та вдосконалення технологічних процесів. Подальший розвиток методів моделювання та їх інтеграція з сучасними інформаційними технологіями відкриває нові можливості для підвищення ефективності та якості продукції в різних галузях промисловості. Впровадження таких моделей сприяє зменшенню витрат на експерименти,

оптимізації виробничих процесів і покращенню кінцевої продукції. Це особливо актуально в умовах сучасної конкуренції, де інновації та ефективність є ключовими чинниками успіху.

Література

1. Cai C.-H., Lin Y.-H. (2018) Mathematical modeling in industrial applications. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 14(1), 123–145. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/01492063211002627>.
2. Smith R. (2015) Advanced mathematical methods for industrial applications, *Applied Mathematical Modelling*, 39(7), 1743–1759. URL : https://www.researchgate.net/publication/308303189_An_application_of_the_time-step_topological_model_for_three-phase_transformer_no-load_current_calculation_considering_hysteresis.
3. Anderson J. D., Gerhart G. (2019) *Computational fluid dynamics for engineers*. McGraw-Hill.
4. Pérez R., Sánchez M. (2020) Heat transfer in the food industry. *Journal of Food Engineering*, 12(3), 213–229. https://www.researchgate.net/publication/248431568_Water_in_clinopyroxene_phenocrysts_Faithful_recorders_of_magmatic_water_contents.
5. Li J., Wang X. (2021) Mechanical properties of composite materials. *Journal of Materials Science*, 56(10), 3450–3470. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31964865>.
6. Kim S., Lee H. (2019) Chemical process optimization. *Journal of Chemical Engineering*, 360, 1–15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X24000327>.
7. Zhao Y., Liu W. (2022) Electromagnetic field modeling in electronic devices. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 64(2), 412–425. URL : https://www.researchgate.net/publication/379527962_A_Novel_1-bit_Fast_and_Low_Power_19-T_Full_Adder_Circuit_at_45_nm_Technology_Node.
8. Chen Y., Wang T. (2017) Modeling biological systems for medical applications. *Bioinformatics*, 33(12), 1782–1790. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38386378>.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ДАНИХ ПРО ПОТОКИ

Юрик Я. І., Луцій В. І.

*Інститут економіки та прогнозування НАН України, Київ, Україна
Бердянський державний педагогічний університет, Запоріжжя, Україна
E-mail: yarina79@ukr.net*

The Analysis of Labour Market Dynamics Based on Flow Data

It has examined the functioning of the Ukrainian labour market through the prism of flows between different labour force statuses. It is shown that the analysis of mobility between different labour force statuses allows observing the direction and intensity of flows behind any specific change rates of employment, unemployment or economic inactivity, which makes relevant policy measures on the labour market more targeted. In particular, since the analysed period was marked by increased unemployment rate in Ukraine, established the role of flows in this dynamic.

Усе доросле населення за своїм статусом на ринку праці розподіляється на зайнятих, безробітних та економічно неактивних (тобто осіб, які не входять до складу робочої сили). Статус індивіда не є постійним і рух між зайнятістю, безробіттям та неактивністю є нормою. Спрямованість й інтенсивність таких переміщень безпосередньо позначаються на динаміці агрегованих показників, таких як рівень зайнятості, неактивності чи безробіття, а аналіз інформації про параметри потоків відкриває нові можливості для розуміння більш загальних механізмів функціонування ринку праці. До прикладу, на рис. 1 представлено показники безробіття населення в Україні за останні довоєнні роки.

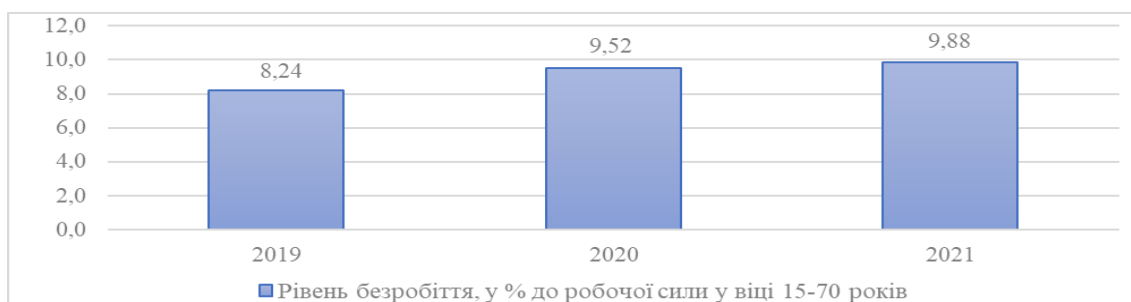


Рис. 1. Рівень безробіття населення (за методологією МОП) в Україні, %, 2019–21, складено за даними Державної служби статистики України [1]

Поруч із макроекономічною картиною підвищення рівня безробіття, використання даних про потоки робочої сили може допомогти оцінити чи зумовлена ця динаміка зростанням кількості людей, які переходять від зайнятості або неактивності до безробіття, а може зменшенням відтоку з безробіття до неактивності чи зайнятості?

Для отримання інформації про масштаби, характер та домінуючі напрями переходів українців між 3 статусами на ринку праці (зайнятістю, безробіттям та

економічною неактивністю) аналітичний підхід у цьому дослідженні відповідає К. Clark & L. Summers [2], L. Bellmann, S. Estrin, H. Lehmann & J. Wadsworth [3], припускаючи, що такі переходи відбуваються за марківським процесом. Так, за стандартним припущенням Маркова, що майбутні стани залежать тільки від поточного стану, ймовірність перебування особи у статусі j на ринку праці в період t , за умови її перебування у статусі i в період $t-1$, буде визначатися за формулою:

$$P_{ij} = \frac{F_{ij}}{S_i} \quad (1)$$

де i та j — статуси на ринку праці Е (зайнятість), У (безробіття) та І (економічна неактивність); F_{ij} — кількість індивідів, які перебували у статусі i у першому періоді обстеження та у статусі j у наступному періоді; S_i — уся кількість індивідів, які перебували у статусі i на початковому етапі обстеження.

Маючи три стандартних статуси на ринку праці, отримуємо дев'ять потенційних переходів, які можна представити у вигляді матриці P :

$$P = \begin{bmatrix} p^{EE} & p^{EU} & p^{EI} \\ p^{UE} & p^{UU} & p^{UI} \\ p^{IE} & p^{IU} & p^{II} \end{bmatrix} \quad (2)$$

де, наприклад, p^{EU} — частка зайнятих у період $t-1$, які стали безробітними у період t .

Звичайно, імовірнісні матриці переходів (P) самі по собі ще не дозволяють виявити прямий зв'язок між спостережуваною мобільністю на ринку праці та зміною агрегованих показників, зокрема рівня безробіття. Послугуючись дослідженнями S. Fujita & G. Ramey [4], R. Shimer [5], M. Elsby, J. Smith & J. Wadsworth [6], B. Petrongolo & C. A. Pissarides [7], можна було би показати, яка частина дисперсії рівня безробіття в стаціонарному стані пояснюється змінами темпів потоків між статусами. Але достовірна відповідність застосовуваному авторами підходу потребує збору даних за значно триваліший період, ніж зараз це доступно для України. А тому, аналогічно, наприклад, до робіт [8–10] пропонується до використання «потоків» декомпозиція спостережуваних змін у рівнях безробіття. Так, рівень безробіття залежить від чистої зміни кількості безробітних (U) та/або зміни чисельності робочої сили (LF), що математично можна записати як:

$$\Delta \left(\frac{U}{LF} \right) = \frac{U_t}{LF_t} - \frac{U_{t-1}}{LF_{t-1}} = \left(p^{EU} \frac{E_{t-1}}{LF_t} + p^{NU} \frac{N_{t-1}}{LF_t} \right) - \left(p^{UE} \frac{U_{t-1}}{LF_t} + p^{UN} \frac{U_{t-1}}{LF_t} \right) + U_{t-1} \left(\frac{1}{LF_t} - \frac{1}{LF_{t-1}} \right) \quad (3)$$

Чиста зміна безробіття у формулі (3) визначається через відповідні валові потоки, які додатково можна виразити через добуток швидкості переходу потоку (p) та запасу ринку праці (E , U , N) у період $t-1$. Таким чином, зміна рівня безробіття розкладається на внески «входів» і «виходів» з нього та третьої компоненти, яка показує ефект зміни у робочій силі. У табл. 1 наведено результати таких розрахунків для України (з використанням файлів мікроданих за показниками щодо робочої сили та їх характеристиками [1]).

Декомпозиція динаміки рівня безробіття в Україні, 2019–2021 рр., в. п.

Компоненти	2019/2020	2020/2021
$\Delta \left(\frac{U}{LF} \right)$	1,28	0,36
Внесок «входів» у безробіття (+)	+3,90	+3,70
$p^{EU} \frac{E_{t-1}}{LF_t}$	2,85	2,56
$p^{NU} \frac{N_{t-1}}{LF_t}$	1,05	1,14
Внесок «виходів» із безробіття (–)	-2,79	-3,40
$-(p^{UE} \frac{U_{t-1}}{LF_t})$	-2,17	-2,43
$-(p^{UN} \frac{U_{t-1}}{LF_t})$	-0,62	-0,97
Внесок змін у робочій силі	0,17	0,05

Отже, згідно отриманих даних, зростання рівня безробіття зумовлено потоками входу у нього і перш за все із зайнятості. Вихід із безробіття у зайнятість чи зі складу робочої сили дещо покращував загальну картину, проте його виявилося недостатньо, щоб змінити баланс «рушійних сил».

Література

1. ukrstat.gov.ua.
2. Clark, K.B., Summers, L.H. (1978). Labor transitions and unemployment. *NBER Working Paper*, 277.
3. Bellmann, L., Estrin, S., Lehmann, H., & Wadsworth, J. (1995). The Eastern German labor market in transition: gross flow estimates from panel data. *Journal of Comparative Economics*, 20(2), P.139-170.
4. Fujita, S., Ramey, G. (2007). The cyclicalities of separation and job finding rates. *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Papers*, P.07-19.
5. Shimer, R. (2007). Reassessing the ins and outs of unemployment / National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.1016/j.red.2012.02.001>
6. Elsby, M.W.L., Smith, J.C. & Wadsworth, J. (2011). The role of worker flows in the dynamics and distribution of UK unemployment. *Oxford Review of Economic Policy*, 27(2), P.338-363.
7. Petrongolo, B., Pissarides, C.A. (2008). The ins and outs of European unemployment. *American Economic Review*, 98(2), P.256-262.
8. Dixon, R., Freebairn, J. & Lim, G.C. (2011, February). Net flows in the U.S. labor market, 1990–2010. *Monthly Labor Review*, P.25-32.
9. Flek, V., Mysíková, M. (2015). Unemployment dynamics in Central Europe: A labour flow approach. *Prague Economic Papers*, 24(1), P.73-87.
10. Flek, V., Mysíková, M. (2016) Youth transitions and labour market flows – who moves & how? *STYLE Working Papers*, 5.2.

5

СЕКЦІЯ

***КІБЕРБЕЗПЕКА
ТА
ЗАХИСТ ДАНИХ***

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У КІБЕРБЕЗПЕЦІ

Бойко І. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: melorianjob@gmail.com

Artificial Intelligence in Cybersecurity

Cybercrime has had an unprecedented impact on businesses across various industries, with its value projected to reach \$8 trillion in 2023 and \$10.5 trillion by 2025. Strong cybersecurity has become more important than ever in today's digital age as business leaders struggle to stay one step ahead in an ever-changing environment. As in many other fields, the role of artificial intelligence (AI) in cybersecurity is likely to become more prominent.

Кіберзлочинність справила безпрецедентний вплив на бізнес у різних галузях. Прогнозується, що її вартість досягне \$8 трлн. у 2023 та \$10,5 трлн. до 2025. Надійна кібербезпека стала як ніколи важливою в сучасну цифрову епоху, адже бізнес-лідери намагаються бути на крок попереду в умовах, що постійно змінюються. Як і в багатьох інших сферах, роль штучного інтелекту (ШІ) у кібербезпеці, ймовірно, стане більш помітною.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль у кібербезпеці. Спочатку, ШІ використовував прості правила для відстеження мережевого трафіка та дій користувачів. Ці правила, створені людьми, допомагали виявляти підозрілу активність, але мали обмеження. Згодом, наприкінці ХХ сторіччя, ШІ став більш розвиненим завдяки прогресу в машинному навчанні. Тепер він може самостійно встановлювати правила, зменшуючи потребу в ручному введенні даних. Алгоритми глибокого навчання дозволили йому ефективніше виявляти потенційні загрози, роблячи кібербезпеку більш надійною.

Сучасний генеративний штучний інтелект, або інтелектуальний ШІ — третя хвиля, яка забезпечує багато переваг у сфері кібербезпеки, від автоматизації повторюваних завдань і зменшення людських помилок до використання прогнозової аналітики для підтримки виявлення загроз. ШІ також виявився безцінним в автоматизації реагування на інциденти безпеки. Штучний інтелект (ШІ) дуже допомагає в автоматизації реагування на кібератаки. Команди з кібербезпеки використовують ШІ для швидкого аналізу загроз і відповіді на них. Технології, як-от машинне навчання та глибоке навчання, які є частинами ШІ, змінили спосіб роботи кібербезпеки.

Нині ШІ може аналізувати великі обсяги даних, вчитися на них, виявляти закономірності та приймати рішення для виявлення та усунення потенційних загроз. Одним із найважливіших напрямів використання ШІ для кібербезпеки є виявлення та відвернення кіберзагроз. Є кілька способів, як алгоритми машинного навчання та ШІ допомагають виявляти кіберзагрози та відвертати їх виникнення.

- Моделі контрольованого навчання використовують позначені та класифіковані дані для навчання. Наприклад, деякі відомі зловмисні програми мають унікальні сигнатури, які відрізняють їх від інших типів кібератак.
- Алгоритми неконтрольованого машинного навчання визначають закономірності в даних, які не було позначено. Так ШІ виявляє вдосконалені або нові кіберзагрози, які не мають відомих сигнатур. Вони шукають дії поза межами норми чи закономірності, що імітують інші кібератаки.
- За допомогою аналізу поведінки користувачів і сутностей системи оцінюють закономірності трафіку користувачів, щоби зрозуміти відомі моделі поведінки і так мати змогу визначати, коли користувач робить щось неочікуване або підозріле, що може вказувати на враження облікового запису.
- Системи ШІ також використовують обробку природної мови для аналізу неструктурованих джерел даних, таких як соціальні медіа, щоб генерувати аналіз кіберзагроз.

ШІ інтегровано в деякі інструменти кібербезпеки, щоб підвищити їхню ефективність. Нижче наведено кілька прикладів.

Брандмауери нового покоління та ШІ. Традиційні брандмауери приймають рішення дозволити або блокувати трафік на основі правил, визначених адміністратором. Брандмауери нового покоління виходять за рамки цих можливостей, використовуючи ШІ для отримання даних аналізу загроз, що допомагає виявляти нові кіберзагрози.

Рішення для захисту кінцевих точок на основі ШІ. Рішення для захисту кінцевих точок за допомогою ШІ виявляють вразливості кінцевих точок, наприклад застарілі операційні системи. ШІ також може допомогти виявити, чи є на пристрої зловмисні програми та чи передаються незвичні обсяги даних до кінцевої точки або з неї. ШІ може допомогти зупинити кібератаки на кінцеву точку, ізолювавши її від решти цифрового середовища.

Системи виявлення та відвернення мережевого вторгнення на основі ШІ. Ці інструменти відстежують мережевий трафік і виявляють неавторизованих користувачів, які намагаються проникнути в організацію через мережу. ШІ допомагає цим системам швидше обробляти дані, щоб виявляти та блокувати кібератаки, перш ніж вони завдадуть багато шкоди.

ШІ та рішення для безпеки в хмарі: Оскільки дуже багато організацій використовують для своєї інфраструктури та програм кілька хмар, буває складно відстежувати кіберзагрози, які поширюються між різними хмарами та програмами. ШІ допомагає захисту хмари, аналізуючи дані з усіх цих джерел, щоб можна було виявляти вразливості та потенційні кібератаки.

Пристрої Інтернету речей (IoT) з ШІ: Організації зазвичай мають, на додаток до кінцевих точок і програм, багато пристроїв IoT, які є потенційними векторами кібератак. ШІ допомагає виявляти кіберзагрози проти будь-якого окремого пристрою IoT, а також знаходити закономірності підозрілих дій на кількох пристроях IoT.

XDR і SIEM: Рішення XDR і SIEM збирають інформацію з різних продуктів безпеки, файлів журналів і зовнішніх джерел, щоб допомогти аналітикам з'ясувати, що відбувається в їхньому середовищі. ШІ допомагає синтезувати всі ці дані в зрозумілі аналітичні висновки.

Значення ШІ для безпеки надалі лише зростатиме. Фахівці передбачають, що в найближчі роки матимуть місце такі тенденції:

- ШІ краще виявлятиме кіберзагрози і видаватиме менше помилкових результатів;
- більш трудомістку частину роботи команд безпеки буде автоматизовано, оскільки ШІ краще реагуватиме на різні типи кібератак;
- організації використовуватимуть ШІ, щоб усунути вразливості та покращувати захищеність;
- фахівці з безпеки й надалі користуватимуться високим попитом;
- люди братимуть на себе більш стратегічні обов'язки, як-от усунення найскладніших інцидентів безпеки та проактивне відстеження кіберзагроз.

Але підвищують свою ефективність із допомогою ШІ не лише фахівці з безпеки. Кіберзлочинці також інвестують у ШІ штучний інтелект і, імовірно, використовуватимуть цю технологію, щоби:

- зламувати велику кількість паролів одночасно;
- створювати складні фішингові кампанії, які важко відрізнити від справжніх електронних листів;
- розробляти зловмисні програми, які надзвичайно важко виявити.

У міру того, як зловмисники впроваджуватимуть у свої методи кібератак дедалі досконаліший ШІ, дедалі нагальнішою потребою для спільноти фахівців із безпеки стане інвестування в ШІ, щоб випередити ці кіберзагрози. Організації стикаються з дедалі більшою кількістю кіберзагроз і ширшими векторами кібератак. Перебравши на себе більшу частину втомливих, низькокваліфікованих завдань, ШІ обіцяє зробити роботу фахівців із безпеки більш приємною та стратегічною. Організації можуть почати готуватися до майбутнього, в якому буде більше кібератак, керованих штучним інтелектом, уже зараз, упроваджуючи ШІ в операції з безпеки. Почніть зі стратегії, а потім інвестуйте в інструменти, які з найбільшою ймовірністю допоможуть вам вирішити найбільші проблеми безпеки вже сьогодні.

Література

1. ЕВА (2024) *Роль штучного інтелекту в кібербезпеці: передбачення та запобігання атакам* [online]. URL : <https://eba.com.ua/rol-shtuchnogo-intelektu-v-kiberbezpetsi-peredbachennya-ta-zapobigannya-atakam>.
2. Microsoft (2023) *Що таке ШІ для кібербезпеки? Захисний комплекс* [online]. URL : <https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-ai-for-cybersecurity>.

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В КІБЕРАТАКАХ ТА ЗАХИСТІ

Будаков І. М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vania23112001@gmail.com

The Role of Artificial Intelligence in Cyber Attacks and Defense

Last year was marked by a series of high-profile cyber incidents that underscored the increasing threats to organizations. Threat number one, ransomware attacks, reached new levels of sophistication, scale and financial impact, targeting critical infrastructure, healthcare systems, and major corporations. AI-powered phishing emails now look deceptively real. The trend towards highly efficient and unrecognizable ransomware and phishing will undoubtedly continue to dominate in 2024. The need to continually upgrade and future-proof security measures at all departments and levels of the company, from employees to managers, is becoming urgent.

Штучний інтелект допомагає посилити недоукомплектовані команди безпеки, забезпечуючи автоматизовані можливості виявлення загроз і реагування на них. Однак точність попередньо навчених чат-ботів створює проблему, оскільки їм може бути важко ефективно справлятися з різноманітними заходами з ліквідації наслідків інцидентів. Покладатися виключно на штучний інтелект для відновлення після інцидентів може бути ризиковано, оскільки йому не вистачає тонких здібностей до прийняття рішень досвідчених аналітиків безпеки. Темна сторона штучного інтелекту проявляється в кібератаках, керованих штучним інтелектом [1].

Чат-бот WormGPT — це інструмент, який допомагає кіберзлочинцям створювати фішингові електронні листи та писати шкідливі програми [2]. Поява WormGPT викликала занепокоєння, особливо його здатність створювати переконливі електронні листи для компрометації ділової електронної пошти. Очікується, що такі атаки, керовані штучним інтелектом, продовжуватимуть розвиватися та ставати все більш витонченими. Організації повинні зберігати пильність, приймаючи комплексну стратегію безпеки, яка інтегрує штучний інтелект як мультиплікатор сили, а не покладатися на нього як на окреме рішення. Очікується, що нестача кваліфікованих фахівців з кібербезпеки в усьому світі продовжуватиме спричиняти вузькі місця в галузі в найближчі роки. Демографічна тенденція до зниження в поєднанні з високою плінністю ІТ-фахівців у Європейському Союзі, яка становить понад 20%, вимагає довгострокових рішень, які виходять за рамки традиційних зусиль з підбору персоналу (Рис.1).

Автоматизація організацій, зокрема за допомогою штучного інтелекту, має вирішальне значення для оптимізації процесів і полегшення навантаження на існуючі команди безпеки. Хмарні технології пропонують часткове полегшення, полегшуючи автоматизацію та інтегруючи вбудовані засоби безпеки.



Рис. 1. Статистичний огляд кризи нестачі навичок кібербезпеки

Тим не менше, по-справжньому всеосяжна стратегія передбачає підвищення привабливості посад у сфері кібербезпеки та впровадження підходу «наймайте за ставлення, навчайте навичкам», тобто надаючи навчання менш кваліфікованим фахівцям і залишаючи старших експертів для навчання недосвідчених (Рис.2).

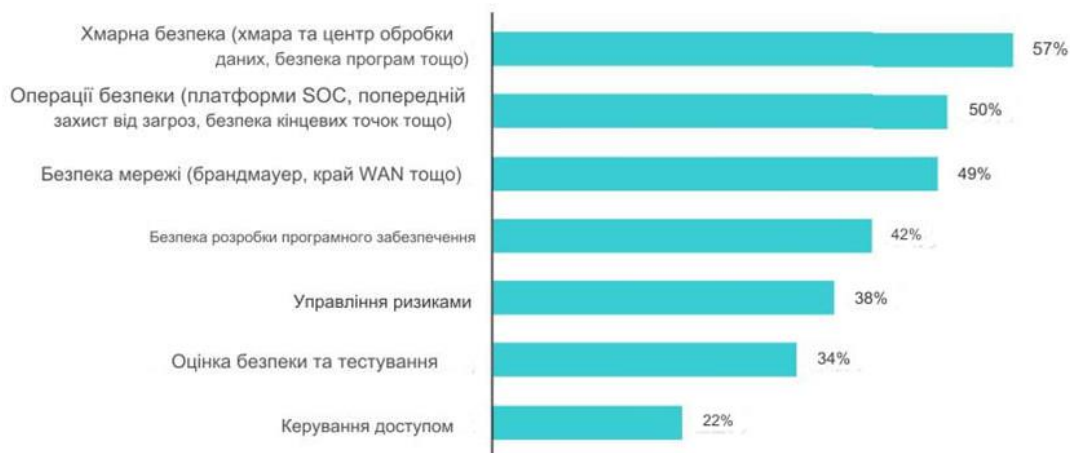


Рис. 2. Ролі, які найважче виконати

Використання сторонніх сервісів для доповнення внутрішніх ресурсів є дійсним варіантом для багатьох організацій, яким потрібна надійна безпека, але які не можуть дозволити собі інвестувати у внутрішню команду безпеки.

Література

1. GBS (2024) *2024 Cybersecurity trends and challenges in 2024*[online]. URL :<https://gbs.com/en/cybersecurity-trends-and-challenges-2024>.
2. DevUA(2023) *2023 Хакер створив чат-бот для кіберзлочинців* [online]. URL :<https://dev.ua/news/wormgpt>

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Васютинська Ю. О., Ковбаса М. Г.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: yuliayuli.v@gmail.com

Technologies for Ensuring Data Transmission Security in Passive Optical Networks

DHCP Snooping is an important instrument of ensuring network security. This thesis examines the principles and advantages of using DHCP Snooping in modern networks. The main aspects of the operation of this protocol, control of access to network ports and improvement of the general level of security are shown. The thesis aims to expand the understanding of the DHCP Snooping process and its importance for ensuring the stability and security of the network environment.

Пасивні оптичні мережі є однією з найперспективніших технологій передачі даних в мережах зв'язку. Разом із впровадженням нових технологій виникають нові проблеми із забезпечення конфіденційності передачі даних і їх цілісності. Збільшення обсягу передачі даних, призвело до зростання кількості злочинів, пов'язаних із крадіжкою персональних даних, неправомірного доступу, перехоплення інформації та ін. [1].

DHCP Snooping — це технологія безпеки призначена для захисту від атак з використанням протоколу DHCP. Наприклад, атаки з заміною DHCP-сервера в мережі або атаки DHCP starvation, яка змушує DHCP-сервер видати всі адреси абонентів зловмиснику. DHCP Snooping запобігає несанкціонованим DHCP-серверам, що пропонують IP-адреси DHCP-клієнтам (рис. 1).

Розглянемо принцип роботи DHCP Snooping. Ця функція налаштовується на комутаторах і призначена для запобігання перехоплення даних. До першого порту комутатора підключений DHCP-сервер, тому на комутаторі ми включаємо DHCP Snooping і позначаємо перший порт як довірений. В результаті решта вузлів, підключених до портів даного комутатора, зможуть отримати адресну інформацію тільки від авторизованого DHCP-сервера, так як DHCP-відповіді на інших портах комутатор відкидатиме [2, 3].

Для правильної роботи DHCP snooping, необхідно вказати, які порти комутатора будуть довіреними (trusted), а які — ні (untrusted).

Довірені (Trusted) — порти комутатора, до яких підключено інший комутатор або DHCP-сервер. DHCP-пакети, отримані з довірених портів, не відкидаються.

Ненадійні (Untrusted) — порти, до яких підключені клієнти. DHCP-пакети, що надходять з цих портів, відкидаються комутатором. Для ненадійних

портів виконується ряд перевірок повідомлень DHCP і створюється база даних прив'язки DHCP (DHCP snooping binding database).

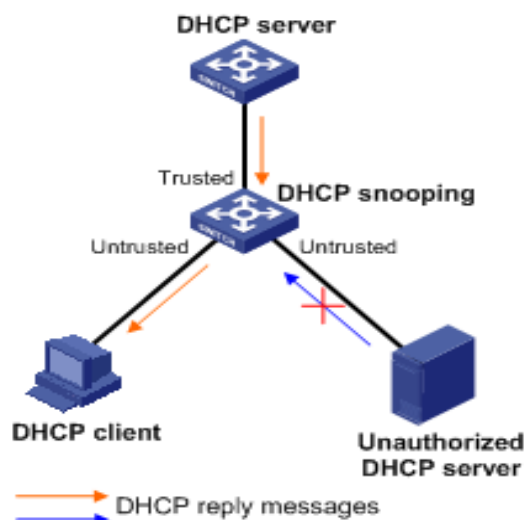


Рис. 1. Схема мережі з функцією DHCP Snooping [2]

На рис. 2 — практичне застосування технології DHCP Snooping на OLT.

```
dhcp-snooping enable
dhcp-snooping chaddr-check enable
dhcp-snooping option82 enable
dhcp-snooping option82 policy replace
dhcp-snooping option82 format "type3"
dhcp-snooping vlan 1,3,192-207
dhcp-snooping trust port xge 0/0 1
dhcp-relay enable
```

Рис. 2. Налаштування DHCP snooping на OLT

Технології забезпечення безпеки передачі даних в пасивних оптичних мережах включають широкий спектр заходів, які охоплюють як кібербезпеку, так і фізичну безпеку, щоб забезпечити надійність і конфіденційність даних, що передаються через мережу. Безпеку передачі даних у мережі можна розглядати як поняття, яке описує процес, а не стан, адже вона потребує постійного розвитку і удосконалення.

Література

1. Altabas J., Sarmiento S., Lazaro J. A. (2018) *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*. John Wiley & Sons, pp. 1–20.
2. Networkel. (2017) *DHCP Snooping, VLAN Hopping, STP Attacks* [online]. URL: <https://networkel.com/dhcp-snooping-vlan-hopping-stp-attacks/>.
3. Бурячок В. Л., Аносов А. О., Семко В. В., Соколов В. Ю., Складанний П. М. (2019) *Технології забезпечення безпеки мережевої інфраструктури*. К.: КУБГ, 218 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ КІБЕРЗАХИСТУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

Дзюба А. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: blakutna.2000@gmail.com

Study of the Problems of Cyber Protection of the Transport System of Sea Ports

The importance of cybersecurity in the context of the digital transformation of seaports. Definition of critical information infrastructure of ports and its significance for the security, economy, and public health. Potential cybersecurity threats in seaports, such as cyberattacks on vessel navigation systems, cargo management systems, and overall port infrastructure. Examples of past incidents highlighting the severity of these threats. With the advancement of modern technologies, the risks of cyberattacks are increasing, underscoring the need to strengthen cybersecurity measures in seaports.

Критична інформаційна інфраструктура (КІІ) включає системи, ресурси й мережі, необхідні для функціонування суспільства і держави. Кібернапади на них можуть мати серйозні наслідки для безпеки, економіки та здоров'я людей.

Приклади критичної інформаційної інфраструктури включають [1]:

- енергетичні системи (електростанції, енергетичні мережі, системи керування та моніторингу енергетичних ресурсів);
- водопостачання і водовідведення (системи очищення та розподілу води, системи каналізації);
- телекомунікаційні мережі (інтернет-провайдери, телефонні мережі, мобільні оператори, системи передачі даних);
- фінансові системи (банки, платіжні системи, фондові біржі, системи електронних платежів);
- транспортні системи (авіаційні системи, залізничні мережі, морські порти, автомобільні транспортні системи);
- охорона здоров'я (лікарні, системи медичного обліку, аптеки, системи моніторингу епідеміологічних даних);
- урядові та державні установи (системи електронного урядування, державні бази даних, інформаційні системи органів влади);
- системи екстреного реагування (служби 911, системи оповіщення про надзвичайні ситуації, системи управління кризовими ситуаціями).

Цифрова трансформація морських портів значно покращила їхню ефективність і продуктивність, завдяки впровадженню хмарних обчислень, великих даних та Інтернету речей (IoT). Ці технології дозволяють підключати до мереж автономні прилади, датчики та лічильники, оптимізуючи транспортні

операції. Однак цифровізація створює нові виклики, пов'язані з кібербезпекою. З впровадженням сучасних технологій зростають ризики проникнення кіберзлочинців до централізованих систем портів, що може надати шахраям доступ до великого обсягу конфіденційної інформації.

Кіберзагрози можуть включати крадіжку даних, зміну інформації про контейнери, що може призвести до аварій (рис. 1), перехоплення зв'язку між портом і зацікавленими сторонами, шпигунство, викрадення сеансів для отримання прав доступу, мережева розвідка, маніпулювання трафіком, фішингові атаки, незаконна контрабанда людей і наркотиків, відключення портових систем, шахрайство, саботаж, вандалізм, несанкціонований доступ, тероризм і корупція.

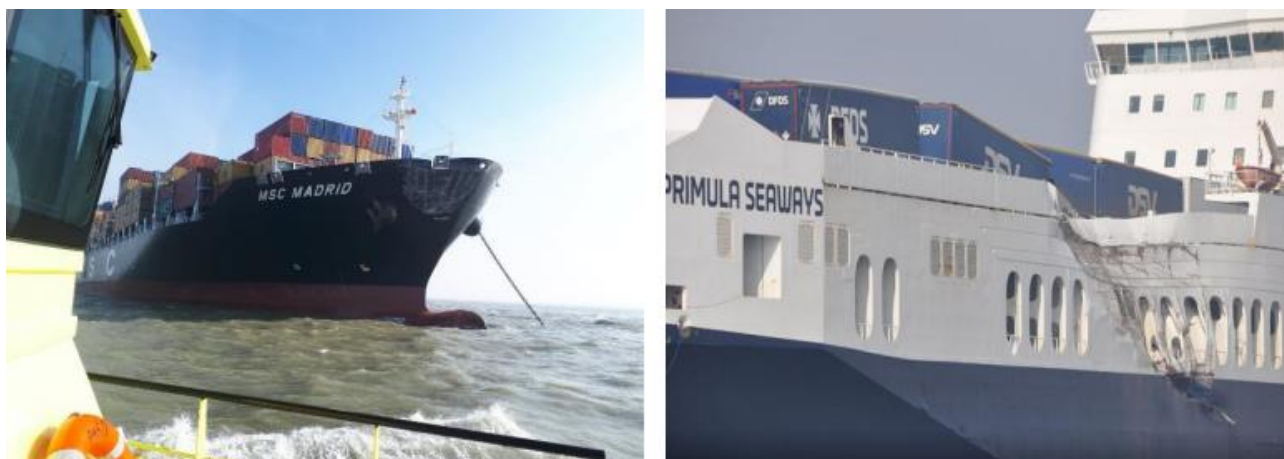


Рис. 1. Наслідки аварій при перевезеннях

Необхідність посилення кібербезпеки в портах особливо актуальна у зв'язку з останніми інцидентами. Влітку минулого року кібератакам піддавалися порти Роттердама, Амстердама і Гронінгена. Після DDoS-атаки на веб-сайт порту Амстердама, він був неактивним майже годину, натомість порт, що знаходиться у Гронінгені (рис. 2), працював з перебоями більше двох діб. Після детального розслідування було виявлено, що дані атаки були здійснені з російських та сербських IP-адрес.

Повідомляється, що незадовго до атак нідерландська розвідка проінформувала стосовно можливих атак зі сторони Росії. Деталі даного повідомлення стало уточнення, що росіяни намагалися отримати дані для диверсій критично важливих об'єктах інфраструктури в голландській частині Північного моря [3].

Європейським Союзом було затверджено нові правила кібербезпеки, які зобов'язують компанії критичної інфраструктури впроваджувати технічні заходи безпеки. До цих заходів було віднесено: шифрування, оцінку кіберризиків, належну обачність, повідомляти про атаки з 2024 року.

Інший випадок стосувався компанії Maersk, яка стала жертвою атаки здирників NotPetya, що заразила 50 тисяч кінцевих точок, тисячі додатків і серверів на 600 сайтах у 130 країнах. На конференції «Асоціації операторів балкерних терміналів 2019 року» підкреслено, що кібербезпека залишається

слабким місцем у взаємодії між судном і берегом, що вимагає посилення заходів захисту портів.



Рис. 2. Порт Гронінгена

Загрози кібербезпеки в портах численні через складність операцій, що включають наземну, морську та економічну діяльність, а також велику кількість працівників. Навіть з новими системами захисту порти залишаються вразливими до кібератак через величезну кількість даних, що зберігаються та передаються. Автоматизований процес навігації суден та програмне забезпечення для управління вантажними операціями роблять порти привабливою ціллю для злочинної діяльності [2].

Література

1. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» [Online] ЄДРЗМ. 2017. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/t172163>.
2. Melnyk O., Koryakin K., Zayats S. V., Safian S. V. (2022) *Relevant Issues of Seaport Cybersecurity* [online] 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/363108108_relevant_issues_of_seaport_cybersecurity_aktualni_pitanna_kiberbezpeki_morskih_portiv.
3. Муравський А. *Порти під кібератаками: Зростаюча загроза для морської галузі* [Online] ЦТС, 2024. URL: https://cfts.org.ua/articles/porti_pid_kiberatakami_zrostayucha_zagroza_dlya_morsko_galuzi_2021/140318.

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ПРОТОТИПІЗАЦІЇ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ІЗ SIEM-МЕНЕДЖМЕНТУ НА ОСНОВІ ІНСТРУМЕНТІВ ІЗ ВІДКРИТИМ КОДОМ

Литвинов В. А., М'якшило О. М.

Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ, Київ, Україна
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
E-mail: l3914306@gmail.com

Some Approaches to Prototyping SIEM Management Software Solutions Based on Open Source Tools

The available free open source tools for implementing the compatible functioning of LMS and SIEM management are considered. Preliminary integration solutions based on the TDIR evolutionary scheme of Gartner are offered.

Для сучасних **SOC** (Security Operations Center) основна технологія моніторингу, виявлення загроз і реагування базується на системах Управління Інформацією і Подіями Безпеки **SIEM** (Security Information and Event Management), яка об'єднує журнали пристроїв, застосунків та інформацію о подіях від всіх інструментів безпеки.. Системи **SIEM** мають багато спільного з системами управління журналами **LMS** (Log Management System), що здійснюють безперервний процес централізованого збору, парсінгу, зберігання та аналізу журнальних даних. В цілому **LMS** і **SIEM** орієнтовані на різні задачі, але мають спільну інформаційну базу у вигляді даних журналів і частково перетинаються в виконанні функції моніторингу безпеки. Це обґрунтовує доцільність розробки архітектури інтеграційних рішень щодо сумісного функціонування **SIEM** і **LMS** в рамках **SOC** (зокрема, мережі СЦ) і аналізу наявних можливостей попередньої прототипізації повнофункціональної реалізації цих рішень.

Трактовку застосованого нами терміну «повнофункціональна» і «дорожню карту» створення таких **SIEM**, яку запропонувала відома дослідницька фірма Gartner, ілюструє рисунок. Повнофункціональний набір інструментів має включати платформи, що забезпечують:

- виконання базових функцій **SIEM** — безпековий моніторинг журналів, кореляція подій безпеки, довгостроковий інтелектуальний аналіз;
- автоматизацію процесів моніторингу, обліку і реагування на інциденти інформаційної безпеки — стримування, усунення наслідків і відновлення після атаки (**IRP** — Incident Response Platform);
- «оркестрування» і автоматизацію процесів попередження і протидії кібератакам (**SOA** – Security Orchestration and Automation);

- розвідку кіберзагроз (**TIR** — Threat Intelligence Platform);
- контроль облікових записів користувачів і виявлення аномалій в їхньої поведінці (**UEBA** — User and Entity Behavior Analytics).

Наведені комплексні інструменти в складі **SIEM** інтегруються в загальну платформу попередження, виявлення і реагування на загрози **TDIR**.

TDIR — An Evolution

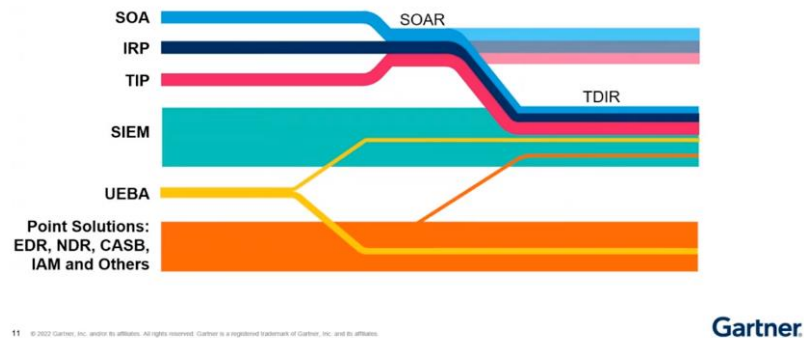


Рис. 1. Еволюційна схема TDIR

Нині повнофункціональної open source платформи **SIEM**, на жаль, не існує, і навряд чи вона з'явиться, враховуючи наявні ринкові тенденції до скорочення безоплатних пропозицій. Тому в контексті поставленої задачі лишається тільки рішення з використання наявних окремих інструментів, - їх адаптації, поступового розвитку і інтеграції в рамках єдиної платформи. Огляд доступних джерел (наприклад, [1,2] та більше десятка інших подібних) свідчить про наступні можливості щодо free open source інструментів, які, на думку авторів, в першу чергу заслуговують на увагу в контексті поставленої задачі.

*В номінації **SIEM**, **UEBA***

- OSSEK, Snort— системи виявлення хост-вторгнень і мережевих вторгнень.
- OSSIM — платформа з функціоналом виявлення вторгнень, поведінкового моніторингу, кореляції подій, ідентифікації та оцінки вразливостей. Інтегрує в своєму складі OSSEK, Snort і багато інших інструментів.
- Open UBA — фреймворк для моделювання поведінки користувачів (в розробці).
- Arach Metron — платформа аналізу поведінки користувачів і виявлення аномалій на основі машинного навчання.

У доповнення до відзначених систем і платформ є велика кількість платних інструментів з безоплатним місячним терміном випробування. Крім того, багато джерел до засобів **SIEM** відносять і стек ELK завдяки його інструментальним аналітичним можливостям. Обмежені функції **UEBA** виконує OSSIM.

*В номінації **IRP**:*

- GRR Rapid Response - масштабована система ідентифікації і віддаленого аналізу інцидентів.
- The Hive Project – IR-платформа coworking'а аналітиків в розслідуваннях інцидентів.

До засобів **IRP** відносять і OSSIM.

В номінації TIP

- Yeti – централізований репозиторій загроз, містить дані, що створені і підтримуються різними службами реагування на інциденти.
- Type DB-CTI – відмінна, як стверджується в одному з джерел, платформа аналізу загроз на основі єдиної бази даних інцидентів.

Додатково є декілька систем, що забезпечують накопичення з різних джерел, актуалізацію і обробку даних щодо інцидентів і потенціальних загроз (Open Threat Exchange та ін.).

В номінації SOA, SOAR

- Tines, Stuffle – платформи автоматизації виконання робочих процесів підтримки (SOA), – безоплатно початковий рівень функціоналу.
- LogicHub – платформа, що забезпечує автономне виявлення загроз і автоматизацію реагування на інциденти з використанням машинного навчання (безоплатно, але, як відзначається, користувачам США та Канади).

Пропонується багато платних платформ з безоплатним випробувальним терміном. Результати проведеного огляду дають підстави для таких висновків.

1. В контексті задачі інтеграції **LMS-SIEM** питання з вибором ELK – Graylog [3] має вирішуватися на користь стека ELK, що надає відповідні можливості і в багатьох джерелах позиціонується теж, як інструмент (обмежений) **SIEM**.

2. На фоні величезної кількості платних інструментів **SIEM-SOAR** доля безоплатних невеличка, але в кожній номінації схеми Gartner щось є.

3. Враховуючи широкі початкові можливості OSSIM, для першого етапу вирішення задачі напрошується рішення інтеграції ELK-OSSIM з подальшим поступовим розвитком і інтеграцією компонентів **SOAR**.

Література

1. 10 Most Valuable SIEM tools for 2024 (Open Source). URL: <https://logz.io/blog/open-source-siem-tools>
2. 10 Best Free and Open-Source SIEM Tools. URL: <https://www.dnsstuff.com/free-siem-tools>
3. Литвинов В.А., М'якшило О.М., Брацький В.О. Задача централізованого управління журналами в мережі ситуаційних центрів ОДВ і підходи до прототипування її програмних рішень// Математичні машини і системи.- 2023. - №4, с. 33–42.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мандяк Н. І., Дмитришин М. І.

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
Івано-Франківськ, Україна
E-mail: docnazar7@gmail.com*

Development of Software Protection Methods

The development of software protection methods focuses on safeguarding applications from unauthorized access, tampering, and piracy. Key techniques include encryption, obfuscation, and the implementation of secure coding practices. These methods aim to protect intellectual property, ensure data integrity, and maintain user trust. Continuous advancements in security algorithms and threat detection are essential to counter evolving cyber threats, ensuring robust defense mechanisms for modern software environments.

Методи захисту програмного забезпечення охоплюють широкий спектр технічних рішень, починаючи від шифрування даних та використання цифрових підписів, і закінчуючи впровадженням багатфакторної аутентифікації та систем виявлення вторгнень [1]. Дана робота спрямована на дослідження сучасних методів захисту програмного забезпечення, аналіз їх ефективності та розробку рекомендацій щодо їх впровадження у практичну діяльність.

В магістерській роботі було здійснено глибокий аналіз наявних методів захисту програмного забезпечення, що дозволило виявити основні вразливості та загрози, які постійно еволюціонують у кіберпросторі. Аналіз охоплював детальний огляд найсучасніших технологій та стратегій захисту, в результаті чого було встановлено, що багато традиційних підходів більше не відповідають сучасним вимогам безпеки через швидке поширення нових і витончених форм кібератак, таких як рансомвар, фішинг та багатоетапні атаки.

На основі виявлених прогалин були розроблені нові методи захисту, які включають передові технології шифрування, а також розширені методи машинного навчання для прогнозування і нейтралізації потенційних загроз у реальному часі. Ці методи були інтегровані у комплексну систему захисту, що дозволяє не лише пасивно реагувати на загрози, але й активно передбачати потенційні атаки, значно знижуючи ризики. Ключовим аспектом стало встановлення, що поєднання технічних і організаційних заходів безпеки є вирішальним для створення адаптивної та ефективної системи захисту [2].

Ефективність запропонованих рішень була перевірена через серію тестувань, які включали автоматизовані та ручні процедури перевірки. Результати підтвердили, що нові методи значно підвищують стійкість систем до атак і дозволяють швидко адаптуватися до змінних умов кіберпростору. Ці розробки відкривають перспективи для подальших досліджень, спрямованих на

створення ще більш авангардних рішень, здатних протистояти навіть найскладнішим і найбільш непередбачуваним кібератакам.

Завершальний етап роботи був присвячений розробці та впровадженню комплексної системи захисту, яка інтегрує новітні технології для забезпечення високого рівня безпеки програмного забезпечення. Система включає традиційні засоби шифрування та аутентифікації, а також передові рішення, такі як поведінковий аналіз та автоматизоване виявлення аномалій.

Для оцінки ефективності розробленої системи та застосованих методів були застосовані специфічні метрики, що відображають здатність системи виявляти та протидіяти потенційним загрозам. Ключовими показниками, які були взяті для аналізу, стали частота виявлення загроз, частота помилкових спрацьовувань та час реакції на загрози [3]. На основі наших тестів, система продемонструвала високу точність у виявленні вразливостей, досягнувши 91.3%. Оцінку ефективності підсистеми, на основі тестування наведено в таблиці 1:

Таблиця 1. Оцінка ефективності підсистеми

№	Тип вразливості	Кількість випадків	Виявлено	Помилкові спрацьовування	Час реакції
1	Port Scan	50	45	2	2 сек
2	WAF Detection	30	27	1	3 сек
3	Subdomain Scan	40	38	0	4 сек

Для майбутніх досліджень у галузі кібербезпеки важливо розробляти алгоритми машинного навчання, які можуть самостійно адаптуватися та оптимізувати процеси виявлення та реагування на загрози. Це включає створення передбачувальних моделей для виявлення потенційно шкідливої поведінки до заподіювання шкоди. Інший важливий напрямок – підвищення обізнаності користувачів про кіберзагрози через регулярні тренінги та навчальні програми, що допоможуть ефективно реагувати на загрози.

Література

1. Криворотько О. О., Пархомовський В. В. (2015) Огляд сучасних методів виявлення та протидії кіберзагрозам в області інформаційної безпеки, *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 2, с. 45–53.
2. Кригінський С. В. (2019) Методи інтеграції штучного інтелекту в системи виявлення та захисту вебдодатків, *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 1, с. 67–75.
3. Савчук О. О., Мельник О. О. (2018) Стратегії та методи захисту від кіберзагроз у сучасних інформаційних системах, *Комп'ютерні науки та інформаційні технології*, № 5, с. 34–45.

КІБЕРЗАХИСТ: КЛЮЧОВІ ЕТАПИ ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ

Посух І. В.

ІІІ «І-АР-СІ», Київ, Україна

E-mail: i.posukh@gmail.com

Cybersecurity, Key Stages of Planning and Event Management

Cybersecurity is an important and complicated process that takes part in the implementation and maintenance of nearly all modern systems. And if we want to keep some level of the security, we have to consider it as a continuous process, including stages of planning, exploration, prioritization, fixing mistakes and strategy implementation, scaling then.

Кіберзахист сучасної інфраструктури та активів є надважливим завданням. Від належного захисту залежить безпека особистих даних, фінансових транзакцій та конфіденційної інформації. Ефективні заходи кіберзахисту допомагають запобігати кібератакам, які можуть призвести до значних фінансових втрат, репутаційних ризиків і навіть ризиків національної безпеки. Крім того, кіберзахист забезпечує стійкість ІТ-інфраструктури, дозволяючи безперебійно функціонувати критично важливим системам і сервісам. Але у більшості випадків кіберзахист розглядається як набір точкових заходів, які не вимагають постійної уваги. Також існують помилкові розуміння зони застосування заходів кіберзахисту. Опишемо процес планування заходів та визначення їхніх меж для організацій будь-якого поточного рівня безпеки.



Рис. 1. Основні напрямки впливу стандарту управління безпекою ISO 27001 [1]

Кіберзахист є безперервним циклом, який охоплює набагато більший перелік завдань та сфер застосування, ніж здається на перший погляд. Для систематизації цих знань було розроблено низку стандартів на рис. 1 наведено приклад напрямків застосування стандарту ISO 27001 [1]. Але впровадити одразу всі заходи зазначені у стандартах не є можливим і необхідним, тож

перед їх проведенням треба розробити план та визначити межі критичної інфраструктури (в рамках обов'язкових етапів планування).

Планування також стандартизовано за допомогою ISO 27001 [1], але зручнішим, на наш погляд, є фреймворк Gartner's STEM [2] Continuous Threat Exposure Management (Рис. 2), що дозволяє пріорітезувати загрози, отримати практичну інформацію, проактивно керувати ризиками, підвищити адаптивність та врахувати інтереси бізнесу. Згідно цього фреймворку роботи будуть проводитись у п'ять етапів, перші три з яких є підготовчими.



