

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE
POZNAŃ UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Факультет автоматизації і комп'ютерних систем

XI Міжнародна науково-технічна
Internet-конференція

**«Сучасні методи, інформаційне,
програмне та технічне забезпечення
систем керування організаційно-
технічними та технологічними
комплексами»**

27 листопада 2024

КИЇВ НУХТ 2024

Матеріали XI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 27 листопада 2024 [Електронний ресурс]. – К: НУХТ, 2024. – 240 с. – Режим доступу: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками: автоматизація процесів керування технологічними процесами та комплексами, інтелектуальні системи керування та аналізу даних, інтегроване автоматизоване керування організаційно-технічними системами, інформаційні системи керування у виробництві та освіті. Видання містить програму і матеріали Міжнародної науково-технічної конференції.

Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно-технічним працівникам, виробничникам, потенційним інвесторам, студентам вищих закладів освіти та всім, хто пов'язаний з харчовою промисловістю та автоматизацією.

Подано в авторській редакції.

Редакційна колегія:

Голова програмного комітету:

С. В. Токарчук, канд. техн. наук, доц., проректор з наукової роботи НУХТ

Голова організаційного комітету:

С. В. Токарчук, канд. техн. наук, доц., проректор з наукової роботи НУХТ

Заступники голови оргкомітету:

Я. В. Смітюх, канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління НУХТ

С. В. Грибков, д-р техн. наук, доц., завідувач кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту та кібербезпеки НУХТ

Секретаріат оргкомітету:

М. С. Романов, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління НУХТ

М. П. Костіков, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту та кібербезпеки НУХТ

М. П. Грама, канд. техн. наук, старший викладач кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту та кібербезпеки НУХТ

ЗМІСТ

<i>Секція 1. Автоматизація процесів керування технологічними процесами та комплексами</i>	<i>4</i>
<i>Секція 2. Інтелектуальні системи керування та аналізу даних.....</i>	<i>39</i>
<i>Секція 3. Інтегроване автоматизоване керування організаційно-технічними системами.....</i>	<i>129</i>
<i>Секція 4. Використання технологій Індустрії 4.0 в системах управління.....</i>	<i>152</i>
<i>Секція 5. Інформаційні системи керування у виробництві та освіті...../.....</i>	<i>185</i>

1 СЕКЦІЯ

***АВТОМАТИЗАЦІЯ
ПРОЦЕСІВ
КЕРУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ ТА
КОМПЛЕКСАМИ***

Контроль рівня газів і якості повітря в системі моніторингу бомбосховищ**Д.А. Аеров, С.В. Палій***КНУ імені Тараса Шевченка*

Із зростанням використання технологій Інтернету речей (IoT) для забезпечення безпеки громадських і приватних приміщень особливо актуальним стає впровадження систем моніторингу стану повітря. В умовах надзвичайних ситуацій, таких як перебування людей у бомбосховищах, необхідно оперативно та точно отримувати інформацію про склад повітря, оскільки виснаження рівня кисню, підвищення рівня вуглекислого газу або поява небезпечних газів, таких як метан і чадний газ, можуть становити значну загрозу для життя.

В роботі розглядаються аспекти розробки системи, що дозволить здійснювати моніторинг концентрації кисню, вуглекислого газу, вологості, температури та наявності шкідливих газів у бомбосховищах у режимі реального часу. Особлива увага приділяється точності роботи датчиків і їхньому розміщенню, що сприятиме швидкому отриманню критичних даних про стан середовища та зменшенню потенційних затримок в обробці даних.

Проблематика вибору та налаштування датчиків для моніторингу якості повітря є надзвичайно важливою для надійної роботи такої системи, оскільки точність та швидкість реакції залежать від параметрів і характеристик сенсорних мереж. Існуючі дослідження показують, що комплексне використання кількох типів датчиків суттєво підвищує ефективність та оперативність реагування в екстрених ситуаціях. Для підвищення автономності системи планується впровадження технологій граничних обчислень, які дозволяють обробляти та зберігати дані безпосередньо у приміщенні, що забезпечує надійність роботи навіть при втраті зв'язку з центральним сервером.

Наукові та інженерні дослідження також спрямовані на зниження енергоспоживання сенсорних мереж, що є критично важливим для автономних рішень, а також на розробку алгоритмів автоматичної оптимізації параметрів з урахуванням умов експлуатації. Це дозволить підвищити точність вимірювань і забезпечити стабільну роботу системи за умов обмеженого живлення та доступу до ресурсів у надзвичайних ситуаціях.

Література

1. V. Barot and V. Kapadia (2020) 'Air Quality Monitoring Systems using IoT: A Review', *IEEE Sensors Journal* [online], с. 226-231. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9200053>.
2. J. Bobulski, S. Szymoniak, K. Pasternak (2024) 'An IoT System for Air Pollution Monitoring with Safe Data Transmission', *MDPI journals* [online], с. 2-13. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/2/445>.
3. S. Messan, A. Shahud, A. Anis, R. Kalam, S. Ali, M Imran Aslam (2022) 'Air-MIT: Air Quality Monitoring Using Internet of Things', *ScienceDirect journal* [online], с. 1-6. URL: <https://www.mdpi.com/2673-4591/20/1/45>.

Автоматизована система керування зарядними станціями для електромобілів**С.М. Балюта, Л.О. Копилова, М.Ю. Жуков,
М.С. Кондрашевський***Національний університет харчових технологій*

Зростання потужності тягових акумуляторів електромобілів та їх кількості в країні обумовлює необхідність розвитку відповідної зарядної інфраструктури. Потужні зарядні інфраструктури для електромобілів без додаткового інтелектуального керування зарядкою висувають великі вимоги до стійкості підключення до мережі: якщо контроль над процесами заряджання не реалізований, сума максимальних потужностей усіх точок підключення транспортних засобів (електромобілів) має бути забезпечена при підключенні до точки мережі. Підвищення надійності та ефективності функціонування зарядної інфраструктури електромобілів може досягатися шляхом використання фотоелектростанцій та накопичувачів енергії. Для забезпечення оптимальних режимів зарядної інфраструктури з ФЕС та накопичувачами енергії (НЕ) використовують інтелектуальні системи керування.

Розроблена дворівнева система керування, що забезпечує оптимальне оперативне управління пулом зарядних станцій з ФЕС і НЕ. Місцеве керування заряджанням динамічно контролює процеси заряджання окремих транспортних засобів. Керування заряджанням на вищому рівні відстежує поточний стан мережі та уникає перевантажень трансформатора, контролюючи буферний накопичувач та вказуючи квоту потужності для локального керування заряджанням.

Основою керування заряджанням нижнього рівня є алгоритм оптимізації. Алгоритм передбачає наступне: як тільки новий транспортний засіб реєструється в зарядній інфраструктурі, формуються графіки заряджання окремих електромобілів на основі кількості енергії, необхідної для заряджання, часу простою та обмежень потужності зарядного пристрою транспортного засобу. Розрахунки проводяться для доданого транспортного засобу, а також усіх вже зареєстрованих транспортних засобів. Клієнт миттєво отримує зворотний зв'язок щодо того, чи можна виконати його запит. Оптимізатор мінімізує функцію витрат, яка лінійно залежить від зарядної потужності транспортного засобу за крок у часі. Для того, щоб розрізнити різні типи споживання електроенергії (наприклад, струм від ФЕС або витрати на закупівлю ЕЕ від мережі, що залежать від потужності), використовуються діапазони потужності, що складаються з максимального значення потужності зарядки окремих ЕМ за часовий крок, яким присвоєно матрицю витрат.

Запропонована система керування зарядними кластерами електромобілів, можливість забезпечити ефективне використання потужності трансформатора і гарантувати пріоритетне навантаження від власних (регенеративних) систем генерації.

Дослідження процесу абсорбції у виробництві азотної кислоти на основі емпіричних даних

Д.С. Гондовський, Л.Д. Ярощук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Виробництво азотної кислоти – один з основних процесів у хімічній промисловості, який потребує точного контролю для забезпечення стабільної якості продукції та оптимізації витрат. Це включає регламентовані технологічні зміни, які обумовлені нормативами для підтримування певних параметрів у середині апарату.

Емпіричне моделювання процесу абсорбції дозволяє прогнозувати зміну вихідних параметрів на основі вхідних, забезпечуючи стабільність процесу та зменшуючи кількість відходів. Це особливо важливо у випадках, коли аналітичні моделі важко застосувати через складність процесу або через велику кількість факторів, що впливають на систему [1].

Метою дослідження є визначення властивостей матеріальних потоків, побудова та аналіз точності регресійних моделей для опису взаємозв'язку між технологічними змінними у процесі абсорбції на основі експериментальних даних.

Для досягнення мети дослідження проведено факторний аналіз основного об'єкта, визначено канал керування процесом, «витрата абсорбенту на вході в абсорбер, X та концентрацію азотної кислоти на виході з адсорбера, Y » і сплановано самі експерименти, що дозволили відобразити основні залежності процесу у спрощеній формі. Це спрощення дає змогу більш наочно представити основні тенденції процесу, спрощуючи інтерпретацію результатів та застосування моделі для практичних розрахунків. Схема абсорбера з позначенням матеріальних потоків і досліджуваних змінних представлена на Рис. 1.

На основі зібраних даних пасивного експерименту було побудовано емпіричну функцію розподілу $F^*(x)$ та гістограму для змінних X та Y , що дозволило виявити загальний розподіл даних, наявність аномалій та можливі відхилення від нормального розподілу.

Виконано розрахунки точкових та інтервальних оцінок для математичних сподівань і дисперсії змінних X та Y з 95% довірчим інтервалом, що дає змогу оцінити стабільність отриманих результатів.

Кореляційний аналіз даних активного експерименту включав вивчення особливостей кореляційного поля для X і Y , а також перевірку гіпотези про суттєвість кореляційного зв'язку, що допомогло визначити суттєвість залежності між ними та обґрунтувати застосування лінійної моделі. Створено альтернативні лінійну та квадратичну регресійні моделі об'єкта керування за вибраним каналом з візуалізацією відповідних функцій на кореляційному полі, що дозволяє оцінити

відповідність моделей експериментальним даним. Адекватність моделей перевірено шляхом порівняння відношення між дисперсією випадкової величини Y та залишковою дисперсією з критичним значенням критерію Фішера. Виконано аналіз залишків лінійної моделі для виявлення можливих систематичних відхилень.

Виконано доцільність спрощення моделі, зокрема використання лінійної моделі. Для цього проведено тест на однорідність залишкових дисперсій обох моделей за критерієм Фішера, який показав відсутність суттєвих переваг складнішої квадратичної моделі над лінійною.

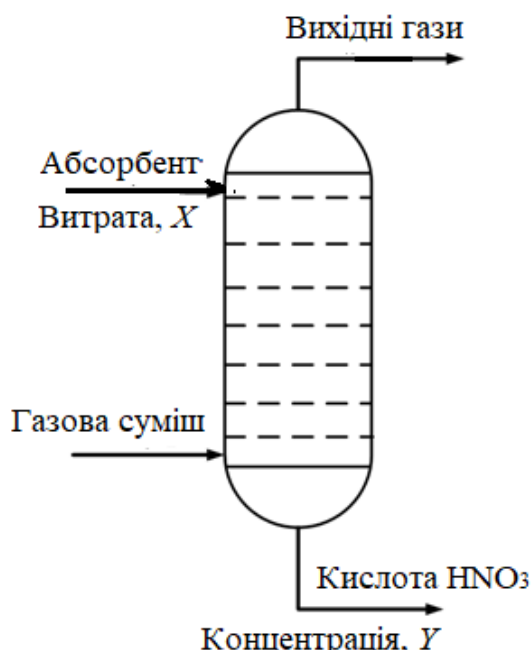


Рис.1. Схема абсорбера з позначенням досліджуваних змінних

Виконані дослідження дозволили ознайомитися зі статистичними властивостями керованої та керувальної змінних системи керування абсорбером. Дослідження підтвердило, що лінійна модель може адекватно відображати поведінку процесу адсорбції у виробництві азотної кислоти за вибраним каналом керування. Цей висновок дозволить спростити алгоритм керування та матиме практичне значення для проектування систем автоматизації. Результати дослідження можуть бути використані для прогнозування параметрів процесу адсорбції в реальному часі та поліпшення ефективності виробництва.

Література

1. Іваненко, І.М., Донцова, Т.А. та Феденко, Ю.М. (2018). Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. (Електронний ресурс) Доступно: <<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4387db1a-cd0a-4e45-b951-bf72e7880806/content>> [Дата звернення 15 Листопад 2024].
2. Жученко, А. І., Ярошук, Л. Д. та Дунаєва, Т. А. (2021). Математичні методи в задачах автоматизації. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. (Електронний ресурс) Доступно: <<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/0cf19009-04aa-490e-a00f-71a0715bf1c0/content>> [Дата звернення 15 Листопад 2024].

Інтелектуальна система керування прогресивної вентиляції цукрового буряка

А.С. Горпинчеко

Національний університет харчових технологій

Частина цукрових буряків вирощується, а потім зберігається в очікуванні доставляння для перероблювання. Під час процесу зберігання цукор втрачається через дихання та розпад, що прискорюється теплом, яке накопичується всередині купи. Вентиляція збільшує відновлення цукру шляхом зменшення дихання та псування.

Примусову вентиляцію через комп'ютеризовані системи керування можна використовувати для зниження та підтримки температури бурякового буряка. Правильна конструкція системи для створення рівномірного розподілу тиску повітря в колекторах створює збалансований потік повітря через вентиляційні шахти. Датчики контролюють температуру та інформують систему керування. Стан системи контролюється за допомогою ПК або портативного пристрою.[1]

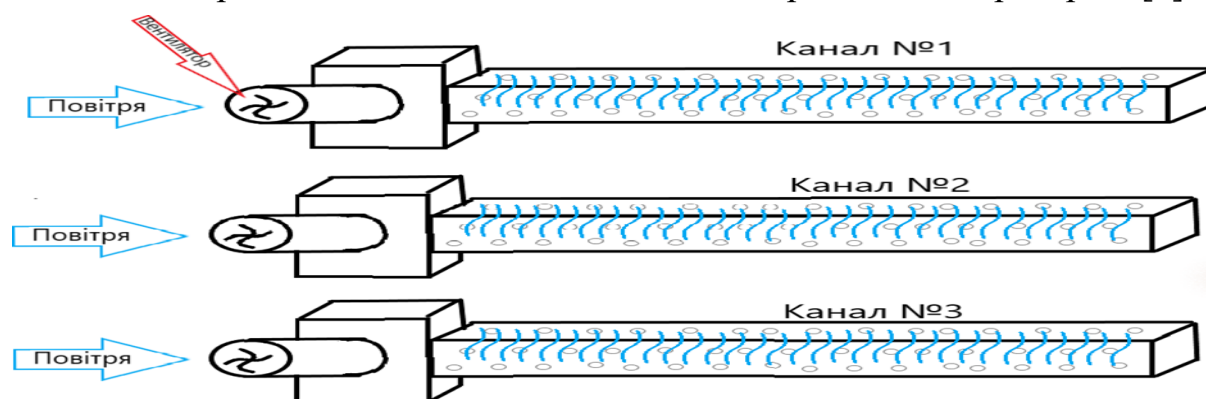


Рис.1. Типова технологічна схема активної вентиляції цукрового буряка

Технологічні параметри зберігання цукрового буряка:

- Оптимальна температура: 1 — 3 °С, у кагатах >0 °С;
- Відносна вологість повітря: 93–95 %;
- Швидкість повітря в каналі: 40 м³/год;
- Розміри кагата: ириина: 8м, висота 2-5м.

Буряк, що надходить на цукровий завод, підійматися за допомогою гідравлічної системи або використання сухої подачі сировини.

Під час проходження цукрового буряка, в жолобі під високим напором води відділяються різноманітні домішки, пісок, каміння, не завжди, але бувають присутні магнітні уловлювачі різних металів над сировиною.

Література

1. Данькевич О.Г. Перспективи бурякоцукрового виробництва в Україні // Збірник наукових праць НУХТ. Економіка. №23, 2007. – Київ: НУХТ, 2007. - 155с. (с.13-16).
2. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець – Тернопіль:, 2016. – 248 с.

Інноваційні підходи до стабілізації коефіцієнту пересичення при утворенні кристалів цукру під час варки утфелю 1-го продукту

Ю.А. Гудзь

Національний університет харчових технологій

Під час варки утфелю першого продукту найважливішим завданням є створення потрібної кількості кристалів цукру, які в подальшому будуть рости в процесі варіння, без утворення додаткових, що можуть негативно вплинути на гранулометричний склад готового продукту. При цьому час варки в апараті має залишатися якомога коротшим, щоб забезпечити необхідну продуктивність виробничої лінії.

На сьогодні в системах автоматизації процесу кристалізації утфелю стабілізація коефіцієнту пересичення після введення затравки у вигляді суспензії (slurry) виконується за допомогою сиропних підкачок, що тягне за собою збільшення об'єму утфелю у вакуум-апараті і, тим самим, збільшення відстані між введеними кристалами цукру. Надмірне збільшення відстані між кристалами при підвищенні коефіцієнту пересичення в міжкристальному розчині також може призвести до утворення додаткових небажаних кристалів.

Щоб кожна варка проходила за однакових умов на момент введення затравки, система автоматизації повинна забезпечувати стабілізацію розрідження в вакуум-апараті і тиск пари в гріючій камері на заданих значеннях. Ця стабілізація відбувається до моменту введення затравки. Наближення до заданих значень проходить протягом 8...12 хвилин. І вже після їх стабілізації та стабілізації коефіцієнту пересичення відбувається введення затравки. Після введення затравки програма продовжує стабілізувати коефіцієнт пересичення, при якому ввели затравку протягом заданого часу (як правило, стабілізація триває до 10 хвилин) і далі переходить на ріст кристалів.

Пропонується вводити затравку у вигляді суспензії (slurry) при досягненні заданого коефіцієнту пересичення. Після цього регулятор розрідження в вакуум-апараті і регулятор подачі пари в гріючу камеру вакуум-апарату переводити на стабілізацію пересичення. При зниженні розрідження температура в вакуум-апараті буде підніматись, тим самим запобігаючи зростанню пересичення (залежність коефіцієнту пересичення від температури обернена). При зменшенні тиску пари в гріючій камері інтенсивність кипіння буде зменшуватись, тим самим буде зменшуватись випаровування і уповільнюватись зростання коефіцієнту пересичення. Зменшення розрідження і зменшення тиску пари відбувається до заданих значень, після досягнення яких регулятори переключаються на їх стабілізацію. За потреби продовження стабілізації коефіцієнта пересичення використовуються сиропні підкачки.

Таким чином, при такому підході скорочується час уварювання до моменту введення затравки, зменшується кількість сиропу, який використовується при стабілізації коефіцієнту пересичення на етапі утворення кристалів, запобігається утворення додаткових «шкідливих» кристалів і скорочується загальний час варки.

Автоматизація системи моніторингу експлуатаційних параметрів сонячних панелей для підвищення ефективності генерації електроенергії
Є.О. Зайцев

Національний транспортний університет, Київ, Україна

А.А. Афанасьєв

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,

О.Л. Сидорчук, І.М. Жукінський

Інститут електродинаміки НАН України, Київ, Україна

Доповідь присвячено розробці автоматизованої системи моніторингу експлуатаційних параметрів сонячних панелей, таких як рівень освітленості, температура, струм, напруга, кут нахилу, забруднення та швидкість вітру. Основний акцент зроблено на автоматизації процесу збору та обробки даних для підвищення ефективності сонячних панелей.

Створення системи моніторингу та керування для усунення будь-яких втрат фотоелектричної енергії, коли несправності знижують ефективність. Цього можна досягти шляхом встановлення системи вимірювання струму та напруги в кожній окремій панелі, при цьому всі панелі надсилають інформацію головному контролеру. Після цього контролер вирішить, чи повинна панель продовжувати роботу або її зупинити шляхом короткого замикання, залежно від її продуктивності. Крім того, систему можна оновити за допомогою алгоритмів управління для підвищення ефективності.

Система забезпечує безперервний моніторинг параметрів у реальному часі, використовуючи інтегровану мережу сенсорів. Це допомагає максимізувати вироблення електроенергії та знижує ризик виникнення несправностей або їх впливу на рівень гарантованої генерації завдяки своєчасному технічному обслуговуванню сонячної електростанції та заміні пошкодженого обладнання. Система спрямована на підвищення ефективності використання наявних відновлюваних джерел енергії, що особливо актуально в умовах критичної ситуації в енергетичному секторі України через пошкодження енергетичної інфраструктури.

Література

1. Abdelmalek F., Afghoul H., Krim F., Zabia D.E., Trabelsi H., Bajaj M., Zaitsev I. Experimental validation of effective zebra optimization algorithm-based MPPT under partial shading conditions in photovoltaic systems. Scientific Reports. Volume 14, article ID 26047, 2024, 21 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77488-2>.

2. Афанасьєв А.А., Зайцев Є.О. Інформаційна система моніторингу рівня балансу споживання проактивних споживачів в smart grid мережах. Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві: зб. тез доповідей і наук. повідомлення учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 29 вересня 2023 р., К.: Київський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2023. – С. 13-18.

Система автоматизованого контролю тиску пресування осердя статора турбогенератора в процесі експлуатації**Є.О. Зайцев***Національний транспортний університет, Київ, Україна***А.С. Левицький, Л.І. Архіпова, Л.В. Балящук***Інститут електродинаміки НАН України, Київ, Україна*

Одним із ключових завдань сьогодення є створення умов для швидкого відновлення працездатності енергомережі в умовах збройної агресії, підвищення надійності енергетичного обладнання та забезпечення здатності зберігати і відновлювати його функції в екстремальних ситуаціях, щоб уникнути негативних соціальних та економічних наслідків. Так на сьогодні все ще значна частка обладнання, яке використовується в електроенергетиці України знаходиться на грані відпрацювання свого ресурсу або містить приховані дефекти, які виникли в результаті збройної агресії або в наслідок швидкого переміщення з одної станції на іншу, або неправильного зберігання. Таке обладнання потребує, як перед його запуском в роботу так і під час роботи потребує використання спеціальних методів та засобів контролю їх технічного стану. Для цього електроенергетиці найбільшого застосування знайшли просторово-розподілених систем контролю.

В доповіді розглядається просторово-розподілена система контролю, яка побудована на основі мережі SMART сенсорів у необхідній кількості від 20 до 30 штук в залежності від модифікації турбогенератора [1]. Кожен SMART сенсорів містить спеціальні вимірювальні перетворювачі, які вимірюють і передають дані про зміну зусиль на відповідні болти або шпильки. Система контролю побудована на основі розподіленої мікроконтролерної архітектури з центральною системою контролю стану стиснення осердя статора, до функцій якої відноситься реагування на сигнали перевищення допустимих рівнів від окремих SMART сенсорів, обробка даних, формування сигналів опитування SMART сенсорів, зберігання отриманих даних та їх аналіз на виявлення негативних трендів, які свідчать про зародження, розвиток або наявність дефектів в осерді статора пов'язаних із його системою стиснення.

Література

1. Левицький А.С., Зайцев Є.О., Кобзар К.О. Вимірювач зусиль в стяжних призмах осердя статора потужного турбогенератора, вбудований в силовий акумулятор стабілізації тиску пресування осердя. Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування, №67(1), 2024. – С. 49–54.
DOI: [https://doi.org/10.20535/1970.67\(1\).2024.306730](https://doi.org/10.20535/1970.67(1).2024.306730).

2. Закусило С.А., Зайцев Є.О. Інформаційно-комунікаційні технології інформаційного обміну в системах контролю енергетичного обладнання на базі технології LoRaWAN. Всеукраїнська наук.-практична конференція «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика», 10-11-2023, м. Полтава. С.62-63.

Автоматизація процесів керування технологічними процесами та комплексами

В.В.Коблай, Л.Д.Ярощук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В умовах цифровізації та автоматизації промислових процесів питання кібербезпеки набуває особливої важливості. Сучасні автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП) на заводах із виробництва хімічної продукції, включно з метанолом, підключені до мереж та використовують різні комунікаційні протоколи для моніторингу і керування виробничими процесами в реальному часі. Це створює ризики кіберзагроз, які можуть призвести до збоїв у роботі обладнання, витоку даних чи навіть аварій.

Метою дослідження є розробка безпечної мережевої архітектури для АСК ТП виробництва метанолу з урахуванням сучасних вимог до кібербезпеки.

Задля досягнення мети використано типову систему контролю та керування для компресора синтез-газу, схема якої зображена на Рис. 1. Лінії більшої товщини позначають технологічний трубопровід із синтез-газом, тонкі натомість показують зв'язки між технічними засобами автоматизації.

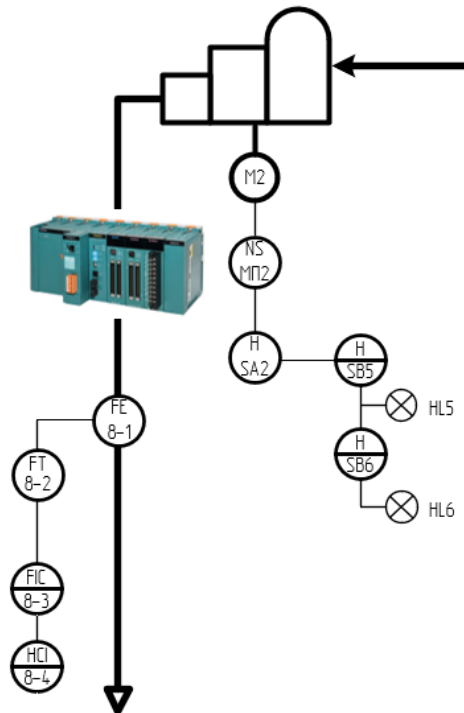


Рис. 1. Система контролю та керування для компресора синтез-газу

Ця система передбачає контроль та регулювання витрати синтез-газу, що надходить до теплообмінника з компресора та складається з камерної діафрагми (8-1); вимірального тензоперетворювача перепаду тиску з блоком добування

квадратного кореня (8-2); мікропроцесорного регулятора (8-3); блоку ручного управління (8-4) та сигнальні електричні лампи.

На основі цієї системи створено базову структуру мережі підприємства, що складається з трьох рівнів: корпоративний (відповідає за керування підприємством), операторський, виробничий (керування технологічним процесом). Загальний опис структури зображений на Рис. 2.

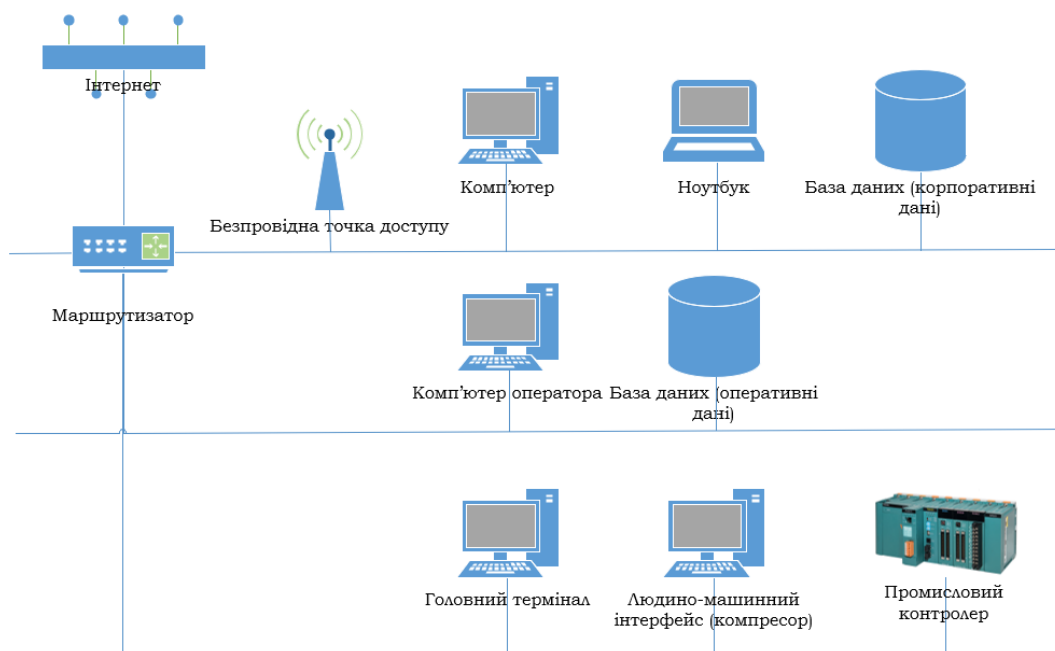


Рис. 2. Структура мережі підприємства

Оскільки технологія виробництва етанолу має складну будову, задля концентрації зусиль на розробці системи кібербезпеки, умовно наведено буде лише частину виробничої мережі, а саме мережу компресора синтез-газу, що є точкою входу в систему синтез-газу.

Мережа складається з трьох рівнів: корпоративного, оперативного і виробничого. Кожен рівень має свою специфічну інфраструктуру та обладнання для забезпечення належної функціональності та безпеки [1].

У результаті дослідження створено архітектуру мережі підприємства, яка відповідає вимогам кібербезпеки для автоматизованого виробництва метанолу. Впровадження багаторівневого підходу дозволяє мінімізувати ризики кібератак завдяки чіткому розподілу функцій між рівнями.

Отримані результати можуть бути використані для модернізації мережевих структур на інших промислових підприємствах із подібними вимогами до технологічних процесів.

Література

1. Грудзинський, Ю. Є., 2024. Базові основи кібербезпеки комп'ютерно-інтегрованих систем : (навчальний посібник). Київ: КПІ ім. І. Сікорського.

Особливості інформаційної технології стратегічного управління проектами**Т.О. Прокопенко, С.С. Кондратьєв***Черкаський державний технологічний університет*

Стратегічне управління проектами на сьогоднішній день реалізується в умовах, пов'язаних з нестабільністю сучасної економіки, політичної обстановки, зовнішньої політики та інших факторів, що оцінюються як умови невизначеності та ризиків. Тому важливим є забезпечення подвійного управління в поточній та стратегічній діяльності з метою мінімізації або уникнення ризиків, що дасть можливість суттєво оптимізувати використання наявних ресурсів. При цьому необхідно розробляти такі моделі та методи, що будуть адаптовані для використання в процесі стратегічного управління проектами в нестабільних умовах та забезпечать можливості для чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації [1]. Нові методи та моделі повинні надати можливості для адаптації стратегій проектної діяльності до стратегій зовнішнього оточення шляхом впливу на зовнішнє оточення та прискорення внутрішньої динаміки, а також пошуків ефективних рішень стратегічних завдань з метою підвищення ефективності проекту.

Стратегічне управління проектами на довгостроковий, середньостроковий і навіть короткостроковий періоди досить важко прогнозувати, враховуючи необхідність постійно адаптувати стратегію, приводячи її у відповідність з актуальними вимогами зовнішнього оточення та поточним станом. В основі інформаційної технології стратегічного управління проектами є комплексне моделювання на статичному та динамічному рівні. Статичне моделювання забезпечить представлення цілей у вигляді дерева з врахуванням відношення ієрархії цілей та є основою для побудови динамічної моделі. Динамічна модель стратегічного управління проектами будується на основі мережі Петрі та забезпечує можливість врахувати керуючі впливи та фактори зовнішнього середовища. Це дозволить представити інформацію в умовах швидко змінюваних обставин та прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей з врахуванням поточного стану проекту та зовнішнього середовища.

Таким чином, постає задача прийняття стратегічних рішень в умовах різко зростаючого фактору невизначеності та ризиків, що мають вирішальний вплив на майбутні результати. Інформаційна технологія стратегічного управління проектом має забезпечити вибір рішення в кожний поточний момент, для того щоб досягнути поставленої мети в майбутньому, виходячи з того, що як оточуюче середовище, так і умови реалізації проекту будуть змінюватися

Література

1. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 224 с.

Програмовані реле - новий виток в локальній автоматизації**В.В. Кузьменко***Відокремлений структурний підрозділ «Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій»***В.І. Заїка***Відокремлений структурний підрозділ «Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій»*

Розвиток систем автоматизації є одним із ключових напрямів сучасної науки, техніки та економіки. Цей процес охоплює безліч галузей, зокрема промисловість, транспорт, енергетику, медицину, сільське господарство та інші. Починаючи з початку 20 століття, коли Генрі Форд вирішив впровадити конвеєрний спосіб роботи на підприємстві, закінчуючи сьогоднішнім. Автоматизація відіграла і сьогодні відіграє вирішальну роль в покращенні умов праці, здешевлення товаро-виробництва, зменшенні часу на виробництво кінцевого продукту [1].

Сучасні тренди в автоматизації мають багато напрямків: індустрія 4.0; Інтернет речей (IoT); Штучний інтелект; Роботизація; Автоматизація бізнес-процесів.

Сьогодні автоматизації представлено не тільки на підприємствах та виробничих ділянках, а ще і в побуті та малих проєктах, де необхідно контролювати один або декілька параметрів за допомогою засобів автоматики.

Традиційно, для проєктування та інтеграції сучасних систем автоматизації використовують програмовані логічні контролери. На місце ПЛК в малих системах автоматизації все частіше застосовують програмові реле. Вони вирізняються не тільки своєю меншою вартістю, в порівнянні з аналогами серед більш потужних ПЛК, а ще й простотою програмування та експлуатації. Проте, перш ніж застосовувати програмове реле, потрібно усвідомлювати, що це за засіб автоматизації.

Програмоване реле — різновид програмованих логічних контролерів (ПЛК). Зазвичай програма створюється мовою релейної логіки (LD) чи FBD за допомогою спеціалізованого програмного середовища розробки, чи використовуючи клавіші на лицьовій панелі ПЛК та стандартні бібліотеки алгоблоків [1]. Отже, це пристрій який повторює роботу ПЛК, але використовується для менших систем автоматизації.

Тепер варто розглянути переваги інтеграції програмованих реле порівняно зі звичайними. Найбільшою перевагою є саме гнучкість і можливість налаштувати програмоване реле під різні задачі. Також до переваг варто віднести компактність, оскільки програмоване реле заміняє безліч різних компонентів, що спрощує монтаж і знижує витрати на обслуговування та значно підвищує надійність впроваджених систем. Оскільки програмовані реле мають значно менше рухомих частин, це збільшує їх довговічність та стабільність роботи. Підтримка підключення до комп'ютерів чи панелей керування дає

можливість контролювати та налаштовувати їх роботу в реальному часі, спрощуючи управління і підвищуючи ефективність виробничих процесів. І самим основним є те що програмовані реле за звичай програмуються на простих мовах програмування. Це дозволяє спеціалістам без ґрунтовних знань в сфері програмування, використовувати їх для розробки малих систем автоматизації [2].

Дуже важливим є сфера застосування програмованих реле. Як було зазначено вище, програмові реле широко використовуються в малих та середніх системах автоматизації технологічних об'єктів. Прикладом успішного застосування можуть бути: автоматизація сільськогосподарських машин (система поливу теплиць, системи вентиляції, автоматизація освітлення та ін.), контрольно-пропускні пункти охорони (шлагбауми, ворота, турнікети), системи освітлення та кондиціонування повітря в птахівництві, системи опалення та водозабезпечення будинків та багато інших сфер застосування [3].

Також зустрічаються малі системи автоматизації на потужних виробництвах. Прикладом впровадження таких систем є оприскувачів на виробництві для знезаражування тіла людини від шкідливих бактерій. Оприскувачі для знезараження тіла людини є спеціалізованими системами, які використовуються для знищення шкідливих бактерій, вірусів або інших патогенів. Їх часто застосовують у медичних закладах, лабораторіях, виробництвах із підвищеними вимогами до стерильності (наприклад, харчова або фармацевтична промисловість). Системи знезараження займають важливе місце у виробничих процесах харчової промисловості та є важливим інструментом для збереження здоров'я в умовах підвищених ризиків. Їхнє впровадження потребує міждисциплінарного підходу, що включає медицину, інженерію та екологію.

Яскравим прикладом впровадження таких систем є підприємство Філія «Птахокомплекс» ТОВ «Вінницька птахофабрика». Програмовані реле застосовуються в системах малої автоматизації. Зокрема, зпроектовано та впроваджено проекти автоматизації бар'єрів знезараження, систем вентиляції побутових приміщень, керування дверима пропускних пунктів та бар'єрів зон доступу.

Програмовані реле займають своє місце в системах автоматизації сучасних підприємств та вдало інтегруються в існуючі системи керування виробництвом на всіх рівнях контролю і управління.

Література

1. Мінаєв І.Г. Вільно програмовані прилади в автоматизованих системах керування / І.Г. Мінаєв, В.В. Самойленко, Д.Г. Ушкур, І.В. Федоренко – АГРУС. 2016.
2. Стайнер, Крістофер. Тотальна автоматизація. Як комп'ютерні алгоритми змінюють світ / пер. Олександр Лотоцький. К.: Наш Формат, 2018. — 280 с.
3. Бурштинський М. В. Програмовані електронні реле керування, навч. посіб. / М.В. Бурштинський, В.І. Крецула, М.В. Хай. — Львів : Львівська політехніка, 2008. — 228с.

Розробка нечіткої системи керування температурою у виробництві дефібрерної деревної маси

Ярощук Л.Д., Літвякова І.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

Технологія дефібрерної деревної маси є важливою виробничою системою у целюлозно-паперовій промисловості, що потребує точної та гнучкої системи керування для забезпечення вимог до якості продукції та зменшення енергетичних витрат. Впровадження нечітких автоматичних систем керування (НчАСК) дозволяє ефективно вирішувати ці проблеми, але їх проектування передбачає певні елементи невизначеності в математичному забезпеченні, що потребує застосування неформальних рішень.

Метою дослідження є формування лінгвістичних змінних (ЛЗ) та правил *fuzzy logic* для математичного забезпечення контролера температури у ванні дефібрера.

Процес дефібрування полягає у подрібненні стовбурів дерев за допомогою спеціального різального (дефібрерного) каменю. Частинки деревини надходять у ванну з водою, температура цієї деревної маси повинна підтримуватись у заданих межах.

Схему керування наведено на Рис.1. Система керування температурою у ванні дефібрера може складатися з двох пристроїв вимірювання температури (поз. 1А), пристрою усереднення вхідних сигналів (поз. 1Б), регулятора (поз.1Г) та виконавчого механізму з регулювальним органом (поз. 1Д), який встановлено на потоці впорскувальної води [1]. Авторами запропоновано корегувати завдання контролеру (поз. 1Г) за результатами вимірювання концентрації деревної маси на виході ванни дефібрера пристроєм (поз.1В).

Лінгвістичні змінні назвемо *Концентрація маси, С* та *Температура води, T_w* . Опишемо ці змінні наступним чином:

низька

Лінгвістична змінна C : *< Концентрація маси; нормальна; $C_{\min} < C \leq C_{\max}$ >*

висока

мала

Лінгвістична змінна T_w : *<Температура води; нормальна; $T_{w, \min} < T_w \leq T_{w, \max}$ >*

велика

Назви перших і третіх нечітких змінних в описах лінгвістичних змінних вибрані різними для уникнення помилок.

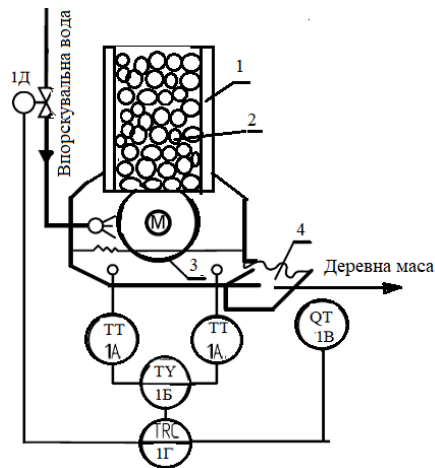


Рис. 1. Схема системи автоматичного регулювання півсум температур деревної маси у ванні ланцюгового дефібрера

1 – пристрої для пересування деревини; 2 – деревина; 3 – дефібрерний камінь; 4 – ванна дефібрера

При виборі функцій належності, які описують нечіткі змінні обох лінгвістичних змінних, автори керувалися принципом «від простого до складного» і почали з кусково-лінійних залежностей. На Рис. 2 наведено приклади функцій належності для нечітких змінних ЛЗ *Концентрація маси* ($\mu_{Low}(C)$, $\mu_{Normal}(C)$, $\mu_{High}(C)$ відповідно до наведеного вище порядку опису цієї змінної).

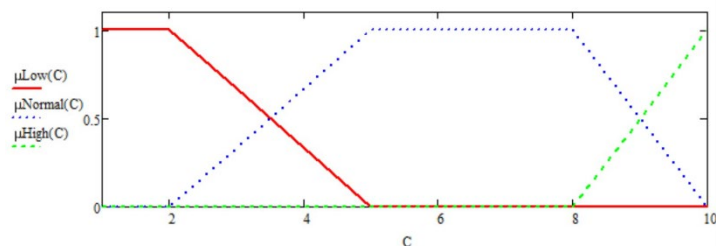


Рис. 2. Початковий вид функцій належності нечітких змінних ЛЗ *Концентрація маси*

Сформульовані нечіткі правила показали, як потрібно корегувати температуру води у ванній дефібрера в залежності від концентрації маси.

Застосування нечітких множин та *fuzzy logic* передбачає використання досвіду оперативного персоналу, що відіграє особливу роль при нестабільній за властивостями сировині, якою виступає деревина. Таке джерело нестаціонарності процесу потребуватиме в подальшому створення алгоритму адаптації математичного забезпечення нечіткого контролера.

Література

1. Жученко, А., Піргач, М. та Жураковський, Я., 2018. Автоматизація виробничих процесів целюлозно-паперового виробництва: Схеми автоматизації [Електронний ресурс]. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського

Експериментальна установка для дослідження систем автоматичного керування сушінням харчових продуктів

В.С. Мельник, Я.В. Смітюх

Національний університет харчових технологій

Сушіння харчових продуктів є одним із найдавніших і найпоширеніших способів збереження харчових продуктів. В наш час цей спосіб стає все популярнішим через бажання зберегти не тільки поживні якості продуктів харчування, але й більшість їх корисних компонентів, які можуть руйнуватися або втрачатися при інших способах зберігання чи попередньої обробки. Також сушіння в більшій мірі зберігає органолептичні характеристики продуктів (колір, смак, запах, консистенцію, зовнішній вигляд), тому деякі сушені продукти стали популярними як вже готова до вживання продукція.

В сучасних конкурентних умовах промислових виробництв важливими є досягнення найвищої ефективності при забезпеченні високої якості продукції, що не можливо без використання автоматичних систем керування. Технологічний процес сушіння харчових продуктів має досить багато особливостей як об'єкт автоматизації [1]. Це визначає необхідність розробки систем автоматизації із застосуванням сучасних, інтелектуальних методів керування, проведення їх теоретичних і експериментальних досліджень.

Для проведення експериментальних досліджень систем автоматичного керування процесами конвективного сушіння харчових продуктів поставлена задача побудови експериментальної установки, яка б дозволила здійснювати дослідження систем із різними принципами і методами керування, із можливістю вибору необхідної кількості контрольованих параметрів.

Побудована експериментальна установка (рис.1) має наступні експлуатаційні характеристики:

- розміри камери сушіння 400x330x300мм;
- максимальна температура в камері обмежена термостатом – 70 °С;
- кількість сітчастих полиць завантаження розміром 330x300мм – 8 шт;
- максимальна вага завантаження – 9 кг;

Установка дозволяє контролювати такі параметри:

- вага всієї сушки (платформа на трьох тензодатчиках по 5 кг, модуль тензоперетворення Yaskawa 031-1CA20, 16/24 біт, $\pm 0,1\%$);
- температура в камері сушіння (Pt100, Yaskawa 031-1BD80, 16 біт, $\pm 0,2\%$);
- вологість в камері сушіння (DHT22, $\pm 2\%RH$);
- температура в середині продуктів (Pt100, Yaskawa 031-1BD80, 16 біт, $\pm 0,2\%$);
- температура поверхні продуктів (MLX90614, $\pm 0,5$ °С);
- колір і інтенсивність відбиття світла від поверхні продуктів (TCS34725, RGBC, 16 біт);
- “електронний ніс” на 8 датчиків концентрації газу типу MQ компанії Winsen (8-канальний 16-бітний АЦП AD7606);
- витрата електроенергії (Siemens 7KT1652, інтерфейс RS-485).

- Установка дозволяє здійснювати такі керуючі впливи на процес сушіння:
- зміна потужності нагрівача (700 Вт) в діапазоні 0-100%;
 - зміна швидкості обертання двигуна вентилятора обдуву (30 Вт) в діапазоні 30-100%;
 - зміна швидкості обертання двигуна витяжного вентилятора (10 Вт) в діапазоні 40-100%;
 - передбачена можливість встановлення додаткових інфрачервоних нагрівачів в камеру сушки із керуванням їх потужністю.

Для забезпечення універсальності в якості керуючого пристрою обраний одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 5. Програмне задання алгоритмів керування установкою може здійснюватися на мовах які зручні для користувача (C++, Python, ін.), також на одному із ядер комп'ютера працює виконавче середовище Codesys. На комп'ютері працює SQL-база даних MariaDB, Apache Http-сервер, середовище Node-RED. Для забезпечення вводу/виводу до комп'ютера підключена станція компанії Yaskawa із модулями дискретного та аналогового вводу/виводу. Людино-машинний інтерфейс організовано на сенсорній панелі оператора Weintek cMT2078x.



Рис. 1. Зовнішній вигляд експериментальної установки

Побудована експериментальна установка дозволяє здійснювати дослідження роботи систем автоматичного керування процесом сушіння харчових продуктів із вільним застосуванням різноманітних методів і способів керування, які задаються програмним способом.

Література

1. Мельник В.С., Смітюх Я.В. «Особливості та задачі автоматизації процесу сушіння м'ясних продуктів» // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології - 2024», 16 травня 2024. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, с. 77-78.

Структура системи керування жомосушильним комплексом з підсистемою підтримки прийняття рішень та використання методів ситуаційної обізнаності

Національний університет харчових технологій

О.М. Міркевич, О.М. Пупена

Жомосушильний комплекс (ЖК) має важливе значення для цукрових підприємств, оскільки він забезпечує стабільність, екологічність та підвищує економічні показники діяльності цукрового підприємства. [1] Сушіння жому досить складний технологічний процес, оскільки під час нього відбувається низка фізичних та теплових процесів, які сприяють зниженню вологості до оптимального рівня. Він вимагає ретельного контролю всіх процесів які відбуваються на ЖК для забезпечення ефективності процесу та якості кінцевого продукту. Сучасні системи АСУТП допомагають забезпечити оптимальні умови для кожного етапу сушіння та підвищення енергоефективності ЖК.

Досить часто для ефективного керування ЖК не достатньо використовувати класичну систему АСУТП, а виникає необхідність доповнювати її інтелектуальними підсистемами для підвищення ефективності їх роботи. В системі керування значну роль відіграє оператор, який може прийняти необхідні рішення за наявності підготовленої інформації та рекомендацій. У цьому може допомогти використання в системі керування підсистеми підтримки прийняття рішень (ПППР), яка використовуватиме необроблені дані, особисті знання та/або моделі, щоб допомогти користувачам приймати рішення в нештатних ситуаціях.

На Рис. 1 показано структуру системи керування з ПППР. Система керування складається з таких основних елементів:

- Моніторинг стану технологічного процесу: виконує збір інформації з всіх датчиків та виконує контроль параметрів на всіх етапах сушіння;
- Аналіз та обробка даних: обробка інформації для визначення відхилень в ході технологічного процесу;
- Моделювання і прогнозування поведінки системи: використання алгоритмів для визначення оптимальних режимів роботи системи;
- Генерування можливих рішень: дозволяє автоматично або напівавтоматично приймати рішення щодо забезпечення оптимальної роботи комплексу а також використання методів штучного інтелекту для визначення найкращих дій в різних ситуаціях.

Як один з методів побудови ПППР пропонується використання методів ситуаційної обізнаності (Situational Awareness, СО). [2] Дані методи та принципи є важливою складовою систем керування, особливо ЖК, де стабільність роботи має вирішальне значення. СО в таких системах передбачає здатність системи до сприйняття інформації, її аналізу та передбачення можливих варіантів проходження всіх технологічних процесів в комплексі для ефективного керування в режимі реального часу. В цілому методи ситуаційної обізнаності можна розділити на 2 напрямки:

- Побудова людино-машинного інтерфейсу відповідно до принципів сучасних стандартів ергономіки та організації систем візуалізації: відповідно до стандарту ISA101 та рекомендації в серії документів High Performance HMI;
- Побудова інтелектуальної системи яка використовуватиме дані моніторингу стану технологічного процесу, необроблені дані, особисті знання та/або моделі, щоб допомогти операторам забезпечити оптимальне керування або приймати рішення в нештатних ситуаціях.

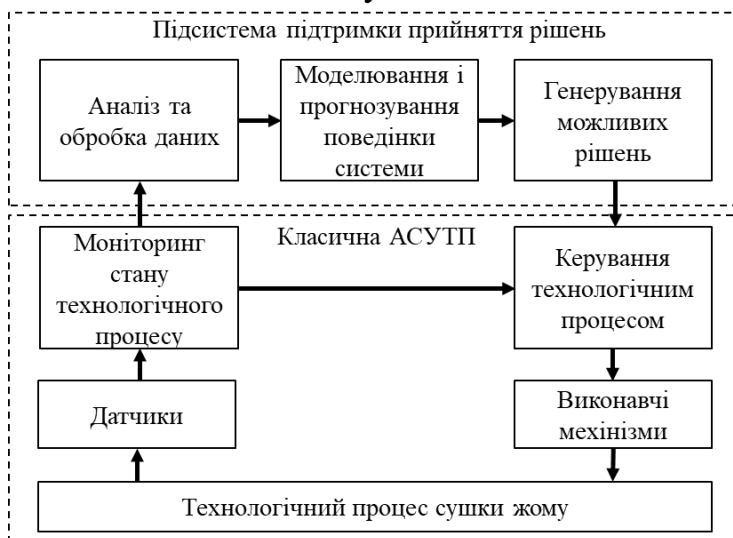


Рис 1. Структура система керування жомосушильним комплексом з ПППР.

Напрямок побудови ЛМІ забезпечує оперативне реагування на зміни в системі керування, тобто дані підходи дозволяють оператору вчасно виявити і реагувати на зміни в технологічному процесі.

ПППР на основі ситуаційної обізнаності може пропонувати оптимальні рішення оператору або ж самостійно налаштовувати режими роботи ЖК для оптимізації процесу сушіння та підвищення техніко-економічних показників. Завдяки можливості прогнозування та попередження відхилень в роботі система допомагає підтримувати стабільність технологічного процесу.

Використання методів ситуаційної обізнаності підвищує ефективність ПППР, і системи керування. ПППР на основі отриманої інформації про стан роботи ЖК в режимі реального часу може швидко обрати найбільш ефективний сценарій керування технологічним процесом. Це корисно коли ситуація в ЖК швидко та динамічно змінюється і потрібне оперативне втручання в технологічний процес. Інтеграція ситуаційної обізнаності в систему керування ЖК дозволяє досягти значних переваг в автоматизації, надійності та продуктивності процесу сушіння жому.

Література

1. Г.В. Григорчук. Оціночні характеристики процесу осушування, 2021 [online] Доступно: <https://mpky.nung.edu.ua/index.php/mpky/article/download/552/552/2256>.
2. Susan Stevens-Adams. Situation Awareness and Automation in the Electric Grid Control Room, 2015. Procedia Manufacturing [online] Доступно: https://www.researchgate.net/publication/283960082_Situation_Awareness_and_Automation_in_the_Electric_Grid_Control_Room.

Автоматизовані системи управління для адитивного виробництва*Національний університет**"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка", Полтава, Україна***М. М. Плужник, Б.Р. Боряк**

Сучасне адитивне виробництво (АМ) пропонує нові можливості для створення складних тривимірних об'єктів з високою точністю та економічністю ресурсів. Однак для підтримки стабільної якості продукції та зменшення кількості дефектів під час друку потрібна автоматизація процесів управління та моніторингу. Це особливо важливо, враховуючи термічні деформації, що виробляються при адитивному виробництві, а також специфіку різних матеріалів, що використовують у процесі. Автоматизована система управління (АСУ), що інтегрує моніторинг і управління параметрами друку, здатна значно підвищити ефективність технологічного процесу та мінімізувати ризики дефектів.

Актуальним завданням є створення АСУ для оптимізації процесів адитивного виробництва, яка забезпечує високу точність і стабільність, оптимізуючи використання матеріалів та знижуючи рівень браку.

АСУ для адитивного виробництва реалізовано з використанням методів тепломасообміну, аналізу даних від сенсорів, а також алгоритмів машинного навчання, які сприяють гнучкій адаптації параметрів друку під змінні умови. Адаптивний підхід до управління включає регулювання потужності лазера, швидкості подачі матеріалу та температури робочого середовища. Важливою складовою є використання методу динамічно змінних параметрів, який дозволяє передбачити теплові деформації та можливість структурних дефектів виробів. Це забезпечує своєчасне коригування параметрів для збереження геометричної точності, запобігаючи підвищеним внутрішнім напруженням та ризикам структурної нестабільності [1].

Автоматизована система управління забезпечує високий рівень контролю над ключовими параметрами друку, такими як: температура, швидкість і тиск, що покращує стабільність розмірів і якість виробів. Випробування АСУ на промислових установках адитивного виробництва підтвердили зниження рівня браку на 15%, що також супроводжує скорочення витрат матеріалів та енергії на 10%, замість традиційних підходів. Інтеграція адаптивних методів дозволяє зменшити коливання температури та забезпечити точний контроль над геометрією виробу, що значно підвищує надійність виробничого процесу та універсальність системи для роботи з різними матеріалами та параметрами [2, 3].

Застосування АСУ для адитивного виробництва забезпечує необхідний

рівень автоматизації, що дозволяє послабити залежність від людського фактору та підвищити точність виробничих процесів. Ця система особливо ефективна для складних об'єктів, виготовлених методом пошарового накладання матеріалів, де стабільність є критичною для досягнення кінцевої характеристики виробів. Впровадження подібних рішень у галузях, де застосовуються адитивні технології, знижує витрати матеріалів та енергії, підвищуючи конкурентоспроможність і розширюючи можливості використання адитивного виробництва [4].

Автоматизована система управління адитивним виробництвом забезпечує забезпечення високої точності процесів і стабільності якості готової продукції. Використання сучасних методів моделювання та прогнозування дозволяє гнучко адаптувати параметри друку до змінених умов виробництва, що мінімізує ризик браку та втрати ресурсів. Це рішення є перспективним для промислового використання, особливо в галузях, де якість, надійність та економічна ефективність виробництва є оптимальною [5].

Література

1. Дослідження процесів тепломасообміну в адитивному виробництві // Журнал матеріалознавства. – 2023 рік.
2. Використання скінченних елементів для моделювання адитивного друку // Збірник наукових праць з виробничих технологій. – 2022 рік.
3. Автоматизація процесів контролю якості в промисловому виробництві // Журнал промислової автоматизації. – 2021 рік.
4. Параметричне управління та оптимізація процесів адитивного виробництва // Збірник статей з матеріалознавства і технологій. – 2020 рік.
5. Виклики та перспективи автоматизації адитивного виробництва // Інноваційні технології у виробництві, – 2023.

Синтез регулятора системи керування трубчастого холодильника у виробництві термічної фосфорної кислоти

Т.В. Савченко, Л.Д. Ярощук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У процесі виробництва термічної фосфорної кислоти важливо підтримувати стабільний тепловий режим, особливо в апаратах, таких як трубчастий холодильник. Правильне налаштування системи керування дозволяє запобігти перегріву або надмірному охолодженню, що впливає на якість продукції та безпеку виробництва. Вибір і налаштування методів керування є ключовими для забезпечення стабільної роботи комп'ютерно-інтегрованої системи.

Метою дослідження є аналіз процесу охолодження термічної фосфорної кислоти як об'єкта керування та визначення оптимальних параметрів регулятора для налаштування системи керування температурою цієї кислоти на виході з холодильника.

У дослідженні за регульовану змінну вибрано температуру охолодженої фосфорної кислоти, $\theta_{\text{фвих}}$. Керувальний вплив здійснюється витратою води, $G_{\text{в}}$. Основними збуреннями є температура $\theta_{\text{фвх}}$ та витрата фосфорної кислоти на вході в апарат, $G_{\text{ф}}$. Змінні, позначені $\theta_{\text{ввх}}$ та $\theta_{\text{ввих}}$ – це температура води на вході та виході з холодильника, відповідно.

Рівняння динаміки за каналом керування «Витрата холодної води - температура охолодженої фосфорної кислоти» (2) має вигляд:

$$\begin{aligned} G_{\text{ф}} \times C_{\text{ф}} \times \theta_{\text{фвих}}(p) - G_{\text{в}}(p) \times C_{\text{в}} \times (\theta_{\text{ввих}} - \theta_{\text{ввх}}) = \\ = C_{\text{ф}} \times V \times \rho \times (p\Delta\theta_{\text{фвих}}(p) - \Delta\theta_{\text{фвих}}(0)) \end{aligned} \quad (2)$$

Передатну функцію для досліджуваного каналу наведемо у (3):

$$W_{G_{\text{в}}-\theta_{\text{фвих}}}(p) = \frac{k \cdot e^{-6,71\omega}}{(T p + 1)}. \quad (3)$$

На Рис. 1 зображено імітаційну модель системи керування у середовищі *Simulink Matlab*.

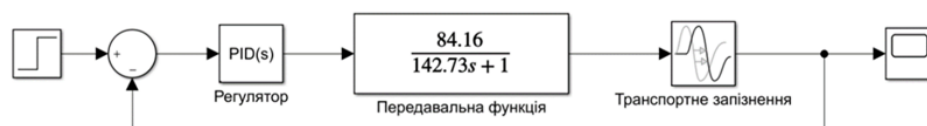


Рис. 1. Імітаційна модель системи керування

Для виконання поставленого завдання проаналізовано методи налаштування П-, ПІ-, ПІД-регуляторів.

За допомогою вбудованого середовища *Simulink SISOTool*, отримано графіки перехідних характеристик замкнених систем керування при різноманітних критеріях оптимальності для кожного закону керування (Рис.2).

Система *Simulink SISOTool* автоматично допомагає обрати найбільш оптимальні значення коефіцієнтів певного типу регулятора.

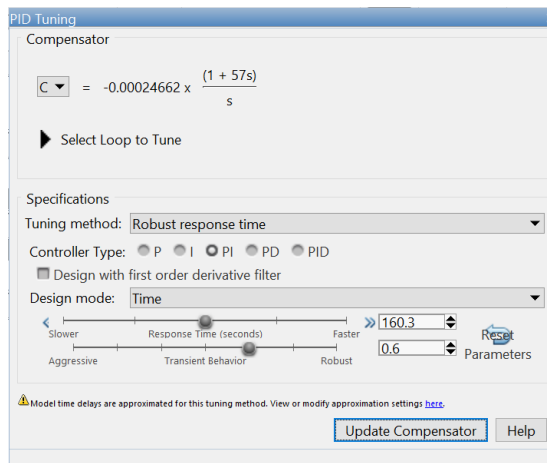


Рис.2. Параметри налаштування ПІ-регулятора

На Рис.3 зображено перехідні характеристики замкнених систем керування температурою охолодженої фосфорної кислоти з ПІ- та ПІД-регуляторами на одному зображенні.

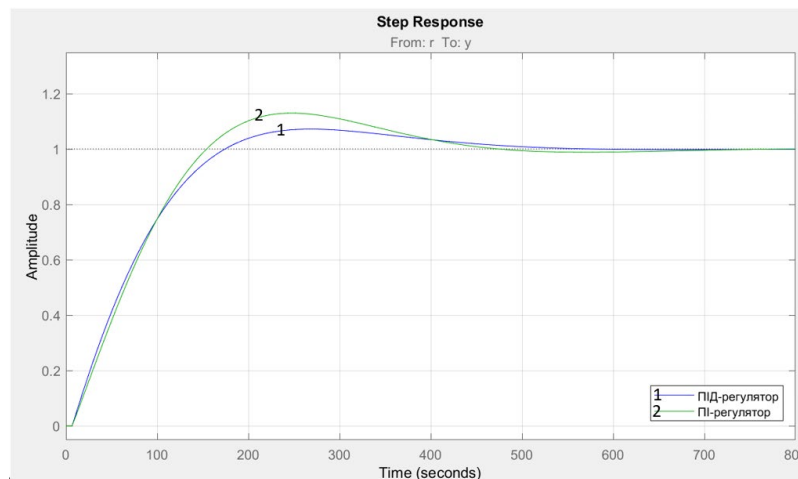


Рис. 3. Перехідні характеристики замкнених систем керування з альтернативними ПІ- та ПІД- регуляторами

На основі аналізу наведених вище перехідних характеристик визнано доцільним застосовувати ПІ-регулятор у системі керування температурою фосфорної кислоти. Такий висновок впливає з того, що тривалість перехідних процесів для обох законів керування практично однакова, а різницю у перерегулюванні для такого об'єкту як холодильник можна вважати несуттєвою. Такий висновок підсилюється й наступним аргументом – первинне налаштування параметрів регуляторів та адаптування цих параметрів в умовах виробництва для ПІ-регулятора буде виконати простіше.

Моделювання статичного режиму роботи котла утилізатора

О.В. Ситніков, А.М. Юхимович

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Котел-утилізатор є важливим елементом схеми виробництва сірчаної кислоти із сірководню, так як він відіграє ключову роль у температурних режимах схеми [1, 2].

Необхідно оптимізувати процес нагрівання діоксиду вуглецю для дотримання правильного температурного режиму на виході з котла-утилізатора, та для проведення безпечної та ефективної хімічної реакції в подальших апаратах схеми шляхом створення математичної моделі апарату та побудови статичної характеристики за каналом керування.

Розроблено та досліджено структурно-параметричну схему котла-утилізатора [2].

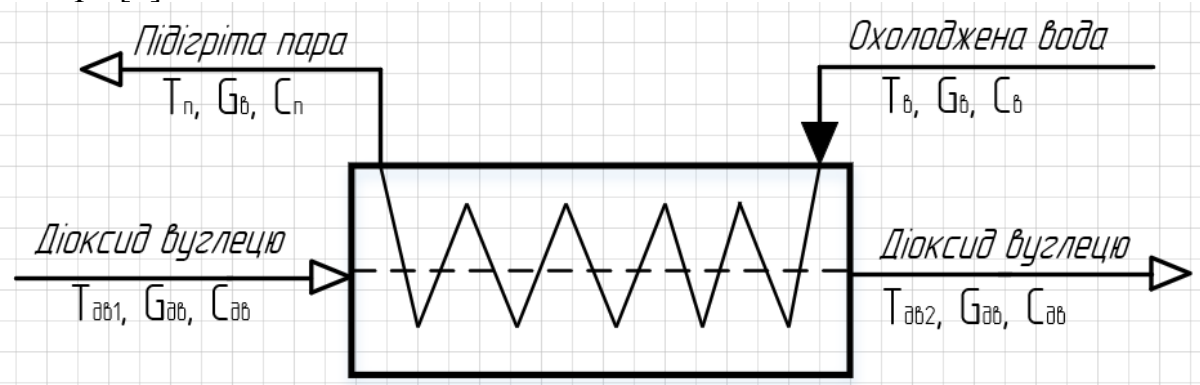


Рис. 1 Схематичне зображення котла-утилізатора

$T_{дв1}$ - температура діоксиду вуглецю на вході в апарат, $T_{дв2}$ - температура діоксиду вуглецю на виході з апарату, $T_{в}$ - температура води на вході в апарат, $T_{п}$ - температура пари на виході з апарату, $G_{дв}$ - витрата діоксиду вуглецю, $G_{в}$ - витрата води(водяної пари), $C_{дв}$ - питома теплоємність діоксиду вуглецю, $C_{в}$ - питома теплоємність води, $C_{п}$ - питома теплоємність водяної пари

Складемо тепловий баланс для котла-утилізатора [3].

$$T_{дв1} * G_{дв} * C_{дв} + T_{в} * G_{в} * C_{в} = T_{дв2} * G_{дв} * C_{дв} + T_{п} * G_{п} * C_{п}$$

Виведемо рівняння статички для каналу «витрата води» - «температура діоксиду вуглецю на виході», являє собою основний канал керування

$$T_{дв2} = T_{дв1} + \frac{G_{в} * (T_{в} * C_{в} - T_{п} * C_{п})}{G_{дв} * C_{дв}}$$

На основі даних нам значень розрахуємо коефіцієнти передатних функцій, що у свою чергу будуть використані при синтезі системи керування процесом

виробництва сірчаної кислоти

$$T_{\text{дв2}} = 1273.15 + \frac{G_{\text{в}} * (283.15 * 4.183 - 673.15 * 2,2)}{1000 * 0.00163}$$

Побудуємо відповідну статичну характеристику для $T_{\text{дв2}} = f(G_{\text{в}})$

$$T_{\text{дв2}} = 1273.15 + \frac{G_{\text{в}} * (-296.5)}{1.63}$$

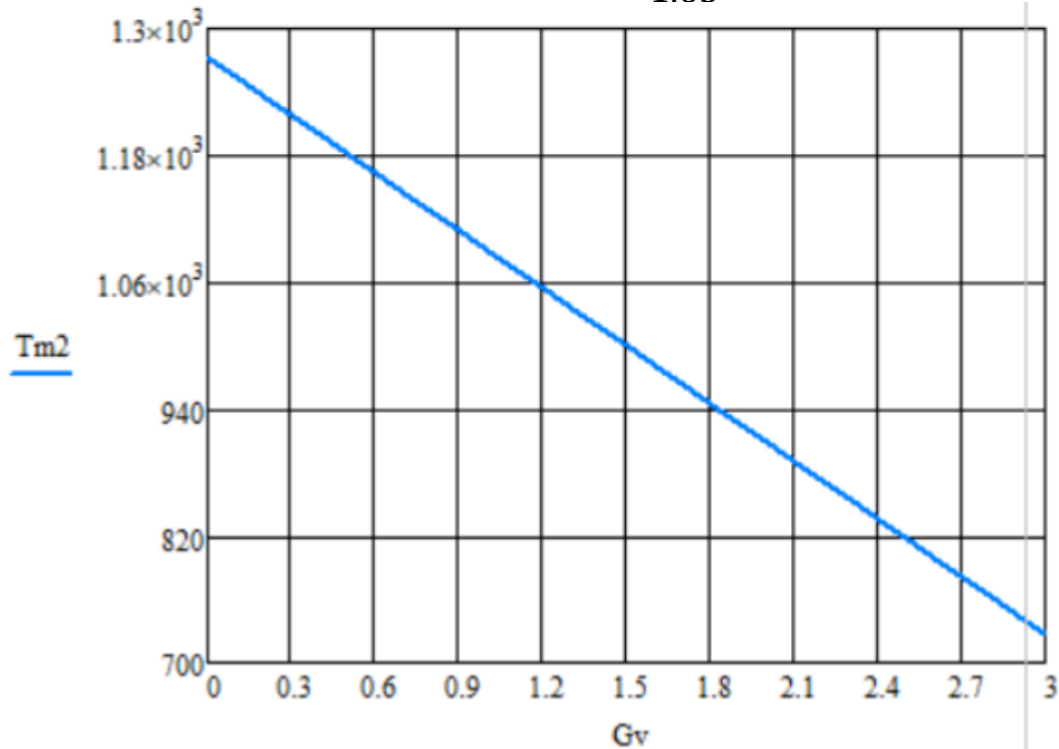


Рис.2 Статична характеристика за каналом «керування»-«вихід»

Розроблена математична модель забезпечує контроль та оптимізацію процесу нагрівання діоксиду вуглецю в котлі-утилізаторі. Завдяки розрахункам вирішено задачу побудови статичної характеристики за каналом керування, як необхідної складової досліджень

Література

1. Лукінюк М.В., 2012. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія», НТУУ «КПІ», – 336 с.
2. Ларичева Л.П. Контроль та автоматизація хімічних процесів та виробництв [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Хімічна технологія», 2016. – 172 с.
3. Кубрак А.І., Жученко А.І., Кваско М.З., 2004. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем. Київ: ІВЦ — Видавництво «Політехніка», с.424.

Моніторинг процесу сушіння солоду за допомогою сенсорів типу "електронний ніс"

М.С. Романов

Національний університет харчових технологій

Процес сушіння солоду є критичною стадією в пивоварінні, яка формує смакові, ароматичні та технологічні характеристики кінцевого продукту. Основна мета – знизити вологість зерна з 43–45% до 3–3,5%, зберігаючи ферментативну активність. Деякі параметри, важливі для якості солоду, не можуть бути повністю відслідковані у режимі реального часу під час сушіння і потребують лабораторного аналізу після завершення процесу.

Такий параметр як вміст летких органічних сполук(ЛОС) визначається вмістом ароматичних речовин, які впливають на запах і смак та, на даний час, може бути проаналізований методами газової хроматографії. Слід зазначити, що на цей параметр опосередковано впливають також такі важливі показники як ферментативна активність солоду, вміст екстрактивних речовин, залишкова вологість усередині зерна та мікробіологічна чистота.

Моніторинг вмісту ЛОС під час сушіння в реальному часі забезпечує контроль якості продукту та зменшує ризик дефектів. Одним із перспективних інструментів для цього є сенсори типу "електронний ніс". Такі сенсори здатні проводити аналіз у реальному часі, відстежуючи леткі органічні сполуки, які утворюються під час сушіння. Це дозволяє точно визначати стадії процесу та оптимізувати режими температури й вологості для досягнення бажаних характеристик солоду.

Серед основних переваг використання електронного носа можна зазначити :

- аналіз ЛОС в режимі реального часу, що дозволить ідентифікувати ключові етапи сушіння. Аналіз патернів вмісту ЛОС дозволяє встановити точки контролю завершення кожної стадії сушіння;
- виявлення відхилень в процесі. Аномалії в ароматичних профілях можуть сигналізувати про перегрівання або недостатню сушку;
- можливість інтеграції з автоматизованими системами керування. У поєднанні з алгоритмами машинного навчання, "електронний ніс" дозволяє створювати адаптивні моделі управління сушарками;
- відсутність необхідності безпосереднього контакту з матеріалом, що забезпечує більш гігієнічний підхід до моніторингу.

Основною перешкодою на шляху до інтеграції електронного носа у процес сушіння є необхідність його калібрування для специфічних сполук, що виділяються під час кожної стадії, що може бути вирішено використанням масиву датчиків налаштованих на різні сполуки. Водночас, його використання може знизити потребу у ручному відборі зразків, зменшити витрати на лабораторні дослідження і збільшити ефективність процесу контролю якості.

Створення структурно-параметричної схеми вологовипарника

О.В. Ситніков, В.В. Юденко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Процес виробництва технічного вуглецю шляхом термічного розкладання вуглеводнів в умовах неповного турбулентного горіння є важливим для промисловості. Він дозволяє отримувати матеріал, який широко використовується у виготовленні шин і технічних гумових виробів [1, 2].

Необхідно створити структурно-параметричну схему вологовипарнику, що призначений для процесу зневоднення сировини.

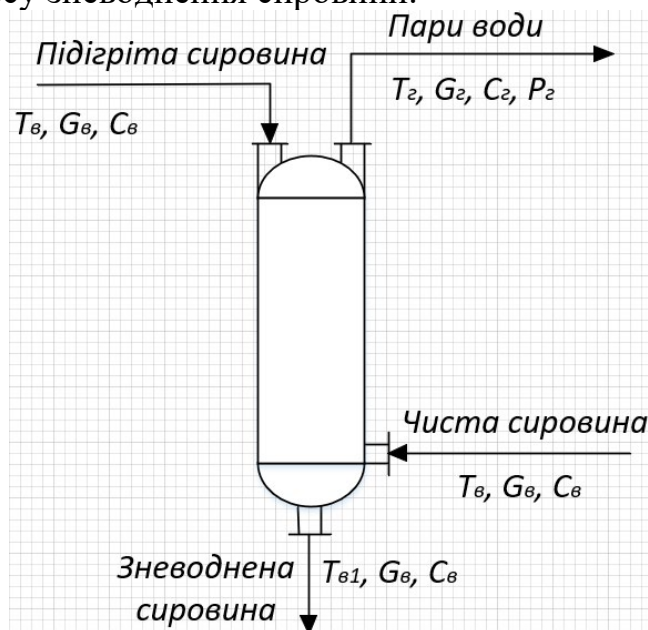


Рис. 1 Структурно-параметрична схема вологовипарнику.

Основними параметрами, що представлені на структурно-параметричній схемі є температура сировини на вході та виході (T_v і T_{v1}), витрата сировини (G_v) і пари (G_2), питома теплоємність сировини (C_v) та пари (C_2), а також густина пари (P_2) [1, 2].

В результаті досліджень розроблена структурно-параметрична схема вологовипарнику, що в подальшому буде використана при розробці математичної моделі об'єкту керування

Література

1. Лукінюк М.В., 2012. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія», НТУУ «КПІ». – 336 с.

2. Ларичева Л.П. Контроль та автоматизація хімічних процесів та виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Хімічна технологія», 2016. – 172 с.

Узгодження інформаційного забезпечення моделей в адаптивних системах керування адсорбційним очищенням олив і мастил

Є.О. Тюріна, Л.Д. Ярошук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Адсорбційне очищення олив і мастил базується на процесах фізичної адсорбції з вилученням різних забруднювальних компонентів адсорбентами з відповідними властивостями [1]. Керування такими процесами ускладнено через їх багатоконпонентність та нестационарність з боку сировини, адсорбенту й самого адсорбера. Аналіз джерел нестационарностей показав, що відносні зміни властивостей адсорбента й адсорбера незначні у порівнянні зі змінами в забруднених оливах або мастилах [2]. Для керування процесами очищення необхідно створення таких математичних моделей процесу, які можна буде адаптувати в реальних умовах функціонування виробництва.

Метою дослідження є визначення особливостей адаптації моделей для систем керування процесами адсорбційного очищення олив і мастил.

Розглянемо на Рис. 1 схему адаптації моделі процесів очищення за каналом «витрата адсорбенту → тиск в адсорбері».

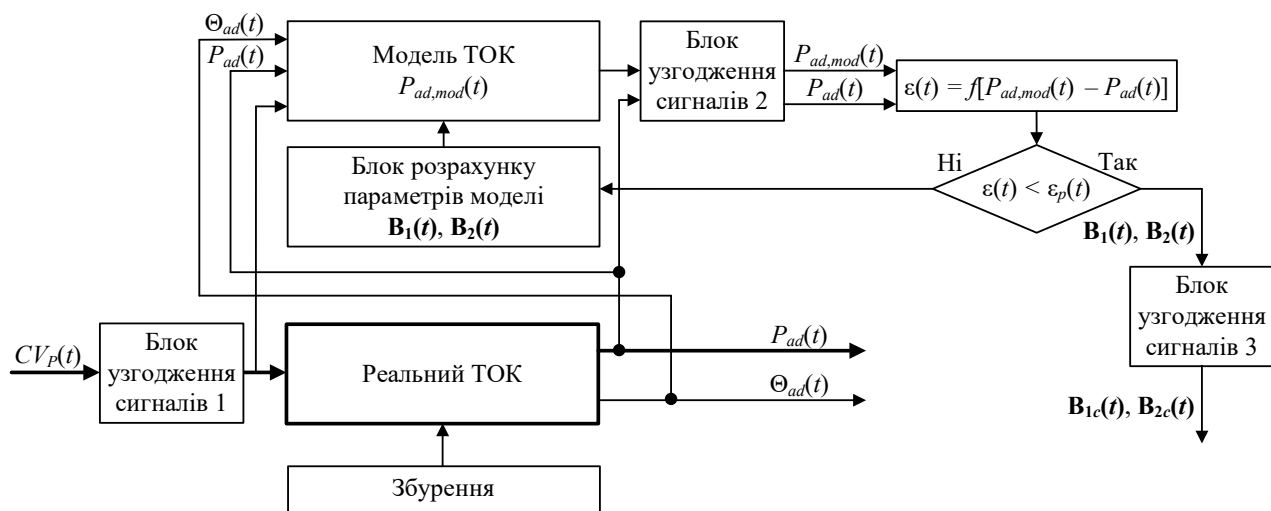


Рис. 1. Структурна схема адаптації моделі

Наведена схема передбачає ідентифікацію технологічного об'єкта керування (ТОК) шляхом вимірювання значень тиску $P_{ad}(t)$ і температури $\Theta_{ad}(t)$ як реакцію на відповідний керувальний вплив $CV_p(t)$ (ступінь відкриття клапану) – подачу адсорбенту. Ці сигнали надходять на модель ТОК, разом з коефіцієнтами налаштування $V_1(t)$, $V_2(t)$, які розраховують у відповідному блоці. Вихідні сигнали моделі та реального ТОК порівнюють між собою і, якщо виконується умова $\epsilon(t) < \epsilon_p(t)$, де $\epsilon_p(t)$ – припустиме значення похибки, параметри моделі використовують для подальшого налаштування (коригування) параметрів регулятора. В іншому випадку здійснюють перерахунок параметрів моделі і повторюють процедуру перевірки на точність ідентифікації [3].

При поточній ідентифікації ТОК коригуванням параметрів моделі існують проблеми, які пов'язані, зокрема, з узгодженням сигналів. Розглянемо основні з них.

1. Важливим є забезпечення узгодженості в часі вхідних і вихідних змінних моделі. Тобто процес отримання даних з реального ТОК має передбачати відповідність пар $CV_p(t) \rightarrow P_{ad}(t)$ у вибіркових даних. При зміні керування певний час вихідний сигнал $P_{ad}(t)$ буде відповідати попередньому $CV_p(t)$. Для запобігання цього на Рис. 1 передбачено Блок узгодження сигналів 1 (блок затримки). У свою чергу, в цьому блоці час затримки буде змінною величиною, що пов'язано з нестационарностями адсорбційних процесів і можливими змінами обсягів подачі сировини на очищення.

2. Час комп'ютерного розрахунку параметрів налаштування моделі значно відрізняється від часу перехідного процесу реального ТОК, що може викликати розузгодженість сигналів при розрахунку $\varepsilon(t)$. Тому необхідно передбачити Блок узгодження сигналів 2 для порівняння відповідних сигналів $P_{ad,mod}(t)$ і $P_{ad}(t)$.

3. У системі керування параметри налаштування моделі $\mathbf{V}_1(t)$, $\mathbf{V}_2(t)$, які використовують для коригування (за необхідністю) параметрів регулятора також існує необхідність узгодження сигналів, відповідно до пп. 1 і 2. При постійних суттєвих змінах властивостей реального ТОК певний час параметри системи будуть переналаштовуватися неперервно. В такому випадку може виникнути невідповідність між параметрами налаштування регулятора і станом ТОК. Тому необхідно передбачити Блок узгодження сигналів 3 із задіянням особи, яка приймає рішення (ОПР). Так, у випадку істотних змін властивостей об'єкта оновлені параметри моделі потрібно подавати одразу для переналаштування системи керування. Але у випадку істотної нестабільності об'єкта за рішенням ОПР можна передавати в систему керування попередні параметри до стабілізації стану ТОК.

Отже, складність отримання моделі, яку можна використовувати в системі керування адсорбційним очищенням, пов'язана, у першу чергу, з узгодженістю вхідних і вихідних сигналів об'єкта і вихідних сигналів об'єкта й самої моделі. При цьому окремою задачею стає правильна організація експериментальних даних з об'єкта для отримання його дійсної динаміки.

Література

1. Іваненко І. М., Донцова Т. А. та Феденко Ю. М., 2018. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 232 с.

2. Ярошук, Л. Д. та Тюріна, Є. О., 2023. Керування адсорбційним відновленням відпрацьованих олиф і мастил в умовах нестационарностей. Вісник НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (3), с. 63 – 73.

3. Averill M. Law, 2013. Simulation modeling and analysis. Fifth edition. Tucson, Arizona, USA : President Averill M. Law & Associates, Inc. 800 p.

Автоматизація процесів опрацювання замовлень на підприємстві оперативної поліграфії

Т. А. Гордієнко

Українська академія друкарства

Надання послуг швидкого друку забезпечує виготовлення друкованої продукції в короткі терміни. Основна особливість цього виду діяльності полягає у виконанні замовлень протягом кількох годин або навіть хвилин, що робить оперативну поліграфію важливим елементом сучасного бізнесу, маркетингу та рекламної діяльності. Завдяки своїй гнучкості та швидкості, оперативна поліграфія відрізняється від традиційної тим, що вимагає менших тиражів, швидшої обробки макетів і часто базується на цифрових методах друку. Ключовими особливостями цього сегменту поліграфічної індустрії, орієнтованого на надання послуг оперативного друку, є швидка комунікація з клієнтами. В умовах зростання попиту на віддалені послуги для забезпечення конкурентоспроможності на ринку оперативної поліграфії такі дослідження у напрямках впровадження систем електронної комерції та цифрових платформ для управління замовленнями є своєчасним та актуальним.

Для автоматизації процесів опрацювання замовлень на підприємстві оперативної поліграфії були проаналізовані компоненти комплексної інформаційної системи забезпечення швидкої взаємодії з клієнтами, автоматичної реєстрації та обробки замовлень, управління виробничими процесами та інтеграцію з платіжними й логістичними сервісами. Системи управління замовленнями є основою для інтеграції всіх етапів обробки замовлення, від його прийняття до завершення. Система управління замовленнями забезпечує реєстрацію та облік кожного замовлення, визначення статусу, автоматичне розподілення ресурсів, управління термінами виконання та моніторинг прогресу. Важливим є використання інтерфейсів для взаємодії з іншими системами, що дозволяють своєчасно коригувати робочі процеси і запобігати затримкам.

Системи електронної комерції та платежів у сучасних умовах автоматизації процесу прийому оплат є суттєвою складовою ефективною роботи підприємства [1]. Для оперативної поліграфії особливо вагомим є інтеграція платіжних систем і сервісів, що дозволяють здійснювати оплату через інтернет, а також автоматизувати процеси виставлення рахунків і ведення фінансових звітів. Відповідні платформи повинні бути захищені та відповідати стандартам безпеки транзакцій, що знижує ризики несанкціонованого доступу до фінансових даних. Інтеграція систем планування та управління виробничими засобами дозволяє ефективно управляти ресурсами, що використовуються для виконання замовлень [2], а також координацією виробничих і допоміжних процесів, включаючи інструменти для моніторингу запасів, управління трудовими ресурсами, автоматизації графіків виробництва і відстеження використання матеріалів. Забезпечення високої точності і ефективності роботи таких систем гарантує високу якість послуг та задоволення вимог замовників.

Інтерфейси взаємодії з клієнтами та системи аналізу даних вводяться для

комунікації з клієнтами, зокрема через вебсайти, чат-боти, електронну пошту та інші канали (рис. 1). Важливою є наявність систем для збору і аналізу даних про замовлення, відгуки клієнтів, а також ефективне використання інструментів для прогнозування попиту, персоналізації обслуговування та планування маркетингових кампаній. Аналітика дозволяє не лише оптимізувати бізнес-процеси, а й підвищити ефективність взаємодії з кінцевими споживачами.



Рис. 1. Комплексна інтеграція процесів опрацювання поліграфічних замовлень

Клієнти через чат-бот або електронну пошту взаємодіють із системою управління замовленнями, яка організує його обробку і визначає, чи є необхідність в матеріальних або фінансових ресурсах. Для оплати або для отримання додаткової інформації системою управління замовленнями взаємодіє із системою електронної комерції, що забезпечує приймання платежів або інші фінансові операції. Для аналізу даних або персоналізації взаємодії з клієнтами через вебсервіс збираються статистичні дані про замовлення, відгуки клієнтів, переваги тощо. Ці дані можуть бути використані як для вдосконалення процесів, так і для маркетингових стратегій.

Наведена схема інтеграції обумовлених компонентів підвищує ефективність процесів підприємства оперативної поліграфії, може знизити час обробки замовлень, зменшити ймовірність помилок, а також забезпечити високий рівень задоволення клієнтів. Визначені класи компонентів загалом охоплюють ключові етапи взаємодії з клієнтами та внутрішні виробничі процеси. Комплексна інтеграція інформаційних систем дозволить підвищити ефективність обслуговування, скоротити час виконання замовлень та знизити рівень операційних витрат. Подальший розвиток проєкта буде зосереджений на обґрунтуванні програмних середовищ, технологічних рішень та мережесервісів для розгортання автоматизованої системи опрацювання замовлень на підприємстві оперативної поліграфії.

Література

1. Плескач В. Л., Затонацька Т. Г. 2007. Електронна комерція : підручник. Київ : Знання. 535 с.
2. Алькема В.Г., Сумець О.М. 2008. Логістика. Теорія та практика: навчальний посібник. Київ : видавничий дім«Професіонал». 272 с.

Пропозиція щодо інтеграції адаптивних НМІ інтерфейсів для оптимізації моніторингу та керування у хлібопекарському виробництві

Володимир Поддукін, Ярослав Смітюх

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасне хлібопекарське виробництво стикається з необхідністю підвищення ефективності та якості продукції в умовах зростаючої конкуренції та вимог до безпеки. Удосконалення систем моніторингу та управління є ключовим фактором для досягнення цих цілей.

Матеріали і методи. Проведено аналіз існуючих систем моніторингу та управління у хлібопекарській промисловості з акцентом на потенціал використання адаптивних інтерфейсів людина-машина (НМІ). Методологія дослідження включала порівняння ефективності традиційних НМІ з новітніми адаптивними рішеннями, а також моделювання впливу їх впровадження на виробничі процеси.

Результати. Запропоновано впровадження адаптивних НМІ, які здатні змінювати свій інтерфейс залежно від контексту та дій оператора. Це забезпечує більш інтуїтивне управління та швидшу реакцію на позаштатні ситуації. Основні переваги включають:

- **Підвищення оперативності реагування** - адаптивний інтерфейс надає пріоритет критичній інформації, що дозволяє операторам швидше виявляти та вирішувати проблеми.
- **Зниження навантаження на оператора** - інтерфейс автоматично спрощує або ускладнює відображення даних відповідно до рівня досвіду оператора та складності завдання.
- **Інтеграція з аналітичними системами** - використання алгоритмів прогнозування для виявлення потенційних відхилень у процесі виробництва та попередження про них.

Дослідження показало, що впровадження адаптивних НМІ може суттєво знизити кількість помилок операторів та скоротити час простою обладнання. Це досягається завдяки більш інтуїтивному інтерфейсу, який полегшує взаємодію оператора з системою, а також через покращену ефективність моніторингу та управління виробничими процесами. В результаті, підприємства можуть очікувати підвищення загальної продуктивності та надійності виробництва.

Висновки. Інтеграція адаптивних НМІ у хлібопекарське виробництво має значний потенціал для покращення ефективності моніторингу та управління, що сприятиме підвищенню якості продукції та конкурентоспроможності підприємств.

Enhanced Automated Control System for Complex Thermal Energy Processes in the Food Industry

Viktor Sidletskyi

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

The enhanced automated control system for complex thermal energy processes in the food industry addresses various challenges related to ensuring process stability and efficiency. One of the key features of such systems is the precise monitoring and regulation of numerous parameters, including temperature, pressure, energy carrier consumption, and medium characteristics. These tasks are complicated by the nonlinearity of processes, phase interactions, and changing external conditions.

A major challenge lies in adapting controllers to dynamic changes in process parameters, such as heat capacity, viscosity, and medium density. These characteristics significantly influence the transfer coefficient and time constant of control loops, which determine the system's response speed. Process mode changes often necessitate adjustments in control parameters to avoid undesirable delays and instability. The automated system must be capable of promptly responding to these changes, ensuring continuous process optimization.

Effective control requires multiparametric modeling and predictive methods, which enable accurate assessment of system states even from indirect data. This capability allows operators and automation systems to adapt to changes without compromising quality or productivity. The integration of advanced control algorithms and predictive analytics has significantly reduced energy consumption and improved system stability, even in scenarios involving shifts in operating modes.

An important aspect of the system is accounting for external and internal factors, such as temperature fluctuations, equipment wear, and variations in raw material parameters. This necessitates the use of adaptive controllers capable of maintaining system stability even under significant deviations in output parameters. Special attention is given to minimizing the system's response time to external changes, which ensures optimal conditions for achieving high product quality.

Thus, an automated control system for complex thermal energy processes in the food industry is a key element in ensuring high efficiency, stability, and product quality. Its implementation requires a comprehensive approach, consideration of technological process specifics, and the use of modern analysis and control methods.

Incorporating the principles of hierarchical control, such systems align with the automation architecture observed in the diffusion department of the food industry. A three-level automated control system is employed, consisting of: First Level: Sensors and actuators for data acquisition and direct process control, Second Level: An industrial controller executing operational algorithms, Third Level: An operator workstation (AWS) providing interface and supervisory control.

Such a structure ensures comprehensive functionality, including signal polling and processing, execution of operational control algorithms, emergency and operational alarms, and development of control actions for actuators. Additionally, it

transmits sensor signals, actuator positions, and diagnostic data to the operator station. This setup empowers the operator with tools for adjusting regulator setpoints, manual actuator control, and archiving technological parameters and equipment operation data.

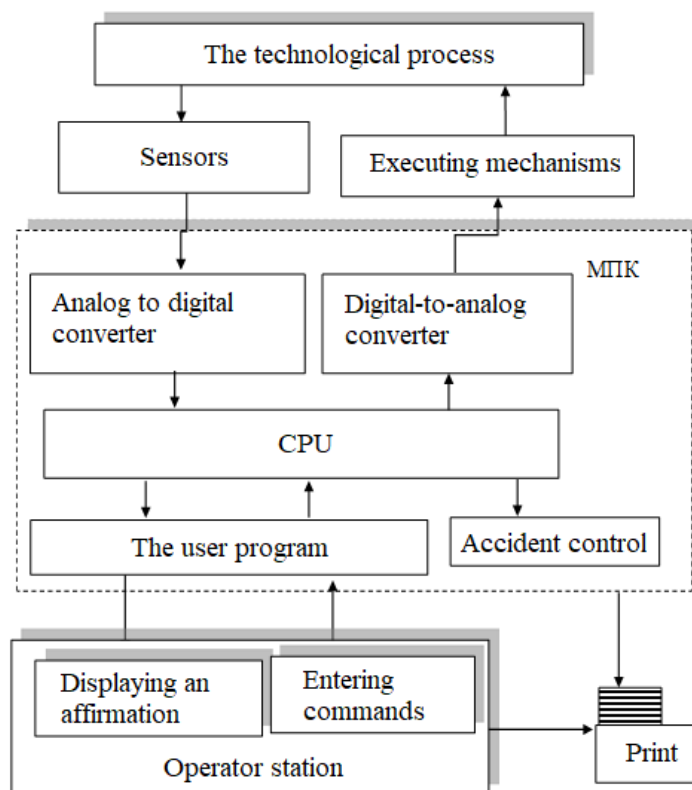


Fig. 1. Functional structure of the automated control system of the diffusion station

By combining advanced mathematical models, adaptive regulators, and real-time parameter analysis, the enhanced automated system achieves optimal performance and maintains stability, even in challenging operating conditions. Its hierarchical structure not only facilitates efficient process management but also integrates seamlessly into broader production frameworks, ensuring reliability and energy efficiency across the food industry.

References

Sidletskyi V., Korobiichuk I., Ladaniuk A., Elperin I., Rzeplińska-Rykała K. (2020), Development of the structure of an automated control system using tensor, Techniques for a Diffusion Station, Automation 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, 920, pp. 175–185, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13273-6_18

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.

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

Sidletskyi V. (2019), Steam boiler control system using tensor analysis methods, International Journal of Computing, 18(2), pp. 147-154, <https://doi.org/10.47839/ijc.18.2.1413>

2

СЕКЦІЯ

*ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ
ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ*

Design and implementation of an automated Big Data analysis module

K. Radchenko, X. Tao

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The method for building an Automated Big Data Analysis Module consists of several key components, each designed to support efficient data processing, analysis, and insight generation.

The first step in any big data pipeline is data ingestion and preprocessing. Given that big data can come from various sources (e.g., IoT devices, social media platforms, transactional databases), it often requires substantial preprocessing before analysis. Data ingestion and preprocessing module includes a data ingestion framework capable of handling both batch and streaming data. The preprocessing component cleanses and transforms raw data into structured formats, standardizing it for analysis. Techniques like data deduplication, filtering, and normalization are used to enhance data quality and reliability.

After data collection, the next important and necessary step is, of course, data processing. Preprocessing includes cleaning (handling missing data and outliers), normalization, and transformation. Apache Spark is used for distributed data preprocessing, allowing for parallel processing that speeds up handling large datasets. By automating preprocessing, the module ensures consistent and high-quality data for all analytical tasks.

The core of the analysis module lies in the algorithms chosen to process and interpret the data. The idea of greater adaptability for the analysis and research of different types of tasks is that different approaches are depending on the analysis goals – be it clustering, classification, or anomaly detection – different algorithms are selected. For instance: K-means, decision trees, gradient boosting machines, neural networks and so on.

Optimizing these algorithms involves tuning parameters to fit specific data characteristics and leveraging framework such as Spark MLlib to distribute computing across multiple nodes, enabling efficient processing of large datasets.

To handle massive datasets, the module integrates distributed data processing frameworks, utilizing Apache Spark, the module can efficiently manage both real-time and batch processing. This framework support scalable parallel computing, allowing large volumes of data to be processed concurrently across a cluster of servers, significantly reducing processing time.

To optimize data retrieval and storage, the module connects with Hadoop Distributed File System (HDFS). This storage system is structured to handle high read/write speeds, a critical factor in ensuring that big data workflows remain efficient.

Automating the analysis process is crucial to the module's efficiency and scalability. Analysis workflows, including data ingestion, preprocessing, and model execution, are automated using Apache Airflow. Airflow allows for task scheduling,

where each task is triggered at predefined intervals or by events, providing a reliable mechanism for consistent, scheduled data analysis.

For model updating and retraining this module includes mechanisms for updating and retraining models periodically to adapt to changing data patterns. For example, retraining might be scheduled every few weeks, or whenever incoming data significantly deviates from historical patterns. This ensures that predictive models remain accurate over time.

Finally, our module must present the analytical findings in an accessible format. Interactive dashboards, created using Grafana, allow users to explore data and results visually. Real-time data visualization can be especially valuable for monitoring metrics and identifying trends quickly.

In addition to all the reports are automatically generated to summarize insights, either on a scheduled basis (daily, weekly) or triggered by specific thresholds in the data. These reports can be distributed via email or stored on a shared server, making insights readily available to relevant stakeholders.

The architecture of the automated big data analysis module follows a modular design, allowing each component to operate independently and integrate smoothly. This modularity is advantageous in big data environments, where flexibility and scalability are essential.

Despite its advantages, implementing an automated big data analysis module comes with challenges. For instance, ensuring high data quality in massive, fast-moving datasets is challenging, and poor-quality data can lead to inaccurate analysis; handling sensitive data requires robust privacy and security measures, particularly in sectors like healthcare and finance.

Future research and development could address several areas, for instance real-time processing enhancements, explainable and transparent AI, developing algorithms that adapt dynamically to changes in data patterns and so on.

In designing an automated Big Data Analysis Module, each component – data ingestion, algorithm selection, distributed processing, analysis automation, and visualization – is structured for scalability, efficiency, and ease of use. The module's architecture enables it to handle vast datasets, process data quickly, and provide meaningful, actionable insights for a variety of big data applications.

The proposed automated big data analysis module combines efficient data ingestion, algorithm customization, distributed processing, real-time analysis, and visualization. By automating each step from data ingestion through reporting, this method provides a scalable, high-performance solution capable of delivering continuous insights across large and complex datasets

References

1. Sarker I. H. (2021) Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions, *Advances in Computational Approaches for Artificial Intelligence, Image Processing, IoT and Cloud Applications*. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-021-00592-x>.
2. Audry S. (2021) *Art in the age of machine learning*. MIT Press, 214 p.
3. Zhou L. et al. (2017) Machine learning on big data: Opportunities and challenges, *Neurocomputing*, vol. 237, pp. 350–361.