Рис. 2. П'ять етапів STEM [2]

Етап 1 - Окреслення меж. Для цього будемо використовувати наступні критерії, від більш до менш впливових: 1. Вимоги бізнесу (або організації для якої створюється проєкт). У першу чергу розглядаємо елементи, від яких залежить безперервне функціонування бізнесу а також ті елементи які явно зазначені як критичні ключовими менеджерами (C level) або «центрами прийняття рішень» такими як рада директорів. 2. Вимоги регулятора. Наприклад закон «Про захист персональних даних» [3], закон «Про критичну інфраструктуру» [4] тощо. 3. Вимоги галузі. Стандарт PCI DSS [5] у банківській сфері, вимоги до банків від НБУ [6], окремі галузеві «найкращі практики». 4. Вимоги згідно стандартів (ISO 27001 [1], NIST Cybersecurity Framework тощо). Треба зазначити, що ISO 27001 [1] це не стандарт безпеки. Це стандарт управління безпекою. Тобто сфера застосування цього стандарту називається «система управління інформаційною безпекою» або СУІБ. З цього слідує, якщо організації видали ISO 27001 [1], то це означає, що вона може впливати на рівень безпеки в керований спосіб. А власне рівень безпеки буде залежати не від наявності системи управління, а від того, як її буде застосовано.

Етап 2 – Пошук активів. Під час цього етапу виконується розгляд та аналіз потенційних загроз серед видимих та прихованих активів організації. Залучаються спеціалісти різних напрямків, не тільки спеціалісти з Інформаційної Безпеки так як ресурси, що досліджуються можуть бути різними як то: програмні, апаратні, фізичні тощо.

Етап 3 – Пріоритизація. Час проаналізувати інформацію, отриману на перших двох етапах. виправити всі проблеми і виконати всі вимоги зазвичай не можливо. На цьому етапі треба вирішити, які із сформульованих під час перших двох етапів питань та проблем є критичними або найбільш вагомими, тобто мають найбільший вплив або пов'язані з найбільш критичними активами.

Етап 4 – Перевірка. Планування закінчується, і починаються безпосередньо дії. Роботи проводяться для тих потенційних вразливостей, які були визначені пріоритетними на третьому етапі. В залежності від специфіки роботи можуть бути дуже різними: перевірка коду (code review) для компанії, яка працює над програмним продуктом, сканування пристроїв та ПЗ на предмет наявності вразливостей, перевірка фізичної сегментації критичних ділянок, некоректної комутації кабелів тощо. Аналіз та тестування планів реагування на надзвичайні ситуації. Результат бажано оформити у вигляді звіту формату «вразливість - опис - шляхи вирішення – критичність».

Етап 5 – Мобілізація ресурсів. Після створення звіту проводиться його презентація зацікавленим сторонам – менеджменту (C level), керівникам відділів, раді директорів. Створюється робоча група виконавців, відповідальних за виправлення знайдених вразливостей у своїй сфері відповідальності. Бажано задокументувати поточні домовленості і прозвітувати зацікавленим сторонам щодо результатів опрацювання звіту.

Що далі? Перш за все, варто спробувати масштабувати отримані результати: проаналізувати звіт і спробувати знайти вразливості, які дублюються, але були відфільтровані під час етапу 3 або є схожими на вже вирішені, але також не потрапили у межі проєкту. Це повторювані роботи, тож їх виконання займе набагато менший час. Процес має бути безперервним, тож потім рекомендується провести весь процес із 1-го етапу. З практики випливає, що перші 3-5 циклів дуже впливові та насичені. Рекомендується проходити всі наведені вище етапи, а не тільки розширювати пріоритетні зони (Етап 3) так як після повного циклу «Межі» і «Активи» можуть суттєво змінитися.

Література

1. ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements [online]. URL : <https://www.iso.org/standard/27001>.
2. How to Manage Cybersecurity Threats, Not Episodes [online]. URL : <https://www.gartner.com/en/articles/how-to-manage-cybersecurity-threats-not-episodes>.
3. Закон України «Про захист персональних даних» [online]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>.
4. Закон України «Про критичну інфраструктуру» [online]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>.
5. PCI Data Security Standard (PCI DSS) [online]. URL : <https://www.pcisecuritystandards.org/standards/pci-dss>.
6. Оновлені вимоги до банків, що залучатимуться до зберігання запасів готівки регулятора [online]. URL : <https://bank.gov.ua/ua/news/all/onovleni-vimogi-do-bankiv-scho-zaluchatimutsya-do-zberigannya-zapasiv-gotivki-regulyatora>.

ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ КІБЕРБЕЗПЕКИ ISO 27001

Ткач Д. О.

ФОП, Київ, Україна

E-mail: tkachdima1988@gmail.com

ISO 27001 Cybersecurity Standard

Nowadays, business needs to identify and manage risks in the conditions of constantly growing and changing technical capabilities, under the condition of the complexity of technical means, the complexity of ensuring compliance with external requirements. The ISO/IEC 27001 standard contains requirements for information security and establishes, helps to develop and maintain an Information Security Management System (ISMS).

Бізнес у наш час потребує ідентифікації та керування ризиками в умовах постійно зростаючих технічних можливостей, що змінюються, при умові ускладнення технічних засобів, складності забезпечення відповідності зовнішнім вимогам (compliance). Стандарт ISO/IEC 27001 містить вимоги щодо інформаційної безпеки та створює, допомагає розвивати та підтримувати систему менеджменту інформаційної безпеки (СМІБ).

Нині крадіжка даних, кіберзлочинність та відповідальність за витік конфіденційної інформації становлять ризики, які необхідно враховувати для всіх організацій, незалежно від їх розміру та сфери діяльності. Кожне підприємство має стратегічно продумати свої потреби в інформаційній безпеці та зрозуміти, як вони співвідносяться з його власними цілями, процесами, розміром та структурою.

Стандарт ISO/IEC 27001 [3] дозволяє організаціям створити систему управління інформаційною безпекою та застосовувати процес управління ризиками, адаптований до їх розмірів та потреб, та масштабувати його, коли необхідно. Переваги цього стандарту стають все більше зрозумілими компаніям, що працюють у всіх секторах економіки, включаючи всі види послуг, і виробництва, а також фінансовий сектор.

Цінність сертифікації для бізнесу також полягає у впорядкованому підході, який передбачає розробку процесів управління безпекою, методологій, інструментів та шаблонів, які можна багаторазово використовувати у всій компанії та для всіх операцій — планування безпеки, впровадження, функціонування, моніторингу, відстеження, підготовки звітності.

Переваги, які дає ISO 27001:

- дозволяє компанії відповідати зовнішнім вимогам та підвищує довіру як до надійного партнера;
- знизити вразливість перед зростаючою загрозою кібератак;
- своєчасно реагувати на ризики безпеки, що змінюються;

- впевненість у тому, що фінансова звітність, інтелектуальна власність, дані співробітників та інформація, довірена третім особам, залишаються цілісними, конфіденційними та доступними за потреби;
- єдиний підхід до захисту всієї інформації та забезпечення централізованого управління системою;
- захист інформації у всіх формах, включаючи паперові, хмарні та цифрові дані;
- заощадити кошти за рахунок підвищення ефективності та скорочення витрат на неефективні технології захисту.

Для української компанії WhiteBIT впровадження та сертифікація за стандартами ISO 27001 стали важливими кроками до лідерства у сфері фінтеху та криптовалют. Наявність таких сертифікатів підтверджує їх здатність надавати надійний захист інформації. Це також демонструє їхню прозорість та відповідність міжнародним стандартам управління та безпеки. Це дає можливість клієнтам та партнерам довіряти компанії, сприяючи її стабільному розвитку в сфері фінтеху [1].

Компанія Clay Solutions B.V., що входить до складу SALTO Group, також успішно завершила аудит ISO 27001 для свого хмарного рішення з контролю доступу SALTO KS.

Проходження сертифікації ISO 27001 підтверджує, що їх рішення доступу були перевірені та оцінені згідно міжнародних стандартів що надає ISO 27001, що відповідає високому рівню інформаційної безпеки. Це говорить про те, що дана компанія забезпечує дуже високий рівень захисту даних, забезпечуючи безпеку дверей і користувачів.

Наведемо слова Барта Клавера, керівного директора Clay Solutions B.V., після впровадження ISO 27001: «Щодня багато людей в усьому світі використовують наші технології для доступу до своїх робочих місць, будівель або дверей. Сертифікація за стандартом ISO 27001 підтверджує нашу постійну відданість надійним методам безпеки та управління ризиками, а також демонструє, що інформаційна безпека є одним з ключових аспектів нашої роботи» [2].

Література

1. AIN.ua (2024) *Досвід IT-компаній у впровадженні та сертифікації за стандартами ISO 9001, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27701* [online]. URL : <https://ain.ua/2024/03/20/dosvid-it-kompanij-v-vprovadzhenni-ta-sertyfikacziyi-za-standartamy-iso-9001-iso-iec-27001-iso-iec-27701>.
2. SALTO (2024) (2022) *Про компанію* [online]. URL : <https://salto.com.ua/pro-kompaniyu>.
3. ISO/IEC 27001:2022/Amd 1:2024 (2024) [online]. URL : <https://www.iso.org/standard/88435.html>.

СИСТЕМА АНАЛІЗУ АВТЕНТИЧНОСТІ ФОТОФАЙЛІВ ДЛЯ КІБЕРПОЛІЦІЇ

Франц С. В., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: svfrants03@gmail.com

Photo Files Authenticity Analysis System for Cyberpolice

Modern image creation and editing technologies make photo forgery accessible to a wide range of users. This causes an increase in the number of crimes related to digital images. In such conditions, the availability of tools for analyzing the authenticity of photo files becomes critically important for law enforcement agencies.

Щодня правоохоронні органи реєструють безліч випадків використання підроблених зображень у кримінальних справах, соціальних медіа та інших сферах. Це створює нагальну потребу в ефективних інструментах для виявлення підробок і забезпечення надійності цифрових доказів. Метою мого проєкту є розроблення програмного модуля для аналізу автентичності фото файлів, який буде використовуватися кіберполіцією для виявлення фальсифікацій і забезпечення кібербезпеки. Сучасні технології створення та редагування зображень роблять підробку фотографій доступною для широкого кола користувачів. Це викликає зростання кількості злочинів, пов'язаних із цифровими зображеннями. В таких умовах наявність інструментів для аналізу автентичності фотофайлів стає критично важливою для правоохоронних органів. За даними звітів кібербезпеки, кількість інцидентів, пов'язаних із підробкою зображень, постійно зростає. Це стосується як фальсифікації доказів у судових справах, так і створення неправдивих новин для маніпуляції громадською думкою [1]. Поліція та інші правоохоронні органи потребують надійних інструментів для швидкого та ефективного виявлення підробок. Мій проєкт надає можливість автоматизувати процес аналізу зображень, що значно знижує людський фактор і підвищує точність результатів [2].

Метою дослідження є створення ефективного програмного модуля для аналізу автентичності фото файлів, що забезпечить автоматизацію процесу виявлення підробок, використання сучасних методів аналізу метаданих, візуального аналізу та аналізу рівня помилок (ELA), а також інтеграцію з існуючими базами даних та іншими системами кіберполіції.

Проєкт використовує кілька основних методів для аналізу зображень. Аналіз метаданих включає витяг та аналіз метаданих фото файлів для виявлення ознак підробки. Візуальний аналіз передбачає проведення візуального аналізу зображень для виявлення ознак обробки або маніпуляцій [3]. Аналіз рівня помилок (ELA) використовується для виявлення областей зображення, які можуть містити підробку через різні рівні стиснення [4].

Наукова новизна проєкту полягає в інтеграції різних методів аналізу автентичності зображень в один програмний модуль, що забезпечує комплексний підхід до виявлення підробок. Практична значущість проєкту полягає в його здатності значно підвищити ефективність роботи кіберполіції, зменшити витрати часу та ресурсів, а також забезпечити більш точні та надійні результати аналізу.

Очікувані результати проєкту включають розробку та впровадження програмного модуля для аналізу автентичності фото файлів, підвищення ефективності роботи кіберполіції у виявленні підробок, зниження кількості злочинів, пов'язаних із використанням підроблених зображень. Проєкт з аналізу автентичності фото файлів є важливим інструментом у боротьбі з цифровими злочинами та забезпеченні кібербезпеки. Впровадження такого програмного модуля допоможе підвищити ефективність роботи кіберполіції, зменшити витрати часу та ресурсів, а також забезпечити більш точні та надійні результати аналізу. Спираючись на дослідження та практичний досвід, можна впевнено стверджувати, що такий проєкт має значний потенціал і є необхідним у сучасних умовах. Крім того, важливість впровадження таких технологій підкреслюється зростанням ролі цифрових доказів у сучасних правових системах. Від точності і надійності аналізу зображень залежить результат багатьох кримінальних розслідувань та судових процесів. Помилкове визначення автентичності зображення може призвести до серйозних юридичних наслідків, включаючи неправомірне засудження або, навпаки, виправдання злочинця. Тому створення ефективних і надійних інструментів для виявлення підробок є не лише технічною, але й соціальною необхідністю.

Сучасні методи фальсифікації зображень стають все більш витонченими, що вимагає від аналітичних інструментів постійного оновлення та вдосконалення. Використання новітніх алгоритмів та методів у поєднанні з традиційними методами аналізу значно підвищує точність виявлення підробок. Такий підхід дозволяє не тільки виявляти очевидні маніпуляції, але й знаходити приховані зміни, які могли б залишитися непоміченими при ручному аналізі. Це забезпечує надійність та достовірність отриманих результатів, що є критично важливим у роботі правоохоронних органів.

Література

1. Symantec Internet Security Threat Report (ISTR) (2024) [online]. URL : <https://www.symantec.com/security-center/threat-report>
2. Farid H. (2009) *"Image forgery detection"*, pp. 16–25 [online] URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4806202>
3. Fridrich J. et al. (2015) *"A Survey on Image Forgery Detection"*, pp. 25–28 [online]. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7049877>
4. Nguyen B., Simkin L. (2017) The Internet of Things (IoT) and Marketing: the State of Play, Future Trends and the Implications for Marketing, *J. of Marketing Management*, 33(1–2), pp. 1–6.

ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТА СУЧАСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ КОДУВАННЯ ТА ДЕКОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Хотєєв М. Д.

Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, Україна

Овчарук В. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: ovcharukvo@nuft.edu.ua

Basic Processes and Modern Application of Information Encoding and Decoding Algorithms

Encoding and decoding information are key processes that have become essential in our digital lives. These processes make it possible to pack large amounts of data and transmit it over various communication channels, including the Internet. However, their importance is not limited to data transmission - they are also used in graphics, sound, video, and other areas. The report discusses the algorithms for encoding and decoding data information for various file formats, the features of these methods, and the areas of their application

Основна мета кодування та декодування даних полягає в тому, щоб зменшити обсяг інформації та передати її швидко та без втрат. Кодування дозволяє стиснути дані до необхідного рівня, а декодування – відновити їх при отриманні. Приклади застосування цих процесів включають цифрове телебачення та інтернет-трансляції. Наприклад, технологія H.264 відома як ефективний спосіб кодування відео, що дозволяє отримувати високу якість при мінімальному обсязі даних. Це особливо важливо при передачі через Інтернет, де дані стискаються для ефективності передачі, а потім автоматично декодуються при отриманні.

Мета кодування даних — перетворити інформацію з однієї форми в іншу, що зручніша для передачі чи зберігання. Існує безліч методів кодування, які використовуються залежно від мети та вимог конкретної задачі.

Види кодування включають двійкове, десяткове, шістнадцяткове та інші, які використовуються для представлення даних у різних системах. Наприклад, двійкове кодування широко використовується в комп'ютерах, а десяткове – у фінансовій звітності.

Алгоритми кодування — це набір інструкцій для обчислення кодованого представлення інформації. Вони можуть бути простими або складними, в залежності від мети задачі [1].

Один із популярних алгоритмів — алгоритм Хаффмана, який застосовується для стиснення даних і аудіо-відеоконтенту з мінімальними втратами якості [2]. Кодування даних – важливий процес, який допомагає зберегти та передати інформацію у відповідному форматі. Обираючи метод та алгоритм кодування, важливо враховувати специфіку завдання та його вимоги.

Основи декодування даних визначаються як важливий етап обробки інформації, що включає в себе процес перетворення закодованих даних у їх вихідний формат. Це необхідно для того, щоб зробити дані доступними для подальшої обробки.

Є різні типи декодування даних, в т.ч. для текстової інформації, аудіо та відеофайлів, зображень, комп'ютерних програм та файлів. Кожен з цих типів має свої власні особливості та використовує відповідні алгоритми декодування. Наприклад, для декодування текстової інформації часто використовуються різні кодування, такі як UTF-8, ASCII та інші. Алгоритми декодування визначаються типом кодування і можуть включати пошук і виправлення помилок, пов'язаних з неправильним перекладом символів.

Для декодування зображень застосовуються спеціальні алгоритми, такі як JPEG, GIF, PNG та інші, які дозволяють відновити зображення у вихідний формат. Декодування комп'ютерних програм має свої відмінності та може використовуватися, наприклад, для виправлення помилок у програмному коді. Для цього використовуються різні інструменти, такі як дизасемблери та декомпілятори, які дозволяють перетворити об'єктний код у текстовий формат.

Існують наступні основні методи кодування даних:

1. Абсолютне кодування є методом кодування, де кожному символу чи значенню присвоюється унікальний код, що залежить від контексту інформації. Цей метод включає прості коди, такі як бінарний код, ASCII код тощо.

2. Умовне кодування — це метод кодування, де кожен символ або значення має складний код, який залежить від контексту інформації. Цей метод включає арифметичне кодування, код Хаффмана тощо.

3. Блокове кодування — це метод, у якому інформацію розбивають на блоки певного розміру, і кожен блок кодується незалежно від інших. Цей метод включає код Хеммінга, код Ріда-Соломона і т. д. Код Хеммінга використовує додатковий біт для корекції помилок у повідомленні [3].

У контексті сучасних інформаційних технологій важливо зазначити, що кодування та декодування даних є ключовими інструментами. Вони відіграють важливу роль у захисті інформації від несанкціонованого доступу та спрощують передачу даних через мережі. Однак з розвитком технологій і проведенням наукових досліджень з'являються все більш вдосконалені методи кодування та декодування даних, що підвищують рівень безпеки та надійності передачі інформації. Без таких методів сучасна інформаційна система не могла б ефективно функціонувати.

Література

1. Кожевников В.Л., Кожевников А.В. (2007) Основи збирання, обробки і передачі інформації. Теоретичні основи. Д.: НГУ, 108 с.
2. Huffman D.A. (1952) A method for the construction of minimum redundancy codes. URL: <https://pzs.dstu.dp.ua/ComputerGraphics/ic/index.html>.
3. Hamming R.W. (1986) Coding and information theory Second ed. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall, 260 p.

6

СЕКЦІЯ

***ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ
ТА
ТЕХНОЛОГІЇ***

**USING THE POSSIBILITIES OF TELEHOSPICE
TO SUPPORT THE SEVERELY ILL.
EDUCATIONAL AND MEDICAL ASPECTS**

Volf O. O.

*Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
Non-governmental organisation „Association of palliative and hospice care“,
Kyiv, Ukraine
E-mail: info@palliativ.kiev.ua*

The use of information technologies in education and, in particular, medical education can be applied with the practical goal of improving the availability of services for vulnerable population groups.

The paper presents the experience of providing services in the format of telehospice (multidisciplinary online consultations for the seriously ill and their family members) within the framework of the cooperation of the non-profit organization "Association of Palliative and Hospice Care" and the P.L. Shupyk National University of Health Care of Ukraine.

The number of elderly and individuals with severe, incurable illnesses in Ukraine remains high. In the conditions of martial law, mortality statistics in our country for 2023 and 2024 remain undisclosed.

However, available data also indicate general trends. For instance, in 2017, the total number of deaths was 583,600, and in 2021, already taking into account the consequences of the Covid-19 Coronavirus, 714,263 individuals [4]. The number of deaths from new formations in 2019 was 61,289 [1], in 2021, 53,012 [2], and in 2022, 42,660 (excluding temporarily occupied territories) [3].

Palliative and hospice care can be provided to these individuals [5]. This type of assistance may be provided not only within the healthcare and medical sphere but also generates interest in related fields such as social work, psychology, political science, economics, and others.

In this regard, the scientific understanding of practical activities in implementing assistance to these individuals may have significant practical interest. This material presents the results of the social project of the Association of Palliative and Hospice Care, which has been implemented since September 2022 in 8 regions of Ukraine.

The main objective of the project was to develop an innovative model for providing multidisciplinary services (both medical and psycho-social) to terminally ill palliative patients. Since the Association of palliative and hospice care aims to improve the qualification level of providers of care to seriously ill citizens, according to international standards, the educational component was one of the main ones in the project. Educational training of medical workers to improve their work with social work specialists (representatives of social services), psychologists and other related specialists was envisaged.

This activity was carried out jointly with educational institutions, in particular, the Shupyk National University of Health Care of Ukraine. The institution was involved not only in the training of specialists, but also in the selection of institutions that will later implement this project.

The project began with the conducting training for over 110 representatives from medical facilities in October 2022 as part of a certification program. Project participants were selected from successful graduates, with representatives from the Association of Palliative and Hospice Care and leading experts from the Department of Palliative and Hospice Medicine at the Shupyk National Healthcare University of Ukraine involved in the selection process. Ultimately, 13 medical facilities from 8 regions of Ukraine were chosen.

During the training, various topics were covered, including the principles of telemedicine, social and psychological aspects of working with seriously ill citizens, basics of multidisciplinary cooperation, etc.

From September 2022 to February 2024, the Palliative and Hospice Care Association collected detailed reports from each institution, based on which this summary information was prepared.

After the Association has provided education, the organisation have procured laptops, tablets, and other necessary equipment for hospitals. Nurses, being more mobile, conduct home visits to palliative patients, facilitating communication via tablets with palliative care physicians and other specialists. Physicians, psychologists and other specialists, while in the hospital, provide online consultation to seriously ill patients who are at home.

Hospitals and palliative care professionals offered remote consultations to patients with palliative illnesses residing mostly in villages or small cities. The nurse, using a tablet equipped with a video camera, provided the possibility of an online examination and performed appropriate manipulations together with the doctor. Relatives of patients who were currently not directly with the patient at home and could connect to the consultation online were also actively involved in the consultations.

We can affirm that we achieved positive outcomes, as the existing teams already show a promising trend in the number of consultations using our telehospice computer communication equipment: laptops, tablets, video cameras. 3-4 persons team of each facility was able to provide around 10-20 consultations monthly. The number of consultations remained relatively stable in different months, such as in September 2022, September 2023, or January 2024.

Hence, we can estimate the number of services provided in various months beyond the project period. Notwithstanding the declared multidisciplinary character of consultations, physicians in all the units have the inclination not to engage social workers, volunteers, chaplains.

Instead, they engaged physicians of different specializations (for example, neurologists, oncologists etc.) and nurses to provide multidisciplinary care. Of course, this contradicts international standards of palliative and hospice care. The engagement of volunteers and peer-groups was one of the desires, meaning that the

Association of Palliative and Hospice Care provided hospitals with a list of potential partners who were willing to provide free consultations for patients.

However, the hospitals did not take advantage of these resources. Remote consultations enable more efficient use of physician time, allowing for increased patient consultations compared to in-person visits. Furthermore, involving specialists such as psychologists and social workers enhances the quality of care provided.

During the implementation of the project, the educational component continued to be implemented. Consultations, webinars and online meetings were held together with specialists of the Shupyk National University of Health Care of Ukraine, the purpose of which was the further training of medical workers. Among the needs for project development (scaling), medical workers identified educational training (in areas such as telemedicine, palliative care, multidisciplinary collaboration), networking (i.e., connecting, networking with other teams), and providing additional equipment.

Thus, the implementation of this project made it possible to conduct research on the current state and prospects of readiness of medical professionals for further development of telehospice care in Ukraine.

References

1. Бюлетень Національного Канцер-реєстру України № 22, Рак в Україні, 2019-2020 рр., захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби (2021). Національний Канцер-реєстр України. [online]. URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_22/index.htm.
2. Бюлетень Національного Канцер-реєстру України № 23, Рак в Україні, 2020-2021 рр., захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби. (2022). Національний Канцер-реєстр України: [online]. URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_23/index.htm.
3. Бюлетень Національного Канцер-реєстру України № 25, Рак в Україні, 2022-2023 рр., захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби. (2024). Національний Канцер-реєстр України: [online]. URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_25/index.htm.
4. Смертність в Україні. Оpendатабот: [online]. URL: <https://opendatabot.ua/open/death-statistics>
5. Palliative care. World Health Organisation : WHO, August 5, 2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/palliative-care>.

ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Адаменко В. С., Костіков М. П.

*ФОП Адаменко Віктор Сергійович в співпраці з компанією ТОВ «ПОЛІТЕК
СОФТДЕВ» (ЄДРПОУ 44511094) згідно Дог. № 2305–19 від 11.05.2023, Київ,
Україна*

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: adamenko98.viktor@gmail.com

Optimization Methods and Means for High-Performance Applications

High-performance applications are becoming an integral part of everyday's life, so they should be well optimized for smooth work. In this article methods for optimising web applications are researched and a technology for efficiency increasing is proposed.

Високопродуктивні вебзастосунки — це програми, які обробляють велику кількість даних або запитів за короткий проміжок часу. Такі застосунки повинні швидко реагувати на будь-які дії зі сторони користувача.

Однією з головних причин популярності таких додатків є покращений досвід користувачів. Це особливо важливо в епоху мобільних пристроїв, де швидкість і зручність є ключовими чинниками успіху. Також оптимізовані додатки потребують менше ресурсів, що дозволяє знижувати витрати на сервери та хмарні послуги. Високопродуктивні додатки легше масштабувати, тобто вони можуть обробляти збільшення кількості користувачів і запитів без значного зниження продуктивності. Це особливо важливо для компаній, які планують рости та розширювати свою базу користувачів. Також варто зазначити, що технологічний прогрес зробив розробку високопродуктивних додатків більш доступною. Нові алгоритми, інструменти та хмарні технології дозволяють створювати швидкі і ефективні програми з меншими затратами.

Основні методи для оптимізації вебдодатків наступні.

1. Кешування на стороні клієнта. Кешування статичних ресурсів (CSS, JavaScript, зображення) на клієнтських пристроях.

2. Кешування на стороні сервера. Кешування відповідей на сервері для зменшення навантаження на базу даних та зменшення часу обробки запитів. Для цього можна використовувати системи кешування, на кшталт, Redis, для швидкого доступу до часто використовуваних даних.

3. Асинхронне завантаження скриптів. Використання асинхронного завантаження для скриптів, щоб уникнути блокування рендерингу сторінки.

4. Використання технологій рендерингу на стороні сервера (SSR) для швидкого відображення сторінок для користувача.

5. Використання веб технологій таких як ASP.NET Core, можуть значно покращити продуктивність у порівнянні з іншими.

У результаті дослідження було виявлено, що використання вебтехнології ASP.NET Core не тільки значним чином впливає на оптимізацію використання ресурсів сервера, а й на зручність розробки вебсервісів програмістами.

ASP .NET Core — це фреймворк, який дозволяє розробляти програми для різних платформ, включаючи Windows, Linux та macOS [1].

Переваги для вибору технології є наступними.

1. Єдине рішення для створення користувацького вебінтерфейсу і вебAPI.

2. Модульна структура: ASP.NET Core має модульну структуру, яка дозволяє додавати лише необхідні компоненти. Це робить додатки легшими та менш навантаженими зайвими бібліотеками.

3. Інтеграція з хмарними платформами, такими як Microsoft Azure, що полегшує розробку, розгортання та масштабування хмарних додатків.

4. Кросплатформність: можливість розгортання на різних операційних системах (Windows, Linux, macOS).

5. Висока продуктивність: оптимізоване ядро, менше використання пам'яті, покращена обробка запитів.

6. Контейнеризація: підтримка Docker для легкого розгортання та масштабування.

7. Інтеграція з сучасними засобами розробки: інтеграція з потужними популярними інструментами, такими як Visual Studio, Visual Studio Code, JetBrains Rider, та іншими.

ASP.NET Core використовується такими відомими сервісами як:

1. StackOverflow: один із найпопулярніших ресурсів для програмістів, де вони можуть ставити запитання, відповідати на них та обмінюватися знаннями. Використовує ASP.NET Core для обслуговування мільйонів користувачів, забезпечуючи високу доступність та продуктивність [2].

2. Microsoft: офіційний сайт Microsoft розроблено з використанням ASP.NET Core, що забезпечує високий рівень безпеки та продуктивності для надання інформації про продукти та послуги, а також ресурсів для розробників та IT-фахівців [1].

3. Tabletki.UA: український вебсервіс для бронювання ліків розроблений на базі ASP.NET Core, який дозволяє оброблювати величезну кількість запитів.

Під час дослідження методів оптимізації високопродуктивних додатків і при аналізі переваг та додатків на ринку, які використовують ASP.NET Core, можна зробити висновок, що технологія ASP.NET надає потужні інструменти та можливості оптимізації для розробників, що робить його однією з найбільш популярних та затребуваних платформ розробки для вебдодатків.

Література

1. Microsoft Learn (2024) Overview of ASP.NET Core [online]. URL : <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core?view=aspnetcore-8.0>.
2. InfoQ (2020) Software Development News, Trends & Best Practices [online]. URL : <https://www.infoq.com/news/2020/04/Stack-Overflow-New-Architecture>.

ТЕХНОЛОГІЇ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ МОВОЮ JAVASCRIPT

Білодід Д. В.

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,

Київ, Україна

E-mail: danielbeloded@gmail.com

Cloud Computing Technologies with JavaScript

JavaScript is increasingly being used in the realm of cloud computing technologies. It has evolved to become a powerful tool for developing and managing cloud-based applications. Its versatility and the wide range of available libraries and frameworks, such as Node.js, enable developers to build scalable and efficient cloud solutions. Asynchronous programming model and event-driven architecture are particularly well-suited for handling the complex, distributed nature of cloud computing environments.

Хмарні обчислення стали ключовою складовою ІТ. Використання мови JavaScript для реалізації цих технологій є актуальною та перспективною галуззю, що дозволяє масштабувати ресурси за потребами користувачів, оптимізувати витрати та забезпечувати високу доступність сервісів.

Метою даного дослідження є аналіз можливостей мови програмування JavaScript у сфері технологій хмарних обчислень та визначення переваг та викликів її використання в цій галузі. Дослідження буде зосереджене на огляді інструментів та технологій, які дозволяють реалізувати хмарні рішення за допомогою JavaScript. Ми розглянемо, як JavaScript може бути використаний для створення та управління хмарними сервісами, а також які конкретні інструменти та платформи підтримують цю мову програмування.

JavaScript знаходить широке застосування у розробці та реалізації технологій хмарних обчислень завдяки таким інструментам, як Node.js, AWS Lambda, Google Cloud Functions, Azure Functions, та багатьом іншим. Далі наведено детальний огляд кожного з цих інструментів та їх особливостей.

1. Node.js — це середовище виконання JavaScript, побудоване на двигуні V8 Chrome, яке дозволяє виконувати JavaScript код поза браузером. Node.js використовується для створення серверних додатків та мікросервісів, що можуть використовуватися в хмарних обчисленнях. Основні переваги Node.js:

- **Низька латентність:** Події керовані архітектурою дозволяють Node.js обробляти велику кількість одночасних запитів з низькою латентністю.
- **Широка екосистема модулів:** npm (Node Package Manager) містить понад мільйон пакетів, що робить розробку швидшою та ефективнішою.
- **Масштабованість:** Node.js дозволяє легко масштабувати додатки, використовуючи горизонтальне або вертикальне масштабування.

2. AWS Lambda — це сервіс хмарних обчислень від Amazon Web Services, який дозволяє запускати код безпосередньо відповідно до подій.

JavaScript може використовуватися для створення функцій, які автоматично реагують на події в AWS. Основні характеристики AWS Lambda:

- **Безсерверна архітектура:** Розробники не турбуються про управління серверами або інфраструктурою, AWS Lambda автоматично масштабує додатки.
- **Підтримка багатьох мов програмування:** Крім JavaScript (Node.js), підтримуються Python, Java, C# та інші.
- **Тісна інтеграція з іншими сервісами AWS:** Lambda функції можуть бути викликані з AWS S3, DynamoDB, Kinesis та інших сервісів.

3. Google Cloud Functions — це сервіс хмарних обчислень від Google Cloud, який дозволяє виконувати функції безпосередньо відповідно до подій. JavaScript може бути використаний для створення функцій, які автоматично реагують на події в Google Cloud. Основні особливості Google Cloud Functions:

- **Події керовані функції:** Функції можуть запускатися у відповідь на різні події, такі як зміни в базах даних, HTTP-запити або події з інших Google Cloud сервісів.
- **Глобальна масштабованість:** Google Cloud Functions автоматично масштабує виконання функцій відповідно до навантаження.
- **Підтримка безсерверних обчислень:** Розробники можуть зосередитися на написанні коду без необхідності керувати інфраструктурою.

4. Azure Functions — це сервіс хмарних обчислень від Microsoft Azure, що дозволяє виконувати невеликі частини коду або "функції" у відповідь на різні події. Основні переваги Azure Functions:

- **Розширена підтримка мов:** Крім JavaScript, підтримуються також C#, Python, F#, Java та інші мови.
- **Інтеграція з іншими Azure сервісами:** Функції можуть взаємодіяти з Azure Storage, Cosmos DB, Event Hubs та іншими сервісами.
- **Гнучкість та масштабованість:** Автоматичне масштабування функцій відповідно до навантаження, підтримка безперервного розгортання.

5. Serverless Framework — це інструмент для розробки та розгортання безсерверних додатків на різних хмарних платформах, включаючи AWS, Google Cloud та Azure. Основні можливості Serverless Framework:

- **Уніфікована платформа:** Підтримка різних хмарних провайдерів, що дозволяє розробникам використовувати єдиний інтерфейс для створення безсерверних додатків.
- **Автоматичне керування інфраструктурою:** Спрощення процесу розгортання та управління ресурсами хмарних провайдерів.
- **Плагіни та розширення:** Можливість розширення функціональності за допомогою плагінів.

6. Claudia.js — інструмент, що допомагає створювати та розгортати Node.js додатки на AWS Lambda. Основні особливості Claudia.js:

- **Автоматизація:** Спрощує створення та управління AWS Lambda функціями та API Gateway.
- **Інтеграція з іншими інструментами:** Підтримка використання інших бібліотек та інструментів JavaScript для розробки додатків.
- **Швидкість розгортання:** Значне зменшення часу на налаштування та розгортання хмарних додатків.

7. Serverless Application Model (SAM) — фреймворк для розробки безсерверних додатків на AWS. Основні можливості SAM:

- **Спрощена конфігурація:** Використання YAML для опису інфраструктури безсерверних додатків.
- **Локальне тестування:** Можливість тестування безсерверних додатків на локальному середовищі перед розгортанням на AWS.
- **Інтеграція з CI/CD:** Підтримка безперервного інтегрування та розгортання (CI/CD) для автоматизації процесу розробки.

8. Firebase Cloud Functions — це сервіс хмарних обчислень від Google, що дозволяє виконувати функції у відповідь на події Firebase або HTTPS запити. Основні характеристики Firebase Cloud Functions:

- **Тісна інтеграція з Firebase:** Функції можуть реагувати на події Firebase Authentication, Realtime Database, Firestore та інші.
- **Безсерверна архітектура:** Автоматичне масштабування та управління інфраструктурою.
- **Підтримка Node.js:** Використання JavaScript/TypeScript для написання функцій.

Використання JavaScript у сфері хмарних обчислень є перспективним та має значний потенціал. З ростом популярності та функціональних можливостей інструментів для розробки хмарних рішень на базі JavaScript, його роль у цій галузі зростає. Основні перспективи розвитку включають підвищення продуктивності та масштабованості (розроблення нових оптимізацій для обробки великих обсягів даних та забезпечення високо продуктивних рішень) та розширення функціональності (введення нових можливостей та інструментів для спрощення розробки хмарних додатків та інтеграції з іншими сервісами).

Література

1. Wilson J., Robin, et al. (2018) Node.js 8 the Right Way: Practical, Server-Side JavaScript That Scales. Pragmatic Bookshelf, 336 p.
2. Casciaro M. (2016) Node.js Design Patterns. Packt Publishing, 454 p.
3. Rahić A. (2017) Serverless JavaScript by Example. Packt Publishing.
4. Stojanović S., Simović A. (2019) Serverless Applications with Node.js: Using AWS Lambda and Claudia.js. Manning Publications, 352 p.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ NODE.JS

Божко В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: bozhkovladislav8@gmail.com

Advantages and disadvantages of using Node.js

Node.js, an open-source platform for executing JavaScript code outside the browser, has become one of the most popular technologies for developing back-end applications. However, like any technology, it has its advantages and disadvantages that should be considered when choosing a platform for developing web applications.

Node.js — середовище виконання, створене на двигуні JavaScript V8 Chrome. Воно використовує керування подіями та неблокуючу модель введення-виведення, що робить Node.js легким, ефективним і надзвичайно швидким для створення додатків і виконання послуг веб-розробки. Відповідно до річного звіту StackOverflow за 2023 рік, 42.65% розробників обрали Node.js як провідну веб-платформу. Фреймворк створений у 2009 із урахуванням масштабованості та продуктивності, тому корпоративні компанії, такі як Microsoft, Paypal, IBM, Netflix, та стартапи постійно обирають Node.js для свого виробництва. Наприклад, Uber була однією з трьох перших, які використовували Node.js, тому що він: швидко й безпечно обробляє масу даних; зручно аналізує помилки та швидко розгортає код; пропонує постійні оновлення завдяки потужній підтримці спільноти.

Однією з головних переваг використання Node.js є довгострокова підтримка, а саме: Long-Term Support; входить в OpenJS Foundation; має знаменитий Node Package Manager (NPM), який є онлайновою базою даних загальнодоступних і платних приватних пакетів (понад 836 000). Але, варто зазначити, що немає системи моніторингу, щоб розпізнати ці файли та видалити їх із бібліотеки, у разі їх не відповідності, що робить це одним із серйозних обмежень Node.js. Node.js значною мірою покладається на зворотні виклики — «callbacks». Це функція, яка запускається після завершення завдання в черзі, дозволяючи тим часом виконувати інший код. Однак, коли в черзі є кілька завдань — кожна зі своїм власним зворотним викликом — це може призвести до пекла зворотних викликів. Ця ситуація є ознакою браку досвіду в командах і поганих стандартів кодування, яких вони дотримуються. Рішення цього полягає в рефакторингу та спрощенні коду.

Що стосується III, то наявна можливість використання TensorFlow.js в Node.js для створення та навчання моделей, або застосування напряму Python-бібліотек. За допомогою бібліотек, таких як `child_process` або `zeropc`, можна викликати Python-скрипти з Node.js. Це дозволяє використовувати потужні Python-бібліотеки для III, такі як TensorFlow, Keras або PyTorch.

Node.js продовжує розвиватися та адаптуватися до нових викликів у сфері розробки веб-додатків. Одним з останніх трендів є покращення підтримки TypeScript, що дозволяє розробникам писати більш надійний і зрозумілий код. Також важливо відзначити інтеграцію з хмарними платформами, такими як AWS Lambda та Google Cloud Functions, що робить можливим створення серверних додатків на основі безсерверної архітектури. Крім того, активна участь спільноти у розвитку Node.js гарантує постійне вдосконалення та швидке вирішення виявлених проблем.

Node.js працює в однопоточному режимі, що може стати проблемою для інтенсивних завдань. Рішенням є використання Worker Threads для розподілу обчислювальних задач по кількох потоках. Також можна використовувати кластеризацію для створення декількох екземплярів Node.js.

На платформі Node.js може бути складно масштабувати проєкти. Тому великі проєкти рекомендовано реалізовувати з використанням сервіс-орієнтованої архітектури, а сервіси виконувати в середовищі контейнеризації додатків з можливим використанням оркестраторів.

Ефективне використання Node.js вимагає певних архітектурних рішень. Наприклад, Netflix спочатку зіштовхнувся з проблемами продуктивності через однопоточну природу Node.js, але вирішив цю проблему шляхом впровадження мікросервісної архітектури, що дозволило розподілити навантаження та покращити масштабованість. Інший випадок — компанія LinkedIn, яка замінила Ruby on Rails на Node.js для свого мобільного бекенду, зменшивши час відповіді на 20%. Такі приклади демонструють, як правильний підхід до використання Node.js може допомогти компаніям подолати технічні виклики і досягти високої продуктивності й масштабованості.

На противагу Node.js існує Deno — платформа, яка також працює на V8 та має свої переваги, а саме: обмеження доступу до файлової системи, мережі та інших ресурсів без явного дозволу; можливість писати на TypeScript без додаткових налаштувань; використання ES-модулів і відсутність package.json для керування залежностями. Однак має менш розвинену екосистему та обмежену кількість доступних пакетів.

Node.js є потужною технологією для серверних додатків завдяки швидкості та ефективності, керуванню подій, неблокуючій моделі I/O, великій кількості бібліотек для нейромереж, довгостроковій підтримці та багатій екосистемі. Проте має обмеження, такі як одно потокову модель виконання та проблеми зі сумісністю бібліотек. Незважаючи на це, є готові рішення та альтернативи, і вибір залежить від вимог проєкту, що не заважає Node.js бути популярним вибором для багатьох корпоративних компаній і стартапів.

Література

1. Top 5 NodeJS pros and cons: what they mean for your project. [online]. URL: <https://anywhere.epam.com/en/blog/node-js-pros-and-cons>
2. Чому топові компанії використовують Node.js? [online]. URL: <https://web-developer.in.ua/assets/articles/node/node-company/node-company.html>.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ФОРМАЛЬНИХ СПЕЦИФІКАЦІЙ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Бойко О. О., Андріюк О. П.

Київський національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: oleksandr.boiko.qa@gmail.com, andriukop@nuft.edu.ua

Increasing the Efficiency and Reliability of Software through the Application of Testing Methods Based on Formal Specifications: Current Approaches and Perspectives

Testing methods based on formal specifications offer a structured approach to verifying software functionality. By utilizing mathematical models, these methods enhance the precision and reliability of software testing processes.

Забезпечення ефективності та надійності програмного забезпечення (ПЗ) стає все більш актуальним завданням у сучасному світі, де комп'ютеризація і цифрові технології проникають у всі сфери діяльності. Із зростанням складності програмних систем зростає і ризик виникнення помилок, які можуть призвести до негативних наслідків, включаючи втрати даних, порушення безпеки і фінансові збитки. Тому важливо мати ефективні методи тестування, що дозволяють виявляти та усувати дефекти програмного коду ще на ранніх стадіях розробки.

Методи тестування на основі формальних специфікацій є одним з підходів, які дозволяють покращити якість програмного забезпечення. Вони передбачають математичне моделювання функціональних вимог до програми ще до початку її розробки. Це дозволяє розробникам чітко визначити очікувану поведінку програми і перевірити її коректність на ранніх етапах проєкту. Із застосуванням формальних методів можна створювати математичні моделі, які формалізують логіку програми і дозволяють проводити математичні доведення правильності її роботи. Основні переваги використання методів тестування на основі формальних специфікацій полягають у підвищенні ефективності тестування та забезпеченні вищої якості програм. Досягнення цих цілей сприяє перш за все своєчасному виявленню помилок.

Шляхом математичного аналізу функціональних вимог можна виявити потенційні помилки ще до написання програмного коду. Перед початком активної розробки програмного забезпечення, формальні специфікації дозволяють ретельно проробити кожен аспект функціональності програми. Це дозволяє виявити потенційні проблеми в логіці програми, неявні або протирічливі вимоги ще на етапі проєктування.

Методи тестування на основі формальних специфікацій також сприяють зменшенню вартості тестування. Виявлення та усунення дефектів на ранніх етапах розробки коштує дешевше, ніж у випадку, коли вони виявляються під час експлуатації. Пізні виявлення помилок у програмному коді може призвести до значних фінансових витрат, оскільки їх виправлення на пізніх стадіях розвитку вимагає значно більше часу і зусиль. У разі виявлення помилок під час експлуатації, вони можуть призвести до серйозних проблем, таких як втрата даних, витрати на відновлення роботи системи та негативний вплив на репутацію компанії [1].

Важливим є підвищення надійності програм. Формальні методи дозволяють перевіряти програмне забезпечення на відповідність специфікаціям, які визначають очікувану поведінку системи. Це дозволяє виявити потенційні помилки та невідповідності між специфікаціями та реалізацією програми ще на етапі розробки. Завдяки цьому знижується ймовірність виникнення критичних помилок, які можуть призвести до неправильної роботи системи або її аварійного зупинення [2].

Формальні методи тестування забезпечують підвищення стабільності програм, дозволяють ретельно аналізувати різні сценарії взаємодії з програмним забезпеченням [3]. Це означає, що можна вивчати різні вхідні дані, дії користувачів та умови експлуатації, щоб переконатися, що програма працює стабільно в будь-яких умовах.

Що стосується перспектив, то застосування методів тестування на основі формальних специфікацій має потенціал стати стандартом у сфері розробки ПЗ. З розвитком технологій штучного інтелекту, автоматизації тестування та аналізу даних з'являються нові можливості для покращення цих методів. Крім того, збільшення доступності відкритих інструментів і бібліотек дозволяє розробникам використовувати формальні специфікації у широкому спектрі проєктів.

Загалом, використання методів тестування на основі формальних специфікацій є важливим кроком у напрямку покращення якості та надійності програмного забезпечення. Ці методи дозволяють розробникам виявляти та усувати дефекти на ранніх етапах розробки, що призводить до покращення ефективності та зниження витрат на розробку програм.

Література

1. Clarke, D., & O'Connor, R. V. (2019). A systematic mapping study on the use of formal methods in software testing. *Information and Software Technology*, 116, 106-132.
2. Leveson, N. (2011). *Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety*. MIT Press.
3. Heitmeyer, C. L., & Kirby, J. L. (1996). Using formal methods to develop an intrusion-tolerant operating system. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 22(11), 783-793.

ВИКОРИСТАННЯ SWIFT ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Вдовенко Д. О., Сєдих О. Л.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: dmitryvdvnc@gmail.com

Using Swift to create IS

In the development of information systems (IS), choosing the programming language is pivotal as it significantly influences the quality, productivity, and future flexibility of the system. Swift, developed by Apple, stands out as a compelling choice for IS development, particularly for Apple's platforms, due to its simplicity, efficiency, and robust safety features.

При розробці інформаційних систем (ІС) вибір мови програмування є ключовим етапом, що визначає якість, продуктивність та майбутню гнучкість системи. У світі швидко зростаючих технологій і динамічного розвитку індустрії програмного забезпечення мова програмування стає важливим фактором успіху проекту. Однією з недооцінюваних мов є мова програмування Swift, яка спеціалізується під розробку пристроїв на базі Apple: iOS, iPadOS, macOS, watchOS, tvOS та нової платформи visionOS [1].

Мова Swift стала відомою завдяки простоті та ефективності, має чіткий та зрозумілий синтаксис, що прискорює розробку, а також сприяє підтримці коду. Ця мова також відома своєю системою безпеки, яка надає можливість уникати типові помилки під час написання коду. Це робить код більш надійним та менш вразливим, що є важливим аспектом під час розробки надійної інформаційної системи.

Ключовою можливістю мови Swift є її здатність до ефективного тестування додатків на різних пристроях, включаючи фізичні пристрої та симулятори, які вбудовані в середовище розробки Xcode. Це дозволяє розробникам ефективно перевіряти роботу своїх додатків на різних конфігураціях та платформах, забезпечуючи високу якість та надійність програмного забезпечення. Крім цього, дана мова також має вбудовану підтримку для тестування, що полегшує процес створення та виконання автоматизованих тестів для перевірки функціональності та коректності коду, що в свою чергу забезпечує високу продуктивність додатків [2].

Під час розробки ІС інтеграція сторонніх бібліотек в проєкт Swift є важливим етапом. Бібліотеки надають можливість розширення функціоналу та додатку. Swift підтримує різноманітні бібліотеки, які ефективно працюють з проєктами. Важливо відразу обрати підходящий менеджер залежностей, оскільки від цього великою мірою залежить подальший розвиток додатку. Оптимальний вибір менеджера залежностей дозволяє забезпечити зручне та ефективне використання бібліотек, спрощує процеси розробки та збільшує стабільність програмного забезпечення [3].

Інтегровані бібліотеки можуть включати різні функції та інструменти, які допомагають вирішувати різноманітні завдання у розробці ІС. Наприклад, у веб-розробці така бібліотека, як *Alamofire*, використовується для взаємодії з мережею, а бібліотека *SnapKit* допомагає зручно вирішувати задачі розміщення елементів інтерфейсу користувача. У сфері обробки даних використовують бібліотеки: *RxSwift* та *Combine* для реактивного програмування та обробки потоків даних, *CoreData* та *Realm* - у роботі з локальною базою даних, *SpriteKit* та *UIKit* для роботи з графікою та анімацією. Оптимальний вибір бібліотек залежить від конкретних потреб проєкту та вимог щодо функціональності додатку. Важливо підібрати саме ті бібліотеки, які найкращим чином відповідають потребам проєкту та забезпечать ефективну та стабільну роботу додатку [4].

Саме вибір мови програмування визначає якість та продуктивність інформаційної системи, а Swift, розроблена компанією Apple, є вигідним вибором для розробки додатків для її платформ. Завдяки простому синтаксису та високій ефективності Swift прискорює процес розробки. Один із важливих аспектів Swift - можливість ефективного тестування додатків на різних пристроях за допомогою вбудованих інструментів та симуляторів Xcode. Це забезпечує надійність програмного забезпечення та покращує його якість. Інтеграція зовнішніх бібліотек дозволяє розширити функціональність додатків. Обираючи відповідний менеджер залежностей та використовуючи відповідні бібліотеки, можна спростити розробку та забезпечити стабільність програмного забезпечення.

Література

1. Що нового в розгортанні платформи Apple (2024) Official Apple Support [online]. URL : <https://support.apple.com/uk-ua/guide/deployment/dep950aed53e/web>.
2. Running your app in Simulator or on a device (2024) Apple Developer Documentation [online]. URL : <https://developer.apple.com/documentation/xcode/running-your-app-in-simulator-or-on-a-device>.
3. SPM vs. Cocoapods: The Battle for Package Management Supremacy in Apple App Development (2024) URL : <https://medium.com/@abdulkarimkhaan/spm-vs-cocoapods-the-battle-for-package-management-supremacy-in-apple-app-development-b8e960671f41#:~:text=For%20new%20projects%3A%20SPM%20offers,its%20ecosystem%20and%20established%20workflows>.
4. Top 10 iOS Swift Libraries for 2024: Stay Ahead of the Game (2024) [online]. URL : <https://bugfender.com/blog/top-ios-swift-libraries/>

РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО ВІДДІЛУ ТОВ «САНМАКС КАРГО»

Горенко Я. М., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gorenko.yaroslav.ua@gmail.com

Development of an Information System to Support the Activities of the Logistics Department of “SANMAX CARGO LLC”

An information system is a set of hardware, software, data, procedures and personnel that collects, stores, processes, analyses, transmits and displays information. Information systems are used to support and improve decision-making, management and coordination of various aspects of organisations and businesses.