Методи моделювання поширення інформації в соціальних мережах із агентами

Д. І. Афонін

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

З розвитком цифрових технологій соціальні мережі стали однією з найвпливовіших платформ для обміну інформацією. Швидке поширення новин, інновацій та вплив на громадську думку зумовлює важливість розуміння процесів розповсюдження інформації в таких мережах. Агентні моделі стають одним із найефективніших інструментів для дослідження поведінки учасників соціальних мереж, їхньої взаємодії та реакцій на поширення інформації. Даний метод дозволяє імітувати вплив різних факторів, таких як міжособистісні відносини, демографічні характеристики, а також емоційні аспекти на процес поширення інформації.

Аналіз поширення інформації є особливо важливим у випадках кризових ситуацій, фейкових новин, соціальних мобілізацій та комерційного просування. Моделі, які враховують складні взаємодії між користувачами соціальних мереж, можуть допомогти у прогнозуванні та контролюванні цих процесів, що є критично важливим для державних інституцій, медіа та бізнесу. В умовах зростаючого потоку інформації ефективне моделювання дозволяє зрозуміти, як зміни у поведінці окремих агентів впливають на загальну тенденцію та швидкість розповсюдження інформації.

Для дослідження процесу поширення інформації в соціальних мережах використовують кілька основних підходів:

1. Статистичні моделі базуються на аналізі статистичних властивостей мережі, таких як ступінь вузлів (кількість зв'язків, що їх з'єднують), кластеризація тощо. Вони дозволяють аналізувати структуру мережі та передбачати загальні тенденції поширення інформації, проте часто нехтують індивідуальними характеристиками користувачів.

2. Агентні моделі, де кожен користувач мережі представлений як індивідуальний агент з певними характеристиками, який взаємодіє з іншими агентами за визначеними правилами. Такий підхід дає змогу точніше відтворювати реальну поведінку користувачів і аналізувати індивідуальні стратегії поширення інформації.

3. Соціально-економічні моделі враховують соціально-економічні аспекти поширення інформації, наприклад, вплив економічних факторів, соціального статусу тощо. Вони допомагають зрозуміти, як економічні мотиви чи соціальні норми впливають на поширення інформації в мережі.

4. Моделі складних мереж розглядають складні взаємодії між вузлами мережі та їхню динаміку. Вони дозволяють аналізувати нові властивості мережі й зрозуміти її глобальну структуру, що корисно для вивчення поширення інформації.

5. Моделі машинного навчання, використовуючи алгоритми машинного навчання, аналізують дані про поширення інформації та прогнозують майбутні події. Вони автоматизують аналіз та виявлення закономірностей у великих наборах даних.

З усіх наведених вище підходів агентні моделі мають багатообіцяючий потенціал для створення методу, що як найточніше моделює поширення інформації у соціальній мережі, але також вони мають і певні недоліки. Для кращого результату, потрібно створювати «унікальних» агентів, тобто кожен з них має мати певні особливі характеристики щодо сприйняття та поширення інформації, що відповідає поведінці різних користувачів у соціальних мережах (кожна людина унікальна та по різному реагує на інформацію). Це в свою чергу приводить до другої проблеми агентних моделей: складність обчислень та потреба у великих обчислювальних потужностях для моделювання, оскільки необхідно кожен раз окремо для кожного агента «розрахувати» реакцію.

Все ж можна спробувати дещо уникнути даної проблеми шляхом використання ймовірнісних автоматів для моделювання переходів агентів з одного стану в інший. Хоча такий підхід дасть більшу похибку в моделюванні, він надасть можливість за набагато швидший час та з меншими ресурсами виконати поставлене завдання.

Вагомим моментом у моделюванні поширення інформації в соціальній мережі може бути поділ цієї мережі на групи. Це відповідає природньому поділу соціальних мереж наприклад: використання різних мов для написання постів, приналежність до тої чи іншої групи інтересів таких як спорт, ігрова індустрія, зацікавленість наукою тощо. Підхід поділу мережі та моделювання поширення різних «тем» у кожній з груп може надати можливість передбачати подальші схожі ситуації та спростити задачу від моделювання поширення інформації у кожного з агентів до передбачення часу поширення у кожній з груп, в залежності від типу поширюваної інформації, і моделювання передачі лише між визначеними групами.

Зважаючи на все вищезгадане, перспективним напрямком дослідження є моделювання поширення інформації між групами, пошук найбільш точного методу та підбір параметрів для нього, що як найточніше моделюватимуть поширення інформації в залежності від її типу. Першочергово можна розглянути наступні методи: модель клітинних автоматів, модель агрегації обмеженої дифузії та модель Петрі. Їх аналіз та порівняння дозволить виявити шляхи для покращень та модифікацій моделей під дану предметну область, що в свою чергу може привести до появи відносно точної та достатньо швидкої моделі передбачення поширення інформації.

Література

1. Maier B. F. (2020) Publisher Correction: Generalization of the small-world effect on a model approaching the Erdős–Rényi random graph, *Sci. Reports*, 10(1).
2. Barrat A., Barthelemy M., Pastor-Satorras R., Vespignani A. (2004). The architecture of complex weighted networks, *Proc. of the NAS*, 101(11):3747-52.
3. Newman M. E. J., Watts D. J. (1999) Renormalization group analysis of the small-world network model, *Physics Letters A*, vol. 263, is. 4–6, pp. 341–346.

Інтелектуальні методи оцінювання стану електротехнічного обладнання

**С. М. Балюта, Л. О. Копилова, П. О. Зінкевич,
М. С. Кондрашевський, С. Ю. Жуков, Д. В. Сінюков**
Національний університет харчових технологій

Функціонування систем електрозабезпечення при застосуванні інтелектуальної автоматизованої системи керування станом електротехнічного обладнання (ІАСКСЕО) дозволяє забезпечити їх високу безпеку, гнучкість, адаптивність і економічність [1]. Інформація про стан обладнання є основою для прийняття рішень щодо стратегії його експлуатації на короткострокову та довгострокову перспективу.

Для забезпечення функціонування ІАСКСЕО розроблені ієрархічні гібридні моделі процесу прийняття рішень щодо стану промислового електротехнічного обладнання (ЕО), що базуються на об'єднанні його основних параметрів, показників електричної енергії, представлених різними типами даних, і методів їх обробки на різних ієрархічних рівнях електротехнічного комплексу з використанням методології функціонального моделювання. Таким чином гібридні моделі забезпечують виявлення причинно-наслідкових зв'язки між групами параметрів і підвищення інформативності ситуацій прийняття рішень, повноту знань і достовірність висновків про технічний стан ЕО.

Для прийняття науково-обґрунтованих рішень щодо стану електротехнічного обладнання (ЕО) в умовах неповної та нечіткої інформації, підвищення компактності подання баз знань та обчислювальної ефективності системи з використанням засобів нечіткої логіки розроблена система ієрархічних змішаних продукційних правил. Система базується на комбінуванні чітких та нечітких значень параметрів у передумовах правил та врахуванні значимості ієрархічних правил.

Управління процесом експлуатації ЕО передбачає формування сценаріїв, що визначаються його технічним станом, який оцінюється із застосуванням методів інтелектуальної обробки та аналізу даних і машинного навчання. При виборі сценарію експлуатації обладнання для достовірної оцінки стану обладнання відповідно до його фактичного (прогнозного) стану запропоновано використати методи дерев рішень та випадкового лісу.

Розроблені методи підтримки прийняття рішень щодо справності ЕО, що базуються на об'єднанні неоднорідних когнітивних моделей і системи ієрархічних змішаних продукційних правил із застосуванням нечіткої логіки. Це дозволяє формалізувати знання персоналу і підвищити оперативність прийняття рішень із технічного стану ЕО за умов неповної і нечіткої інформації

Література

1. Балюта С. М., Копилова Л. О., Куєвда Ю. В., Кондрашевський М. С., Романюк В. Т. (2024) Синтез інтелектуальної системи оцінки технічного стану обладнання системи електропостачання з фотоелектростанціями та накопичувачами енергії, *Наукові праці НУХТ*, 30(1), с. 105–118.

**Моделювання міцності основи з трикутним зварним з'єднанням.
Плоска задача взаємодії у пружно-пластичній постановці**

В. Р. Богданов

Національний транспортний університет

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. Для розв'язування лінійних задач використовується явна схема методу скінчених різниць. Для чисельного інтегрування використовується квадратурна формула Грегорі третього порядку. Остаточна система лінійних алгебраїчних рівнянь з симетричною смуговою матрицею розв'язується методом Гаусу за схемою Холецького. Розв'язується задача про плоский деформований стан балки, що має зварне з'єднання трикутної форми [7]. 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. Міцність зварних конструкцій визначається міцністю зварних з'єднань, зварних швів. Контактні задачі при динамічному ударному чи нестационарному навантаженні є актуальними і важливими для проектування зварних конструкцій, для визначення їх міцносного ресурсу.

У роботах [1 – 7] розроблено новий підхід до розв'язання задач ударної та нестационарної взаємодії в пружнопластичній математичній постановці. У цих роботах дію ударника замінено розподіленим навантаженням у зоні контакту, яке змінюється за лінійним законом. Площа контакту залишається постійною.

Розв'язані плоскі задачі нестационарної взаємодії вузького штампу типу кулі з двошаровою [2-4] і чотиришаровою [5] основою, просторова задача [6] про взаємодію з двошаровою основою.

У роботі [7] розв'язування задачі про плоский деформований стан балки, що має зварне з'єднання прямокутної форми з урахуванням залізобетонних мартенситів, які виникають у матеріалі зварного з'єднання.

На відміну від [2 – 6], 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 трикутника.

У постановці задачі не враховано суттєве погіршення міцнісних властивостей матеріалу в зоні термічного впливу біля зварного з'єднання.

Визначальні співвідношення механічної моделі базуються на теорії неізотермічного пластичного течії середовища із зміцненням за умови текучості Губера-Мізеса. Ефекти повзучості та теплового розширення нехтуються. Компоненти тензора деформацій є сумою його пружної та пластичної складових [1, 7]. Слід зазначити, що розроблений алгоритм дає змогу використовувати функцію f у виразі скалярної функції $d\lambda$, яка визначається формою поверхні навантаження, і ми припускаємо, що ця скалярна функція є квадратичною функцією девіатора напружень, не тільки у вигляді квадратичної функції (у цьому випадку ми отримуємо умову пластичної текучості у формі Губера-Мізеса), але й у вигляді функції, що містить члени третього і вищих ступенів. Однак це твердження потребує подальших досліджень.

Розроблена методологія розв'язування динамічних контактних задач у пружнопластичній динамічній математичній постановці дає змогу адекватно моделювати процеси ударної та нестационарної контактної взаємодії з пружною основою, яка має зварне з'єднання трикутної форми. В даній роботі розглядається процес нестационарної взаємодії вузького твердого тіла зі зварним з'єднанням трикутної форми. Розраховано поля нормальних напружень і параметр Одквіста, які характеризують сумарні пластичні деформації в основі.

Література

1. Bogdanov V. R. (2023) *Problems of Impact and Non-Stationary Interaction in Elastic-Plastic Formulations*. Cambridge Scholars Publishing, 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. URL : <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. URL : <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): pp. 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): pp. 1–7.

6. Bogdanov V.R. (2024) Spatial Problem of Non-Stationary Interaction of Narrow Stamp Into Two-Layer Base in Elastic-Plastic Formulation, *Journal of Materials and Polymer Science*. 4(3), 1–9.

7. Bogdanov V. R. (2024) Plane Problem of an Interaction of Narrow Stamp with Base with A Triangle Shape Welded Joint in Elastic-Plastic Formulation, *Journal of Materials and Polymer Science*, 4(3), 1–6.

Дослідження та аналіз ринку молочної продукції України з використанням методів штучного інтелекту

І. О. Бойко, О. В. Харкянен

Національний університет харчових технологій

Ринок молочної продукції України є важливою частиною аграрного сектора країни. В умовах динамічних змін в економіці і попиті на продукцію, а також через зовнішньоекономічні фактори, виникає потреба в новітніх підходах до аналізу даних і прогнозування тенденцій ринку. Одним із найбільш перспективних методів є використання штучного інтелекту, зокрема рекурентних нейронних мереж типу LSTM (Long Short-Term Memory), для ефективного прогнозування і аналізу даних ринку молочної продукції України.

В умовах глобалізації та зростання конкуренції на ринку молочних продуктів України особливо важливо мати ефективні інструменти для аналізу й прогнозування. Відсутність достовірних і своєчасних прогнозів може призвести до перевиробництва, браку продукції або надмірних витрат. Використання методів штучного інтелекту дозволяє значно підвищити точність аналітики, що є актуальним для стратегії розвитку як окремих підприємств, так і галузі в цілому.

Для дослідження використовуються статистичні дані про виробництво, реалізацію та споживання молочної продукції, зібрані

Мета дослідження:

- проаналізувати сучасний ринок молочної продукції України;
- оцінити потенціал методів штучного інтелекту, зокрема LSTM, для прогнозування динаміки виробництва і збуту молочних продуктів.

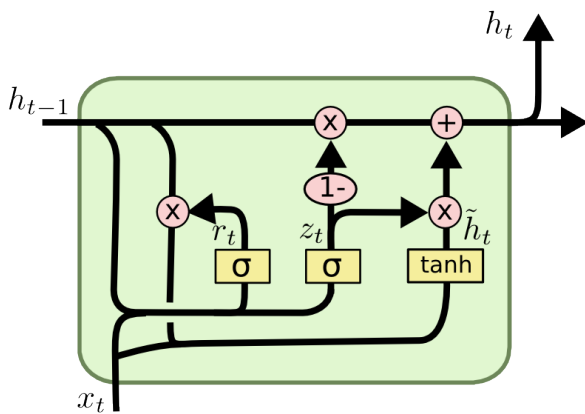
Основним методом дослідження обрано LSTM (Long Short-Term Memory). LSTM — це тип рекурентної нейронної мережі, спеціально розробленої для роботи з послідовними даними, такими як часові ряди. У дослідженні метод LSTM запропоновано для прогнозування обсягів виробництва та реалізації молочної продукції.

Основні характеристики LSTM:

- мережа здатна запам'ятовувати довготривалі залежності в даних;
- ефективно працює з сезонними коливаннями та трендами, що є характерними для ринку молочної продукції;
- у порівнянні з іншими методами (наприклад, ARIMA), LSTM дозволяє досягти більш точних прогнозів на основі великих масивів даних.

Мережа LSTM складається з декількох пам'яткових блоків, що включають три основні типи воріт:

- ворота забуття — видаляють неактуальну інформацію з блоку;
- ворота введення — визначають, яку нову інформацію потрібно додати;
- ворота виходу — визначають, яка інформація виходить з пам'яткового блоку.



$$z_t = \sigma (W_z \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

$$r_t = \sigma (W_r \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

$$\tilde{h}_t = \tanh (W \cdot [r_t * h_{t-1}, x_t])$$

$$h_t = (1 - z_t) * h_{t-1} + z_t * \tilde{h}_t$$

Рис. 1. Архітектура LSTM

Окрім LSTM, для аналізу ринку молочної продукції можуть бути використані такі методи:

- Convolutional Neural Networks (CNN) для вивчення просторових патернів у даних, наприклад, залежності споживання від географічних особливостей;
- Автоенкодери для виявлення латентних факторів, що впливають на попит;
- Гібридні моделі, що поєднують методи ARIMA та LSTM для більш точного врахування сезонних і довгострокових трендів.

Для обробки даних використовуються бібліотеки мови Python:

- pandas для обробки таблиць і структурованих даних;
- NumPy для маніпуляцій з масивами;
- matplotlib для візуалізації трендів і результатів прогнозування.

Використання рекурентної нейронної мережі типу LSTM для прогнозування ринку молочної продукції України дозволить підприємствам ефективно планувати виробництво, оптимізувати постачання та знижувати ризики, пов'язані зі змінами попиту. Прогнозування на основі штучного інтелекту забезпечить точніші та надійніші прогнози, що, своєю чергою, дозволить приймати більш обґрунтовані управлінські рішення для ефективної діяльності підприємств молочної галузі.

Література

1. Schmidhuber, Jürgen, 2021. The 2010s: Our Decade of Deep Learning / Outlook on the 2020s, AI Blog. IDSIA, Switzerland [online]. URL: <https://people.idsia.ch/~juergen/2010s-our-decade-of-deep-learning.html>
2. Schmidhuber, Juergen, 2021. Deep Learning: Our Miraculous Year 1990–1991, Cornell University [online]. URL: <https://arxiv.org/archive/cs/NE>.
3. Вороньков Є. В., Харкянен О. В., Костіков М. П. (2024) Огляд бібліотек мови Python для розв'язання задач аналізу даних, *Наук. Пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології»*, 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна). К. : НУХТ, с. 107–109.

Дослідження методів машинного навчання для прогнозування кредитоспроможності клієнтів банку

І. М. Будаков, М. П. Грама

Національний університет харчових технологій

Розвиток банківської системи України дійсно має низку особливостей, зумовлених як економічними, так і політичними факторами. Оскільки банківська діяльність є однією з найважливіших складових фінансової системи країни, її стан і ефективність роботи значною мірою впливають на стабільність і розвиток економіки в цілому. Проте, попри значний прогрес у реформуванні банківського сектору, українська банківська система все ще стикається з багатьма викликами. Особливу увагу привертає сфера кредитних операцій, яка, на відміну від деяких інших видів банківської діяльності, демонструє високі темпи розвитку. Це свідчить про значний попит на кредитні ресурси з боку підприємств і фізичних осіб, що є як позитивним явищем, так і фактором ризику. Кредитні операції мають високий рівень ризикованості, що потребує від банків розробки ефективних стратегій управління кредитними ризиками, аналізу платоспроможності клієнтів та впровадження сучасних методів моніторингу та оцінки ризиків.

Крім того, необхідність розвитку інших банківських операцій, таких як операції з цінними паперами, факторинг, лізинг, зумовлена потребою диверсифікації джерел доходу та зниження концентрації ризиків. Наприклад, операції з цінними паперами дозволяють банкам отримувати додатковий дохід і надавати клієнтам ширший спектр фінансових послуг, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності банків. Розвиток факторингових і лізингових операцій, які в країнах з розвинутою економікою є звичними фінансовими інструментами, також дозволить українським банкам розширити свої послуги і залучити нових клієнтів.

Мета дослідження — вивчити різні підходи щодо визначення кредитних ризиків та їх класифікації, охарактеризувати методи оцінки кредитного ризику, зокрема закордонний досвід та можливості його використання в Україні. Знання щодо ймовірності дефолту клієнта банку важко переоцінити, адже нині на ринку банківських послуг зростає попит на кредитні продукти. Зростання конкуренції на ринку банківських послуг вимагає від банків вдосконалення механізмів оцінювання кредитоспроможності потенційних позичальників з метою підвищення якості обслуговування клієнтів, мінімізації кредитних ризиків, вивільнення грошових коштів зі створених резервів.

Аналіз кредитоспроможності відіграє визначальну роль в процесі розгляду заявки на кредит і являє собою найбільш трудомісткий процес. Дані заходи дозволяють визначити проблемні кредити на ранній стадії їх виникнення, що в свою чергу підвищує можливості банку повернути свої кошти і запобігти можливим збиткам. Отже, якісний і комплексний аналіз кредитоспроможності позичальників — запорука ефективної діяльності банку. Найефективнішим

інструментом визначення ймовірності дефолту позичальника вважаються математичні і статистичні моделі [1], тож у цій роботі зосередимо увагу на них.

Інтегрований підхід до оцінювання кредитних ризиків на основі комбінації двох підходів — мережі Байєса і дерева рішень або мережі Байєса і бінарної логістичної регресії. Мережі Байєса (або Байєсівські мережі) — це інструменти штучного інтелекту та машинного навчання, які використовуються для моделювання ймовірнісних залежностей між змінними. Вони застосовуються для розв'язання задач, де наявна невизначеність або де необхідно враховувати взаємозв'язки між великою кількістю змінних. Байєсівські мережі базуються на теоремі Байєса і використовуються в різних галузях, таких як біоінформатика, медична діагностика, економіка, ігри, прогнозування ризиків тощо.

Бінарна логістична регресія — це статистичний метод, що використовується для класифікації, коли потрібно передбачити одну з двох можливих категорій цільової змінної (бінарний вихід).

Наприклад, цей метод можна застосовувати для таких задач, як передбачення ймовірності захворювання (так або ні), успішності заходу (успіх або провал), класифікації клієнтів за рівнем задоволеності (задоволений або незадоволений), і т. д. [2].

Дослідження присвячене аналізу вагомості характеристик потенційних позичальників-фізосіб у оцінюванні їх кредитоспроможності. Обґрунтовано доцільність застосування методу нечіткого багатокритеріального аналізу, за яким вибір найбільш кредитоспроможних позичальників за рядом критеріїв здійснюється на основі парних порівнянь альтернатив.

Ґрунтуючись на результатах досліджень зазначених вище авторів, можна стверджувати, що дискусія стосовно питання кредитоспроможності позичальників та пов'язаних з цим кредитних ризиків, не закінчена та потребує обговорювання. Пропонується дослідження кредитного ризику методами машинного навчання з можливістю подальшого застосування алгоритму у банках задля мінімізації кредитних ризиків.

Особлива увага приділяється практичному застосуванню методів машинного навчання для оцінки створеної рейтингової моделі банку. Досягнення мети дослідження потребувало вирішення ряду завдань, зокрема розкриття теоретичної сутності оцінки дефолту позичальника, побудова математичної моделі ймовірності дефолту на основі рейтингової моделі банку, пошук оптимальних способів оцінювання якості математичної моделі та глибокий аналіз задля виключення аномалій в моделі.

Література

1. Гаврилюк Г. В. (2017) Аналіз вагомості критеріїв в оцінюванні кредитоспроможності фізичних осіб. *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*, № 6, с. 3–23.
2. Камінський А. Б., Сікач В. О. (2011) Нейромережеві технології в управлінні портфелем простроченої заборгованості. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*, № 84, с. 5–19.

IoT система віддаленого моніторингу фізіологічного стану пацієнта в реальному часі

Є. О. Винник, І. І. Борисенко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Інтернет речей (IoT) відкриває нові можливості у сфері медичних технологій для віддаленого моніторингу здоров'я пацієнтів. Система віддаленого моніторингу фізіологічного стану пацієнта, побудована на основі IoT, надає змогу збирати й аналізувати дані про стан здоров'я пацієнта в реальному часі. Це значно підвищує якість медичного обслуговування, особливо для пацієнтів із хронічними захворюваннями та людей похилого віку, яким потрібен постійний нагляд.

Дана IoT система складається з кількох компонентів: носимих датчиків, що вимірюють різні фізіологічні показники (температура тіла, частота серцевих скорочень, рівень кисню в крові); бездротових мережевих пристроїв для передачі даних на віддалений сервер; хмарної платформи, де інформація аналізується та зберігається. Використання таких систем дозволяє лікарям отримувати доступ до оновлених даних про стан пацієнтів та оперативно реагувати на зміни, що можуть потребувати невідкладної медичної допомоги.

Особлива увага приділяється інтеграції алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ) для аналізу великих обсягів даних у реальному часі. Це дозволяє не лише спостерігати за фізіологічними параметрами, а й прогнозувати критичні стани на основі накопиченої інформації. Зокрема, моделі ШІ здатні виявляти аномалії у функціонуванні серцево-судинної системи або респіраторних процесах ще до появи видимих симптомів, що дозволяє запобігати ускладненням. Розробка подібних систем передбачає врахування вимог до енергоефективності носимих пристроїв, конфіденційності даних пацієнтів, а також швидкості передачі та обробки інформації. Аналіз існуючих рішень у цій сфері вказує на високу ефективність поєднання IoT з хмарними технологіями для забезпечення стабільного та точного моніторингу.

Впровадження IoT технологій у медичний сектор сприяє підвищенню рівня обслуговування пацієнтів, дозволяє знизити навантаження на медичних працівників та зменшити затрати на лікування. Подальші дослідження зосереджені на вдосконаленні систем обробки даних в реальному часі та забезпеченні безпеки пацієнтів.

Література

1. Sharma K., Rani S., Rani S. (2021) IoT-Based Health Monitoring Systems: A Review. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021.
2. Patel M., Kumar M. (2020) Real-Time Patient Monitoring System Using IoT. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 9(6), 15–20.
3. Kumar A., Singh P. (2019) Remote Health Monitoring in Real-Time Using IoT. *IEEE Access*, 7, 36517–36526.

Роль комп'ютерного моделювання при аналізі та прогнозуванні споживання електроенергії

М. Б. Вітер, С. Б. Миськів

Національний транспортний університет

У сучасному світі електроенергія є основним енергетичним ресурсом як для більшості галузей економіки, так і для побутового використання. Вона забезпечує підвищення енергоефективності споживання та зниження вуглецевих викидів у атмосферу Землі. В Україні моделювання споживання електроенергії також пов'язане з відновленням промисловості після руйнувань, завданих війною. Тому актуальними є дослідження у сфері аналізу і прогнозуванні споживання електроенергії.

Моделювання електроспоживання є складною задачею, так як необхідно враховувати багато чинників, які можуть спричинити зростання чи падіння попиту на даний ресурс. Комп'ютерне моделювання якнайповніше враховує вимоги згаданої вище задачі. Воно передбачає формування відповідної комп'ютерної моделі об'єкту або процесу з метою дослідження його поведінки та використання отриманих знань для вирішення різних задач.

У роботі здійснено аналіз різних підходів до комп'ютерного моделювання споживання електроенергії:

1. Структурно-функціональний, який передбачає формування моделі за допомогою взаємозалежних комп'ютерних таблиць, схем, діаграм, графіків, малюнків, анімаційних фрагментів, гіпертекстів тощо. Графічна візуалізація, дозволяє краще зрозуміти складні дані та відкриває нові можливості для їх аналізу.

2. Моделювання за допомогою віртуальної реальності, що полягає у створенні віртуального середовища, в якому можна відтворювати різні сценарії поведінки об'єктів та процесів.

3. Методи чисельного моделювання, які базуються на розв'язанні математичних рівнянь і формул за допомогою обчислення.

4. Агентно-орієнтоване моделювання, в якому система розглядається як сукупність індивідуальних агентів зі своєю поведінкою та правилами взаємодії.

Проведений аналіз дав можливість вияснити, які підходи комп'ютерного моделювання найповніше описують ту чи іншу ситуацію у сфері споживання електроенергії користувачами, як підприємствами, так домашніми господарствами. На базі цих моделей можливе проведення ефективного коротко- та довгострокового прогнозування споживання електроенергії у різних галузях.

Окремою важливою задачею є виявлення аномалій у даних споживання, що передбачає розробку алгоритмів для автоматичного виявлення таких проблем, а також побудову систем раннього попередження про можливі складнощі.

Топологічно зберігаюча карта Кохонена

А. С. Горпинченко, В. Д. Кишенько, Я. В. Смітюх
Національний університет харчових технологій

Самоорганізуюча карта (SOM), також відома як мережа Кохонена — це обчислювальний метод для візуалізації та аналізу даних великої розмірності, особливо інформації, отриманої експериментально [1].

Карта Кохонена дає змогу групувати дані в кластери, не вимагаючи заздалегідь задавати їхню кількість і структуру.

Обчислення карт. Фундаментом початкових даних є n -вимірні евклідові вектори:

$$x(t)=[\zeta_1(t), \zeta_2(t), \dots, \zeta_n(t)]. \quad (1)$$

Відповідно « i » — це значення елемента даних у відповідній послідовності. Якщо математична модель має вигляд формули:

$$m_i(t)=[\mu_{i1}(t), \mu_{i2}(t), \dots, \mu_{in}(t)], \quad (2)$$

де $m_i(t+1)$ — нове значення;

$m_i(t)$ — минуле значення;

$x(t)$ — Новий елемент даних.

Значення послідовності що має генерацію математичної моделі. Послідовність визначається процесом злагоджування, значення вираховуються ітераційне зі минулих даних, обчислення нових даних.

$$m_i(t+1)=m_i(t)+\alpha(t)c_i(t) [x(t)-m_i(t)] \quad (3)$$

де $\alpha(t)$ — скалярний коефіцієнт;

індекс i — обробка моделі;

індекс iv — моделі з найменшою відстанню від $x(t)$;

Фактори $c_i(t)$ — різновид ядра залагоджування.

Ітераційний алгоритм забезпечує пакетну карту даних тобто дає подібні результати набагато швидше.

Ідея ітерації що для вибраного окремого вузла в мережі середнє значення в усіх вихідних елементів утворюються. Відповідно мають m_i більш наближеною моделлю.

Отже, самоорганізуюча карта дозволяє відображати та кластеризувати дані відповідно по заданим параметрам. Мережа в кінці перетворює багатомірну інформацію в малорозмірний простір при цьому зберігаючи топологію структуру даних.

Близькі за характеристиками дані вихідному просторі залишаються близькими і карті.

Це один із затребуваних методів аналізу даних, особливо коли необхідно виявити приховані закономірності та взаємозв'язки.

Створюючи візуальні моделі багатовимірних даних, допомагає виявити тенденції та залежності, які складно побачити звичайними способами.

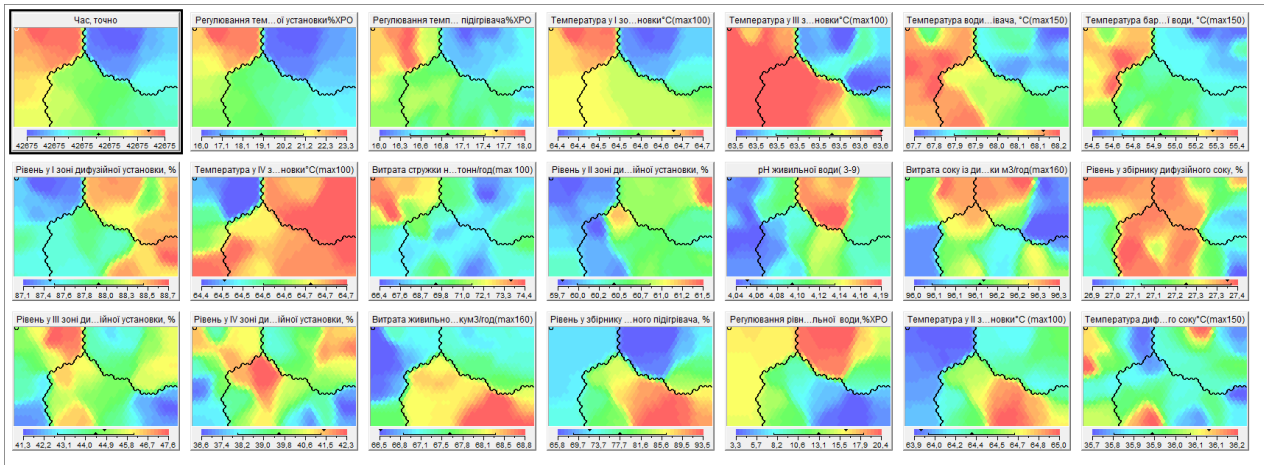


Рис. 1. Карта Кохонена випарної станції в програмі Viscovery SOMine

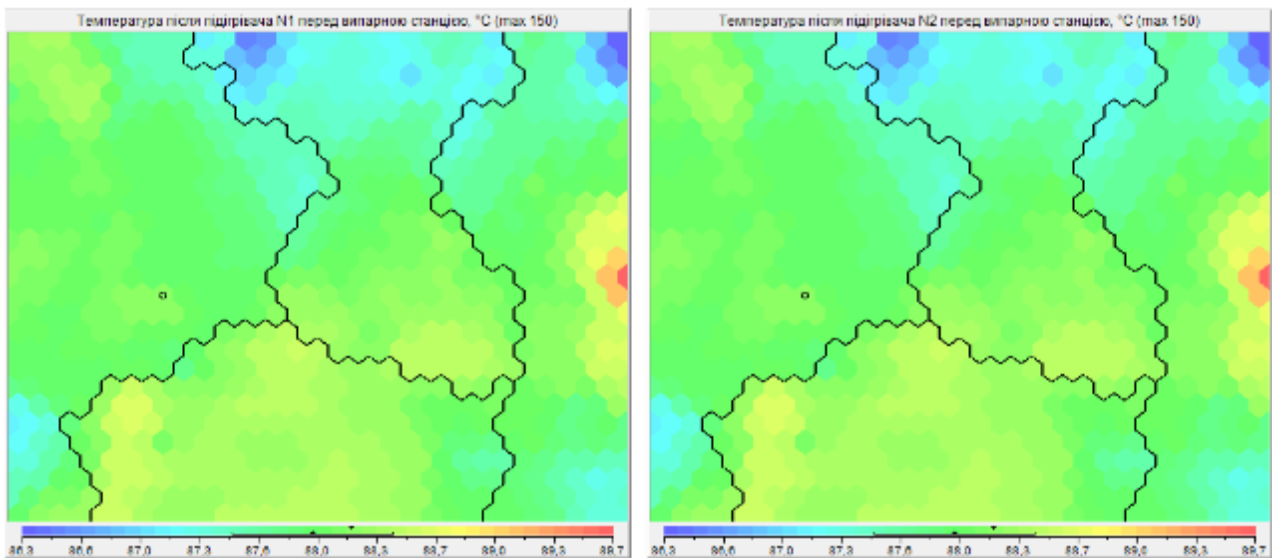


Рис. 2. Карта Кохонена температури після підігрівача першого та другого випарника у програмі Viscovery SOMine

Література

1. Kohonen T. (1982) Self-organizing formation of topologically correct feature maps, *Biological Cybernetics*, 43, 59–69.
2. Ладанюк А. П., Кишенько В. Д., Луцька Н. М., Іващук В. В. (2010) *Методи сучасної теорії управління*. К. : НУХТ, 196 с.
3. Kohonen T. (1995) *Self-Organizing Maps* Springer.

Алгоритм компенсації флуктацій вхідного зображення для підвищення точності роботизованого маніпулятора

Н. М. Гриценюк, І. Р. Пархомей

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Сучасні роботизовані системи вимагають точності та надійності позиціонування об'єктів, особливо в ситуаціях, коли для контролю використовуються візуальні датчики. Зокрема, у системах «вибери та розмісти» виявлення об'єктів і точність визначення місця розташування спрямовані на мінімізацію спотворення зображення, спричинене тремтінням камери. У цій статті розглядається підхід до компенсації варіацій у вхідних зображеннях для підвищення точності роботів-маніпуляторів.

Проведено детальний аналіз існуючих методів стабілізації зображення, включаючи оптичну, електромеханічну та цифрову стабілізацію зображення, для розробки алгоритму компенсації, що дозволяє підібрати оптимальне рішення для стабілізації зображення в реальному часі. Алгоритми на основі акселерометра створені для досягнення стабільності камери без необхідності використання громіздкого додаткового обладнання. Це дозволяє зчитувати та обробляти прискорення в реальному часі та компенсувати зміщення зображення, спричинені зовнішніми факторами, такими як вібрація робота чи маніпулятора.

Алгоритм компенсації, реалізований за допомогою акселерометра, спрямований на інтеграцію вимірних значень прискорення та визначення руху камери під час зйомки зображення. Це дозволяє регулювати положення зображення в реальному часі. Система заснована на даних акселерометра, який виявляє навіть найменші рухи камери, і алгоритми цифрової стабілізації для корекції зображення, що покращує точність позиціонування об'єктів на промислових складах і виробничих лініях.

Зібрані дані акселерометра аналізуються та інтегруються в центральну систему керування маніпулятором для забезпечення стабільності та точності в реальному часі, необхідних для обробки зображень, які використовуються як вхідні дані керування. Запропонований алгоритм покращує загальну точність і стабільність роботизованої системи, особливо при точному позиціонуванні об'єктів у динамічних умовах. Очікується, що подальші дослідження вдосконалять цей алгоритм шляхом розгляду більш складних моделей і впровадження нових сенсорних технологій для підвищення стабілізації.

Література

1. Patil V., Dighe K., Landage B. (2016) Automated Robot for Warehouse using Image Processing, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 5, pp. 102–104.

2. Golik B. (2006) *Development of a Test Method for Image Stabilizing Systems*: diploma thesis. Department of Imaging Sciences and Media Technology Cologne University of Applied Sciences, pp. 15–17, 22–23.

Сегментація аудиторії веб-сайту за допомогою кластерного аналізу

Д. А. Гуро, С. В. Грибков

Національний університет харчових технологій

У сучасному цифровому середовищі розуміння поведінки користувачів веб-ресурсів має вирішальне значення для ефективного ведення бізнесу та розробки дієвих маркетингових стратегій. Сегментація аудиторії дозволяє адаптувати контент та послуги до потреб конкретних груп користувачів, що підвищує рівень їхньої залученості та лояльності. Одним із ключових методів, який забезпечує ефективну сегментацію користувачів веб-сайтів, є кластерний аналіз, що дозволяє виявляти приховані закономірності у великих наборах даних.

Для бізнесу розуміння своєї аудиторії є фундаментальним завданням, проте процес автоматизованої кластеризації користувачів залишається недооціненим інструментом, який має значний потенціал у покращенні комунікації з клієнтами. Сегментація дає змогу адаптувати вміст веб-сайту під потреби різних груп користувачів, підвищуючи релевантність і залученість. Наприклад, на основі поведінкових патернів можна створювати персоналізовані пропозиції або рекомендації для користувачів, що стимулює їхню активність.

Крім того, кластеризація дозволяє визначати групи користувачів із подібною поведінкою або інтересами, сприяючи розробці цільових маркетингових компаній, які є більш результативними та мають потенціал для зростання прибутків. Зокрема, такі підходи можуть бути корисними для залучення менш активних користувачів, стимулюючи їх до здійснення покупок. Аналіз сегментів аудиторії також дозволяє оптимізувати інтерфейс і функціональність веб-ресурсів відповідно до потреб різних груп користувачів, а також ідентифікувати потенційні проблеми, які потребують усунення.

Існує широкий спектр алгоритмів кластеризації, кожен із яких має свої переваги та обмеження.

Ефективність кластеризації оцінюється за допомогою таких метрик, як коефіцієнт силуєту, інерція та індекс Калінські-Харабаша, які дозволяють визначити якість створених кластерів.

Таким чином, кластерний аналіз виступає як потужний інструмент для сегментації аудиторії веб-сайтів, що сприяє виявленню прихованих закономірностей у поведінці користувачів. Вибір алгоритму кластеризації та інструментів залежить від специфіки даних і поставлених цілей. Практичне впровадження сегментації дозволяє персоналізувати контент, оптимізувати маркетингові стратегії та значно покращити користувацький досвід.

Література

1. Montgomery A. L., Smith M. D. (2009) Prospects for Personalization on the Internet, *Journal of Interactive Marketing*, vol. 23, no. 2, pp. 130–137.
2. Kotler P., Keller K. L. (2016) *Marketing Management*. Pearson Education.

Тайм-серійний аналіз метрик веб-сайту для прогнозування навантаження та продуктивності

Д. А. Гуро, С. В. Грибков

Національний університет харчових технологій

У сучасному цифровому світі продуктивність та швидкодія веб-сайтів мають вирішальне значення для задоволення потреб користувачів та успіху бізнесу. Непередбачувані пікові навантаження можуть призвести до зниження швидкодії або навіть недоступності ресурсу, що негативно впливає на репутацію компанії та призводить до фінансових втрат [1]. Аналіз часових рядів метрик веб-сайту забезпечує дослідження змін ключових показників у часовій перспективі, дозволяючи ідентифікувати тренди, сезонні варіації та аномальні відхилення. Такий підхід сприяє прогнозуванню майбутніх навантажень і підвищенню ефективності роботи системи. Аналіз часових рядів виступає ефективним інструментом прогнозування пікових періодів відвідуваності, що дозволяє своєчасно масштабувати серверні ресурси та уникати перевантаження системи. Такий підхід є особливо важливим для електронної комерції в умовах зростання навантаження під час акційних кампаній або святкових періодів.

Дослідження метрик продуктивності, зокрема часу відгуку сервера та затримок завантаження веб-сторінок, дозволяє ідентифікувати тенденції погіршення роботи системи, що надає змогу завчасно вживати заходів для усунення цих проблем. Крім того, застосування методів аналізу часових рядів сприяє виявленню аномальних відхилень у ключових метриках, які можуть свідчити про наявність технічних несправностей або потенційних загроз безпеці. Така діагностика дозволяє оперативно реагувати на проблеми, знижуючи ризик збоїв у роботі системи та мінімізуючи їх негативні наслідки [2–3].

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій існує значна кількість готових систем для роботи з даними, серед яких однією з найбільш універсальних і гнучких є мова програмування Python. Зокрема, ефективними інструментами для аналізу часових рядів є:

pandas — потужна бібліотека для маніпуляції даними та обробки часових рядів, яка забезпечує широкий спектр функцій для роботи з різноманітними форматами даних;

statsmodels — бібліотека, що включає реалізації класичних статистичних методів аналізу часових рядів, таких як ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average, широко використовується для аналізу та прогнозування часових рядів; вона поєднує в собі авторегресію (AR), інтеграцію (I), ковзне середнє (MA), що дозволяє моделювати різні типи даних з урахуванням трендів та сезонності), та SARIMA (SARIMA розширює ARIMA, включаючи сезонні компоненти, що особливо корисно для даних з періодичними коливаннями);

TensorFlow та **Keras** — інструменти для створення та навчання нейронних мереж, зокрема, рекурентних нейронних мереж (RNN — REcurrent neural network), які здатні моделювати часові залежності в даних завдяки своїй

архітектурі з зворотним зв'язком) та довготривалої пам'яті (LSTM — Long Short-Term Memory є видом RNN, які можуть зберігати довгострокові залежності в даних, що робить їх особливо корисними для прогнозування часових рядів з тривалими трендами), які є важливими для прогнозування складних часових рядів;

Prophet — спеціалізована бібліотека для прогнозування часових рядів, що відзначається простотою налаштувань та ефективністю.

Зазначимо, що при аналізі великих часових рядів або даних, які охоплюють кілька параметрів одного процесу, завдання обробки часто переходить у площину роботи з великими даними (Big Data). У цьому контексті застосовуються високопродуктивні платформи, такі як: Apache Spark — платформа для розподіленої обробки даних, яка також підтримує машинне навчання через бібліотеку MLlib, дозволяючи працювати з великими обсягами інформації; BigQuery — хмарне сховище даних, розроблене компанією Google, що забезпечує високу ефективність зберігання та аналізу великих наборів даних.

Таким чином, для вирішення задач обробки та аналізу часових рядів у сучасних умовах доцільно інтегрувати можливості Python з використанням спеціалізованих бібліотек і платформ, що дозволить забезпечити високу точність, ефективність і масштабованість обчислювальних процесів.

Особливу увагу привертає розробка моделей прогнозування, які враховують сезонні коливання та довгострокові тенденції, що є критично важливим для підтримання стабільної роботи системи в умовах змінного навантаження. Інтеграція методів машинного навчання, таких як рекурентні нейронні мережі або трансформерні архітектури, дозволяє підвищити точність аналізу й адаптувати системи до реальних умов експлуатації.

Подальші дослідження у цій сфері спрямовані на порівняння ефективності різноманітних моделей аналізу часових рядів, розробку гібридних підходів, що поєднують переваги статистичних і нейронних методів, а також інтеграцію цих моделей із системами інтелектуального моніторингу. Останнє є особливо актуальним для автоматизації процесів виявлення аномалій та реагування на можливі технічні загрози в режимі реального часу. Таким чином, удосконалення методів аналізу часових рядів та їх практична реалізація дозволяють забезпечити високий рівень адаптивності веб-систем до змінних умов роботи, підвищуючи їхню ефективність і конкурентоспроможність.

Література

1. Khan Z., Salah K. (2018) IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges, *Future Generation Computer Systems*, vol. 82, pp. 395–411.
2. Chen J. et al. (2019) Predicting Response Time in Web Applications Using Machine Learning, *IEEE Transactions on Services Computing*.
3. Ahmad S. Et al. (2017) Unsupervised Real-Time Anomaly Detection for Streaming Data, *Neurocomputing*, vol. 262, pp. 134–147.

Роль GPU в епоху великих даних: можливості та виклики**Жебрак А.М.***ФОП Жебрак А.М.*

В епоху великих даних, коли обсяги інформації зростають з кожним роком, традиційні методи обробки даних, що базуються на центральних процесорах (CPU), вже не можуть задовольняти потреби сучасних аналітичних систем. Саме тому графічні процесори (GPU), які спочатку були розроблені для рендерингу графіки, стали основним інструментом для прискорення обробки даних.

Основною перевагою GPU є їх здатність до паралельної обробки. Вони містять тисячі дрібних ядер, які дозволяють виконувати багато обчислень одночасно. Це робить їх ідеальними для задач, що потребують паралельної обробки, таких як обчислення матриць, моделювання або великі трансформації даних, характерні для аналізу великих наборів інформації [1]. Завдяки високій пропускну здатності, GPU можуть обробляти великі обсяги даних значно швидше за CPU, що робить їх незамінними для таких галузей, як фінансовий аналіз, геноміка, а також для реального часу в аналітиці [2].

Зокрема, в машинному навчанні та глибинному навчанні, де обробка великих масивів даних є критичною, GPU відіграють важливу роль. Вони значно прискорюють навчання моделей, обробку даних та забезпечують більш ефективне виконання складних алгоритмів. Наприклад, при тренуванні нейронних мереж, великий обсяг обчислень можна значно прискорити за рахунок паралельної обробки на GPU, що дозволяє знизити час, необхідний для отримання результатів [3].

Ще одним важливим аспектом використання графічних процесорів є їх екологічна ефективність. Це робить їх більш енергоефективними, що є важливим фактором для великих дата-центрів та хмарних сервісів, де зниження витрат на електроенергію має критичне значення [1–3].

Окрім технічних переваг, графічні процесори створюють нові можливості для масштабування аналітики в сфері великих даних. Вони дозволяють одночасно обробляти різні частини даних, що прискорює прийняття рішень. Це особливо важливо для галузей, які потребують миттєвого аналізу в режимі реального часу, таких як фінанси, охорона здоров'я та кібербезпека [1–2].

З розвитком хмарних обчислень GPU стають більш доступними для компаній, що дозволяє зменшити витрати на придбання власних потужностей для обробки даних. Багато провайдерів хмарних послуг, таких як Amazon Web Services, Google Cloud та Microsoft Azure, пропонують потужні графічні процесори для обробки великих даних у хмарі, що робить GPU ще більш доступними для широкого кола організацій [3]. Це дозволяє компаніям, особливо малим та середнім підприємствам, ефективно обробляти великі обсяги інформації без необхідності значних капіталовкладень у інфраструктуру.

Незважаючи на численні переваги, використання GPU в обробці великих даних також має свої виклики. По-перше, хоча GPU значно швидші в обробці

паралельних завдань, вони все ж мають обмеження в обробці послідовних операцій, що може бути важливим для деяких видів обчислень, де важлива послідовність обробки даних. Також, на відміну від CPU, де кожне ядро має високий рівень гнучкості, ядра GPU спеціалізовані на виконанні однакових обчислень на великих наборах даних, що може обмежувати їх універсальність для деяких задач [2].

Крім того, для ефективного використання GPU необхідне налаштування спеціальних бібліотек і фреймворків, таких як TensorFlow, PyTorch, RAPIDS та інших, що оптимізовані для роботи з GPU. Це потребує додаткових зусиль з боку розробників і аналітиків даних для інтеграції цих технологій в робочі процеси [1].

Іншим викликом є проблема сумісності з програмним забезпеченням. Не всі існуючі системи і програми підтримують обробку на GPU, тому важливо вибирати такі рішення, які повністю інтегруються з GPU-системами, забезпечуючи при цьому ефективну роботу [3].

Використання GPU для обробки великих даних набирає обертів. Очікується, що з розвитком технологій та зростанням обсягів даних, ці процесори будуть відігравати ще більшу роль у вирішенні задач реального часу, таких як автоматичні системи виявлення шахрайства, рекомендаційні системи або автономні транспортні засоби [2].

Враховуючи тенденцію до розширення використання машинного навчання та штучного інтелекту в різних галузях, можна передбачити, що GPU залишатимуться важливим інструментом для реалізації складних аналітичних процесів. Окрім того, інновації в галузі хмарних обчислень, які дозволяють масштабувати ресурси GPU, забезпечать більш гнучкий підхід до обробки великих даних без необхідності значних капіталовкладень у власні обчислювальні потужності [1].