Інформаційна система — це сукупність апаратних і програмних засобів, даних, процедур і персоналу, яка забезпечує збирання, зберігання, обробку, аналіз, передачу та відображення інформації. Вони використовуються для підтримки і вдосконалення процесів прийняття рішень, управління та координації різних аспектів діяльності організацій і підприємств.

Інформаційні системи забезпечують безліч переваг для організацій та бізнесів, включаючи підвищення ефективності, поліпшення комунікацій, покращення управління даними, підвищення прозорості та контролю, оптимізацію ресурсів, покращення обслуговування клієнтів, стратегічне планування та прогнозування, отримання конкурентної переваги, підвищення безпеки даних, а також покращення гнучкості бізнесу.

Підвищення ефективності досягається завдяки автоматизації рутинних процесів, що знижує витрати часу та людські помилки, а також швидкому доступу до інформації, що дозволяє приймати оперативні та обґрунтовані рішення. Поліпшення комунікацій забезпечується миттєвим обміном інформацією між відділами та співробітниками, а також впровадженням єдиної платформи для зберігання та обміну документами.

Стратегічне планування та прогнозування можливе завдяки використанню аналітичних інструментів для прогнозування розвитку бізнесу та підтримки прийняття стратегічних рішень на основі точних даних.

Отримання конкурентної переваги досягається впровадженням інноваційних технологій, що дозволяють компанії виділитися серед конкурентів, підвищенням загальної продуктивності та швидкістю реакції на ринкові зміни.

Основною метою розробки проекту було створення сучасної інформаційної системи, що підтримує діяльність логістичного відділу ТОВ «САНМАКС КАРГО».

Задача полягала у створенні інноваційного та зручного інструменту, спрямованого на оптимізацію логістичних процесів, підвищення ефективності управління вантажоперевезеннями та покращення взаємодії з клієнтами та перевізниками. Ця система має забезпечити не лише більшу функціональність для користувачів, а й інформатизувати процес контролю, полегшити організацію роботи та забезпечити ефективний обмін даними між уповноваженими особами. Таким чином, мета цієї розробки полягає в створенні зручної та ефективною системи, спрямованої на максимальне задоволення потреб та очікувань клієнтів ТОВ «САНМАКС КАРГО».

Для досягнення успіху створення проєкту було обрано наступні інструменти та методи:

PHP — мову програмування використано для створення функціоналу системи. Нею можна розробляти різноманітну функціональність, включаючи обробку форм, взаємодію з базами даних, створення динамічного контенту та інше. Основні переваги PHP - простота в освоєнні, широкі можливості для реалізації різних веб-проєктів та активна спільнота розробників, яка забезпечує підтримку та розвиток мови [1].

Javascript — було обрано для забезпечення інтерактивності та динамічної поведінки веб-інтерфейсу. За допомогою JavaScript можна створювати веб-сторінки, які реагують на дії користувача без перезавантаження сторінки, забезпечуючи такі функціональності, як валідація форм, анімація, динамічне завантаження даних без перезавантаження сторінки, взаємодія зі сторонніми API та багато іншого [2].

HTML — використано для створення структури та вмісту веб-сторінки. Це мова розмітки гіпертексту, що дозволяє керувати структурою та вмістом веб-сторінок. Гіпертекст включає текстову інформацію, яка зв'язана з іншими текстами через посилання, утворюючи мережу взаємозв'язаних сторінок [3].

CSS — було використано для оформлення веб-сторінок, надаючи їм зовнішній вигляд і стиль. Це каскадна таблиця стилів, яка визначає, як HTML елементи повинні відображатися на веб-сторінці. CSS дозволяє задавати різноманітні параметри відображення, такі як кольори, шрифти, відступи, розміри, рамки, тіні та анімацію. Використання CSS дозволяє створювати стильні та привабливі веб-сторінки, забезпечуючи єдність в оформленні та полегшуючи управління дизайном [4].

Bootstrap — обрано для швидкого створення стильного інтерфейсу. Це HTML, CSS і JavaScript фреймворк для розробки веб-інтерфейсів та веб-додатків. Він надає набір заздалегідь стилізованих компонентів, які можна легко використовувати. Bootstrap включає в себе різноманітні елементи, такі як кнопки, форми, навігаційні панелі, каруселі, модальні вікна та багато інших. Крім того, він базується на сітковій системі, яка спрощує розміщення елементів на сторінці та забезпечує адаптивний дизайн для різних розмірів екранів [5].

Chart.js — використовується для створення інтерактивних і привабливих графіків на веб-сторінках. Це бібліотека JavaScript, яка дозволяє легко додавати різноманітні типи графіків, такі як лінійні, стовпчасті, кругові, радарні та інші. За допомогою Chart.js можна налаштовувати вигляд графіків, включаючи

кольори, підписи, осі, легенди та інші параметри. Бібліотека підтримує анімацію та інтерактивні елементи, що робить графіки більш динамічними та зручними для користувачів. Використання Chart.js спрощує процес візуалізації даних на веб-сторінках, забезпечуючи зрозумілий та естетичний спосіб представлення інформації [6].

MySQL — обрано для управління базами даних і зберігання інформації для веб-додатків та сайтів. Це система управління реляційними базами даних, яка дозволяє організовувати, зберігати та витягувати дані за допомогою мови SQL (Structured Query Language).

MySQL підтримує складні запити, транзакції, індекси та обмеження цілісності, що робить його потужним інструментом для роботи з великими обсягами даних. Його основні переваги включають високу продуктивність, надійність, масштабованість і підтримку багатокористувацького режиму. Використання MySQL дозволяє ефективно керувати даними та забезпечувати їхню цілісність і доступність для веб-систем [7].

Таким чином, використання вищезазначених технологій та інструментів дозволило створити сучасну інформаційну систему, яка не лише відповідає потребам ТОВ «САНМАКС КАРГО», але й забезпечує можливості для подальшого розвитку та вдосконалення.

Система сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів, покращенню управління вантажоперевезеннями, а також забезпечує зручний інструмент для взаємодії з клієнтами та перевізниками, що в цілому підвищує конкурентоспроможність компанії.

Використання PHP для створення функціоналу системи дозволило забезпечити обробку форм, взаємодію з базою даних та створення динамічного контенту, що сприяє гнучкості та надійності системи.

Література

1. HyperHost (2024) Що таке PHP? – Hyperhost Wiki [online]. URL: <https://hyperhost.ua/uk/wiki/chto-takoe-php>
2. Сучасний підручник з JavaScript (2022) Сучасний підручник з JavaScript [online]. URL: <https://uk.javascript.info/>
3. GoIT Global (2022) HTML і CSS: що це, кому та для чого потрібно – GoIT Global [online]. URL: <https://goit.global/ua/articles/html-i-css-shcho-tse-komu-ta-dlia-choho-potribno/>
4. Український веб-довідник (2024) Довідник по CSS властивостям [online]. URL: <https://css.in.ua/css/properties>
5. Bootstrap (2023) Bootstrap The most popular HTML, CSS, and JS library in the world [online]. URL: <https://getbootstrap.com/>
6. Chart.js (2024) Chart.js | Open source HTML5 Charts for your website [online]. URL: <https://www.chartjs.org/>
7. HyperHost (2024) Що таке MySQL? [online]. URL: <https://hyperhost.ua/uk/wiki/chto-takoe-mysql>.

ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА ПРИ ФОРМУВАННІ МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Грибков С. В., Ліманський М. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: m.limansky@gmail.com

Transport logistics in the formation of delivery routes of finished products

It is necessary to organize optimal routes for the delivery of goods by vehicles in order to meet the needs of all retail stores with which the bakery has contracts for the supply of finished products. This is the main task of transport logistics of a bakery enterprise.

У сучасних умовах функціонування харчового підприємства ефективність перевезень продукції знижується зі збільшенням пунктів кінцевої доставки та великою кількістю обмежень.

До обмежень, що впливають на якісну доставку готової хлібної продукції належать: обсяги перевезень; сезонність попиту на продукцію; особливі умови транспортування, необхідні для збереження якості товару під час маршрутизації; часові обмеження на доставку; наявність та стан автопарку, графік роботи водіїв; віддаленість структурних елементів підприємства; пропускна спроможність дорожньої мережі.

Одним з першочергових етапів вирішення даної проблеми є побудова оптимального маршруту перевезення готової продукції від хлібокомбінату до пунктів реалізації кінцевим споживачам, враховуючи різні критерії. При побудові маршруту необхідно враховувати наступне: тип автомобіля та його характеристики (габарити, вантажопідйомність тощо); тип замовлених товарів та їх характеристики (вага, розміри тощо); тимчасові обмеження на доставку готової продукції; стан доріг та їх характеристики (обмеження швидкості, напрям руху тощо).

Критерієм ефективності побудови оптимального маршруту доставки готової продукції хлібокомбінату на точки реалізації буде максимальне завантаження транспортного засобу при мінімальній відстані до споживача.

В міжнародній практиці, серед всіх видів логістичного обслуговування розповсюджена логістика з частковим аутсорсингом, де частина логістичних функцій виконує саме підприємство, а безпосереднє перевезення покладено на сторонні транспортні організації. Основою функцією логістичних аутсорсерів є підбір перевізника відповідно заявок на доставку продукції з мінімізацією часу та коштів. Основна діяльність таких підприємств полягає в наступному: пошук заявок на транспортно-інформаційних серверах; аналіз ринку пропозицій; розміщення заявок на сервері оператора; обробка вхідних пропозицій на перевезення вантажу; узгодження рішень по доставці та всіх нюансів з

замовником послуг; оформлення заявки; координація руху транспортного засобу та інформування замовника на всіх етапах доставки товару.

Для визначення оптимального розміру завантаження транспортного засобу, потрібно вибрати автомобіль з раціональною вантажопідйомністю. Маршрут доставки слід охарактеризувати за довжиною ланцюга поставки та середньою технічною швидкістю транспортного засобу [1]:

$$v_T = \sum \frac{l_{Di} \cdot v_{Ti}}{l_{Di}}, \quad (1)$$

де l_{Di} — довжина окремої ділянки руху ($i = 1, \dots, n$), км;

v_{Ti} — технічна швидкість руху на окремій ділянці ($i = 1, \dots, n$), км/год;

Виходячи з продуктивності автотранспорту, яким підприємство здійснює перевезення, та охоплення маршруту доставки, встановлюється кількість автотранспорту, необхідна для забезпечення маршруту поставки готової хлібної продукції шляхом задоволення замовлень пунктів реалізації.

Охоплення маршруту обраховуємо за формулою, що базується на визначенні середньої кількості точок доставки, на які готова продукція була доставлена [2]:

$$n_3 = \frac{q_n \cdot \gamma_c}{q_{opt}}, \quad (2)$$

де q_n — номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

γ_c — коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автомобіля;

q_{opt} — оптимальний розмір партії вантажу, т.

Аутсорсинг є актуальним для виробників, які не мають необхідного транспортного парку. У випадку наявності власного транспортного парку постійно потрібно оцінювати його спроможність та підтримувати в належному стані. Для розв'язання подібних задач варто розглянути підходи розв'язання комбінаторної оптимізації маршрутів доставки. Задачі оптимізації необхідно привести до пошуку найкоротшого шляху при оптимальному способі ініціалізації та евристичних правилах обрання маршруту.

Для множини динамічних механізмів, при яких система доставки продукції досягає мети, самоорганізація є результатом взаємодії випадковості та позитивного і негативного зворотного відгуку. Для побудови найкоротшого замкнутого шляху автотранспорту хлібокомбінату, що доставляє готову продукцію по маршруту доставки, варто розглянути можливість застосування самоорганізацію поведінки мурах під час оптимізації маршруту комівояжера.

Основою мурашиного алгоритму для доставки готової продукції хлібокомбінату є імітація колективної поведінки мурах у декількох етапах.

1. Мураха знаходить джерело їжі, проходячи деякий шлях, та повертається до гнізда, залишивши за собою слід з феромонів;

2. Мурахи вибирають будь-який шлях, але надаючи перевагу шляху, на якому відчувається феромон.

3. З огляду на те, що мурахи обирають шлях, де феромон відчувається більше, інші шляхи втрачають концентрацію сліду феромонів.

Якщо ймовірність переходу k -ї мурахи з міста i у місто j на t -й ітерації розрахувати за випадково-пропорційним правилом та кожна мураха k під час маршруту відкладе на ребро (i,j) $\Delta\tau_{ij}^k(t)$ феромону, інтенсивність випаровування феромону буде задане за допомогою коефіцієнта випаровування $p \in [0;1]$. Концентрація феромону розраховується для всіх ребер згідно з правилом [3]:

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t), \quad (3)$$

де $\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^{n_k} \Delta\tau_{ij}^k(t)$,

n_k — загальна кількість мурах.

Найбільш відомі модифікації мурашиного алгоритму:

- Elitist Ant System (алгоритм «елітних мурах»);
- Ant-Q (система навчання з підкріпленням);
- Ant Colony System (зміна рівня феромону та додаткові правила переходу);
- Max-min Ant System («max-min» мурашина система);
- ASrank (мурахи ранжуються у відповідність з довжинами пройдених ними шляхів) [4].

Як розширення задач маршрутизації можна застосувати такі задачі комбінаторної оптимізації, як:

- Capacitated Vehicle Routing Problem
- Vehicle Routing Problem with Time Windows
- Distance-Constrained Vehicle Routing Problem
- Asymmetric Vehicle Routing Problem
- Multi-Depot Vehicle Routing Problem
- Periodic Vehicle Routing Problem
- Delivery-first, pickup-second Vehicle Routing Problem

Нові оптимальні маршрути поставок завжди слід прокладати, враховуючи те, що завжди виникають обмеження та ризики при спробі оптимізувати реально існуючі маршрути. Тому було проаналізовано методи вирішення задач транспортної логістики, які варто рекомендувати для розв'язання складних комбінаторних задач дискретної оптимізації.

Література

1. Жарська І. О. (2019) *Логістика* : навч. посіб. О. : ОНЕУ. 209 с.
2. Волобуєва Т. В., Сирота В. М. (2021), *Взаємодія видів транспорту* : метод. вказ. О. : ОДАБА, 69 с.
3. Худов Г. В., Хижняк І. А., Марченко В. П., Горошко О. О. (2022) Метод визначення маршруту руху транспортних засобів з використанням модифікованого алгоритму мурашиної колонії. *Системи обробки інформації*, вип. 3(170), с. 58–66.
4. Зіньков Р. В., Марчук Г. В. (2019) Принцип дії мурашиного алгоритму при вирішенні задачі комівояжера. *II Всеукр. наук.-техн. Конф. «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення»*, с. 17–18.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ДЕРЖАВНОМУ СЕКТОРІ

Давиденко Д. С.

*Проект «Підтримка цифрової трансформації» Фонду «Євразія», Київ, Україна
E-mail: denis.davidenko@gmail.com*

Peculiarities of development and implementation of information and communication systems in the public sector

The public sector is crucial in providing services to citizens and ensuring effective governance. It is extremely important to identify the key factors for the successful implementation of information and communication systems and identify potential risks and ways to avoid or mitigate them.

Цифрова трансформація органів державної влади вже стала невід'ємною частиною розвитку державного управління. Загальний вектор руху України шляхом створення все більшої кількості цифрових реєстрів та онлайн платформ, надання адміністративних послуг, а також взаємодії між різними системами, вже дає відчутний результат у боротьбі з корупцією, швидкістю та якістю взаємодії між державою та її громадянами. Важливими завданнями відновлення України є:

- дерегуляція і автоматизація державних послуг для підвищення ефективності ведення економічної діяльності;
- розроблення повністю автоматичних послуг, які не вимагають втручання державних службовців;
- залучення штучного інтелекту.

Реалізація комплексних проєктів, які окрім ІТ складової включають нормативно-правову та політичну рамку, вимагають адаптацію усталених і перевірених практик впровадження ІТ проєктів, що використовуються у приватному секторі. Також слід враховувати особливості середовища, в якому виконуються проєкти:

- *Законодавство.* Державні службовці є невід'ємною частиною проєкту, що діють виключно в рамках Закону України «Про Державну Службу»[1], який значно обмежує їх діяльність і можливість приймати рішення.
- *Ініціатива та мотивація.* Державні службовці зазвичай виконують доручення уряду щодо впровадження тих чи інших систем та часто мотивуються виключно вимогою законодавства щодо термінів впровадження.
- *Організаційна структура.* Органи державної влади мають функціональну структуру управління, що пов'язане із специфікою

їх діяльності. Нажаль, саме така організаційна структура вважається найменш ефективною з точки зору керування проєктами. Вона обтяжена бюрократією, різними вертикалями влади і прийняття рішень, відсутністю єдиної точки зору, відсутністю повноважень у номінального керівника проєктів.

- *Методологія.* Основною формою договірних відносин, за яким відбувається впровадження нових систем, є договір з фіксованою вартістю (fix price). Окрім переваг цей тип договору несе і значні ризики, а саме: дієздатну систему, яку можна тестувати і приймати на баланс, замовник отримує в самому кінці договору; ця система може не відповідати очікуванням.

Також треба брати до уваги постійне затягування термінів з боку державних установ по прийманню проміжних етапів через бюрократію, що додає додаткову складність впровадження і впливає на кінцеву вартість розробки виконавцем. Зазвичай проєкти, що впроваджуються у державному секторі, мають низький ступінь узгодженості вимог та технічної спроможності їх реалізувати. Відповідно до матриці [2, с.248], зображеної на Рис.1, ці проєкти в більшості своїй доволі складні, іноді навіть межують із хаосом, який потрібно структурувати.

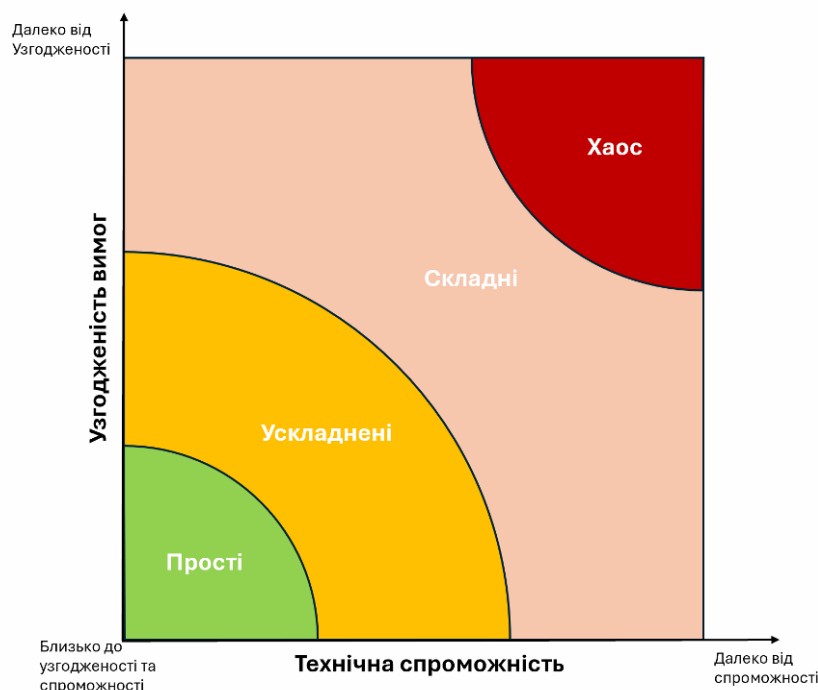


Рис. 1. Матриця складності проєктів Ralph D. Stacey

Головна стратегія успішного впровадження проєктів у державному секторі полягає в мінімізації зазначених ризиків одним із запропонованих далі інструментів або їх переліком, що найкращим чином можуть вплинути на конкретний проєкт.

Розподілення ролей. Головна задача керівника проєкту, правильно вибудувати комунікацію з державним органом у ролі Експерта залученого на

проект, вони є фаховим носієм знання процесів та предметної області. Ця комунікація накладає додаткові витрати на виконавця. Ефективно з цією задачею справляються проекти Міжнародної технічної допомоги (МТД), які зазвичай і беруть ці роботи та витрати на себе. МТД ефективно виконують роль Медіатора між зацікавленими сторонами або зовнішнього Керівника проєктів.

Окремо треба зазначити позитивні зміни, які зробила держава для керування ІТ проєктами, впровадивши позицію Chief Digital Transformation Officer, які стали точкою комунікації для вирішенні технічних питань під час розробки та впровадження проєктів.

Перед-проєктна підготовка. Необхідно змінити підходи щодо формування технічних вимог до проєкту. Сучасні тенденції вимагають робити реінжиніринг існуючих процесів і їх дерегуляцію за можливості. З боку державної установи – потрібно залучати проєкти МТД та профільні Громадські організації для виконання цих робіт.

Методологія. Необхідно забезпечити перехід від класичних договорів Fix Price з предиктивним (water fall) підходом (цінність отримується після завершення розробки) до гібридних договорів Fix Price з інкрементним підходом поставки цінності.

Концепція, виражена формулою нижче, має стати основою структури робіт та поетапного впровадження проєктів [3].

$$\text{Проект} = \text{ТВ} + \text{ТЗ} + \text{MVP} + \sum \text{MBI}(i) + \text{Документація},$$

де **ТВ** — технічні вимоги;

ТЗ — технічне завдання;

MVP — minimum viable product — продукт з мінімальним функціоналом, який можна використовувати;

MBI — minimum business increment. Це мінімальна функціональність, яка може бути реалізована та має цінність для користувача;

i — кількість етапів;

Документація — перелік проєктної та експлуатаційної документації.

Такий підхід дозволить залучати спеціалістів державних органів до роботи з системою після кожного завершеного етапу та надавати зворотній зв'язок на ранніх стадіях проєкту. Використання зазначених вище методів суттєво мінімізує ризики, які існують при впровадженні проєктів у державному секторі, та зробить його більш керованим та прогнозованим.

Література

1. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3723-12/ed20101013>.
2. Ralph D. Stacey (2007) Strategic Management and Organizational Dynamics. The Challenge of Complexity, 6th edition.
3. Project Management Institute (2017) A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide) 6th edition, Pennsylvania: 14 Campus Boulevard Newtown Square.

РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ НА БАЗІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Давиденко П. С.
ТОВ «БЕСТ-НОПТ»
E-mail: sergeevich82@gmail.com

Distributed Systems Based on Microservices Architecture

Distributed systems are vital for modern IT, offering scalability, reliability, and data processing efficiency. Microservice architecture (MSA) enhances these systems by improving service integration and software flexibility. This presentation explores the core aspects of distributed systems using MSA, their synergy with AI, and future directions. Key points include support for large-scale data processing, AI model training, and emerging trends like service mesh, serverless computing, and edge machine learning, which promise to transform distributed system architecture and functionality.

Розподілені системи є невід'ємною частиною сучасних інформаційних технологій, оскільки вони забезпечують масштабованість, надійність та ефективність обробки даних. Мікросервісна архітектура (MSA) в таких системах оптимізує інтеграцію різних сервісів, що робить розробку програмного забезпечення більш гнучкою та ефективною. Розглянемо основні аспекти розподілених систем на базі мікросервісної архітектури, їх взаємодію зі штучним інтелектом, а також виклики та перспективи розвитку.

Нині розподілені системи складаються з множини комп'ютерів, що працюючи разом, створюють чітку ілюзію єдиного цілого організму. Кожен компонент такої системи функціонує незалежно, взаємодіючи з іншими компонентами системи через мережу.

Така структура дозволяє забезпечити цілу низку ключових переваг. По-перше, можливість додавання нових ресурсів без значних змін в архітектурі системи. По-друге, забезпечується робота системи, навіть у випадку виходу з ладу окремих її компонентів. І підвищення продуктивності системи завдяки розподілу обчислювальних задач між різними вузлами.

Мікросервісна архітектура визначає принципи, за якими незалежні сервіси взаємодіють один з одним. Вона забезпечує модульність, де сервіси реалізують окремі функції, що полегшує їх модернізацію та заміну. Інтєроперабельність використовується для забезпечення сумісності між різними системами через стандартні протоколи та інтерфейси. Повторне використання дозволяє застосовувати сервіси в різних додатках, зменшуючи витрати на розробку.

І перевагою даної архітектури є гарна інтеграція з технологіями штучного інтелекту (ШІ), забезпечуючи модульний підхід до розробки програмних рішень. Що в свою чергу спрощує інтеграцію нових алгоритмів та моделей ШІ. Наприклад, один мікросервіс може відповідати за попередню обробку даних, інший – за навчання моделі, а третій – за прогнозування та аналіз результатів.

Це дозволяє легко оновлювати або замінювати окремі компоненти без необхідності змінювати всю систему.

Крім того, мікросервісна архітектура сприяє загальній відмовостійкості системи з ШІ. Так відмова одного з компонентів не призведе до зупинки роботи всієї системи загалом. Бо деякі додатки з ШІ можуть вимагати великих обчислювальних ресурсів та стикатися з високими навантаженнями. А використання контейнерних технологій (наприклад Docker та Kubernetes), дозволяє автоматизувати розгортання, масштабування та керування мікросервісами. І це додатково підвищує ефективність використання ресурсів системи.

Також для більш глибокої аналітики та персоналізації у мікросервісній архітектурі можна використовувати ШІ. Моделі з ШІ можуть аналізувати дані в режимі реального часу, надаючи корисну інформацію для прийняття рішень. Наприклад, в електронній комерції це може бути рекомендаційна система, яка пропонує товари на основі поведінки користувача в мережі. У сфері медицини це можуть бути діагностичні системи, які на основі аналізу медичних даних пацієнтів допоможуть лікарям приймати обґрунтовані рішення. Така взаємодія з ШІ дозволяє створювати сервіси, що адаптуються до різноманітних потреб користувача та постійно вдосконалюються.

Проте розроблення та впровадження розподілених систем на базі мікросервісної архітектури стикається з кількома викликами. Перш за все, це забезпечення захисту даних та збереження конфіденційності при їх розподіленні. Також важлива координація та моніторинг роботи численних вузлів та сервісів. Крім того, задля сумісності між платформами потрібно продовжувати дотримуватись загально прийнятих стандартів у цій сфері.

Але не зважаючи на озвучені виклики потенціал використання розподілених систем великий. Від технологічної концепції Інтернет речей. Де розподілені системи допомагають швидко обробити дані з датчиків та пристроїв. До надання обчислювальних ресурсів та сервісів через хмарні платформи. А також достатньо роботи у напрямку розробки нових надійних методів захисту розподільчих систем від кібернебезпек.

Таким чином на сьогодні однією з основних архітектурних парадигм для розробки розподілених систем є мікросервіси. Вони завдяки своїй модульній структурі та незалежності один від одного, дозволяють створювати гнучкі та масштабовані системи. Проте технології розвиваються, і майбутнє мікросервісів може бути дуже цікавим.

Дивлячись у майбутнє можна сказати, що еволюція мікросервісів неминуча. І новітні підходи та технології це те що буде інтегровано до мікросервісів. Одним з можливих напрямів розвитку може стати технологія сервісної сітки (Service Mesh). Вона забезпечує швидку, безпечну та надійну взаємодію між мікросервісами. Сервісні сітки дозволяють абстрагувати складні мережеві операції, спрощуючи розробку та управління мікросервісами.

Наприклад такі сервісні сітки, як Istio, Linkerd, і Consul, надають можливість централізовано управляти мережевим трафіком, забезпечувати балансування навантаження, проводити аутентифікацію та авторизацію запитів.

Також здійснюють моніторинг та трасування. Крім того, вони автоматично забезпечують високу доступність та стійкість до відмов, що є критичним для сучасних розподілених систем. І звісно впровадження сервісної сітки спрощує оновлення та розгортання мікросервісів.

Іншим перспективним напрямом зможуть стати безсерверні обчислення (Serverless Computing), модель, де розробники пишуть код без необхідності керувати інфраструктурою. Це дозволяє зосередитися на логіці додатку, а не на обслуговуванні серверів. Мікрофронтенди (Microfrontends) також є важливим розширенням концепції мікросервісів на фронтенд, де інтерфейси користувача розділяються на незалежні компоненти.

Також варто врахувати, що мікросервісна архітектура може бути не тільки зміненна новітніми технологіями. Вони навіть можуть витіснити її. До прикладу візьмемо квантові обчислення. Вони тільки почали свій розвиток, проте в змозі кардинально змінити підходи до обробки даних та взаємодії різноманітних сервісів. Блокчейн технології можуть забезпечити нові моделі для побудови децентралізованих додатків, підвищуючи безпеку та прозорість. А машинне навчання на краю (Edge ML) також може перенести обробку даних та виконання моделей ШІ ближче до місця їх використання, що зменшить затримки та підвищить ефективність роботи.

Як бачимо, розподілені системи на базі мікросервісної архітектури є ключовими елементами розвитку сучасних інформаційних технологій та штучного інтелекту. Вони забезпечують масштабованість, надійність та гнучкість, що є необхідними компонентами для розробки складних інтелектуальних додатків та систем.

Хоча мікросервіси вже є популярною архітектурною парадигмою, вони також будуть еволюціонувати і, можливо, інтегрувати нові технології, що з'являються. І перспективи використання розподілених систем у різних галузях вказують на значний потенціал для подальших досліджень та впроваджень.

Література

1. Мітра Р., Надарейшвілі І., (2023) Мікросервіси. Від архітектури до релізу. O'Reilly Media.
2. Vision NP (2023) *Remarkable Shift From Monolith to Microservices – Empowered by AI-Driven DevOps* [online]. URL : <https://hackernoon.com/remarkable-shift-from-monolith-to-microservices-empowered-by-ai-driven-devops>.
3. Sergio Moreschini, Shahrzad Pour (2023) *AI Techniques in the Microservices Life-Cycle: A Survey* [online]. URL : <https://arxiv.org/pdf/2305.16092>
4. Geeks for Geeks (2024) *Service Mesh in Microservices* [online]. URL : <https://www.geeksforgeeks.org/service-mesh-in-microservices/>
5. Sachin Mamoru (2023) *Serverless Computing with AWS Lambda: Harnessing the Power of Event-Driven Architecture* [online]. URL : <https://bit.ly/3UVIcrd>.

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ УНІВЕРСИТЕТОМ

Доля С. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: neos2958@gmail.com

Research in Automation of Business Processes of University Management

The work is dedicated to automating the business processes of university management, as this will facilitate the work of the administration, teachers, students, and even parents.

Автоматизація бізнес-процесів управління університетом може значно полегшити роботу адміністрації, викладачів, студентів і навіть батьків. Ось кілька ключових областей, де це може бути особливо корисно (рис. 1):

- **Адміністративні процеси:** реєстрація студентів, керування фінансами, розкладами занять, облік відвідування, обробка документів тощо. Автоматизація цих процесів допоможе уникнути зайвого адміністративного навантаження і підвищити ефективність;
- **Дистанційне навчання:** Використання платформ для онлайн-навчання, де можна зберігати матеріали для студентів, проводити тести, відстежувати прогрес та надавати зворотний зв'язок;
- **Комунікація і співпраця:** Розроблення внутрішньої соціальної мережі або платформи для спілкування студентів, викладачів і адміністрації, обміну інформацією, а також для спільної роботи над проектами;
- **Аналітика та звітність:** Системи збору даних і аналізу, які дозволяють адміністрації відстежувати успішність студентів, виявляти проблемні ситуації та приймати рішення на основі об'єктивних даних;
- **Управління ресурсами:** Включає у себе автоматизацію процесів управління бібліотеками, лабораторіями, гуртожитками, розподіл ресурсів для наукових досліджень та інші аспекти управління ресурсами;
- **Система підтримки прийняття рішень:** Використання алгоритмів штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень у процесах прийому студентів, розробки навчальних програм, а також у плануванні розвитку університету;
- **Інтеграція зовнішніх сервісів:** Забезпечення можливості інтеграції з іншими системами, такими як державні бази даних про студентів або платіжні системи.

Важливо передбачити безпеку даних і захист персональної інформації, особливо у сфері освіти, де зібрана велика кількість конфіденційної інформації.

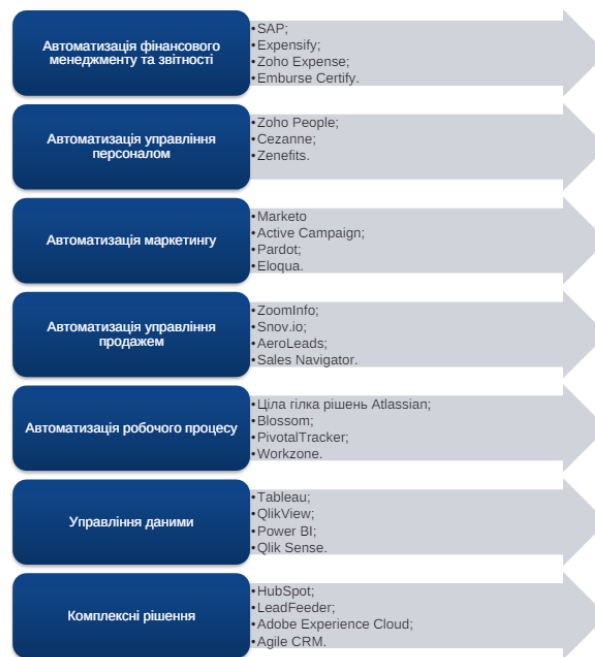


Рис. 1. Рівні автоматизації бізнес процесів

Автоматизація управління університетом може мати такий економічний ефект.

1. Зменшення витрат на робочу силу: Автоматизація дозволяє автоматизувати багато рутинних завдань, які раніше вимагали значних людських ресурсів. Це може призвести до зменшення потреби у персоналі адміністрації та звільнення ресурсів для інших потреб.

2. Підвищення продуктивності праці: Автоматизація дозволяє виконувати більше завдань за короткий період часу і з меншою кількістю помилок, що підвищує ефективність роботи персоналу та студентів.

3. Оптимізація ресурсів: Автоматизація допомагає краще управляти ресурсами, такими як час викладачів та адміністраторів, а також матеріальні ресурси університету, що може призвести до економії коштів.

4. Підвищення привабливості університету для студентів і викладачів: Сучасні системи автоматизації можуть покращити якість освіти та обслуговування, що може зробити університет більш привабливим для потенційних студентів і викладачів.

5. Зменшення втрат і помилок: Автоматизація дозволяє зменшити втрати через людські помилки та забезпечити більш точне виконання процесів управління.

6. Підвищення якості освіти: Завдяки автоматизації можна забезпечити кращий контроль над навчальним процесом, збором та аналізом даних про успішність студентів, що допоможе удосконалити навчальні програми та методи навчання.

7. Залучення додаткових фінансових ресурсів: Покращення репутації та привабливості університету може призвести до залучення додаткових фінансових ресурсів через підвищення кількості студентів, донорську підтримку тощо.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОПОТОЧНОСТІ

Жебрак А. М.
ФОП Жебрак А.М.
E-mail: Artem172902@gmail.com

Research on the Efficiency of Multithreading

Multithreading is a critical technique in modern computing that allows multiple threads to run concurrently within a single process, enhancing the performance and responsiveness of software applications. This report explores the efficiency of multithreading on both CPU and GPU, comparing their advantages and limitations, and identifying scenarios where each is most effective.

Багатопоточність є важливим методом у сучасних обчислювальних системах, який дозволяє виконувати кілька потоків одночасно в межах одного процесу. Це підвищує продуктивність та швидкодію програмного забезпечення, дозволяючи ефективно використовувати ресурси процесора (CPU) та графічного процесора (GPU).

CPU Multithreading. На центральному процесорі (CPU) багатопоточність дозволяє розподілити обчислювальні завдання між кількома ядрами, що забезпечує паралельне виконання задач. Однією з основних технік для реалізації багатопоточності є використання потоків (threads). Це дозволяє програмам виконувати кілька задач одночасно, покращуючи їх продуктивність та швидкодію [1].

Проте слід враховувати можливі обмеження, такі як глобальний інтерпретаторний замок (GIL) у деяких мовах програмування, який обмежує одночасне виконання потоків. Це може призвести до меншої ефективності багатопоточності у CPU-інтенсивних задачах, де одночасне виконання потоків є критичним. Для таких задач доцільно використовувати інші підходи, такі як паралельні процеси (multiprocessing), які дозволяють створювати окремі процеси, що повністю використовують всі ядра процесора без обмежень [2].

GPU Multithreading. Графічні процесори (GPU) спеціалізовані на паралельних обчисленнях і можуть ефективно виконувати тисячі потоків одночасно. Це робить їх ідеальними для задач, які можна розпаралелити на дрібні незалежні частини, таких як обробка зображень, машинне навчання та наукові обчислення. Бібліотеки, такі як CUDA для NVIDIA GPU та OpenCL для різних GPU, дозволяють програмістам писати код, який виконується паралельно на графічних процесорах.

GPU багатопоточність значно перевершує CPU в задачах, що вимагають масивних паралельних обчислень. Проте вона може бути менш ефективною для задач, які вимагають частого обміну даними між потоками або де є значна залежність між послідовними кроками обчислень [4].

Однак багатопоточність на GPU має свої специфічні аспекти і складності. Наприклад, архітектура GPU орієнтована на масивно-паралельні обчислення, що означає, що вона оптимізована для виконання однієї і тієї ж операції над великою кількістю даних одночасно. Це підходить для алгоритмів типу "SIMD" (Single Instruction, Multiple Data), де одна інструкція виконується одночасно на множині даних. З цієї причини, задачі, які можуть бути розпаралелені на рівні даних, особливо вииграють від GPU багатопоточності.

Для програмування на GPU існує ряд спеціалізованих інструментів та бібліотек. CUDA (Compute Unified Device Architecture) від NVIDIA дозволяє програмістам створювати високопродуктивні додатки, використовуючи C/C++ API. OpenCL (Open Computing Language) є ще однією популярною бібліотекою, яка підтримує різні платформи, включаючи не лише GPU, але й CPU та інші прискорювачі.

Порівняння та аналіз. Для задач, що вимагають інтенсивних обчислень і можуть бути розпаралелені, GPU багатопоточність є найкращим вибором завдяки своїй здатності виконувати тисячі потоків одночасно. Приклади таких задач включають обробку зображень, відео, симуляції фізичних процесів та тренування моделей машинного навчання [5].

CPU багатопоточність, з іншого боку, є більш універсальною і підходить для задач, де потрібна велика кількість потоків з меншим обсягом обчислень або де важливі швидкий доступ до пам'яті та ефективне управління ресурсами. Приклади таких задач включають серверні додатки, обробку тексту, бази даних та операції введення-виведення [6].

Багатопоточність є потужним інструментом для підвищення продуктивності програмного забезпечення. Вибір між CPU та GPU багатопоточністю залежить від характеру завдання: CPU підходить для більш загальних і менших за обсягом обчислень, тоді як GPU оптимальний для масивних паралельних обчислень. Розуміння цих особливостей дозволяє ефективно використовувати обидва типи багатопоточності для досягнення найкращих результатів у різних сценаріях.

Література

1. Geeks for Geeks (2023) Multithreading in Operating System [online]. URL : https://www.geeksforgeeks.org/multithreading-in-operating-system/?ref=header_search
2. NVIDIA (2023) CUDA Toolkit Documentation [online]. URL : <https://docs.nvidia.com/cuda/index.html>.
3. OpenCL Working Group (2023) The OpenCL Specification [online]. URL: <https://www.khronos.org/opencl>.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. (2016) Deep Learning. MIT Press.
5. Williams S. (2020) Multithreading for Server Applications. Addison-Wesley.

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ВІДДІЛУ ПРИЙОМУ СИРОВИНИ ОЛІЙНОГО ЗАВОДУ

Жебрак І. М., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: getlethalshow@gmail.com

Development of a system of information support for the activities of the raw material reception department of the oil mill

Modern enterprises are faced with an ever-increasing amount of information that must be processed, stored and analyzed to ensure efficient operation. Informatization of institutions allows to significantly increase productivity, reduce costs and improve the quality of management decisions.

Сучасні підприємства стикаються з постійно зростаючим обсягом інформації, яку необхідно обробляти, зберігати та аналізувати для забезпечення ефективної роботи. Інформатизація установ дозволяє значно підвищити продуктивність, скоротити витрати та покращити якість управлінських рішень.

Основною метою розробки проекту було створення додатку для інформатизації процесів документообігу та контролю за документами у відділі прийому сировини.

Документообіг та контроль за документами відіграють важливу роль у роботі відділу прийому сировини, забезпечуючи належний облік, відстеження та зберігання документації, пов'язаної з постачанням та прийомом сировини. Інформатизація цих процесів може значно підвищити ефективність та прозорість роботи відділу.

Документообіг у відділі прийому сировини може охоплювати такі документи, як вхідні накладні, акти прийому, сертифікати якості, митні декларації, договори з постачальниками тощо. Традиційно ці документи існували у паперовому вигляді, що ускладнювало їх пошук, зберігання та обмін інформацією між співробітниками.

Інформатизація документообігу передбачає впровадження електронної системи управління документами, яка дозволяє переводити документи в електронний формат, зберігати їх у централізованому сховищі, налагоджувати ефективний пошук та здійснювати контроль за рухом документів. Така система забезпечує швидкий доступ до потрібної інформації, зменшує ризик втрати або пошкодження документів, а також полегшує обмін даними між різними підрозділами та співробітниками.

Для розроблення системи було обрано такі інструменти та технології:

Платформа .NET та мова програмування C# - забезпечує високу продуктивність, масштабованість та кросплатформеність розробленого додатку.

Ця технологія також має потужну екосистему бібліотек та інструментів для створення сучасних додатків.

Microsoft Visual Studio 2022 — інтегроване середовище розроблення забезпечує широкий спектр функцій для розробки додатків, включаючи підтримку різних мов програмування та інструментів для налагодження і тестування.

MySQL — потужна і надійна реляційна база даних, яка забезпечує ефективне зберігання та управління даними. Вибір MySQL обґрунтований її високою продуктивністю, масштабованістю та широкою підтримкою спільноти.

WPF (Windows Presentation Foundation) — технологія для створення графічних інтерфейсів, яка дозволяє створювати сучасні та привабливі користувацькі інтерфейси. WPF забезпечує гнучкість у дизайні та підтримку сучасних тенденцій у розробці інтерфейсів.

Material Design In XAML — бібліотека стилів і контролів, яка дозволяє легко застосовувати принципи Material Design до WPF-додатків, що забезпечує сучасний та зручний користувацький інтерфейс.

Результатом розробки додатку для інформатизації документообігу та контролю за документами для відділу прийому сировини є створена комплексна система, яка забезпечує:

Автоматизацію процесів створення, обробки, зберігання та пошуку документів, пов'язаних із прийомом сировини на підприємстві. Система дозволяє швидко знаходити необхідні документи, уникаючи дублювання даних та забезпечуючи централізоване зберігання інформації.

Надійне зберігання та захист конфіденційних даних, пов'язаних із діяльністю відділу прийому сировини. Система використовує механізм контролю доступу для забезпечення безпеки інформації.

Підвищення продуктивності праці співробітників відділу шляхом автоматизації рутинних операцій та спрощення доступу до необхідної інформації. Це дозволяє зосередитися на більш важливих завданнях та прийнятті рішень.

Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, розроблений з використанням технологій WPF та Material Design In XAML, що забезпечує високий рівень зручності та продуктивності роботи користувачів.

Впровадження розробленої системи інформаційної підтримки діяльності відділу прийому сировини дозволить значно підвищити ефективність роботи цього підрозділу. Інформатизація процесів документообігу та контролю за документами забезпечить економію часу та ресурсів, які зазвичай витрачаються на ручну обробку даних.

Крім того, система надасть швидкий та зручний доступ до актуальної інформації, що сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень та оптимізації виробничих процесів на підприємстві.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕНДЕНЦІЙ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ AR ТА VR НА ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

Зубрецька Н. А., Карманов Р. В.

Національний транспортний університет, Київ, Україна

E-mail: zubr2767@gmail.com, roma.karmanov.1990@gmail.com

Comparison of the Influence of AR and VR Technologies on Human Life

AR and VR are a promising technologies that will be able to affect many areas of life in the future, including new opportunities for business, and in particular for marketing. AR and VR are new industries that, while promising huge benefits for companies, is just beginning to be explored.

Технології доповненої та віртуальної реальності на поточному етапі перейшли від лабораторних прототипів до повноцінних засобів взаємодії з інформацією, доступних повсякденним користувачам. Поняття «віртуальна реальність» та «доповнена реальність» є складовими концепції «континууму віртуальності», розробленої вченим Полом Мілграмом у 1994 році. [1]

Доповнена реальність (англ. Augmented Reality, AR) — інформаційна технологія, що забезпечує видозміну видимого навколишнього середовища шляхом додання та накладення цифрових елементів з можливістю взаємодії з ними за допомогою проекційних засобів. Доповнена реальність на основі маркерів реалізується шляхом розпізнавання зображень для ідентифікації об'єктів з бази знань, які слугують точками відліку для визначення положення та орієнтації засобів зчитування. Камера перемикається в градації сірого для виявлення маркера і, при збігу з базою, дані використовуються для розрахунку положення та розміщення AR-об'єктів у просторі. Безмаркерна доповнена реальність визначає об'єкти, аналізуючи кольори, геометричні паттерни та подібні ознаки, після чого, враховуючи час, акселерометр, GPS і компас, відтворює віртуальні об'єкти в реальному середовищі через камеру засобу. [2]

Віртуальна реальність (англ. Virtual Reality, VR) — створене технічними засобами штучне цифрове середовище, що сприймається людиною через її органи чуття: зір, слух, дотик та інші. Віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій віртуальної реальності проводиться у реальному часі. Засоби відтворення віртуальних середовищ умовно діляться на окуляри (шоломи), рукавиці, контролери та симуляційні кімнати. Віртуальна реальність є психологічним, культурним та технологічним феноменом і може мати символічний вплив на культуру людства у майбутньому.

За результатами соціологічних досліджень було створено порівняльний графік зацікавленості потенційних користувачів AR/VR систем, розподілений на відповідні вікові проміжки. (рис. 1). Для об'єктивності оцінювання в

контексті бізнес перспектив та через особливості вибірки респондентів, загальний віковий проміжок можна охарактеризувати як «період економічної дієздатності». Враховуючи тенденції стрімкого розвитку галузі, майбутні статистичні дані можуть мати як незначні відмінності в короткостроковій перспективі, так і вагомі зміни тенденцій в осяжному майбутньому.

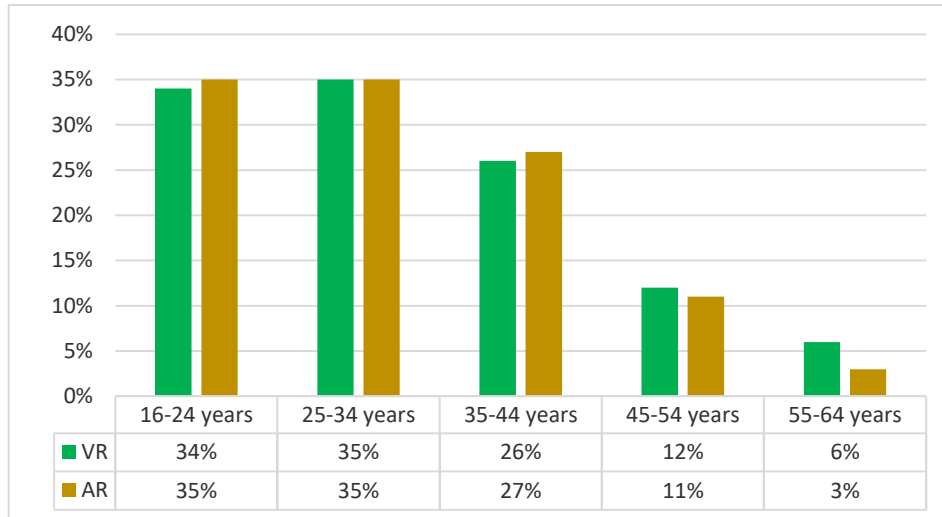


Рис. 1. Зацікавленість людей у VR та AR системах в залежності від віку

Відображені результати свідчать про найбільшу зацікавленість у AR та VR технологіях серед молодого покоління та зрілого юнацтва, хоча перших спонукає притаманна підростаючому поколінню цікавість до всього нового, а других — досягнення відносної або повної фінансової самостійності. Незважаючи на різницю мотивів, ці суміжні вікові категорії мають вагому множину спільних інтересів, що дозволяє використовувати універсальний підхід до зацікавлення цих сегментів споживачів. Також варто зазначити, що статистичний показник зацікавленості людей зрілого та похилого віку є суттєвим та може збільшуватись при подальшому акцентуванні уваги на функціях, що спрощують користування інформаційними системами у повсякденні, а також допомагають людям з обмеженими можливостями. Подібні функціональні рішення передбачені самими концепціями архітектури засобів віртуальної та доповненої реальності, що дозволяє створювати універсально актуальні технології та пристрої.

Література

1. Milgram P.; Takemura H.; Utsumi A.; Kishino F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum, *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, Vol. 2351.
2. Microsoft Dynamics. (2024) *What is augmented reality or AR?* [online]. URL : <https://dynamics.microsoft.com/en-us/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>.

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ MYSQL

Карпишинець В. В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vadym.karpyshynets@gmail.com

Methods of Changing Management Costs on the MySQL Database

With the economic slowdown and inflation raging in many parts of the world, it is quite important for any organization to find ways to reduce costs [1]. In the framework of information systems, the largest costs fall on the maintenance of databases. Since MySQL is the most common free DBMS, we will consider the possibilities of its optimization. This problem is especially urgent to consider within the framework of cloud solutions, as they allow flexible accounting of used resources and, as a result, to quickly see the results of savings.

Через уповільнення економіки та інфляцію в багатьох частинах світу для будь-якої організації важливо знайти способи зменшити витрати [1]. В рамках інформаційних систем найбільші витрати припадають на підтримку роботи БД. Найбільш розповсюдженою безкоштовною СУБД є MySQL, тож розглянемо можливості її оптимізації. Цю проблему особливо актуально розглядати в рамках хмарних рішень, оскільки вони дозволяють гнучко виконувати облік використаних ресурсів і, як наслідок, швидко побачити результати економії.