У результаті, графічні процесори не лише продовжать виконувати роль у прискоренні обробки даних, але й допоможуть вирішити нові проблеми, які постають в епоху великих даних, надаючи можливості для реального часу, інтелектуального аналізу та швидких інсайтів у різних сферах діяльності.

Література

1. McCarty D. (2017). GPU computing key to machine learning and big data performance, *TheServerSide.com*. URL: <https://www.theserverside.com/feature/GPU-computing-key-in-unleashing-big-data-and-AI-analytics-performance>.
2. AceCloud (2023) Boost Your Big Data Processing With GPU Computing. *AceCloud*. URL : <https://acecloud.ai/resources/blog/boost-your-big-data-processing-with-gpu-computing>.
3. Foster A. (2024). GPU Data Analytics: Transforming Insights and Speed, *Scream*. URL : <https://scream.com/blog/gpu-data-analytics/#:~:text=GPUs%20accelerate%20data%20analytics%20by,learning%20and%20real-time%20analytics>.

Порівняльний аналіз інтелектуальних методів прогнозування генерації електроенергії фотоелектричними станціями (ФЕС)

П. О. Зінькевич, В. В. Шпак, М. В. Маслій

Національний університет харчових технологій

Сонячна енергія є одним із значущих видів відновлюваної енергії, яка перетворюється на електроенергію за допомогою фотоелектричних станцій (ФЕС). Цей вид енергії вважається невичерпним, безкоштовним та екологічно чистим, що обумовлює високу популярність ФЕС. Важливим питанням енергетичного ринку України є точне прогнозування генерації електроенергії в короткостроковому періоді.

Короткострокові прогнози є основою погодинного прогнозування генерації ФЕС на добу наперед (коливається від однієї години до 24 год). На сьогоднішній день використовують фізичні, статистичні та інтелектуальні методи прогнозування. Серед методів інтелектуального прогнозування найбільшою популярністю користуються моделі на основі штучних нейронних мереж (ANN) і адаптивних нейронечітких систем логічного висновку (ANFIS) [1].

Метою цього дослідження є порівняльний аналіз методів короткострокового прогнозування виробництва електроенергії ФЕС з використанням інтелектуальних методів прогнозування: 1. Нелінійна авторегресійна нейронна мережа (ANN NAR); 2. Нелінійна авторегресивна екзогенна модель з екзогенними входами (ANN NARX); 3. Метод ANFIS, яка включає наступні моделі GENFIS: а) Модель Grid Partitioning; б) Модель Subtractive Clustering; в) Модель FCM Clustering. Моделі прогнозування були побудовані та протестовані за допомогою програмного забезпечення MATLAB 2022a з набором інструмента: Fuzzy Logic Toolbox та Deep Learning Toolbox. Об'єкт дослідження – ФЕС в м.Києві з встановленою потужністю 100 кВт. Розподіл даних навчальної та тестової вибірки проводився з використанням годинних вимірів генерації ФЕС кожного дня (24 виміри на добу) зафіксованих з 01 січня 2023 року по 28 грудня 2023 року з урахуванням святкових і вихідних днів (8864 виміри), а також метеодані: сонячна інсоляція (кВт/м²), швидкість вітру (м/с), відносна вологість (%) та температура навколишнього середовища. Навчальна вибірка включає дані з 1 січня 2023 по 27 грудня 2023 року з даними 8664 вимірів, а тестова вибірка містить дані з 28 грудня 2023 року на 24 виміри.

Методи ANN NAR та ANN NARX та включають наступні етапи: *Етап 1.* Підготовка вхідних даних (для методу ANN NAR: вхідні дані – потужність, електрична енергія вироблена ФЕС (кВт*год); для методу ANN NARX вхідні дані: сонячна інсоляція (кВт/м²), швидкість вітру (м/с), відносна вологість (%) та температура навколишнього середовища; вихідні дані – потужність, електрична енергія вироблена ФЕС (кВт*год)); *Етап 2.* Етапом дослідження є навчання штучної нейронної мережі; *Етап 3.* Результат навчання мережі оцінюється за похибками середньої квадратичної помилка (MSE) та коефіцієнт

детермінації R2. *Етап 4.* Після навчання мережі відкритого циклу на наступному етапі дослідження виконувалося багатокрокове прогнозування для передбачення на наступні 24-години (28 грудня 2023 року). *Етап 5.* Шостий етап включає визначення RMSE для як навчальної, так і тестової вибірок.

Метод ANFIS включає наступні етапи: *Етап 1.* Підготовка вхідних даних(вхідні дані: сонячна інсоляція (кВт/м²), швидкість вітру (м/с), відносна вологість (%)) та температура навколишнього середовища; вихідні дані – потужність, електрична енергія вироблена ФЕС (кВт*год)); *Етап 2.* Етапом дослідження є навчання мережі ANFIS; *Етап 3.* Налаштування параметрів FIS для навчальних даних. *Етап 4.* Навчання структури ANFIS. *Етап 5.* На п'ятому етапі використовується функція evalfis для прогнозування багатокрокового прогнозування на наступні 24-години (28 грудня 2023 року). *Етап 6.* Шостий етап включає визначення RMSE для як навчальної, так і тестової вибірок. Результати досліджень наведені в табл.І.

Таб. І. Результат моделей багатокрокового прогнозування

Метод ПЕН	Похибка RMSE	
	Train	Test
ANN NARX	1,6051	0,4510
ANN NAR	2,2079	0,8349
ANFIS Grid partitioning з 2 термами.	3,4321	0,2257
ANFIS Subtractive Clustering	3,5334	0,3353
ANFIS FCM Clustering	3,3663	0,3535

На основі розрахункових досліджень короткострокового допомогою двох моделей нейронних мереж ANN NARX та ANN NAR і трьох моделей на основі ANFIS, було встановлено, що найбільш ефективною прогнозною моделлю є ANFIS Grid partitioning з 2 термами.

Ця модель має значення RMSE 0,2257% для тестових даних. Додаткові вхідні параметри моделі ANFIS, такі як генерація ФЕС попереднього дня, тобто на один крок назад (t-n) можуть підвищити точність прогнозів.

Для методів ANN NARX та ANN NAR точність прогнозу можна підвищити шляхом збільшення кількості вхідних і вихідних даних (тобто починаючи з двох років).

Література

1. Kuevda I., Baliuta S., Zinkevich P., Stoliarov O. (2022) Forecasting the electricity generation of photovoltaic plants, *Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering: VI International Scientific-Technical Conference, 24-27 November 2022, Kielce (Poland, Ukraine, Croatia, Slovakia, Lithuania)*. Kielce, pp. 37–38.

Прогнозування фотоелектричної енергії за допомогою нелінійної авторегресивної екзогенної моделі NARX

П. О. Зінькевич, С. М. Балюта

Національний університет харчових технологій

Ю. В. Куєвда

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сонячна енергія стає одним із найбільш перспективних джерел електроенергії для об'єктів цивільної та промислової інфраструктури. Продуктивність генерації на фотоелектричних станціях (ФЕС) суттєво залежить від кліматичних та сезонних умов, зокрема хмарності, швидкості вітру, температури тощо. Точне короткострокове прогнозування генерації дозволяє оптимізувати управління виробництвом, постачанням і зберіганням електроенергії на щоденній чи погодинній основі, що підвищує надійність роботи ФЕС і якість електропостачання.

Серед інтелектуальних методів прогнозування найбільш поширеними є моделі, що базуються на штучних нейронних мережах (Artificial Neural Network, ANN). Однією з перспективних методик ANN є нелінійна авторегресивна модель із екзогенними входами (NARX). Модель NARX була обрана через її високу гнучкість використання та вміння навчати нелінійну модель із використанням відношення вхід-вихід.

Метою цього дослідження є порівняльний аналіз алгоритмів навчання NARX для прогнозування генерації електроенергії ФЕС. Для цього побудовано та протестовано моделі прогнозування з використанням програмного забезпечення MATLAB 2022b бібліотеки Deep Learning Toolbox.

Об'єктом дослідження є ФЕС в Херсонській області із встановленою потужністю 12,706 МВт. Налаштування та тестування моделей виконувалося на основі годинних даних за 2020 рік (24 виміри на добу, усього 8784 виміри).

Нейронну мережу NARX було навчено за допомогою десяти алгоритмів, а саме: алгоритму Левенберга–Марквардта (NARX-LMA), алгоритму баєсової регуляризації (NARX-BRA), алгоритму масштабованого спряженого градієнта (NARX-SCGA), квазіньютонівського алгоритму Бroyдена-Флетчера-Гольдфарба-Шанно (NARX-BFGS), адаптивного алгоритму зворотного поширення похибки (NARX-RP), алгоритму спряженого градієнта з перезавантаженнями за Пауеллом/Білем (NARX-CGB), алгоритму спряженого градієнта Флетчера-Пауелла (NARX-CGF), алгоритму спряженого градієнта Полака-Ріб'єра (NARX-CGP), однокрокового методу хорд (NARX-OSS), алгоритму градієнтного спуску із змінною швидкістю навчання (NARX-GDX).

Щоб досягти найкращої продуктивності НМ результати прогнозування за методом NARX на основі десяти алгоритмів перевірялися за допомогою статистичних критеріїв і порівнювалися з експериментально вимірними даними.

Метод ANN NARX складається з наступних кроків.

1. *Підготовка вхідних даних*: як вхідні параметри використовуються сонячна інсоляція (кВт/м²), швидкість вітру (м/с), відносна вологість (%) та температура навколишнього середовища, а вихідним є потужність, електрична енергія, вироблена ФЕС (кВт·год).

2. *Навчання штучної нейронної мережі*, що є основним етапом дослідження.

3. *Оцінка результатів навчання*: виконувалась на основі середньої квадратичної похибки (MSE) та коефіцієнта детермінації (R²).

4. *Багатокрокове прогнозування*: після навчання мережі у відкритому циклі виконувалось передбачення показників на 24 години вперед з використанням тестових даних.

5. *Оцінка похибок*: на цьому етапі визначається MSE для навчальної та тестової вибірок.

6. *Аналіз результатів*: отримані результати представлені у таблиці I.

Таб. I Порівняння результатів оцінки навчання моделей прогнозування

Метод навчання NARX	Похибка MSE	
	Train	Test
Levenberg-Marquardt <i>trainlm</i>	0,4666	0,0366
Bayesian Regularization <i>trainbr</i>	0,4526	0,022
BFGS Quasi-Newton <i>trainbfg</i>	0,4899	0,0577
Resilient Backpropagation <i>trainrp</i>	0,8368	0,0715
Scaled Conjugate Gradient <i>trainscg</i>	0,6687	0,0877
Conjugate Gradient with Powell/Beale Restarts <i>traincgb</i>	0,6265	0,0746
Fletcher-Powell Conjugate Gradient <i>traincgf</i>	0,742	0,0870
Polak-Ribière Conjugate Gradient <i>traincgp</i>	0,7077	0,0648
One Step Secant <i>trainees</i>	0,7269	0,0850
Variable Learning Rate Gradient Descent <i>traingdx</i>	0,9439	0,1359

Аналіз результатів прогнозування показав, що модель NARX, навчена з використанням вхідних даних чотирьох метеорологічних параметрів і як вихідних даних генерації ЕЕ ФЕС дає найкращу продуктивність при навчанні з використанням алгоритму NARX-BRA із середньою квадратичною помилкою MSE навчальної 0,4526% та тестової 0,022%.

Забезпечення відтворюваності результатів кластеризації на основі вдосконалення алгоритму Кохонена

О. В. Іващенко, С. С. Федін, М. К. Макеєв

Національний транспортний університет

Алгоритм Кохонена (Self-Organizing Maps, SOM) широко застосовується у сферах, де необхідно кластеризувати великі обсяги даних, таких як системи підтримки прийняття рішень, телекомунікаційні системи тощо. SOM проектує багатовимірні дані на двовимірну карту, де кожен вузол асоціюється з певною моделлю, яка відповідає локальним особливостям даних [1]. Однак випадкові фактори, як-от ініціалізація ваг і стохастичний вибір зразків, можуть призводити до непостійних результатів. У цьому дослідженні представлено вдосконалений підхід, який використовує фіксований параметр *seed* і власний генератор випадкових чисел для забезпечення стабільності результатів, що є критично важливим для задач, де необхідна точність і надійність кластеризації.

Алгоритм SOM широко використовується для кластеризації багатовимірних даних і збереження їхньої топологічної структури, але його базова версія має недоліки, які можуть спричинити нестабільність результатів. Стандартна реалізація SOM включає випадкову ініціалізацію ваг та стохастичний вибір зразків, що обмежує відтворюваність результатів при однакових вхідних даних. Запропонований метод вирішує ці проблеми за допомогою генератора випадкових чисел, що задає фіксовану послідовність, та параметра *seed*, який знижує розбіжності в результатах кластеризації при кожному повторному запуску. Параметр дозволяє зафіксувати початкову позицію, забезпечуючи однаковість результатів кластеризації при кожному повторному запуску. Це дозволяє зменшити варіативність кластерів та забезпечити стабільність і точність результатів аналізу, що значно розширює можливості алгоритму в аналітичних завданнях, де відтворюваність є критичною умовою.

Для реалізації методів оптимізації використовувалась мова програмування C#, на якій стандартний алгоритм SOM був доповнений генератором випадкових чисел та параметром ініціалізації *seed*. Було проведено серію експериментів із різними значеннями цього параметра (рис. 1, 2).

На рисунку 1 зображено результати, отримані при різних значеннях параметра *seed* (85690, 368). З результатів дослідження видно, що вибір значення *seed* впливає на просторове розташування кластерів на карті, особливо при низьких значеннях, де спостерігається помітна зміна форми кластерів. Ця зміна підтверджує значимість параметра для забезпечення стабільності кластеризації, а використання фіксованого значення (6548) (рис. 2) дозволяє досягти однакових результатів розташування кластерів при повторному запуску алгоритму, що є важливим аспектом для забезпечення точності результатів кластеризації.

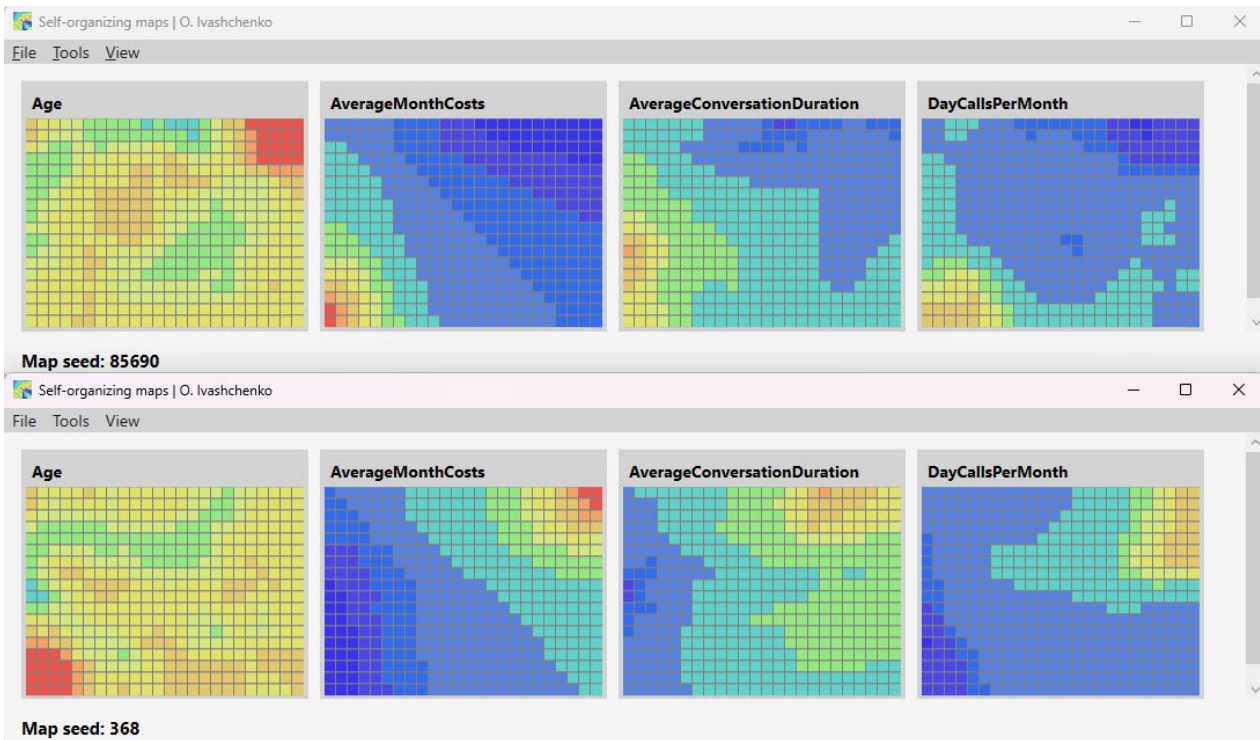


Рис. 1. Згенеровані карти для різних значень параметра seed

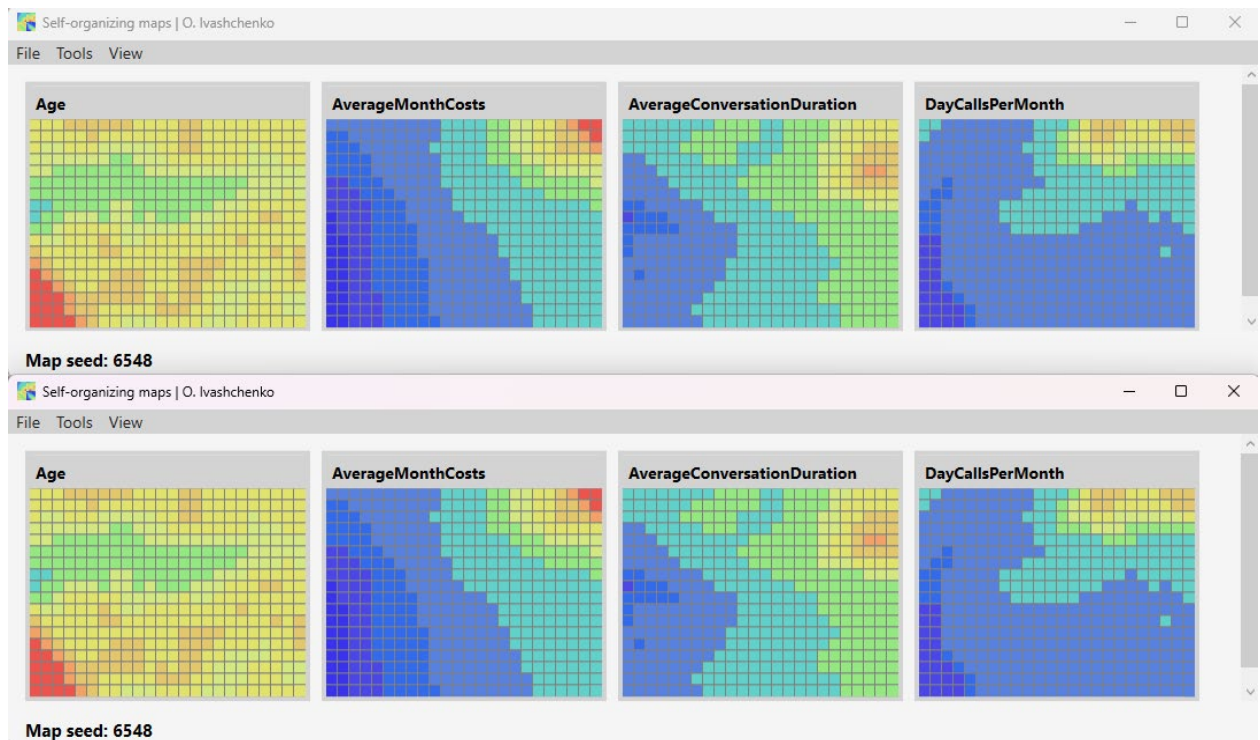


Рис. 2. Згенеровані карти для однакових значень параметра seed

Результати експериментів демонструють забезпечення стабільної відтворюваності результатів кластеризації на основі SOM із використанням власного генератора випадкових чисел та параметра seed.

Література

1. Kohonen T. (2001) Self-organizing feature map [online]. *Scholarpedia*. URL : http://www.scholarpedia.org/article/Self-organizing_feature_map.

Метод пошуку компромісного розв'язку однієї двокритеріальної задачі комівояжера

К. Є. Івохіна, В. В. Гавриленко, А. А. Улеєв

Національний транспортний університет

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.

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 за часом або відстанню маршрут, який проходить через кожне місто та закінчується в точці відправлення.

Змінними задачі є елементи бінарної матриці переходів між вершинами $X = \{x_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, n}$, які дорівнюють 1, якщо у побудованому маршруті для задачі присутнє ребро (v_i, v_j) , 0 — у іншому випадку. Оптимальним є найкоротший маршрут:

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n r_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

із обмеженнями

$$\begin{aligned} \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} &= 1, \quad i = \overline{1, n}, \\ \sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} &= 1, \quad j = \overline{1, n}, \\ i - j + nx_{ij} &\leq n - 1, \quad 1 \leq i \neq j \leq n. \end{aligned} \quad (2)$$

Зрозуміло, що проблема розв'язання задачі (1), (2) з метою знаходження оптимального маршруту представляє собою класичний варіант постановки задачі комівояжера, при вирішенні якої в якості критерію 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.

Одним із варіантів двокритеріальної задачі комівояжера є задача пошуку оптимального за довжиною та тривалістю проїзду маршруту на основі одночасного застосування критеріїв виду (1).

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

$$F_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$F_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (4)$$

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.

Використання двокритеріальної задачі додатково ускладнює процес розв'язання задачі комівояжера. При цьому постає питання щодо змісту поняття ефективного розв'язку за умови антагоністичності сформульованих критеріїв та застосування методів розв'язування відповідної задачі.

Розглянуто алгоритми розв'язування двокритеріальної задачі комівояжера шляхом її зведення до задачі з одним критерієм [2] або застосування алгоритмічного підходу. У першому випадку для розв'язання двокритеріальної задачі запропоновано розглянути критерій ефективності проїзду кожної ділянки транспортної мережі, тобто звести вихідну задачу до однокритеріального вигляду (1), (2) з матрицею R , елементи якої $r_{ij} = t_{ij}/d_{ij}$, $i, j = \overline{1, n}$.

Інший підхід базується на алгоритмічному обчисленні компромісу. Описано схему застосування алгоритму на основі модифікації методу Пріма [3], розробка якої пов'язана з неможливістю формального застосування алгоритму для визначення маршруту без повторень. Для використання методу Пріма в якості алгоритму визначення компромісу враховано вимогу, аналогічну умові задачі комівояжера, що дозволило отримати нову конструктивну процедуру пошуку розв'язків двокритеріальної задачі комівояжера з двома антагоністичними критеріями. Наведено результати роботи алгоритму для знаходження компромісних розв'язків задачі комівояжера за критерієм мінімізації тривалості руху та додаткової вимоги щодо порядку переміщення [4], проведено аналіз отриманих результатів.

Література

1. Зайченко Ю. П. (2013) Дослідження операцій. К. : «Слово».
2. Івохіна К. Є., Гавриленко В. В. (2024) Про один метод розв'язання задачі комівояжера з двома критеріями, *Тези I міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології»*, К., НУХТ, с. 230–232.
3. Kshemkalyani A. D., Singhal M. (2011) *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*. Cambridge University Press.
4. Івохін Є. В., Юштин К. Є., Улеєв А. А. (2024) Спосіб формалізації та метод розв'язання багатокритеріальної задачі комівояжера. *Тези VII міжнар. наук.-практ. Конф. МСІТ-24*, Рівне, с. 112–114.

**Рівні людино-машинної взаємодії
при оцінюванні ризиків і прийнятті рішень**

Р. В. Карманов, Н. А. Зубрецька

Національний транспортний університет

Людино-машинна взаємодія сьогодні є невід'ємною складовою професійної та побутової діяльності людини. Ступінь використання комп'ютеризованих систем, як допоміжних інструментів вирішення практичних завдань різного рівня складності, пропорційно залежить від розвитку їх обчислювальних можливостей, вищою мірою яких є здатність до безпосереднього прийняття ефективних рішень з урахуванням усіх ризиків. Емпіричні дані різної специфіки і рівня комплексності про досвід співпраці людини і машини демонструють низку переваг залучення машин для прийняття рішень в умовах ризиків: зберігання та аналіз великих обсягів інформації, оцінка невизначеностей і прогнозування наслідків, акцентування уваги фахівців, які відповідальні за прийняття остаточних рішень, на ключових аспектах завдання з метою заощадження когнітивних ресурсів та підвищення їх ефективності. Наприклад, дослідження ефективності клінічних моделей у сфері медичної діагностики показали переваги діагностики з регресійною актуарною моделлю, яка дає можливість більш точно встановити діагноз порівняно з суб'єктивною оцінкою спеціаліста [1]. Доведено, що в клінічних умовах перевагами алгоритмічних систем є невразливість до когнітивних упереджень, втоми, особистого досвіду та факторів навколишнього середовища [2, 3]. Однак лікарі зазвичай перевершують комп'ютери при аналізі відхилень і оперативному розумінні нових, складних і рідкісних симптомів [4]. Тобто, коли прийняття рішень пов'язане з високою невизначеністю, досвід фахівця стає домінуючим.

Коли людські та машинні судження не збігаються, функціонал системи має передбачати можливість аргументувати користувачеві хибність його міркувань, вказуючи, які когнітивні упередження діють, якої інформації бракує, які кореляційні зв'язки відсутні та які дані з вибірки рішень недостатньо досліджені. Така інформація підвищує когнітивну ефективність людини, в тому числі долаючи етичні бар'єри через двосторонню прозорість і взаєморозуміння [5].

Висока ступінь невизначеності нівелює закономірності даних наявних навчальних вибірок через притаманну ризиковій події випадковість та її причинно-наслідкових зв'язки. Це обумовлює зростання складності алгоритмів, які необхідні для моделювання та прогнозування ризикових подій, а питання надмірної підгонки та «чорної скриньки» стають критичними. Ця проблема демонструє важливість критерію поясненості (Див. таб. I) при побудові алгоритмічних моделей, вплив якого зростає разом з рівнем ризику та невизначеності, й, відповідно, підвищенням класу складності взаємозв'язків з користувачем [6].

Таб. I

Зв'язок рівня людино-машинної взаємодії з невизначеністю задачі

Рівень невизначеності	Напрямок дослідження	Ключові поняття	Рівень взаємодії
Низький	Алгоритмо-центричний	Машинне навчання, Глибоке навчання, Штучна нейромережа, Комп'ютерний зір,...	Машина допомагає людині (одностороння взаємодія)
Середній	Людино-центричний	Прозорий ШІ, Пояснений ШІ,...	Людина розуміє машину
Високий	Людино-машинна співпраця	Теорія прийняття рішень, Когнітивістика, Евристичне оцінювання,...	Машина «розуміє» людину

Як правило, алгоритмічні моделі з високим рівнем невизначеності найбільш адаптивні до відхилень навчальних вибірок і людського фактору, тому їх розробка найбільш перспективна для розв'язання задач високого рівня ризику. Попри це, технології такого рівня не існують відокремлено від аналогів нижчого рангу за критерієм невизначеності, оскільки зазвичай є комплексними і складаються з моделей нижчого рівня, або є прямими нащадками спрощених низькорівневих алгоритмічних систем, які в процесі розробки зазнали змін у властивостях і згідно з класифікацією належать до вищої категорії. Попри лінійний характер прогресу в галузі, роль високорівневої людино-машинної взаємодії в сегменті оцінки і прийняття ризикованих рішень лишається непропорційно меншою порівняно з людськими когнітивними ресурсами. Така тенденція зумовлена специфікою напряму, обмеженістю сфер застосування і поточним рівнем обчислювальних здатностей автоматизованих систем.

Література

1. Dawes R., Faust D., Meehl P. (1989) Clinical versus actuarial judgment. *Science*, 243(4899), pp. 1668–1674.
2. Miller A. (2018). Want less-biased decisions? Use algorithms. *Harvard Business Review*, 2018, pp. 7–26.
3. Whelehan D., Conlon K., Ridgway P. (2020). Medicine and heuristics: Cognitive biases and medical decision-making. *Ir. J. Med. Sci.*, 189(4), 1477–1484.
4. Lee J. (2020). Is artificial intelligence better than human clinicians in predicting patient outcomes? *Journal of Medical Internet Research*, 22(8), p. 19918.
5. Edmonds M., Gao F., Liu H., Xie X., Qi S., Rothrock B., Zhu Y. X., Wu Y. N., Lu H. J., Zhu S. C. (2019). A tale of two explanations: Enhancing human trust by explaining robot behavior. *Science Robotics*, 4(37), doi:10.1126/scirobotics.aay4663.
6. Cadario R., Longoni C., Morewedge C. (2021). Understanding, explaining, and utilizing medical artificial intelligence. *Nat. Hum. Behav.*, doi:10.1038/s41562-021-01146-0.

Дослідження та розробка аналітичної системи поширення та вживання м'ясної сировини

І. О. Кирилюк, М. П. Грама

Національний університет харчових технологій

Метою дослідження обрано забезпечення ефективного моніторингу та аналізу поширення і вживання м'ясної сировини через використання сучасних аналітичних інструментів. Важливість питання — в необхідності покращення прозорості та контролю на всіх етапах виробничо-споживчого ланцюга, що сприятиме підвищенню якості та безпеки продукції для кінцевих споживачів.

Під час проведення дослідження буде розроблена модель для аналізу даних щодо виробництва, поширення та споживання м'ясної продукції. Ця модель надасть можливість аналізувати вплив різних факторів, таких як економічні умови, рівень попиту та пропозиції, культурні особливості та інші. З допомогою результатів цього дослідження з'явиться можливість надавати точніші прогнози щодо виробничих потреб та оптимізації логістичних процесів.

Збір та обробка даних з різних джерел буде здійснюватися за допомогою наступного інструментарію. Для обробки даних використовується MSSQL, що забезпечує високу продуктивність та надійність. Дані будуть інтегровані та трансформовані за допомогою ETL-процесів, які дозволять створювати цілісні та якісні набори даних для подальшого аналізу.

Для візуалізації отриманих даних буде використовуватися Power BI, який допоможе створити зрозумілі та наочні звіти і дашборди. Особливістю даного проекту є використання Python для створення інтерактивних дашбордів у Power BI, що додасть додаткові можливості для аналітики та візуалізації даних.

Очікувані результати дослідження включають підвищення прозорості та контролю над процесами виробництва і поширення м'ясної сировини. Це буде досягнуто завдяки детальному аналізу даних і розробці рекомендацій для оптимізації виробничих та логістичних процесів. Що в свою чергу призведе до покращення якості і безпеки м'ясної продукції для споживачів, зменшення витрат і підвищення ефективності всього ланцюга постачання.

В результаті дослідження очікується виявлення залежності між кількістю спожитої сировини і ВВП, що вкаже на більшу спроможність населення споживати м'ясо в економічно розвинених країнах. Крім того, передбачається встановлення залежності цін на м'ясу сировину від ВВП та обсягу споживаної сировини, що допоможе краще розуміти економічні чинники, які впливають на ціноутворення м'ясних продуктів. Також очікується, що дослідження не виявить прямої залежності між кількістю населення й обсягами споживаної м'ясної сировини, оскільки інші фактори, такі як рівень доходів, культурні особливості та споживчі звички, можуть значно впливати на споживання м'яса.

Крім того виявлення залежності споживання певних типів м'ясної сировини в різних регіонах світу відповідно до культурного фону буде цілком очікувано.

Особливості прийняття рішень в умовах невизначеності

В. Д. Кишенько, І. В. Андріюк

Національний університет харчових технологій

Ухвалення рішення в більшості випадків полягає в генерації можливих альтернатив рішень щодо їх оцінки та вибору кращої альтернативи. Прийняти рішення — означає вибрати таку альтернативу з-поміж можливих, у якій з урахуванням всіх різноманітних факторів та суперечливих вимог буде оптимізована загальна цінність

При виборі альтернатив доводиться враховувати велику кількість суперечливих вимог і, отже, оцінювати варіанти рішень за багатьма критеріями.

Невизначеності є невід'ємною частиною процесів прийняття рішень.. Ці невизначеності прийнято розділяти на три класи [1]: пов'язані з неповнотою наших знань про проблему, через яку приймається рішення; невизначеність, пов'язана з неможливістю точного обліку реакції навколишнього середовища на наші дії, і, нарешті, неточне розуміння своїх цілей особою, що приймає рішення.

Одним із способів зняття невизначеності є суб'єктивної оцінка спеціаліста (експерта, керівника), що визначає його переваги.

Обстановку, у якій приймаються рішення, можна поділити на стабільну та екстремальну.

При прийнятті узгоджених рішень у стабільній обстановці, як правило, є більше часу для збору та аналізу даних та оцінки прийнятих рішень. Завдання, які вирішуються в стабільній обстановці можуть бути повторно розв'язувані та розв'язувані вперше.

Під час розв'язання повторних завдань фахівці спираються на накопичений досвід та аналіз результатів, раніше вирішених завдань. Для вперше вирішуваних завдань досвіду їх рішень немає, і фахівці змушені спиратися тільки на свої знання та інтуїцію.

Прийняття рішень в екстремальній ситуації характеризується гострим дефіцитом часу і, як правило, мінливою обстановкою. Ці два фактора сильно ускладнюють процес прийняття узгоджених рішень фахівців. Завдання, які вирішуються в екстремальних ситуаціях, можна поділити на раніше вирішені та унікальні.

Однак навіть за розв'язання аналогічних завдань практично не буває двох однакових надзвичайних ситуацій, тому поряд з використанням інформації, що зберігається в базі даних, фахівці повинні вводити нову інформацію, що відображатиме цю надзвичайну ситуацію, коригувати «ваги» (значущість) критеріїв, модифікувати метод ліквідації надзвичайної ситуації тощо.

Література

1. Ладанюк А. П., Решетюк В. М., Кишенько В. Д., Смітюх Я. В. (2014) *Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу*. К. : Центр учбової літератури, 280 с.

Інтеграція ШІ та NLP для управління аварійними ситуаціями в автоматизованих системах керування

О. Ю. Кривець, О. В. Харкянен

Національний університет харчових технологій

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості для ефективного виявлення, аналізу, передбачення та запровадження дій при виникненні техногенних катастроф та аварій на підприємствах.

Автоматизовані системи керування (АСК), наприклад, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), використовуються в енергетиці, нафтогазовій та водопровідній інфраструктурі для моніторингу, керування та збереження даних. Вони надають можливість операторам отримувати дані в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на можливі проблеми. Використання штучного інтелекту в автоматизованих системах керування відкриває нові можливості для підприємств щодо підвищення ефективності, продуктивності та безпеки виробничих процесів.

Розглянемо особливості використання ШІ в АСК на прикладі GE Predix — платформи для обробки даних в реальному часі на промислових об'єктах. Predix застосовує штучний інтелект для прогнозування потреб в обслуговуванні обладнання, управлінні виробництвом і оптимізації ресурсів, що особливо актуально в енергетиці та транспортній галузі.

Іншим прикладом використання ШІ в АСК є Siemens SIMATIC PCS 7. Ця система автоматизованого управління процесами дозволяє інтегрувати ШІ для аналізу даних в реальному часі та оптимізації виробничих процесів. Наприклад, система використовує алгоритми машинного навчання для прогнозування стану обладнання і оптимізації роботи в хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості.

Існуючі інтеграції ШІ з АСК загалом зосереджені на оптимізації виробничих процесів, прогнозуванні стану обладнання та потреб в обслуговуванні, проте дані системи лише прогнозують певні аварії, але не допомагають їх вирішувати.

З метою надання інформаційної підтримки при прийнятті рішень операторами під час усунення аварійних ситуацій пропонується використання природної мови (NLP) в АСК. Запропонована інтеграція допоможе знизити ризик людських помилок і створить механізм надання точних інструкцій.

Розглянемо детальніше переваги інтеграції моделей NLP в АСК.

Моделі NLP в режимі реального часу допоможуть розпізнавати шаблони, що свідчать про збої і надаватимуть операторам інформацію з відповідними інструкціями.

Чат-боти, інтегровані в АСК, зможуть надавати операторам миттєву інформацію, полегшуючи розуміння протоколів дій при аваріях. Голосові помічники, які працюють на основі NLP, нададуть операторам можливість

швидко отримувати інструкції або знаходити необхідну документацію, використовуючи голосові запити.

NLP може автоматично аналізувати і фіксувати послідовність подій під час аварії, що дозволяє створювати докладні звіти без втручання людини. Це корисно для подальшого аналізу причин аварії та вдосконалення протоколів.

Застосування моделей NLP для аналізу великих масивів історичних даних дозволяє прогнозувати можливі аварії та їх причини, в режимі реального часу відстежувати ризики та запобігати виникненню небезпек.

Використання NLP для розпізнавання команд оператора дозволяє приймати голосові або текстові команди, що спрощує керування системою, особливо при потребі швидкого реагування на аварійну ситуацію, при цьому оператори зможуть виконувати дії на відстані без потреби фізичної присутності на об'єкті.

Інтеграція технологій обробки природної мови у системи автоматизованого керування відкриває нові перспективи для підвищення ефективності та надійності роботи підприємств. Зокрема, такі технології стають незамінними в умовах підвищеного навантаження, коли швидкість і точність реагування є критично важливими.

Використання NLP дозволяє зберігати високий рівень безпеки, оскільки ці технології мінімізують вплив людського фактора та помилок, пов'язаних із стресовими ситуаціями або обмеженнями часу.

Отже, інтеграція NLP у АСК відкриває нові горизонти для вдосконалення технологій управління, підвищуючи ефективність роботи систем і зменшуючи ризики, пов'язані з людським фактором.

Література

1. Green L. Et al. (2024). Challenges and Opportunities in the Use of Artificial Intelligence for Predicting Environmental Disasters, *Proceedings of the International Conference on Environmental Science*, 67–78.
2. Russell S. J., Norvig P. (2015) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson ISBN 978-9332543515.
3. Nilsson N. J. (2009) *The Quest for Artificial Intelligence*. Cambridge University Press, 578 p. ISBN 978-0521116398.
4. Hinton G. (2018) *Deep Learning: A Revolution in Artificial Intelligence*, 1st ed. MIT Press, 450 p. ISBN 978-0262038003.
5. *SCADA systems explained*. URL : <https://scada-international.com/what-is-scada>.
6. The Role of AI in Industrial Automation. (2022). URL : <https://towardsdatascience.com/how-can-artificial-intelligence-be-applied-in-manufacturing-8662eaaea999>.
7. Smith J., Brown T. (2023). The Integration of Artificial Intelligence in Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems, *Journal of Industrial Automation*, 45(3), 123–135.

Система моніторингу та прогнозування цунамі з використанням технологій IoT

М. В. Кривченко, О. В. Кравченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Різні стихійні лиха завжди несли велику небезпеку як людям так і майну, особливо такі значні загрози, як цунамі. Для того щоб попередити населення та підприємства, були розроблені різні системи моніторингу та прогнозування. Прикладами таких систем є Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART) та Dense Oceanfloor Network for Earthquakes and Tsunamis (DONET). Ці системи забезпечують важливі дані про сейсмічну активність і зміни в морських умовах. DART використовує буї, що вимірюють підводні коливання, тоді як DONET забезпечує безперебійний моніторинг землетрусів за допомогою мережі сенсорів на океанському дні. З розвитком нових технологій з'явилася можливість покращити ці та їм подібні системи. Для цього ми можемо використати Internet of Things (IoT).

IoT технології активно використовуються для збору даних в реальному часі, що є особливо важливим елементом в системах моніторингу та прогнозування цунамі. Сюди входять мережі датчиків, які розташовані на суші та біля узбережжя, вони можуть виявляти рівень води та сейсмічну активність. При фіксуванні аномалій, дані негайно передаються на обробку, що дозволяє оперативно реагувати на інциденти. Також, дані, що збираються, можуть швидко бути передані до віддалених серверів чи хмарних платформ, де будуть оброблені аналітичними інструментами та алгоритмами для точного прогнозування.

Ще однією важливою технологією для системи моніторингу та прогнозування цунамі є Underwater Wireless Sensor Networks (UWSN). Ці мережі використовуються для збору даних з великих географічних територій та подальшої їх передачі на обробку та генерації раннього попередження. UWSN використовуються для різноманітних завдань, в той час коли Internet of Underwater Things (IoUT) — це концепція, яка дозволяє виявляти та прогнозувати події, що можуть призвести до катастроф. Протокол зв'язку для цієї технології зазвичай включає акустичну комунікацію, що дозволяє передавати дані з підводних сенсорів на поверхню. Це дає змогу підтримувати безперервний збір даних з датчиків, розташованих на великих глибинах, де використання інших методів зв'язку неможливе. Також, акустична мережа може передавати інформацію на значні відстані, що і дозволяє збирати дані з великих районів океану.

Для кращого розуміння того, як працює екосистема IoT, розглянемо її схематичне зображення. На Рис. 1 представлено основні елементи та зв'язки між компонентами, що забезпечують ефективну роботу системи. Ця схема ілюструє процес збору, передачі та обробки даних, який є ключовим для забезпечення безперервного моніторингу та точного прогнозування.

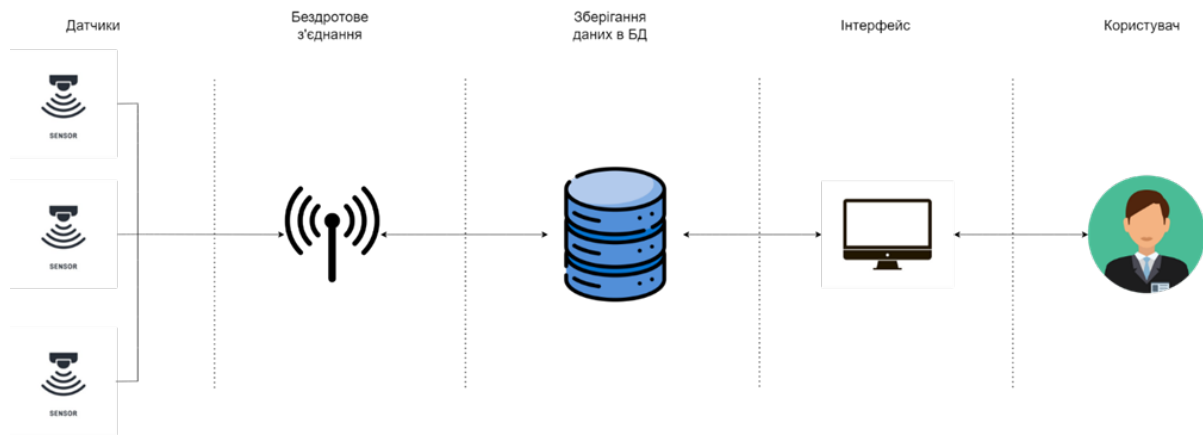


Рис. 1. Схематичне зображення IoT екосистеми моніторингу та прогнозування цунамі

Основу IoT-системи складають різні типи датчиків, які розташовані на суші, на воді, та під водою. Вони виявляють зміни в навколишньому середовищі, такі як рівень води, сейсмічну активність та атмосферний тиск. Також, вони використовують різні протоколи зв'язку, залежно від місця розташування і типу інформації, що передається. Наприклад, підводні датчики передають дані за допомогою акустичних сигналів, а наземні датчики — за допомогою LoRaWAN чи Zigbee. Передані дані обробляються алгоритмами прогнозування та спеціалізованими аналітичними інструментами. Результати обробки даних у системі моніторингу та прогнозування цунамі є надзвичайно цінними для прийняття рішень у режимі реального часу. Отримані результати зберігаються в центральній базі даних, що дозволяє аналітикам та науковцям проводити додатковий аналіз і покращувати роботу всієї системи. Завдяки доступу до історичних і поточних даних, можна виявляти тренди, аналізувати точність прогнозів та адаптувати алгоритми для підвищення їх ефективності.

Отже, інтеграція IoT та IoUT дозволить створити комплексну систему для моніторингу та прогнозування цунамі, що може оперативно реагувати на загрози та ефективно інформувати органи управління та населення про загрозу цунамі. Основною перевагою такої системи є безперервний збір даних у реальному часі, що критично важливо для зменшення часу реагування та зниження людських і економічних втрат.

Література

1. Esposito M., Palma L., Belli A., Sabbatini L., Pierleoni P. (2022) Recent Advances in Internet of Things Solutions for Early Warning Systems: A Review. *Sensors*, 22(6), 2124. URL : <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/6/2124>.
2. Takahashi N., Imai K. (2022) Realtime Tsunami Prediction System Using Ocean Floor Network for Local Regions. *Applied Sciences*, 12(3), 1627. URL : <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1627>.
3. González F. I., Milburn H. B., Bernard E. N., Newman J. (n.d.). *Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART®): Brief Overview and Status Report*. 1998. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). URL : <https://www.ndbc.noaa.gov/dart/brief.shtml>.

**Автоматизація діагностики стану тріщини в залізобетонних плитах
за величиною її поверхневого розкриття****А. Г. Куценко***Національний університет біоресурсів і природокористування України***Л. В. Харитонова***Національний транспортний університет***О. Г. Куценко***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Проблема визначення потенційної небезпеки дефектів залізобетонних конструкцій завжди була і залишається актуальною. Чітку відповідь на дане питання можна отримати, провівши ретельне дослідження методами неруйнівного контролю та встановивши геометричні параметри відповідної тріщини. Проте даний підхід не завжди є можливим або економічно виправданим. Тому значний інтерес представляє розвиток методів ідентифікації стану тріщини, які ґрунтуються на врахуванні параметрів тріщини, що можуть бути легко виміряні. У випадку плоских поверхневих поперечних тріщин в залізобетонних плитах таким параметром може бути розкриття берегів тріщини на поверхні. В роботі запропонований підхід, який реалізує наведену тезу.

Для реалізації вказаної ідеї необхідно попередньо провести ґрунтовне моделювання напружено-деформівного стану залізобетонної плити обраного типу з тріщинами різної глибини, створивши базу дефектів, в яку обов'язково мають увійти розподіли коефіцієнтів інтенсивності напружень (КІН) вздовж фронту тріщини та розподіли розкриттів тріщин на поверхні плити. На основі даних бази та параметрів зовнішнього навантаження плити за розподілом розкриття тріщини на поверхні плити можна однозначно визначити розподіл КІН вздовж її фронту. Останнє дозволяє встановити, наскільки небезпечною є тріщина.

Продемонструємо наведене на конкретному прикладі. У роботі [1] було проведено аналіз розподілу КІН вздовж фронту плоскої поперечної тріщини для широкого спектру геометричних параметрів, серед яких глибина залягання арматурних стрижнів a , їх діаметр d , глибина тріщини l , відстань між сусідніми арматурними стрижнями $2s$. При цьому вважалось, що глибина тріщини є меншою, ніж глибина залягання арматури. Типова конфігурація такої плити зображена на Рис.1. Було зроблено висновок, що у широкому діапазоні зміни глибини тріщини КІН слабо змінюється вздовж фронту тріщини. Останнє дало можливість побудувати адекватне аналітичне наближення розв'язку відповідної задачі механіки руйнування.

У даному дослідженні раніше отримані розподіли КІН були доповнені розподілами розкриттів тріщини вздовж поверхні плити. Як і у випадку роботи [1], вони були виконані для двох типових розподілів напружень, що відповідають чистому розтягу та чистому згину плити. У переважній більшості випадків напружений стан плит є їх суперпозицією.