Першим та критично важливим методом є оптимізація схеми бази даних та запитів, що означає покращення структури даних та написання ефективних SQL-запитів для зменшення споживання ресурсів і підвищення продуктивності. Ефективні запити виконуються швидше, що зменшує час відповіді системи і покращує загальну продуктивність додатків. Використання доцільних типів даних та індексація є ключовим аспектом, оскільки це дозволяє ефективно використовувати ресурси системи. Важливо враховувати розмір типів даних, оскільки використання найменших можливих розмірів сприяє економії пам'яті та підвищенню швидкості операцій з даними. Уникання нульових значень за замовчуванням також покращить продуктивність, оскільки це допомагає зменшити обсяг даних, які потрібно обробляти. Забезпечення підтримки правил цілісності даних дозволяє запобігти появі некоректних даних у БД та забезпечити їхню коректність і надійність. Використання обмежень унікальності та зовнішніх ключів допомагає підтримувати цілісність даних та забезпечити консистентність БД.

Наступним методом є налаштування конфігурації MySQL. Оптимальна конфігурація MySQL залежить від робочого навантаження, тому спочатку слід оптимізувати запити та схему БД. Основні параметри, які слід враховувати при налаштуванні конфігураційного файлу [2]:

- `innodb_buffer_pool_size` — розмір пулу буферів для кешування даних, до яких часто звертаються;

- *query_cache_size* — розмір для кешування результатів запиту;
- *max_connections* — максимальна кількість одночасних підключень відповідно до вимог системи;
- *key_buffer_size* — розмір буфера, який використовується для блоків індексів, щоб покращити пошук за індексами;
- *thread_cache_size* — кількість кешованих потоків для повторного використання.

Більш просунуте налаштування може включати вивчення альтернативних механізмів зберігання, як *MyRocks*, який входить до складу *Percona Distribution for MySQL*, який пропонує високу компресію та мінімізує необхідні операції вводу-виводу, що суттєво зменшить витрати на зберігання даних.

Кешування БД відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності веб-додатків, забезпечуючи збереження на диску або в оперативній пам'яті часто використовуваних даних у вигляді підготовлених результатів. Ця техніка є ефективним методом оптимізації роботи з БД, оскільки дозволяє уникнути повторних запитів та зменшити навантаження на БД. Реалізація методів кешування БД вимагає ретельного аналізу вимог програми та специфіки даних, що кешуються. Кешування може бути застосовано на різних рівнях, таких як кешування результатів запитів, кешування фрагментів веб-сторінок та повносторінкове кешування. Кешування результатів часто виконуваних запитів до БД може значно підвищити продуктивність. Коли виконується запит, система спочатку перевіряє кеш, і якщо результат є, він витягується з кешу. Це усуває необхідність звернення до БД для кожного повторного запиту.

Якщо певні частини веб-сторінок або шаблонів залишаються відносно статичними, можна кешувати ці фрагменти та обійти виконання інтенсивних запитів до БД кожного разу, коли сторінка завантажується. Повносторінкове кешування передбачає збереження відтворених HTML-сторінок повністю в кеші, що усуває необхідність виконувати будь-який динамічний код або запитувати БД. Цей прийом особливо корисний для статичного або напівстатичного вмісту, який не змінюється часто. Кешування об'єктів передбачає зберігання цілих об'єктів або структур даних у кеші замість кожного разу їх отримання з БД. Ця техніка може бути особливо корисною при роботі зі складними, вкладеними або ієрархічними даними.

Інтеграція мережі доставки вмісту (CDN) допомагає забезпечити географічно розподілені сервери кешу, які наближають дані до кінцевого користувача. Це зменшує затримку мережі та підвищує продуктивність [3].

Після оптимізації схеми БД і налаштування конфігурації MySQL, наступним кроком є перевірка використання ресурсів екземпляра MySQL та визначення оптимального їх розподілу для покращення продуктивності, зокрема центрального процесора (CPU), оперативної пам'яті (RAM), диска та мережі. Використання інструментів на кшталт *Percona Monitoring and Management* (PMM) дозволяє аналізувати та відстежувати використання ресурсів БД, щоб оптимізувати їх розподіл і покращити продуктивність.

Відмова від DBaaS (Database as a Service) на користь Kubernetes може бути вигідним кроком у контексті зростання різниці у вартості між DBaaS та

альтернативними рішеннянями. Kubernetes (K8s) - це платформа оркестрації контейнерів, яка спрощує розгортання, управління та масштабування контейнерних програм. Вона оптимізує процеси DevOps, спрощує балансування навантаження і покращує масштабованість та продуктивність додатків. Kubernetes дозволяє автоматично планувати та розгортати контейнери на різних обчислювальних вузлах, що можуть бути в публічній або приватній хмарі, на локальних віртуальних або фізичних машинах. Автоматичне масштабування дозволяє швидко реагувати на зміни у попиті, збільшуючи або зменшуючи ресурси в залежності від навантаження, що забезпечує економію ресурсів та ефективне управління горизонтальним масштабуванням. Також Kubernetes здатен відновлювати роботу контейнерів у випадку помилок, забезпечуючи стабільність і високу доступність додатків. Проект підтримується провідними хмарними постачальниками, такими як IBM, AWS, Google Cloud і Microsoft Azure. Контейнерні служби від IBM Cloud, побудовані на основі Kubernetes, допомагають модернізувати додатки і оптимізувати ІТ-інфраструктуру, поєднуючи можливості приватних, публічних та гібридних хмарних рішень [4].

Розгляд дешевших альтернатив. Останнім часом розширилася доступність рішень DBaaS для MySQL від постачальників різних рівнів, включаючи великі хмарні платформи та постачальників другого рівня, таких як Linode, Digital Ocean і Vultr, а також незалежних постачальників, наприклад Aiven. При виборі такого рішення важливо враховувати близьке розташування сервера для оптимальної продуктивності і перевіряти якість мережевого з'єднання між БД і додатком для надійності та ефективності зв'язку.

Як висновок, найбільш ефективними методами є оптимізація схеми та SQL-запитів та кешування даних, оскільки вони мають безпосередній та критичний вплив на продуктивність. Налаштування конфігурації MySQL та моніторинг також важливі, але їх вплив може бути помітним лише після оптимізації запитів. Використання альтернативних механізмів зберігання та інтеграція з Kubernetes можуть бути вигідними в певних сценаріях, особливо при роботі з великими даними та вимогами до масштабування. Вибір DBaaS варто розглядати з урахуванням вартості та потреб організації.

Література

1. Percona Database Performance Blog *Seven Ways To Reduce MySQL Costs in the Cloud* [online]. URL : <http://surl.li/tyqva>.
2. Virtono Community *How To Tune Your MySQL Server For Optimal Performance* [online]. URL : <http://surl.li/tyqvg>.
3. Custom software development company | MoldStud.com *Exploring Database Caching Strategies for Faster Performance* [online]. URL : <http://surl.li/tyqyl>.
4. IBM Blog *Top 7 Benefits of Kubernetes – IBM Blog* [online]. URL : <https://www.ibm.com/blog/top-7-benefits-of-kubernetes>.

РЕПЛІКАЦІЯ БАЗ ДАНИХ MYSQL

Карпишинець В. В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vadyim.karpyshynets@gmail.com

Replication of MySQL Databases

Database replication is an important aspect of database administration that provides increased data availability, performance, and reliability.

Реплікація баз даних є важливим аспектом адміністрування баз даних, який забезпечує підвищену доступність, продуктивність і надійність даних.

Реплікація баз даних MySQL — це процес, у якому дані з первинної бази MySQL копіюються та надсилаються до однієї або кількох вторинних баз даних, відомих як репліки. Реплікація гарантує, що інформація буде скопійована та цілеспрямовано відтворена в іншому середовищі, а не збережена лише в одному місці, тобто на основі транзакцій вихідного середовища. Метою такого копіювання є використання вторинних серверів в інфраструктурі для виконання операцій читання або для інших адміністративних завдань [1].

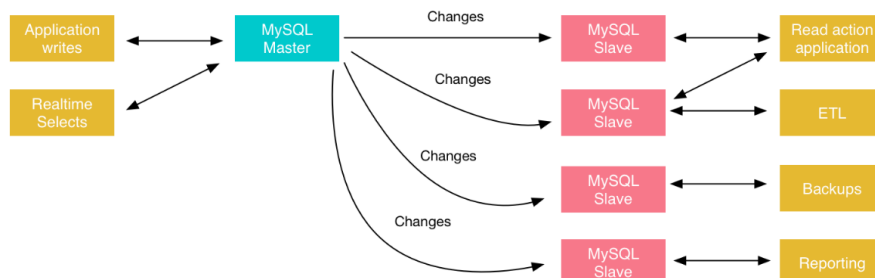


Рис. 1. Реплікація бази даних в MySQL

MySQL підтримує кілька типів реплікації:

- стандартна асинхронна реплікація;
- напівсинхронна реплікація;
- групова реплікація;
- кластер Percona XtraDB / кластер Galera;
- реплікація на основі рядків;
- реплікація на основі операторів.

Оскільки однією з найбільш сучасних технологій є групова реплікація, розглянемо інструменти та особливості її реалізації. Групова реплікація (MGR) в MySQL розроблена для забезпечення високої доступності та стійкості кластера баз даних. Вона використовує підхід реплікації з декількома майстрами (первинними серверами), дозволяючи декільком реплікам сервера MySQL працювати як група [2]. Це забезпечує послідовність та доступність

даних. Отже, навіть якщо деякі з серверів вийдуть з ладу, система все одно буде доступною. При цьому всі транзакції читання-запису фіксуються лише після схвалення групою, тоді як запити лише читання не потребують координації, тому обробляються негайно. У режимі одноосновного керування (за замовчуванням) лише один сервер, який є основним, може приймати операції читання-запису одночасно. У разі відмови цього сервера інший сервер у групі може взяти на себе роботу, мінімізуючи час простою і забезпечуючи постійний доступ до даних. Також групова реплікація може працювати в multi-master режимі, де кілька серверів можуть одночасно приймати операції читання-запису, що дозволяє ще більше підвищити доступність системи і розподілити навантаження між серверами.

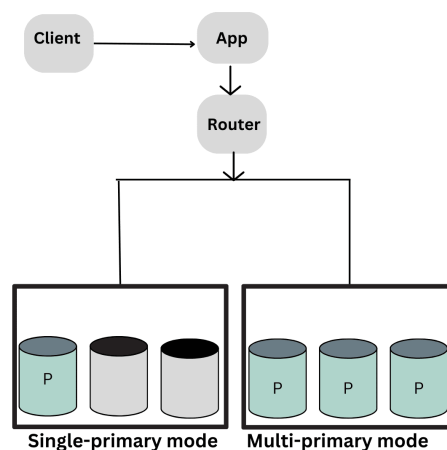


Рис. 2. Реплікація бази даних в MySQL

Групова реплікація використовує протокол реплікації на основі сертифікації для забезпечення узгодженості даних на всіх серверах у групі. Цей протокол гарантує, що кожна транзакція буде виконана на всіх серверах у групі у тому ж порядку, що і на основному сервері, забезпечуючи таким чином послідовність даних. У випадку збою основного сервера, групова реплікація автоматично обирає новий основний сервер для обробки операцій запису. Це забезпечує безперебійне обслуговування за допомогою пристроїв проміжного програмного забезпечення, таких як балансувальники мережевого навантаження або маршрутизатори. Групова реплікація підтримує синхронний і асинхронний режими. В синхронному режимі основний сервер чекає на підтвердження від усіх реплік перед підтвердженням транзакції, що гарантує, що дані на всіх серверах будуть узгоджені перед продовженням операції. У асинхронному режимі транзакції виконуються на основному сервері без очікування підтвердження від реплік, що може призводити до меншої затримки, але меншої узгодженості даних між серверами.

При користуванні MGR потрібно враховувати такі особливості. Група може містити максимум 9 серверів, і спроба додати ще один буде відхилена. Внутрішнє з'єднання базується на простому зв'язку через TCP, який використовується лише для передачі повідомлень між серверами у групі. Робота з MGR може призвести до додаткового навантаження на сервери

порівняно з іншими методами реплікації, оскільки потрібна постійна взаємодія між ними для синхронізації даних. Щоб забезпечити стабільну роботу, більшість серверів у групі повинні бути активними і працюючими[3].

MySQL Group Replication — вбудований плагін, що дозволяє створювати кластер серверів з високою доступністю. Для налаштування необхідно внести зміни до конфігураційного файлу *my.cnf*, включаючи параметри для увімкнення *gtid_mode*, *log_bin*, *binlog_format* та інших. Після цього плагін встановлюється командою *INSTALL PLUGIN group_replication SONAME 'group_replication.so'*; а групову реплікацію запускають через *START GROUP_REPLICATION*;

MySQL InnoDB Cluster – це комплексне рішення, яке включає MySQL Shell, MySQL Router та MySQL Group Replication. Для налаштування InnoDB Cluster використовується MySQL Shell, що дозволяє легко ініціалізувати та керувати кластером. Наприклад, для створення кластера і додавання інстанцій використовуються команди *dba.createCluster('myCluster')* і *cluster.addInstance('root@localhost:3307')*. MySQL Router забезпечує прозорий розподіл запитів між серверами кластера, забезпечуючи високу доступність для додатків.

MySQL Shell забезпечує зручний інтерфейс для адміністрування серверів MySQL та налаштування реплікації. Він підтримує роботу з JSON, JavaScript та SQL, що дозволяє гнучко налаштовувати реплікацію та управляти кластером. Через MySQL Shell можна налаштовувати реплікацію, використовуючи команди для конфігурації інстанцій та створення кластерів.

Групову реплікацію можна контролювати за допомогою GTID. GTID (глобальні ідентифікатори транзакцій) — це унікальні ідентифікатори, які призначаються кожній транзакції в базі даних MySQL. Вони допомагають підтримувати надійність і послідовність бази даних та спрощують відстеження змін на кількох серверах[2]. Для ефективного моніторингу групової реплікації за допомогою GTID використовуються потужні інструменти, такі як MySQL Enterprise Monitor або Percona Monitoring and Management. Ці інструменти дозволяють стежити за станом групи реплікації, оцінювати продуктивність транзакцій і затримку, а також діагностувати будь-які проблеми, які можуть виникнути. Важливо також регулярно відстежувати стан групи та виконувати резервне копіювання, щоб зберегти безпеку даних у разі збоїв. Обмеження кількості учасників у групі може зменшити ймовірність конфліктів і забезпечити ефективну реплікацію.

Література

1. Percona Database Performance Blog An Introduction to MySQL Replication: Exploring Different Types of MySQL Replication Solutions [online]. URL : <https://shorturl.at/mcivY>.
2. Simple Talk A Beginners Guide to MySQL Replication Part 5: Group Replication [online]. URL : <https://shorturl.at/Yckan>.
3. Virtuoizzo Blog MySQL Single-Primary and Multi-Primary Group Replication [online]. URL : <https://www.virtuoizzo.com/company/blog/single-multi-primary-mysql-group-replication-auto-clustering>.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ UWB

Кіриченко О. О., Костіков М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

The paper considers UWB positioning system that can be used instead of GPS in some cases. The general algorithm of work with UWB systems is described. The advantages and drawbacks of UWB are taken into account, as well as possible solutions for potential problems.

У [1] були описані основні переваги та недоліки UWB систем позиціонування. Зважаючи на них, і на те, що GPS не здатен забезпечити позиціонування у приміщенні, а також, те, що UWB забезпечує достатню дальність, що може покрити навіть площу, рівну футбольному полю, при належному налаштуванні — такі системи можна прийняти як заміну GPS.

Важливу роль також відіграє аспект, що UWB-системи здатні забезпечити точність до сантиметрів, що дуже важливо на малій площі, і те, що в Україні, як дитячі команди, так і дорослі, майже половину всієї підготовки проводять у приміщеннях, залах та критих манежах, де, сигнал GPS недоступний. Отже, така заміна буде доречною, особливо для певних видів футболу.

Загальний алгоритм роботи є таким.

Ініціалізація системи:

- Розміщення якорів навколо поля з відомими координатами.
- Встановлення міток на гравцях.
- Ініціалізація трансиверів та Arduino контролерів.

Збір даних:

- Мітки передають сигнали до якорів.
- Якорі вимірюють час прибуття сигналів і передають ці дані до центрального контролера.

Обчислення координат:

- Центральний контролер використовує ToF або TDOA методи для обчислення відстаней від міток до якорів.
- Обчислюються координати міток за допомогою триангуляції.

Фільтрація та оптимізація:

- Дані проходять через фільтр Калмана для зменшення шуму і підвищення точності.
- Отримані координати відображаються в реальному часі.

Аналіз та відображення:

- Дані використовуються для аналізу гри, тактичних розробок та покращення тренувань.
- Можливе відображення позицій гравців на моніторах у реальному часі.

Математичні методи позиціонування. ToF (Time of Flight): вимірюється час проходження сигналу від мітки до якоря. TDOA (Time Difference of Arrival):

вимірюється різниця в часі прибуття сигналу до двох або більше якорів. Різниця в часі перетворюється в різницю в відстані, що дозволяє визначити положення. Triangulation: відстані до кількох якорів використовуються для визначення позиції мітки. Обчислення координат мітки здійснюється шляхом рішення системи рівнянь на основі вимірних відстаней. Фільтр Калмана: використовується для фільтрації та покращення точності вимірювань. Застосовується для прогнозування та корекції позиції на основі попередніх даних і вимірів.

Можливі проблеми та шляхи їх розв'язання є наступними.

Інтерференції та перешкоди: інші електронні пристрої можуть створювати перешкоди. Вирішення: хоч і UWB технологія, менш чутлива до інтерференцій, але додатково, можна застосовувати фільтрацію сигналів.

Точність вимірювань: похибки у вимірюванні часу прибуття сигналу. Вирішення: використання фільтра Калмана для покращення точності та регулярна калібровка системи.

Покриття поля: неповне покриття через обмежену дальність UWB сигналів. Вирішення: оптимальне розміщення якорів для забезпечення повного покриття поля. Можливе використання додаткових якорів.

Енергоспоживання: високе енергоспоживання міток на гравцях. Вирішення: використання міток з енергоефективними компонентами. Регулярна заміна або підзарядка батарей.

Множинний доступ: велика кількість міток на гравцях може створювати проблеми з передачею даних (конфлікти сигналів). Вирішення використання методів часових інтервалів (Time Division Multiple Access - TDMA) для розділення часу передачі сигналів від різних міток.

Опрацювання великого обсягу даних: великий обсяг даних, що генерується системою, може вимагати значних обчислювальних ресурсів для обробки в реальному часі. Розв'язання: використання потужних серверів або обчислювальних кластерів для обробки даних, оптимізація алгоритмів обробки.

Отже, система позиціонування UWB забезпечує високу точність і надійність відстеження гравців у реальному часі. Використання методів ToF, TDOA та фільтра Калмана дозволяє досягти високої точності та стабільності вимірювань. Правильне налаштування і оптимізація системи дозволяють забезпечити її ефективне функціонування попри можливі проблеми з перешкодами, покриттям і енергоспоживанням. UWB може допомогти значно покращити аналіз гри, тактичну підготовку і загальну продуктивність команди.

Література

1. Кіриченко О. О., Костіков М. П. Принципові відмінності, переваги та недоліки в системах позиціонування UWB та GPS для використання у футболі, *Матер. X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 24 листоп. 2023 р., К. : НУХТ, 2023, 224 с.

УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ ПРО ПРОДУКТ (PIM) ВИРОБНИЧОГО ЕКСПОРТООРІЄНТОВАНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЯК КРИТИЧНИЙ ЧИННИК РОЗВИТКУ

Колосов А. О.

ПРАТ «Вентиляційні системи», Боярка, Україна

Product manager of residential ventilation

E-mail: arseniy.kolosov.2@gmail.com

Product Information Management (PIM) System of an Export-Oriented Manufacturing Enterprise as a Critical Development Factor

PIM is a centralized management system that handles large arrays of product data for distribution through sales channels. The development of online sales and the spread of automation of information exchange in product distribution in recent years makes PIM an important competitive factor. Integrating the PIM system with other internal company systems speeds up product-related processes and significantly improves the quality of information. The report examines global trends of the ventilation market, as well as the opportunities and risks that the implementation of the PIM system provides for a large Ukrainian manufacturer.

Глобальний перерозподіл каналів збуту товарів, що в першу чергу викликаний розвитком online-торгівлі, трансформує методи поширення інформації о продуктах, такої як фото, відео, документація тощо. Зростають обсяги даних, вимоги до швидкості їх оновлення і необхідного рівня автоматизації процесів обміну. Ілюстрацією до зазначеного може бути динаміка одного з роздрібних каналів збуту — будівельних мереж супермаркетів формату DIY (Do-It-Yourself): з 2021 до 2023 кількість відвідувачів online-магазинів мереж зросла з 90 мільйонів до 2,5 мільярдів [1].

Компанія Blauberg Group є одним з провідних світових виробників вентиляційного обладнання, має основні виробничі потужності в Україні, безпосередньо стикається з тенденціями змін ринку. Експорт продукції в 123 країни світу, маючи 7 філій, 8 виробничі локації, 25 тисяч найменувань продукції, портфель власних брендів і велику кількість торгівельних марок клієнтів, генерує великий об'єм продуктової інформації, створення якої є вагомою частиною внутрішніх процесів.

Деякі європейські конкуренти впровадили системи управління продуктовою інформацією і дають можливість клієнтам автоматизувати процес наповнення своїх сайтів, інтернет-магазинів, чи документації. Для проєктних, інженерних та будівельних компаній поширений сервіс надання BIM/CAD моделей обладнання, для використання в проєктній роботі.

Існує клас виробничого програмного забезпечення, що реалізує роботу від розробки продуктів до їх утилізації. В залежності від галузі та специфіки конкретного бізнесу може використовуватися одна або декілька систем інтегровані між собою.

Основними продуктовими виробничими системами на сьогодні є PLM, PDM та PIM з наступними особливостями:

- PLM (Product Lifecycle Management) — управління життєвим циклом продукту забезпечує: управління проектами, управління роботою з постачальниками, управління вимогами, системну інженерію, опис матеріалів, сервіс та підтримку, утилізацію.
- PDM (Product Data Management) — управління розробкою продуктом, що включає: управління зберіганням даних і документів, управління процесами та потоками робіт, управління структурою продукту, генерацію вибірок і звітів. PDM в свою чергу може включати EDM (Engineering Data Management), TDM (Technical Data Management), TIM (Technical Information Management) та інші [3].
- PIM (Product Information Management) — управління інформацією про продукт, що виконує функції: збір даних о продуктах, консолідація, збагачення та дистрибуція даних [4, с. 5]. PIM може включати або доповнюватися DAM (Digital Asset Management), MDM (Master Data Management) і CMS (Content Management System).

72% респондентів, що користуються PLM/PDM системи, основною ціллю бачать зниження рівня помилок в менеджменті даних [5, с. 19].

Впровадження PDM/PLM/PIM систем в Україні є досить обмеженим і зустрічається в харчовій, важкій промисловості, машинобудуванні та online-торгівлі. Але саме таке впровадження надає виробнику конкурентоздатність, через кращий сервіс високої якості, а також драйвери для удосконалення внутрішніх процесів розробки та виробництва. Також впровадження PIM зі складовими, як DAM, MDM і CMS відповідає тенденції глобального ринку поширення online-торгівлі і дозволяє автоматизувати наповнення інформацією по продуктам online-магазини та online-платформи.

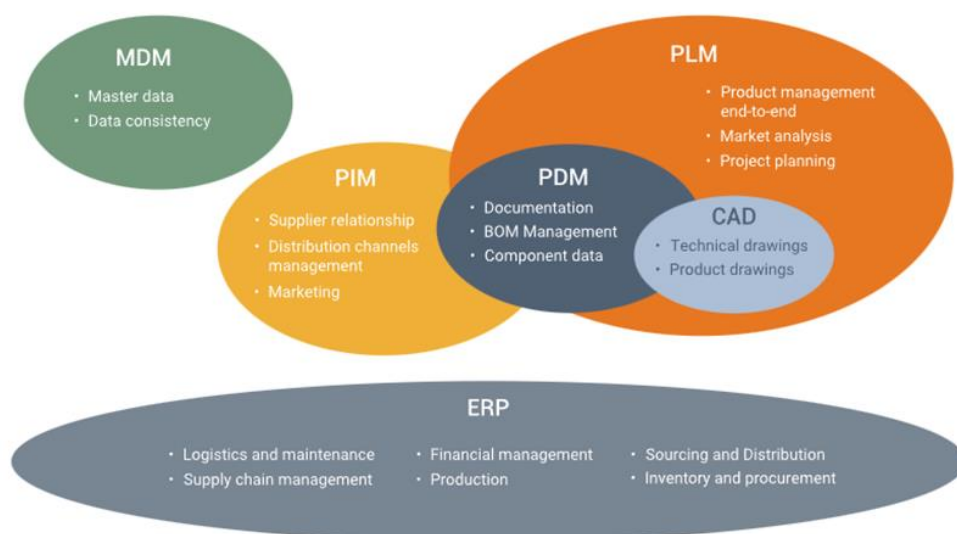


Рис. 1. Типи виробничого програмного забезпечення та основні функції [2]

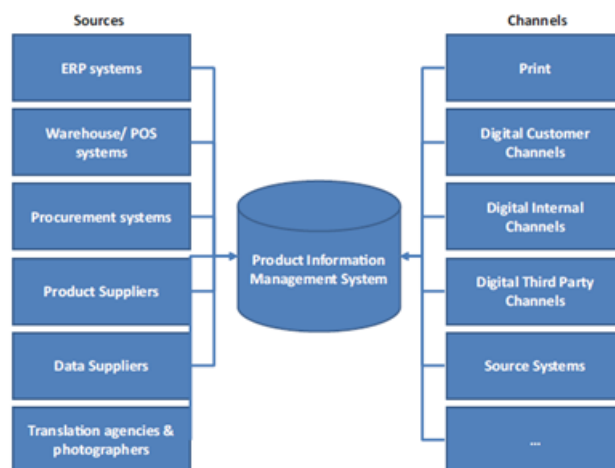


Рис. 2. Джерела і канали даних для PIM-системи [4, с. 8]

Рішення про впровадження, вибір програмного забезпечення, формування вимог різних ринків та каналів збуту — тривалий і складний процес, що вимагає мобілізації компанії до змін. Мають бути проаналізовані та враховані поширені стандарти на різних ринках збуту, як ETIM, та наявні галузеві банки даних, як EDATA. Перевагами використання PIM є зниження часових витрат на створення інформації, кількості помилок, легке розширення асортименту та керування текстами на відповідність регуляційним і юридичним вимогам [5, с. 7] [4, с.19]. PIM реалізує керованість складними даними широкого асортименту продукції, реалізованої по розгалуженій мережі збуту. Ризиками впровадження подібного інтегрованого програмного забезпечення є: перевищення бюджету впровадження, супротив персоналу змінам через погану поінформованість, інформаційна безпека, брак розуміння вимог різних каналів продажів на ринку, складності через низький рівень якості існуючої інформації та інші. Тому коректне опрацювання цих ризиків суттєво впливає на ефективність.

Література

1. Forbes (2023) *5 DIY Home Improvement E-Commerce Trends To Watch* [online]. URL : <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinessdevelopmentcouncil/2023/07/11/5-diy-home-improvement-e-commerce-trends-to-watch>.
2. To-Increase (2022) *PLM, PDM, PIM, CAD, MDM: Why Connect Them to the ERP and How Are They Different?* [online]. URL : <https://www.to-increase.com/manufacturing/blog/plm-pdm-pim-cad-mdm-connecting-to-erp>
3. IT Enterprise. *Product Data Management, PDM* [online]. URL : <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/product-data-management-pdm>.
4. Abraham J. (2014) *Product Information Management. Theory and Practice*, Springer Cham.
5. *The Engineering Leader's. Guide to PDM & Data Management* [online]. URL : <http://www.bluestonepim.com>.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ І ТАКТИК ДОСЯГНЕННЯ ПРИНЦИПІВ RELIABILITY, AVAILABILITY В АРХІТЕКТУРІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ

Косько М. Є.

НВМ.АІ, Будапешт, Угорщина

E-mail: komaxko@ukr.net

Methods and Tactics for Achieving the Principles of Reliability, Availability in the Architecture of Highly Loaded Systems

Architectural tactics are fundamental design decisions. They are the building blocks for both architectural design and analysis. The process of designing and analyzing software architectures is complex. Architectures are determined by requirements (principally quality attribute requirements), which are in turn determined by an organization's business goals and constraints. Architectural design is a minimally constrained search through a vast multi-dimensional space of possibilities. We show how the needs of practice have caused the catalog of availability tactics to be updated, but demonstrates that the underlying structure of the tactics categorization has remained stable.

Архітектурні тактики основні при дизайні системи. Вони є будівельними блоками для архітектурного проєктування й аналізу[1]. Процеси проєктування та аналізу архітектури ПЗ є складними. Архітектура ПЗ визначається вимогами (головним чином вимогами до критеріїв якості), які, своєю чергою, визначаються бізнес-цілями та обмеженнями домену [2]. При розробленні ПЗ терміни «архітектурний стиль» і «архітектурний шаблон», хоча і часто використовуються як синоніми, мають тонку різницю, яку необхідно враховувати при проєктуванні системи для чіткішого та кращого розуміння загальної архітектури.

Архітектурний стиль визначає та виражає набір елементів та їх взаємодію в архітектурі. Найголовніше те, що це не вирішує миттєву проблему, а просто визначає спільну мову. Тому архітектурний стиль концептуальний і абстрактний. Це не технологія чи бібліотека, а використовується на найвищому рівні абстракції в системному проєктуванні, щоб керувати тим, як система буде створена та працюватиме.

Архітектурний шаблон забезпечує вирішення проблеми за допомогою лексики, визначеної у відповідному архітектурному стилі. Він забезпечує спосіб завершення реалізації обраного стилю. Один або кілька архітектурних шаблонів можна використовувати у вибраному архітектурному стилі або комбінації стилів, а також один шаблон можна використовувати в кількох стилях відповідно до вимог системи. Архітектурний шаблон не забороняє використовувати інший шаблон, який буде відповідати тому самому архітектурному стилю.

Архітектурні стилі визначають концептуальну та абстрактну мову високого рівня, тоді як архітектурні шаблони, які використовуються для

вирішення повторюваної архітектурної проблеми, мають справу з конкретними реалізаціями для досягнення мети вибраних стилів. У ПЗ низького рівня ми також маємо шаблони проектування, які є загальними багаторазовими рішеннями типових проблем у проектуванні ПЗ на рівні архітектури. Архітектурні стилі, архітектурні шаблони та шаблони дизайну не є взаємовиключними та займають своє місце в повній архітектурі системи, щоб мати надійну, зрозумілу та придатну для обслуговування програму.

Надійність ПЗ (reliability) — це ймовірність безвідмовної роботи комп'ютерної програми протягом заданого періоду в заданому середовищі. Надійність — це погляд на якість ПЗ, орієнтований на клієнта. Це стосується роботи, а не дизайну програми, і, отже, воно є динамічним, а не статичним. Він пояснює частоту, з якою несправності викликають проблеми. Вимірювання та прогнозування надійності ПЗ стало життєво важливим для керівників ПЗ, інженерів ПЗ, менеджерів та інженерів продуктів, які включають ПЗ, а також для користувачів цих продуктів. У розділі розглядаються моделі надійності ПЗ та загальні характеристики моделі. Застосування надійності ПЗ також обговорюється в цьому розділі. Надійність ПЗ вимірюється в робочому середовищі з високою точністю. Завдяки поточній можливості вимірювання надійності ПЗ під час тестування моніторинг стану та відстеження проєктів здійснюється з відносно хорошим рівнем якості [4].

Надійність можна заміряти за допомогою стандартних показників керування інцидентами, як-от:

- Середній час між відмовами: обчислюється шляхом ділення загального часу роботи на кількість відмов.
- Частота відмов: обчислюється шляхом ділення кількості відмов на загальний час роботи сервісу.

Визначення стандартів надійності може змінюватися залежно від того, що під загрозою в разі збою системи.

Нижче наведено декілька тактик підвищення надійності сервісів:

- Створення графіків планового технічного обслуговування, щоб підтримувати системи в актуальному стані та оновлювати їх.
- Повний контроль якості та тестування під час оновлення або внесення змін до системи, щоб команди могли виправити проблеми до того, як вони вийдуть у production.
- Впровадження відмовостійкості.
- Доступність (availability) — це відсоток часу, протягом якого система або компонент працює і може виконувати свої функції — час безвідмовної роботи.

Великі інтернет-крамниці, наприклад, повинні підтримувати доступність сайту 24 години на добу, щоб задовольнити попит клієнтів, або ризикують втратити частку ринку на користь конкурентів. Доступність враховує різноманітні умови, наприклад швидкість Інтернету користувача та час пікового трафіку. Втрата доступності найважливіших систем, як моніторинг інтенсивної терапії новонароджених, може бути навіть небезпечною для життя.

Покращення доступності можна досягти кількома способами:

- Впровадження проактивних стандартних графіків технічного обслуговування, щоб забезпечити високу доступність.
- Додавання резервних систем за допомогою механізмів відновлення після відмови.
- Створення швидких процесів відновлення як частини управління інцидентами.
- Профілактичне обслуговування. Проведення дослідження надійності, доступності та ремонтпридатності (RAM) може дати важливу інформацію про те, на чому зосередити зусилля з обслуговування [1].

На надійність і доступність системи можуть впливати кілька чинників:

- **Оточення:** може включати компоненти інтернету речей, такі як манометри, що впливають на несприятливу погоду, або циклічні шаблони використання — висока відвідуваність сайту роздрібної торгівлі в певні дні;
- **Якість компонентів:** наприклад, сторонні інтеграції або апаратне забезпечення;
- **Операційний:** це може включати частоту перевірок і обслуговування або інвестиції в модернізоване ПЗ.

Основні тактики для розв'язання проблем доступності:

- тактики виявлення несправностей;
- тактики відновлення несправностей/відмов системи;
- тактики запобігання потенційних несправностей/відмов.

Література

1. Scott J., Kazman R. (2009) *Realizing and Refining Architectural Tactics: Availability* : technical report CMU/SEI-2009-TR-006 ESC-TR-2009-006 [online]. URL : insights.sei.cmu.edu/documents/810/2009_005_001_15101.pdf
2. Feiler P. H., Goodenough J. B., Gurfinkel A., Weinstock C. B., Wrage L. (2012) *Validation and Improvement Framework* : special report CMU/SEI-2012-SR-013 [online]. URL : insights.sei.cmu.edu/documents/1918/2012_003_001_34081.pdf
3. Gelenler A. (2023) *Architectural Styles vs Architectural Patterns* [online]. URL : <https://medium.com/@ali.gelenler/architectural-styles-vs-architectural-patterns-7fab51713470>
4. Ellison R. J. (2014) *Assuring Software Reliability* : special report CMU/SEI-2014-SR-008 [online]. URL: https://insights.sei.cmu.edu/documents/1932/2014_003_001_301629.pdf.
5. Васильченко І. Б., Костіков М. П. (2022) Інформаційна система підтримки інтернет-крамниці. *Матер. 88 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ. «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»*, квіт.-трав. 2022. К.: НУХТ, ч. 2, с. 288.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ДЛЯ РОБОТИ З ТАБЛИЧНИМИ ДАНИМИ

Кошельник Ю. О., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ

E-mail: koshelnikjulia98@gmail.com

Use of Modern Processing Algorithms to Work with Tabular Data

In the modern world, tabular data processing is becoming increasingly important. As the amount of processed information grows, the need for modern algorithms to process this data efficiently increases. Therefore, there is a need to apply modern algorithms for processing tabular data.

У сучасному світі обробка табличних даних стає все більш важливою. З ростом об'ємів оброблюваної інформації, потреба в сучасних алгоритмах для ефективної обробки цих даних зростає. Тому виникає необхідність у застосуванні сучасних алгоритмів для обробки табличних даних.

Обрано мову програмування C++, оскільки вона є потужним інструментом для розробки програмного забезпечення будь-якої складності. У проєкті було використано: записи, мітки goto та було підключено нову бібліотеку conio.h, яка дозволяє нам додавати до коду зв'язки з клавіатурою [1]. Запис - це структура даних, яка складається з фіксованого числа компонентів, відомих, як поля. Поля можуть мати різні типи даних. Від масивів записи відрізняються тим, що всі компоненти масиву повинні бути одного типу даних, тоді як у записах цього обмеження немає. Записи зручно використовувати там, де необхідно об'єднати дані, які відносяться до однієї і тієї ж величини [2].

Оператор goto передає керування мітці. Ця мітка повинна знаходитися в тій самій функції і може бути присутня тільки перед одним її оператором [3]. Бібліотека conio.h — це заголовковий файл, який використовується в деяких середовищах розробки для MS-DOS та Windows. Хоча conio.h не є стандартною частиною мови C++, вона може бути зручною для роботи з текстовим інтерфейсом в старих середовищах розробки. Завдяки цій бібліотеці маємо змогу підключити роботу з клавішами за допомогою певних функцій, як приклад:

```
while (!kbhit());
pm = getch();
cin.ignore();
if (pm != 27)
if (pm == 13)
    goto s11;
else
    goto s12;
```

```
Main menu

1. Enter the information about mobile phones.
2. The list with information about mobile phones.
3. Search by year of publication.
4. Search by model.
5. Search by diagonal.
6. Exit.

Enter the number from this menu:
```

Рис. 1. Головне меню

На Рис. 1 показано головне меню програми. Для роботи з проектом слід надати програмі інформацію про телефони, інакше при роботі з іншими пунктами, програма виведе повідомлення про помилку. При виборі пункту №1 «Введіть інформацію про мобільні телефони» та натисканні Enter екран очищається та відображає повідомлення про прохання програми щодо надання інформації про мобільні телефони для подальшої роботи. Після закінчення введення інформації можна або продовжити вводити інформацію, але вже про іншу модель телефону (для цього слід натиснути Enter); або закінчити записи та натиснути Esc. Можна виконати пошук за заданими характеристиками. В пунктах №3 («Пошук за роком випуску»), №4 («Пошук за моделлю») та №5 («Пошук по діагоналі») можна знайти телефон, який вас цікавить, відповідно до вказаних в назві характеристик. П. 6 виконує повний вихід з програми. Також можна переглянути таблицю з даними (Рис.2), які було надано в п.1. Для цього слід вибрати п. 2 «Список з інформацією про мобільні телефони».

The notes					
#	The company	The model	Year	The diagonal	
1	Apple	Iphone 11	2019	6	
2	Apple	Iphone 12	2020	6	
3	Samsung	Samsung Galaxy S23	2023	6	
4	Samsung	Samsung Galaxy A24	2023	7	
5	Xiaomi	Redmi A3	2024	7	
6	Xiaomi	Redmi Note 12 Pro	2022	7	

Рис. 2. Таблиця з даними

У ході дослідження створено проект, який зберігає подану інформацію, виводить у таблицю; виконує пошук за заданими характеристиками. Сучасні алгоритми дозволяють ефективно обробляти великі обсяги даних та виконувати складні операції й аналіз. Проект відображає сучасний підхід до обробки даних.

Література

1. DSpace of West Ukrainian National University (2024) "Reference lecture notes: Algorithms and data structures" [online]. URL: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/24160/1/fkit_kn_pzs_asd_LEK.pdf
2. Microsoft Learn (2024) "Goto and Labeled Statements (C)" [online]. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/cpp/c-language/goto-and-labeled-statements-c?view=msvc-170>.
3. Computer science — Theory - The unconditional jump operator goto (2024) [online]. URL: <https://yevshan.com.ua/info/013/content/content3.html>.

DDOS-АТАКИ ТА ЗАХИСТ ВІД НИХ

Левонюк К. В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: Katrinlevoniuk@gmail.com

DDoS attacks and protection against them

Distributed Denial of Service (DDoS) attacks are a prevalent and disruptive form of cyber-attack that aim to overwhelm a targeted system, service, or network with excessive traffic, rendering it inaccessible to users. These attacks can originate from multiple compromised computer systems, often utilizing a botnet to flood the target with an overwhelming number of requests.

DDoS-атака — це тип кібератаки, під час якої зловмисники намагаються зробити онлайн-сервіс або вебсайт недоступним для користувачів. Це досягається шляхом перевантаження цільового сервера або мережі великим обсягом інтернет-трафіку з багатьох джерел одночасно. Така атака може призвести до тимчасових збоїв у роботі сервера або повного виходу його з ладу.

DDoS-атака відбувається за участі великої кількості комп'ютерів або інших пристроїв, заражених шкідливим програмним забезпеченням, що перетворює їх у ботнети. Зловмисники контролюють ці ботнети і використовують їх для відправлення одночасних запитів на цільовий сервер. Коли сервер отримує надмірну кількість запитів, його ресурси (процесор, пам'ять, пропускна здатність мережі) стають перевантаженими, що робить його недоступним для легітимних користувачів.

Типи DDoS-атак:

- атаки на рівні мережі. Спрямовані на перевантаження мережевого каналу великою кількістю трафіку. Це можуть бути UDP-флуд, ICMP-флуд, SYN-флуд, FIN-флуд, тощо;
- атаки на рівні прикладного програмного забезпечення. Націлені на виснаження ресурсів сервера шляхом надсилення великої кількості запитів до вебдодатків. Прикладами є HTTP-флуд, DNS-флуд, тощо.

Головним захистом від цих атак є розуміння того, що є нормальним для вашого мережевого трафіку, є ключовим для своєчасного виявлення DDoS-атак. Важливо знати, як виглядає типовий трафік вашої мережі. Побудова базового профілю звичайного трафіку допоможе вам швидше розпізнати незвичайні патерни, що можуть вказувати на DDoS-атаку. До таких ознак належать раптове зниження продуктивності мережі, нестабільні з'єднання, часті збої у роботі, незвичні джерела трафіку або значне збільшення обсягу спаму.

Пильний моніторинг мережевого трафіку та трафіку додатків має вирішальне значення, оскільки навіть невелика аномалія може вказувати на підготовку до більшої атаки. Чим раніше виявиться підозріла активність, тим швидше зможете активувати плани протидії. При цьому важливо звести до

мінімуму помилкові спрацьовування, щоб уникнути непотрібних операційних перебоїв.

Коли виникає ймовірна DDoS-атака, організація повинна бути готовою швидко реагувати. Ретельне планування дозволить уникнути імпровізації під час кризи. План реагування на DDoS-атаки який включає:

- контрольний список систем та засобів виявлення загроз;
- визначену команду реагування;
- процедури підтримки бізнес-операцій під час атаки;
- протоколи сповіщення про інциденти;
- комунікаційний план для співробітників, клієнтів, партнерів та ЗМІ;
- забезпечення відмовостійкості інфраструктури.

З урахуванням високої ймовірності DDoS-атак, варто вжити заходів для мінімізації їх наслідків. Проектування мережі та систем з урахуванням надлишкового трафіку, розподіл ресурсів, резервні пристрої та архітектура підвищеної доступності можуть допомогти нейтралізувати атаку. Уникайте вузьких місць та єдиних точок відмови, які можуть бути вразливими до трафіку.

Хмарне сховище пропонує декілька варіантів для зменшення ризику DDoS-атак. Перенесення активів у хмару забезпечує високу пропускну здатність та розподіленість ресурсів, що сприяє відмовостійкості. Однак, багатокористувацькі хмарні середовища можуть нести власні ризики, тому важливо співпрацювати з провайдерами, які пропонують послуги захисту від DDoS-атак.

Ефективна протидія DDoS-атакам залежить від багаторівневої стратегії, яка включає передові практики, інструменти та розвідку загроз. Рішення для захисту повинні включати можливості моніторингу трафіку, виявлення загроз у реальному часі, блокування аномальної поведінки, розпізнавання атак нульового дня, очищення трафіку та автоматизовану відповідь. Розвідка загроз забезпечує своєчасну інформацію про активність DDoS, включаючи IP-адреси ботнетів і вразливих серверів, що дозволяє організаціям проактивно протидіяти атакам.

Література

1. iiTD (2024) Найкращі методи запобігання та захисту від ddos-атак [online]. URL : <https://iitd.com.ua/news/najkrashhi-metodi-zapobigannja-ta-zahistu-vid-ddos-atak>.
2. Eset (2024) Розподілена атака на відмову в обслуговуванні (DDoS) [online]. URL : <https://www.eset.com/ua/support/information/entsiklopediya-ugroz/distributed-denial-of-service>.
3. Ukraine (2024) DDoS атаки і захист від них [online]. URL : https://www.ukraine.com.ua/uk/blog/hosting_ukraine/ddos-ataki-i-zashchita-ot-nih.html.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ АНАЛІТИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ДОСЯГНЕННІ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ

Левонюк К. В., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: Katrinlevoniuk@gmail.com

Use of Analytical Panel Visualization Tools in Achieving Key Performance Indicators

Data visualization is a tool for transforming complex information into understandable graphical forms, such as charts, graphs, and maps, allowing users to quickly and efficiently understand key trends and findings. To visualize data, dashboards are used to provide an interactive and convenient way to monitor and analyze important metrics. KPIs - Key Performance Indicators are important indicators that help to assess progress in achieving strategic goals and make informed management decisions.

Візуалізація даних – це процес перетворення складної інформації у графічні елементи, такі як діаграми, графіки та карти, які допомагають візуально краще зрозуміти та запам'ятати дані. Одні з самих популярних програмних забезпечень для візуалізації даних є: Tableau, Power BI, Google Looker Studio, Metabase.

Ці програми дозволяють створювати інтерактивні та інформативні візуалізації, що спрощують розуміння даних, виявлення трендів та патернів. Візуалізація даних полегшує прийняття рішень та робить інформацію доступною не лише для аналітиків, але й для широкого кола користувачів без спеціальних знань. Зазвичай вони використовуються на презентаціях, щоб людям було краще зрозуміти про що розповідає доповідач. Щоб візуалізувати дані та забезпечити зручний доступ до них у режимі реального часу, ми використовуємо аналітичні панелі. Це інструменти, які використовуються для моніторингу ключових показників. Вони забезпечують швидкий доступ до найважливіших даних у режимі реального часу та надають користувачам можливість налаштовувати їх відповідно до своїх потреб. Панелі можуть інтегрувати дані з різних джерел, таких як бази даних, CRM-системи (управління взаємодією з клієнтами, оптимізації процесів продажу, маркетингу та обслуговування клієнтів) та ERP-системи (дозволяють організаціям автоматизувати та інтегрувати основні бізнес-процеси), і дозволяють налаштовувати сповіщення про досягнення критичних значень КРІ або інших важливих змін у даних. Щоб показати дані, які вимірюються, ми використовуємо ключові показники ефективності (КРІ).

Ключові показники ефективності – це вимірювані значення, які використовуються для оцінки ефективності діяльності організації або її окремих підрозділів. КРІ повинні бути кількісними, вимірюваними, релевантними та пов'язаними з ключовими цілями та стратегіями компанії.

Важливо, щоб показники мали чітко визначені цілі, які можна досягти та оцінити. КРІ включають:

- фінансові показники (доходи, прибуток, рентабельність інвестицій),
- операційні (час виконання замовлень, рівень запасів),
- клієнтські (задоволеність клієнтів, кількість нових клієнтів)
- внутрішні (ефективність процесів, продуктивність працівників).

КРІ також використовуються для вебсайтів, щоб допомогти визначити, наскільки успішно сайт виконує свої завдання та досягає поставлених цілей. Ці показники надають цінну інформацію про те, як користувачі взаємодіють з сайтом, що дозволяє покращити його продуктивність та ефективність. Ось кілька основних КРІ для вебсайтів:

Трафік сайту. Загальна кількість відвідувачів, які заходять на сайт. Цей показник дозволяє оцінити популярність сайту та ефективність маркетингових кампаній.

Середній час на сайті (Average Session Duration). Час, який відвідувачі проводять на сайті під час одного сеансу. Це показує, наскільки цікаві та корисні матеріали на сайті.

Конверсійний показник (Conversion Rate). Відсоток відвідувачів, які виконали бажану дію на сайті (наприклад, здійснили покупку, заповнили форму, підписалися на розсилку). Це один з найважливіших показників ефективності сайту.

Вартість залучення клієнта (Cost per Acquisition, CPA). Витрати на залучення одного клієнта через різні канали маркетингу. Це важливий показник для оцінки рентабельності маркетингових зусиль.

Візуалізація даних, аналітичні панелі та КРІ є важливими компонентами сучасного управління бізнесом. Вони дозволяють компаніям приймати обґрунтовані рішення, оптимізувати процеси та досягати стратегічних цілей.

Література

1. GoIt (2024) Візуалізація даних: принципи, способи та корисні інструменти [online] URL : <https://goit.global/ua/articles/vizualizatsiia-danykh-pryntsyry-sposoby-ta-korysni-instrumenty>.
2. Webpromo (2024) Що таке аналітичні дашборди і як використовувати їх для звітності? [online] URL : <https://web-promo.ua/ua/blog/sho-take-analitichni-dashbordi-i-yak-vikoristovuvati-yih-dlya-zvitnosti>.
3. Datawiz (2024) БіДашборди: особливості найкращих аналітичних рішень [online] URL : <https://datawiz.io/uk/blog/bi-dashboards-features-of-the-best-analytical-solutions>.
4. Peopleforce (2024) Ключовий показник ефективності [online] URL : <https://peopleforce.io/uk/hr-glossary/key-performance-indicator>.
5. ДіяБізнес (2020) Що таке KPI? Приклади [online] URL : <https://business.diia.gov.ua/handbook/prodazi/so-take-kpi-prikladi>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖІВ ІТ-РІШЕНЬ

Мірзамухамедов Т. Р.
Пегас-СК, Київ, Україна
E-mail: friedrichweimerua@gmail.com

Using Information Technology for Sales Management of IT Solutions

Effective use of information technology (IT) is critical for managing sales in the IT solutions sector. This report explores the strategies and technologies that enhance sales management, focusing on the unique challenges and opportunities in this field.

Успішне управління продажами є ключовим для компаній, що займаються розробкою та впровадженням рішень на основі штучного інтелекту (ШІ) та інформаційних технологій (ІТ). У цьому звіті розглядаються стратегії та методи, які підвищують ефективність продажів у таких технологічно розвинених галузях, з урахуванням унікальних викликів та можливостей, з якими стикаються компанії цього сектору. Зокрема, необхідно розглянути способи адаптації до швидких технологічних змін і високу конкуренцію на ринку, що створює потребу у гнучкості та інноваційності підходів [1].