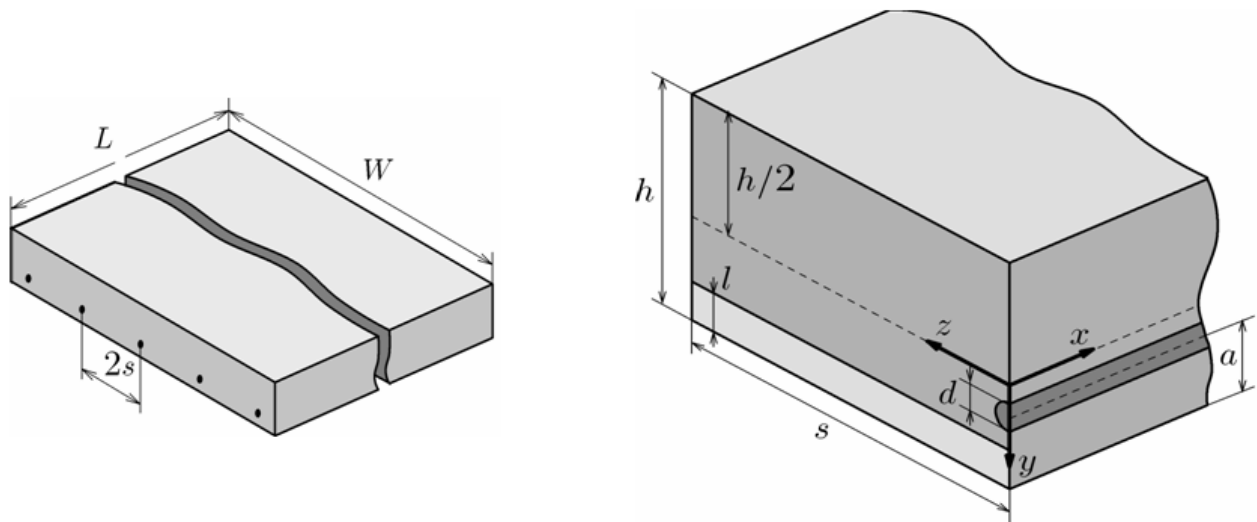


Рис. 1. Переріз плити (зліва) та одного її періоду (справа)

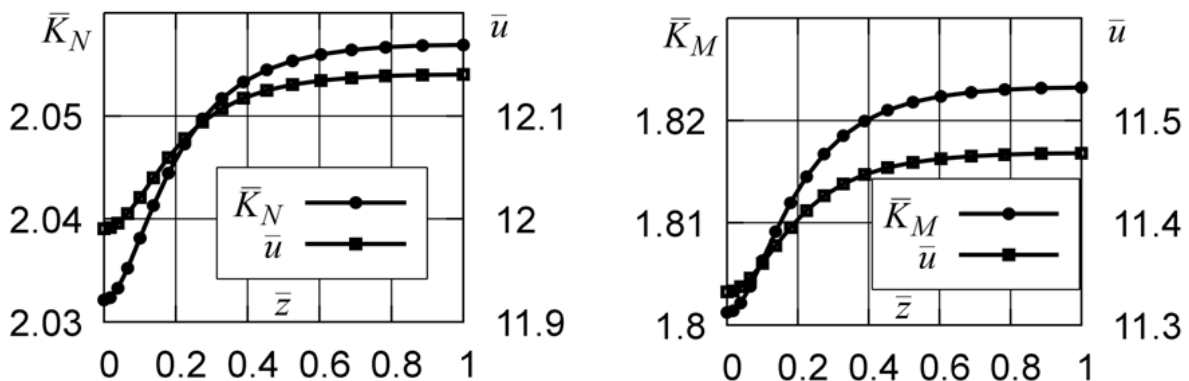


Рис. 2. Розподіли безрозмірних КІН (\bar{K}) та розкриттів (\bar{u}) при чистому розтягу (зліва) та чистому згині (справа) плити

На Рис. 2 наведено типові розподіли безрозмірних КІН та розкриттів при чистому розтягу та згині плити. Видно, що вказані розподіли в обох випадках демонструють гарну відповідність. Останнє означає, що розкриття тріщини на поверхні плити може бути покладене в основу критерію її стану. Це дозволяє за умови попередньо проведеного моделювання автоматизувати процес відбраковування плит з тріщиною лише за величиною розкриття тріщини на поверхні.

Варто відзначити, що, незважаючи на зовнішню схожість з деформаційним критерієм Панасюка-Леонова-Дагдейла [2], даний підхід є принципово іншим. У зазначеному критерії розкриття тріщини вимірюється в околі вершини тріщини на фіксованій відстані від неї.

Література

1. Bulgakov V., Kutsenko O., Kutsenko A., Aboltins A., Ivanovs S. (2023) Reinforcement impact on state of cracks in concrete slabs, *Engineering For Rural Development*, 22, pp. 721–728.
2. Зражевський Г. М., Кепич Т. Ю., Куценко О. Г. (2005) *Основи теорії міцності, деформації та механіки руйнування*. К. : ЛОГОС.

Goose Hub: Система інтерактивного управління кінематографічним контентом

Б. Ю. Куцуліма, У. О. Шкурупій, М. О. Василенко, О. В. Кравченко
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Із розвитком цифрових технологій та зростанням популярності онлайн-стрімінгу потреба в інтерактивних платформах, що забезпечують персоналізований та інтегрований кінематографічний досвід, стрімко зростає. Goose Hub — це платформа нового покоління, що не просто надає доступ до перегляду фільмів та серіалів, але й пропонує користувачам повноцінне середовище для взаємодії з кіно- та телевізійним контентом, персоналізації переглядів та управління рекомендаціями.

Ринок потокового відеоконтенту зростає з високою швидкістю. За прогнозами аналітиків, у 2025 році він досягне значної капіталізації, забезпечуючи користувачів широкими можливостями для доступу до відео в різних жанрах і форматах. Основною перевагою таких платформ, як Goose Hub, є їхня здатність задовольняти потреби користувачів у персоналізованому контенті, пропонуючи різноманітні фільтри пошуку, рекомендації на основі історії переглядів та рейтингову систему для підвищення інтерактивності.

Наразі ми можемо побачити динамічний та доволі швидкий розвиток кіноіндустрії й звичайному користувачеві буває складно слідкувати за всім одночасно. Goose Hub ставить за мету покращити користувацький, саме тому наш сервіс зможе надіслати нагадування користувачу на пристрій про вихід нової серії серіалу з його списку улюблених, або ж про вихід нового фільму його улюбленого жанру.

Такі популярні платформи як Netflix та Megogo, не дають користувачам здавалось би простої, але дуже значущої функції, а саме можливість створювати особистий рейтинг та ділитись ним з друзями, писати коментарі під фільмами, або ж створювати персоналізовані списки. Goose Hub своєю чергою вирішив додати таку можливість, щоб користувач міг вільно ділитися своєю думкою та знаходити друзів по інтересах.

Пропонуємо розглянути схему мікросервісної архітектури [1] платформи Goose Hub, що дозволяє забезпечити високу масштабованість і гнучкість архітектури [2], яку наведено на рисунку 1. Кожен з сервісів виконує конкретні функції. Authentication API призначений для управління автентифікацією користувачів. Movie API призначений для управління інформацією про контент на сайті, а саме фільми, серіали, мультфільми та аніме. User Profile API призначений для управління профілями користувачів. Comment API призначений для управління коментарями користувачів. Upload API призначений для завантаження контенту на сайт. Цей сервіс доступний тільки для адмінів сайту і дозволяє завантажувати контент на сайт, а саме фільми, серіали, мультфільми та аніме. Video Processing Service призначений для обробки файлів в HLS за допомогою утиліти FFmpeg. Frontend проєкту

використовує сучасні технології для створення динамічних та інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Архітектурна технологія Feature-Sliced Design [3] забезпечує організацію коду та спрощує його підтримку і масштабування.

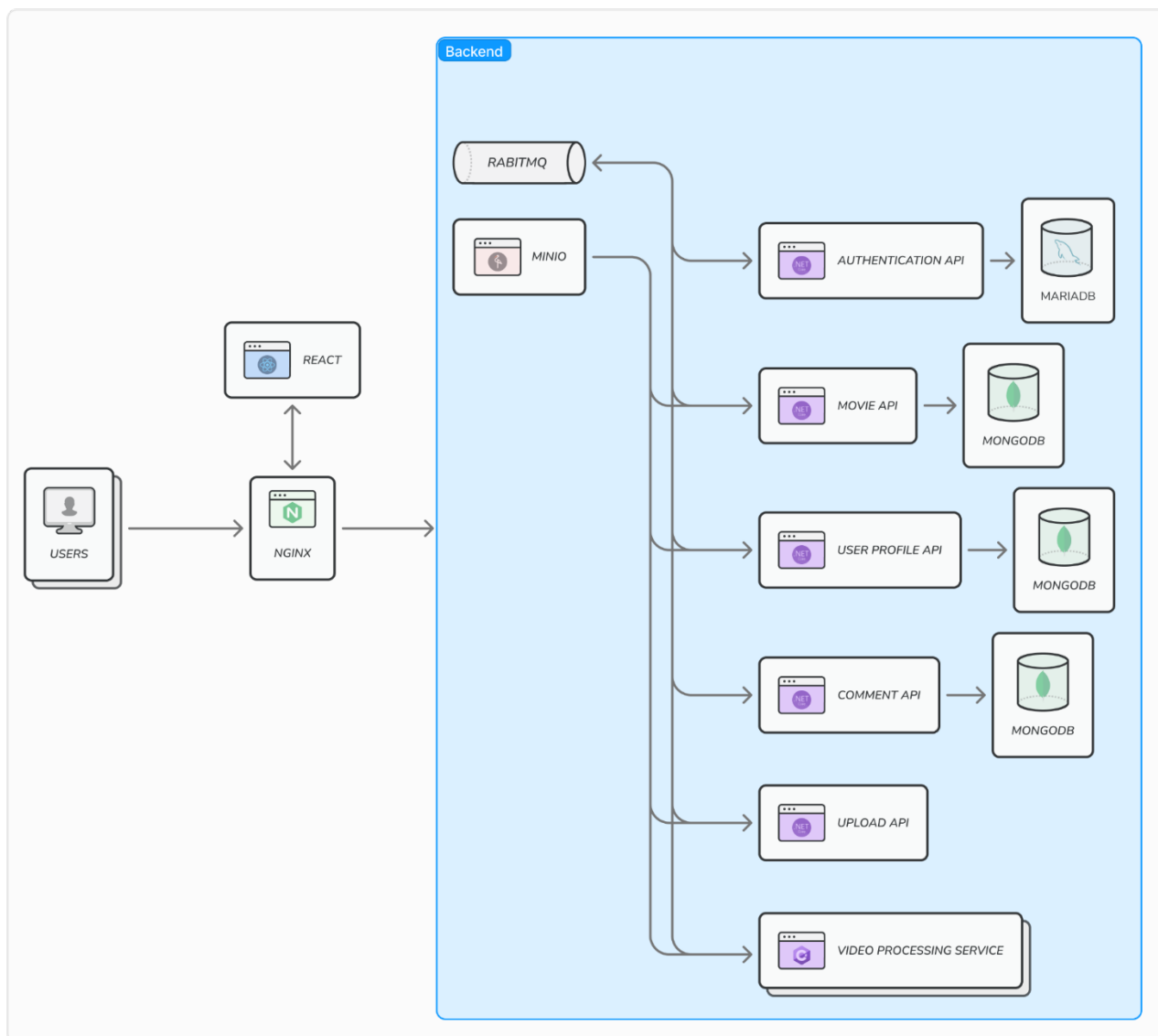


Рис. 1. Схема мікросервісної архітектури

Платформа Goose Hub пропонує інтерактивне управління кінематографічним контентом із фокусом на персоналізацію та масштабованість завдяки мікросервісній архітектурі. Вона забезпечує можливості створення списків, рейтингів, коментування та інтеграції рекомендацій для покращення користувацького досвіду. Рішення спрямоване на задоволення зростаючих потреб ринку потокового відеоконтенту.

Література

1. Newman S. (2019). *Building microservices: Designing Fine-Grained Systems*. O'Reilly Media.
2. Pidd M. (2004). *Systems Modelling: Theory and Practice*. Wiley.
3. *Documentation Feature-Sliced Design*. (2024). URL : <https://feature-sliced.design/docs>.

Прогнозування продажів автомобілів із використанням бібліотеки Facebook Prophet

П. В. Кучер, Н. А. Зубрецька

Національний транспортний університет

Сучасний ринок автомобільного транспорту зазнає суттєвих змін через економічні, соціальні та технологічні чинники, що створює нові виклики для виробників, дистриб'юторів і продавців. Прогнозування обсягів продажів автомобілів — важлива складова стратегічного планування, адже дозволяє адаптувати маркетингові стратегії організацій, системи управління запасами і фінансові прогнози відповідно до коливань попиту. Традиційні методи прогнозування: ARIMA, ARCH, регресійні моделі, нейромережі [1–3] та сучасні прогнозуючі програми, як Econometrics Views [4], часто мають обмеження при роботі зі складними часовими рядами, що включають нерівномірні дані або сезонні коливання. Для розв'язання таких завдань сьогодні все більш популярні інструменти роботи з часовими рядами, до яких належить бібліотека Prophet, розроблена Core Data Science з Facebook і надає API для Python і R. Prophet ефективно враховує сезонні та трендові коливання, дозволяє отримати гнучкий і адаптований до специфічних умов прогноз продажів для оперативного реагування на зміни попиту і пропозиції, розробки стратегій підвищення рентабельності бізнесу, що особливо актуально для аналізу циклічних даних фінансового, енергетичного, автомобільного ринків [5].

Для оцінки ефективності використання Facebook Prophet і створення коротко- та середньострокових прогнозів продажів автомобілів в Україні було використано дані продажів авто [6–7] в Україні за 2015–24 рр. без використання додаткових зовнішніх показників-регресорів. Дані за 2015–22 взято як тренувальну вибірку, а за 2023–24 — як тестову. Прогноз із використанням Facebook Prophet охоплював 2023 рік і 9 місяців 2024 року (рис. 1), що дозволяє автоматично врахувати тренди та сезонність і є особливо важливим для циклічних ринків, до яких належить ринок автомобілів.



Рис. 1. Прогноз часового ряду продажів автомобілів

Модель Prophet дозволяє розділити часовий ряд на кілька компонентів: трендова складова, сезонна складова, випадкова складова. Додаткова перевага Prophet полягає у здатності працювати з нерівномірними даними та враховувати можливі пропуски. Це забезпечує більш гнучкий підхід до прогнозування, особливо в умовах нестабільності ринку, коли дані можуть бути неповними або нерегулярними. Оцінку точності моделі проведено за допомогою метрик MAE, MAPE, RMSE.

Під час тестування моделі було визначено, що Prophet ефективно виявляє сезонні закономірності у продажах автомобілів, що може бути корисним для виявлення періодів пікового попиту. Це дає можливість ефективно планувати запаси, маркетингові заходи та прогнозувати фінансові надходження. Крім того, відсутність додаткових змінних у моделі робить її придатною для оперативного прогнозування, коли є лише доступ до історичних даних без даних про зовнішні ринкові фактори.

Результати дослідження показали, що Facebook Prophet є ефективним інструментом для прогнозування продажів автомобілів за часовими рядами. Prophet, дозволяє створювати надійні прогнози на основі історичних даних без складних налаштувань та інтеграції додаткових зовнішніх змінних. Метод надає точні прогнози для коротко- та середньострокового планування, що корисно для ухвалення рішень у сфері маркетингу, управління запасами та розподілу ресурсів. Надалі можна розглянути інтеграцію додаткових змінних для підвищення точності довгострокових прогнозів, таких як макроекономічні індикатори чи ринкові тенденції.

Література

1. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. (2018) *Forecasting: principles and practice*, 2nd ed., OTexts: Melbourne, Australia, 380 p.
2. Navratil M., Kolkova A. (2019) *Decomposition and Forecasting Time Series in the Business Economy Using Prophet Forecasting Model*. *Central European Business Review*, vol. 8, no. 4, pp. 26–39. URL : <https://doi.org/10.18267/j.cebr.221>.
3. Sunki A. et. al. (2024) Time series forecasting of stock market using ARIMA, LSTM and FB prophet, *MATEC Web of Conferences*, vol. 392, p. 01163. URL : <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439201163>.
4. EViews.com. (2024) *EViews 12 Full Installer Download*. URL: https://www.eviews.com/download/downloadfull_12.shtml
5. Güler A. et al. (2024) Forecasting Restaurant Sales with the Sensitivity of Weather Conditions and Special Days Using Facebook Prophet. *Journal of Data Applications*, № 2, с. 15–30. URL : <https://doi.org/10.26650/joda.1450459>.
6. *Auto Consulting: інформаційно аналітична група* (2024) URL : <http://autoconsulting.ua>.
7. AutoConsulting (2024) *У вересні авторинок прогнозовано просів на 31%*. URL : <https://autoconsulting.ua/article.php?sid=57276>.

**Математичне моделювання процесу створення
об'ємних хвиль зсуву в шарувато-періодичному середовищі
типу метал-п'єзоелектрик-діелектрик**

В. В. Левченко

Національний університет біоресурсів і природокористування

В роботі розроблено узагальнений підхід до вирішення проблем динамічних коливань і розповсюдження електропружних хвиль в шарувато-періодичних структурах [1]. У рамках концепції механіки суцільного середовища для побудови та аналізу дисперсійних рівнянь, що описують поширення об'ємних, поверхневих та нормальних хвиль різної поляризації в шарувато-періодичних середовищах різних класів анізотропії, було запропоновано ряд математичних підходів.

Постановка задачі та метод розв'язання проблеми. Нехай у декартовій системі координат $Oxuz$ розглянута структура моделюється періодичним повторенням уздовж осі ox «породжувального пакета», що складається з трьох шарів: п'єзоелектричного шару товщини h_{p1} , діелектричного шару товщини h_{di} п'єзоелектричного шару товщини h_{p2} . Зовнішні поверхні пакету металізовані (покриті тонким металевим шаром з нульовим потенціалом). Фізико-механічні властивості п'єзоелектричних шарів описуються матеріальними співвідношеннями гексагонального класу $6mm$ з віссю симетрії шостого порядку вздовж осі oz . Поширення зсувних акустоелектричних хвиль вздовж напрямку сталості власних середовищ описуватиметься в п'єзоелектричних шарах системою лінійних рівнянь.

У цій роботі запропоновано спосіб побудови дисперсійних співвідношень для об'ємних акустоелектричних хвиль, що поширюються в шарувато-періодичних середовищах, утворених повторенням п'єзо-діелектричного металізованого «породжувального» пакета. На основі методу, запропонованого в попередні роботи задача про об'ємні хвилі зведена до дослідження властивостей передавальних матриць, через елементи яких виражаються необхідні дисперсійні співвідношення.

У роботі вдалося, використовуючи умову металізації на зовнішніх поверхнях пакета, записати дисперсійні співвідношення через елементи матриць другого порядку замість четвертого. У широкому діапазоні зміни частоти і хвильового числа проведено чисельні дослідження та описано закономірності поширення об'ємних хвиль у різних структурах. Вивчено вплив фізико-механічних параметрів шарів на структуру зон запирання та пропускання, а також досліджено вплив п'єзо ефекту на розташування меж зон при зміні відносних товщин шарів у пакеті, що «породжує» структуру.

Література

1. Levchenko V. V. (2004) Propagation of magnetoelastic shear waves through a regularly laminated medium with metalized interfaces, *Int. Appl. Mech*, vol. 40, № 1, pp. 97–102.

Новий підхід до визначення форм коливань пружних хвиль у періодично-неоднорідних середовищах

В. В. Левченко

Національний університет біоресурсів і природокористування

В класичних лінійних задачах теорії коливань дискретних і континуальних систем з дискретними (скінченими або зліченими) частотними спектрами алгоритм визначення власних частот і форм вимагає першочергового обчислення власних частот з наступним визначенням власних форм. Аналогічна послідовність дій розв'язку спектральних задач була запропонована в статті і застосована в наступних публікаціях для систем з кусково-неперервним спектром про поширення об'ємних хвиль в періодично-неоднорідних середовищах. В цих роботах спочатку знаходилися зони пропускання об'ємних хвиль, а потім для довільних частот з цих зон по загальному розв'язку задачі визначалися відповідні форми хвильових рухів.

В цій роботі пропонується новий метод визначення форм коливань для систем з кусково-неперервним спектром. Метод полягає в тому, що спочатку апріорі задається кратна періоду структури періодичність обвідної кривої загального розв'язку, потім знаходяться частоти коливань із зони пропускання (власні частоти) і для них будують форми хвильових рухів в структурі (в межах заданої періодичності обвідної).

Розглянемо неоднорідне середовище пружності $c_{ij}(z)$ і густина $\rho(z)$ якої є періодичними функціями $c_{ij}(z + z_{00}) = c_{ij}(z)$, $\rho(z + z_{00}) = \rho(z)$ з періодом $z_{00} > 0$. При поширенні пружних хвиль в напрямку осі Z при незалежних від X розв'язках переміщення і напруження відмінні від нуля залежать від одної просторової координати z . Задача про поширення хвиль зводиться до системи диференціальних рівнянь. В результаті математичних перетворень пошук розв'язку якої зводиться до дослідження системи лінійних рівнянь. Далі зупинимося на системі рівнянь відносно невідомих σ_{yz} і v . Для визначення загального рішення періодичної по просторовій координаті z системи скористаємося запропонованим в роботі [1] підходом. Вибравши розв'язок системи рівнянь у вигляді $\{w(z, t), \sigma_{yz}(z, t)\} = \text{Re}\{z_{00}q(\xi), c_{00}p(\xi)\} \exp(-i\omega t)$, отримаємо Гамільтонову систему

$$q' = \frac{1}{c_{44}(\xi)} p, \quad p' = -\rho(\xi)\omega^2 \frac{z_{00}^2 \rho_{00}^2}{c_{00}}$$

Тут введені безрозмірні амплітуди $q(\xi)$, $p(\xi)$, безрозмірні параметри $\bar{c}_{44}(\xi) = c_{44}(\xi)/c_{00}$, $\bar{\rho}(\xi) = \rho(\xi)/\rho_{00}$, безрозмірна частота $\bar{\omega} = \omega^2 \frac{z_{00}^2 \rho_{00}^2}{c_{00}}$, безрозмірна координата $\xi = z/z_{00}$ і нормуючі множники c_{00} , ρ_{00} , z_{00} .

Розв'язок періодичної гамільтонової системи рівнянь можливо записати у вигляді:

$$[q(\xi), p(\xi)] = \sum_{m=1}^2 c_m \rho_m^{n-1} U(\xi - (n-1)\xi_{00}, 0) d_m \quad (1)$$

$$(n-1)\xi_{00} \leq \xi \leq n\xi_{00}; \quad n - \text{ціле число.}$$

Тут $U(\xi, 0)$ — матриціант системи на першому (основному) періоді $0 \leq \xi \leq \xi_{00}$, ρ_m і d_m — власні значення (мультиплікатори) і власні вектори матриці $U(\xi, 0)$.

Матриціант $U(\xi, 0)$ в загальному випадку можливо знайти числовим методом, розв'язуючи дві задачі Коші для системи (1) на відрізку $(0, \xi_{00})$ з лінійно незалежними одиничними початковими векторами. Якщо коефіцієнти системи на відрізку мають точки розриву першого роду, то в цих точках повинні виконуватися умови неперервності функцій $q(\xi)$ і $p(\xi)$.

Для регулярно шаруватих середовищ, які утворені породжуючим пакетом із Q однорідних шарів товщини h_q ($h_1 + \dots + h_Q = h \equiv z_{00}$) і фізико-механічними властивостями $c_{ij,d}$, ρ_q , матриціант можливо знайти в аналітичному вигляді

$$U(\xi, 0) = M(\xi - \xi_{q-1})M(\xi_{q-1} - \xi_{q-2}) \dots M(\xi_1 - \xi_0);$$

$$\bar{h}_1 + \dots + \bar{h}_{q-1} = \xi_{q-1} < \xi < \xi_q = h_1 + \bar{h}_{q-1} + \bar{h}_q, \quad \xi_0 = 0,$$

а матриці $M(\xi - \xi_{q-1})$ мають вигляд

$$M(\xi - \xi_{q-1}) = \begin{bmatrix} \cos \bar{k}_{33,q}(\xi - \xi_{q-1}) & \frac{\sin \bar{k}_{33,q}(\xi - \xi_{q-1})}{c_{33,q} \bar{k}_{33,q}} \\ -c_{33,q} \bar{k}_{33,q} \sin \bar{k}_{33,q}(\xi - \xi_{q-1}) & \cos \bar{k}_{33,q}(\xi - \xi_{q-1}) \end{bmatrix}$$

Тут використані позначення

$$\bar{k}_{33,q} = k_{33,q} h, \quad k_{33,q} = \omega \sqrt{\rho_q / c_q}, \quad \bar{\omega}^2 = \omega^2 h^2 \frac{\rho_{00}}{c_{00}}, \quad c_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_{00}}, \quad \text{площина}$$

розділу шарів задаються рівняннями $z = z_{n,q} \equiv nh - h + h_1 + \dots + h_q$.

Характеристичне рівняння матриці монохромії $U(\xi, 0)$ періодичної гамільтонової системи відносно мультиплікаторів буде зворотним $\rho^2 - \rho \text{Spur}(U(\xi, 0)) + 1 = 0$. Якщо ввести заміну $\rho^2 = \exp(\pm ish)$, то характеристичне рівняння зведеться до вигляду

$$2 \cdot \cos hs = \text{Spur}(U(\xi_{00}, 0)) = 2 \cdot b_Q$$

Поклавши в останньому рівнянні hs рівним $2\pi l/m$, отримаємо форми коливань певної симетрії.

Література

1. Шульга Н. А. (1984) Поширення хвиль зсуму в стратифікованих середовищах із періодичними властивостями, Прикл. механіка, 20, № 3, с. 116 – 119.

**Створення інформаційної системи для аналізу та прогнозування
виробництва та реалізації м'ясо-молочної продукції
з використанням машинного навчання**

А. М. Лисенко, М. П. Грама

Національний університет харчових технологій

В сучасному світі аграрні та харчові підприємства стикаються з численними викликами, зокрема зі зростанням вимог до якості продукції, жорсткою конкуренцією, необхідністю оптимізації виробничих процесів і управління поставаннями [1]. У таких умовах підприємства, які займаються виробництвом і реалізацією м'ясо-молочної продукції, можуть значно покращити свої бізнес-процеси шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій і методів машинного навчання [2].

Як основу даної системи заплановано використати мову програмування Python версії 3.7 та новіше, оскільки дані версії мають в собі необхідні фреймворки (англ. Framework) та бібліотеки, що найкраще підходять для виконання задачі [3]. За мету поставлена розробка системи, що має змогу аналізувати графік виробництва та реалізації та передбачати тенденцію на найближче майбутнє для прогнозування обсягів вищезазначених показників.

Серед методів реалізації найбільше підходить використання методу регресійного аналізу, аналізу часових рядів ARIMA (англ. Autoregressive Integrated Moving Average) та рекурентної нейронної мережі RNN (англ. Recurrent Neural Network) з типом LSTM (англ. Long Short-Term Memory). Набір даних технологій забезпечить високу точність прогнозування [2].

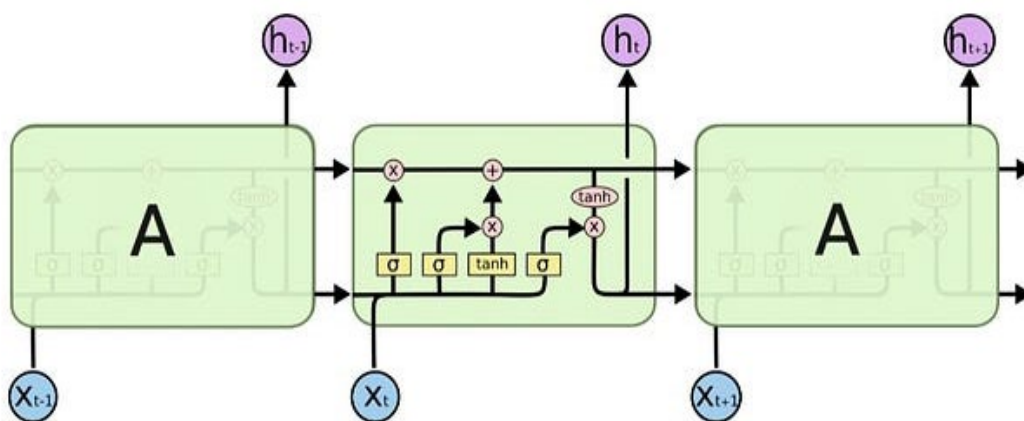


Рис. 1. Схема архітектури нейронної мережі типу LSTM

Метод регресійного аналізу забезпечує математичну базу для виявлення залежностей між змінними, тоді як ARIMA ефективно обробляє часові ряди, враховуючи сезонні коливання та тренди [4]. Рекурентні нейронні мережі LSTM, зі своєю здатністю запам'ятовувати інформацію на тривалих проміжках часу, є надзвичайно ефективними в задачах прогнозування складних послідовностей [1].

На рис.1 зображено схематичну архітектуру необхідної нейронної мережі для реалізації системи. Вона була спроектована для усунення проблеми зникнення градієнта, що є характерним для традиційних RNN. Для вирішення цієї проблеми було впроваджено пам'ятевий блок, що містить 3 типи так званих воріт, що регулюють потік інформації:

1. Ворота забуття (англ. *forget gate*): відповідають за видалення неактуальної інформації з блоку.

2. Ворота введення (англ. *input gate*): визначають, яка нова інформація буде додана до пам'ятевого блоку.

3. Ворота виходу (англ. *output gate*): визначають, яку частину інформації з пам'ятевого блоку буде передано на вихід.

Дану архітектуру можна описати наступною формулою в (1)

$$C_t = f_t * C_{t-1} + (1 - i_t) * \tilde{C}_t \quad (1)$$

де f_t, i_t можна описати наступними формулами (2), (3) відповідно:

$$f_t = \sigma(W_f * [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (2)$$

$$i_t = \sigma(W_i * [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (3)$$

Реалізація запланована за допомогою використання фреймворків, що були розроблені для аналізу даних та схожих задач:

1. NumPy — основа для багатьох інших бібліотек машинного навчання і використовується для обробки даних перед подальшим використанням у моделях LSTM.

2. pandas — це бібліотека для аналізу даних, яка забезпечує високу продуктивність і гнучкість при роботі з табличними даними.

3. Matplotlib — це бібліотека для створення графіків і візуалізації даних.

Вище наведено лише невеликий список основних бібліотек, що є обов'язковими для реалізації.

Як результат, заплановано розробити систему, що буде використовувати таблицю з даними (.csv, .xls та інші) для тренування нейронної мережі. Після навчання буде використаний тестовий набір даних для замірювання метрик якості. Вже після калібрування система буде готова до використання та матиме змогу використовуючи табличний файл з даними спрогнозувати тенденцію в виробництві та реалізації м'ясо-молочної продукції.

Література

1. Schmidhuber J. (2021) The 2010s: Our Decade of Deep Learning *Outlook on the 2020s*, AI Blog. IDSIA, Switzerland [online]. URL : <https://people.idsia.ch/~juergen/2010s-our-decade-of-deep-learning.html>

2. Vishnu (2024) *LSTM architecture in simple terms* [online]. URL : <https://ai.plainenglish.io/lstm-architecture-in-simple-terms-491570fae6f0>

3. Geron (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media. Pp. 132–184.

4. Schmidhuber J. (2021) *Deep Learning: Our Miraculous Year 1990-1991*, Cornell University [online]. URL: <https://arxiv.org/archive/cs/NE>.

Сучасні підходи до розробки систем розпізнавання мовлення

В. Є. Луц

Національний транспортний університет

Розпізнавання мови є одним із ключових напрямків у розвитку штучного інтелекту, який трансформує взаємодію між людиною та комп'ютером. Ця технологія дозволяє перетворювати мову в текст, створюючи основу для таких інновацій, як голосові помічники, автоматизація бізнес-процесів, освітні програми та інклюзивні технології. Сьогодні існує широкий вибір бібліотек та інструментів для розробки систем розпізнавання мовлення, кожна з яких має свої особливості, переваги та недоліки.

Бібліотека Python SpeechRecognition є одним із найбільш зручних інструментів для початківців завдяки своїй простоті та універсальності. Він підтримує інтеграцію з такими популярними хмарними API, як Google Speech-to-Text, IBM Watson і Microsoft Azure. Ця бібліотека широко використовується для створення прототипів і невеликих програм, де не потрібна висока точність або адаптація до конкретних діалектів.

Інший підхід полягає у використанні фреймворків машинного навчання, таких як TensorFlow і PyTorch. Вони дозволяють розробникам створювати власні моделі для розпізнавання мови. TensorFlow часто вибирають для реалізації виробничих систем завдяки широкій масштабованості, тоді як PyTorch забезпечує більшу гнучкість і зручність для наукових досліджень і експериментів. Наприклад, обидва фреймворки підтримують розробку глибоких нейронних мереж, які здатні враховувати контекст мовлення, різноманітність мов і акцентів.

Kaldi — ще один популярний інструмент, який набув популярності в дослідницькому співтоваристві. Ця платформа забезпечує високу точність розпізнавання завдяки підтримці складних моделей, таких як матрична факторизація або гібридні підходи на основі глибокого навчання. Хоча використання Kaldi вимагає глибоких знань обробки мовного сигналу, його можливості налаштування роблять його незамінним для багатьох складних проєктів.

Хмарні служби, такі як Google Speech-to-Text, Amazon Transcribe і Microsoft Azure Speech Services, також відіграють важливу роль у розпізнаванні мовлення. Вони забезпечують швидку інтеграцію в існуючі програми, високу продуктивність і стабільність роботи.

Наприклад, Google Speech-to-Text підтримує понад 120 мов і діалектів, що робить його універсальним вибором для проєктів із глобальним охопленням. Тим часом Amazon Transcribe і Azure Speech Services пропонують додаткові функції, такі як аналіз настроїв або потокове розпізнавання мовлення, що особливо корисно для бізнес-додатків.

Кожен інструмент або бібліотека має свої сильні сторони, які слід враховувати при виборі. Прості рішення, такі як SpeechRecognition або хмарні

API, дозволяють швидко створити робочий прототип. Замість цього краще використовувати Kaldi, TensorFlow або PyTorch для створення високоточних спеціальних моделей або роботи з великими обсягами даних. Переваги та недоліки наведені в таблиці 1:

Таб. 1

Назва	Переваги	Недоліки
Kaldi	<ul style="list-style-type: none"> - Надзвичайно висока точність розпізнавання завдяки підтримці складних алгоритмів. - Гнучкість у налаштуваннях моделей для конкретних мов чи акцентів. - Активне використання в дослідницьких проєктах і академічному середовищі. 	<ul style="list-style-type: none"> - Висока складність у війні, що робить його менш доступним для новачків. - Потребує значного досвіду в обробці мовних сигналів. - Обмежена підтримка інтеграції з іншими платформами без додаткового налаштування
PyTorch	<ul style="list-style-type: none"> - Гнучкість у налаштуванні моделей завдяки динамічному графу обчислень. - Ідеально підходить для досліджень і експериментів у сфері нейронних мереж. - Велика спільнота розробників та активна підтримка. 	<ul style="list-style-type: none"> - Високі вимоги до знань у сфері машинного навчання. - Більш складне впровадження у виробничі системи порівняно з TensorFlow.
TensorFlow	<ul style="list-style-type: none"> - Широка екосистема інструментів для розробки, тестування та впровадження (TensorFlow Lite, TensorFlow.js). - Висока продуктивність у виробничих середовищах. - Активна підтримка від Google та стабільні оновлення. 	<ul style="list-style-type: none"> - Вища складність навчання для новачків через статичний граф обчислень (у старіших версіях). - Вимоги до значних обчислювальних ресурсів для навчання моделей.

Підсумовуючи, вибір інструменту розпізнавання мовлення залежить від специфіки проєкту, ресурсів і досвіду розробників. Однак, незалежно від вибору, розвиток цієї технології сприяє значному прогресу у взаємодії людини з комп'ютером, відкриваючи нові горизонти для інновацій у різних сферах.

Література

1. *TensorFlow* (2024). URL : <https://www.tensorflow.org/?hl=en>
2. *Pytorch* (2024). URL : <https://pytorch.org>
3. *Kaldi ASR*. (2024). URL : <https://kaldi-asr.org/doc/>
4. *Azure AI Speech* (2024) URL : <https://azure.microsoft.com/en-us/products/ai-services/ai-speech>

Дослідження та створення аналітичної системи для розпізнавання облич**Нагорнюк Р. Р.***Національний університет харчових технологій*

У зв'язку зі зростаючою кількістю злочинів та необхідністю забезпечення громадської безпеки, актуальним є впровадження технологій автоматичного розпізнавання облич. Такі системи дозволяють не лише ідентифікувати осіб у режимі реального часу, але й здійснювати моніторинг ситуацій у громадських місцях, що значно підвищує ефективність роботи правоохоронних органів, зменшує витрати часу на пошук ідентичності та покращує загальну безпеку.

Заплановано створення аналітичної системи для розпізнавання облич, яка може працювати з відеопотоками з кількох камер одночасно та забезпечувати точну ідентифікацію осіб у реальному часі. В основі системи лежать сучасні алгоритми комп'ютерного зору та машинного навчання, які інтегруються з базою даних для зберігання та аналізу результатів. Для високої продуктивності системи використано такі технології, як Redis для кешування проміжних результатів, PostgreSQL для зберігання статистичних даних і FastAPI для реалізації веб-інтерфейсу. Методологія дослідження передбачала детальний аналіз сучасних алгоритмів розпізнавання облич, розробку системи для обробки відеопотоків з камер у реальному часі. Запроваджено механізм обробки ключових кадрів для зменшення навантаження на систему, а також кешування результатів для уникнення дублювання розпізнаних осіб у статистиці.

Результатом дослідження стало створення стабільної та ефективної системи розпізнавання облич. Система забезпечує високу точність розпізнавання, яка досягає 95% за умов повної видимості обличчя, а також ефективно працює з кількома відеопотоками одночасно. Це свідчить про її практичну значущість та перспективи впровадження в різних сферах діяльності. Крім того, запропонована система має потенціал для масштабування та адаптації під різні потреби, включаючи інтеграцію з іншими системами спостереження чи аналізу великих даних. Використання аналітичних інструментів та сучасних методів ML дозволяє підвищити ефективність ідентифікації та зменшити ризик помилкових спрацьовувань, що є важливим фактором у критичних сценаріях.

При апробації проведено тестування на практичних сценаріях використання системи в умовах високого навантаження та за різних умов освітлення, що дозволило оптимізувати обробку даних. Цей підхід дозволяє масштабувати систему до роботи з десятками камер, що робить її придатною для великих інфраструктурних об'єктів, таких як аеропорти, вокзали чи ТЦ.

Література

1. *About. OpenCV.* (2024) URL : <https://opencv.org/about>.
2. Carlson J. (2013) *Redis in Action.* Manning Publications Co. LLC, pp. 28–50.
3. Riggs S. (2011) *PostgreSQL 9 Administration Cookbook.* Packt, pp. 15–60.

Інтелектуальна рекомендаційна система

Б. М. Неживий

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

У сучасному світі обсяг доступної інформації зростає з кожним днем, що вимагає ефективних рішень для її обробки та надання користувачам релевантного контенту.

Персоналізовані рекомендаційні системи стають важливою частиною інформаційних платформ, забезпечуючи користувачів контентом, адаптованим до їх індивідуальних потреб і вподобань. Використання методів машинного навчання дозволяє підвищити ефективність систем у задоволенні запитів користувачів [1].

Розроблено систему персоналізованих рекомендацій, функціонування якої полягає у виконанні декількох основних етапів, що забезпечують збір, обробку та аналіз даних користувачів для формування релевантних рекомендацій.

1. Отримання даних про користувачів.

Модуль збору даних отримує інформацію про взаємодію користувачів з платформою. Для цього здійснюються перегляди сторінок, пошукові запити, вподобання (лайки), коментарі та історії перегляду контенту. Для зберігання даних використовується NoSQL база даних MongoDB, яка ефективно обробляє неструктуровану інформацію у вигляді документів [1]. Дані збираються у реальному часі, використовуючи інструменти нахшталт Kafka для потокової передачі повідомлень, що дозволяє швидко передавати інформацію з фронтенду на сервер.

2. Попередня обробка та фільтрація даних.

Після збору даних виконується етап їх очищення та нормалізації. Для цього використовуються ETL-процеси (Extract, Transform, Load), реалізовані за допомогою Apache Spark [2]. На цьому етапі система видаляє дублікати, обробляє пропущені значення та нормалізує дані (зокрема видалення спеціальних символів).

3. Сегментація користувачів.

Виконується кластеризація користувачів на основі зібраних даних. Для цього використовується алгоритм К-середніх (K-means), який групує користувачів за схожими інтересами. Кластеризація дозволяє системі визначити сегменти користувачів зі схожими вподобаннями, що допомагає налаштувати точність рекомендацій для кожної групи.

4. Аналіз та обробка даних.

На основі сегментованих даних система проводить аналіз вподобань користувачів за допомогою алгоритмів колаборативної фільтрації. Використовуються два підходи: User-based Collaborative Filtering, що шукає схожих користувачів, і Item-based Collaborative Filtering, що знаходить подібні об'єкти (наприклад, фільми чи статті) [3].

5. Навчання моделей машинного навчання.

Для підвищення точності рекомендацій використовуються моделі глибинного навчання, такі як рекурентні нейронні мережі (RNN) для аналізу послідовності дій користувача та конволюційні нейронні мережі (CNN) для обробки мультимедійного контенту. Навчання моделей виконується на основі історичних даних з використанням TensorFlow та Keras, що дозволяє системі адаптуватися до змінних вподобань користувачів у реальному часі.

6. Генерація персоналізованих рекомендацій.

Після обробки даних та навчання моделей система формує персоналізовані рекомендації для кожного користувача. Алгоритм використовує Matrix Factorization для побудови латентних факторів, що дозволяють прогнозувати взаємодію користувача з новим контентом. Рекомендації надаються у вигляді списків або каруселей контенту, що відображаються на головній сторінці або в спеціальних розділах платформи.

7. Моніторинг та оптимізація.

Для відстеження ефективності роботи системи використовується модуль моніторингу та аналітики, який збирає дані про взаємодію користувачів з рекомендованим контентом (час перегляду тощо). На основі цих даних виконується періодичне перенавчання моделей, що дозволяє системі адаптуватися до змін у поведінці користувачів.

Розроблена система забезпечує високий рівень персоналізації контенту завдяки використанню комплексного підходу, що включає колаборативну фільтрацію, кластеризацію та глибинне навчання.

Такий підхід дозволяє не лише враховувати історію взаємодії користувачів з платформою, але й аналізувати поточні тренди та уподобання в реальному часі. Це дозволяє автоматизувати процес підбору релевантного контенту для кожного користувача, підвищуючи його задоволеність та утримання на платформі.

Крім того, система має можливість динамічно адаптуватися до змін поведінки користувачів, використовуючи алгоритми прогнозування на основі машинного навчання, що підвищує її ефективність і гнучкість.

Подальший розвиток системи буде спрямовано на інтеграцію методів обробки природної мови (NLP — Native Language Processing) для поліпшення аналізу текстових даних, що в подальшому дозволить надавати користувачам ще більш персоналізовані рекомендації на основі використання контексту їхніх запитів.

Література

1. Smith J. (2023) Collaborative Filtering for Personalized Recommendations." *Journal of Data Science*, 2023, pp. 112-115.
2. Dean J., Ghemawat S. (2008) MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters, *Communications of the ACM*, pp. 107–113.
3. Brown L. (2022) Machine Learning in Adaptive Content Systems, *Journal of Applied Computing*, pp. 78–81.

Програмний засіб розрахунку складності каскадних графо-логічних моделей відмовостійких багатопроцесорних систем

Є. О. Нікішин, В. О. Романкевич, О. П. Поліщук

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У сучасних умовах автоматизація виробничих процесів мінімізує участь людини, скорочує персонал, зменшує вплив людського фактора та підвищує якість і продуктивність. Ключовим фактором ефективності автоматизованих систем є їх висока надійність, особливо у критично важливих галузях, таких як медична, авіакосмічна й енергетична, де відмова системи може спричинити значні втрати. Відмовостійкі багатопроцесорні системи (ВБС) забезпечують безперервну роботу навіть за умов виходу з ладу частини компонентів.

Розрахунок надійності ВБС є складним через великі розміри та високі обчислювальні витрати. Перспективним методом є використання графо-логічних (GL) моделей [1], які описують поведінку систем у потоці відмов. Каскадні GL-моделі дозволяють розділити систему на менші підмоделі, спрощуючи їх побудову та знижуючи обчислювальну складність [2].

Дослідження каскадних GL-моделей із різними конфігураціями спрямоване на оптимізацію розрахунків надійності ВБС. Це особливо важливо для складних систем із великою кількістю компонентів, де потрібно забезпечити високу надійність при мінімізації обчислювальних витрат.

Постановка задачі. Задача полягає у визначенні обчислювальної складності каскадних GL-моделей залежно від глибини каскаду та параметрів підмоделей. Метою є дослідження впливу різних конфігурацій каскадних моделей на складність розрахунків, що сприятиме спрощенню аналізу надійності ВБС.

Для цього розроблено програмний засіб, який виконує: обробку вхідних даних, формування параметрів каскадної моделі, визначення реберних функцій на основі методу [3], самоперевірку моделі за векторами відмов та розрахунок складності моделі.

Розв'язання задачі. Розроблено програмний засіб для розрахунку складності каскадних GL-моделей. На вхід подаються: кількість несправних процесорів, розмір системи, вектор відмов та послідовність кратностей рівнів каскаду. Під час обробки даних перевіряється відповідність кратностей відмов каскаду моделюванню системи. Ця умова формулюється наступним чином:

$$\mu = \sum_{i=1}^T m_i - T + 1 \quad (1)$$

де μ — кратність відмов всієї моделі; m_i — кратність відмов підмоделі на відповідному рівні каскаду; T — глибина каскадної моделі.

Цей вираз забезпечує узгодженість між загальною кратністю відмов системи та кратностями окремих підмоделей, що є необхідним для коректного формування моделі поведінки ВБС у потоці відмов.

Алгоритм будує каскадну GL-модель шляхом рекурсивного поділу множини на дві частини з формуванням реберних функцій до моменту їх представлення як $K(1, n)$ або $K(n, n)$. Після перевірки зв'язності графа отримані значення передаються на наступний рівень каскаду. Процес повторюється для всіх рівнів із параметрами m_i та $n_{i-1} - m_{i-1} + 1$.

Після побудови моделі розраховується її складність, підраховуючи кількість кон'юнкцій і диз'юнкцій у реберних функціях. Результати включають файли з описами функцій кожного рівня та загальні характеристики складності моделі.

Таб. І. Отримані результати

Модель	Кількість кон'юнкцій	Кількість диз'юнкцій	Загальна кількість операцій
$K(5,11)$	64	61	125
$K^1([4,2],11)$	65	54	119
$K^2([3,2,2],11)$	62	43	105
$K^3([3,3],11)$	64	48	112
$K^4([2,3,2],11)$	61	41	102
$K^5([2,2,3],11)$	60	39	99
$K^6([2,4],11)$	61	49	110
$K^7([2,2,2,2],11)$	58	34	92

Таблиця І демонструє залежність складності каскадних GL-моделей від її параметрів для системи з 11 процесорів і стійкістю до 5 відмов.

У роботі проаналізовано каскадні GL-моделі ВБС та запропоновано алгоритм їх побудови й розрахунку складності. Експерименти показали, що каскадні моделі можуть суттєво зменшити складність розрахунків надійності. Подальші дослідження зосереджені на залежності складності моделі від її параметрів.

Література

1. Романкевич А. М., Карачун Л. Ф., Романкевич В. А. (2001) Графо-логічні моделі для аналізу складних відмовостійких обчислювальних систем, *Електронне моделювання*, т. 23, 1, с. 102–111.
2. Romankevitch A. M., Morozov K. V., Mykytenko S. S., Kovalenko O. P. (2022) On the cascade GL-model and its properties, *Applied Aspects of Information Technology*, vol. 5, 3, pp. 256–271.
3. Романкевич А. М., Майданюк И. В., Хаитов М. И. (2010) Про один алгоритм формування реберних функцій графо-логічних моделей відмовостійкості багатопроцесорних систем, *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, 3, с. 56–61.