Ринок ШІ та ІТ-рішень постійно розвивається, що створює як виклики, так і можливості для компаній. Високий рівень конкуренції та швидкі технологічні зміни вимагають гнучкості та інноваційності від команд з продажів. Клієнти, які потребують таких рішень, часто мають високі вимоги до якості та індивідуалізації продуктів. Підприємство, що займається впровадженням ШІ-рішень, повинні постійно вдосконалювати свої продукти та послуги, щоб відповідати змінним потребам ринку і випереджати конкурентів. Це включає впровадження нових функцій, підвищення ефективності та інтеграції з іншими системами [2].

Ефективна сегментація ринку допомагає компаніям визначити цільову аудиторію та адаптувати свої продажові стратегії відповідно до потреб різних сегментів. Це включає аналіз галузевих тенденцій, конкурентів та специфічних вимог клієнтів. Розподіл клієнтів на категорії за розміром бізнесу, галуззю або географічним розташуванням дозволяє більш точно визначити їх потреби та запропонувати відповідні рішення. Сегментація також дозволяє зосередити маркетингові зусилля на найбільш перспективних сегментах, що підвищує ефективність ресурсів та збільшує ймовірність завершення угод [3].

Впровадження інноваційних підходів, таких як використання ШІ для аналізу клієнтів та прогнозування продажів, може значно підвищити ефективність продажів. Автоматизація процесів та використання аналітики дозволяють зосередитись на більш стратегічних завданнях. Система рекомендацій на основі ШІ може пропонувати клієнтам продукти, що

відповідають їхнім потребам, підвищуючи тим самим рівень задоволеності клієнтів. Крім того, автоматизація процесів продажів дозволяє скоротити час від виявлення потенційного клієнта до укладення угоди, що є критичним для успішної роботи на конкурентному ринку [4].

Довгострокові відносини з клієнтами є ключовим елементом успішного управління продажами. Використання CRM-систем для управління взаємодією з клієнтами допомагає підтримувати високий рівень задоволеності та лояльності клієнтів. CRM-системи дозволяють зберігати всю інформацію про клієнтів. Залучення клієнтів до процесу розробки продуктів та регулярне отримання зворотного зв'язку також сприяє зміцненню відносин та підвищенню довіри клієнтів [5].

Одним з основних викликів є необхідність швидкої адаптації до змін у технологіях та ринкових умовах. Регулярне навчання персоналу та інвестиції в новітні технології дозволяють залишатись конкурентоспроможними. Крім того, важливо забезпечити гнучкість у підходах до продажів та швидку реакцію на зворотний зв'язок від клієнтів. Впровадження Agile-методології в управління продажами дозволяє швидко реагувати на зміни та оптимізувати процеси. Це включає регулярні наради, короткі цикли розробки та тісну співпрацю між відділами, що забезпечує більш ефективне управління проєктами та задоволення потреб клієнтів [6].

Управління продажами в компаніях, що займаються розробкою та впровадженням ІІІ та ІТ-рішень, вимагає комплексного підходу, який включає сегментацію ринку, інноваційні методи продажів та розвиток довгострокових відносин з клієнтами. Застосування сучасних технологій та постійне вдосконалення компетенцій команди з продажів. Використання ІІІ та інших новітніх технологій дозволяє не лише покращити ефективність роботи команди, а й забезпечити високий рівень задоволеності клієнтів, що є основою для успішного розвитку бізнесу в сучасних умовах [7].

Література

1. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116.
2. Marr, B. (2020). The Key Business Trends Everyone Will Be Talking About In 2021. *Forbes* [online]. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/12/21/the-key-business-trends-everyone-will-be-talking-about-in-2021>.
3. Marr, B. (2019). *Artificial Intelligence in Practice: How 50 Companies Used AI and Machine Learning to Solve Problems*. Wiley.
4. Sudhir, K., & Srinivasan, S. (2019). Marketing Models: Past, Present, and Future. *Journal of Marketing Research*, 56(4), 655-672.
5. Pandya, J. A. (2020). *CRM for Dummies*. Wiley.
6. Beck, K. et al. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Agile Alliance. URL: <https://agilemanifesto.org>.
7. Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). *Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools*. Springer.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАДАЧАМИ ПРОЄКТІВ

Ніженець Р. А.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: ruslaneshenets@gmail.com*

Project Task Management System

This paper proposes a solution for automated task scheduling in projects using a genetic algorithm. The developed system creates a work schedule, reduces the overall project completion time, and determines the team composition required to meet set deadlines. The system accounts for task dependencies and resource constraints, enabling efficient distribution of responsibilities among team members. The developed algorithm can be applied to various types of projects, providing flexibility and adaptability to the specific conditions of each task.

У сфері управління проєктами завжди стоїть проблема ефективного планування задач, розподілу обов'язків серед членів команди та забезпечення вчасного виконання проєктів. Це завдання стає ще більш складним, коли проєкт включає велику кількість взаємозалежних задач та обмежену кількість ресурсів. Менеджери проєктів часто витрачають значний час на ручне планування та коригування розкладу задач, намагаючись врахувати всі залежності та обмеження. Це може призводити до затримок у виконанні проєктів, неефективного використання ресурсів та, в результаті, до збільшення витрат. Залежно від специфіки проєкту та обмежень, менеджери стикаються з труднощами у визначенні оптимального розподілу задач між членами команди, встановленні реалістичних термінів виконання та забезпеченні необхідного рівня контролю над виконанням задач. У разі змін у пріоритетах або ресурсах, процес ручного планування стає ще більш складним і потребує значних зусиль для його коригування. Тому метою даної роботи є розроблення системи автоматизованого планування задач у проєктах, яка дозволить створювати розклад роботи та забезпечувати визначення складу команди для досягнення встановлених дедлайнів.

Розглянемо проєкт з п'яти задач, які розподілені на три різні типи, кожен з яких може виконувати лише співробітник відповідної ролі. В поточній команді знаходяться по одній людині на кожну з трьох ролей. Задачі наведені в табл. 1.

Для розв'язання задачі планування використано генетичний алгоритм, який дозволяє автоматизувати процес складання розкладу задач проєкту. У цьому контексті реалізовано два підходи до планування.

1. Урахування поточної команди. Цей підхід спрямований на складання розкладу задач з урахуванням наявної команди співробітників. Алгоритм аналізує поточний склад команди та визначає найкращий розподіл задач таким чином, щоб мінімізувати термін, до якого проєкт буде завершений.

Ураховуються взаємозалежності задач та можливість паралельного виконання декількох задач різними співробітниками. Завдяки цьому підходу можна ефективно використовувати наявні ресурси і зменшити час виконання проєкту.

2. Без урахування поточної команди, але з урахуванням встановленого дедлайну проєкту. Цей підхід використовується в тих випадках, коли важливим є всигнути виконати проєкт до встановленого крайнього терміну. Алгоритм визначає мінімальну кількість співробітників, необхідних для виконання проєкту в зазначені терміни. При цьому враховуються всі обмеження, пов'язані з ролями співробітників та взаємозалежностями задач. Результатом роботи алгоритму є не тільки розклад задач, але й рекомендації щодо складу команди, яка здатна завершити проєкт вчасно.

Табл. 1. Приклад задач проєкту

№	Задача	Роль	Час	Залежності
1	Задача 1	Роль1	2 дні	
2	Задача 2	Роль2	5 днів	Задача 1
3	Задача 3	Роль2	7 днів	Задача 1
4	Задача 4	Роль3	3 дні	Задача 2
5	Задача 5	Роль3	4 дні	Задача 3

Для вищеописаної задачі розглянемо рішення за допомогою обох підходів. Використавши перший підхід та врахувавши поточну команду, алгоритм створив розклад, зображений на рис. 2. Запланований розклад дозволить виконати проєкт за 18 днів.

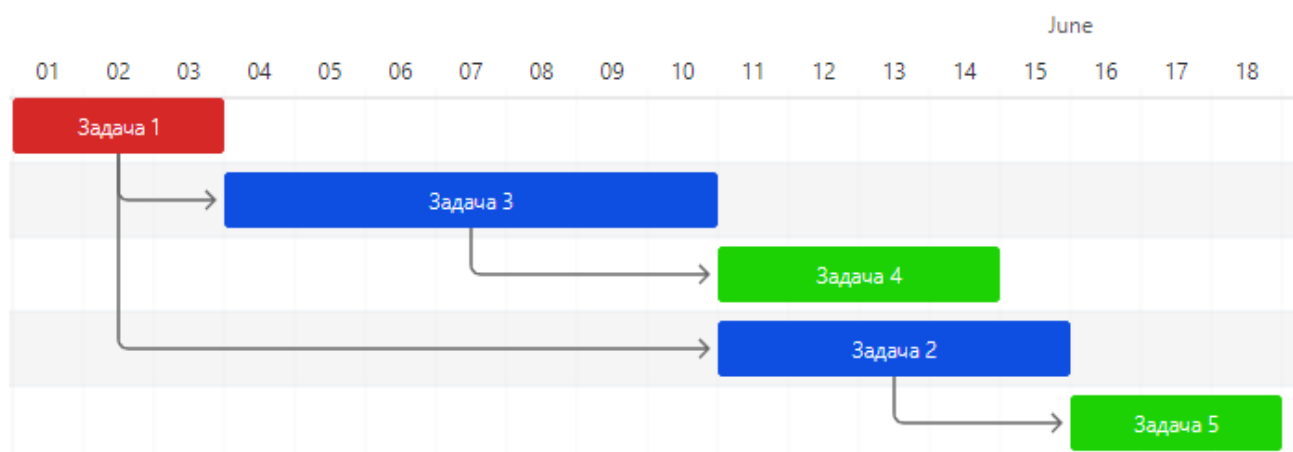


Рис. 2. Розклад із урахуванням поточної команди

Використаємо другий підхід. Встановимо термін виконання проєкту – 15 червня. В результаті маємо план роботи, зображений на рис. 3. В цій ситуації для того щоб виконати проєкт в термін необхідно збільшити розмір команди на 2 людини, для того щоб задачи, призначені ролям Роль2 та Роль3, могли виконуватись паралельно.

Для розв'язання задачі планування було використано генетичний алгоритм, реалізований у середовищі MATLAB з використанням бібліотеки Global Optimization Toolbox.

Швидкість алгоритму зменшується з збільшенням кількості задач та ролей. Для проєкту з 30 задач алгоритм працює близько 4 хв, що значно швидше ніж час, який знадобиться менеджеру проєкту для виконання аналогічного планування.

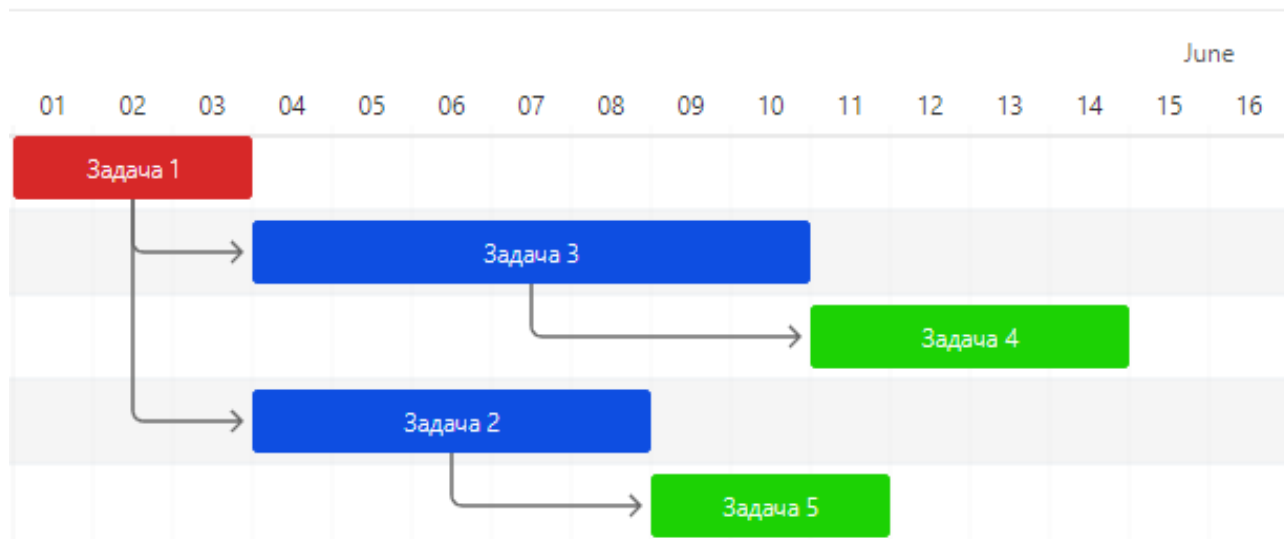


Рис. 3. Розклад із урахуванням терміну виконання проєкту

Розроблений генетичний алгоритм для автоматизованого планування задач проєктів показав свою ефективність у створенні розкладів та визначенні складу команди для виконання проєкту у встановлені терміни. Тестування на модельних прикладах показало, що використання даного алгоритму скорочує час планування та дозволяє знаходити ефективні рішення, які важко отримати вручну. Ця система може стати корисним інструментом для управління проєктами, підвищуючи загальну ефективність процесу планування

Література

1. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. – Addison-Wesley, 1989. – 432 с.
2. Haupt R.L., Haupt S.E. Practical Genetic Algorithms. – John Wiley & Sons, 2004. – 272 с.
3. MATLAB Documentation: Find minimum of function using genetic algorithm – MATLAB ga [online]. – URL : <https://www.mathworks.com/help/gads/ga.html>
4. Sciencedirect: Genetic Algorithm Overview [online]. – URL : <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/genetic-algorithm>.

МОВИ ФОРМАЛЬНИХ СПЕЦИФІКАЦІЙ І ДОКУМЕНТУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСУ

Піскунов О. Г., Сіренко А. Г.

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

E-mail: oleksii.piskunov@npp.nau.edu.ua

Formal Specification Languages and Documentation of Class Methods

Instead of programming with pseudocode (PPP), the proposal suggests documenting functions and class methods using formal specification languages, as close to the documented code as possible. Two examples were examined to demonstrate the capabilities of formal specification languages. It was shown that the let expression are suitable for writing functions without loops, while universal quantifiers are suitable for writing functions with loops. In both cases, it was possible to describe the required functions in sufficient detail.

Використання псевдокоду для коментування ПЗ неодноразово згадується в різних роботах із розроблення ПЗ. У [1] ці рекомендації з'являються постійно та навіть виділена спеціальна глава «Процес програмування із псевдокодом». До такого ж псевдокоду можна віднести й блок-схеми за винятком того, що їх незручно використовувати безпосередньо в тексті програм. Зручнішим для використання як псевдокод видаються створені для формальних методів розроблення ПЗ мови формальних специфікацій. Вони найчастіше мають готові системи ASCII-позначень для багатьох математичних виразів. Тож їх можна використовувати як псевдокод у коментарях до програм, у системах генерації документації до ПЗ ([2]). Крім того, мови формальних специфікацій зазвичай мають засоби (spellchecker) для перевірки синтаксису й виконання статичної типизації. Наприклад, для мов RSL (див.[3]) та Z (див. [4]) були розроблені відповідні утиліти.

З іншого боку, в огляді [5] давно відзначено парадокс, що давня й очевидна ідея про використання формальних методів і математики в процесі створення ПЗ погано піддається практичному використанню. Серед достатньо довгого списку проблем у огляді можна виділити наступне: математика повинна забезпечувати розробників ПЗ достовірною, повною й зручною у використанні та тестуванні документацією. Тобто документація взагалі й специфікація мають бути очевидними й зрозумілими для програмістів. Слід забезпечувати відповідність між абстрактним (математичним) описом системи та конкретним робочим кодом. Та послідовно переходячи від абстрактної аплікативної версії специфікації функції до конкретної аплікативної і, потім, до імперативної версії можна досягти бажаної відповідності.

Крім того, абстрактну версію можна використовувати для проектування тестових варіантів за методом чорної скриньки, а імперативну — для проектування тестових варіантів за методом білої скриньки. Тож видається природньою спроба використовувати мови формальних специфікацій як

псевдокод. Принаймні, це позбавляє необхідності вигадувати власну систему однозначних позначень.

Розглянемо досвід документування вже розробленого ПЗ. Виконувалось документування функції (метода класу) підрахунку площі трикутника на еліпсоїді (прикладний проєкт [6]) та ітератор арифметики Пеано (навчальний проєкт [7]). У першому випадку функції підрахунку площі не використовували цикли, для наближення специфікації до коду аналогом оператора-виразу було використано `let`. Відповідна схема мови RSL читається достатньо прозоро:

```
area1 (al, be, ga, R) is
  let s = (al + be + ga) / 2.0,
      root = sqrt(tan (s / 2.0) * tan((s- al)/2.0) *
                  tan((s - be) /2.0) * tan((s - ga) /2.0)),
      eps = 4.0 * arctan (root)
  in eps * R * R end
end
```

Вона мало чим відрізняється від коду відповідного методу на C#:

```
double area1 ( double al, double be, double ga, double R)
{
    double s = (al+be+ga)/2.0;
    double root = Math.Sqrt (Math.Tan(s/2.0) * Math.Tan((s-al)/2.0) *
    Math.Tan((s-be)/2.0) * Math.Tan((s-be)/2.0) );
    double eps = 4.0 * Math.Atan(root);
    return eps * R * R;
}
```

Таким чином, можна вважати, що вираз `let` дозволяє цілком адекватно записувати функції без циклів. В якості аналогу оператора циклу (для абстрактного стилю специфікації) підходить вираз із квантором загальності. Абстрактна специфікація ітератора:

```
suc : Num -> Num
suc( s ) as ns
  post let inc = -- отримати ознаку переповнення
    -\ (n, o) :dgts >< dgts :- if o = 9 /\ n = 0 then 1 else 0 end
  in hd ns = (hd s +1) \ 10
    /\ (all i : {|i :Nat :- i isin {1..len s-1} |} :-
      ns(i+1) = (s (i+1) + inc(ns(i), s(i))) \ 10 )
    /\ ns(len s +1) = if inc(ns(len s), s(len s)) >0 then 1
      else chaos end
  end
end
```

При цьому тип `Num` являється послідовністю цифр. Функція `inc`, котра обчислює переповнення розряду, задається лямбда - виразом. Вона повертає 1, якщо старий символ `o` дорівнює 9, а новий `n` – 0. В інших випадках вона повертає 0. Специфікація ітератору `suc` читається очевидним чином. Перший розряд нового числа `ns` дорівнює залишку від ділення на 10 першого розряду

старого числа s , до котрого додали 1. Для кожного наступного розряду розряди нового числа дорівнюють залишку від ділення на 10 суми наступного розряду старого числа й переповнення в попередньому розряді. При переповненні в останньому розряді у нового числа в додатковому розряді повинна виявитись 1. Крім того, мова RSL має імперативні конструкції, котрі ще більше наближають специфікацію до мов програмування. Наприклад, імперативна специфікація ітератора може мати наступний вигляд:

```
suc : Num -> Num
suc( s ) is
  local variable ns: Num := <.(s(1)+1 ) \ 10.> in
    for i in <. 1 ..(len s) -1.> do
      ns := ns ^ <.( s(i+1) + inc(ns(i) , s(i))) \ 10.>
    end;
    if (inc(ns(len s), s(len s)) > 0) then ns:= ns ^ <.1.> end;
  ns
end
end
```

У цій схемі список нового числа із змінної ns починає послідовно подовжуватись у конструкції `for`. До нього за допомогою операцій присвоїти `:=` та конкатенація `^` дописуються цифри старого числа s з врахуванням переповнення на попередньому кроці.

Із мов Z та RSL останню обрано для подальших робіт із кількох причин. У RSL булевий тип і тип дійсних чисел вбудовані в мову, можна конструювати записи, є змінні, статична перевірка реалізації специфікації. Та насамкінець, імперативні конструкції дозволяють наблизити специфікацію (абстрактне уявлення користувача про програму [5]) до працюючого коду цієї програми.

Література

1. McConnell S. (2004) Code complete. Second Edition, Microsoft Press, 914 p.
2. Code Documentation.Automated. [online]. URL : <https://www.doxygen.nl/manual/index.html>.
3. George C. (2008) RAISE Tool User Guide. UNU/IIST, 162 p. [online]. URL : <https://raisetools.github.io/material/documentation/ug.pdf>.
4. Jia X. (1998), ZTC: A Type Checker for Z Notation. User's Guide. USA, DePaul University, 44 p.
5. Parnas D.L. (2010) Really rethinking 'formal methods'. Computer (IEEE Computer Society), 43, pp. 28–34.
6. Піскунов А.Г., Юрчук І.А. Нанесення фотоматеріалів літального апарату на растрові карти відкритих картографічних сервісів, Наукоємні технології, (т.35, № 3), с. 204–208.
7. Піскунов А. Г., Тупко Н. П., Петренко І. А. (2024) Алгебраїчне проектування програмного забезпечення. Інформаційні технології та суспільство, (5 (11)) с. 50–59. [online], URL: <https://journals.maup.com.ua/index.php/it/article/view/2928>

ІНТЕГРАЦІЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА GPT-4 VISION ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТЕНТУ

Погрібняк М. С.

Незалежний консультант, ФОП, Київ, Україна

E-mail: maksym.pogribnyak@gmail.com

Integration of Social Networks and GPT-4 Vision for Automated Content Creation

Development of an innovative system that automates content creation and publication by integrating with social networks via OAuth and utilizing GPT-4 Vision Preview. This AI-driven solution, built on Node.js, enhances user engagement with personalized, relevant content while optimizing marketing costs. It supports features like photo capturing, random image selection, content generation, and scheduled postings across Instagram, Facebook, Twitter, and LinkedIn. By leveraging OpenAI's Chat-GPT and GPT-4 Vision, the system provides businesses and influencers with a versatile tool to maintain a dynamic social media presence, ultimately improving marketing efficiency and audience interaction.

У сучасному світі цифровий маркетинг набуває все більшої значущості, і регулярне створення контенту є вирішальним фактором для досягнення успіху. Ми розробили систему, яка дозволяє автоматизувати процес створення та публікації контенту, інтегруючись із соціальними мережами через OAuth і використовуючи можливості GPT-4 Vision Preview.

Автоматизація створення контенту за допомогою штучного інтелекту є значним проривом для розвитку контент маркетингу. Це не лише підвищує залученість користувачів через персоналізований і релевантний контент, але й значно оптимізує витрати на створення та поширення контенту, а також залучення нових клієнтів [1]. Використання AI у соціальних мережах стало необхідністю для багатьох організацій. Компанії, такі як Grammarly, Adobe та Netflix, вже показали, як штучний інтелект може революціонізувати маркетингові кампанії, підвищуючи їх ефективність.

Ми створили проєкт, основою якого є платформа Node.js з відкритим кодом для виконання високопродуктивних мережових застосунків, написаних мовою JavaScript [2]. Для інтеграції з різними соц. мережами використовуються бібліотеки OAuth, а також внутрішнього API платформ що дозволяє автоматизовано публікувати контент на сторінках користувачів або в бізнес акаунтах.

OAuth (скорочення від англ. Open Authorization) — це відкритий стандарт авторизації, який дозволяє користувачам відкривати доступ до своїх приватних даних (фотографії, відео, списки контактів), що зберігаються на одному сайті, іншому сайті, без необхідності вводу імені користувача та паролю [3].

Крім того, ми використовуємо OpenAI для інтеграції з Chat-GPT та GPT-4 Vision, що дозволяє значно розширити можливості автоматизації контенту.

Штучний інтелект є ключовим елементом у сучасному маркетингу та розвитку технологій. AI дозволяє автоматизувати рутинні завдання, покращувати аналіз даних і забезпечувати персоналізовану взаємодію з клієнтами. Це допомагає компаніям ефективніше використовувати свої ресурси, знижувати витрати і збільшувати прибуток. В нашому проєкті ми використали інтеграцію з OpenAI Chat-GPT а також Telegram як користувацький інтерфейс.

Система надає користувачам такі можливості:

- Робити фото на телефон або завантажувати існуючі зображення.
- Випадковий вибір зображень з попередньо визначеної бібліотеки (Рис. 1).
- Додавання промптів для генерації зображень або використання промптів для опису зображень.
- Автоматична публікація постів у вибрані соціальні мережі.

Створення та планування кількох постів для майбутньої публікації.

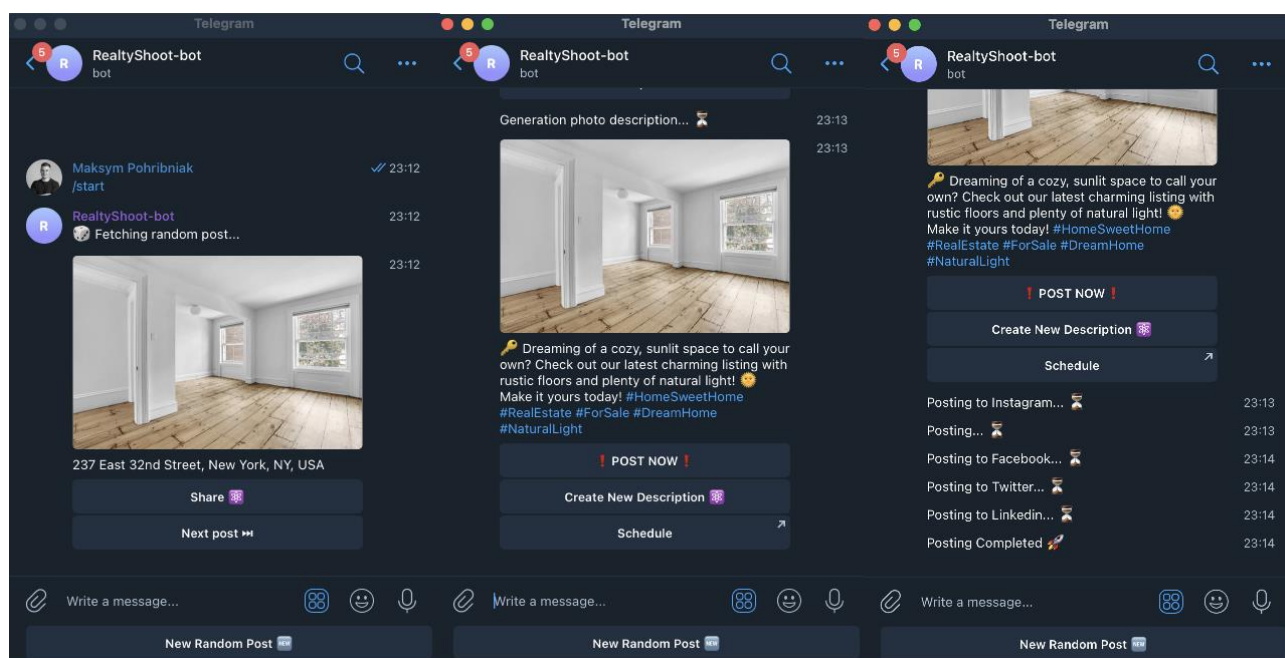


Рис. 1. Вибір випадкового зображення з галереї фотосвітлин, генерація опису та публікація

Chat-GPT — це передова модель штучного інтелекту, розроблена OpenAI, яка використовує глибоке навчання для генерації тексту на основі введених даних. Ця модель може розуміти та генерувати текст, що робить її ідеальною для створення контенту, написання унікальних торгових пропозицій та персоналізованих текстів [3].

GPT-4 Vision — це розширення Chat-GPT, яке включає аналіз і генерацію зображень. Вона може розпізнавати об'єкти на зображеннях, генерувати описи та створювати нові зображення на основі текстових описів, що значно розширює можливості автоматизації контенту [4].

Для інтеграції з Chat-GPT та GPT-4 Vision використовується API OpenAI. Цей процес включає реєстрацію на платформі OpenAI, налаштування середовища для роботи з API та виконання запитів до API з текстовими або зображувальними даними для отримання згенерованих результатів.

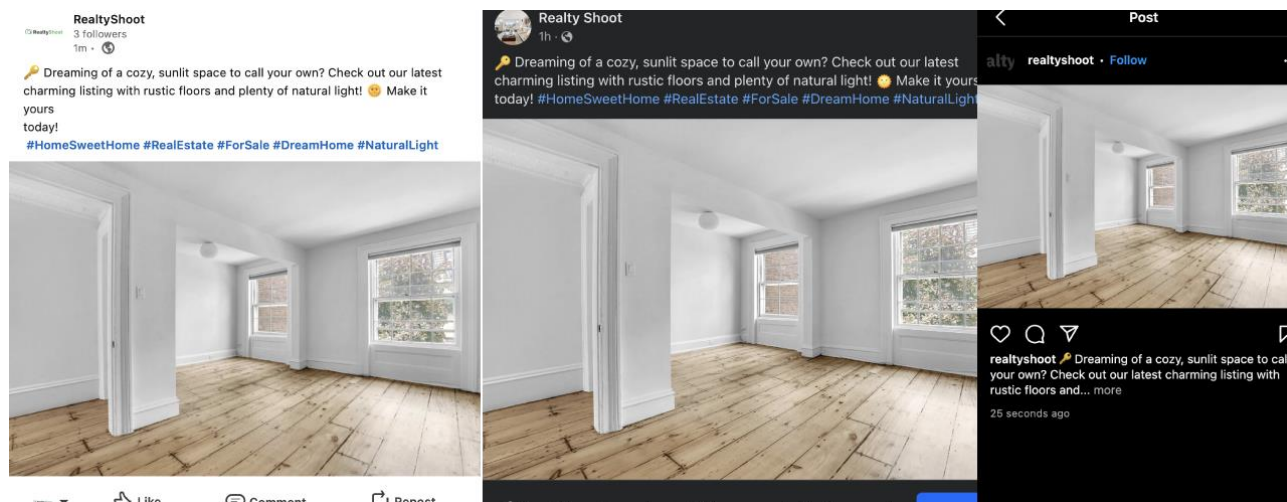


Рис. 2. Підтвердження наявності публікацій в заявлених соц. мережах

Система є універсальним інструментом для бізнесу та інфлюенсерів і загалом будь кого, хто хоче підвищити свою присутність в соц. мережах не інвестуючи багато в маркетинг. Вона дозволяє автоматизувати створення та публікацію контенту, зосереджуючись на стратегічних аспектах маркетингу. Можливість планування постів дозволяє підтримувати активну присутність у соціальних мережах без необхідності постійно слідкувати за графіком публікацій. Інтеграція може бути здійснена не лише через Telegram, але і через інші платформи, такі як веб-сайти або мобільні додатки.

Література

1. AContentfy team. 7 impressive examples of content automation in action. AContentfy. URL : <https://aicontentfy.com/en/blog/impressive-examples-of-content-automation-in-action>.
2. Node.js – about node.js®. Node.js – Run JavaScript Everywhere. URL : <https://nodejs.org/en/about>.
3. Sobers R. What is oauth? Definition and how it works. Varonis: Automated Data Security | DSPM | AI. URL: <https://www.varonis.com/blog/what-is-oauth>.
4. Openai. Text generation models. <https://platform.openai.com>. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/text-generation>.
5. Openai. Vision. <https://platform.openai.com>. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/vision>.

ОДНОПОТОЧНІСТЬ В JAVASCRIPT НА ПРИКЛАДІ NODE.JS: АСИНХРОННІСТЬ ТА EVENT LOOP

Погрібняк М. С.
ФООП, Київ, Україна
E-mail: maksym.pogribnyak@gmail.com

Single-threaded in JavaScript using Node.js: Asynchrony and Event Loop

Single-threaded programming in JavaScript using Node.js focuses on handling asynchronous operations. Node.js uses an event-driven architecture and non-blocking I/O operations to manage concurrent tasks efficiently. The memory heap and call stack are central components, while the event loop and event queue handle asynchronous functions. Web APIs enable concurrent task management despite JavaScript's single-threaded nature. Comparisons between single-threaded and multi-threaded languages highlight the simplicity of single-threaded programming and the complexity of managing threads in multi-threaded environments. Examples demonstrate how Node.js processes tasks efficiently, maintaining performance through these mechanisms.

Node.js — це потужне середовище виконання для запуску JavaScript-коду поза веб-браузером. Воно дозволяє запускати JavaScript на стороні сервера, що дає змогу розробникам створювати масштабовані, високопродуктивні та керовані подіями застосунки.

Node.js дозволяє розробникам використовувати JavaScript як на стороні клієнта, так і на стороні сервера, забезпечуючи уніфіковану мову та екосистему. Це усуває необхідність перемикання контексту і дозволяє повторно використовувати код між фронтом і бекендом. Це призводить до підвищення продуктивності та скорочення часу розробки [1].

JavaScript - однопоточна мова програмування виконання коду в якій відбувається послідовно, одна інструкція за іншою, в межах одного потоку виконання. Це означає, що завдання обробляються по порядку, і одночасно виконується лише одне завдання. З іншого боку, багатопоточні мови програмування дозволяють одночасне виконання декількох потоків, де кожен потік представляє окремий потік управління в межах одного процесу [2].

Платформа Node.js використовує архітектуру, засновану на подіях, що робить його високоефективним у обробці паралельних запитів. Він використовує неблокуючі операції вводу/виводу, що дозволяє обробляти кілька запитів одночасно без блокування виконання інших завдань. Такий підхід підвищує масштабованість і швидкість реакції додатків Node.js [3].

Багатопоточні мови програмування пропонують перевагу паралельного виконання, дозволяючи виконувати задачі одночасно. Це веде до значного підвищення продуктивності, особливо в задачах, які включають важкі обчислення, обробку даних або мережеві операції. Багатопоточність добре

підходить для додатків, які можна розділити на незалежні підзадачі, що можуть виконуватися одночасно.

Приклад мови яка підтримує багатопотоковість — Java, відома своєю надійною підтримкою паралельності через Java Thread API. Розробники можуть створювати і керувати потоками для одночасного виконання завдань, що робить Java ефективною для різних задач, таких як веб-сервери, обробка даних і наукові обчислення [5].

Однопоточні мови зазвичай простіші у використанні, оскільки розробникам не потрібно мати справу зі складнощами управління декількома потоками і потенційними проблемами паралельності. На противагу цьому, багатопоточні мови вимагають ретельного підходу до синхронізації і координації потоків, щоб уникнути станів гонок і блокувань [5].

JavaScript Engine складається з двох основних компонентів: Memory Heap — тут відбувається виділення пам'яті, всі наші об'єктні змінні присвоюються тут у випадковому порядку. Call Stack — тут зберігаються виклики функцій. Call stack — це структура даних LIFO (останній увійшов, перший вийшов). Усі виклики функцій додаються в цей call stack і називаються кадром (frame). У короткій формі стек функцій — це проста стекова структура даних, яка відстежує функцію, що виконується в даний момент [6].

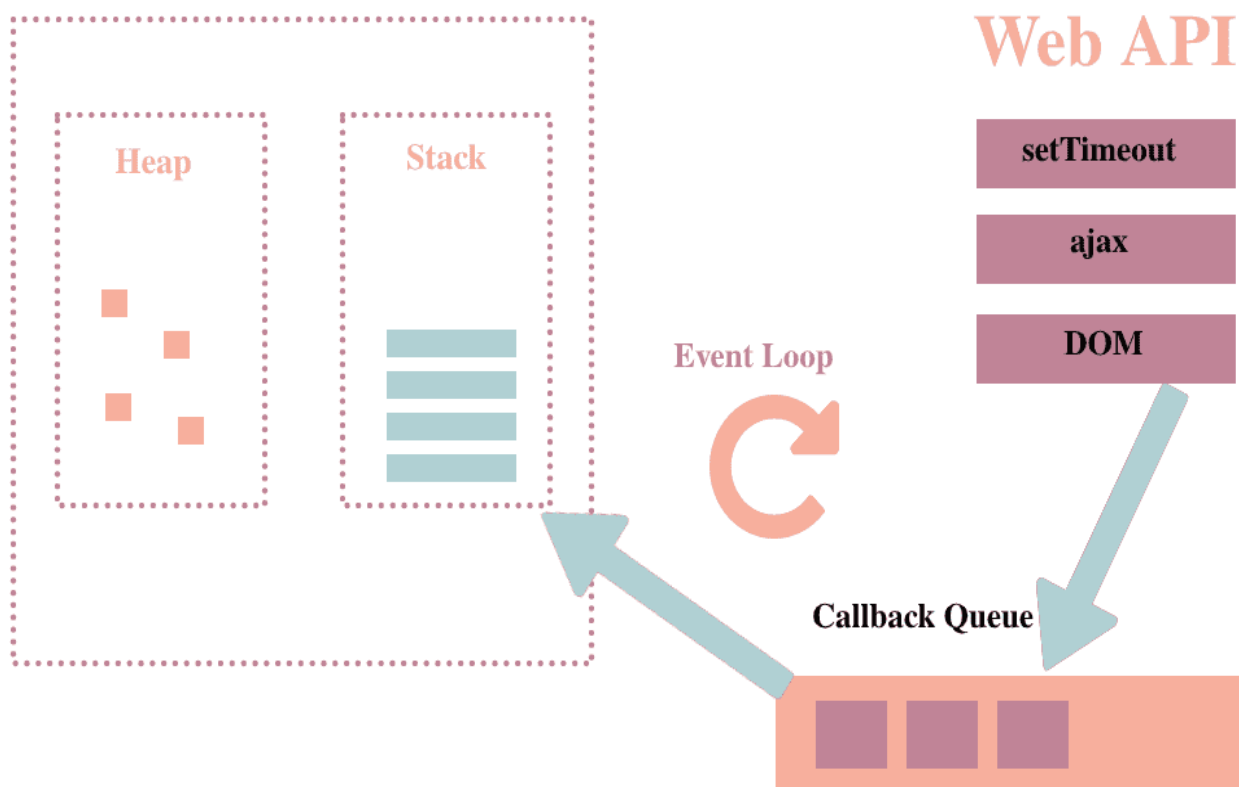


Рис. 1. Взаємодія Web API з Memory Heap & Call Stack

JavaScript Web API — це додаткова функціональність, яка допомагає нам виконувати деякі додаткові завдання, які не можуть бути виконані за допомогою основного потоку. До таких належать: взаємодія з мережею, інтракція з елементами на сторінці, `setTimeout` і `setInterval`. Однак, оскільки наш

JavaScript runtime є однопоточним, він може експортувати деякі завдання до WEB API, що допомагає нам працювати над декількома потоками подій [6].

Оскільки ми знаємо, що Web API делегують деякі завдання в різні потоки (Рис. 1), після завершення цих завдань, як основні або бажані функції передаються у call stack. Event Queue — це спеціальна черга, яка відстежує всі черги функцій, які необхідно додати в call stack. Event Queue відповідає за відправку нових функцій на обробку. Структура даних черга має підтримувати послідовність в правильному порядку, в якому всі операції повинні бути відправлені на виконання в такій чарзі, в якій потрапили в Event Queue [6].

Event loop працює циклічно, постійно перевіряючи, чи порожній call stack. Якщо він порожній, нові функції додаються з event queue. Якщо ні, обробляється поточний виклик функції.

Веб-застосунки стали більш інтерактивними і динамічними, необхідність виконання інтенсивних операцій стала більш актуальною. Щоб обробляти ці операції, потрібне використання методів асинхронного програмування. Вбудований механізм Event Loop допомагає JavaScript обробляти асинхронний код. Таким чином, Node.js та JavaScript забезпечують ефективне виконання як синхронних, так і асинхронних операцій, роблячи їх потужними інструментами для розробки сучасних веб-додатків [7].

Література

1. Clinton D. What is Node.js? Server-Side JavaScript Development Basics. freeCodeCamp.org. URL: <https://www.freecodecamp.org/news/node-js-basics>.
2. Israel O. Single and multi-threaded programming languages: benefits and specificity explained. Medium. URL: <https://bootcamp.uxdesign.cc/single-and-multi-threaded-programming-languages-benefits-and-specificity-explained-37807f4bad0>.
3. Acharya V. Node.js vs. other server-side technologies: pros and cons. Medium. URL : <https://medium.com/@vishwasacharya/node-js-vs-other-server-side-technologies-pros-and-cons-c92d9c662bdf>.
4. Ichino M. Single-threaded vs multi-threaded servers: an experiment with node.js and java. DEV Community. URL: <https://dev.to/michinoins/single-threaded-vs-multi-threaded-servers-an-experiment-with-nodejs-and-java-3183>.
5. GeeksforGeeks. What is an event loop in JavaScript ? GeeksforGeeks. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-an-event-loop-in-javascript>.
6. Understanding event loop in JavaScript. LoginRadius: Start With Identity, Go Anywhere. URL: <https://www.loginradius.com/blog/engineering/understanding-event-loop>.
7. A visual explanation of javascript event loop. JavaScript Tutorial. URL : <https://www.javascripttutorial.net/javascript-event-loop>.

МОЖЛИВОСТІ GO CONCURRENCY ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ GO ЕКОСИСТЕМИ

Подустов О. С.

ФОП Подустов О. С., Київ, Україна

E-mail: olexandr.podustov@gmail.com

Go Concurrency and Tooling Around It

This paper explores Go's concurrency potential by developing advanced tools and best practices to bridge the gap between theoretical power and practical application. Go propose novel static analysis tools for early detection of concurrency issues and performance profiling tools for deep optimization. By creating tools for early detection of concurrency issues and detailed performance insights, the research seeks to empower developers to build more reliable, efficient, and scalable concurrent systems in Go.

Go — мова програмування, розроблена Google, швидко набуває популярності завдяки своїй простоті, швидкості та потужним можливостям паралельного програмування. Go concurrency пропонує легкі та гнучкі механізми для створення високомасштабованих та ефективних програм, що робить його ідеальним вибором для розробки сучасних веб-сервісів, систем обробки даних та інших ресурсоемних застосунків.

Паралелізм Golang є потужним інструментом для розробників, які прагнуть створювати сучасні додатки, що вимагають високої продуктивності, масштабованості та надійності. Простота, ефективність та надійність роблять його ідеальним вибором для створення ресурсоемних додатків, які можуть ефективно обробляти складні робочі навантаження та надавати винятковий користувацький досвід. Оскільки попит на масштабоване та ефективне програмне забезпечення продовжує зростати, паралелізм Golang буде відігравати все більш важливу роль у формуванні майбутнього розробки програмного забезпечення.

Golang дозволяє розробникам використовувати можливості багатоядерних процесорів та розподілених систем, що дає змогу додаткам справлятися зі зростаючими робочими навантаженнями з надзвичайною ефективністю. Легкі примітиви синхронізації, підпрограми (легкі потоки) та канали (механізми зв'язку) забезпечують простий підхід до паралельного програмування, навіть для тих, хто не має попереднього досвіду.

Переваги Go Concurrency:

- простота: Go concurrency використовує легкі синхронні примітиви, такі як goroutines та канали, що робить його доступним для розробників без попереднього досвіду паралельного програмування;

- **ефективність:** Go concurrency побудовано на основі моделі пам'яті без спільного доступу, яка мінімізує накладні витрати та забезпечує високу продуктивність;
- **масштабованість:** Go concurrency дозволяє створювати програми, які можуть ефективно використовувати багатоядерні процесори та розподілені системи;
- **надійність:** Go concurrency пропонує механізми для запобігання поширеним помилкам паралельного програмування, таким як перегони даних та блокування.

Інструменти автоматичного форматування коду та статичні аналізатори коду для Golang відіграють значну роль у полегшенні та покращенні підтримки коду, пропонуючи низку переваг, які роблять розробку та підтримку коду більш ефективними та надійними.

Go екосистема пропонує широкий спектр інструментів для розробки та тестування конкурентних програм. Деякі з найпопулярніших інструментів включають:

- **pprof:** Інструмент для профілювання продуктивності, який надає детальну інформацію про використання CPU, пам'яті та goroutines;
- **racedetector:** Інструмент для виявлення перегонів даних, які можуть призвести до непередбачуваної поведінки програми;
- **golangci-lint:** статичний аналізатор коду, який об'єднує десятки аналізаторів які можна конфігурувати та розширювати, додавати власні.

Інструменти автоматичного форматування коду, такі як gofmt та black, забезпечують узгодженість форматування коду в проєктах Golang, роблячи код більш читабельним та зрозумілим для всіх розробників, що сприяє кращому співробітництву та командній роботі. Це також полегшує навігацію по коду та його розуміння, що економить час та зусилля при внесенні змін та виправленні помилок.

Статичні аналізатори коду, такі як govulncheck, deadcode, revive, staticcheck дозволяють виявляти потенційні проблеми в коді Golang на ранніх стадіях розробки, до того, як вони призведуть до помилок під час виконання. Це економить час та зусилля, витрачені на виявлення та виправлення помилок, а також допомагає запобігти появі нових помилок у майбутньому.

Переваги використання цих інструментів:

- **покращена читабельність коду:** узгоджене форматування коду робить код більш чітким та зрозумілим, що полегшує його читання та розуміння для всіх розробників;
- **зменшення помилок:** статичні аналізатори коду допомагають виявляти потенційні проблеми в коді на ранніх стадіях розробки, що економить час та зусилля, витрачені на виправлення помилок;
- **підвищена надійність коду:** використання цих інструментів сприяє створенню більш надійного та стійкого коду, який менш схильний до помилок та збоїв;

- покращена співпраця: узгоджене форматування коду та спільне використання статичних аналізаторів коду сприяють кращому співробітництву та командній роботі між розробниками;
- зменшення витрат на обслуговування: завдяки кращому форматуванню коду та меншій кількості помилок, витрати на обслуговування коду з часом знижуються.

Go concurrency та інструментарій Go екосистеми пропонують потужний набір можливостей для розробки високомасштабованих, ефективних та надійних конкурентних програм. Завдяки своїй простоті, продуктивності та багатому набору інструментів Go стає все більш популярним вибором для розробників, які прагнуть створювати сучасні та ресурсоемні застосунки.

Інструменти автоматичного форматування коду та статичні аналізатори коду є незамінними інструментами для розробників Golang, які прагнуть створювати високоякісний, надійний та добре підтримуваний код. Ці інструменти економлять час та зусилля, покращують співпрацю та роблять розробку та підтримку коду більш ефективними та приємними.

Важливу роль у забезпеченні гнучкості, модульності та легкості підтримки коду відіграють інтерфейси в Golang. Вони описують набір методів, які повинні реалізовувати типи даних, не визначаючи їхньої конкретної реалізації. Це дозволяє розробникам створювати абстрактні типи, які можуть використовуватися різними способами, роблячи код більш повторно використовуваним та адаптивним.

Щоб імплементувати інтерфейс, не потрібно явно вказувати ключове слово `implements`, тобто інтерфейси імплементуються неявно. Також свіжим та ефективним підходом є оголошення інтерфейсів на боці споживача, а не бібліотеки що має певний набір методів. Таким чином, якщо із десяти методів сторонньої бібліотеки вам потрібно лише два, то й інтерфейс ви оголосите на своїй стороні на два методи. І тільки для них згенеруєте моки, та навіть якщо в інших восьми будуть з часом зворотнього несумісні зміни, то ви про це навіть не дізнаєтесь, бо ваш код буде працювати.

Отже, інтерфейси в Golang є потужним інструментом, який може значно покращити гнучкість, модульність та читабельність коду. Error інтерфейс є чудовим прикладом того, як інтерфейси можуть використовуватися для уніфікованого оброблення помилок та забезпечення кращої взаємодії між різними частинами програми.

Golang — це не тільки мова програмування, а й ціла екосистема інструментарію навколо нього.

Література

1. Donovan A. A. A., Kernighan B. W. (2015) *The Go Programming Language*. Addison-Wesley, 380 p. ISBN: 978-0134190440. URL : <https://www.gopl.io>.
2. Golang Documentation (2024) URL : <https://go.dev/doc>.
3. Effective Go (2024) URL : https://go.dev/doc/effective_go.
4. The Go Blog (2024) URL : <https://go.dev/blog>.

РОЛЬ ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ

Позняк М. О., Ліманська Н. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: poznjak21@gmail.com

The role of graphic design for effective work

Graphical user interface design is the process of creating and improving a visual way of interaction between a human and a computer. It uses graphical elements such as icons, buttons, windows and control panels to allow users to easily interact with digital devices, applications and systems.

Графічний інтерфейс користувача (англ. GUI) дозволяє взаємодіяти з будь-якою програмою. На відміну від консольних програм, програми із GUI завжди знаходяться у «розмові» із користувачем. Алгоритм цього «діалогу» такий: дія користувача — відповідь програми.

Основні етапи розробки будь-якого програмного продукту (рис. 1).

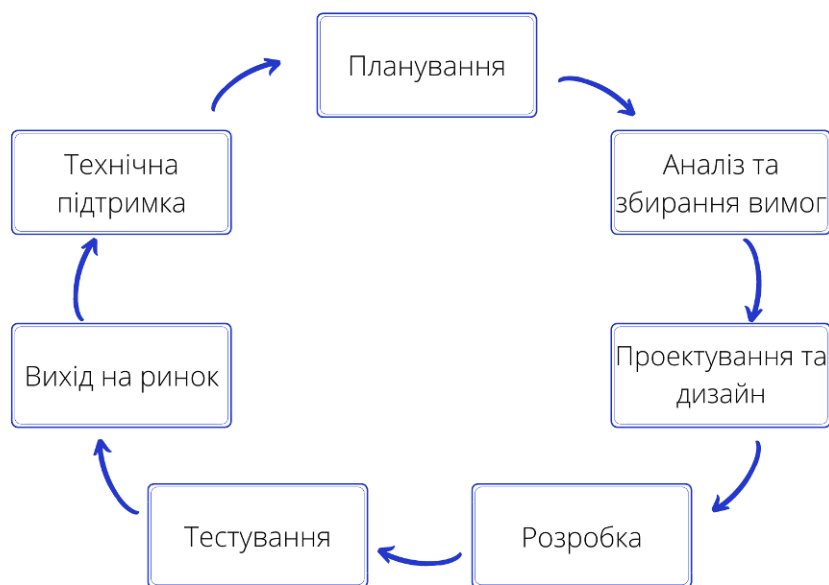


Рис. 1. Етапи розробки програмного продукту

На етапі планування свого сайту, мобільного чи ПК додатку головна ціль розробника полягає у тому, аби визначити мету створюваного продукту, тобто відповісти на запитання: «для кого ця програма?», «що вона буде вирішувати?», «чим вона буде відрізнятися від аналогів конкурентів?». Та в гонитві за якістю розробники часто забувають відповісти на інші питання: «чи буде це зручно користувачу?» та «чи буде це очевидно для користувача?» [1]. Розробник завжди робить так, як швидше чи як очевидно для нього, а в гіршому випадку — просто, як знає. Це недобре, та сучасні тенденції все ж змінюються,

і розробники програм ставлять у центр майбутнього користувача, а не себе. Аби уникнути непорозумінь у користувача при розробці програми слід дотримуватись таких правил [2]:

- Усе має бути зрозуміле для користувача. Не треба вигадувати зарозумілі чи професійні назви. Також слід надавати користувачу візуальний маркер, наприклад, підсвічування обраної категорії чи затемнення недоступної;
- Необхідно підтримувати «діалог» із користувачем. «Я натиснув на цю кнопку, але нічого не відбулось, можливо, слід поклацати ще?» - саме так думає користувач. Завжди слід повідомляти користувача про те, що відбувається чи не відбувається. Так «діалог» буде в рази продуктивнішим;
- Усе має бути послідовним. Наприклад, усі посилання мають підсвічуватись та бути підкресленими, а не в одній частині програми вони тільки підсвічені, в іншій тільки підкреслені, а в третьому місці вони взагалі ніяк не виділені. Будучи послідовним, так сформується довіра користувача до програми та впевненість у своїх діях.
- У вашого додатку має бути гарний візуал. Людина любить очима, тому при розробці слід продумати стиль, шрифти, які будуть іконки, а головне аби це виглядало привабливо і так би мовити «було де оку зачепитись»;
- Програма не має дотримуватись принципу «сказав - відрізав». Навпаки, вона має бути лояльною до свого користувача і у разі небажаної дії користувач міг би усе легко повернути назад.

Програма для користувача не повинна здаватись лабіринтом із десятками розгалужень, серед яких деякі не підписані, а ті, що лишилися, підписані на ельфійській мові. Розробник має попіклуватись аби отриманий досвід був позитивним, усе було прозоро та зрозуміло, аби у користувача не виникало проблем, а якщо такі і з'явилися, то легко вирішувались без наслідків для нього.

Хоча графічний дизайн створює суб'єктивний світогляд, формування змін впливає на ефективність та привабливість програмного продукту. Простота і ясність є ключовими для ефективної візуальної комунікації, адже навчання нових користувачів потребує часу. З розвитком нових технологій все більше розвивається і графічний інтерфейс користувача, так як віртуальна реальність надає нові можливості для взаємодії людини з комп'ютером.

Література

1. Krug S. (2018) *Don't Make Me Think*. URL: <https://archive.org/details/SteveKrugDontMakeMeThink/mode/1up>
2. Koenhoven L. (2021) *10 Steps How To Become A UX Designer. Ultimate Guide 2021* [online]. URL: <https://web.archive.org/web/20220203201638/https://masterbundles.com/how-to-become-ui-ux-designer>

ВПРОВАДЖЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ В ІГРОВІЙ ІНДУСТРІЇ

Попов І. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: ivan5555513@ukr.net

Implementation of a Mobile Application for Enhancing E-commerce in the Gaming Industry

The study examines the implementation of the Funkeys mobile application to facilitate the development of e-commerce in the gaming industry. This highlights the critical role of user interface design, user interaction and seamless business integration in the success of mobile applications. The analysis of statistical data shows a growing interest in the use of mobile devices compared to other ways of accessing the Internet. The mobile app's potential to increase customer engagement through personalized features and recommendations is highlighted, indicating significant upside for Funkeys in the expanding mobile commerce market.

Мобільні програми грають ключову роль в індустрії електронної комерції, змінюючи способи взаємодії бізнесу з клієнтами та збільшення продажів. Це дослідження присвячене розробці мобільного додатка для збільшення продажів ігрових пристроїв для компанії «Funkeys». Мета дослідження полягає в розробці мобільного додатка для збільшення продажів ігрових пристроїв для компанії «Funkeys». Додаток включатиме унікальні функції для покращення користувацького досвіду та стимулювання продажів.

Основні функції і переваги додатка «Funkeys» включатимуть:

- Дизайн інтерфейсу користувача. Ефективні мобільні інтерфейси повинні бути інтуїтивно зрозумілими та простими у навігації, забезпечуючи зручність роботи з користувачем.
- Досвід користувача: висока швидкість роботи та мобільна доступність мають вирішальне значення для утримання користувачів і забезпечення позитивного досвіду покупок.
- Бізнес-інтеграція: Мобільні програми мають бути добре інтегровані з наявними бізнес-процесами, щоб забезпечити оновлення в режимі реального часу і ефективне обслуговування клієнтів.

Ці функції покликані підвищити зручність користування додатком та стимулювати покупки, що дозволить компанії «Funkeys» підвищити обсяги продажів у ігровій індустрії. Для оцінки потенціалу мобільного додатку в електронній комерції, було проведено аналіз даних, заснованих на глобальних інтернет-трендах. Використовуючи інформацію з різних онлайн-джерел, які досліджують використання інтернет-пристроїв, визначено ключові зміни у поведінці споживачів. Ці дані допомогли виявити важливі тенденції, які можуть вплинути на розробку ефективного мобільного додатку.

- Збір даних: Аналізувались глобальні інтернет-тренди, включаючи типи пристроїв, що використовуються для доступу до мережі, частоту їх використання та зміни у поведінці користувачів.
- Аналіз тенденцій: Вивчення даних показало зростаючу роль мобільних додатків у світі, що підкреслює необхідність адаптації до мобільно-орієнтованого ринку.

Додаток «Funkeys» дає можливість розширення аудиторного охоплення, привертаючи нових користувачів з різних географічних областей та соціальних груп завдяки гнучкості і зручності мобільних додатків, які дають користувачам змогу купляти незалежно від їхнього місцезнаходження та часу. Також додаток відкриває нові можливості для взаємодії з клієнтами, що дозволяє підприємству реагувати на їхні запити та потреби у реальному часі. Аналіз взаємодії з клієнтами через додаток дозволяє отримувати цінні дані про користувацькі преференції, уподобання та зворотний зв'язок, що сприяє покращенню продукту та послуг компанії та зміцнює взаємини з клієнтами.

Спостереження за ринковими тенденціями зі звіту «Як світ виходить в онлайн у 2024» [1], підтверджують зростаючий інтерес до використання мобільних пристроїв для покупок. За даними Statista [3], доступ до інтернету через мобільні пристрої зростає, що вказує на важливість мобільних додатків у сучасній е-комерції. Звіт «Цифрова інформація 2024: Україна» [2] каже, що українські користувачі активно використовують мобільні для доступу до інтернет-сервісів. Ці дані вказують на потенціал мобільного додатку «Funkeys» для залучення клієнтів та підвищення продажів у широкому спектрі вікових груп, особливо в контексті зростаючої популярності мобільного інтернету.

Впровадження «Funkeys» відкриває нові горизонти для компанії, дозволяючи розширити клієнтську базу і значно покращити взаємодію з клієнтами шляхом впровадження персоналізованих пропозицій, знижок і рекомендацій, які підвищують залученість і лояльність користувачів та стимулюють зростання продажів. Інноваційні підходи до е-комерції дозволяють «Funkeys» виходити на передові позиції в галузі, пропонуючи користувачам продукцію та унікальний досвід покупок. «Funkeys» дозволить компанії відповідати сучасним трендам ринку й активно формувати нові стандарти в індустрії е-комерції. Враховуючи стрімке зростання використання мобільних пристроїв у всьому світі, адаптація до мобільно-орієнтованого ринку є ключовою для забезпечення довгострокової конкурентоспроможності та успіху.

Література

1. Як світ виходить в онлайн у 2024 [online]. URL : <https://datareportal.com/reports/digital-2024-deep-dive-how-the-world-goes-online>.
2. Цифрова інформація 2024: Україна [online]. URL : <https://datareportal.com/reports/digital-2024-ukraine>.
3. Частка користувачів у всьому світі, які мають доступ до Інтернету в четвертому кварталі 2023 року [online]. URL : <https://www.statista.com/statistics/1289755/internet-access-by-device-worldwide>.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ГРИ «МОРСЬКИЙ БІЙ» ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Почтар В. В., Сєдих О. Л., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vladalogvinskaa@gmail.com

Development and implementation of the game "Sea Battle" using modern software technologies

Gaming applications play a significant role in the modern information environment, providing users not only with entertainment but also the opportunity to develop logical thinking and improve strategic planning skills. With the advancement of information technology, classic board games have transitioned into digital formats, enhancing their reach and accessibility.

Ігрові програми займають значне місце в сучасному інформаційному середовищі, забезпечуючи користувачам розважальне дозвілля, можливість розвивати логічне мислення та вдосконалювати навички стратегічного планування. З розвитком інформаційних технологій класичні настільні ігри набули цифрового формату, що сприяє їх поширенню та доступності.

Розробити програму, що реалізує класичну гру «Морський бій» [3], використовуючи сучасні програмні технології та методи розробки програмного забезпечення. Проаналізувати алгоритми генерації випадкових розташувань кораблів, розробити ефективний графічний інтерфейс користувача та забезпечити можливість гри проти комп'ютера.

Гра «Морський бій» розроблена на платформі .NET з використанням фреймворка Windows Forms на мові програмування C# [2]. Windows Forms обрано завдяки його простоті в реалізації інтерфейсу та інтеграції з мовою C#, що дозволяє швидко створювати та налаштовувати графічні компоненти. Для створення графічних елементів таких як: поле гравця, поле суперника, а також для відображення потоплених кораблів та результатів пострілів у грі використовується клас PictureBox [1]. PictureBox був обраний завдяки простоті використання, гнучкості у відображенні зображень та підтримці різних форматів, що дозволяє легко створювати візуально привабливий інтерфейс. Для обробки пострілів гравця та комп'ютера використовуються методи, які перевіряють координати клітини на полі та визначають чи потрапив постріл у корабель. Ці методи включають в себе fire(object obj, MouseEventArgs ant) для пострілів гравця та ComputerFire() для пострілів комп'ютера. Для визначення переможця використовуються методи, які порівнюють кількість потоплених кораблів гравця та комп'ютера із загальною кількістю кораблів у грі. Для гравця - це метод CheckWinPlayer(int k), а для комп'ютера - CheckWinComputer(int k). Методи CheckWinPlayer і CheckWinComputer забезпечують чітке і просте визначення переможця гри шляхом перевірки стану всіх кораблів, що робить їх

ключовими для завершення ігрового процесу. Ці методи були обрані через їхню ефективність і надійність у відстеженні потоплених кораблів, що дозволяє швидко визначити момент закінчення гри та оголосити переможця. Крім вищезазначених методів, код програми містить класи та методи, які керують станом гри (ініціалізація, визначення переможця тощо) та взаємодією з користувачем (наприклад, обробка подій миші).

Гра «Морський бій» продемонструвала високу ефективність та зручність у використанні. Швидкість обробки дій користувача та комп'ютера забезпечує плавну геймплейну динаміку, а інтуїтивний інтерфейс гарантує комфортну гру та має ряд функцій, включаючи можливість розташування кораблів, визначення переможця та відслідковування потоплених кораблів. Інтерфейс є зрозумілим та лаконічним, сприяючи зосередженості гравця на головній меті – перемозі. Гра демонструє високий рівень функціональності та ефективності, що робить її привабливим вибором для гравців.



Рис. 1. Інтерфейс програми

Гра «Морський бій» являє собою ефективну ігрову динаміку. Інтуїтивний інтерфейс спрощує взаємодію гравця з комп'ютером, а розгорнуті можливості гри забезпечують динамічність та різноманітність в геймплеї. В цілому, дана гра відображає високий рівень технічної досконалості та гарантує задоволення від ігрового процесу для гравців будь-якого рівня.

Література

1. Nikolay.in.ua (2024) *Елемент управління PictureBox* [Електронний ресурс] URL: <http://nikolay.in.ua/navchaemos/visual-basic/elementi-keruvannya-teorija/167-element-upravlinnya-picturebox>.
2. Microsoft Learn (2022) *Інтегроване середовище розробки Visual Studio* [online] URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/visualstudio/ide/?view=vs-2022>.
3. Osvita.ua (2022) *Комп'ютерні ігри у сучасному світі* [online] URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/psychology/28614>.

МЕТОДИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

Прокопенко О. С., Федорієнко В. А., Лашин Я. О.

Національний університет оборони України, Київ, Україна

E-mail: o.prokopenko@edu.nuou.org.ua

Natural language processing methods for automation of information space monitoring processes

Today, the issues of development and improvement of theoretical and practical approaches to monitoring the information space are urgently needed, where the most urgent issues should be the analysis and forecasting of trends in the distribution of information content, the identification of the negative informational and psychological influence of the enemy for the timely development of countermeasures. This is done by various natural language processing methods implemented on the basis of machine learning technologies.

Ворожі пропагандистські наративи активно поширюються у глобальному інформаційному просторі у вигляді відкритої пропаганди, дезінформації, фейків, формуючи інформаційні потоки з негативним інформаційно-психологічним впливом на українські цільові аудиторії. Зазначене спотворює соціальну свідомість українців, нав'язує викривлені світоглядні уявлення, твердження, факти, аргументи та чутки.

Найактуальнішими є питання аналізу і прогнозування тенденцій їх розповсюдження і виявлення негативного інформаційно-психологічного впливу противника для здійснення своєчасних заходів щодо його протидії. Зазначене здійснюється різноманітними методами обробки природної мови, реалізованих на основі технологій машинного навчання.

Враховуючи швидкість поширення інформації в інформаційному просторі, особливо у соціальних мережах [1], аналіз контенту щодо основних ключових тем і тенденції, настроїв суспільства, тощо, без використання спеціальних методів обробки в сучасних умовах стає практично неможливим. Висока ефективність його обробки досягається завдяки використанню сучасного програмно-апаратного забезпечення та методів і алгоритмів обробки, що в них закладені.

Текстовий інформаційний контент з широкого спектру інтернет-джерел для подальшої обробки і аналізу спеціалізованим програмним забезпеченням збирається за допомогою парсингу [2]. Цією важливою процедурою обробки інформації досягається структурування текстового контенту за визначеним набором полів: назва повідомлення/статті, автор, дата і час публікації, основний зміст, кількість переглядів та інші дані. Ці показники є кількісними, оскільки їх числові характеристики містяться у структурі джерела даних. Однак, для виявлення інформаційних загроз більш цінними є якісні показники:

класифікація або відношення до певної теми/рубрики/кейсу, семантика, емоційне навантаження, тональність тексту тощо [3].

Визначення якісних показників текстового контенту здійснюється за допомогою штучного інтелекту. Штучний інтелект (ШІ) є галуззю комп'ютерних наук, яка займається розробкою алгоритмів та моделей, здатних виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. Це включає розуміння мови, розпізнавання зображень, прийняття рішень на основі даних та інше. ШІ знайшов широке застосування у багатьох сферах, включаючи обробку природної мови (Natural Language Processing – NLP) [4]. Основною метою NLP є розпізнавання семантики та синтаксису природної мови, що дозволяє генерувати відповіді на запити, перекладати текст, визначати емоційне забарвлення і тональність, перетворювати мовлення у текст і навпаки.

Архітектурно, рекурентні нейронні мережі (РНМ) вважаються найбільш прийнятними для обробки послідовностей даних, таких як текст, оскільки вони можуть зберігати інформацію про попередні елементи послідовності у своєму внутрішньому стані. Це досягається за рахунок петель у структурі мережі, що дозволяє інформації передаватися від одного кроку до іншого.

Незважаючи на переваги, РНМ мають деякі суттєві обмеження, зокрема проблему зникнення або вибуху градієнтів під час навчання. Це ускладнює збереження інформації на тривалі періоди. Для подолання цих проблем були розроблені спеціалізовані варіанти РНМ, такі як LSTM (Long Short Term Memory) і GRU (Gated Recurrent Units). Ці архітектури додають додаткові механізми для ефективнішого управління пам'яттю та збереження інформації на довші часові проміжки.

Таким чином, розглянуті вище положення надають уявне представлення щодо методів обробки природної мови, які використовуються у програмних продуктах, призначених для моніторингу інформаційного простору. Практично всі вони побудовані на основі нейронних мереж, проте відрізняються між собою їх архітектурою і алгоритмами навчання. Це впливає на швидкодію обробки інформації, точність аналізу і, відповідно, на вартість необхідного програмно-апаратного забезпечення.

Література

1. Phan H. T., Nguyen N. T., Hwang D. SENTIMENT ANALYSIS FOR SOCIAL MEDIA: A SURVEY. *Journal of Computer Science and Cybernetics*. 2021. Т. 37, № 4. С. 403–428. URL: <https://doi.org/10.15625/1813-9663/37/4/15892>.
2. Шевченко Т. (2022) *Парсинг сайтів: що це і навіщо він потрібен?* [online] URL : <https://web-promo.ua/ua/blog/parsing-sajtov-hto-eto-i-zachem-nuzhen>.
3. Прокопенко О. С., Федорієнко В. А., Кульчицький О. С. Використання технологій інтелектуального аналізу даних. Збірник тез IV Міжнародної наукової конференції, м. Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, 18–19 квіт. 2024 р. Тернопіль, 2024. С. 126–128.
4. Shervin Minaee Deep Learning Based Text Classification: A Comprehensive Review. URL : <https://arxiv.org/pdf/2004.03705.pdf>.

ВЕКТОРНІ СУБД: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Сиротенко О. Р.

Hazelcast, Inc.

E-mail: alex.syrotenko.official@gmail.com

Vector Databases: Problems and Prospects

A vector database is a specific data storage for managing and storing data in the form of high-dimensional vectors, commonly known as embeddings. The key idea behind vector databases is to represent data in a way that captures its semantic meaning or contextual information. This is achieved through the process of embedding, where data is converted into high-dimensional vector representations with usage of neural networks or classical machine learning techniques. The report describes the main challenges and development directions for vector databases in 2024.

Людство увійшло у еру шаленого розвитку ряду технологій, які сукупно називають “штучним інтелектом”. В результаті цього розвитку, додатки з використанням технологій штучного інтелекту все частіше використовуються пересічними громадянами у будь-якій сфері людського буття. Це може бути як генерація зображень, текстів, відео, так і редагування відео у реальному часі (маски у мережі Instagram); діагностика хвороб за аналізами, виявлення фроду у банківських платежах, аналіз та генерація програмного коду засобами на кшталт Github Copilot; симуляція поведінки ботів у онлайн-іграх, тощо.

Особливою складовою успіху такого розвитку є факт того, що став доступним необхідний об’єм даних, потрібний для навчання як нейронних мереж, так і класичних засобів машинного навчання. Вслід за цим, з’явилася потреба ефективно зберігати вже навчені моделі, та використовувати їх для обслуговування застосунків, які використовують ці моделі. Так, для цієї потреби спроектували та розробили спеціальний вид баз даних - векторні СУБД. На відміну від класичних реляційних баз даних, векторні СУБД надають N-вимірний вектор дійсних чисел у якості основної одиниці інформації, який відповідає, наприклад, вагам у одному шарі моделі нейронної мережі.

Основними операціями векторних СУБД у контексті ІІІ є наступні.

1. Пошук подібності (Similarity Search) [1]. Векторні бази даних можуть ефективно знаходити найближчих сусідів або найбільш схожі об’єкти даних до заданого вектора запиту. Це корисно для задач семантичного пошуку та рекомендаційних систем.

2. Пошук приблизних найближчих сусідів (Approximate Nearest Neighbors Search) [2]. Векторні бази даних використовують алгоритми пошуку саме приблизних найближчих сусідів для ефективного знаходження близьких збігів. Точний пошук найближчих сусідів у багатовимірних просторах не використовують через неприйнятно малу швидкість відклику (latency) на запит, велику алгоритмічну складність та інтенсивність обчислень.

Поточні виклики векторних СУБД є такими.

1. Проблеми масштабованості та продуктивності при роботі з великими обсягами даних: при збільшенні кількості векторів зростає обчислювальна складність пошуку найближчих сусідів, що негативно впливає на продуктивність бази даних.

2. Точність пошуку та проблема «прокляття розмірності» [3]: у багатовимірних просторах евклідова відстань між векторами стає менш інформативною, що може знизити якість пошуку найближчих сусідів.

3. Оновлення та видалення векторних даних[4]: процес оновлення та видалення векторів, зазвичай, є більш ресурсномістким у порівнянні з традиційними базами даних. Зазвичай, доступ до даних відбувається через звернення до індексу (наприклад, ANN-індекс). При постійному оновленні таблиці векторів потрібно постійно перебудовувати також і індекси.

4. Дороговизна [4]. Виконання пошуку подібності за допомогою векторних баз даних зазвичай є дорогою операцією з обчислювальної точки зору, вимагаючи значних обчислювальних ресурсів і потенційно збільшуючи витрати.

5. Розрідженість даних [4]. Зазвичай, чимала кількість даних у векторі є просто нулями, через що може страждати ефективність пошуку по індексу та ефективність розміщення.

Перспективи розвитку векторних СУБД наступні.

1. Пошук нових, вдосконалення та оптимізації алгоритмів пошуку найближчих сусідів. Вдосконалення алгоритмів стиснення даних.

2. Розвиток хмарних, масштабованих, розподілених СУБД. Створення рішень для векторних СУБД може забезпечити вищу продуктивність та доступність для додатків, що працюють з великими обсягами даних.

3. Стандартизація: розроблення галузевих стандартів та забезпечення сумісності між векторними СУБД може сприяти ширшому прийняттю таких СУБД.

4. Наближення до відповідності вимогам ACID. Це, з одного боку, покращить цілісність даних, несуперечливість, надійність і забезпечить передбачувану поведінку системи. З іншого боку, повна підтримка ACID може негативно вплинути на масштабованість СУБД, і ця властивість може бути більш цінною для конкретного рішення.

Література

1. Lee P., Lakshmanan L. V. S., Yu J. X. (2012) On Top-k Structural Similarity Search, *ICDE*, pp. 774–785.
2. Samet H. (2006) Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures. Morgan Kaufmann. ISBN 0-12-369446-9.
3. Bellman R. E. (2003). *Dynamic Programming*. Courier Dover Publications. ISBN 978-0-486-42809-3.
4. 11 known issues of vector-based database used for AI prompting. [online]. URL : <https://medium.com/@don-lim/known-issues-of-vector-based-database-for-ai-ae44a2b0198c>.

КОНВЕРТАЦІЯ СЛОВНИКА УКРАЇНСЬКИХ МОРФЕМ Л. М. ПОЛЮГИ В ЕЛЕКТРОННУ ВЕРСІЮ

Сірко В. С., Ярох А. А., Костіков М. П.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,, Київ, Україна
E-mail: Mikolaszk@gmail.com*

Conversion of the Ukrainian Morphemic Dictionary by L. Poliuha into an Electronic Version

The paper considers the process of converting a renowned traditional paper dictionary of Ukrainian morphemes, first published by L. Poliuha back in 1983, into an electronic form. This process is complex and consists of scanning, proofreading, designing a relational database, and filling it with the information from the dictionary. This design must take into account the ultimate goal which is creating an application with a GUI that helps end users to find information on the word structure of any provided word.

Словник українських морфем Л. М. Полюги [1], вперше виданий іще в 1983 р., досі є одним із найважливіших джерел у сфері вивчення української морфології. Це видання містить близько 40 тисяч слів із різних галузей знань, поділених на морфеми. Докладний аналіз, проведений автором і зібраний у цьому словнику, дозволяє досліджувати будову слів, словотвір і словозміну української мови для багатьох можливих цілей (вивчення мови, наукова робота, застосування для прикладної / комп'ютерної лінгвістики тощо).

У наш час друковані видання все частіше набувають нової форми та публікуються в електронному вигляді (як веб-сайти, електронні словники для комп'ютерів і мобільні додатки для смартфонів). Такі лексикографічні системи можуть бути корисними зокрема і при вивченні мови [2].

Конвертація традиційних паперових словників дає змогу зробити їх більш доступними та реалізувати зручний інтерфейс користувача. В подібних електронних засобах також наявні додаткові функції, неможливі в друкованих виданнях (наприклад, пошук).

Враховуючи це все, актуальним є завдання переведення словника Л. М. Полюги в електронну версію та розроблення інформаційно-довідкового додатка щодо українських морфем на основі інформації з цього джерела. Процес створення подібного програмного засобу традиційно включає наступні етапи:

- сканування, вичитування та коригування тексту з оригіналу;
- проектування та наповнення бази даних;
- розроблення структури додатку, його логіки та функцій;
- програмування опрацювання інформації з бази даних;
- створення та дизайн графічного інтерфейсу користувача.

На першому етапі дослідження, що тривав у 2022–23 рр., авторами було успішно проведено конвертацію словника в текстовий файл, який містить усю

інформацію з оригінального друкованого видання «як є». На другому етапі (2023–24 рр.) розпочато роботу над базою даних.

При проєктуванні бази даних слід завжди пам'ятати, що вона повинна вже від початку створюватися з думкою про кінцеву мету дослідження. База даних має містити інформацію з оригіналу саме в тому вигляді, в якому буде зручно та доцільно відображати її надалі в електронній формі. Зокрема тут відіграють роль такі чинники, як формат проєктованого програмного засобу, його структура, очікувані функції та особливості інтерфейсу.

Скажімо, в електронному морфемному словнику можна реалізувати пошук за цілим словом або за окремою морфемою. Аби це працювало, як слід, необхідно вже на етапі проєктування таблиць і зв'язків між ними передбачити, яким чином інформація буде зберігатись і за рахунок яких запитів можливо буде отримати її для виведення на екран у зручному та зрозумілому форматі.

Для реалізації було вирішено обрати систему керування базами даних SQLite. Ця система є безкоштовною для використання та поширення, для роботи не потребує налаштування та запуску сервера, а всі її дані зберігаються в одному файлі, який можна відкрити в будь-якій операційній системі [2]. Крім цього, при створенні саме електронного словника важливим є питання кодування символів. SQLite добре підходить і за цим критерієм, адже підтримує Unicode і зокрема UTF-8 [2].

Також у проєкті було використано мову програмування Python, яка традиційно застосовується для багатьох завдань у сфері комп'ютерної лінгвістики, в тому числі й при реалізації електронних словників. Вона є сумісною з SQLite і дала змогу реалізувати завдання, поставлені в ході роботи.

В результаті роботи було спроектовано схему бази даних, яка складається з 7 таблиць. Ці таблиці містять інформацію про слова, частини мови, корені слова, суфікси та префікси, а також морфологічні зміни.

Цю структуру в подальшому було протестовано, наповнивши створену базу даних початковим обсягом слів і морфем. У ході дослідження виявлено деякі особливості, важливі для процесу розроблення електронного словника. Зокрема було вирішено розділити основні та вторинні кореневі морфеми задля більшої інформативності та корисності створюваного засобу.

На наступному етапі планується продовжити роботу над електронною версією словника, проєктуючи структуру самого додатка, його функції, логіку та інтерфейс користувача.

Література

1. Полюга Л. М. (2001) *Словник українських морфем*. Львів : Світ, 448 с. ISBN 966-603-105-1.
2. Арсеній О. М., Костіков М. П. (2020) Розроблення електронного словника технічних термінів польської мови, *Матер. 86 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ.* «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 2–3 квіт. 2020 р., К. : НУХТ, ч. 2, с. 390.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ ІНЖЕНЕРІЇ

Скригун В. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vlad1slavskrygun@gmail.com

Research of Software Ecosystems for Engineering Needs: Challenges and Opportunities

The active development of software engineering has led to the emergence of ecosystems - complex networks that combine software products, platforms, developers, users, and business organizations. The need to study ecosystems through understanding the principles of ecosystem functioning in order to develop new tools and methods for software engineering is established. The problems and opportunities of ecosystem research for effective decision-making are identified.

Інженерія програмного забезпечення (ІПЗ) переживає бурхливий розвиток, стаючи дедалі складнішою та динамічнішою галуззю. Цей розвиток призвів до виникнення екосистем ІПЗ – складних мереж, що об'єднують програмні продукти, платформи, розробників, користувачів та бізнес-організації [1]. З точки зору інженерії екосистеми ІПЗ представляють нові виклики та можливості. З одного боку, вони роблять процес розроблення та підтримки ІПЗ складнішим через необхідність враховувати взаємозв'язки між різними компонентами екосистеми, але водночас екосистеми ІПЗ відкривають доступ до нових інструментів, ресурсів та методів, які можуть допомогти інженерам ІПЗ покращити свою роботу.

Дослідження екосистем ІПЗ є важливим з таких причин.

1. Розуміння принципів функціонування екосистем ІПЗ. Знання про те, як екосистеми ІПЗ функціонують, еволюціонують та взаємодіють, дозволять приймати оптимальні рішення щодо розроблення, тестування та впровадження ІПЗ. Задля розуміння принципів функціонування ІПЗ необхідно [2]:

- **проаналізувати динаміку взаємодії.** Дослідження екосистем ІПЗ дозволяє вивчити, як різні елементи екосистеми (програмні продукти, платформи, розробники та користувачі) взаємодіють між собою, а отже, краще розуміти, як їхні рішення впливають на інші частини екосистеми;
- **дослідити фактори еволюції.** Екосистеми ІПЗ постійно змінюються та еволюціонують. Дослідження цих змін допоможе передбачити майбутні тенденції та підготуватися до них;
- **розробити теорії та методи управління.** Розуміння принципів функціонування екосистем сприятиме розробленню нових теорій і методів управління ними, що дозволить їх оптимізувати та зробити стійкішими.

2. Розроблення нових інструментів та методів для ІПЗ. Дослідження екосистем ІПЗ може призвести до розроблення нових інструментів та методів, які допоможуть інженерам ІПЗ покращити свою продуктивність та ефективність. Зокрема, варто сконцентрувати увагу на такому:

- **автоматизація розробки.** Складність екосистем ІПЗ робить процес розроблення ІПЗ більш трудомістким, а тому потребує пошуку інструментів для автоматизації деяких етапів, що може звільнити час інженерів ІПЗ для більш творчих та складніших завдань;
- **аналіз залежностей.** Екосистеми ІПЗ часто складаються з багатьох взаємозалежних компонентів. Дослідження екосистем ІПЗ може допомогти в розробленні інструментів задля аналізу цих залежностей, що сприятиме виявленню та усуненню потенційних проблем;
- **прогнозування ризиків.** Розроблення ІПЗ в екосистемі завжди пов'язана з певними ризиками, тому важливо визначити методи їхнього прогнозування, що допоможе приймати виважені та обґрунтовані рішення.

Зауважимо, що дослідження екосистем ІПЗ стикається з низкою проблем, з-поміж яких варто виокремити найвагоміші:

1. Складність. Екосистеми ІПЗ є складними системами, що складаються з багатьох взаємопов'язаних елементів. Це ускладнює їхнє вивчення та розуміння. Екосистеми ІПЗ охоплюють багато аспектів, таких як технічні, соціальні, економічні та політичні. Також екосистемам ІПЗ притаманний динамізм, адже вони постійно змінюються та еволюціонують, що дещо ускладнює їхнє дослідження на довгостроковій основі.

2. Відсутність (недоступність) даних. Даних про екосистеми ІПЗ часто не вистачає або вони недоступні. Це ускладнює проведення емпіричних досліджень, адже багато необхідних даних про екосистеми ІПЗ конфіденційні. Водночас нема єдиних стандартів для збору та зберігання даних про екосистеми ІПЗ, що може ускладнити порівняння результатів різних досліджень.

Дослідження екосистем ІПЗ допомагає інженерам ІПЗ та іншим зацікавленим особам приймати ефективні рішення про розроблення, тестування та впровадження ІПЗ. Це дозволяє інженерам ІПЗ краще розуміти ризики, пов'язані з розробленням ІПЗ в екосистемі, що допоможе їм приймати в майбутньому рішення щодо пом'якшення цих ризиків. Аналіз екосистем ІПЗ сприятиме оптимізації використання ресурсів (час, гроші та людські ресурси), стимулюватиме інновації в ІПЗ, поглибить співпраці між різними учасниками екосистеми (інженери ІПЗ, розробники, користувачі та бізнес-організації).

Література

1. Dittrich Y. (2014). Software engineering beyond the project – Sustaining software ecosystems. *Information and Software Technology*. Vol. 56, 11, pp. 1436–1456.
2. Tetlow P., Fishman N., Homan P., Rahul (2023). *Ecosystems Architecture* [online]. URL : <http://surl.li/tjgpe>

GraphQL SUBSCRIPTIONS ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОПОВІЩЕНЬ У PWA ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ШВИДКОГО ХАРЧУВАННЯ

Скригун В. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: vlad1slavskrygun@gmail.com

GraphQL Subscriptions for Implementing a Notification System in PWA for Fast Food Outlets

To ensure competitive advantage, fast food establishments must provide fast and convenient customer service. The advantages of the PWA user notification system (reducing waiting time, increasing convenience and customer loyalty) and the use of GraphQL Subscriptions (flexibility, real-time, scalability, efficiency, versatility) are determined. The stages of integration of GraphQL Subscriptions into PWA for fast food establishments are defined.

У закладах швидкого харчування важливо забезпечити швидке та зручне обслуговування клієнтів. Система оповіщень може значно покращити досвід користувачів PWA для закладів швидкого харчування, маючи такі переваги:

- зменшення часу очікування: клієнти можуть отримувати push-повідомлення про готовність замовлення, не стоячи в черзі;
- підвищення зручності: клієнти можуть бути в курсі статусу свого замовлення, не оновлюючи постійно сторінку PWA;
- підвищення лояльності: позитивний досвід користування системою оповіщень сприяє підвищенню лояльності клієнтів та дозволить стимулювати повторні візити.

GraphQL Subscriptions – це розширення GraphQL, що дозволяє клієнтам підписуватися на події, що генеруються сервером. Ця технологія підходить для реалізації системи оповіщень у PWA, дозволяючи [1]: отримувати клієнтам push-повідомлення в режимі реального часу тоді, коли їхні замовлення готові; підписуватися на різні типи подій та можуть обробляти велику кількість підписників і подій без значного впливу на продуктивність сервера.

GraphQL – це мова запитів для API, яка дозволяє клієнтам отримувати лише те, що їм потрібно, без зайвих даних. GraphQL пропонує ряд переваг порівняно з традиційними REST API: гнучкість (дозволяє клієнтам визначати структуру даних, які вони отримують); ефективність (мінімізує кількість запитів до сервера, що заощаджує час та ресурси); простота (має простий та зрозумілий синтаксис, що робить його легким для вивчення та використання).

GraphQL Subscriptions – це розширення GraphQL, яке дозволяє клієнтам підписуватися на події, що генеруються сервером [2]. Коли відбувається подія, клієнт отримує push-повідомлення з даними про цю подію.

Для реалізації GraphQL Subscriptions на серверній стороні PWA використовується вебфреймворк, який підтримує цю технологію, такі як Apollo

Server. Інтеграція GraphQL Subscriptions у PWA для закладів швидкого харчування відбувається поетапно:

створення GraphQL Subscriptions на серверній стороні шляхом розроблення серверної логіки, яка генерує події для системи оповіщень, such as order status updates, new orders, and promotions;

підключення GraphQL Subscriptions у PWA. Використання GraphQL-бібліотеки в PWA для підписки на необхідні події, наприклад, оновлення статусу замовлення;

отримання та оброблення push-повідомлень (розроблення логіки в PWA для отримання та оброблення push-повідомлень, що надсилаються сервером. Ця логіка може оновлювати інтерфейс PWA, відображаючи новий статус замовлення користувачеві);

реалізація push-сервісу через налаштування push-сервісу, такого як Firebase Cloud Messaging (FCM) або Pusher для доставки push-повідомлень з сервера на пристрої користувачів.

Використання GraphQL Subscriptions для реалізації системи оповіщень у PWA для закладів швидкого харчування пропонує ряд переваг: режим реального часу (клієнти отримують інформацію про замовлення в режимі реального часу); гнучкість (система оповіщень може бути налаштована для надсилання різних типів повідомлень); масштабованість (система може обробляти велику кількість клієнтів та замовлень без впливу на продуктивність); ефективність (ресурси сервера використовуються ефективно); простота (мають простий та зрозумілий API, що робить їх легкими для реалізації та використання); універсальність (GraphQL Subscriptions можна використовувати не лише для системи оповіщень, але й для інших функцій PWA, таких як чат у реальному часі та оновлення даних).

GraphQL Subscriptions мають великий потенціал для покращення взаємодії користувачів з PWA. Окрім системи оповіщень, їх можна використовувати для: чату у реальному часі (клієнти можуть спілкуватися з персоналом закладу в режимі реального часу); оновлення даних у реальному часі (котирування акцій, спортивні результати та інші дані можуть оновлюватися в PWA без необхідності оновлення сторінки).

Таким чином, інтеграція GraphQL Subscriptions у PWA для закладів швидкого харчування дозволяє створити систему оповіщень у реальному часі, що покращує досвід користувачів та підвищує ефективність обслуговування. Ця технологія є гнучким та масштабованим рішенням, яке може використовуватися для реалізації різноманітних функцій у PWA, що потребують оновлення даних у реальному часі.

Література

1. Ater Tal (2017). Building Progressive Web Apps: Bringing the Power of Native to the Browser 1st Edition. O'Reilly. 285 p.
2. Grebe Sebastian (2019). Hands-on Full-Stack Web Development with GraphQL and React. Packt Publishing. 460 p.

БАГАТОМОДЕЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Субботіна О. В.

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

E-mail: olenas2011@gmail.com

Multi-Model Information Support for Solving the Problems of Food Safety Management

For many decision-making problems, the use of only one data model, usually a relational one, is not enough. Today, the concept of multi-model data management is used to solve the problem of "diversity" of data. The report defines the possible types of data representations (models) that are necessary for the implementation of ontology-guided decision-making, and also defines the corresponding types of information. To implement multi-model data management, multi-variant storage (polyglot persistence), multi-model storage (multi-model) and cloud-based storage (cloud-based) were considered and analyzed.

Реальні ситуації, які складаються в системі управління безпечністю продуктів харчування, визначаються все зростаючою складністю проблемних ситуацій, необхідністю обліку та урахування великої кількості взаємопов'язаних факторів та вимог щодо показників якості й безпечності продуктів харчування, безперервним процесом формування, уточнення вимог та розв'язання відповідних задач прийняття рішень, безперервною зміною і неповнотою даних про процеси та ситуації.

При цьому необхідно враховувати, що функціонування систем управління відбувається в умовах інформаційної та реалізаційної неоднорідності, розподіленості та автономності інформаційних ресурсів системи. Дані для прийняття рішень природно створені різними джерелами, організовані в різних форматах та моделях, що включають структуровані, напівструктуровані та неструктуровані дані. Інформаційна підтримка прийняття рішень в системі управління безпечністю продуктів харчування є невід'ємною складовою в реалізації програмних засобів підтримки прийняття рішень, наприклад, на основі системної оптимізації.

Сьогодні для розв'язання проблеми «різноманітності» даних пропонується використовувати багатомодельне управління даними. Існує декілька концепцій багатомодельної системи управління даними: багатоваріантне зберігання (*polyglot persistence*) [1] та мультимодельне зберігання (*multi-model*) [2]. Сьогодні до них можна ще віднести хмарне зберігання (*cloud-based*) [3]. *Polyglot persistence* (багатоваріантне зберігання) базується на принципі, що у межах однієї системи підтримки прийняття рішень доводиться зберігати дані і розв'язувати різні задачі за допомоги різних СУБД, кожний з яких підтримує свою модель даних. Але це вимагає розробки проміжного програмного забезпечення для інтеграції всіх баз даних, що веде до

складності та підвищення вартості експлуатаційних витрат. *Multi-model* бази даних - це спосіб розв'язання проблеми управління *Polyglot persistence* і реалізує переваги керування даними без недоліків використання різних технологій баз даних для кожного типу даних. *Multi-model* бази даних спрямовані на об'єднання різних логічних моделей даних в єдиний інтегрований засіб з уніфікованою мовою запитів і *API* для всіх моделей, що підтримуються. Такі бази даних можна розуміти як бази даних, в яких зберігаються дані в різних форматах (таблиці, графи, документи, графіки, об'єкти тощо) та управляються однією системою управління даними. *Multi-model* бази даних можуть реалізовуватися в рамках архітектури складного управління (*Complex engine architecture*) (наприклад, *CouchBase*). В цьому випадку СУБД перетворює всі типи даних, що підтримуються в єдину модель ядра СУБД. Або такі бази даних реалізуються в рамках рівневої архітектури (*Layer-based architecture*) (наприклад, *Oracle Database 12c/19c/21c*). Тоді СУБД підтримує різні моделі даних за допомогою механізму різних рівнів надбудов над ними. Дані зберігаються у відповідній моделі даних. *Multi-model* СУБД (*MS SQL Server 2019/2022*, *Oracle Database 12c/19c/21c*) пропонують декілька моделей даних — реляційну та нереляційну — у складі єдиної платформи. Хмарне (*cloud-based*) зберігання визначається як база даних, яка працює на платформі хмарних обчислень. У випадку традиційної (*traditional cloud-based*) хмарної моделі бази даних компанія купує простір для віртуальної машини у постачальника хмарних послуг, а база даних розгортається в хмарі (*MS SQL Server*, *MySQL*). Ця модель дозволяє користувачам встановлювати та підтримувати власні бази даних. У випадку використання хмарних баз даних як сервісу (*DBaaS*) компанія власник служби несе відповідальність за надання системи управління базами даних, конфігурацію, масштабування, налаштування продуктивності, резервне копіювання, конфіденційність і контроль доступу. Хмарні бази даних можуть підтримувати реляційні, *NoSQL* та багатомодельні моделі баз даних.

В рамках науково-дослідної роботи “Розробити онтологокеровані методи підтримки створення та функціонування системи управління безпечністю продуктів харчування на основі процедур системної оптимізації” розробляється підхід, що базується на концепції багатоваріантне зберігання (*Polyglot Persistence*) з використанням СУБД *MS SQL Server*, *MongoDB*.

Література

1. Fowler M., Sadalage P. J. (2013) *NoSQL DISTILLED. A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence*. Addison-Wesley Professional, 192 p.
2. Liu Zhen Hua et al. (2019) Multi-Model Database Management Systems – a Look Forward, *Heterogeneous Data Management, Polystores, and Analytics for Healthcare*, pp. 16–29.
3. Vlasceanu V., Neu W. A., Oram A., Alapati S. (2019) *An Introduction to Cloud Databases*. O'Reilly Media, Inc., 2019. 48 p.

РОЗРОБЛЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Терещенко І. О., Грама М. П., Сєдих О. Л.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: yofoxtail@gmail.com

Development of a visual novel using modern information systems

This abstract highlights the creation of a visual novel using modern information systems. Ren'Py, a visual novel engine, utilizes Python for scripting, enabling developers to craft interactive storys. Advantage of Python's versatility and Ren'Py's intuitive framework, creators can integrate multimedia elements, manage branching storylines, and implement gameplay mechanics. This combination empowers storytellers to bring their visions to life, offering a dynamic and immersive experience for players that captivates audiences around the world.

Об'єктно-орієнтоване програмування — це підхід, який розглядає програму як множину взаємодіючих «об'єктів». Вони є самостійними одиницями коду, які містять як дані, так і методи для їх обробки. ООП часто використовується для розробки комп'ютерних ігор, і це не дивно, бо серед багатьох мов програмування виділяються C#, C++, Python та Java. Вибір мови залежить від потреб проєкту та вмінь розробника. Python особливо популярний для розробки візуальних новел завдяки великій кількості готових бібліотек та фреймворків, спрямованих на роботу з текстом, графікою та анімацією. Одним з найвідоміших рушіїв для створення романів є Ren'Py, який надає інструменти для розробки історій з фокусом на інтерактивні елементи та графіку.

Візуальна новела — жанр відеоігор, де історія подається гравцеві за допомогою статичних зображень, текстових блоків та музики. Розглянемо основні засоби ООП для створення візуальної новели.

Моделювання персонажів і сценаріїв: використання класів та об'єктів для представлення персонажів, діалогів та сценаріїв дозволяє створювати структурований код, який легко розширювати та модифікувати. Це спрощує його управління та дозволяє повторно використовувати різні компоненти в інших новелах або проєктах.

Інкапсуляція: дані та функціональність пов'язані з ігровими об'єктами можуть бути приховані від інших частин програми, що забезпечує безпеку та уникнення конфліктів. Ми маємо 4 різні файли, кожен з яких відповідає за окрему задачу.

- *script.rpy*: файл, де ви створюєте сюжет та визначаєте всі діалоги персонажів, сцени та логіку візуальної новели. [1]
- *gui.rpy*: файл використовується для кастомізації вигляду гри, встановлення кольорів, розташування та інших дизайнерських параметрів для елементів інтерфейсу користувача. [1]

- *options.rpy*: файл для зберігання налаштування гри, який включає зміни рівню гучності, розміру вікна гри, мовні налаштування та інші. Зазвичай він посилається на вже налаштовану інформацію з *gui.rpy*. [1]
- *screens.rpy*: файл в якому знаходяться налаштування всередині гри для різноманітних екранів: головне меню, екран налаштувань, швидке меню та інші, вигляд та функціональність яких ми можемо визначити. [1]

Інтерактивність: кнопки з текстом або графічним елементом використовуються для моделювання виборів гравця та їх впливу на подальший сюжет. Вони можуть приймати команди і викликати певний блок коду при натисканні.

Поліморфізм: вибір гравця впливає на сюжет та фінал візуальної новели.

Ren'Py зручніший за інші рушії своєю простотою використання та великою кількістю навчальних матеріалів [1]. Він дозволяє легко створювати інтерактивні історії з використанням Python, що робить його гнучким і дозволяє вам одночасно розробляти ігри і вивчати цю мову програмування. Недоліками Ren'Py є обмежені можливості для створення складних анімацій та 3D-графіки, що може бути проблемою для більш технічно складних проєктів. Тому велика кількість розробників обирають саме Unity для виконання подібних задач і тим самим не витрачають продуктивності рушія та час.

На Рис.1 зображено головне меню при вході, де користувач може обрати потрібну йому операцію [2]. Це може бути початок або завантаження минулих збережень, якщо такі є. Ren'Py має стандартні функції запам'ятовування прогресу гравця, для швидкого повернення читача на останню збережену подію. Користувач також може налаштувати гучність музики та звуків. [3]

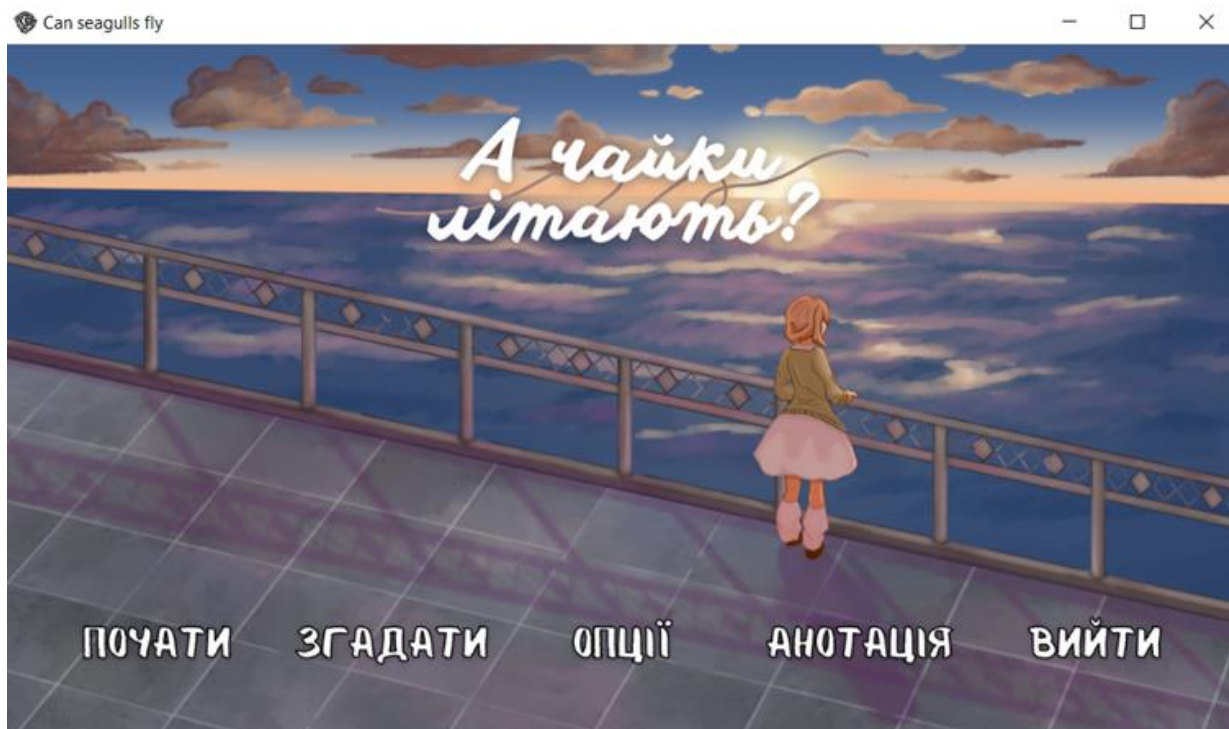


Рис. 1. Головне меню

На Рис. 2 можна побачити, як читачам надається можливість обрати свій шлях історії, впливаючи на її фінал.



Рис. 2. Складний вибір для гравця

Створення візуальної новели на платформі Ren'Py відкриває широкі можливості для створення захоплюючих історій та вражаючих геймплейних досвідів. Рушій дозволяє зберігати та управляти складними сценаріями, персонажами та їх діалогами, що є необхідним для створення захоплюючої оригінальної історії. Візуальні новели на Ren'Py можуть включати в себе велику кількість інтерактивних виборів і рішень, які впливають на розвиток сюжету, надаючи гравцеві побудувати власну історію. Цей жанр називається нелінійна візуальна новела, якою і є «А чайки літають?». Ця гра є компактною і важить 140 МБ. Подібна гра доступна з будь-якого місця, вам лише потрібно завантажити архів на свій комп'ютер.

Отже, створення візуальної новели на Ren'Py може бути ефективним способом реалізації ваших майбутніх історій, забезпечуючи гравців (читачів) захоплюючим та новим досвідом.