Інтелектуальна адаптивна фільтрація вхідної інформації в АСУТП**Д.В. Паньков, І.В. Андріюк, А.М. Шалієвський***Національний університет харчових технологій*

В задачах, що вирішуються в рамках АСУТП важливе місце займає усунення шкідливих компонент в сигналах передачі вхідної інформації [1]. Існуючі фільтри мають багато недоліків, серед яких є недостатня якість фільтрації в реальному часі.

Пропонується інтелектуальний адаптивний фільтр, який складається із таких блоків: аналогово-цифровий перетворювач, блок прямого вейвлет-перетворення, блок зворотного вейвлет-перетворення. Аналогово-цифровий перетворювач послідовно з'єднаний із сегментатором, блоком прямого вейвлет-перетворення, блоком оцінки якості апроксимації, блоком вибору базисних вейвлетів та базою знань, яка під'єднана до аналогово-цифрового перетворювача та блока трешолдингу, причому блок трешолдингу послідовно з'єднаний з блоком зворотного вейвлет-перетворення, аналізатором Херста шумової компоненти і оптимізатором, а вихід сегментатора під'єднаний до аналізатора Херста шумової компоненти, з блоком трешолдингу з'єднаний вихід оптимізатора, і блок прямого вейвлет-перетворення з'єднаний з блоком вибору базисних вейвлетів, зв'язаного із сегментатором. Вхідний сигнал перетворюється аналогово-цифровим перетворювачем, після чого визначається ширина сегмента з урахуванням локальних особливостей сигналу та вибраного базису вейвлетних функцій. Над сегментованим сигналом здійснюється пряме вейвлетне перетворення. Далі здійснюється вибір базисних вейвлетів, які знаходяться у базі знань, і відбувається корегування параметрів аналогово-цифрового перетворювача і сегментатора. Згладжування часового ряду полягає в тому, що здійснюють обнулення значень вейвлет коефіцієнтів розкладання, менших деякого визначеного порогового значення за правилами, що містяться в базі знань, тобто здійснюється процедура трешолдингу. Отримана відфільтрована карта вейвлет-коефіцієнтів піддається зворотному вейвлет-перетворенню. Для вибору оптимальних параметрів фільтра різниця між відфільтрованим і вхідним сигналом аналізується на персистентність часового ряду за показником Херста. Враховуючи те, що $0,5=H$ є ознакою абсолютно випадкового шуму оптимізатором здійснюється вибір параметрів трешолдингу шляхом розв'язання задачі оптимізації. При досягненні оптимальних значень фільтрації відфільтрований сигнал використовується для задач прогнозування та управління .

Література

1. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія/ А.П. Ладанюк, В.М.Решетюк, В.Д.Кишенько, Я.В.Смітюх.–Київ: Центр учбової літератури, 2014.–280 с.

Моделі та методи штучного інтелекту в оптимізації логістики розподільчих центрів

Д. О. Пархоменко, В. В. Гавриленко

Національний транспортний університет

Використовуються моделі та методи штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання (МН) для оптимізації логістики розподільчих центрів, що сприятиме мінімізації витрат [1]. Розглядатимуться традиційні методи та практики управління процесами, які реалізовані в сучасних системах управління складом (WMS), а також методи оптимізації цих процесів за допомогою ШІ та МН.

Досліджується використання рекурентних нейронних мереж (RNN) в процесі прогнозування попиту на товари. Нейронні мережі з довготривалою короткочасною пам'яттю (LSTM) розроблені для роботи з довгими часовими рядами та обробки послідовних даних, що підходить для обробки даних щодо замовлень [2], відвантажень за великий проміжок часу. LSTM може враховувати сезонні зміни для моделювання тимчасових залежностей. Критеріями оптимізації є мінімізація часу зберігання товару в розподільчому центрі та максимізація фактичного відбору від планового відбору товару.

Для процесу сегментації та розміщення товарів використовуватимуться методи МН, алгоритм кластеризації k-means для сегментації товарів [3], що допоможе визначити групи товарів за вимогами до зберігання, визначити краще місцерозташування товару. Наприклад, розташовувати популярні товари ближче до зони відвантаження, що зменшить час відбору товару. Також для послідовного аналізу даних рекурентною нейронною мережею застосовуватиметься алгоритм Apriori для пошуку правил взаємозв'язків між товарами, які часто замовляються одним клієнтом.

Складовою роботи також є дослідження можливості автоматизації наступних процесів в розподільчому центрі: планування розкладу та розподіл робочих зон між робітниками в залежності від завантаження, автоматизація розміщення зібраного товару в зоні відвантаження, що мінімізує час очікування при завантаженні та мінімізує площу зони відвантаження [4].

Література

1. Veres P. (2023) *Increasing the efficiency of warehouse analysis using artificial intelligence.*
2. Hodžić K., Hasić H., Cogo E., Jurić Ž. (2019) *Warehouse Demand Forecasting based on Long Short-Term Memory neural networks.*
3. Kalkha H., Khiat A., Bahnasse A., Ouajji H. (2024) *Enhancing Warehouse Efficiency With Time Series Clustering: A Hybrid Storage Location Assignment Strategy.*
4. Smith S. D. (2024) *The Impact of Artificial Intelligence on Warehouse Automation.*

**Визначення найвпливовіших емоцій людини
для оцінювання психологічного стану працівника підприємства**

О. Ю. Поліщук

Черкаський державний технологічний університет

Оцінювання психологічного стану працівника через емоції, що впливають на продуктивність, є актуальним науковим завданням. Є багато свіжих досліджень для того, щоби в сучасних умовах праці можна було зважати на їхні результати в розрізі прискореної трансформації сучасного уявлення трудових умов та викликів життєдіяльності.

З точки зору нових досліджень колег [1], однією з найскладніших емоцій та найвпливовіших є стрес. Як показано, його рівень дуже залежить від кількості співробітників та типу керування. Одним із можливих розв'язків такої проблеми є урізноманітнення управлінської моделі, але самі автори вказують на те що дослідження проведене не з достатньо різноманітними підприємства без урахування рівня впливу найбільш впливового чинника на підприємства кінця 20-х COVID-19. Вважаю доцільним додати до системи оцінки не лише рівні стресу, а й опису характеристики підходу управління.

Також зацікавленість є другим фактором що може керуватися роботодавцем різними важелями від мотивування результатами до вдовolenня людей власною винагородою чи результатами. Основна емоція, яка є результатом сумісних дій — це нудьга на роботі. Звідси об'єднуюча метрика як рівень незадоволеності роботою. В дослідженні китайських вчених [2] вони привели кореляцію рівня стресу та невдоволеності що показало дуже чіткий зв'язок між ними як одними з найвпливовіших.

Наступним основним показником який я вважаю суттєвим загальний рівень тривожності. Дослідження [3], яке проходило під впливом пандемії показало те що тривожність впливає на рівень стресу та втоми що тягне за собою прогнозоване падіння продуктивності та когнітивних функцій що дуже сильно знижує показники працівників інтелектуальної праці.

Отже проаналізувавши найвпливовіші емоційні стани можу сказати що власну систему буду будувати використавши ще два додаткових — страх і зніяковілість. Вони впливають як на перші три стани так і самі по собі є інформативними для оцінки під час потрясінь що актуальні для нашого часу.

Література

1. Chen B., Wang L., Li B., Liu W. (2022) Work stress, mental health, and employee performance. *Frontiers in Psychology*, vol. 13, 10 p.
2. Qiu D., Li R., Li Y., He J., Ouyang F., Luo D., Xiao S. (2021). Job Dissatisfaction Mediated the Associations Between Work Stress and Mental Health Problems, *Frontiers in Psychiatry*.
3. Wilmot M. P., Wanberg C. R., Kammeyer-Mueller J. D., Ones D. S. (2019) Extraversion advantages at work: A quantitative review and synthesis of the meta-analytic evidence, *Journal of Applied Psychology*, 104(12), 1447–1470.

Пошук топологічних фігур в часових рядах технологічних змінних

Є. С. Проскурка

Національний університет харчових технологій

Топологічний аналіз застосовується для пошуку прецедентів в часових рядах технологічних змінних. Метод кодування часових рядів технологічних змінних топологічними кодами, що описують топологічні фігури, та створення з топологічних кодів топологічних фігур вищого порядку, які також описуються топологічними кодами, наводиться в [1].

При створенні топологічними кодами нижчого порядку топологічних фігур вищого порядку створюється набір топологічних кодів вищого порядку за допомогою яких описуються часові ряди технологічних змінних. У створеному наборі топологічних кодів вищого порядку необхідно знайти однакові топологічні коди. На рис. 1 подано знайдені однакові топологічні коди топологічних фігур першого порядку ($TU^1=6754321$), що створилися з топологічних кодів нульового порядку, якими описується часовий ряд значень рН соку другої сатурації.

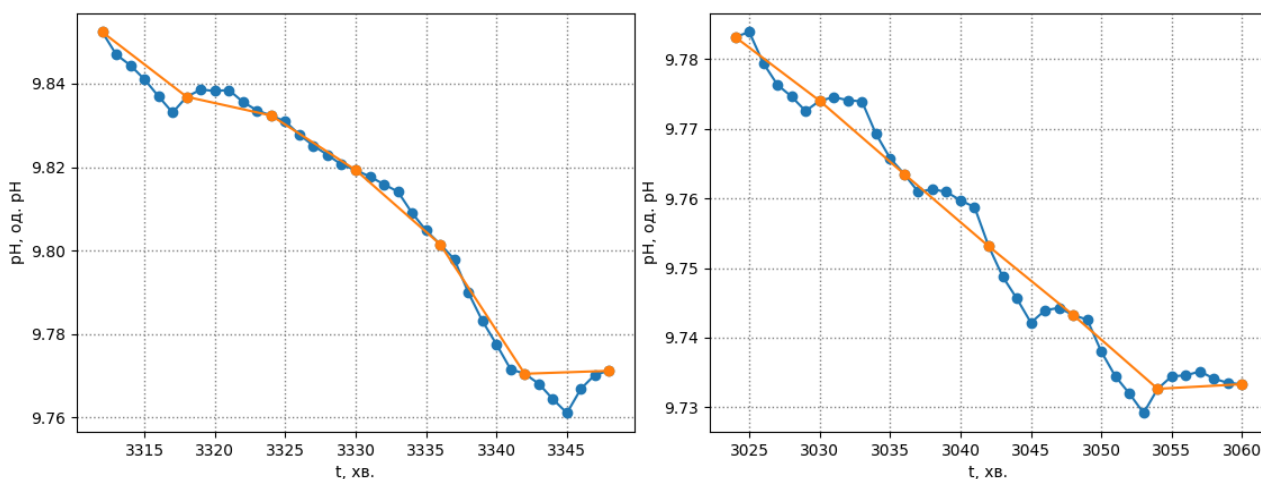


Рис. 1. Топологічні фігури першого порядку з однаковими топологічними кодами

Пошук однакових топологічних кодів топологічних фігур вищого порядку необхідний для формування прецеденту та наповнення бази прецедентів, яка функціонує в системі підтримки та прийняття рішень прецедентного типу для управління технологічним комплексом другої сатурації цукрового виробництва.

Література

1. Проскурка Є. (2024) Використання топологічного аналізу для формування бази прецедентів у системі підтримки та прийняття рішень прецедентного типу, *Наук. пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІТ-2024)*, 3–4 червня 2024 р., Київ, Україна. К. : НУХТ, с. 196–197.

Програмна реалізація алгоритму побудови реберних функцій GL-моделі системи з пари підсистем з симетричним резервуванням

О. М. Романкевич, О. О. Кучмій, Д. В. Чеботарьов

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Відмовостійкі багатопроцесорні системи (надалі ВБС) — це багатопроцесорні системи, спроектовані та побудовані таким чином, що навіть якщо якась кількість процесорів відмовляє, система загалом продовжує справно працювати.

Звісно, це відбувається тільки до певної степені кількості відмов, котра може бути різною в залежності від побудови системи. Це характеризує відмовостійкість певної ВБС.

ВБС є невідомо важливими у сучасному світі. Їх використовують у різних об'єктах, несправна робота яких несе за собою такі наслідки як втрата людських життів, втрата великого об'єму грошей, часу. Тому актуальною є задача розрахунку відмовостійкості ВБС та проектування більш відмовостійких систем.

Для розв'язання цієї задачі, зокрема, використовують GL-моделі. GL-моделі — це граф-логічні моделі, котрі описують поведінку системи у потоці відмов. Побудова моделі — це розрахунок реберних функцій графу, зв'язність якого відображає роботу системи, і відмова процесорів може нести за собою вилучення ребер з графу.

Реберні функції у такому графі — це логічні функції, що складаються зі змінних, що відображають стан процесорів системи, та логічних операторів кон'юнкції та диз'юнкції, і у результаті підставлення значень станів процесорів (0 або 1, де 0 — відмова процесора) у змінні функція приймає значення 0 або 1. У випадку, якщо функція приймає значення 0, вона випадає з графу, що може спричинити припинення коректної роботи системи.

У цій роботі розглядається GL-модель системи з пари підсистем з симетричним резервуванням. Така система складається з двох підсистем, котрі можуть користуватись процесорами одна одної для забезпечення роботи підсистем.

Постановка задачі є наступною. Задачею є реалізація описаного алгоритму мовою python. Програма має приймати довільні значення кількості процесорів n та ступеню відмовостійкості системи m .

Опис алгоритму. Для побудови реберних функцій використовуються основна та граничні формули.

Основна формула для певного $K(m, n)$:

$$f_{(m-i+1)} = K_1(i, n_1) \vee K_2(m-i, n_2) , \quad (1)$$

де i — ітератор від 1 до $m-1$,
 f — реберна функція.

Граничні формули:

Якщо $m=1$ і $n=1$:

$$f_j = x_j$$

Якщо $m=1$, а n — довільний:

$$\begin{aligned} f_j &= x_j \\ f_{j+1} &= x_{j+1} \\ &\dots \\ f_{j+n-1} &= x_{j+n-1} \end{aligned}$$

Якщо $m=n$ і n - довільний:

$$f_j = x_j + x_{j+1} + \dots + x_{j+n-1},$$

де j — перший елемент у відповідній області змінних стану системи.

Ці формули використовуються для побудови реберних функцій. У програмному вигляді ці алгоритми розписано у декількох різних модулях, у основних та додаткових модулях. Основні модулі завантажують додаткові.

В основних модулях є реалізація головних формул та алгоритмів, наприклад, реалізація K , f та моделі як класи. Додаткові модулі завантажуються для побудови типів моделей, наприклад, модель системи з двома підсистемами з симетричним резервуванням, яка і розглядається у цій роботі.

У висновку підведемо, що було реалізовано алгоритми для побудови GL-моделі системи з двома підсистемами з симетричним резервуванням. Варто зазначити, що ця модель є небазовою, через свою неоднорідну поведінку у різних потоках відмов.

Реалізація програми є швидкою, зрозумілою та зручною. Завдяки обраній архітектурі реалізації використання розроблених програм може пришвидшити розробку програмного забезпечення для схожих задач.

Література

1. Романкевич О., Морозов К., Романкевич В. (2013) Про одну GL-модель системи з ковзним резервом, *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, № 5, с. 333–336.

2. Romankevitch A., Morozov K., Romankevich V., Halytskyi D., Eleftherios Z. (2023) Improved GL-Model of Behavior of Complex Multiprocessor Systems in Failure Flow, *The 6th International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (ICCSEEA 2023), March 17–19, Warsaw, Poland*.

3. Романкевич О. М., Морозов К. В., Романкевич В. О. (2019) Graph-logic models of hierarchical fault-tolerant multiprocessor systems, *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*, 19(7).

Дослідження застосування автоенкодерів для попередньої фільтрації аудіосигналу в задачі аудіальної дефектоскопії

А. А. Савула, А. П. Коротинський

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Для сучасних автоматизованих систем керування дуже важливо враховувати поточний техніко-експлуатаційний стан об'єктів керування, для запобігання аварій та простою виробництва. Серед методів моніторингу стану обладнання виділяється аудіальна дефектоскопія, яка аналізує звукові сигнали роботи для виявлення аномалій. Перевагою методу є простота встановлення датчиків, проте в промислових умовах виникають проблеми, а саме присутні значні шуми що ускладнюють процес дефектоскопії. Прикладом таких шумів можуть бути сторонні шуми сусідніх елементів або обладнання, непередбачувані звуки та акустичні особливості приміщень. Тож актуальним є дослідження методів фільтрації аудіальних сигналів для підвищення точності діагностики обладнання.

Метою є дослідити можливість використання автоенкодера для фільтрації звуків роботи промислового обладнання та знайти найкращі параметри та налаштування моделі для фільтрації даних звукових сигналів. Розглянуто дві архітектури автоенкодерів із різними параметрами, наведені на рис. 1 і 2.

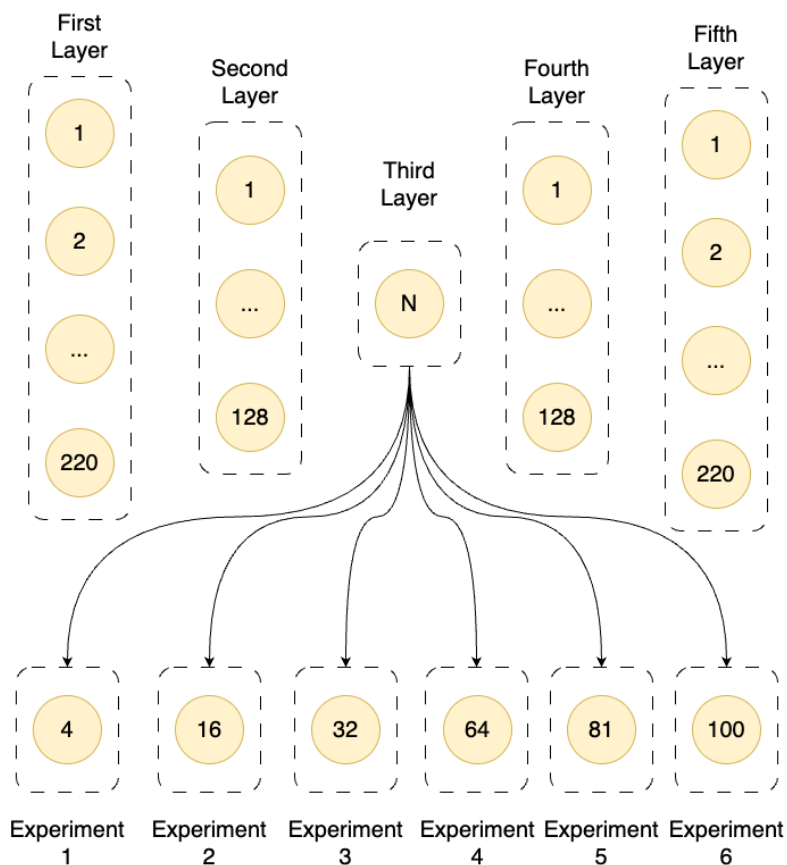


Рис. 1. Повнозв'язна архітектура автоенкодера

На цьому рисунку подано використану архітектуру повнозв'язного автокодувальника зі змінною горловиною, де N — кількість нейронів у горловині.

Для порівняння використано також згорткову нейронну мережу, де змінювались параметри кількості фільтрів в шарах згортки. Схематичне зображення наведено на рис. 2:

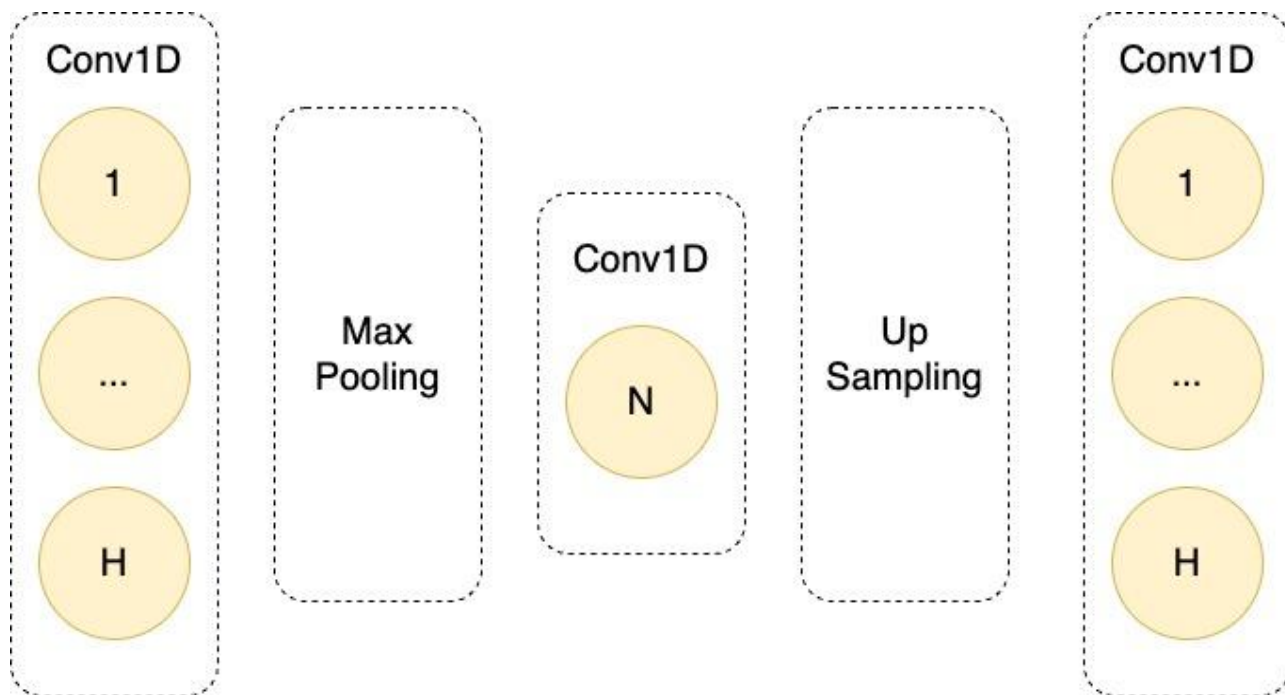


Рис. 2. Згорткова архітектура автоенкодера

Тут H — кількість фільтрів у вхідному і вихідному шарі, а N — кількість фільтрів у горловині.

Для дослідження якості фільтрації було використано співвідношення корисного сигналу до шуму. В таблиці 1 наведено найкращі результати з параметрами таких фільтрів.

Таб. 1. Результати фільтрації

Назва методу фільтрації	Параметри мережі	Відношення сигнал-шум
Оригінал	—	18.89
Повнозв'язні	$N - 4$	24.4317
Згорткові	$N - 8, H - 32$	22.79

Із результатів, наведених у таб. 1, випливає, що фільтрація за допомогою автоенкодера є ефективним методом фільтрації для звуків промислового обладнання збільшивши корисний сигнал в загальному сигналі на 20–40% залежно від архітектури. Також, як можна побачити за результатами, повнозв'язні мережі показують себе краще в даній задачі.

Таким чином, ми можемо використовувати цей підхід для подальшої попередньої обробки даних та зменшення впливу шумів у звуковому сигналі.

**Контекстна модель структури
інформаційно-інтелектуальної системи оцінки якості продукції**

Ю.О. Самойленко

Національний університет харчових технологій

Ю.В. Костюк

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Розв'язання задач покращення якості продукції вимагає застосування сучасних та перспективних підходів. Це зумовлюється рядом специфічних характеристик технологічних процесів, таких як: змін умов роботи обладнання, властивостей сировини, рецептур тощо. Саме тому, забезпечення якості харчової продукції вимагає прийняття оперативних рішень, які направлені не тільки на підтримання необхідного технологічного режиму, а й на забезпечення координації, діагностики та прогнозування процесу.

Інформатизація стала загальною тенденцією розвитку сучасності, яка направлена на трансформацію та покращення якості продукції. Досвід використання управлінських інформаційних систем показав важливість забезпечення підтримкою багатьох ланок виробництва, оскільки персонал може стикатися із рядом нештатних ситуацій, а прийняття рішень у більшості випадків приймається на основі досвіду, кваліфікації, інформованості. В таких випадках інформаційно-інтелектуальні системи (ІС) полегшують особі, що приймає рішення моделювати і аналізувати ситуацію та обирати найефективніше рішення.

У процесі керування та прийняття рішень можливе використання різних концепцій взаємодії людини та ІС, які відрізняються одна від одної ступенем інтелектуалізації системи, оскільки остаточне рішення завжди приймає оператор-технолог (диспетчер). Адже неправильне рішення може призвести до непоправних змін на об'єкті керування, які можуть бути пов'язані із виходом з ладу обладнання, можливої аварії або погіршення якості продукції.

ІС для оцінки та прогнозування якості харчової продукції, інтегрує передові технології та автоматизацію для підвищення точності та ефективності цих процесів. Вона спирається на збір, обробку даних, зберігання знань і системи підтримки прийняття рішень для надання цінної інформації та підтримки прийняття обґрунтованих рішень у харчовому виробництві. Передові технології засновані на сценарно-цільовому підході та на А- та С-сценаріях оцінки якості (рис. 1).

Проведемо декомпозицію складових ІС оцінки та прогнозування якості харчової продукції (рис. 2). Ця система складається з таких блоків:

- система збору та обробки даних;
- система зберігання даних (база знань);
- система підтримки прийняття рішень для прогнозування якості харчової продукції;
- система прийняття рішень для оцінки якості харчової продукції.

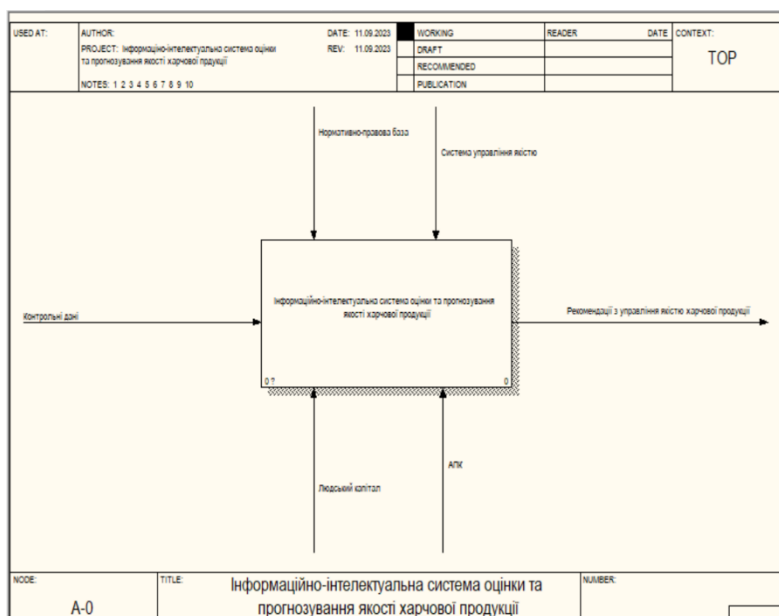


Рис. 1. Контекстна модель інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції

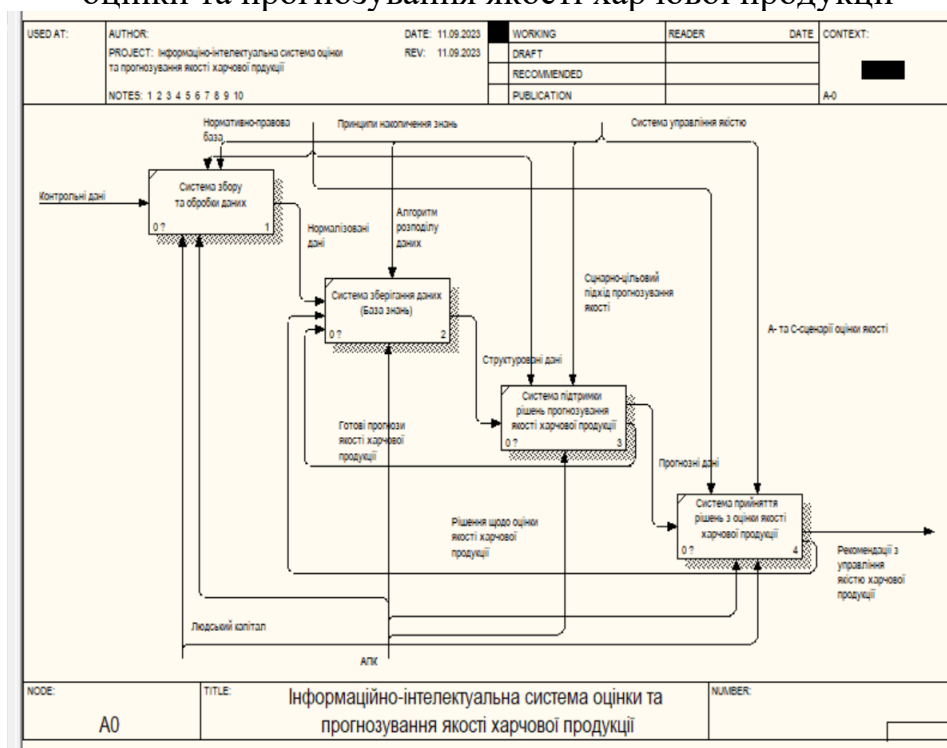


Рис. 2. Декомпозиція другого рівня інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції

До основних задач, які ставляться перед ІС, можна віднести наступне:

- зменшення браку продукції при наявних ресурсах;
- прийняття рішень в умовах невизначеності;
- координація та моніторинг процесу виробництва вершкового масла методом збивання;
- зменшення простоїв виробництва.

Модифікований нейромережевий метод оптимізації парсингу інформації періодичних видань

Б. Є. Симонов, В. О. Романкевич, О. П. Поліщук

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сучасний розвиток цифрових технологій і постійне зростання обсягу даних в інтернеті створюють значні виклики для автоматизації збору та обробки текстової інформації. Особливо це стосується періодичних видань, які характеризуються високою частотою оновлення даних та варіативністю текстових структур [1]. Традиційні методи парсингу, такі як регулярні вирази та прості алгоритми обробки природної мови (NLP), часто стикаються з обмеженнями у швидкості та адаптивності [2]. Це підкреслює потребу у впровадженні сучасних технологій, які забезпечують високу точність і продуктивність аналізу текстів.

Нейронні мережі, зокрема трансформери, демонструють значний прогрес у вирішенні задач обробки текстової інформації [3]. Використання таких моделей дозволяє не лише підвищити швидкість аналізу, але й ефективно враховувати контекст тексту, що є критично важливим для роботи з великими обсягами даних. Результати досліджень показують, що трансформери, такі як BERT та GPT, є одними з найбільш перспективних технологій для автоматизації парсингу [4].

Постановка задачі є наступною. Основна мета дослідження — підвищити точність, ефективність та швидкість парсингу інформації з періодичних видань шляхом модифікації нейромережевих моделей. Це включає адаптацію сучасних технологій, таких як трансформери, до специфічних потреб обробки текстів зі складною структурою, наприклад заголовків, метаданих та дат публікації.

Модифікований метод має мінімізувати час обробки даних без втрати якості результатів, забезпечуючи високу продуктивність і точність навіть при роботі з великими обсягами тексту. Це відкриває нові можливості для автоматизації аналізу текстової інформації в реальному часі.

Запропонований модифікований метод базується на використанні сучасних нейромережевих технологій, зокрема трансформерів, для оптимізації процесу парсингу інформації з періодичних видань. Основним етапом є перетворення текстових даних у векторний простір за допомогою ембеддингів, таких як Word2Vec, GloVe та BERT.

Це дозволяє моделі ефективно обробляти текст, враховуючи його контекст та семантичні особливості. Нейромережа складається з трьох основних компонентів: вхідного шару, який формує числове представлення даних, схованих шарів, що аналізують складні залежності тексту, та вихідного шару, який генерує прогнозовані атрибути, такі як категорії, дати публікації та ключові слова.

Ключовим аспектом методу є оптимізація нейромережі шляхом мінімізації функції втрат, що визначає різницю між прогнозованими значеннями та істинними мітками. Для задач класифікації використовується стандартна крос-ентропія:

$$L = - \sum_{i=1}^n y_i \log \hat{y}_i \quad (1)$$

де y_i — істина мітка, а \hat{y}_i — прогнозована ймовірність для i -го прикладу.

Оптимізація параметрів моделі здійснюється за допомогою алгоритму градієнтного спуску, що дозволяє поступово зменшувати значення функції втрат і покращувати точність прогнозів. Використання такого підходу забезпечує підвищення ефективності обробки текстових даних та адаптивність до змін у структурі періодичних видань.

Модифікований метод показав скорочення часу обробки текстів на 25% у порівнянні з традиційними підходами, а також підвищення точності ідентифікації атрибутів на 15%. Модель продемонструвала адаптивність до змін у структурі текстів, ефективно обробляючи різні стилі подання інформації.

Запропонований модифікований нейромережевий метод оптимізації парсингу інформації забезпечує підвищення точності та швидкості обробки текстових даних.

Результати підтверджують перспективність використання методу для автоматизації аналізу періодичних видань, особливо у сферах науки, журналістики та інформаційного менеджменту.

Література

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser L., Polosukhin I. (2017). Attention is All You Need, *31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA* [online]. URL : <https://arxiv.org/abs/1706.03762>.

2. Devlin J., Chang M. W., Lee K., Toutanova K. (2019) BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, vol. 1 (Long and Short Papers), pp. 4171–4186.

3. Liu, Y., Ott M., Goyal N., Du J., Joshi M., Chen D., Levy O., Lewis M., Zettlemoyer L., Stoyanov V. (2019) *RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach*, 13 p. URL : <https://arxiv.org/abs/1907.11692>.

4. Radford A., Wu J., Child R., Luan D., Amodei D., Sutskever I. (2019) *Language Models are Unsupervised Multitask Learners* [online]. URL : <https://www.semanticscholar.org/paper/Language-Models-are-Unsupervised-Multitask-Learners-Radford-Wu/9405cc0d6169988371b2755e573cc28650d14dfe>.

5. Brown T. B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P. et al. (2020) *Language Models are Few-Shot Learners* [online]. URL : <https://arxiv.org/abs/2005.14165>.

Створення математичної моделі горизонтального теплообмінника

О. В. Ситніков, О. Є. Бородько

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Процес синтезу аміаку шляхом застосування високого тиску і високих температур при наявності циркуляційного газового контуру з використанням холоду та утилізацією теплоти реакції [1].

Основною задачею стоїть оптимізація роботи системи автоматизації синтезу аміаку з використанням горизонтального теплообмінника, який має кілька переваг порівняно з кожухотрубним. Зокрема, він забезпечує вищий коефіцієнт теплопередачі, компактніший розмір, нижчу вартість, простіше обслуговування та більшу площу теплообміну. Для процесу оптимізації необхідно створити математичну модель зазначеного апарату.

На основі структурно-параметричної схеми [2] горизонтального теплообмінника складено тепловий баланс для циркуляційних газів 1 та 2:

$$\begin{aligned} G_{цг1} C_{цг1} T_{цг1} - G_{цг1} C_{цг1} T_{цгв1} &= K S (T_{цгв1} - T_{цгв2}), \\ G_{цг2} C_{цг2} T_{цг2} - G_{цг2} C_{цг2} T_{цгв2} &= K S (T_{цгв2} - T_{цгв1}), \end{aligned}$$

де $G_{цг2}$ — витрата циркуляційного газу 2; $T_{цг2}$ — температура циркуляційного газу 2; $C_{цг2}$ — теплоємність циркуляційного газу 2; $T_{цгв2}$ — температура циркуляційного газу 2 на виході; $G_{цг1}$ — витрата циркуляційного газу 1; $T_{цг1}$ — температура циркуляційного газу 1; $C_{цг1}$ — теплоємність циркуляційного газу 1; $T_{цгв1}$ — температура циркуляційного газу 1 на виході, K — коефіцієнт теплопередачі, S — площа поверхні теплопередачі.

Із теплового балансу для циркуляційного газу 2 визначимо $T_{цгв2}$. Підставивши з балансу для газу 2 $T_{цгв2}$ в баланс 1 отримаємо залежність температури циркуляційного газу 1 $T_{цгв1}$ на виході з горизонтального теплообмінника від витрати циркуляційного газу 2 $G_{цг2}$ на вході:

$$T_{цгв1}(G_{цг2}) = \frac{G_{цг1} \cdot C_{цг1} \cdot T_{цг1} + G_{цг2} \cdot C_{цг2} \cdot T_{цг2} - G_{цг2} \cdot C_{цг2} \cdot T_{цгв2}}{G_{цг1} \cdot C_{цг1}}$$

Розроблена математична модель горизонтального теплообмінника, що буде використана в подальших дослідженнях та оптимізації системи керування

Література

1. Лукінюк М. В. (2012) *Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: у 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами*. К. : НТУУ «КПІ», 336 с.

2. Кубрак А. І., Жученко А. І., Кваско М. З. (2004) *Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем*. К. : ІВЦ — Видавництво «Політехніка», 424 с.

**Застосування методу динамічного програмування для оптимізації
сумісного прийняття рішень авіаційними спеціалістами
в позаштатних ситуаціях**

Ю. В. Сікірда

Льотна академія Національного авіаційного університету

Відповідно до концепції сумісного прийняття рішень (collaborative decision making — CDM) [1], ефективна взаємодія авіаційних спеціалістів (АвСп) є необхідною умовою для забезпечення безпеки на всіх етапах польоту повітряного судна, як у нормальних умовах польоту, так і у разі виникнення позаштатної ситуації (ПзС). АвСп мають суворо дотримуватися нормативних документів, які регулюють їх професійну підготовку та діяльність. При цьому зміст цих документів часто відрізняється, що унеможливорює вироблення єдиного алгоритму спільних дій, особливо в ПзС. Відповідно, між рішеннями та діями учасників CDM виникають неузгодженості (конфлікти).

У роботах [2–3] покладено початок дослідженням в напрямках моделювання, оптимізації, інтелектуалізації та навчання CDM командами АвСп (пілот, авіадиспетчер, оператор дрона, льотний диспетчер, інженер, фахівець з пошуку та рятування (ФПР) тощо) у різних ПзС. Проте міжпрофесійна взаємодія АвСп в ПзС на сьогодні недостатньо розвинена для спільної розробки та прийняття оптимальних рішень. Тому розробка ефективних CDM-моделей АвСп в ПзС є актуальною проблемою.

Для оптимізації багатоетапного процесу CDM АвСп в ПзС пропонується застосування методу динамічного програмування. На першому етапі у прийнятті рішень бере участь тільки пілот, на другому етапі — приєднується авіадиспетчер, на третьому етапі – долучається ФПР (далі можуть бути задіяні інші фахівці: льотний диспетчер при зміні плану польоту, інженер при технічних несправностях літака, хендлінгові агенти при затримці рейсу тощо), і як результат – отримуємо оптимальне спільне рішення для всіх АвСп.

Динамічне програмування ґрунтується на принципі оптимальності (принципі Беллмана) [4]: альтернативу на k -му кроці прийняття рішення потрібно вибирати так, щоб потенційний ризик/збиток R/Q на цьому кроці плюс потенційний ризик/збиток R/Q на всіх наступних кроках були найменші у порівнянні з усіма іншими можливими альтернативами a_k . При цьому пошук оптимальної стратегії прийняття рішення здійснюється з кінцевого, бажаного результату. Алгоритм багатоетапного CDM АвСп на основі методу динамічного програмування включає наступні кроки:

1. Розділення процесу CDM на k -ті етапи з визначеним часом розвитку польотної ситуації $T = \{T_1, T_2, \dots, T_k, \dots, T_K\}$, $k = \overline{1, K}$ відповідно до технологій роботи АвСп, які задіяні на кожній стадії прийняття рішення.

2. Визначення множини альтернативних дій АвСп $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$, $i = \overline{1, m}$ на кожному k -му етапі прийняття рішення.

3. Визначення множини наслідків (результатів) прийняття рішення АвСп $U = \{u_{11}, u_{12}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{mn}\}$ із імовірностями виникнення $P = \{p_{11}, p_{12}, \dots, p_{ij}, \dots, p_{mn}\}$ під впливом факторів зовнішнього середовища $F = \{f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_n\}, i = 1, m, j = 1, n$.

4. Визначення оптимальної альтернативи на кожному k-му етапі CDM за критерієм мінімізації потенційного ризику/збитку R/Q (1):

$$a_k^{\text{opt}} = \min \{R / Q_k\}. \quad (1)$$

5. Запис рекурентної формули динамічного програмування, за якою здійснюється визначення потенційного ризику/збитку R/Q на кожному k-му кроці, та вибір оптимального рішення (2):

$$F(R / Q_i^{k-1}) = \min [f^k (R / Q_i^{k-1}, a_k) + F(R / Q_i^k)], \quad (2)$$

де $a_k \in A_k$ — вибір оптимальної альтернативи з мінімальним значенням потенційного ризику/збитку R/Q на кожному k-му кроці здійснюється шляхом перебору альтернатив a_k із безлічі доступних на цьому етапі A_k .

У [3] розглянуто навчальний приклад багатоетапного CDM пілотом, авіадиспетчером та ФІР в ПзС «Втрата тяги на обох двигунах внаслідок потрапляння у хмару вулканічного попелу з подальшим приводненням».

Багатоетапне CDM АвСп в ПзС на основі методу динамічного програмування дозволяє отримати підсумкове оптимальне спільне рішення для всіх залучених фахівців з урахуванням оптимальних результатів, розрахованих на попередніх кроках. Інтеграція нестохастичних, стохастичних та детермінованих CDM-моделей дає змогу перейти від складного до простого процесу CDM шляхом встановлення однозначності та синхронізації спільних дій АвСп у ключових точках мультиальтернативної взаємодії в умовах повної або неповної невизначеності та мінімізації потенційного ризику/збитків. Спрощені детерміновані CDM-моделі в ПзС після інтеграції в них стохастичних і нестохастичних моделей в умовах невизначеності можуть використовуватись у системах штучного або гібридного інтелекту для отримання оптимальних спільних рішень.

Література

1. International Civil Aviation Organization (2018) *Manual on Collaborative Air Traffic Flow Management (ATFM)*. Doc. 9971. 3rd ed. Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization.

2. Shmelova T., Yatsko M., Sikirda Yu. (2022) Collaborative-factor models of decision making by operators of the Air Navigation System in conflict or emergency situations. *Communications in Computer and Information Science (CCIS)*, vol. 1635, pp. 391–409. URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_26.

3. Shmelova T., Sikirda Yu., Yatsko M., Stratonov V. (2024) Integration of deterministic, stochastic, and non-stochastic models to obtain an optimal collaborative decision in the flight emergency. *Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS)*, vol. 992, pp. 205–223. URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-60196-5_17.

4. Глущик М. М., Копич І. М., Пенцак О. С. (2019) *Математичне програмування*. Львів : Новий Світ-2000.

Підвищення ефективності сумісного прийняття рішень операторами аеронавігаційної системи на основі застосування інтелектуальних систем

Ю. В. Сікірда, В. Ф. Власенко, А. С. Зеленський, І. Г. Торохтій
Льотна академія Національного авіаційного університету

Одним з підходів до підвищення ефективності сумісного прийняття рішень (*collaborative decision making — CDM*) [1] операторами аеронавігаційної системи (АНС), особливо в аварійних ситуаціях (АС), є застосування інтелектуальних систем підтримки сумісного прийняття рішень (*Intelligent Collaborative Decision Support Systems — ICDSS*).

Загалом ICDSS можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності фахівців під час CDM щодо слабоструктурованих і неструктурованих проблем, яка ґрунтується на використанні моделей та процедур з обробки даних і знань на основі технологій штучного інтелекту [2].

Як показали дослідження, CDM операторами АНС в АС вимагає від них аналізу значних обсягів різнопланової інформації. Для комплексного обліку факторів, які впливають на процес CDM в АС, необхідна побудова адаптивної ICDSS, що дозволяє враховувати статичну, динамічну та експертну інформацію щодо стану об'єкту управління (повітряного судна (ПС) / безпілотного літального апарату (БПЛА)), зовнішнього середовища (характеристики зони управління повітряним рухом (УПР) та аеродромів) та операторів АНС (характеристики пілота ПС, оператора БПЛА, авіадиспетчера, льотного диспетчера, технічного персоналу тощо).

Основними задачами ICDSS операторами АНС в АС є [3]:

1. Збір даних щодо стану об'єкту управління, зовнішнього середовища та операторів АНС.
2. Прогнозування розвитку польотної ситуації.
3. Формування множини альтернативних дій в даній польотній ситуації (наприклад, продовження польоту до аеродрому призначення (запасного) або виконання вимушеної посадки).

Для розв'язання задач ICDSS необхідні дані, які можна розділити на три категорії: статичні, динамічні (оперативні) та експертні [3]. Отримано концептуальну схему ICDSS операторами АНС в АС, яка використовує моделі CDM на базі штучної нейронної мережі [3] (рис. 1).

Аналіз рис. 1 дозволяє зробити висновок про необхідність створення баз даних (БД) двох видів. До першої групи увійдуть стаціонарні БД, які створюються до початку роботи ICDSS, до другої – динамічні БД, які будуються в процесі функціонування системи та надалі нею використовуються.

До першої групи увійдуть наступні БД: планова інформація щодо ПС; тактико-технічні характеристики ПС; характеристика зони УПР та аеродромів.

Оснoву другої групи складуть: моніторингові дані щодо ПС; технічна інформація щодо зони УПР та аеродромів; метеорологічна інформація щодо зони УПР та аеродромів.

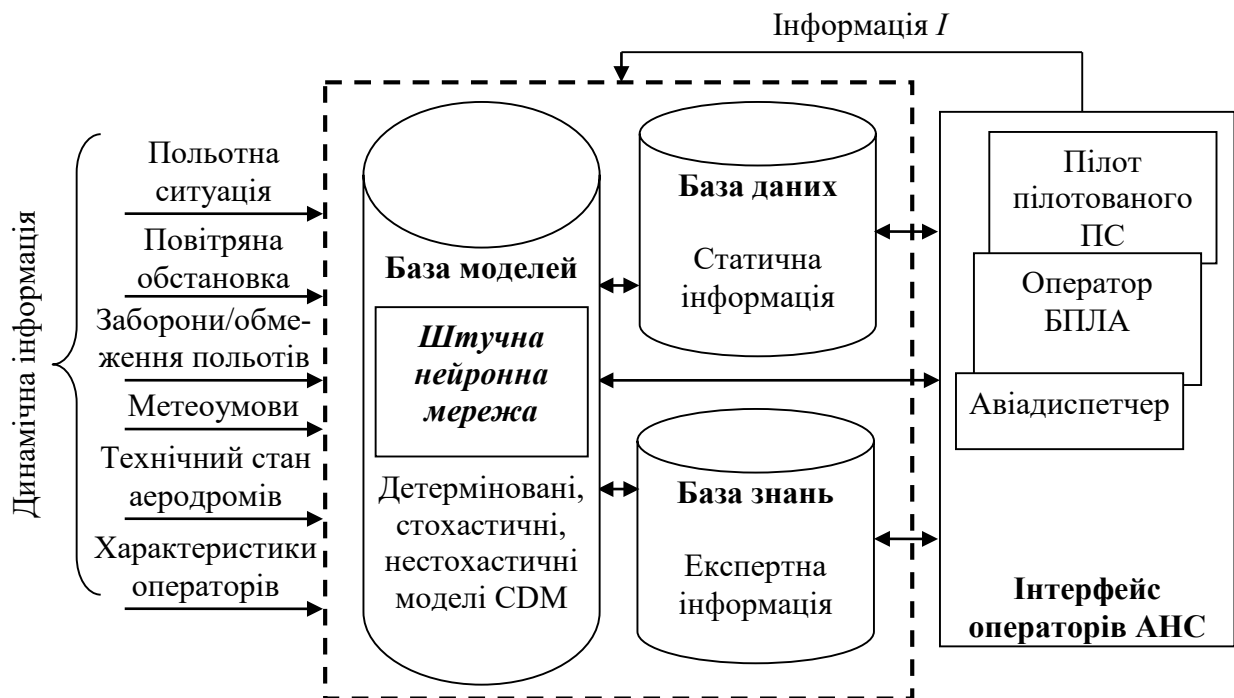


Рис. 1. Концептуальна схема ICDSS операторами АНС в АС

У базі знань містяться експертні дані, отримані в результаті експертного опитування авіаційних фахівців (значення параметрів моделей CDM), та правила користування цими даними.