Література

1. Ren'Py (2024) *Official Ren'Py's documentation* [online]. URL: <https://www.renpy.org/doc/html/>
2. Ren'Py (2024) *Special Screen Names* [online]. URL : https://www.renpy.org/doc/html/screen_special.html#save
3. Zeil Learnings (2021) *Renpy GUI Customization | Main Menu in Ren'Py* [online]. URL : https://youtu.be/_zq3V28qp2w?si=zHiPla9HxJtfqgHP

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГУ КНИГ УКРАЇНСЬКОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Тимошенко Н. А., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: timoshenkonadia162@gmail.com

The Use of Modern Data Processing Algorithms in Ukrainian Literature

The development of modern data processing algorithms allows them to be used in various fields, in particular, in maintaining an electronic catalog of books of Ukrainian literature.

Розвиток сучасних алгоритмів обробки даних дозволяє застосовувати їх у різноманітних сферах, зокрема, у веденні електронного каталогу книг української літератури.

Виникла потреба у формуванні каталогу книг української літератури для забезпечення доступності, збереженні та популяризації цінних літературних творів, які відображають культурну спадщину та творчість українських письменників.

Було поставлено задачу створити систему, яка дозволить користувачам шукати книги української літератури за їх назвою, автором та ціною. Для цього ми будемо використовувати відповідні структури даних для зберігання інформації про книги, а також реалізуємо алгоритми пошуку, які дозволять здійснювати пошук за вказаними критеріями [1].

Обрано мову програмування C++, оскільки вона є потужним інструментом для розробки програмного забезпечення будь-якої складності [2]. Стандартні бібліотеки мови C++ надають широкий функціонал для роботи зі структурами даних та алгоритмами, що сприяє ефективному та оптимізованому програмуванню [3].

Структура даних - це спеціальний спосіб організації та зберігання даних у комп'ютері, так що їх можна використовувати ефективно. Різні види даних потребують різних типів структур даних, і різні проблеми потребують різних видів алгоритмів для їх вирішення [4].

Використаємо тип даних struct, в якому перерахуємо поля, які будуть описуватись як змінні.

```
struct book
{
    string name;    // Назви
    string author;  // Автори
    int year;       // Рік
    int cost;       // Ціна
}
```

Структура даних book обрана для зберігання інформації про книги, оскільки вона надає зручний спосіб організації та доступу до даних про книжковий асортимент, також використання структури struct book є доцільним через її простоту та ефективність у зберіганні та обробці даних про книги.

Далі конструкція switch визначає різні варіанти виконання коду в залежності від значення змінної p. У коді, який ми маємо, змінна p використовується для вибору операції з головного меню програми. Кожен варіант (case) відповідає одній з можливих операцій.

У проєкті реалізовано кілька алгоритмів пошуку книг у каталозі:

- пошук за назвою (case 3): Користувач може ввести назву книги, і програма виведе всі книги з такою назвою;
- пошук за ціною (case 4): Користувач може ввести ціну книги, і програма виведе всі книги з вказаною ціною;
- пошук за автором (case 5): Користувач може ввести ім'я автора, і програма виведе всі книги цього автора.

Кожен з цих алгоритмів використовує ітерацію по масиву книг та порівняння введених даних зі збереженими в структурі book. Якщо введені дані збігаються з якимось полем структури, відповідна книга виводиться на екран.

Таким чином, ми можемо легко знаходити книги, лише увівши необхідну інформацію та корегувати базу даних самостійно.

В результаті ми отримуємо меню, в якому можемо обрати номер рядка, щоб продовжити роботу (Рис. 1):

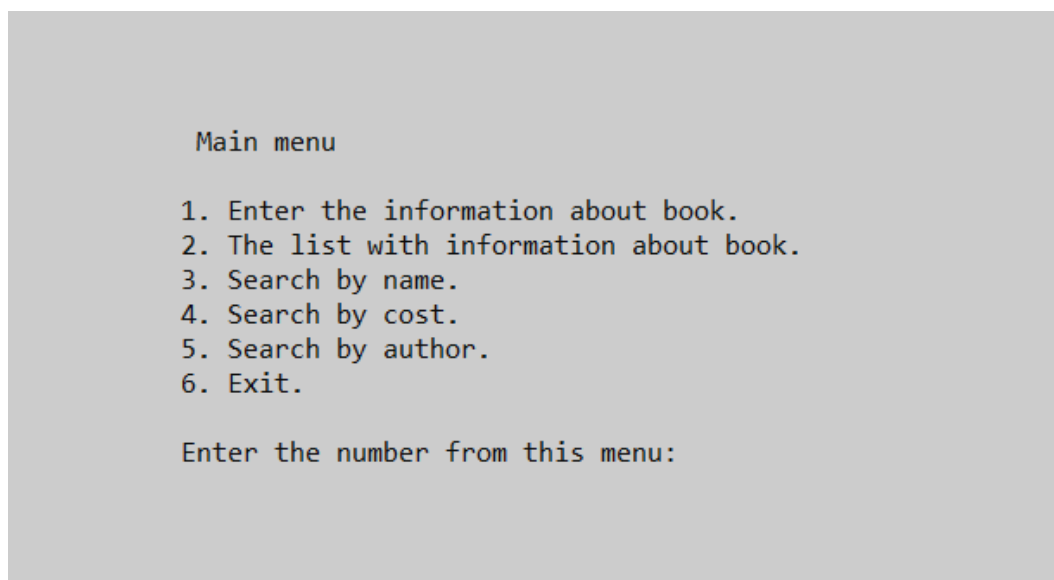


Рис. 1. Головне меню каталогу книг

Для початку обираємо 1 номер, щоб ввести свою базу даних, з якою потім ми будемо працювати.

Для прикладу, ми обираєм пошук за автором (Рис. 2).

Enter the author. -> Шевченко					
	1	Кобзар	Шевченко	1840	564
	4	Три літа	Шевченко	1879	450

For continue press ->Enter, for exit press -> Esc					

Рис. 2. Пошук книг за автором

Обрані алгоритми та структури даних забезпечують простоту реалізації та ефективність для невеликих та середніх обсягів даних. Проте, з ростом обсягу даних можна впроваджувати більш складні структури, такі як хеш-таблиці, двійковий пошук та балансовані дерева, для покращення продуктивності програми.

У порівнянні з іншими проєктами, цей код має певні переваги у простоті та зручності використання, зокрема програма має простий і зрозумілий інтерфейс користувача, що дозволяє легко взаємодіяти з нею для введення та пошуку інформації про книги. Також користувач може вводити дані про книги та шукати їх за різними критеріями (назва, автор, ціна), що робить програму універсальною для ведення каталогу.

Отже розроблення програми для керування електронним каталогом книг української літератури виявилось важливим етапом у використанні сучасних технологій для підтримки та просування української культури. Використання мови програмування C++ разом із стандартними бібліотеками дозволило створити ефективний та зручний інструмент для організації та управління інформацією про книг.

Програма дозволяє зберігати та управляти інформацією про українські книги, створюючи можливість їх швидкого та зручного пошуку та перегляду. Це допомагає сприяти розвитку української літератури та культури в цілому, забезпечуючи доступність та простоту використання для користувачів.

Література

1. Krenevich A. P. (2021) Algorithms and data structures. [online]. URL : <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/804c9b8d-1f89-4783-901695ed2ce129f7/content>.
2. Cormen T., Leiserson C., Ryvest R., Stein (2023) Progress to Algorithms (History of Economics). [online]. URL : <https://dan-it.com.ua/uk/blog/algoritmy-i-struktury-dannyh-dlja-nachinajushhih-preimushhestva-metodiki-izuchenija-i-poleznye-resursy>.
3. Onishchenko V. V., Konik R. S. (2017) Algorithms and Data Structures [online]. URL : https://duikt.edu.ua/uploads/l_1580_16538936.pdf.
4. Grishanovich T. O. (2021) Algorithms and Data Structures [online]. URL : https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/19978/1/kurs_hryshanovych.pdf

РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ РОБОТИ ЗАКЛАДУ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Тур А. В., Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: artem.tur324@gmail.com

Development of a Web-Based System to Support the Work of a Catering Establishment

A web-based system is software designed to be used through a web browser. This technology allows users to access the system from any device with an Internet connection, simplifying deployment and providing widespread access. It is widely used in a variety of areas, from e-commerce to customer relationship management. Web-oriented systems can increase the efficiency and convenience of user interaction with information resources.

Веб-орієнтована система — це програмне забезпечення, призначене для використання через веб-браузер. Ця технологія дозволяє користувачам отримувати доступ до системи з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, що спрощує розгортання і забезпечує широкий доступ.

Вона широко використовується в різних сферах, від електронної комерції до управління взаємовідносинами з клієнтами. Веб-орієнтовані системи дозволяють підвищити ефективність і зручність взаємодії користувачів з інформаційними ресурсами.

Головною метою розробки проєкта було створити альтернативну систему для мережі ресторанів «Пузата хата». Задача полягає у створенні інноваційного і зручного інструменту, спрямованого на покращення взаємодії з клієнтами та підвищення їхнього задоволення від візитів до закладів мережі.

Ця система має забезпечити не лише більшу функціональність для користувачів, а й оптимізувати процеси обслуговування. Таким чином, мета цієї розробки полягає в створенні зручної та ефективної системи, спрямованої на максимальне задоволення потреб та очікувань клієнтів мережі «Пузата Хата».

Вибір методів та засобів для створення веб-орієнтованої системи має велике значення для досягнення успіху проєкту, тому було обрано наступні інструменти:

Figma — обрано для створення дизайну інтерфейсу. *Figma*, векторний графічний редактор, в якому можна створювати макети, елементи інтерфейсу, зображення, ілюстрації, прототипування, проєктування та багато інших креативів. Перевагами є зручність, наявність режиму реального часу, можливості роботи в режимі реального часу, спільній роботі та доступності [1].

Wordpress — обрано для управління системою та контентом. *Wordpress*, система керування вмістом з відкритим кодом, яка через свою простоту в установленні та використанні широко застосовується для створення вебсайтів. Сфера використання — від блогів до складних вебсайтів. Перевагами є

вбудована система тем і плагінів у поєднанні з вдалою архітектурою дозволяє конструювати на основі WordPress практично будь-які вебпроекти [2].

Плагін *carbon fields* — обрано для створення користувацьких полів. Carbon fields, бібліотека для легкого створення кастомних (мета) полів в адміністративній панелі WordPress. Вона дозволяє розробникам тем пов'язувати мета-інформацію з різними об'єктами на сайті WordPress (такими як пости, терміни таксономії, віджети і так далі) [3].

Плагін *contact form 7* — обрано для створення форм і прийому заявок. Contact form 7, популярний плагін WordPress, за допомогою якого можна додати на сайт форми зворотного зв'язку [4].

Html — обрано для створення структури та вмісту веб-сторінки. Html, мова розмітки гіпертексту, яка використовується для створення веб-сторінок: вона керує їх структурою та вмістом. Гіпертекст відноситься до текстової інформації, яка пов'язана з іншими текстами за допомогою посилань, сплітаючи цю взаємопов'язану павутину сторінок [5].

Препроцесор *scss* — обрано для ефективного написання CSS-коду. Препроцесор scss розширює CSS, надаючи кілька механізмів, доступних в більш традиційних мовах програмування, зокрема об'єктно-орієнтованих мовах, але недоступних для CSS. Використання SCSS спрощує написання та підтримку CSS-коду, роблячи його більш модульним та зрозумілим [6].

Фреймворк для стилізації *tailwind*: модульний CSS-фреймворк, який зосереджується на забезпеченні гнучкості та швидкості розробки. На відміну від інших CSS-фреймворків, які надають готові компоненти та стилі, Tailwind CSS пропонує набір готових класів, які можна застосовувати безпосередньо у HTML-коді для стилізації елементів [7].

Javascript — обрано для створення інтерактивних елементів. Javascript, інтерпретована високорівнева мова програмування, яка підтримує імперативний, функціональний і подієво-орієнтовані стилі [8].

Gulp — обрано для збірки фронтенду разом (мініфікація js, css, стискання зображень та конвертація в webp, компіляція scss). Gulp, таск-менеджер для автоматичного виконання завдань (наприклад, мініфікації, тестування, об'єднання файлів), написаний на мові програмування JavaScript [9].

У результаті проєкту була розроблена альтернативна веб-орієнтована система для мережі ресторанів «Пузата хата», яка включає додаткові функціональності. Основні нововведення включають можливість писати відгуки про ресторани, покращена мапа ресторанів з інформацією про години роботи та іншими деталями, додано можливість забронювати столики, опцію доставки їжі кур'єром, а також можливість розпочати кар'єру в мережі ресторанів, заповнивши спеціальну анкету.

Ці зміни надали мережі наступні переваги: по-перше, система відгуків дозволяє клієнтам ділитися своїм досвідом, що сприяє покращенню якості обслуговування та створенню позитивного іміджу. Мапа ресторанів з годинами роботи сприяє зручному плануванню відвідин клієнтами. Можливість забронювати столики підвищує зручність для клієнтів та дозволяє ресторанам краще управляти потоком гостей. Доставка кур'єром розширює аудиторію,

включаючи тих, хто хоче їсти вдома. Можливість почати кар'єру в мережі «Пузата хата» дозволяє ресторанам залучати кваліфіковану робочу силу. В цілому, система покращує обслуговування, розширює клієнтську базу та підвищує ефективність управління.

Проект розробки альтернативної веб-орієнтованої системи є значним кроком вперед у полі покращення обслуговування та розширення функціональності для клієнтів. Він демонструє відповідь бізнесу на змінні потреби споживачів у цифрову епоху. Введення додаткових сервісів, дозволяє мережі не лише збільшити зручність для клієнтів, а й оптимізувати власні процеси управління.

Ці інновації відкривають нові можливості для ресторанного бізнесу, забезпечуючи зручність для клієнтів і полегшуючи процеси для власників. Вони залучають і утримують клієнтів, підвищують їх задоволення і формують позитивний імідж компанії. Крім того, такі системи стимулюють інновації та конкурентоспроможність у галузі, що дозволяє підприємствам займати провідні позиції на ринку.

Література

1. Kukurudza (2024) *Що таке Figma? Дізнайся про функції, інструменти та переваги від експертів Kukurudza* [online]. URL: <https://kukurudza.com/blog/shho-take-figma/>
2. Carbon Fields (2024) *Overview - Carbon Fields* [online]. URL: <https://carbonfields.net/docs/carbon-fields-overview-5/>
3. GoDaddy (2023) *Налаштування Contact Form 7 у WordPress* [online]. URL: <https://ua.godaddy.com/help/nalashtuvannya-contact-form-7-u-wordpress-27024>
4. W3Schools українською (2024) *Уроки Hyperskill з відповідями на тестові завдання. Безплатні уроки онлайн для початківців, школярів та студентів* [online]. URL: <https://w3schoolsua.github.io/hyperskillua/34/index.html#gsc.tab=0>
5. IT рейтинг України (2024) *Використання Tailwind CSS для швидкого розробки адаптивного дизайну - IT рейтинг UA* [online]. URL: <https://it-rating.ua/vikoristannya-tailwind-css-dlya-shvidkogo-rozrobki-adaptivnogo-dizaynu#:~:text=Tailwind%20CSS%20-%20це%20модульний%20CSS,HTML-код%20для%20стилізації%20елементів.>
6. QualityAssuranceGroup (2022) *Чому варто вивчати JavaScript?* [online]. URL: <https://qagroup.com.ua/publications/why-learn-javascript/>

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ДАНИХ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Харченко Б. А, Грама М. П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: gramamp@nuft.edu.ua

Creation of Data Accounting Software at the Enterprise

The relevance of creating software for data accounting at the enterprise in the conditions of modern enterprises has been studied. An analysis of existing data accounting software was carried out. The issue of the need for such provision at the enterprise was considered.

В сучасному світі, конкурентоспроможність підприємства визначається його автоматизацією, починаючи від автоматизації обладнання та закінчуючи автоматизацією інформаційного обліку. Це вимагає від підприємств сучасних підходів до управління, включаючи впровадження різних програмних засобів. В контексті обліку даних важливим етапом для підприємства є впровадження інформаційної системи [1], яка б підвищила ефективність управління даними та їх обліком.

Розвиток інформаційних технологій дає можливість підвищити ефективність та продуктивність обліку та оптимізувати організаційні процеси шляхом впровадження спеціалізованого програмного забезпечення [2].

Метою даного дослідження є створення інформаційної системи підтримки обліку складу готової продукції на підприємстві ТДВ «Яготинський маслозавод».

В ході проведення роботи було проаналізовано найпопулярніші готові рішення, які розроблені для таких задач, а саме їхні структури, функціонал та інше. Це дало змогу з'ясувати, що найпопулярнішим методом розроблення таких систем є клієнт-серверна структура програмного забезпечення.

Клієнт-серверна структура програми є одним із найпопулярніших методів вирішення таких задач. Ця структура включає в себе набір клієнтів та сервер, до якого ці клієнти звертаються. Клієнти даної системи, як правило, мають програмні модулі, які знаходяться на різних комп'ютерах та звертаються до одного сервера, але також буває коли клієнтська програма та сервер можуть знаходитись на одному комп'ютері.

Така структура інформаційного забезпечення є досить ефективною та має свої переваги, а саме:

- клієнтські програми та серверна частина розміщуються на різних комп'ютерах, що дозволяє зменшити навантаження на компоненти системи та збільшити швидкодію в цілому;

- централізований доступ до серверної частини програмного забезпечення надає доступ до бази даних для всіх користувачів системи;
- розроблені клієнтські програми не мають прямого доступу до створеної бази даних, що зменшує ризик поломки бази даних;

Для вирішення поставленої задачі було використано комплекси методів вирішення.

Системний аналіз бізнес-процесів:

- Проведення аналізу існуючих бізнес-процесів обліку складу готової продукції;
- Визначення основних вимог та потреб користувачів до переліку функціоналу інформаційної системи.

Розроблення бази даних:

- Розроблення структури бази даних, виходячи з вхідних вимог підприємства;
- Розроблення необхідних запитів до бази даних;
- Визначення зв'язків між наборами даних, таких як таблиці;

Розроблення інформаційного програмного забезпечення:

- Створення зрозумілого та інтуїтивного інтерфейсу програми, який дозволить зручно використовувати даний програмний засіб та ефективно вести облік;
- Реалізація необхідного функціоналу, включаючи додавання, видалення та редагування записів про продукцію, відвантаження, а також створення звітів.

Вибір цих методів розв'язання поставленої задачі обумовлений їхньою ефективністю, що дасть змогу повністю проаналізувати вимоги до поставленої задачі розробки інформаційної системи.

Створення інформаційної системи для підтримки обліку даних є досить важливим завданням для підприємства. Ця розробка дозволить оптимізувати процеси обліку та підвищить ефективність відділу в цілому. Реалізація мети кваліфікаційної роботи передбачає використання комплексу методів вирішення, які були описані вище.

Література

1. Techtarget (2022) *General information about information systems* [online]. URL: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/IS-information-system-or-information-services>.
2. ECPI (2024) *Why information systems are important* [online]. URL: <https://www.ecpi.edu/blog/reasons-why-information-systems-are-important-for-business-today>.

ОНТОЛОГОКЕРОВАНА ПІДТРИМКА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Чаплінський Ю. П.

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

E-mail: Chaplinskiy@nas.gov.ua

Ontology-Driven System Optimization Support of the Functioning of the Food Safety Management System

During the development, implementation and functioning of the food safety management system, situations arise where values at critical control points exceed the boundary values and require corrective action. System optimization is a tool which allows decision maker to take into account the features of decision making tasks and to identify, analyze and solve such problems. System optimization knowledge, which used in decision-making processes, is considered as the context knowledge and the knowledge that describes the content (ontology).

Сучасні технології харчової промисловості, вимоги безпечності реалізації ланцюга харчових продуктів від ферми до столу, вимоги щодо зниження ризиків використання продуктів харчування та виникнення хвороб харчового походження, необхідність підтримання громадського довіри до безпеки харчових продуктів і продовольчої постачання визначають необхідність прийняття комплексних та раціональних рішень. При цьому сьогодні визначальною характеристикою цього процесу прийняття рішень стає безпечність продуктів харчування. Одним з засобів реалізації таких вимог є створення системи управління безпечністю продуктів харчування, в основу якої покладені принципи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point, аналіз небезпек та критичні контрольні точки).

В процесі створення, впровадження та використання такої системи управління може виникнути необхідність у зміні технологічних процесів або методів пакування, перегляд вимог до постачальникам сировини і матеріалів, або навіть і в заміні виробничого обладнання або зміні технологій, зокрема виникає необхідність в коригувальних діях, які повинні включати, насамперед, визначення і усунення причин відхилень та невідповідностей [1]. Таким чином, в процесі реалізації прийняття рішень виникають задачі, мета яких полягає в виявленні ситуацій, коли стан системи управління вимагає певної реакції або реалізації прийняття рішень у разі виникнення критичної ситуації.

Даним особливостям задач прийняття рішень задовольняє технологія системної оптимізації [2], яка була запропонована В.М. Глушковим. Суть якої полягає в цілеспрямованій зміні моделей прийняття рішень для досягнення спільності і у виборі найбільш прийняттого рішення поставленої задачі.

В рамках системної оптимізації розглядають три стратегії реалізації прийняття рішень: створення (розв'язання "абсолютно нової проблеми(задачі)"

або розв'язання "на порожньому місці"), інтеграція (розв'язання проблеми формується з існуючих складових) та адаптація (розв'язання проблеми за допомоги використання типових рішень (прецедентів)).

При реалізації процесу прийняття рішень на основі системної оптимізації розглядають проблемні ситуації прийняття рішень, які можуть виникати за умов визначеності, коли функціонування системи управління в певний момент часу та за певних умов розв'язання, наприклад, задачі планування чи моделювання, не забезпечує досягнення бажаних цілей розв'язання задачі прийняття рішень; за умов ризику (ймовірнісної визначеності), коли функціонування системи управління в умовах ризику чи невизначеності може привести до великої ймовірності настання небажаних наслідків функціонування або великої ймовірності відхилення від вибраної мети; в умовах критичної ситуації, що наступила та вимагає негайного прийняття рішень.

Таким чином, прийняття рішень базується на інформації, що стосується : причин виникнення проблемної ситуації та відповідної задачі прийняття рішення; класу і типу проблеми, що розв'язується; чинників, що впливають ситуацію (стан об'єктивних умов); важливість та терміновість розв'язання проблеми; вплив проблемної ситуації на діяльність системи загалом; цілі, які мають бути досягнуті під час розв'язання задачі прийняття рішення.

Слід зазначити, що сучасні розв'язки задач прийняття рішення є результатом поєднання та інтеграції знань, розуміння та ідей розв'язання множин взаємозв'язаних задач з різних предметних областей, кожна з яких має свої специфічні передумови.

Для цього всі знання, що використовуються, розглядаються в розрізі знань, що описують контекст, та знань, що описують контент (онтології). Контекст будемо розглядати як концептуальну або інтелектуальну конструкцію, яка складається з понять в межах відповідних контекстних областей та допомагає зрозуміти, проаналізувати та використовувати природу, значення та вплив через елементарні сутності у відповідному середовищі або обставинах. Онтології дозволяють формалізувати опис предметної області, а також правил поведінки системи, що в свою чергу дозволяє легко їх модифікувати, організувати взаємодію між компонентами системи, користувачем та системою, що дозволяє автоматично адаптувати поведінку системи при зміні ситуацій та в залежності від контексту.

При прийнятті рішень в рамках системи управління безпечністю продуктів харчування розглядаються об'єкти систем приміщень та робочого середовища (розташування підприємства, навколишні та внутрішні умови виробництва тощо), систем матеріалів та продукції (сировина, компоненти, напівфабрикати, вода тощо), виробничих систем (виробниче обладнання, технологічний контроль, санітарія тощо), систем технічних засобів та інженерних комунікацій (водопостачання, каналізаційні системи, освітлення тощо), персоналу та відвідувачів (знання, здоров'я, гігієна тощо), систем упаковки та маркування тощо. В рамках безпеки продуктів харчування використання системної оптимізації дозволить виявити невідповідності на ранньому етапі та запобігти виробництву небезпечного продукту та, відповідно,

потраплянню такого продукту до кінцевого споживача. В процесі створення, впровадження та використання такої системи управління може виникнути необхідність у зміні технологічних процесів або методів пакування, перегляд вимог до постачальників сировини і матеріалів, або навіть і в заміні виробничого обладнання або зміні технологій, зокрема виникає необхідність в попереджувальних та коригувальних діях, які повинні включати, насамперед, визначення і усунення причин відхилень та невідповідностей. Процес підтримки прийняття рішень на основі системної оптимізації представляється наступними кроками:

1. Аналіз небезпек (ідентифікація потенційних небезпек та його оцінка) всіх стадіях «життєвого циклу» продуктів – від отримання сировини (розведення чи вирощування) до кінцевого споживання, включаючи етапи переробки, зберігання та реалізації.

2. Виявлення критичних точок контролю у виробництві для усунення (мінімізації) небезпеки чи можливості її появи. При цьому аналізовані операції виробництва харчових продуктів можуть охоплювати постачання сировини, підбір інгредієнтів, переробку, зберігання, транспортування, складування та реалізацію продукції.

3. Встановлення критичних меж (граничних значень спостережуваних та вимірюваних параметрів) у КТК.

4. Розроблення системи моніторингу, що дозволяє проводити контроль КТК на основі запланованих заходів та спостережень для забезпечення відповідності встановленим критичним межам.

5. Розроблення корекцій та коригувальних дій для застосування їх у випадках виявлення відхилень від критичних меж.

Представлений підхід до підтримки прийняття рішень в системі управління безпечністю продуктів харчування розробляється в рамках науково-дослідної роботи «Розробити онтологокеровані методи підтримки створення та функціонування системи управління безпечністю продуктів харчування на основі процедур системної оптимізації».

Література

1. Система аналізу ризиків і критичних контрольних точок ХАССП. Рекомендації для молокозаводів зі зразками програм ХАССП для молочних продуктів [online] / Міжнародна асоціація виробників молочної продукції IDFA, 2009. 306с. URL : www.milkiland.nl/storage/node/files.
2. Чаплінський Ю. П. (2022) Контекстно-онтологічна системна оптимізація проблемно-орієнтованої підтримки прийняття рішень. *Нові інформаційні технології, моделювання та автоматизація*, за заг. ред. С. В. Котлика, Астропринт, с. 6–44.
3. Чаплінський Ю. П., Субботіна О. В. (2020) Використання контекстно-орієнтованої онтології при управлінні безпечністю продуктів харчування, *Штучний інтелект*, № 2, с. 61–69.

ЗАСТОСУВАННЯ LMS ДЛЯ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ, ЇХ АНАЛІЗ, ПОРІВНЯННЯ, ПЕРЕВАГИ, НЕДОЛІКИ

Шевчук Д. О., Струзік В. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: DashaSchev@gmail.com

Application of LMS for Elementary School, Their Analysis, Comparison, Advantages, Disadvantages

Since the beginning of hostilities in Ukraine and the departure of many families abroad, the problem of continuing children's education has arisen. Distance education has been implemented in many schools for children abroad. Therefore, there was a need to choose the best educational platform (LMS) for distance learning in primary school. This study compares and analyzes the following LMSs: Єдина школа, Google Classroom, and Moodle. To choose the optimal platform, criteria and functions that take into account the peculiarities of the educational process in primary grades, the needs of students and teachers, and the requirements of educational programs are considered.

З початку бойових дій в Україні та виїзду багатьох сімей за кордон, виникла проблема продовження навчання дітей. Для дітей за кордоном у багатьох школах було впроваджено дистанційну освіту. Для цього використовуються різні освітні платформи. Такі освітні платформи також називають LMS (Learning Management System, система управління навчанням) — вона призначена для інтеграції цифрових інструментів навчання, а також адміністрування, управління та поширення навчальних програм, формування аналітики звітності процесу навчання. Отже, потрібно порівняти наявні LMS для вибору найкращої системи для початкової школи.

Матеріалом для дослідження виступили LMS: Moodle [1], Google Classroom [2]. Єдина школа [3]. Під час дослідження застосовувалися методи аналізу, синтезу та порівняння.

Під час вибору LMS для нашої предметної області потрібно врахувати особливості навчального процесу, потреби учнів і вчителів, та вимоги сучасних навчальних програм [4]. Наприклад, для початкової школи надзвичайно важливо мати простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, оскільки діти мають різний рівень користування комп'ютером. Не менш важливо надати можливість батькам бути в курсі успішності навчання. LMS обов'язково потрібна підтримувати НУШ (Нова українська школа), щоб відповідати новій системі оцінювання, що використовується в Україні. LMS повинна працювати на пристроях з різними операційними системами, які можуть бути у вчителів чи учнів. Також, зважаючи на воєнний стан в країні, потрібно мати можливість працювати з системою не тільки на персональному комп'ютері, але й на смартфоні або планшетному персональному комп'ютері, оскільки не завжди дитина може мати доступ до стаціонарного комп'ютера. LMS повинна

підтримувати достатній рівень безпеки даних, оскільки на платформі зберігаються персональні дані дітей та педагогів, тому важливо мати відповідний рівень захисту цих даних від несанкціонованого доступу та зловживань. Наостанок важливо зазначити, що LMS має бути простою у використанні та впровадженні, це дозволить скоротити витрати часу та грошей при її експлуатації.

Враховуючи особливості навчального процесу в початкових класах, потреби учнів і вчителів, та вимоги навчальних програм потрібно провести порівняння обраних LMS за такими критеріями:

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- можливість контролю успішності навчальної діяльності батьками;
- можливість працювати не тільки у веб версії платформи, але й в окремому додатку на смартфоні або планшетному персональному комп'ютері;
- можливість використовувати на пристроях з різними операційними системами;
- підтримка системи НУШ;
- відсутність необхідності навчати педагогічних працівників роботі з платформою;
- достатній рівень безпеки даних.

А також системи повинні підтримувати такі, важливі для успішного проведення дистанційного навчання, функції [5]:

- можливість проводити відео конференції;
- можливість створювати тести на платформі;
- можливість обмежувати час виконання тестового завдання учнем;
- завантаження файлів для подальшого опрацювання учнями або вчителями;
- журнал з оцінками учнів;
- можливість додавати іншого викладача для спільного користування навчальними матеріалами;
- можливість використання вже створеного матеріалу;
- можливість надання учням інструкцій до виконання завдань у текстовому вигляді, чи у вигляді відео.

Ці функції системи дозволять виконувати усі задачі, що стоять перед вчителями та учнями під час дистанційного навчання.

Для реалізації економічних критеріїв до порівняння обрано саме безкоштовні системи, що підтримують українську мову інтерфейсу. Цим умовам відповідають лише три поширені LMS, а саме Єдина школа, Google Classroom і Moodle. Кожна з систем має переваги та недоліки, які необхідно проаналізувати для кінцевого формулювання рекомендацій.

Виконавши аналіз обраних до порівняння LMS за визначеними критеріями та наявністю необхідних функцій було виявлено, що:

- Єдина школа розроблена для потреб українських навчальних закладів, через це вона підходить до вимог освітньої системи

України, та відповідає усім обраним критеріям, але має обмежений додатковий функціонал порівняно з іншими системами. Важливим недоліком є відсутність можливості додавати іншого викладача для спільного користування навчальними матеріалами.

- Google Classroom має високу надійність та легко інтегрується з іншими сервісами Google, що спрощує роботу вчителя, що є її значною перевагою. З недоліків відсутня відповідність системі НУШ, можливість додати іншого викладача для спільного користування навчальними матеріалами, а також в Google Classroom немає можливості контролю успішності навчання батьками. Отже, ми можемо відразу відмовитися від цієї LMS, оскільки вона не відповідає важливим критеріям.
- Moodle відрізняється можливостями індивідуалізації навчального процесу під конкретні потреби навчального закладу, але вона складна у використанні та потребує тривалого навчання педагогічних працівників роботі з платформою. Система Moodle підтримує усі необхідні функції, окрім можливості контролю успішності навчання батьками та проведення відеоконференцій на платформі, що не є великим недоліком, але потребує використання додаткових платформ, наприклад ZOOM або Google Meet, Skype та інших.

Підсумовуючи результати аналізу, можна вивести наступні твердження:

- Google Classroom не підходить для застосування в початкових класах через порушення вимог законодавства;
- У Moodle не вистачає функцій, що дозволяють проводити відеоконференції та контролювати успішність батьками, а також суттєвим недоліком є витрати на її впровадження;
- Єдина школа відповідає всім критеріям, крім можливості додавати іншого викладача для спільного користування навчальними матеріалами, що не є суттєвим.

Отже, виходячи з результатів порівняння, система Єдина школа найкраще підходить до підтримки навчального процесу в початковій школі.

Література

1. Платформа Єдина школа. URL : <https://eschool-ua.com>.
2. Платформа Google Classroom. URL : <https://classroom.google.com/u/0/h?hl=ua>
3. Платформа Moodle. URL : <https://moodle.org/?lang=ua>
4. Буряк О. О. (2021) *Цифрові інструменти для організації змішаного навчання в шкільній природничо-математичній освіті* : наук.-метод. посіб. URL : <https://znayshov.com/FR/13470/644.pdf>.
5. Тищенко М. А. (2020) Переваги та недоліки використання платформ дистанційного навчання Google Classroom та Kiddom як інструментів імплементації змішаного навчання, *Логос*. URL: <https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.16.60.html>.

ЩОДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ПРИВАТНИМ ЗАКЛАДОМ ОСВІТИ

Шкарупа А. В., Литвинов В. А.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ, Київ, Україні
E-mail: shkarupa_@ukr.net*

Regarding Informational Support for the Management of a Private Educational Institution

Information support for the management of a private educational institution plays an important role in ensuring the effectiveness and success of the educational process. Provision of modern technologies, software and equipment helps to optimize management processes and facilitates data accounting.

В Україні нині функціонує понад 10 тисяч шкіл, із них близько 2% є приватними. Приватне навчання має свої переваги та недоліки, проте вважається, що воно дає якіснішу освіту, ніж державне. Незважаючи на високу вартість навчання, кількість приватних шкіл, зокрема, шкіл з поглибленим вивченням ІТ збільшується.

Разом зі збільшенням приватних закладів освіти, росте і конкуренція між ними. Все це обумовлює актуальність питань, щодо вдосконалення управління навчанням в приватних ІТ-школах.

Загальну складність управління функціонуванням ІТ-школи ілюструє перелік напрямків діяльності школи «RoboCode»:

- створення курсів з програмування і здійснення учбового процесу;
- виготовлення електроніки для збирання схем;
- розроблення роботизованих систем із подальшим їх програмуванням;
- виготовлення одягу з брендом компанії;
- організація змагань по програмуванню;
- влаштування таборів для дітей.

Розглянемо деякі системи інформаційної підтримки управління учбовим процесом в контексті вибору бази для створення прототипу типової системи.

Платформа Moodle — відкрите програмне забезпечення для управління навчанням, що використовується в освітніх установах для організації навчального процесу [3].

Недоліки платформи Moodle:

- складність установки;
- обмежена інтеграція з іншими системами;
- обмежена швидкодія.

Платформа Prosvita — це інноваційний освітній простір, який надає широкий спектр функціоналу для організації навчального процесу [4].

Недоліки платформи Prosvita:

- для приватних шкіл тариф складає 40000 тисяч грн в рік;
- обмежена можливість налаштування деяких параметрів для окремих закладів освіти;

Платформа Canvas є однією з найвідоміших систем управління навчанням та використовується в освітніх установах по всьому світу для організації навчального процесу. Розроблена компанією Instructure, Canvas став популярним інструментом для навчання в багатьох країнах, включаючи США, Канаду, Великобританію, Австралію та інші.

Таблиця 1.
Порівняння систем-аналогів

Критерії оцінювання / функції	Moodle	Prosvita	Canvas	crm.RoboCode
Управління клієнтською базою	3/5	4/5	2/5	4/5
Зручність інтерфейсу	4/5	5/5	4/5	3/5
Ведення інформації про групи	4/5	4/5	3/5	5/5
Ведення інформації про курси	3/5	4/5	3/5	5/5
Ведення інформації про користувачів	3/5	4/5	4/5	5/5
Ведення інформації про викладання курсів	2/5	4/5	2/5	4/5
Реєстрація дитини в нову групу	3/5	5/5	4/5	4/5
Функції, пов'язані з фінансовими операціями	0/5	4/5	0/5	4/5
Онлайн-оплата	0/5	4/5	0/5	5/5

Недоліки платформи Canvas:

- відсутність української мови в інтерфейсі;
- висока вартість;
- обмежена інтеграція з іншими системами.

Для управління школами та спілкуванням з її клієнтами використовують CRM-системи, в які інтегруються інформаційні системи. В табл. 1 наведено орієнтовні оцінки (за 5-бальною системою) суттєвих властивостей розглянутих платформ в контексті поставленої задачі у порівнянні з діючою CRM приватної школи RoboCode.

Для орієнтовної підсумкової оцінки визначимо загальну кількість балів, кожної системи. Платформа Moodle набрала 22 бали, Prosvita – 38, Canvas – 22, crm.robocode — 39.

Також, аналізуючи таблицю, слід зауважити, що деякі з систем не підтримують функції, пов'язані з фінансовими операціями, а це є основним для отримання прибутку в приватних ІТ-школах. Крім цього, ми бачимо не дуже добрі оцінки зручності інтерфейсу користувача у окремих систем, що приводить до витрат зайвого часу на спілкування з системою.

Загалом наведені дані дають підстави щодо вибору crm.RoboCode в якості прототипу для розробки типової ІС для можливого використання іншими подібними приватними закладами. В ній є все необхідне для управління процесом навчання, а також вона орієнтована на клієнта, що дає можливість переглядати інформацію про успішність продажів курсів, або навпаки, – про причини, з яких була відмова від навчання.

З недоліків системи crm.RoboCode, що потребують допрацювання, крім недостатньої зручності інтерфейсу слід відзначити те, що деякий функціонал використовується вкрай рідко, створюючи надлишкове марне навантаження на інтерфейс. Слід також оптимізувати дизайн та навігацію, щоб зробити систему інтуїтивно зрозумілішою та зручнішою для використання.

Література

1. Біловус Л. І. (2010) Управління та організація діяльності інформаційних установ. 285 с.
2. Мулеса О. Ю., Варга Я. В. (2023) Інформаційні системи та реляційні бази даних : навч. посіб. Ужгород, 132 с.
3. Moodle (2024) Documentation. Features [online]. URL : <https://docs.moodle.org/404/en/Features>.
4. Instructure, Inc. (2024) Canvas [online]. URL : <https://www.instructure.com>.
5. Левонюк К. В., Костіков М. П. (2021) Розроблення системи дистанційного навчання для молодших школярів. Матер. VIII Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26 листоп. 2021 р. К. : НУХТ, с. 253.

ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ ДО API ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМА TOKEN-BUCKET

Шоботенко О. М.

*ПП «САФЛОРА» Роздрібна торгівля продуктами харчування, Київ, Україна
E-mail: 9749510@gmail.com*

API Rate Limiting with Token-Bucket Algorithm

Restricting the number of API calls that a client can make within a certain time frame helps defend the API against overuse, both unintentional and malicious. Rate limits are often applied to an API by tracking the IP address, or in a more business-specific way, such as API keys or access tokens.

Уявімо, що є мобільний застосунок, який звертається до API. В API є функція реєстрації користувача. Користувач застосунку зазначає номер телефону, на який надсилається СМС з кодом для підтвердження. Після перевірки коду, реєстрація дозволяється. Є ймовірність, що будуть здійснюватись зловмисні дії, а саме, надсилатись багато запитів реєстрації, з зазначенням різних номерів телефонів, без мети реєстрації. Витрати на СМС зростуть, сервіс відправки СМС може заблокуватися. Для запобігання такої ситуації, можемо заблокувати доступ до функції реєстрації з однієї IP адреси на деякий час. Наприклад, дозволяти реєструватися з одного IP декілька разів на добу.

Ще один випадок, де може знадобитись обмеження доступу — це функціонал отримання інформації про товар. Якщо немає обмеження, можливо отримати інформацію про весь перелік товарів, але це може бути небажаним.

Для обмеження доступу до API можна застосувати стратегію обмеження швидкості (Rate Limiting) [1]. Обмежується кількість викликів API, які клієнт може зробити протягом певного періоду часу. Це допомагає захистити API від надмірного використання, як ненавмисного, так і зловмисного. Обмеження доступу часто застосовується до API шляхом відстеження IP. У разі досягнення клієнтом ліміту, є декілька варіантів обмеження доступу :

- Поставити запит в чергу на деякий час.
- Дозволити запит негайно, але стягувати додаткову плату за цей запит.
- Відхилити запит (HTTP 429 Забагато запитів).

Для обмеження доступу до API можна застосувати алгоритм token-bucket (відро токенів).

Розглянемо цей алгоритм на прикладі установи, яка приймає звернення від громадян. Від однієї особи приймається не більше 3-х звернень на тиждень.

Установа за кожною особою, яка звертається, закріплює відро. Відро промарковано ідентифікатором особи та має таймер, який відраховує 7 днів з

моменту запуску. Місткість відра - три кульки. На початку, воно повністю заповнене кульками.

Перед тим як прийняти звернення, працівник установи знаходить відро закріплене за особою.

Якщо в відрі є хоча б одна кулька, звернення приймається та виймається одна кулька. Якщо таймер на відрі не запущений, працівник запускає таймер, який відраховує 7 днів.

Якщо відро порожнє, то особі відмовляється у прийнятті звернення.

В установі є автоматична система, яка заповнює до верху кожне відро, на якому спрацював таймер.

Звернення особи в наведеному прикладі, це запит на виконання функції API. Ідентифікація здійснюється за IP адресою. Залишається визначити скільки запитів дозволяється зробити і за який проміжок часу. Наприклад, з одного IP доступ до функції реєстрації дозволяємо не частіше двох разів на добу.

Давайте поглянемо на алгоритм в контексті обмеження доступу до API. Скажімо, у нас є відро, місткість якого визначається як кількість токенів, які воно може вмістити. Коли споживач хоче отримати доступ до API, він повинен отримати токен з відра. Ми видаляємо токен з відра, якщо він доступний, і приймаємо запит. І навпаки, ми відхиляємо запит, якщо у відрі немає токенів. Оскільки запити споживають токени, ми також поповнюємо їх із певною фіксованою швидкістю, але не перевищуємо ємність відра (рис. 1).

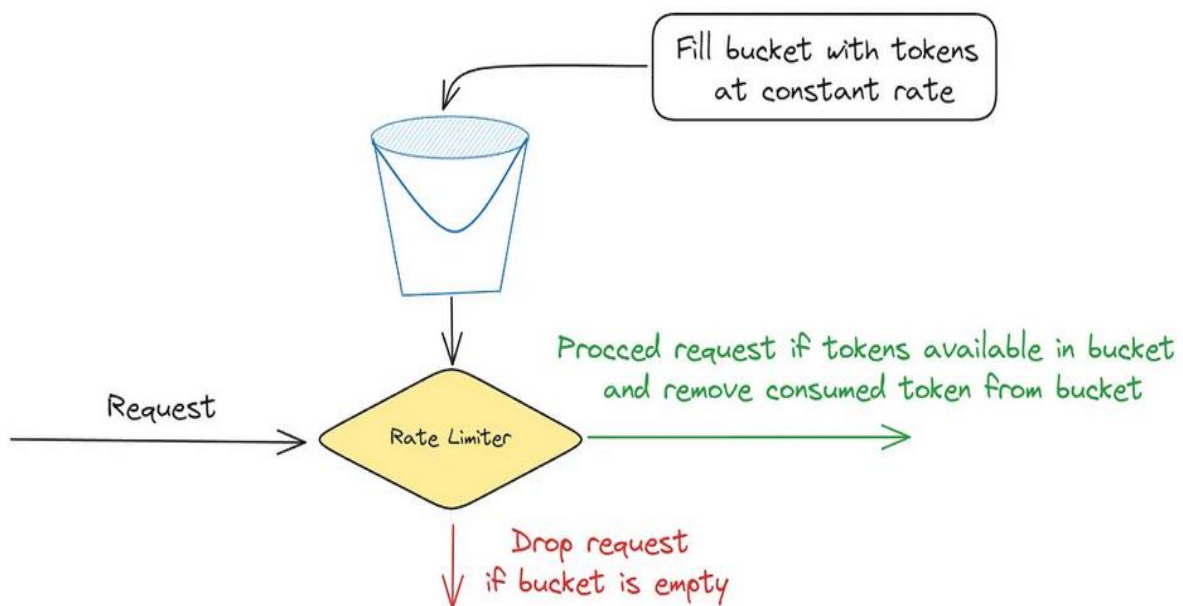


Рис. 1. Алгоритм token-bucket [2].

На практиці для обмеження доступу до API на Java застосуємо бібліотеку Bucket4j [3]. Це бібліотека Java для обмеження доступу, заснована на алгоритмі token-bucket. Bucket4j — це потокобезпечна бібліотека, яку можна використовувати як в автономній програмі JVM, так і в кластерному середовищі.

Оголосимо колекцію, де будемо зберігати Bucket-и для кожного IP.

```
private final Map<String, Bucket> cacheRegister = new  
ConcurrentHashMap<>();
```

Напишемо метод, який повертає Bucket із колекції для конкретного IP, якщо він є в колекції, або створює новий Bucket, якщо немає.

```
public Bucket resolveBucketForRegister(String ip) {  
    return cacheRegister.computeIfAbsent(ip, this::newBucketForRegister);  
}
```

Налаштуємо Bucket. Обмежимо запити реєстрації з одного IP. Для обмеження швидкості в 2 запити на добу, ми створимо відро ємністю 2 і швидкістю поповнення 2 токени на добу.

```
private Bucket newBucketForRegister(String ip) {  
    Refill refill = Refill.intervally(2, Duration.ofDays(1));  
    Bandwidth limit = Bandwidth.classic(2, refill);  
    return Bucket4j.builder()  
        .addLimit(limit)  
        .build();  
}
```

Refill.intervally поповнює Bucket на початку часового вікна, яке в даному випадку становить 2 токена на початку доби.

Отримаємо Bucket для конкретного IP, споживаємо один токен, та якщо не залишилось токенів – блокуємо запит.

```
Bucket bucket = resolveBucketForRegister(ip);  
ConsumptionProbe probe = bucket.tryConsumeAndReturnRemaining(1);  
if (!probe.isConsumed()) {  
    //Блокувати запит  
}
```

Таким чином, обмежуємо доступ до функції реєстрації за допомогою алгоритму token-bucket, з використанням бібліотеки Bucket4j. Нецільове використання функції реєстрації стане мало вірогідним. Витрати на СМС стануть більш контрольованими.

Література

1. Srivastava P., Cook J. (2024) *Rate Limiting a Spring API Using Bucket4j* [online]. URL : <https://www.baeldung.com/spring-bucket4j#bucket4j>.
2. Shende S. (2023) *Bucket Algorithm Rate Limiting* [online]. URL : <https://medium.com/@surajshende247/token-bucket-algorithm-rate-limiting-db4c69502283>.
3. Github [online]. URL : <https://github.com/bucket4j/bucket4j/tree/master>.

РОЗГЛЯД ПРОБЛЕМ ТА ОБМЕЖЕНЬ У ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ JUST-IN-TIME

Шпаченко Д. В., Грибков С. В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: shpachenkodv@nuft.edu.ua

Problems and Limitations of Enterprises when Implementing the Just-in-Time System

This article examines the various challenges and constraints that companies face when implementing just-in-time (JIT), a strategy that aims to optimise production efficiency and minimise costs. Highlighting issues such as supply chain reliability, demand forecasting accuracy, production flexibility, quality control, financial constraints and cultural change, it emphasises the importance of careful analysis and risk management for successful JIT implementation..

Система Just-in-time (JIT) забезпечує своєчасну доставку матеріалів і деталей в точний час для виробництва, зводячи до мінімуму витрати на інвентаризацію і зберігання ключове управління запасами основна мета JIT – підвищити ефективність виробництва і знизити витрати за рахунок усунення надлишкових запасів і скорочення часу від доставки до виробництва. Однак, незважаючи на свою ефективність, впровадження JIT стикається з багатьма проблемами та обмеженнями, які необхідно враховувати для успішного впровадження та експлуатації системи, давайте детальніше розглянемо деякі з них.

Постійна надійність постачальників і ланцюжка поставок необхідна для ефективної роботи системи JIT. JIT означає наявність необхідних матеріалів, коли це необхідно для виробництва, мінімізацію запасів і зниження вартості зберігання. Однак залежність від обмеженої кількості постачальників створює ризик значного дефіциту у разі змін у діяльності постачальників, збоїв у виробництві, затримок доставки або непередбачених змін у контракті на поставку. Ось чому необхідно ретельно контролювати постачальників, регулярно контролюючи діяльність постачальників і оцінюючи їх фінансову стабільність і якість продукції. Також важливо налагодити довгострокові партнерські відносини з постачальниками, включаючи тісний зв'язок, взаємну підтримку і спільну розробку процесів, щоб забезпечити стабільність поставок і мінімізувати ризики.

Точність прогнозування попиту є однією з ключових вимог для успішної реалізації системи JIT. Неправильні прогнози можуть призвести до серйозних проблем, тому успішний JIT вимагає точної оцінки попиту на продукцію. Погане прогнозування попиту може призвести до втрати продажів через дефіцит продукції, що негативно вплине на задоволеність клієнтів та доходи компанії. З іншого боку, переоцінка може призвести до накопичення надлишкових запасів, що призведе до додаткових витрат на зберігання та

збитків через знос або знос товарів. жовтень. Використання сучасних аналітичних інструментів та інформаційних технологій, таких як великі дані (Big data), Машинне навчання та прогнозна аналітика, може значно підвищити точність прогнозів. Це дозволяє компаніям краще розуміти тенденції попиту, враховувати сезонні коливання та швидше реагувати на зміни ринкових умов, які мають вирішальне значення для успіху JIT.

Гнучкість виробництва має вирішальне значення для успішного впровадження Системи точного часу JIT. JIT включає гнучкість виробництва для швидкої зміни виробництва різних продуктів у відповідь на мінливий попит. Це означає, що виробнича лінія повинна мати можливість швидко адаптуватися до змін обсягу та асортименту продукції, що випускається без значних затримок або перерв. Однак не всі компанії мають автоматизацію та гнучкість процесів, необхідні для ефективної реалізації цієї стратегії. Серйозними перешкодами можуть бути нестача сучасного обладнання, труднощі з реструктуризацією виробничих ліній, низька кваліфікація персоналу або недостатня інтеграція інформаційних систем. Інвестиції в модернізацію виробничих потужностей, впровадження передових технологій, таких як робототехніка та Інтернет речей, а також навчання персоналу новим методам роботи можуть значно підвищити гнучкість виробничого процесу. Це дозволяє підприємству швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури і забезпечувати високу ефективність і конкурентоспроможність виробництва.