У базі моделей знаходяться сценарії індивідуального та колективного прийняття рішень операторами АНС в АС.

На основі фактичної інформації можливе коректування баз даних, моделей та знань ICDSS.

Різноманітність типів даних, які використовуються для CDM, потребує нового підходу для вимірювання потенційних наслідків, для чого пропонується використовувати машинне навчання (Machine Learning) та, в перспективі, при накопиченні значного обсягу даних, глибокого навчання (Deep Learning), на основі штучної нейронної мережі.

Література

1. International Civil Aviation Organization (2018) *Manual on Collaborative Air Traffic Flow Management (ATFM)*. Doc. 9971. 3rd ed. Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization.
2. Аврунін О. Г., Владов С. І., Петченко М. В. (2021) *Інтелектуальні системи автоматизації*: моногр.. Кременчук: Новабук.
3. Shmelova T., Sikirda Yu. (2021) Applications of decision support systems in aviation: Chapter 46, *Encyclopedia of Information Science and Technology*, 5th ed. USA: IGI-Global Publ., pp. 658–674. DOI: 10.4018/978-1-7998-3479-3.ch046.

Сучасні методи аналізу прогнозуючих моделей при дослідження часових рядів

Д. О. Стеценко, О. М. Зігунов, В. О. Козленко

ВСП «Сумський фаховий коледж»

Національного університету харчових технологій

Основні технологічні процеси на сучасних підприємствах можна представити у вигляді динамічного ряду і описати залежністю стану об'єкту чи системи в цілому в часовому полі. Так, часовим рядом можна представити динаміку курсу валюти чи курсу акцій, зміну будь-якого фізичного параметру в технологічному об'єкті, зміну якості сировини або палива та багато іншого.

Основною метою аналізу часового ряду є побудова прогнозу його значень на майбутній період. У сучасному науковому світі значну перевагу набувають прогнозуючі методи. Завдяки таким методам можна реалізувати прогнозування поведінки технологічного об'єкта, запобігання передаварійним або критичним ситуаціям на технологічній ділянці, передбачення зміни якості продукції або продуктивності виробництва та можливість реально впливати на ситуацію і змінювати її на свою користь, зводити до мінімуму ймовірність настання несприятливих наслідків, та багато іншого.

Підходи до моделювання часових рядів можна розділити на 2 напрямки.

1. Моделювання невинядової складової (циклічна складова) в сукупності.
2. Розкладання часового ряду на складові компоненти і моделювання значення кожної компоненти зокрема.

Отже, всі методи прогнозування можна розділити на інтуїтивні та формалізовані [1]:

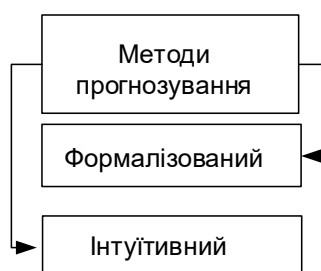


Рис. 1. Класифікація методів прогнозування

Найчастіше розглядаються лише формалізовані методи, які орієнтовані на прогнозування часових рядів. Формалізовані моделі прогнозування часових рядів розділяють на статистичні та структурні.

До статистичних належать моделі, в яких функціональна залежність між майбутніми та фактичними значеннями ряду і зовнішніми факторами задана аналітично [2]. До цієї групи належать: моделі експоненційного згладжування, моделі ковзного середнього, регресійні моделі, авторегресійні моделі, модель максимальної подібності.

У структурних моделях залежність між рівнями задається деякою структурою та правилом переходу по ній. До таких моделей належать: нейронні мережі, ланцюги Маркова, опорні вектори, класифікаційно-регресійні дерева, нечітка логіка, генетичні та мурашині алгоритми.

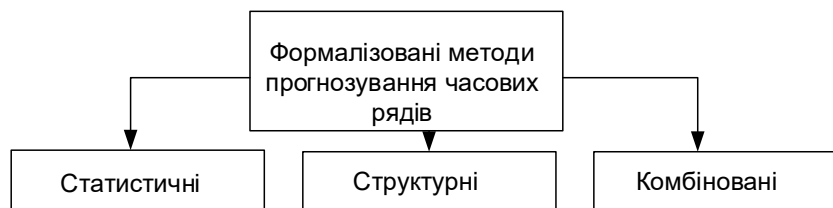


Рис. 2. Класифікація формалізованих методів прогнозування

Деякі статистичні методи направлені на виділення компонентів, наприклад, тренду, та згладжують кожну компоненту окремо.

Найпоширеніші моделі: просте експоненційне згладжування (*ES* — *exponential smoothing*), подвійне експоненційне згладжування Брауна (*DES* — *double exponential smoothing*), потрійне експоненційне згладжування Брауна (*TES* — *triple exponential smoothing*), адаптивне згладжування (*AS* — *adaptive smoothing*), модель Холта, модель Холта-Вінтера.

До структурних моделей прогнозування відносять штучні нейронні мережі, класифікаційно-регресійні дерева, моделі на базі ланцюгів Маркова, моделі на основі нечіткої логіки, опорних векторів, генетичні та мурашині алгоритми, тощо. Ці методи орієнтовані на машинне навчання і шукають закономірності всередині процесу. До них відносять системи, які здатні навчатися, покращуючи свої результати. Тому вважають, що нейромережі враховують «людський фактор» у задачах класифікації та регресії. Основною перевагою цього методу є моделювання нелінійної залежності майбутніх станів і попередніх значень часового ряду, тому його застосовують у різноманітних сферах життя. Також, характерна висока точність прогнозів, адаптивність, можливість масштабування.

Основним недоліком є навчання системи: вибір алгоритму навчання, певні вимоги до навчальної вибірки, ресурсомісткість процесу навчання.

Сучасні дослідження все більше направлені на розробку комбінованих моделей та методів, коли недоліки однієї моделі можна компенсувати іншою. Одними з перших подані комбінації моделей нейронних мереж з нечіткою логікою, з регресією, з ARIMA [2]. Результати прогнозів демонструють більшу точність залежно від сфери використання та вигляду часового ряду. Комбінації моделей наведені в [1]. Такий підхід широко використовують для прогнозування фінансових показників і навіть торгів на біржі

Література

1. Андрусенко Ю. (2020) Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів, *Зб. наук. пр. Харківського національного університету Повітряних Сил*, № 3(65), с. 91–96.

2. Тіхонов І. (2006) *Методи прогнозування в умовах ринку*. Невинномиськ : Юнити, 221 с.

Моделювання статичного режиму скребкового холодильника в процесі виробництва мильних та вуглеводних мастил періодичним способом

П. О. Стороженко, С. В. Плашихін

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Скребковий холодильник є одним з ключових апаратів забезпечення температурних режимів в установці для виробництва мильних та вуглеводних мастил періодичним способом, так як саме він відповідає за охолодження підігрітого мастила, що надходить з реактору. Коректне охолодження в даному апараті вкрай важливе для правильного функціонування подальших елементів установки та отримання хімічно чистої продукції на виході з установки.

Структурно-параметричну схему [1] скребкового холодильника зображено на рис. 1:

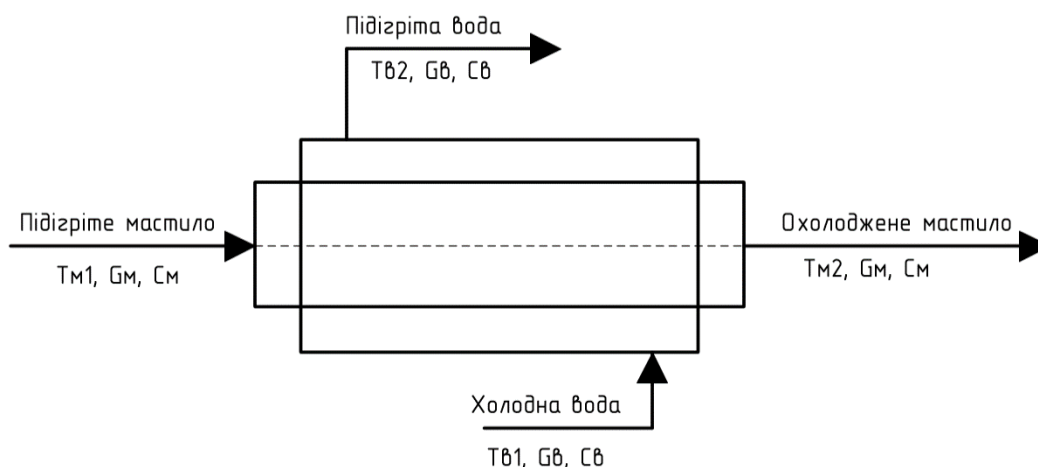


Рис. 1. Структурно-параметрична схема скребкового холодильника

Тепловий баланс для скребкового холодильника запишемо як

$$(1) \quad T_{m1} * G_m * C_m + T_{b1} * G_b * C_b = T_{m2} * G_m * C_m + T_{b2} * G_b * C_b$$

Тоді рівняння статички для каналу «витрата води» - «температура мастила на виході»

$$(2) \quad T_{m2} = T_{m1} + \frac{G_b * C_b * (T_{b1} - T_{b2})}{G_m * C_m}$$

Основні параметри об'єкту наведено в таб. I.

На основі значень таблиці I розрахуємо коефіцієнти передатних функцій

$$(3) \quad T_{m2} = T_{m1} + \frac{G_b * 4.183 * (277.15 - 303.15)}{0.69 * 1.68}$$

та побудуємо відповідну статичну характеристику для $T_{m2} = f(G_b)$:

$$(4) \quad T_{m2} = 433.15 + \frac{G_b * (-108.8)}{1.1592}$$

Таб. I. Параметри об'єкту

Назва параметру	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення
Температура мастила на вході до апарату	T_{M1}	К	433,15
Температура мастила на виході з апарату	T_{M2}	К	—
Температура води на вході до апарату	T_{B1}	К	277,15
Температура води на виході з апарату	T_{B2}	К	303,15
Витрата мастила	G_M	кг/с	0,69
Витрата води	G_B	кг/с	—
Питома теплоємність мастила	C_M	Дж/(кг*К)	1680
Питома теплоємність води	C_B	Дж/(кг*К)	4183

Графічне зображення залежності (4) наведено на рис. 2:

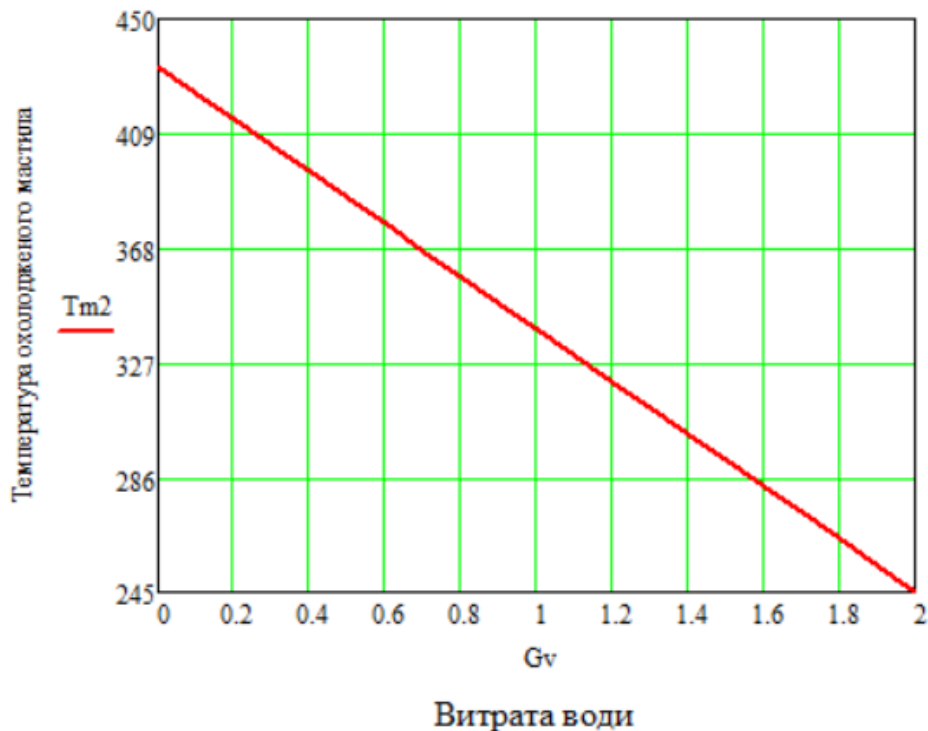


Рис. 2. Статична характеристика скребкового холодильника за каналом «витрата води» - «температура мастила на виході»

Розроблена математична модель в подальшому може бути використана для вибору способу регулювання та типу регулятора.

Література

1. Лукінюк М. В. (2012) *Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: у 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами.* НТУУ «КПІ», с. 331–332.

Дослідження точності ідентифікаційної моделі у вигляді аперіодичної передавальної функції N -го порядку з запізненням

Д. І. Тюляков, Н. М. Луцька

Національний університет харчових технологій

Ідентифікація об'єктів керування (ОК) відіграє важливу роль для розробки та налаштування регуляторів в системах автоматичного регулювання (САР). На сьогоднішній день не існує універсального методу, що підходить для вирішення поставлених задач. Для ідентифікації лінійних систем розповсюджені методи: частотні, авторегресійні, субпросторів. В даній роботі розглядаються методи знаходження апроксимаційної моделі $W_i(N, K, T, \tau, s)$, яка задається аперіодичною передавальною функцією (ПФ) невеликого порядку N із запізненням τ :

$$W_i(K, \tau, T, s) = Ke^{-\tau s} \prod_{k=1}^N \frac{1}{T_k s + 1}, \quad (1)$$

де K — статичний коефіцієнт підсилювання (DC Gain), T — вектор постійних часу аперіодичних ланок першого порядку. До такого класу моделей відноситься також окремий випадок: аперіодична ланка першого порядку з запізненням (first order plus time delay, FOPTD). В даному випадку $N=1$.

У роботі розглянута ідентифікація ОК за реакцією на східчастий вхідний сигнал. Цей підхід популярний в інженерній практиці завдяки простоті реалізації даного активного експерименту, та за рахунок достатньої інформативності отриманого набору даних для ідентифікації ОК. Додаткова перевага використання східчастого вхідного сигналу для ідентифікації — це простота знаходження статичного коефіцієнту підсилювання:

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{y_e - y_b}{u_e - u_b}, \quad (2)$$

де y_b — початкове значення виходу; y_e — усталене значення виходу; u_b , u_e — початкове та кінцеве значення вхідного східчастого сигналу. Більш універсальні алгоритми, які можуть працювати з будь яким сигналом на вході (наприклад функція `procest()` з бібліотеки MATLAB / System Identification Toolbox) зазвичай знаходять DC Gain ОК зі значною похибкою. Після знаходження K усі отриманні данні лінеарізуються та нормалізуються.

Для оцінки похибки ідентифікації обрано інтегральні критерії ISE та IAE. Ці критерії використовуються для чисельної порівняльної оцінки ідентифікації безпошуковим методом площ. Також вони використовуються для знаходження параметрів N , τ , T , що мінімізують ISE(N , τ , T) або IAE(N , τ , T) при використанні пошукових алгоритмів.

Найбільша увага в роботі приділена пошуковому алгоритму знаходження апроксимаційної ПФ N -го порядку із запізненням:

$$W_i(N, \tau, T, s) = e^{-\tau s} \left(\frac{1}{Ts + 1} \right)^N \quad (3)$$

У цьому випадку маємо знаходження екстремуму по неперервним параметрам τ , T при наперед заданому дискретному N (рис. 1).

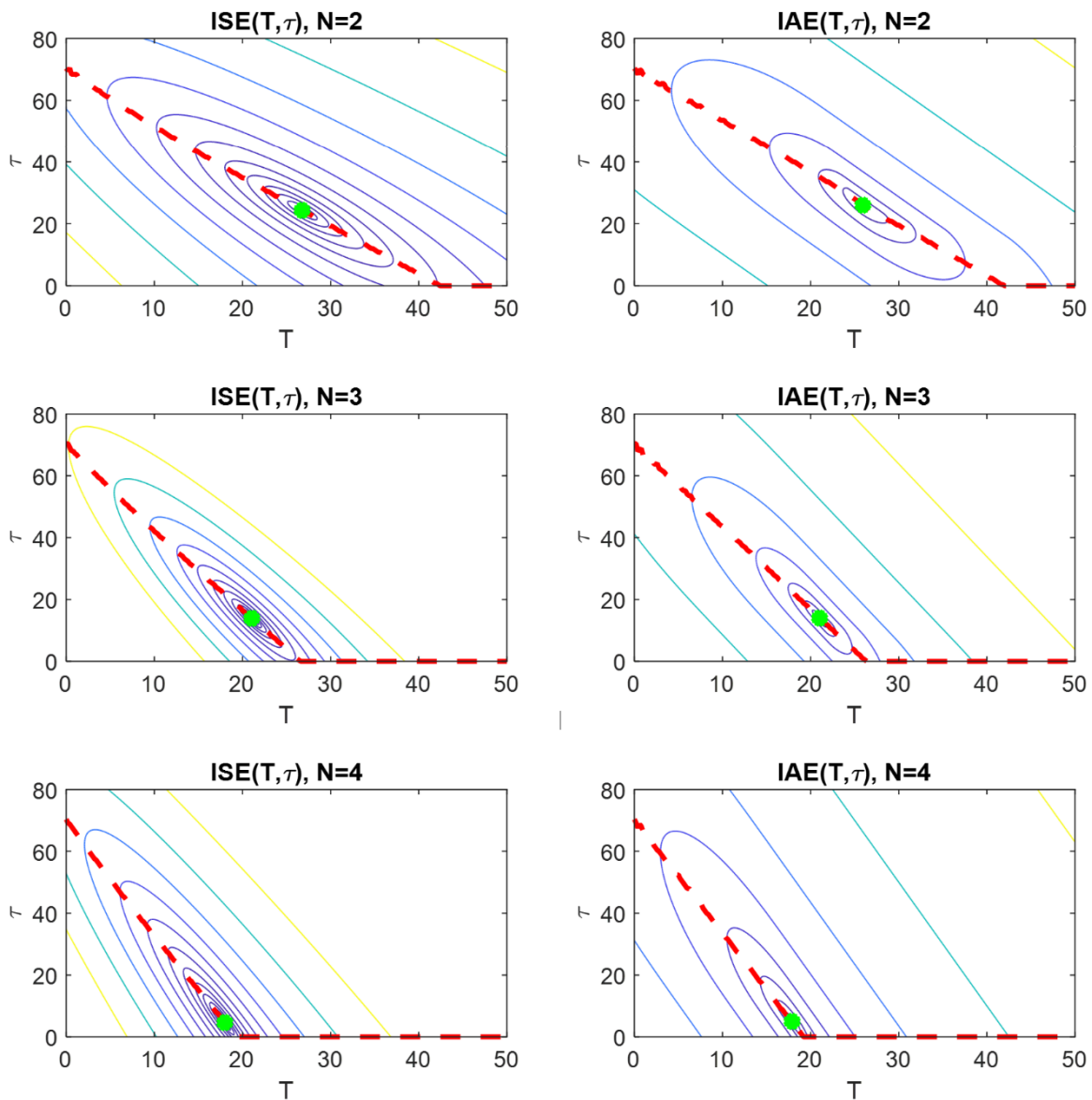


Рис. 1. Залежність інтегральних критеріїв похибки ідентифікації від порядку моделі N та параметрів τ , T

Саме ця структура (3) дозволяє отримати максимально точну апроксимаційну модель ОК високого порядку при невеликих обчислювальних затратах. Як окремий випадок можуть розглядатись моделі FORTD та ПФ N -го порядку без запізнення.

У роботі виконувалось знаходження всіх вище зазначених ідентифікаційних моделей та їх використання при розрахунку ПД-регулятора для наперед заданого критерія оптимальності. Найкращий результат показала модель $W_i(N, \tau, T, s)$, що задана ПФ (3). Проте більш прості моделі показали також цілком допустимий результат.

Література

1. Pillonetto G. et al. (2022) Regularized system identification: Learning dynamic models from data, *Springer Nature*, p. 377.

Інтелектуальні системи прогнозування аварій та несправностей у технологічних комплексах

А. А. Улесв, В. В. Гавриленко, А. Ю. Койдан

Національний транспортний університет

Сучасні технології прогнозування несправностей у технологічних комплексах дедалі більше інтегрують інтелектуальні системи, адаптовані до принципів Industry 4.0. Цей підхід базується на поєднанні Інтернету речей (IoT) та кіберфізичних систем (CPS), що забезпечують інтеграцію штучного інтелекту (ШІ) у промислові процеси.

Використання ШІ дає змогу реалізовувати інтелектуальне виробництво, яке орієнтоване на створення інноваційних продуктів та послуг, адаптованих до висококонкурентного ринкового середовища. Водночас, традиційне збільшення виробничих потужностей більше не є запорукою успіху, адже головною перевагою стає здатність ефективно працювати з даними та інтегрувати інтелектуальні технології [1–2].

У системах підтримки прийняття рішень (DSS) ШІ використовується для оптимізації процесів, таких як ітеративний дизайн продуктів, прогнозування збоїв та формування політик технічного обслуговування. Завдяки алгоритмам машинного навчання (ML), промислові компанії отримують можливість аналізувати великі обсяги даних і прогнозувати потенційні несправності, що значно знижує ризик простоїв та підвищує ефективність використання ресурсів [3,4].

Особливу увагу приділено системам прогнозного технічного обслуговування (PdM), які використовують сенсорний моніторинг для раннього виявлення ознак зносу обладнання. PdM базується на діагностичних та прогностичних підходах, де діагностика визначає причину несправності, а прогноз оцінює ймовірність її виникнення в майбутньому [5].

Впровадження PdM передбачає використання складних моделей машинного навчання, таких як штучні нейронні мережі (ANN), довготривала короткочасна пам'ять (LSTM) та інші підходи глибокого навчання. Ці моделі забезпечують аналіз часових рядів, даних від датчиків і поведінкових закономірностей машин. Наприклад, ANN застосовується для виявлення зносу інструментів на верстатах із числовим програмним управлінням, тоді як LSTM дозволяє враховувати тривалі часові залежності, що є критичним для систем прогнозування несправностей. Також використовуються підходи, які комбінують моделі ML з іншими методами аналізу, такими як TF-IDF, що підвищують точність прогнозів [6].

Штучний інтелект у PdM виконує не лише прогностичну функцію, але й забезпечує адаптацію до динамічного середовища. Завдяки поєднанню аналітичних моделей і реального моніторингу стану обладнання, ШІ може моделювати складні сценарії роботи машин, прогнозувати ймовірність збоїв та пропонувати оптимальні рішення для їх запобігання. Наприклад, нейронні

мережі з глибоким навчанням можуть прогнозувати час до відмови, оцінюючи стан обладнання на основі історичних даних і поточних параметрів [7].

Втім, застосування ШІ у PdM стикається з низкою викликів. Основними серед них є складність збору та обробки навчальних даних, необхідність вибору оптимальних алгоритмів, а також інтеграція моделей у динамічні промислові процеси. Крім того, реалізація ШІ потребує значних обчислювальних ресурсів, надійної мережевої інфраструктури та адаптації до умов експлуатації. Наприклад, високий обсяг даних, що генеруються в рамках Industry 4.0, створює потребу у високопродуктивних обчисленнях, які забезпечують швидку обробку інформації в реальному часі.

У цій сфері активно досліджуються нові підходи, спрямовані на оптимізацію моделей машинного навчання, такі як ранжування функцій, оптимізація гіперпараметрів та аналіз результатів на основі порівняння різних алгоритмів. Зокрема, застосування стратегій випадкових лісів (Random Forest) та XGBoost демонструє високу ефективність для оцінки стану машин і виявлення закономірностей у роботі складних систем.

Отже, впровадження ШІ у прогнозне технічне обслуговування є критично важливим елементом для модернізації технологічних комплексів у відповідності до вимог Industry 4.0. Це дозволяє не лише зменшити ризики непередбачуваних збоїв, але й створити більш стійкі, гнучкі та адаптивні виробничі системи, орієнтовані на максимізацію ефективності, надійності та сталого розвитку.

Література

1. Wang X. (2024) Hardware Failure Prediction Modes Powered by Artificial Intelligence. *Academic Journal of Science and Technology*, 12, 199–201.
2. Tesson V., Amoretti M. (2022) Advanced statistical and machine learning methods for multi-step multivariate time series forecasting in predictive maintenance, *Procedia Computer Science*, vol. 200, pp. 748–757, ISSN 1877-0509.
3. Liu Z. et al. (2018) Effect of microwave chlorine depleted pyrolyzate on the combustion characteristics of refuse derived fuel derived from package waste, *Waste Management*, vol. 82, pp. 1–8, ISSN 0956-053X.
4. Wang K. et al. (2017) Cervical traction therapy with and without neck support: A finite element analysis, *Musculoskeletal Science and Practice*, vol. 28, pp. 1–9, ISSN 2468-7812.
5. Schmidt B., Wang L. (2018) Predictive Maintenance of Machine Tool Linear Axes: A Case from Manufacturing Industry, *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 118–125, ISSN 2351-9789.
6. Hesser D. F., Markert B. (2019) Tool wear monitoring of a retrofitted CNC milling machine using artificial neural networks, *Manufacturing Letters*, vol. 19, pp. 1–4, ISSN 2213-8463.
7. Quiroz J. C. et al. (2018) Fault detection of broken rotor bar in LS-PMSM using random forests, *Measurement*, vol. 116, pp. 273–280, ISSN 0263-2241.

Застосування методів машинного навчання для прогнозування відтоку клієнтів у банках

В. С. Ус, К. В. Морозов, О. П. Поліщук

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Відтік клієнтів є однією з проблем у банківській сфері, оскільки він може призвести до значних фінансових втрат та зниження конкурентоспроможності банку. Відтік клієнтів відбувається, коли клієнти припиняють використовувати послуги банку та переходять до інших фінансових установ.

Прогнозування відтоку клієнтів є важливим завданням для банків, оскільки воно дозволяє їм вчасно виявляти потенційні проблеми та розробляти ефективні стратегії для їхнього вирішення. Прогнозування відтоку клієнтів може допомогти банку зменшити втрати, підвищити рівень задоволеності клієнтів та зберегти свої позиції на ринку.

Для ефективного вирішення завдання прогнозування відтоку клієнтів в банку в теперішній час використовуються методи машинного навчання. Ці методи дають змогу автоматично отримувати інформацію з великих обсягів даних, а також будувати моделі, які здатні класифікувати клієнтів на основі різних критеріїв, таких як історія взаємодії з банком, фінансовий стан тощо. Завдяки машинному навчанню можливо знизити ризики, пов'язані з втратою клієнтів, і збільшити точність прогнозування відтоку клієнтів [1].

Дослідження було проведено на основі відкритого набору даних, отриманого з платформи Kaggle [2]. Набір даних містить різноманітні дані про клієнтів банку, зокрема числові дані (тривалість обслуговування клієнта, щомісячні витрати клієнта, загальна сума внесків або витрат клієнта) та категорійні дані (стать, пенсійний вік, наявність інших клієнтів з родини тощо).

Для прогнозування відтоку клієнтів були застосовані такі методи машинного навчання:

- логістична регресія (Logistic Regression), яка дозволяє моделювати бінарні залежності між змінними;
- метод к-найближчих сусідів (K-Nearest Neighbors), який використовує принцип подібності між об'єктами для прогнозування результатів;
- CatBoost, який є різновидом градієнтного бустингу, що дозволяє ефективно обробляти великі дані та підвищувати точність прогнозування;
- випадковий ліс (Random Forest), який є ансамблевим методом, що поєднує декілька дерев рішень для підвищення загальної точності прогнозування.

Крім того, був розроблений ансамблевий метод (Stacking Ensemble), який поєднує переваги різних машинних методів для підвищення точності прогнозування відтоку клієнтів.

Результати дослідження показали, що розглянуті методи демонструють високу точність прогнозування відтоку клієнтів. Найкращий результат, серед

розглянутих методів машинного навчання, показав ансамблевий метод (рис. 1). Це свідчить про те, що ансамблевий підхід може бути ефективним засобом підвищення точності прогнозування відтоку клієнтів:

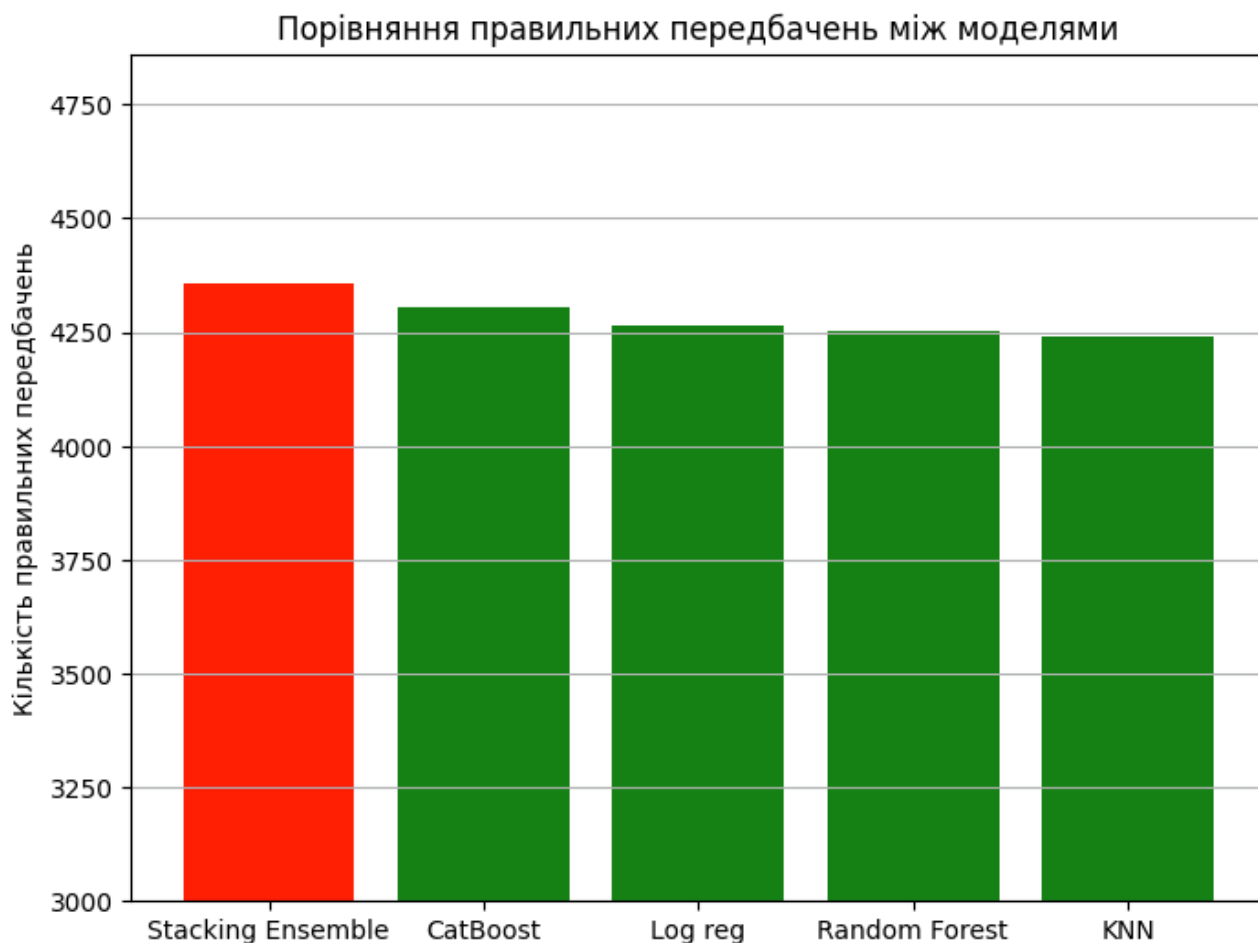


Рис. 1. Діаграма правильних передбачень різних методів машинного навчання

Застосування методів машинного навчання може бути ефективним засобом прогнозування відтоку клієнтів з банку та підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Результати дослідження можуть бути використані для розробки нових методів прогнозування відтоку клієнтів та підвищення ефективності роботи банків.

Література

1. Sousa M. de M., Figueiredo R. (2014) Credit Analysis Using Data Mining: Application in the Case of a Credit Union, *Journal of Information Systems and Technology Management*, 11 (2), 379–396.

2. Kaggle (2024) *Loan Approval Prediction: Playground Series. Season 4, Episode 10* [online]. URL : <https://www.kaggle.com/competitions/playground-series-s4e10/data>.

IoT-система управління комфортом в розумному будинку**С. В. Шевченко, М. В. Гладка***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Щоденно людство прагне до збільшення комфорту свого життя та розвиває нові технології, що сприяють даному напрямку.

У даній роботі описано розробку сенсорної мережі для моніторингу умов на робочих місцях у розумному будинку, включаючи параметри, такі як температура, вологість та рівень забруднення повітря. Метою є створення системи, яка здатна забезпечити ефективне управління ресурсами, підвищуючи комфорт і безпеку користувачів. Система передбачає використання IoT-датчиків для збору даних та їх обробки у режимі реального часу з можливістю інтеграції в централізовану панель управління.

Розумний будинок — це інтегрована система автоматизації, що забезпечує комфортне і безпечне середовище для своїх мешканців. Важливою складовою такої системи є сенсорна мережа, яка дозволяє відстежувати та контролювати важливі показники навколишнього середовища, такі як температура, вологість та рівень забруднення повітря. У роботі розглядається проектування подібної сенсорної мережі з акцентом на управління ресурсами у будинку.

Для досягнення поставленої мети було обрано набір сенсорів, що забезпечують необхідний рівень точності та надійності. Основні компоненти системи включають:

- Датчики температури та вологості для моніторингу кліматичних умов.
- Газові датчики для вимірювання рівня забруднення повітря.
- Контролер, що обробляє дані та передає їх на централізований сервер.

Система розроблена таким чином, щоб всі дані збиралися в режимі реального часу та могли бути використані для автоматичного управління ресурсами, зокрема, системою вентиляції та опалення.

Розроблена система продемонструвала високу ефективність у моніторингу параметрів середовища. Завдяки інтеграції в єдину панель управління користувачі можуть оперативно отримувати інформацію про умови на робочих місцях. Крім того, система дозволяє автоматизувати процеси керування, що веде до зниження енергоспоживання та підвищення загальної ефективності.

У процесі розробки методу автоматичного управління пілососом засобами Інтернету речей (IoT) було проведено проектування та програмна реалізація високоефективної системи IoT рішень для процесу прибирання. Основні результати та аналіз цього процесу такі:

- Архітектура IoT рішення: У результаті досліджень та розробки була створена архітектура системи, що дозволяє ефективно керувати роботом-пілососом через Інтернет з використанням мікроконтролера.
- Мікроконтролер: Для реалізації автоматичного управління пілососом був обраний та використаний певний мікроконтролер, який забезпечує необхідні обчислювальні та керуючі можливості.

- Програмний комплекс: Був розроблений програмний комплекс, який включає в себе алгоритми фіксування перешкод, планування маршруту та мінімізації використання енергоресурсів мікроконтролера.
- Схематичне рішення: Результатом розробки є схематичне рішення, яке може бути впроваджено в практиці для автоматизованого прибирання за допомогою робота-пилососа.
- Пилосос: Основним елементом системи є сам пилосос, який підкоряється автоматизованому управлінню з використанням розробленого програмного забезпечення та алгоритмів.

Запропонована сенсорна мережа для управління ресурсами в розумному будинку є важливим кроком у напрямку автоматизації та ефективного використання ресурсів. Результати дослідження свідчать про потенціал подібних систем у створенні безпечного і комфортного середовища, знижуючи при цьому експлуатаційні витрати.

Подальші дослідження можуть включати вдосконалення алгоритмів аналізу даних та інтеграцію додаткових сенсорів для розширення функціоналу системи.

Література

1. New York Post. (2023) *Most people don't clean their homes for a month, poll finds*. URL : <https://nypost.com/2023/03/24/most-people-dont-clean-their-homes-for-a-month-poll-finds>.
2. Statista. (n.d.). *Worldwide robotic vacuum cleaner revenue*. URL : <https://www.statista.com/statistics/1022991/worldwide-robotic-vacuum-cleaner-revenue/>
3. Dost M. (2016) A Review of the Internet of Things (IoT) Applications in Healthcare, *Journal of King Saud University – Computer and Information Sci.*, 28(4), 1–9. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352664516300050>.
4. Hladkyi Y., Gladka M., Kostikov M., Lisnevskyi R. (2021) An IoT Solution: A Fitness Trainer. *Information Technology and Implementation: IT&I-WS-2021. Information Technology and Implementation 2021. Selected Papers of the VIII International Scientific Conference "Information Technology and Implementation" (IT&I-2021). Workshop Proceedings, Kyiv, Ukraine, December 1–3, 2021*, pp. 215–226. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-3179>.
5. Gotti, Francesco. (n.d.). Hamiltonian Graphs. MIT. URL : <https://math.mit.edu/~fgotti/docs/Courses/Combinatorial%20Analysis/22.%20Hamiltonian%20Graphs/Hamiltonian%20Graphs.pdf>.

**Розробка моделі аналізу зображень кістково-м'язової тканини
для виявлення патологій з використанням нейронних мереж****А. О. Янковенко***Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»***М. В. Гладка***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Автоматизований аналіз медичних зображень є актуальним напрямком у сучасній медицині, що сприяє підвищенню точності діагностики та зменшенню часу на обробку даних [1]. Особливо важливим є виявлення патологій кістково-м'язової тканини, що може допомогти у ранній діагностиці захворювань та плануванні лікування.

У процесі розробки моделей аналізу зображень кістково-м'язової тканини для виявлення патологій з використанням нейронних мереж важливо детально ознайомитися з існуючими рішеннями в цій галузі. Це дозволить виявити їхні переваги та недоліки, а також визначити напрями, в яких можна покращити власну модель.

Традиційні методи аналізу медичних зображень базуються на класичних алгоритмах обробки зображень та машинного навчання. Ці підходи включають:

- Методи попередньої обробки та вилучення ознак: До них належать фільтрація зображень, нормалізація, виділення контурів та текстурний аналіз. Наприклад, використання операторів Собеля або Кенні для виявлення контурів на рентгенівських зображеннях.
- Методи сегментації: Використовуються для виділення областей інтересу. Порогова сегментація, методи росту областей та кластеризації дозволяють розділити зображення на області з різними інтенсивностями пікселів.
- Класифікація на основі вилучених ознак: Після вилучення ознак використовуються алгоритми машинного навчання, такі як метод найближчих сусідів, дерева рішень або метод опорних векторів (SVM), для класифікації зображень.

У роботі використано згорткові нейронні мережі для аналізу рентгенівських зображень кістково-м'язової тканини. Як базову модель обрано архітектуру InceptionV3, попередньо навченої на наборі даних ImageNet [2]. Для навчання та тестування моделі використано набір даних RSNA Bone Age, який містить рентгенівські зображення кистей рук дітей різного віку [3].

Попередня обробка зображень включала зміну розміру до 256×256 пікселів, нормалізацію та застосування фільтрації для зменшення шуму. Для збільшення обсягу тренувальних даних використано методи аугментації, такі як обертання, масштабування та відображення [4].

Навчання моделі проводилося з використанням Google Colab з апаратним прискоренням TPU, що дозволило значно зменшити час навчання [5].

Отримана модель показала високу точність у передбаченні віку кісток та виявленні відхилень, що можуть свідчити про наявність патологій. Середня абсолютна помилка (MAE) на тестовому наборі даних склала 6 місяців, що є конкурентним результатом порівняно з іншими методами [6].

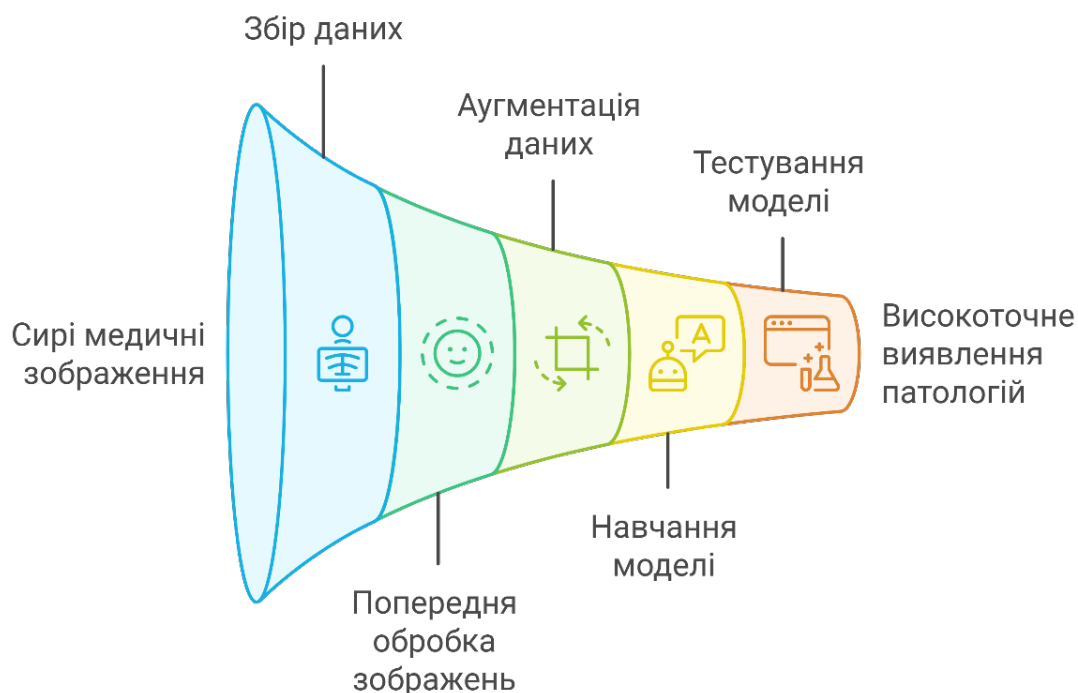


Рис. 1. Етапи розроблення моделі аналізу зображень опорно-рухового апарату. Використання згорткових нейронних мереж та методів глибокого навчання є перспективним підходом для аналізу медичних зображень та виявлення патологій кістково-м'язової тканини. Подальша оптимізація моделі та розширення набору даних можуть покращити результати та сприяти впровадженню цих методів у медичну практику.

Література

1. Park H. (2023) Machine Learning Empowering Personalized Medicine: A Comprehensive Review of Medical Image Analysis Methods. *Electronics*. URL: <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/21/4411>.
2. Szegedy C. et al. (2016) Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision. *Proceedings of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 2818–2826.
3. RSNA Pediatric Bone Age Machine Learning Challenge. RSNA (2017). URL : <https://www.rsna.org/en/education/ai-resources-and-training/ai-image-challenge/rsna-pediatric-bone-age-challenge-2017>.
4. Shorten C., Khoshgoftaar T. M. (2019) A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *Journal of Big Data*, 6(60).
5. Bisong E. (2019) *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform: A Comprehensive Guide for Beginners*. Apress.
6. Larson D. B. et al. (2018) Performance of a Deep-Learning Neural Network Model in Assessing Skeletal Maturity on Pediatric Hand Radiographs. *Radiology*, 287(1), pp. 313–322.

Керування процесом кип'ятіння сусла за допомогою MPC-регулятора

М.Д. Паровенко

Національний університет харчових технологій

З метою забезпечення оптимального керування процесом кип'ятіння сусла пропонується використання Model Predictive Control (MPC) підходу. MPC використовує динамічну модель процесу для прогнозування майбутньої поведінки та оптимізації керуючих дій протягом горизонту прогнозування. Процес кип'ятіння сусла можна описати динамічними рівняннями, які враховують:

- теплопередачу:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{E(t) - Q_{\text{випар}} - Q_{\text{втрати}}}{m \cdot C_p}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{випар}} = m_{\text{випар}} \cdot h_{\text{випар}}$ – тепло, витрачене на випаровування; $Q_{\text{втрати}}$ – теплові втрати в навколишнє середовище; C_p – теплоємність сусла, m – маса сусла.

- швидкість випаровування:

$$\frac{dV}{dt} = -k \cdot A \cdot (P_{\text{пар}} - P_{\text{атм}}), \quad (2)$$

де k – коефіцієнт випаровування, A – площа поверхні випаровування; $P_{\text{пар}}$, $P_{\text{атм}}$ – тиск пари та навколишнього середовища.

- зміну концентрації цукру:

$$C(t) = \frac{C_{\text{початкове}} \cdot V_{\text{початкове}}}{V(t)}, \quad (3)$$

- ізомеризацію альфа-кислот (для формування гіркоти):

$$IBU(t) = k_{\text{ізо}} \cdot \alpha_{\text{кислоти}} \cdot (1 - e^{-k_{\text{ізо}} \cdot t}), \quad (4)$$

де $k_{\text{ізо}}$ – константа швидкості ізомеризації; $\alpha_{\text{кислоти}}$ – концентрація альфа-кислот у хмелі.

Задача MPC регулятора передбачає оптимізацію подачі енергії $E(t)$, щоб підтримувати температуру $T(t)$ на рівні $T_{\text{цільове}}$, досягти потрібної концентрації цукру $C_{\text{цільове}}$, максимізувати або мінімізувати $IBU(t)$ згідно з рецептурою.

Цільова функція для MPC регулятора:

$$\text{Цільова функція} = \int_0^H \left[w_1 \left(T_{\text{цільове}} - T(t) \right)^2 + w_2 \left(C_{\text{цільове}} - C(t) \right)^2 + w_3 \left(IBU_{\text{цільове}} - IBU(t) \right)^2 \right] dt, \quad (5)$$

де w_1, w_2, w_3, w_4 : ваги для температури, концентрації, гіркоти; H : загальний час процесу (горизонт прогнозування).

Для оптимізації цільової функції пропонується використовувати L-BFGS-B алгоритм, а для реалізації інтелектуального регулятора – мову python. В ході подальшого дослідження планується розроблення регулятора на основі нечіткої логіки та проведення його порівняння з MPC-регулятором.

Про один з підходів вирішення проблеми «холодного старту» для методу колаборативної фільтрації

Євген Івохін

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Гліб Шелякін

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Метод колаборативної фільтрації знайшов широке застосування у рекомендаційних системах. Серед існуючих методів рекомендацій найяскравішими вважають такі: метод фільтрації на основі вмісту, метод колаборативної фільтрації на основі інформації про користувача (user-based) та на основі порівнянь об'єктів рекомендацій (item-based).

Втім, зазначені методи мають проблеми і недоліки, одним із яких є проблема «холодного старту». Проблема «холодного старту» для user-based методу виникає тоді, коли у користувача, який щойно зареєструвався на сервісі, відсутня історія переглядів. В результаті система діє недетерміновано замість того, щоб рекомендувати те, що може потенційно зацікавити користувача. Проблема «холодного старту» для методу колаборативної фільтрації, заснованому на item-based підході, тобто на обчисленні оцінок на основі порівнянь об'єктів, виникає у тому випадку, коли контенту не було надано оцінку жодним користувачем, через те, що система просто «не звертає на нього увагу» до того моменту, поки хоча б один користувач не оцінить цей контент.

У нашій розвідці ми хочемо зупинитися на можливих способах вирішення проблеми «холодного старту» для user-based та item-based підходів.

Зокрема, Чарльз Емануель Діаз, Вінсент Гуї та Патрік Галінарі [1] вирішували проблему «холодного старту» для item-based методу завдяки впровадженню оцінок на основі змісту текстової інформації. Для цього вони використовують метод word2vec, щоб перетворити текстову інформацію на набір векторів і завдяки ним навчити систему «передбачати» найближчі по контексту вектори, та на їх основі проводити рекомендації, застосовуючи стандартний метод колаборативної фільтрації. В результаті авторам вдалося зменшити похибки при апроксимації оцінки користувачів на 10% - 15%, перевершивши такі існуючі моделі як наївний метод колаборативної фільтрації на основі порівнянь користувачів та матричну факторизацію [1].