Якість продукції є одним із ключових факторів успіху системи JIT. Збільшення темпів виробництва та скорочення термінів зберігання запасів може вплинути на якість продукції, оскільки виробничий процес стає більш інтенсивним, а часу на виявлення та виправлення дефектів залишається менше. У такому середовищі дефекти у виробничому процесі можуть бути не виявлені вчасно, оскільки відсутність запасів не дозволяє компенсувати можливі затримки на виправлення проблем. Це може призвести до випуску неякісної продукції, що, у свою чергу, негативно вплине на задоволеність клієнтів і репутацію компанії. Тому необхідно вжити заходів для посилення контролю якості на всіх етапах виробничого процесу. Це включає впровадження систем постійного моніторингу та автоматичного виявлення дефектів, проведення регулярних перевірок та аудитів якості, а також навчання персоналу методам забезпечення якості. Використання сучасних технологій, таких як сенсори та системи збору даних у режимі реального часу, може допомогти виявляти проблеми на ранніх стадіях та запобігати виникненню дефектів. Таким чином, підприємства можуть забезпечити високу якість продукції навіть у умовах високих темпів виробництва, характерних для системи JIT.

Фінансові обмеження є серйозною проблемою для впровадження своєчасної (JIT) системи. Впровадження JIT може вимагати значних інвестицій у сучасні технології, розвиток людських ресурсів та модернізацію виробничих процесів. Наприклад, необхідно придбати автоматизоване обладнання, впровадити інформаційні системи для управління ланцюгами поставок і контролю якості, а також забезпечити постійну підготовку співробітників для роботи з новими технологіями. Для багатьох організацій ці інвестиції можуть

бути фінансово обтяжливими, особливо на ранній стадії, коли рентабельність інвестицій ще не зрозуміла. Малий бізнес має обмежений доступ до капіталу, що може ускладнити фінансування таких масштабних змін. жовтні жовтня. Крім того, перехід на нову систему може призвести до тимчасового зниження ефективності та додаткових витрат, пов'язаних з координацією операційного процесу. Важливо розробити детальний фінансовий план, який враховує всі можливі витрати та ризики, а також вивчити можливості зовнішнього фінансування, такі як позики, гранти та інвестиції. Також варто розглянути можливість поетапного впровадження ЛІТ для рівномірного розподілу фінансового навантаження і мінімізації ризиків для стабільності бізнесу.

Успішне впровадження своєчасної ЛІТ системи часто вимагає значних змін у корпоративній культурі та перепідготовці персоналу. Перехід від традиційних методів управління запасами до ЛІТ може зіткнутися з опором з боку співробітників, які звикли до старого процесу і не можуть зрозуміти або довіряти новій системі. Ця зміна тягне за собою не тільки технічну підготовку, а й зміну мислення співробітників на всіх рівнях організації. Постійна освіта та професійний розвиток важливі для того, щоб ви могли ефективно працювати в середовищі ЛІТ. Це включає навчання новим навичкам управління запасами, використання нових технологій та методів контролю якості. Також варто запровадити програму підтримки та мотивації, щоб співробітники могли активно брати участь у процесі змін та розуміти їх важливість. Керівництво повинно відігравати провідну роль у формуванні нової корпоративної культури, демонструючи прихильність принципам ЛІТ і забезпечуючи відкрите спілкування і підтримку на кожному етапі переходу. Це допомагає знизити стійкість до змін і сприяє успішному впровадженню системи ЛІТ на підприємстві.

Впровадження системи ЛІТ дуже корисно для компаній, оскільки вона може оптимізувати виробничі процеси, зменшити запаси та зменшити витрати. Однак для досягнення цих переваг потрібен ретельний аналіз, планування та управління ризиками. Ретельний аналіз допоможе вам визначити необхідні зміни у ваших виробничих та логістичних процесах, а також ресурси, необхідні для впровадження ЛІТ. Планування включає розробку плану реагування на надзвичайні ситуації у разі непередбаченої події, а також розробку детальних кроків для інтеграції нових систем та процедур. Управління ризиками є важливим фактором, оскільки необхідно враховувати перебої в постачанні, коливання попиту та інші зовнішні фактори, які можуть вплинути на успіх ЛІТ. Компанії, які можуть ефективно подолати ці проблеми та обмеження, встановлюючи стабільні партнерські відносини з постачальниками, впроваджуючи новітні технології та забезпечуючи гнучкість виробничих процесів, можуть отримати велику користь від використання цієї стратегії управління запасами. Це може покращити обслуговування клієнтів, покращити якість продукції та значно зменшити експлуатаційні витрати, тим самим забезпечуючи конкурентну перевагу на тиждень.

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ

Ющук І. В., Ющук П. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: yuschuk_inna@ukr.net

Use of Computer Technologies to Manage Business Processes

Establishing business process management is an important component of increasing the efficiency and productivity of any organization. The use of modern computer technologies in management automation can bring significant market advantages to a company, such as improving the quality of products or services, reducing production and sales costs, and increasing profitability and competitiveness.

У сучасному динамічному світі успіх будь-якого бізнесу залежить від його здатності ефективно та продуктивно налаштовувати процеси своєї діяльності. Процес управління цих процесів стає ключовим інструментом для досягнення цієї мети.

Налагодження управління бізнес-процесами є важливою складовою для підвищення ефективності та продуктивності будь-якої організації. Використання сучасних комп'ютерних технологій в автоматизації управління може бути застосовано в різних сферах, включаючи виробництво, маркетинг, продажі, фінанси, логістику та інші. Наприклад, автоматизація процесу обробки замовлень може збільшити продуктивність та зменшити кількість помилок, що дозволить компанії ефективніше працювати. Використання інформаційних технологій може принести компанії значні переваги на ринку, такі як підвищення якості продуктів або послуг, зменшення витрат на виробництво та збут, збільшення прибутковості та конкурентоспроможності.

Управління підприємством представляється у вигляді піраміди, де кожна ступінь впливає на різний фактор керування, залежить від інших і разом представляє єдиний цілий комплекс. Перший рівень Device level – це рівень управління до якого відноситься налагодження усього устаткування та обладнання. Цей рівень спеціалізується саме на фізичному виконанні процесів. Наступний рівень — SCADA level, на якому діє саме керування процесом та моніторинг за його виконанням. До нього відносяться різні людино-машинні інтерфейси та інші їх різновиди. Третім рівнем є MOM level (Manufacturing Operation Management). На даному рівні виконується управління плануванням, а саме: планування обслуговування обладнанням, планування виробництва, запаси сировини та ін. Фінальним рівнем автоматизації управління є Enterprise level. Цей рівень займається саме бізнес плануванням, прийомом і обробкою замовлень, плануванням постачання та логістики, аналізом продуктивності та дохідності, аналіз успішності та витрати компанії.

Для збільшення результатів діяльності компанії та підвищення якості виконання простів використовують оптимізаційні методи і технології. Вони можуть включати впровадження кращих практик, використання спеціалізованого програмного забезпечення, інформаційних технологій, навчання персоналу та постійне вдосконалення процесів. Цей процес включає використання різних методів, кожен з яких має свої особливості, переваги та недоліки.

Одним із ключових методів оптимізації є бізнес-процесний реінжиніринг. Цей метод забезпечує радикальне перепроєктування основних бізнес процесів з досягненням значних переваг у таких важливих показниках, як вартість, якість, сервіс та швидкість. Переваги цього методу включають суттєве підвищення продуктивності та зниження витрат, але він також пов'язаний з високим ризиком і може збільшити значний опір серед працівників через великі зміни.

Управління якістю є ще одним підходом, який фокусується на постійному підвищенні якості продукції та послуг. Цей метод забезпечує залучення всіх співробітників до процесу підвищення якості, що в результаті забезпечує задоволеність клієнтів. Однак для його успішної реалізації довгострокові зобов'язання та значні зусилля з боку всіх працівників.

Lean Management, або бережливе виробництво, спрямоване на зниження витрат через усунення марнотратства та покращення потоку виробничих процесів. Переваги цього методу включають зниження витрат, підвищення ефективності та поліпшення якості продукції. Проте його впровадження може бути складним без повної підтримки та постійних покращень.

Методологія «Шість сигм» (Six Sigma) спрямована на вдосконалення процесів шляхом зниження кількості дефектів та варіабельності у виробництві та бізнес процесах. Використання цього методу дозволяє підвищити якість, зменшити витрати та покращити задоволеність клієнтів. Однак він потребує значних інвестицій у навчання та сертифікацію персоналу.

Аутсорсинг є стратегією передачі деяких бізнес функцій зовнішнім постачальникам, що дозволяє знизити операційні витрати та підвищити ефективність. Цей підхід дає можливість доступу до сучасних технологій, але несе ризики втрати контролю над процесами та проблем з конфіденційністю.

Автоматизація бізнес процесів включає використання комп'ютерних технологій для автоматизації рутинних завдань та процесів. Це сприяє зниженню витрат, зниженню кількості помилок та підвищенню швидкості виконання процесів. Проте впровадження автоматизації вимагає початкових витрат та технічної підтримки.

Моделювання та симуляція процесів використовують для створення моделей бізнес процесів та проведення симуляцій з виявлення вузьких місць та оптимізації процесів. Це дозволяє тестувати зміни без ризику для реальних процесів та ідентифікувати проблемні місця, хоча потребує інвестицій у програмне забезпечення та навчання персоналу.

Таким чином, організація управління бізнес процесами вимагає системного підходу, залучення всіх рівнів компанії та використання сучасних інформаційних технологій.

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЦИФРОВОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Ющук І. В., Ющук П. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: yuschuk_inna@ukr.net

Application of Advanced Information Technologies in the Digital Educational Environment

When using distance learning systems to organize interactive communication, you need a service for organizing online conferences. One of them is BigBlueButton. This is an open source software created specifically for online learning platforms. Students do not need to install the application to join webinars. The organizer can share their screen in real time, and participants can collaborate using a number of tools, such as virtual whiteboards and shared notes. The BigBlueButton software is free for personal use and can be used by educational institutions that have implemented distance learning.

Сучасні інформаційні технології відкривають нові перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. Змінюється сама парадигма вищої освіти. Велика роль надається методам активного пізнання, самоосвіті, дистанційним освітнім програмам.

Для практичної реалізації дистанційного навчання здебільшого використовують спеціалізовані інформаційні системи, які називають системами управління навчанням (learning management system, LMS). Як правило, такі інформаційні системи складаються з наборів модулів, що забезпечують повноцінне дистанційне навчання.

Одним з принципових відмінностей e-learning від стандартного очної освіти є різноманіття форм подачі матеріалу. Дистанційне навчання дозволяє використовувати електронну пошту, форуми, чати, ведення блогів, викладати документи в електронній формі, організовувати інтерактивне тестування і т.п. Але одним з найважливіших і незамінних освітніх форматів є лекції та розбір матеріалу викладачем, який об'єднує в собі і звукову, і візуальну інформацію. Реалізувати окреслені завдання дозволяє безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом BigBlueButton, призначене для проведення веб-конференцій. Його множинні переваги роблять його оптимальним варіантом організації онлайн лекцій і вебінарів.

BigBlueButton – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, що володіє всіма функціями для організації відео конференцій та створене спеціально для онлайн-платформ навчання. Здобувачам вищої освіти не потрібно встановлювати додаток, щоб приєднатися до вебінарів. Організатор може поділитися своїм екраном в режимі реального часу, а учасники можуть співпрацювати за допомогою ряду інструментів, таких як віртуальні дошки і загальні замітки. Програмне забезпечення BigBlueButton безкоштовне як для

особистого використання, так і може призначене для учбових закладів, які запровадили дистанційне навчання.

Що дуже важливо для навчальних закладів, BigBlueButton легко інтегрується з основними системами управління навчанням, такими як Moodle, Canvas і Jenzabar. BigBlueButton має безліч функцій, які ідеально підходять для онлайн-семінарів з навчання. Під час сеансів можна обмінюватися аудіо, відео, презентаціями та своїм робочим столом, а також співпрацювати зі здобувачами вищої освіти, використовуючи дошку, загальні замітки, опитування і чат.

Позитивним моментом є те, що здобувачами вищої освіти не потрібно турбуватися про встановлення, так як BigBlueButton запускається в їх браузері.

Інтерфейс BigBlueButton є простим і професійним, що відповідає своїй основній функції як інструмент навчання. У розпорядженні організатора є декілька інструментів для викладання предмета здобувачам вищої освіти в режимі реального часу, наприклад, можливість малювати фігури і текст поверх слайдів. Можна відмітити, як легко перемикається між загальними вкладками Chrome, окремими додатками або всім вашим робочим столом.

BigBlueButton має декілька механізмів безпеки для забезпечення безпеки потоків. Якщо BigBlueButton встановлений на сервері з сертифікатом TLS, він шифрує весь контент, що відправляється з сервера в веб-браузер. Для спільного використання аудіо, відео і екрану бібліотеки WebRTC передають пакети протоколу реального часу (RTP) по протоколу користувача дейтаграм (UDP) через протокол захисту транспортного рівня дейтаграм (DTLS), а медіа пакети шифруються з використанням безпечного протоколу реального часу. Все це забезпечує високий рівень вбудованої безпеки ваших потоків.

Також можна встановити код доступу в кімнату для кожної сесії і вимагати схвалення модератора приєднання нових здобувачів вищої освіти.

BigBlueButton має якісні навчальні відео, детальну документацію і три списки розсилки підтримки спільноти. Комерційна підтримка доступна тільки через сторонні компанії, деякі з яких укомплектовані розробниками BigBlueButton.

Основними конкурентами BigBlueButton для організації відео конференцій з функціями, призначеними для онлайн-навчання, є Jitsi і Zoom. Jitsi також має відкритий вихідний код та може бути встановлений на власному сервері. Jitsi, на відміну від BigBlueButton, має додатки для iOS і Google Play, але BigBlueButton має кращі інструменти для спільної роботи і підвищену безпеку.

BigBlueButton – це, мабуть, одне з кращих програмних забезпечень для відео конференцій з відкритим вихідним кодом для онлайн-навчання. У порівнянні з іншими інструментами для організації відео конференцій його складно налаштувати, але він безкоштовний і має всі функції дорогого комерційного програмного забезпечення. Продуктивність відмінна, і програмне забезпечення прекрасно інтегрується з іншими освітніми програмами, такими як Moodle і Sakai.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ В ОБЛАСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ющук І. В., Ющук П. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: yuschuk_inna@ukr.net

Standardization in Information Technology

The growing use of information technology in all spheres of life and the increasing number of software developers make standardization in this area imperative. In the field of education, the issue of standardized use of information technology is being discussed at both national and international levels.

Зростання використання інформаційних технологій у всіх сферах життя та збільшення кількості розробників програмного забезпечення робить вкрай необхідною стандартизацію в цій галузі. У сфері освіти питання про стандартизоване застосування інформаційних технологій обговорюються як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Створення стандартів для комп'ютерних програм, засобів та систем для навчання сприяє виникненню нових ринків для навчальних матеріалів, зниженню витрат на розробку та збільшенню потенційного прибутку від інвестицій.

Розуміння того, як стандарти сприяють розвитку співпраці та спільних підходів, стало очевидним для провідних фахівців у галузі інформаційних технологій та освіти. Це відкрило шлях до розробки системного підходу для створення комп'ютерних навчальних систем та впровадження відповідних стандартів. Таким чином, з'явилися відомі ініціативи та об'єднання, такі як ARIADNE, LTSC, IMS, ADL і інші. Проте, ISO отримала безумовне лідерство у сфері стандартизації.

На сьогоднішній день організація ISO є найбільшим у світі розробником міжнародних стандартів [1]. Основна мета її діяльності полягає в розробці спільних підходів, досягненні консенсусу на основі рішень, що враховують інтереси різних ланок суспільства.

У процесі створення стандартів для інформаційно-комунікаційних навчальних засобів важлива співпраця ISO з міжнародними організаціями та комітетами. Такі стандарти мають узгоджувати вимоги виробників і споживачів за різними параметрами, такими як:

- розроблення та вдосконалення систем інформаційних технологій і засобів їх створення;
- ефективність і якість інформаційних продуктів і систем;
- безпека інформаційних систем і даних;
- портативність прикладного програмного забезпечення;
- стандартизація інструментів і засобів розробки;

- гармонізація термінології інформаційних технологій;
- зручність дизайну користувацьких інтерфейсів тощо.

Основні стандарти в галузі інформаційних технологій навчання, освіти та професійної підготовки:

1. ISO/IEC 19796:2005 – Інформаційні технології. Навчання, освіта та професійна підготовка. Управління, забезпечення якості та метрика. Стандарт є базисом для опису, порівняння, аналізу, менеджменту якості та підходів до забезпечення якості. Він слугує інструментом для співставлення вже існуючих підходів та їх узгодження на основі загальної моделі якості.

2. ISO/IEC TR 24725-3:2010 – Інформаційні технології для навчання, освіти та професійної підготовки. Технології підтримки та специфічна інтеграція. Стандарт містить уніфікований словник, систематику медіа і платформних технологій, а також процеси, що можуть використовуватися для опису різних комбінацій і зв'язків цих технологій, що необхідні для виконання визначених функцій і підтримки додатків в межах різних ІТ середовищ.

3. ISO/IEC TR 24763:2011 – Інформаційні технології. Навчання, освіта та професійна підготовка. Концептуальна рекомендаційна модель для інформації про компетенції та подібні об'єкти. Стандарт ISO/IEC TR 24763:2011 пропонує Концептуальну рекомендаційну модель, яка складається з категорій елементів, атрибутів та взаємозв'язків між ними. Її використання можливе для визначення відношень між поняттями в сфері інформаційних технологій навчання, освіти і професійної підготовки, таких як компетентність, знання, навички, здібності, кваліфікація, продуктивність, дидактичні цілі тощо. Стандарт зосереджений на інформації про учасників освітнього процесу, взаємопов'язаних елементів цього процесу та відповідних відносин між ними в межах систем інформаційних технологій, що використовується для управління, розвитку, опису, передачі чи оцінювання інформації про компетентність чи інші пов'язані з нею об'єкти.

На жаль, вітчизняні аналоги наведених стандартів досі не існують, що значно уповільнює процеси стандартизації національних розробок в області інформаційно-комунікаційних засобів для навчання. Усвідомлення цього факту вказує на те, що розроблення відповідних стандартів сприятиме виникненню нових ринків для навчальних матеріалів, зменшить витрати на їх розробку, збільшить потенційний прибуток від інвестицій та допоможе наблизити освітні послуги України до світових ринків на якісно новий рівень.

Література

1. International Organization for Standardization [online]. URL : <http://www.iso.org/iso/about.htm>

ВИКЛИКИ ЕТИКИ ТА КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ ДАНИХ

Грама М. П., Гуро Д. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: kaliniaguro@gmail.com

Ethical and Data Privacy Challenges

With the development of Data Science technologies and the increase in data volumes, significant challenges arise related to ethics and privacy. Data is becoming the basis for decision-making in various fields, but its incorrect or unethical use can lead to serious consequences.

З розвитком технологій Data Science і збільшенням обсягів даних виникають значні виклики, пов'язані з етикою та конфіденційністю. Дані стають основою для ухвалення рішень у різних сферах, але їхнє неправильне або неетичне використання може призвести до серйозних наслідків [1].

Збір великих обсягів особистої інформації, наприклад, даних про місцезнаходження, історії пошукових запитів або фінансових операцій, створює ризики для конфіденційності. Зберігання таких даних без належного захисту може призвести до їх витоку або зловживань. Хоча анонімізація даних використовується для захисту конфіденційності, існують способи деанонімізації, коли особистість користувача можна встановити навіть за анонімними даними. Це викликає питання щодо безпеки навіть «захищених» даних [2]. Крім проблеми конфіденційності також існує проблема етичного використання даних.

Згода на використання даних: часто користувачі не повністю розуміють, як їхні дані будуть використовуватися, навіть якщо вони формально дали згоду. Це піднімає питання щодо прозорості й етики в отриманні згоди на використання особистої інформації.

Упередження та дискримінація: алгоритми можуть відтворювати існуючі упередження в даних, що призводить до дискримінації за ознаками раси, статі, віку тощо. Наприклад, алгоритми рекрутингу або кредитного скорингу можуть виявитися несправедливими до певних груп населення.

Прозорість і пояснюваність моделей: багато сучасних алгоритмів, особливо в глибинному навчанні, працюють як «чорні ящики», і складно пояснити, як вони дійшли до певного рішення. Це може призвести до недовіри і несправедливості.

Відповідність нормативним вимогам: у різних країнах діють різні закони, які регулюють збір і використання даних, такі як GDPR у Європі. Це створює труднощі для компаній, що працюють на міжнародному рівні, оскільки їм потрібно дотримуватися різних юридичних норм [3].

Міжнародний обмін даними: передача даних між країнами з різними законодавчими вимогами може створювати проблеми щодо захисту

конфіденційності і прав користувачів. Це особливо актуально для транснаціональних компаній.

Мікротаргетинг і політичні кампанії: використання даних для створення персоналізованих політичних повідомлень, які впливають на виборців, може викликати етичні питання щодо маніпуляцій суспільною думкою.

Фейкові новини: дані можуть використовуватися для створення фейкових новин і дезінформації, що може дестабілізувати суспільство і підривати довіру до засобів масової інформації.

За порушення доброчесності у використанні великих об'ємів даних існує система відповідальності та наслідків. Відповідальність за помилки алгоритмів. Якщо алгоритм на основі даних ухвалює рішення, які призводять до негативних наслідків (наприклад, відмову в кредиті або неправильну діагностику), виникає питання про відповідальність розробників і компаній, що впроваджують такі технології. Упередження в даних. Дані можуть містити історичні упередження, які, будучи впровадженими в алгоритми, можуть призводити до несправедливих рішень. Це вимагає ретельного аналізу даних і розробки методів для мінімізації таких упереджень [2].

Існує цілий ряд стратегій подолання цих викликів. Етичні принципи і кодекси: розробка і впровадження етичних кодексів, які регулюють використання даних і алгоритмів. Прозорість: забезпечення прозорості алгоритмів і пояснюваності їхніх рішень, що дозволяє користувачам розуміти, як ухвалюються рішення на основі їхніх даних. Навчання і підвищення обізнаності: освіта фахівців у сфері Data Science щодо етичних аспектів їхньої роботи і підвищення обізнаності користувачів про їхні права на конфіденційність. Технології захисту даних: використання нових технологій, таких як блокчейн або диференційована конфіденційність, для підвищення рівня захисту даних [3].

Зростання ролі Data Science супроводжується викликами, пов'язаними з етикою та конфіденційністю, які потребують комплексного підходу для їх подолання. Ефективне вирішення цих питань є критично важливим для забезпечення довіри до технологій і збереження прав користувачів.

Література

1. Hrama, M., Sidletskyi, V. and Elperin, I. (2019) Justification of the Neuro-Fuzzy Regulation in Evaporator Plant Control System. *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp.873–890.
2. Chu, Y., Fei, J. and Hou, S. (2020) Adaptive Global Sliding-Mode Control for Dynamic Systems Using Double Hidden Layer Recurrent Neural Network Structure, *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 31(4), pp. 1297–1309.
3. Zhang, D. and Lou, S. (2021) The Application Research of Neural Network and BP Algorithm in Stock Price Pattern Classification and Prediction, *Future Generation Computer Systems*, 115, pp. 872–879.

ВИКОРИСТАННЯ DATA SCIENCE У СУЧАСНОМУ СВІТІ

Грама М. П., Гуро Д. А.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: kaliniaguro@gmail.com

The Use of Data Science in the Modern World

In today's world, the amount of data is increasing every day, and this data has enormous potential to inform and improve decision-making processes. Data Science provides tools and methods for analyzing, interpreting, and utilizing this data, making it an integral part of any strategic activity.

У сучасному світі обсяг даних збільшується щодня, і ці дані мають величезний потенціал для інформування та вдосконалення процесів ухвалення рішень. Data Science надає інструменти та методи для аналізу, інтерпретації та використання цих даних, що робить її невід'ємною частиною будь-якої стратегічної діяльності [1].

Використання Data Science дозволяє організаціям аналізувати історичні дані, прогнозувати майбутні тенденції та ухвалювати рішення на основі об'єктивних фактів, а не інтуїції. Це дозволяє знизити ризики та збільшити шанси на успіх. Завдяки сучасним технологіям обробки даних, рішення можуть ухвалюватися в реальному часі, що особливо важливо для динамічних ринків, де ситуація може змінюватися дуже швидко. Data Science забезпечує можливість адаптуватися до нових умов, змінюючи стратегії відповідно до актуальних даних.

Від вищого керівництва до операційного рівня, Data Science пропонує інструменти, що дозволяють різним рівням організації ухвалювати обґрунтовані рішення. Наприклад, аналітика даних може допомогти менеджерам середньої ланки оптимізувати процеси, а виконавчому керівництву – формувати довгострокові стратегії розвитку.

Data Science відіграє ключову роль у підтримці ухвалення рішень на всіх рівнях організації — від оперативних задач до стратегічного управління. Різні рівні керівництва мають свої потреби в аналітиці та даних, і Data Science пропонує інструменти для задоволення цих потреб, забезпечуючи підвищення ефективності та точності в управлінні.

На операційному рівні співробітники щодня стикаються з великою кількістю рутинних задач, які вимагають швидкого та ефективного ухвалення рішень. Data Science допомагає автоматизувати ці процеси та надає інструменти для аналізу даних у реальному часі, що дозволяє: оптимізувати робочі процеси (за допомогою аналітики операційні менеджери можуть визначати слабкі місця в робочих процесах і знаходити шляхи їх покращення); прогнозувати попит та оптимізувати ресурси; підтримувати прийняття рішень у реальному часі (виробничі процеси можуть бути налаштовані так, щоб автоматично реагувати

на зміни умов, наприклад, коригування швидкості виробничих ліній у відповідь на зміну попиту).

На середньому рівні керівництва (тактичний рівень) ухвалення рішень часто пов'язане з координацією різних підрозділів і виконанням стратегічних завдань на практиці. Тут Data Science допомагає: аналізувати ефективність роботи підрозділів (за допомогою аналітичних звітів менеджери можуть оцінювати продуктивність команд, виявляти відхилення від планів та оперативно вживати необхідних заходів); оптимізувати використання ресурсів; приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій та розвитку (аналіз даних дозволяє оцінювати рентабельність різних проектів і ухвалювати рішення про інвестування в ті чи інші напрямки).

На стратегічному рівні Data Science відіграє вирішальну роль у формуванні довгострокових планів і визначенні ключових напрямків розвитку компанії: прогнозування та аналіз трендів (вищий менеджмент може використовувати аналітику для виявлення довгострокових тенденцій на ринку, що дозволяє ухвалювати рішення про стратегічні зміни, нові продукти або послуги); оцінка ризиків та можливостей (Data Science допомагає виявляти потенційні ризики та оцінювати можливості, що дозволяє мінімізувати негативний вплив і використовувати можливості для зростання); підтримка прийняття інноваційних рішень (аналітичні інструменти дозволяють вищому керівництву досліджувати нові ринки, прогнозувати поведінку споживачів та оцінювати потенціал інноваційних технологій).

Наприклад, на операційному рівні Data Science використовується для моніторингу транзакцій і виявлення шахрайства. На тактичному рівні вона допомагає управляти портфелями активів, а на стратегічному — прогнозувати фінансові ринки та ухвалювати інвестиційні рішення. Операційні рішення можуть включати оптимізацію запасів у реальному часі, тоді як тактичні — аналіз ефективності маркетингових кампаній, а стратегічні — ухвалення рішень щодо виходу на нові ринки [2].

Data Science не лише надає аналітичні інсайти, але й допомагає автоматизувати деякі рішення. Наприклад, у фінансовому секторі моделі машинного навчання можуть автоматично визначати кредитні ризики або виявляти шахрайство без втручання людини.

Завдяки Data Science організації можуть ухвалювати більш точні рішення, мінімізуючи помилки та підвищуючи ефективність своїх операцій. Це сприяє економії ресурсів і підвищенню конкурентоспроможності на ринку.

Література

1. Hrama, M., Sidletskyi, V. and Elperin, I. (2019) Justification of the Neuro-Fuzzy Regulation in Evaporator Plant Control System. *Ukrainian Food Journal*, 8(4), pp.873–890.
2. Nguyen B., Simkin L. (2017) The Internet of Things (IoT) and Marketing: the State of Play, Future Trends and the Implications for Marketing, *Journal of Marketing Management*, 33(1–2), pp. 1–6.

ЗМІСТ

1 СЕКЦІЯ: ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ.....	6
<i>1. Амосов Г. К.</i> Використання штучного інтелекту в дослідженні космосу.....	7
<i>2. Андрійчук Т. Ю.</i> Використання штучного інтелекту в медицині для покращення діагностики та лікування.....	9
<i>3. Бедько І. О., Гавриленко В. В.</i> Штучний інтелект в транспортних технологіях.....	11
<i>4. Безверхий О. І, Луц В. Є.</i> Контроль транспортного руху та уникнення аварій за допомогою нейромереж.....	14
<i>5. Бельдій Д. О.</i> Постановка задачі проєктування інтелектуальної системи управління віртуальною реальністю для навчальних цілей.....	17
<i>6. Береза М. Ю., Грама М. П.</i> Аналіз фішингових електронних листів за допомогою засобів штучного інтелекту.....	19
<i>7. Білодід Д. В.</i> Методи та засоби штучного інтелекту мовою JavaScript.....	21
<i>8. Благодир К. О., Чорнобай К. Ю.</i> Дослідження розвитку штучного інтелекту.....	24
<i>9. Блажкевич В. Ю., Кальченко А. С.</i> Дослідження особливостей збору та агрегування потокових даних новин у соціальних мережах при розв’язанні завдань інтелектуального аналізу даних..	26
<i>10. Блиндарук А. О, Гавриленко В. В.</i> Прогнозування траєкторій руху з використанням технологій NURBS та ST-GNN.....	29
<i>11. Будаков І. М.</i> Дипфейки та штучний інтелект.....	31

12. Венгер С. А, Марченко А. О. Інтелектуальна інформаційна технологія формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача.....	33
13. Вовченко О. О., Харкянен О. В. Машинне навчання в задачах прогнозування у фінансовому секторі.....	36
14. Давиденко Д. С. Підвищення ефективності роботи проєктного офісу з використанням штучного інтелекту.....	38
15. Дзюбан І. І., Харкянен О. В. Розроблення систем прогнозування на основі машинного навчання.....	40
16. Діброва Є. М. Роль штучного інтелекту в розвитку ігрової індустрії та віртуальної реальності.....	42
17. Дячук М. І., Харкянен О. В. Інтеграція адаптивного веб-дизайну та методів штучного інтелекту.....	44
18. Зайченко А. О. Система розпізнавання флори та фауни Червоної книги України на зображеннях із використанням нейронних мереж.....	46
19. Зленко Є. В. Складність контролю над штучним інтелектом: актуальні проблеми та перспективи.....	49
20. Зленко Є. В. Роль інформаційних технологій та штучного інтелекту в розвитку освіти.....	51
21. Іванишин В. В. Застосування штучного інтелекту при створенні програмних продуктів у середовищі Microsoft Visual Studio Code.....	53
22. Кривець О. Ю., Харкянен О. В. Особливості збору та підготовки навчальних даних для моделей прогнозування природно-техногенних загроз.....	56
23. Кузьменко В. В., Новак Д. С., Костіков М. П. Використання технологій обробки зображень для визначення антропометричних точок обличчя.....	58

24. Левчук З. А.	
Можливості застосування машинного зору для людей із порушеннями зору....	61
25. Літошко О. М., Андріюк О. П.	
Використання технологій комп'ютерного зору в безпілотних літальних апаратах.....	63
26. Монько О. С.	
Постановка задачі створення програмних експертних систем для задач прогнозування.....	66
27. Нестеренко Є. О.	
Використання технологій штучного інтелекту в емоційному маркетингу.....	68
28. Огуй Я. С.	
Вплив штучного інтелекту на розвиток ключових галузей та робочі місця.....	70
29. Пекневич І. І., Гавриленко В. В..	
Архітектури нейронних мереж для виявлення рухомих об'єктів.....	72
30. Прокурашко А. О.	
Сучасний стан і перспективи штучного інтелекту та інформаційних технологій.....	74
31. Рябцев В. В., Ботвинко К. Ю., Унєгова Д. Е.	
Інтелектуальний помічник студента.....	77
32. Стаднік Г. В.	
Використання інформаційних технологій та штучного інтелекту в освіті.....	80
33. Хоменко В. М., Чугаєва Н. Ю.	
Штучний інтелект та освітні технології: психологічний аспект.....	82
34. Хоменко В. М., Чернобай К. Ю.	
Тенденції та досягнення в розробленні й застосуванні методів і практичних інструментів штучного інтелекту.....	84
35. Чубатюк О. А, Гладка М. В.	
Застосування технологій штучного інтелекту в галузі сміттесортування.....	86
36. Шидловський А. П.	
Можливості штучного інтелекту для створення зображень.....	89
37. Юхта М. А.	
Новітні апаратні та програмні засоби інтелектуальних технологій.....	91

38. Юхта М. А.	
Сучасні інтелектуальні технології в Україні і світі.....	93
39. Яненко С. Л.	
Дипфейки: загрози та методи боротьби.....	95
40. Яценко Т. Ю.	
Тенденції та досягнення в розробленні й застосуванні методів і практичних інструментів штучного інтелекту.....	97
2 СЕКЦІЯ: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ.....	99
41. Білодід Д. В.	
Інтелектуальний аналіз даних мовою програмування JavaScript.....	100
42. Бойко І. О.	
Роль штучного інтелекту в аналізі великих даних.....	102
43. Вороньков Д. В., Харкянен О. В.	
Використання мови Python для кластеризації методом k-середніх.....	104
44. Вороньков Є. В., Харкянен О. В., Костіков М. П.	
огляд бібліотек мови Python для розв’язання задач аналізу даних.....	107
45. Грама М. П., Серветник М. В.	
Застосування інтелектуальних систем обробки інформації як засіб розв’язання проблем управління сучасним підприємством.....	110
46. Гундар О. А., Костіков М. П.	
Використання бібліотек Python для аналітики даних.....	112
47. Дзюбан І. І., Харкянен О. В.	
Аналіз великих даних у реальному часі: технології та алгоритми.....	114
48. Залецький І. М.	
Дослідження сучасних технологій для аналізу текстової інформації на онлайн-ресурсах у регулярній роботі менеджерів.....	116
49. Зубрецька Н. А., Ложніков В. А.	
Використання інструментів бізнес-аналітики при підготовці фахівців із інформаційних технологій.....	118

50. Ковалець І. В., Шрубковський О. В., Синкевич Р. О. Аналіз та прогнозування розповсюдження забруднень із асиміляцією даних.....	121
51. Ковальчук М. В., Струзік В. А. Порівняльний аналіз популярних механізмів повнотекстового пошуку.....	123
52. Нагорнюк Р. Р., Чорнобай К. Ю. Роль інтелектуальних систем управління в аналізі великих даних.....	125
53. Плачков І. С. Постановка задачі проектування інтелектуальної системи аналізу даних для підтримки прийняття рішень у фінансових організаціях.....	128
54. Прокопенко Т. О., Видря С. О. Big Data як основа інформаційної технології обліку даних технологічних комплексів неперервного типу.....	130
55. Ревенко М. О. Інтелектуальні системи управління та аналізу даних.....	132
56. Юхта М. А. Інтелектуальний аналіз даних мовою програмування JavaScript.....	134
3 СЕКЦІЯ: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ.....	136
57. Danso J. O. Examination of the role of IoT in climate change mitigation: IoT devices for developing climate change solutions with real-time data.....	137
58. Korobiichuk I. Control of the motion trajectory of a wheeled mobile robots in real-time.....	139
59. Безверхий О. І., Борецький В. В., Чайка Т. І. Інформаційна система відстежування присутності відвідувача за допомогою розпізнавання обличчя.....	141
60. Беценко Н. О., Костіков М. П. Інтеграція інтернету речей (IoT) у розумний будинок за допомогою C++.....	143
61. Беценко Н. О., Костіков М. П. Розроблення систем керування транспортними засобами з використанням технології Autosar.....	145

62. Булій Д. Ю., Андріюк О. П., Харкянен О. В. Автоматизована система реєстрації та авторизації користувачів для складської програми обліку продукції.....	147
63. Василенко М. О., Гладка М. В. Використання IoT-пристроїв для автоматизації процесу годування тварин на фермах.....	149
64. Грама М. П. Інтелектуальне керування випарною установкою на основі нейромережових регуляторів.....	153
65. Грама М. П., Ющук П. О. Використання інтернету речей для вдосконалення інтелектуальної системи випарної установки цукрового заводу.....	155
66. Гудзь Ю. А. Використання машинного зору для контролю за процесом кристалізації цукру під час варки утфелю у вакуум-апаратах періодичної дії.....	157
67. Іванишин В. В. Концепція створення системи моніторингу стану бджолосімей на пасіці на основі бездротових сенсорних пристроїв реального часу.....	159
68. Ільчук О. С. Роль штучного інтелекту в розвитку автоматизованих медичних систем та медичних роботів.....	161
69. Карпенко Р. В. Виявлення аномалій у роботі енергетичного парового котла за допомогою машинного навчання.....	163
70. Кирилов І. В., Дука А. В., Тюляков Д. І. Інформаційна система підтримки прийняття рішень у агротехнічній галузі....	166
71. Мельник В. С., Смітюх Я. В., Пархоменко Д. І. Використання «електронного носа» в інтелектуальних системах керування сушінням харчових продуктів.....	169
72. Мельник Д. О. Аналіз досвіду роботизації складів у світі та в Україні: можливості впровадження в митні процеси.....	172
73. Михалюк А. П., Міркевич Р. М. Стан розвитку штучного інтелекту в кібербезпеці індустріальних систем.....	175

74. Мороз Д. Ю. Постановка задачі розроблення методу покращення ефективності візуальної навігації автономних апаратів.....	177
75. Новак М. С., Харкянен О. В. Використання інформаційних технологій для валідації методів визначення теплових показників вогнезахисних покривів.....	180
75. Овчарук В. О. Застосування сучасних інформаційних технологій у процесах сушіння харчових продуктів.....	183
76. Омельченко О. С., Луцька Н. М. Формування, реалізація та використання віртуальних аналізаторів у контексті складних технологічних об'єктів.....	186
77. Остапенко О.В. Машинне навчання та штучний інтелект у автоматизації виробництва.....	188
78. Писаренко В. В. Автоматизована система аналізу якості харчових продуктів із використанням штучного інтелекту.....	190
79. Подустов О. С. Цифрові двійники для заводів: забезпечення прогнозованого технічного обслуговування та оцінювання впливу змін за допомогою високоточних цифрових копій.....	192
80. Подустов О. С. Революція на ринку енергопостачання за допомогою автоматизованого управління попитом через глобальну мережу підключених пристроїв.....	194
81. Проскурка Є. С. Використання топологічного аналізу для формування бази прецедентів у системі підтримки та прийняття рішень прецедентного типу.....	196
82. Романов М. О. Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння на базі цифрових двійників.....	198
83. Сідлецький В.М. Інтелектуальна система управління технологічним комплексом цукрового заводу з системою підтримки прийняття рішень.....	200

84. Сідлецький В. М., Кухар О. В.	
Інтелектуальна система управління вакуум апаратом періодичної дії з використанням алгоритмів нечіткого виведення.....	203
85. Тюляков Д. І., Куєвда Ю. В., Полупан В. В.	
Використання математичних моделей складних об'єктів систем автоматизації в навчальному процесі.....	206
86. Чекмез С. С., Чугаєва Н. Ю.	
Інтернет речей: психологія використання в науці та виробництві.....	208
87. Шевченко Р. В.	
Промисловий інтернет речей (IIoT), рівень Edge, Little Data, використання та виклики.....	210
88. Ющук П. О.	
Енергетичний менеджмент парових котлів із застосуванням IIoT.....	212
4 СЕКЦІЯ: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	215
89. Shybetskyi V., Korobiichuk I.	
Mathematical modeling of a complex problem of acoustic impact on airborne particles through resonators.....	216
90. Богданов В. Р.	
Моделювання міцності основи з прямокутним зварним з'єднанням із урахуванням мартенситів. плоска задача взаємодії у пружно-пластичній постановці	219
91. Вітер М. Б., Сторожик М. О.	
Графове моделювання обміну даними.....	221
92. Іващенко О. В., Федін С. С.	
Оптимізація алгоритму Кохонена для забезпечення відтворюваності результатів кластеризації.....	223
93. Івохін Є. В., Аджубей Л. Т., Юштин К. Е.	
Про один підхід до розв'язання задачі комівояжера з використанням кластеризації за методом Варда.....	225
94. Івохіна К. С., Гавриленко В. В.	
Про один метод розв'язання задачі комівояжера з двома критеріями.....	227

95. Морозов Р. Д., Бідюк П. І.	
Моделі і прогнози волатильності фінансових процесів із використанням імовірісно-статистичних методів.....	230
96. Овчарук В. О.	
Застосування мережевої транспортної моделі для оптимального управління та планування контейнерних перевезень.....	233
97. Поліщук Ю. О.	
Удосконалення алгоритму прогнозування рівня цукру в крові для хворих на цукровий діабет І типу.....	235
98. Прокопенко В. А, Лавданська О. В.	
Імітаційна модель управління ризиками проєктів на основі Scrum.....	238
99. Прокопенко Т. О., Руденко В. О.	
Розроблення моделі стратегічного управління технологічними комплексами неперервного типу.....	240
100. Радзієвська О. І.	
Математична модель оптимального планування виробничого процесу.....	242
101. Федін С. С., Зубрецька Н. А.	
Прогнозування курсу валют із використанням нейронних мереж і генетичних алгоритмів.....	244
102. Чорнобай К. Ю., Грибков С. В.	
Дослідження методів багатокритеріального аналізу для планування виконання замовлень у молокопереробній промисловості.....	247
103. Шульгін А. В.	
Постановка задачі математичного моделювання складних об'єктів у промисловості.....	251
104. Юрик Я. І., Луцій В. І.	
Аналіз динаміки ринку праці України на основі даних про потоки.....	254
5 СЕКЦІЯ: КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ДАНИХ.....	257
105. Бойко І. О.	
Штучний інтелект у кібербезпеці.....	258
106. Будаков І. М.	
Роль штучного інтелекту в кібератаках та захисті.....	261

107. <i>Васютинська Ю. О, Ковбаса М. Г.</i> Технології забезпечення безпеки передачі даних у пасивних оптичних мережах.....	263
108. <i>Дзюба А. О.</i> Дослідження проблем кіберзахисту транспортної системи морських портів...	265
109. <i>Литвинов В. А., М'якишило О. М.</i> Деякі підходи до прототипізації програмних рішень із SIEM-менеджменту на основі інструментів із відкритим кодом.....	268
110. <i>Мандяк Н. І., Дмитришин М. І.</i> Розроблення методів захисту програмного забезпечення.....	271
111. <i>Посух І. В.</i> Кіберзахист: ключові етапи планування та проведення заходів.....	273
112. <i>Ткач Д. О.</i> Переваги впровадження стандарту кібербезпеки ISO 27001	276
113. <i>Франц С. В., Грама М. П.</i> Система аналізу автентичності фотофайлів для кіберполіції.....	278
114. <i>Хотєєв М. Д., Овчарук В. О.</i> Основні процеси та сучасне застосування алгоритмів кодування та декодування інформації.....	280

6 СЕКЦІЯ: ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ.....282

115. <i>Volf O. O.</i> Using the possibilities of telehospice to support the severely ill. Educational and medical aspects.....	283
116. <i>Адаменко В. С., Костіков М. П.</i> Засоби та методи оптимізації високопродуктивних веб-додатків.....	286
117. <i>Білодід Д. В.</i> Технології хмарних обчислень мовою JavaScript.....	288
118. <i>Божко В., Струзік В. А.</i> Переваги та недоліки використання Node.JS.....	291

119. <i>Бойко О. О., Андріюк О. П.</i> Підвищення ефективності та надійності програмного забезпечення через застосування методів тестування на основі формальних специфікацій: сучасні підходи та перспективи.....	293
120. <i>Вдовенко Д. О., Сєдих О. Л.</i> Використання Swift для створення інформаційних систем.....	295
121. <i>Горенко Я. М., Грама М. П.</i> Розроблення інформаційної системи підтримки діяльності логістичного відділу ТОВ «САНМАКС КАРГО».....	297
122. <i>Грибков С. В., Ліманський М. В.</i> Транспортна логістика при формуванні маршрутів доставки готової продукції.....	300
123. <i>Давиденко Д. С.</i> Особливості розроблення та впровадження інформаційно комунікаційних систем у державному секторі.....	303
124. <i>Давиденко П. С.</i> Розподілені системи на базі мікросервісної архітектури.....	306
125. <i>Доля С. О.</i> Дослідження автоматизації бізнес-процесів управління університетом.....	309
126. <i>Жебрак А. М.</i> Дослідження ефективності багатопоточності.....	311
127. <i>Жебрак І. М., Грама М. П.</i> Розроблення системи інформаційної підтримки діяльності відділу прийому сировини олійного заводу.....	313
128. <i>Зубрецька Н. А., Карманов Р. В.</i> Порівняльна характеристика тенденцій впливу технологій AR та VR на життя людини.....	315
129. <i>Карпишинець В. В., Струзік В. А.</i> Методи зменшення витрат на управління базами даних MySQL.....	317
130. <i>Карпишинець В. В., Струзік В. А.</i> Реплікація баз даних MySQL.....	320
131. <i>Кіриченко О. О., Костіков М. П.</i> Використання системи позиціонування UWB.....	323

132. Колосов А. О. Управління інформацією про продукт (PIM) виробничого експортоорієнтованого підприємства як критичний чинник розвитку.....	325
133. Косько М. Є. Дослідження методів і тактик досягнення принципів Reliability, Availability в архітектурі високонавантажених систем.....	328
134. Кошельник Ю. О., Грама М. П. Використання сучасних алгоритмів обробки для роботи з табличними даними.....	331
135. Левонюк К. В., Струзік В. А. DDoS-атаки та захист від них.....	333
136. Левонюк К. В., Струзік В. А. Застосування засобів візуалізації аналітичних панелей при досягненні ключових показників ефективності.....	335
137. Мірзамухамедов Т. Р. Використання інформавціних технологій для управління продажів ІТ-рішень.....	337
138. Ніженець Р. А. Система управління задачами проєктів.....	339
139. Піскунов О. Г., Сіренко А. Г. Мови формальних специфікацій і документування методів класу.....	342
140. Погрібняк М. С. Інтеграція соціальних мереж та GPT-4 Vision для автоматизації контенту.....	345
141. Погрібняк М. С. Однопоточність в JavaScript на прикладі Node.JS: асинхронність та Event Loop.....	348
142. Подустов О. С. Можливості Go Concurrency та інструментарій go екосистеми.....	351
143. Позняк М. О., Ліманська Н. В. Роль графічного дизайну для ефективної роботи.....	354
144. Попов І. В. Впровадження мобільного додатка для розвитку електронної комерції в ігровій індустрії.....	356

145. Почтар В. В., Сєдих О. Л., Грама М. П. Розроблення та реалізація гри «Морський бій» із використанням сучасних програмних технологій.....	358
146. Прокопенко О. С., Федорієнко В. А., Лашин Я. О. Методи обробки природної мови при автоматизації процесів моніторингу інформаційного простору.....	360
147. Сиротенко О. Р. Векторні СУБД: проблеми і перспективи.....	362
148. Сірко В. С., Ярох А. А., Костіков М. П. Конвертація словника українських морфем Л. М. Полюги в електронну версію.....	364
149. Скригун В. О. Дослідження екосистем програмного забезпечення для потреб інженерії.....	366
150. Скригун В. О. GraphQL subscriptions для реалізації системи оповіщень у PWA для закладів швидкого харчування.....	368
151. Субботіна О. В. Багатомодельна інформаційна підтримка розв'язання задач управління безпечністю продуктів харчування.....	370
152. Терещенко І. О., Грама М. П., Сєдих О. Л. Розроблення візуальної новели з використанням сучасних інформаційних систем.....	372
153. Тимошенко Н. А., Грама М. П. Використання сучасних алгоритмів обробки даних для ведення електронного каталогу книг української літератури.....	375
154. Тур А. В., Грама М. П. Розроблення веб-орієнтованої системи для підтримки роботи закладу громадського харчування.....	378
155. Харченко Б. А., Грама М. П. Створення програмного забезпечення обліку даних на підприємстві.....	381
156. Чаплінський Ю. П. Онтологокерована підтримка функціонування системи управління безпечністю продуктів харчування на основі системної оптимізації.....	383

157. Шевчук Д. О., Струзік В. А. Застосування LMS для початкової школи, їх аналіз, порівняння, переваги, недоліки.....	386
158. Шкарупа А. В., Литвинов В. А. Щодо інформаційної підтримки управління приватним закладом освіти.....	389
159. Шоботенко О. М. Обмеження доступу до API за допомогою алгоритма Token-Bucket.....	392
160. Шпаченко Д. В, Грибков С. В. Розгляд проблем та обмежень у впровадженні системи Just-in-Time.....	395
161. Ющук І. В., Ющук П. О. Використання комп'ютерних технологій для управління бізнес-процесами....	398
162. Ющук І. В., Ющук П. О. Застосування новітніх інформаційних технологій у цифровому освітньому середовищі.....	400
163. Ющук І. В., Ющук П. О. Стандартизація в області інформаційних технологій.....	402
164. Грама М. П., Гуро Д. А. Виклики етики та конфіденційності даних.....	404
165. Грама М. П., Гуро Д. А. Використання Data Science у сучасному світі.....	406

Наукове видання

**Перша міжнародна
науково-практична конференція**

***Штучний інтелект
та інформаційні технології***

наукові праці

3–4 червня 2024 р.

Відповідальний за випуск — С. В. Грибков

**НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК №1786 від 18.05.2004 р.**