Кін Лу [2] запропонував новий спосіб підбору користувачів для user-based методу шляхом розділення ознак (атрибутів) користувача на лінійні та ієрархічні. Наприклад, якщо до ознак користувача віднести вік, заробітню платню, адресу, то, на думку автора, серед лінійних ознак можуть бути заробітна плата або вік, оскільки їх можна умовно поділити на відповідні відрізки – до 18 років, від 18 до 30, від 30 років і так далі. З іншого боку, такий параметр як адресу проживання автор пропонує відобразити у вигляді ієрархічної структури – дерева. Крім цього, Кін Лу запропонував нову кількісну оцінку, яку назвав User Attention. Вона використовується для розрахунку схожості користувачів за їх

увагою до об'єктів рекомендацій. Було запропоновано так званий індекс Project Popularity, який має на меті «прирівняти» товари, що є занадто популярними, до тих, які не є такими. В результаті аналізу результатів практичного застосування виявлено, що алгоритм з авторськими модифікаціями працює краще, ніж звичайний метод колаборативної фільтрації, але алгоритм є чутливим до розрідженості матриці оцінок, що виражається у дуже незначному зменшенні похибки у порівнянні зі звичайним алгоритмом.

Для вирішення проблеми «холодного старту» ми використали додаткову матрицю, яка зберігає інформацію про подібність об'єктів завдяки використанню семантичного фактору [3, 4]. Нехай M – множина текстової інформації, що відображає суть деякого об'єкту. Кожен елемент множини є вектор (a_1, a_2, \dots, a_k) – де a_i – це деяке текстове представлення i -го атрибуту поточного об'єкту. Це можуть бути описи, рецензії, набір технічних характеристик, відгуки. Тоді величину подібності (близькості) двох об'єктів можна обчислити за такою формулою:

$$sim_{meta}(i, \hat{i}) = \frac{\sum_{j=1}^k sim(i_j, \hat{i}_j)}{k}$$

де $sim(i_j, \hat{i}_j)$ - коефіцієнт подібності j -х характеристик об'єктів i та \hat{i} із застосуванням сіамських нейронних мереж у якості оцінювачів.

Також ми ввели матрицю OS (Object Similarity) $\in R^{n,n}$, де n – кількість об'єктів на сервісі. Матриця є квадратною та симетричною, а $OS_{i,j} \ i > j = \overline{1, n-1}$ – оцінки подібності i -го та j -го об'єкту.

Як результат, цей підхід дозволив здійснювати рекомендації навіть при мінімальній кількості даних про користувача або об'єкт. Застосування матриці OS для вирішення проблеми «холодного старту» показало значне покращення якості рекомендацій для нових користувачів та об'єктів. Навіть при мінімальній кількості доступних даних система змогла надавати релевантні рекомендації.

Література:

1. Dias Charles-Emmanuel, Guigue Vincent, Gallinari Patrick. (2017). Text-based collaborative filtering for coldstart soothing and recommendation enrichment. AISR2017, Paris, France. URL: <https://hal.science/hal-01640268/document>.
2. Qin Lui (2022). A New Collaborative Filtering Algorithm Integrating Time and Multisimilarity. Mathematical Problems in Engineering. URL: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2022/2340671/>.
3. Івохін Є., Шелякін Г., Махно М. (2024). Удосконалення методу колаборативної фільтрації шляхом інтегрування семантичного та часового факторів і методу кластерного аналізу. Artificial Intelligence. №1, С. 57 – 63. URL: <https://jai.in.ua/archive/2024/2024-1-5.pdf>
4. Івохін, Є., & Шелякін, Г. (2024). Collaborative Filtering as One of the Methods of Content Recommendations: main Problems and Ways to Solve. Modern Engineering and Innovative Technologies, 1(34-01), 94–105. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-34-00-013> .

3

СЕКЦІЯ

***ІНТЕГРОВАНЕ
АВТОМАТИЗОВАНЕ
КЕРУВАННЯ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-
ТЕХНІЧНИМИ
СИСТЕМАМИ***

Моніторинг роботи централізованого електропостачання в режимі реального часу з урахуванням енергетичної ситуації в Україні

Абажей Євгеній

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Енергетична ситуація в Україні залишається нестабільною через військові дії, дефіцит ресурсів і пошкодження критичної інфраструктури. Ефективний моніторинг систем централізованого електропостачання в режимі реального часу є ключовим для забезпечення стабільної роботи електромереж. Автоматизація цього процесу дозволяє швидко реагувати на зміни в енергосистемі та приймати рішення для підтримання стабільності постачання.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка системи моніторингу централізованого електропостачання, яка працює в режимі реального часу та враховує поточний стан енергетичної інфраструктури в Україні. Система має дозволити виявляти проблеми в електромережах, контролювати споживання енергії та оперативно реагувати на перебої.

Матеріали і методи

Для створення системи моніторингу використовувалися такі інструменти:

- Сенсори та лічильники споживання електроенергії на різних етапах постачання для збору даних про навантаження та стабільність електропостачання.
- SCADA-системи (Supervisory Control and Data Acquisition) для централізованого збору та обробки даних в режимі реального часу.
- Аналітичні алгоритми для аналізу споживання енергії, виявлення аномалій і прогнозування збоїв.
- Інтеграція з даними про стан енергетичної інфраструктури, включаючи інформацію про пошкодження ліній електропередач.

Результати дослідження

Розроблена система моніторингу централізованого електропостачання в режимі реального часу була успішно впроваджена на регіональних енергетичних підприємствах України. Вона продемонструвала суттєве покращення ефективності керування енергетичною мережею, зокрема в аспектах:

- Оперативність реагування на збої. Система фіксує порушення у постачанні електроенергії за лічені секунди після їхнього виникнення. Це дозволяє службам негайно вживати заходів для відновлення стабільної роботи, що знижує тривалість збоїв та покращує стабільність постачання.

- Зменшення втрат електроенергії. Завдяки безперервному контролю за рівнем споживання та автоматичному виявленню перевантажень, система сприяє зменшенню технічних втрат електроенергії в мережі. Це є важливим чинником для оптимізації використання ресурсів і зниження загального навантаження на систему.

- Покращення управління під час кризових ситуацій. В умовах нестабільної енергетичної ситуації, коли пошкодження мереж можуть траплятися через зовнішні фактори, система дозволяє динамічно адаптувати роботу мережі до поточних умов. Інтеграція даних про аварії та інциденти дає змогу перерозподіляти навантаження та підвищувати надійність електропостачання для критично важливих споживачів.

Обговорення результатів

Моніторинг у реальному часі критично важливий для стабільності електропостачання в умовах нестабільної енергетичної ситуації в Україні. Технології, використані в системі, дозволяють:

1. Прогнозувати збої в роботі мережі, виявляючи тенденції до перебоїв, що дозволяє завчасно вжити заходів.
2. Підвищити ефективність роботи мережі, автоматизуючи контроль споживання енергії.
3. Поліпшити координацію між регіональними енергетичними центрами завдяки централізованому збору даних.

Висновки та рекомендації

Застосування систем моніторингу централізованого електропостачання в режимі реального часу довело свою ефективність у покращенні стабільності й надійності української енергетичної інфраструктури. Рекомендується масштабувати цю систему, впровадивши її на рівні інших регіонів, щоб забезпечити узгодженість контролю в національному масштабі. Також доцільно розробити додаткові функції прогнозування, які допоможуть ще краще управляти мережею та підготуватися до потенційних кризових ситуацій, зменшуючи загрозу перебоїв в енергопостачанні.

Література

1. Мельник, С. (2021). Системи моніторингу електропостачання: досвід України. Енергетика: економіка, технології, екологія, 4(2), 12-19.
2. Кравченко, О., і Литвиненко, Т. (2020). Інноваційні технології в управлінні енергетичними системами. Науковий вісник НТУУ «КПІ», 78(3), 20-28.
3. Гончаренко, В. (2019). Використання SCADA-систем для моніторингу енергетичних мереж. Вісник енергетики, 45, 45-50.
4. Сидоренко, А. (2022). Автоматизація моніторингу енергетичної інфраструктури в умовах нестабільності. Технічні аспекти електропостачання, 3(1), 34-40.

Аналіз впливу автоматизації процесів на ефективність CRM-систем

Бойко О.О., Андріюк О.П.

Національний університет харчових технологій

E-mail: andriukop@nuft.edu.ua

The process of automating processes in CRM systems (customer relationship management), customer relationship management software that helps businesses build strong relationships with customers and have a deeper understanding of their needs, is currently attracting considerable interest and requires research.

Інтерес до автоматизації процесів у CRM різко зріс із поширенням SaaS-рішень. Програмне забезпечення як послуга (SaaS) — це модель надання програмного забезпечення в хмарі. Постачальник хмари розробляє і підтримує хмарне прикладне програмне забезпечення, надає для нього автоматичні оновлення та доступ клієнтам через Інтернет. Це обумовлено прагненням компаній знизити витрати на операційну діяльність і забезпечити безперебійну роботу клієнтських процесів. Однак інтеграція автоматизованих інструментів виявляє виклики, такі як адаптація користувачів та початкові інвестиції.

Аналіз життєвого циклу автоматизованих CRM-рішень включає:

1. Моделювання процесів.

Модель відображає ключові функції системи, включаючи управління клієнтськими даними, інтеграцію з зовнішніми платформами та автоматизацію повторюваних завдань.

2. Впровадження інструментів.

Перехід від традиційних методів до автоматизованих передбачає оцінку ефективності інструментів на кожному етапі: від збору даних до їх аналізу.

Переваги автоматизації в CRM:

1. Оптимізація часу.

Завдяки автоматизації рутинних процесів, компанії можуть скоротити тривалість обробки запитів на 30-40%.

2. Зменшення помилок.

Використання автоматизованих алгоритмів мінімізує людський фактор при обробці даних.

3. Підвищення продуктивності.

Інструменти автоматизації дозволяють співробітникам зосередитися на стратегічних задачах.

4. Аналіз та адаптація.

Інтеграція аналітичних модулів забезпечує глибокий аналіз клієнтської поведінки для побудови більш ефективних стратегій.

Таким чином, автоматизація CRM-процесів є доцільною інвестицією для компаній, що прагнуть підвищити ефективність клієнтського управління.

Література

1. Smith, J. (2023). Automated CRM Tools and Their Impact on Business Efficiency.

2. Johnson, L. (2022). SaaS Integration in Modern CRM Solutions.

УДК 681.5

Просторово-розподілена сенсорна мережа контролю експлуатаційних параметрів енергетичних об'єктів в режимі реального часу з розподіленою мікроконтролерною архітектурою

Є.О. Зайцев

Національний транспортний університет, Київ, Україна

С.А. Закусило, В.О. Березниченко

Інститут електродинаміки НАН України, Київ, Україна

Сучасні системи контролю та моніторингу дедалі частіше використовують просторово-розподілені сенсори під час визначення фактичного технічного стану обладнання та можуть забезпечувати передачу даних, через різні загальнодоступні середовища зв'язку, такі як безпроводні мережі (Wi-Fi, LoRaWAN), локальні комп'ютерні мережі (LAN), глобальні комп'ютерні мережі (Internet), хмарні сервіси, а також спеціалізовані мережі типу точка-точка. Для опрацювання даних сенсорів мікроконтролер, які входять до інформаційно-вимірювальних каналів та системи збору даних, повинен забезпечувати можливість роботи вимірювального каналу в режимі реального часу виконуючи функції з оцифрування, попередньої обробки інформаційних сигналів, обміну даних із основною системою "обробки, зберігання та відображення даних".

Для забезпечення потрібної швидкодії, частоти вибірки інформаційного сигналу та можливості забезпечення синхронізації роботи вимірювального каналу та всіх інших компонентів системи контролю стану стиснення осердя статора під час його роботи, є ефективним загальний час роботи мікроконтролера розбити на окремі інтервали. Недоліком цього способу організації роботи мікроконтролера є необхідність застосування потужних і дорогих мікроконтролерів з високою тактовою частотою та великим обсягом оперативної пам'яті. Для усунення цього недоліку в доповіді розглядається застосування розподіленої мікроконтролерної архітектури в структурі просторово-розподіленої сенсорної мережі. Це дозволить забезпечити ефективну взаємодію між компонентами системи та підвищити її загальну продуктивність.

Література

1. Закусило С.А., Зайцев Є.О. Використання технології LoRaWAN в системах інформаційного обміну засобів контролю та діагностування енергетичного обладнання. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»: Матеріали X Міжнародної науково-технічної Internet-конференції, 24 листопада 2023., К: НУХТ, 2023. С. 183.

2. Зайцев Є., Кучанський В., Гунько І. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустаткування. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. 156 с.

Інтелектуальні системи автоматизованого керування для харчової промисловості

В.О.Коломієць, Я.В. Смітюх

Національний університет харчових технологій

Світ бізнес-технологічних процесів стрімко розвивається. Інтелектуальні системи автоматизованого керування (ІСАК) стають революційною парадигмою, яка поєднує численні інструменти та технології для оптимізації результатів бізнес-процесів.

За останнє десятиліття спостерігався постійний прогрес у напрямку автоматизації бізнес-процесів під егідою роботизованої автоматизації процесів (RPA).

Однак ІСАК є великим кроком вперед. Він об'єднує штучний інтелект (ШІ) і пов'язані з ним технології, щоб дозволити програмному забезпеченню не тільки виконувати повторювані завдання, але й навчатися, адаптуватися та приймати рішення, імітуючи когнітивні здібності людини.

Мета ІСАК в технологічних процесах харчових виробництв полягає в тому, щоб запропонувати організаціям шлях до підвищення ефективності бізнесу шляхом мінімізації людської участі в простих завданнях, зменшення кількості помилок і прискорення процесів прийняття рішень.

Такі системи мають потенціал для революції в роботі бізнесу в епоху цифрових технологій.

Інтелектуальні рішення для автоматизації процесів можна визначити як конвергенцію програмного забезпечення, ШІ та підходів машинного навчання для автоматизації ручних операцій.

Ці рішення виходять за рамки традиційної автоматизації, використовуючи когнітивні можливості, які дозволяють відтворювати поведінку людини та процеси прийняття рішень.

Інтелектуальні рішення для автоматизації процесів здатні обробляти неструктуровані дані за допомогою таких технологій, як машинне навчання, обробка природної мови (NLP) і обробка зображень.

Тому найкраще розглядати ІСАК як комплекс технологій, а не як автономну систему. Зокрема такими технологічними системами є наступні.

RPA - це технологія автоматизації бізнес-процесів, яка створює програмних ботів, призначених для імітації взаємодії людини з цифровими системами. Основною метою RPA є автоматизація рутинних завдань, таких як вилучення та очищення даних через існуючі інтерфейси користувача.

Працюючи на рівні інтерфейсу користувача, він пропонує найкоротший шлях

до автоматизації, не вимагаючи глибокої інтеграції з базовим кодом програми або базами даних.

Роботам RPA призначаються ідентифікатори користувачів, що дозволяє їм отримувати доступ до систем, створювати документи та виконувати обчислення так само, як люди. Боти можуть виконувати повторювані завдання, заощаджуючи час у всьому підприємстві.

Машинне навчання – це підмножина штучного інтелекту, що дозволяє системам навчатися та вдосконалюватися на основі досвіду, не вимагаючи явного програмування. Він застосовує ймовірнісні рамки для створення моделей, які пояснюють шаблони в даних.

НЛП – це підгалузь штучного інтелекту та лінгвістики, яка досліджує, як машини можна використовувати для розуміння та маніпулювання текстом або мовою природної мови.

ІСАК пропонує ряд переваг для підвищення ефективності роботи, зменшення помилок і підвищення точності.

Підвищена ефективність – інтелектуальні системи автоматизації процесів можуть працювати безперервно, значно прискорюючи час завершення процесу. Завдання, які можуть зайняти в людей години або дні, часто можуть бути виконані інтелектуальними системами автоматизації процесів за хвилини або секунди, що призводить до значного підвищення ефективності роботи.

Практики впровадження ІСАК поєднують дві різні, але взаємодоповнюючі технології. Зокрема, штучний інтелект може допомагати обробляти різноманітні неструктуровані дані та створювати базу знань, яку потім може використовувати технологія RPA для автоматизації завдань.

Інтелектуалізація процесів керування – це лише один з важливих шляхів до вдосконалення існуючих систем автоматизації. Інтелектуальні платформи автоматизації процесів ідеально підходять для підприємств харчової галузі, які мають розгалужену систему та прагнуть здійснити цифрову трансформацію. Це може охоплювати підприємства з різними потребами, від тих, що мають величезні набори технологій, велику кількість технологічних процесів і величезні обсяги даних, до тих, хто просто хоче усунути повторювані завдання та скористатися можливостями ІІІ.

Література

1. G.S.M. Chandrasiri, K.I. Achintha Wijenayake, Udara S.P.R. 2022. Development of automated systems for the implementation of food processing. Journal Research Technology and Engineering. 3 (1), p. 8-18
2. Ірлик Ю.А., Стопакевич А.О., 2023. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. Volume 15, Issue 4, с. 8-13.

Інтегроване автоматизоване керування організаційно-технічними системами

В.В. Полупан., П.О. Новаковський

Національний університет харчових технологій

Вступ. У сучасній промисловості ефективне управління складними організаційними та технічними системами має вирішальне значення. Інтегровані автоматизовані системи управління забезпечують безперервну координацію, прийняття рішень на основі даних та оптимізацію процесів. Використовуючи такі технології, як Інтернет речей, штучний інтелект і SCADA, ці системи підвищують продуктивність, скорочують час простоїв і оптимізують ресурси. У цій статті досліджуються принципи, методи та наслідки інтегрованого автоматизованого управління, підкреслюється його значення для стійкості та адаптивності в сучасних галузях промисловості.

Матеріали та методи. У цьому дослідженні розглядається інтеграція IoT, штучного інтелекту та систем SCADA в системи управління. Дані в режимі реального часу збираються за допомогою датчиків Інтернету речей та інфраструктури SCADA, передаючи дані про продуктивність і стан активів на централізовані хмарні платформи. Алгоритми машинного навчання аналізують ці дані для отримання прогностичних висновків, що дозволяє проактивно управляти і мінімізувати час простою. Платформи хмарних обчислень і передові інструменти аналітики створюють єдине цифрове середовище для моніторингу та прийняття рішень в режимі реального часу, оптимізуючи контроль над організаційними функціями і технічними процесами.

Результати та обговорення. Впровадження інтегрованих автоматизованих систем управління в різних галузях промисловості продемонструвало суттєві переваги:

1. Покращені можливості прийняття рішень і прогнозування: Завдяки датчикам Інтернету речей і системам SCADA, які надають безперервні дані про продуктивність активів і умови експлуатації, особи, які приймають рішення, отримують доступ до точної інформації в режимі реального часу. Ці дані слугують основою для моделей машинного навчання, які визначають закономірності продуктивності та прогнозують потенційні збої. Наприклад, на виробництві прогностична інформація дозволяє операторам проактивно регулювати параметри машини, зменшуючи відходи та покращуючи якість продукції. Крім того, особи, які приймають рішення, отримують можливість приймати рішення на основі даних, які узгоджують операційні пріоритети зі стратегічними цілями, підвищуючи загальну гнучкість бізнесу.

2. Оптимізація ресурсів та скорочення витрат: інтегровані автоматизовані системи надають детальні дані про споживання ресурсів та ефективність, що дозволяє точно коригувати розподіл ресурсів. Наприклад, в логістиці та управлінні ланцюгами поставок відстеження рівня запасів у реальному часі та діагностика транспортних засобів за допомогою Інтернету речей може

оптимізувати маршрути доставки, зменшити споживання пального та забезпечити своєчасне технічне обслуговування. Така оптимізація ресурсів виходить за рамки економії коштів; вона також сприяє екологічній стійкості, зменшуючи непотрібне споживання енергії та відходи.

3. Підвищення надійності та зменшення кількості помилок: автоматизація зменшує кількість людських помилок і забезпечує узгодженість процесів, що є критично важливим у високоточних галузях, таких як фармацевтика. Тут системи SCADA відіграють вирішальну роль, забезпечуючи узгодженість роботи і гарантуючи, що обладнання працює в межах заданих параметрів безпеки і продуктивності. Алгоритми машинного навчання додають ще один рівень надійності, виявляючи відхилення і попереджаючи операторів до того, як проблеми загострюються, що призводить до більш стабільної та ефективної роботи.

4. Покращена інтероперабельність системи: інтеграція різних технологій, покращує функціональну сумісність між застарілими та сучасними системами. Така сумісність дозволяє організаціям використовувати існуюче обладнання, отримуючи вигоду від нових цифрових можливостей, мінімізуючи витрати і складнощі, пов'язані із заміною застарілих систем. Галузі зі складними, багаторівневими операціями - такі як енергетика, охорона здоров'я та виробництво - можуть краще управляти своїми операціями за допомогою цих інтегрованих систем, які діють як міст між різними джерелами даних і надають єдине уявлення про ефективність роботи організації.

5. Виклики у впровадженні: однією з головних проблем є безпека даних. Безперервний потік даних від систем IoT і SCADA до хмарних сховищ збільшує потенціал кібервразливостей, що робить вкрай важливим створення надійних протоколів безпеки і практик шифрування. Крім того, інтероперабельність систем є важливою, але складною, оскільки вона вимагає об'єднання різних технологій і забезпечення безперебійного зв'язку між ними. Нарешті, масштабованість є проблемою, особливо в умовах зростання обсягів даних і впровадження все більшої кількості пристроїв Інтернету речей. Забезпечення того, щоб системи залишалися ефективними при масштабуванні, має вирішальне значення для довгострокового успіху.

Висновок. Інтегровані автоматизовані системи управління значно покращують організаційний та технічний контроль процесів. Використовуючи IoT, SCADA і машинне навчання, ці системи надають інформацію в режимі реального часу, покращують процес прийняття рішень і оптимізують ресурси. Хоча такі проблеми, як безпека даних і масштабованість, залишаються, постійний розвиток цих систем обіцяє інновації та довгострокову операційну досконалість.

Література

1. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). The core enabling technologies of big data analytics and context-aware computing for smart sustainable urbanism. *Journal of Big Data*, 4(1), 1-50.
2. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0 manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.

Формування інформаційних потоків ситуаційного управління проектами**О.І. Підкуйко***Черкаський державний технологічний університет*

Ефективне управління складними в організаційно-технологічному відношенні проектами, зокрема в галузі інформаційних технологій, в умовах різкої зміни обставин вимагає впровадження нових інформаційних технологій і кардинального поліпшення інформаційного забезпечення управлінської діяльності.

Основними способами ефективного управління проектом є оптимізація методів і стратегій для досягнення поставлених цілей в області бюджету, часу, якості та інших аспектів проекту, зниження перевитрати та втрат ресурсів, збільшення вірогідності і швидкості одержання інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень.

Підвищення рівня управління проектом досягається внаслідок [1]:

- оперативного надходження повної і достовірної інформації про реалізацію проекту та проектну діяльність; скорочення часу прийняття рішення в проектних ситуаціях;

- ефективного інформаційного зв'язку між системами управління проектом;

- забезпечення ефективного обміну інформацією між членами команди, зацікавленими сторонами та всіма учасниками проекту;

- створення ефективної команди з відповідальними та кваліфікованими членами. Чітке делегування завдань та повноважень сприяє розподілу відповідальності та підтримує розвиток команди;

- систематична оцінка якості виконання робіт та результатів проекту;

- ефективне впровадження змін в рамках проекту, включаючи контроль за змінами в вимогах та ресурсах.

Згідно запропонованої концепції інформаційна технологія ситуаційного управління проектами визначається, з одного боку, як складова частина загальної інтегрованої системи управління проектом, а з іншого боку — як сукупність формальних математичних і інформаційних моделей, методів і програмних комплексів, що реалізують в інтерактивному режимі функції інформаційного обслуговування менеджменту проекту та членів проектної команди при підготовці і прийнятті формалізованих і неформалізованих управлінських рішень.

Для обґрунтування структури і конструктивних особливостей інформаційної технології ситуаційного управління проектами необхідно сформулювати ряд вимог [2]:

- використання децентралізованих засобів, методів збору, попередньої обробки інформації і проблемно-орієнтованих комплексів автоматизованих робочих місць;

- автоматизація всіх етапів життєвого циклу управління проектом: цілевиявлення, вироблення рішення, організації виконання, контролю з

використанням гнучких імітаційних моделей і діалогових алгоритмів прийняття управлінських рішень;

- створення єдиної інформаційної моделі об'єкта і системи управління, що містить сукупність необхідних і достатніх даних для забезпечення інформаційних потреб всіх етапів моделювання управлінських рішень, а також включає необхідні процедури обробки і логічного висновку;

- технологічне «убудовування» інформаційних систем у процесі підготовки і прийняття рішень, синхронність роботи інформаційних систем з реальними процесами управління;

- обробка великих обсягів інформації в регламентному і довільному режимах, можливість інтеграції інформації з функціональних служб і рівнів управління, оформлення результатів обробки у формі, зручної для сприйняття;

- комплексне виконання всіх етапів обробки інформації, починаючи від її виникнення (одержання), збору, передачі, обробки, відображення, збереження і знищення.

Формування інформаційних потоків ситуаційного управління проектами реалізується за функціональним принципом. Це дозволяє організувати виконання вище наведених задач. В рамках запропонованої інформаційної технології взаємодіють експерти, користувачі. Реалізується інформаційний доступ до функціонуючих систем управління проектом, що дозволяє за допомогою блоку визначення проблемних ситуацій визначати характеристики стану проекту.

Загальна мета цього процесу - надати засоби для ефективного аналізу та вибору оптимального ситуаційного рішення, враховуючи доступні дані та знання. Використання баз даних і баз знань в даній технології допомагає враховувати актуальну інформацію та експертні знання під час генерації та аналізу рішень. Інформаційна технологія управління ІТ проектом забезпечить можливості збору, збереження, редагування, обробки інформації про стан реалізації ІТ проекту та його ефективність усім зацікавленим сторонам.

Крім того наявність комплексу програмних засобів ситуаційного управління проектом забезпечує моніторинг та контроль за реалізацією обраного рішення. Незважаючи на істотно різні моделі впровадження технології, у кожному з проектів у тому чи іншому ступені виявлялася необхідність в оперативному наданні даних, одержуваних з автоматизованих систем для забезпечення автоматизації частини процесу прийняття рішень з метою зменшення людського втручання та підвищення ефективності.

Література

1. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 224 с.

2. 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, 71 -79.

Особливості інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum

В.А. Прокопенко

Черкаський державний технологічний університет

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в умовах Scrum забезпечує можливість командам виявляти, оцінювати та керувати ризиками, що можуть вплинути на результат проєкту. Для проєктного менеджменту, що реалізуються зокрема в галузі інформаційних технологій на основі застосування Scrum [1], такий підхід має безперечні переваги, тому що:

- це дає змогу раннього виявлення та реагування на ризики. Технологія дозволяє ідентифікувати ризики на ранніх етапах проєкту завдяки постійному моніторингу, що дозволяє заздалегідь розробити стратегії для їх подолання;

- постійно моніторити ризики у реальному часі всім членам команди та зацікавленим сторонам, отримувати актуальну інформацію про можливі загрози та заходи реагування. Це підвищує прозорість процесу управління ризиками і знижує ймовірність несподіваних проблем;

- оперативно оцінювати ризики за критичністю, що допомагає команді фокусуватися на найважливіших завданнях та ризиках, які мають найбільший вплив на проєкт;

- оперативно реагувати на нові ризики завдяки автоматизованим повідомленням, оновленням статусів та інтеграції з іншими Scrum-інструментами. Це дозволяє гнучко адаптувати плани, щоб мінімізувати наслідки загроз.

Для проєктів, що реалізуються в умовах Scrum, важливим є забезпечити ефективність, прозорість та гнучкість управління [2]. Завдяки точному оцінюванню ризиків і своєчасному реагуванню на них, команда може уникнути непотрібних витрат і ефективніше використовувати ресурси. Тому застосування інформаційної технології управління ризиками сприятиме уникненню перевитрат бюджету, пов'язаних із затримками чи виправленням критичних проблем. ІТ-системи можуть зберігати історичні дані про ризики, що дозволяє на основі досвіду минулих проєктів прогнозувати та моделювати ризики в поточних проєктах. Така аналітика значно підвищує точність прогнозів і дозволяє використовувати накопичені знання для кращого планування.

Запропонована інформаційна технологія управління ризиками інтегрується з комунікаційними платформами та іншими інструментами, що забезпечує обмін інформацією між членами команди. Це сприяє швидшому прийняттю рішень та активнішому залученню всієї команди до вирішення питань та проблем в ризикових ситуаціях. Технологія дозволяє аналізувати ризики, що виникли в минулих спринтах, і використовувати цей досвід для майбутніх покращень. На ретроспективах команда може обговорювати, які стратегії управління ризиками спрацювали краще, що сприяє постійному вдосконаленню. Завдяки надійному управлінню ризиками проєкт просувається з меншими затримками та

непередбаченими проблемами, що сприяє своєчасному завершенню проєкту і задоволенню очікувань замовників.

В основі комплексу програмних засобів інформаційної технології управління ризиками проєктів в умовах Scrum «клієнт-серверна» архітектура[3]. Така архітектура дозволяє ефективно забезпечити обмін даними, моніторинг та управління ризиками, а також підвищує загальну надійність і масштабованість платформи. Сервер є основним сховищем даних, де зберігається інформація про всі ризики, їхній статус, заходи управління, а також історичні дані. Це дозволяє мати централізований доступ до актуальної інформації для всіх користувачів системи. Користувачі, будь то менеджери проєктів, розробники або інші зацікавлені особи, можуть підключатися до сервера з будь-яких пристроїв і отримувати доступ до необхідних даних, що особливо зручно для розподілених команд, які працюють віддалено.

Завдяки централізованій архітектурі можна ефективніше забезпечувати контроль доступу до даних, зокрема обмежувати доступ до конфіденційної інформації про ризики, а також налаштовувати рівні доступу для різних ролей у проєкті. Завдяки централізації обробка великих обсягів даних та операцій виконується на сервері, що знижує навантаження на клієнтські пристрої. Це особливо важливо для аналітичних розрахунків, моніторингу ризиків у реальному часі та обробки складних запитів. Всі оновлення, виправлення та поліпшення впроваджуються на серверній стороні, і автоматично стають доступними для всіх користувачів. Це знижує час і витрати на обслуговування, а також забезпечує зручність користування. Клієнт-серверна архітектура спрощує інтеграцію з іншими інструментами управління проєктами та ризиками (наприклад, Jira [3], Confluence, системами аналітики), що дозволяє ефективніше організувати процес управління проєктами та створити єдиний інформаційний простір для команди.

Інформаційна технологія управління ризиками проєктів в рамках клієнт-серверної архітектури організована таким чином, що робота ведеться на двох основних рівнях: на рівні проєктної команди та на рівні замовника. Це розподілення дозволяє ефективно керувати ризиками та забезпечує комплексні процеси і функціональні можливості для обох сторін. Такий підхід дозволяє команді постійно контролювати ризики, своєчасно вносити зміни і приймати обґрунтовані рішення. Інструменти для аналітики в реальному часі забезпечують моніторинг ключових показників ефективності в реальному часі, інформацію про поточний стан проєкту, прийняття рішення на основі актуальних даних, що мінімізує ризики та підвищує оперативність управління.

Література

1. Sutherland, Jeff; Sutherland, J.J. 2014. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time (1st ed.). Currency. 256 p. ISBN 9780385346450.
2. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 224 с.
3. S.T. Deepa, T. Yegamma, 2019. Client Server Computing. Charulatha Publications Private Limited, 203 p.

Особливості прийняття стратегічних рішень в кризових умовах на основі ситуаційного управління

Т.О. Прокопенко, В.О. Руденко

Черкаський державний технологічний університет

Традиційний підхід до стратегічного управління базується на наявності повної інформації про розвиток майбутнього, що дає можливість безпомилково вибрати правильний стратегічний напрямок. При цьому досить часто невизначеність майбутнього та кризові ситуації просто недооцінюються, що призводить до перебільшення ролі традиційних інструментів прогнозування та прийняття рішень, наприклад, таких як аналіз дисконтованих потоків грошових коштів, апарат статистичного моделювання ризикових ситуацій, економіко-математичні моделі.

Якщо не враховувати те, що майбутнє завжди є невизначеним, і намагатися приймати стратегічні рішення на основі протилежного припущення, то такий підхід є небезпечним - недооцінка невизначеності веде до вибору тих стратегій, наслідком яких є виникнення кризових та ризикових ситуацій. В управлінні технологічними комплексами (ТК) неперервного типу часто виникають ситуації, що вимагають врахувати досить нові та складні фактори, коли неможливо отримати достатньо релевантної інформації. Тому ймовірність певного наслідку неможливо передбачити з достатнім ступенем достовірності. Невизначеність характерна для деяких рішень, що необхідно приймати в обставинах, що швидко змінюються та оцінюються як кризові.

В кризових умовах стратегічне управління ТК неперервного типу повинне враховувати та оцінювати ступінь впливів факторів зовнішнього середовища, що є найбільш складним комплексним завданням. Метою такого завдання є визначити наскільки негативними можуть бути результати впливі та наскільки це відобразиться на ефективності функціонування ТК неперервного типу, як будуть реалізовані поставлені цілі та наскільки перевищать витрати ресурсів. Тому об'єктом управління є вся проблемна область, яка розглядається як динамічна ситуація, що складається з множини різнорідних взаємодіючих факторів. Вирішення таких задач шляхом використання інформаційних технологій є досить складним, тому що, на відміну від більшості технічних систем, в даному випадку об'єктом управління є ситуація, що не тільки не формалізована, але і слабо структурована.

Для ситуації, що характеризується як кризова, значення факторів, ступінь впливу одних факторів на інші складають основні параметри. Вони можуть бути як кількісними, так і якісними. Якщо параметри ситуації є якісними величинами, то вони представляють собою не числа, або інтервали, що характеризують точність оцінки, а нечіткі величини, або вербальні (лінгвістичні) оцінки, що утворюють лінійно впорядковану шкалу.

Значення параметрів ситуації є суб'єктивними оцінками, тому що вони отримані не на основі об'єктивних вимірювань, а шляхом опитування експертів.

Це відноситься і до тих факторів і зв'язків, які можуть бути виражені кількісно у результаті обробки даних економічної статистики, соціологічних опитувань і т. д., оскільки одні й ті ж фактори різними джерелами оцінюються по-різному. Відповідно, остаточні значення параметрів, що вносяться експертом в модель, є результатом його особистої суб'єктивної обробки цих даних, що включає вибір однієї з оцінок (або їх зважену згортку), облік достовірності даних, репутацію джерела і т. д [1].

В процесі стратегічного управління рішення можуть формулюватися у вигляді ряду альтернатив як результат аналізу ситуації та відповідних до ситуації рішень. Тому при прийнятті стратегічних рішень в управлінні ТК неперервного типу в умовах кризи доцільним є застосування графоаналітичних методів, в основі яких методика побудови й аналізу спеціального графа - дерева, названого діаграмою ситуацій [2]. Ситуація являє собою реальний стан ТК неперервного типу в умовах кризи. Відповідно ситуація, що оцінюється як кризова, не відповідає бажаному стану справ і є проблемною. Вироблення плану дій по усуненню проблеми складає сутність рішення задачі прийняття стратегічного рішення. Кожному сценарію у відповідність ставиться певна ціль. Перелік цілей має бути досить повним. Множина вихідних варіантів, характеристик рішення і вимог до них повинно бути як можна більш повним і адекватно відповідати задачі прийняття рішень, можливостям і обмеженням. Діаграма ситуацій розроблюється з використанням одного з експертних методів, а саме методом „інтелектуального штурму” із залученням фахівців-експертів в даній галузі. У ході розробки для кожної ситуації, починаючи з вихідної, виконується наступна процедура [3]:

- обговорюється та аналізується текстовий опис ситуації і формулюються ситуаційні цілі, що направлені на її покращення;
- намічаються альтернативні стратегічні рішення досягнення ситуаційних цілей;
- наносяться на діаграму і описуються ситуації, що відображають результати стратегічних рішень;
- обговорюються ситуації - результати і з їх числа вилучаються свідомо неприйнятні. Для залишених ситуацій процедура повторюється.

В результаті ситуаційного аналізу встановлюється сукупність наборів стратегічних рішень для ТК неперервного типу, що дають можливість виходу з кризової ситуації.

Література

1. Прокопенко Т.О., Ладанюк А.П. 2015. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст]. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 224 с.
2. 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, 71 -79.
3. Prokopenko T.O. 2013. Methodological bases of management of technological complexes under uncertainty. Technology audit and production reserves. 6/4 (14), 27-29.

Вдосконалення структурно-функціональної моделі підтримки прийняття рішень щодо попередження та ліквідації наслідків надзвичайної ситуації воєнно-техногенного характеру

Савченко І.О.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

E-mail: mailfornuft@gmail.com

Чумаченко С.М.

Державний науково-дослідний інститут авіації, м. Київ, Україна

E-mail: sergiy23.chumachenko@gmail.com

Аналіз останніх тенденцій розвитку систем підтримки прийняття рішень в сфері еколого-техногенної безпеки дозволив виокремити наступні тенденції: інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання, використання великих даних, інтеграція з Інтернетом речей (IoT), розвиток геоінформаційних систем, хмарні обчислення та розподілені системи.

Головними напрямками розвитку СППР в сфері еколого-техногенної безпеки є: міждисциплінарна інтеграція, адаптивні та самонавчальні системи, покращення інтерфейсу користувача, інтеграція з системами раннього попередження про загрозу або виникнення НС. Класична система управління екологічною безпекою складається із системи екологічного контролю і регулювання. Її структурно-логічну схему наведено на рис. 1 [1].

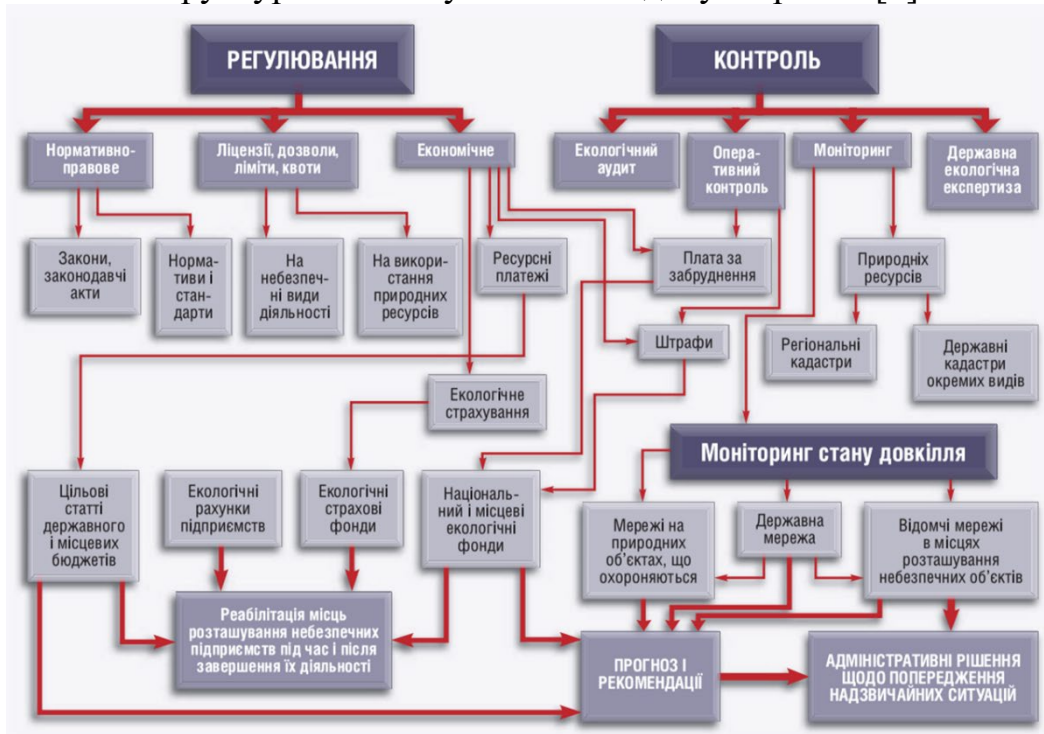


Рис. 1. Структурно-логічна схема класичної системи управління екологічною безпекою в стабільних умовах [1, с.127].

На сьогоднішній день пропонується провести удосконалення існуючої системи управління екологічною безпекою в умовах збройного протистояння з

російською федерацією, враховуючи високу динаміку просторово-часових подій в зоні ведення бойових дій і масованого застосування ракетно-дронових ударів противника по об'єктам критичної інфраструктури.

Враховуючи складність екосистем та необхідність урахування різних чинників, такі моделі забезпечення еколого-техногенної безпеки можна представити як складні системи, що складаються з декількох підсистем та відповідних відносин між ними. Нижче наведені можливі структури моделей:

1. Модель забезпечення еколого-техногенної безпеки у разі ведення бойових дій: підсистема моніторингу довкілля, підсистема оцінки ризиків, підсистема управління екологічними ризиками, підсистема цивільного захисту.

2. Модель забезпечення еколого-техногенної безпеки у разі стабільного стану довкілля:* підсистема моніторингу довкілля, підсистема оцінки ризиків, підсистема управління екологічними ризиками, підсистема охорони природи: система охорони природних територій, підсистема цивільного захисту.

На основі цього функціоналу ми запропонували створення цифрової екосистеми для СППР, схема якої наведена вище на рис. 2.

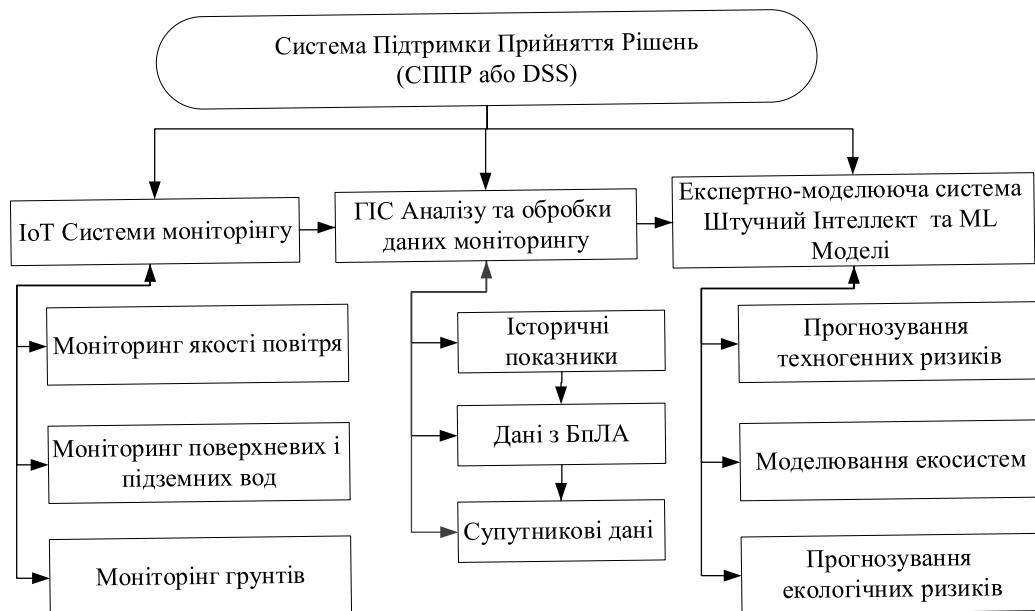


Рис. 2. Екосистема Систем Підтримки і Прийняття Рішень (СППР або DSS)

Перший рівень моніторингу – це дані за результатами реєстрації чинників небезпеки. Вони призначені для контролю параметрів довкілля та рознесені у просторі по горизонталі та по вертикалі (встановлені на різній широті та довготі, на різних висотах і глибинах).

В цьому випадку, отримана засобами моніторингу із застосуванням технологій ІоТ первинна інформація про чинники небезпеки, що діють на НПС, по безпроводним радіоканалам транслюється до пристроїв другого рівня, які призначені виконувати обробку отриманої інформації та представляти її у вигляді, необхідному для третього рівня. Обробка отриманої інформації може виконуватися як в одному місці, так і на декількох розподілених хмарних платформах, залежно від конкретної структури системи моніторингу. Оброблена відповідним чином інформація надходить до третього рівня, де з використанням

технологій штучного інтелекту виконується аналіз отриманої інформації та виконується остаточна обробка даних, на основі якої робиться висновок про природно-техногенні загрози і рівні ризику та заходи щодо реагування на них.

Використання автоматизованих засобів збору моніторингової інформації про стан параметрів НПС значно прискорить процеси на другому та третьому рівнях СППР, дозволить створити багатовимірні сховища даних, доступні для обробки в хмарі в реальному масштабі часу.

Розробка спеціалізованого програмного забезпечення дозволить з використанням моніторингової інформації у відносно короткі терміни виконувати імітаційне моделювання надзвичайної ситуації та здійснювати прогнозування сценаріїв її розвитку, при цьому відображати прогнозовану динаміку катастрофічних подій в геоінформаційну систему.

В СППР особа, що приймає рішення, (ОПР) використовує один або декілька критеріїв, відповідно до яких здійснюється оцінювання розвитку НС та виробляються альтернативні варіанти управлінських рішень, що обґрунтовуються відповідними розрахунками.

Отримавши набір альтернативних варіантів управлінських екологічних рішень ОПР вибирає один з них, або додає ще додаткові критерії, відповідно до яких виконується математична формалізація і прогностичне моделювання в ГІС та розробка управлінських екологічних рішень, що спрямовані на недопущення розвитку загрози до рівня НС, або якщо НС вже не уникнути, то виконується розробка управлінських екологічних рішень, направлених на мінімізацію її наслідків.

Висновок. Таким чином, СППР, як засіб підтримки прийняття рішень щодо екологічного управління станом природно-техногенної геосистеми, включає систему моніторингу з використанням технологій ІоТ, геоінформаційну систему, що здійснює збір, обробку, систематизацію даних моніторингу ІоТ, БпЛА, ДЗЗ, експертно-моделюючу систему для моделювання та прогнозування розвитку НС, що виробляє відповідно до певних критеріїв варіанти управлінських рішень, і систему виконання рішення, яка формує варіант, який обрано ОПР та доводить це рішення до виконавців. Ця СППР повинна органічно ввійти як складова частина у єдину корпоративну комп'ютерну мережу та банк інформаційних ресурсів ДСНС.

Література

1. Напрямки вдосконалення природоохоронної діяльності в Збройних Силах України: Науково-методичний посібник / За редакцією О.І. Лисенка, С.М. Чумаченка, Ю.І. Ситника. — К.: ННДЦ ОТ і ВБ України, 2006. — 424 с.

Комплексне управління ресурсами та операціями у ресторанах за допомогою інтегрованих систем

С.В. Тимчук

Уманський національний університет садівництва

Сучасний ресторанный бізнес розвивається в умовах високої конкуренції та швидких технологічних змін. Успішна діяльність ресторану залежить від ефективного управління ресурсами, логістикою, персоналом і фінансами, що вимагає комплексного підходу до організації всіх процесів. Традиційні методи управління часто є недостатньо гнучкими для швидкої адаптації до змінних умов ринку, високих очікувань споживачів та сучасних стандартів обслуговування.

Інтегровані системи управління на базі сучасних інформаційних технологій дозволяють оптимізувати операційну діяльність, забезпечувати контроль над ресурсами в реальному часі, поліпшувати якість сервісу та знижувати витрати. Впровадження таких систем сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств ресторанного господарства, оскільки автоматизація дозволяє оперативно реагувати на зміни попиту, управляти запасами, планувати меню та забезпечувати високу якість обслуговування.

Крім того, використання інтегрованих систем у ресторанах відповідає глобальним тенденціям Індустрії 4.0, де цифровізація і автоматизація процесів стають ключовими факторами успіху. Такі системи дозволяють підприємствам швидше адаптуватися до нових умов ринку, покращити комунікацію між відділами, мінімізувати людський фактор та помилки в управлінні [1].

Інтегровані системи управління в ресторанах допомагають централізувати і автоматизувати процеси планування, контролю та обліку ресурсів. Вони дозволяють ефективніше використовувати людські, матеріальні та фінансові ресурси, що веде до оптимізації операцій, зменшення витрат і покращення якості обслуговування клієнтів.



Рис.1. інтегровані системи оптимізації використання ресурсів та операцій [1-2].

Інтегровані системи дозволяють автоматично вести облік запасів інгредієнтів, оновлюючи дані в реальному часі при кожній поставці чи використанні. Це дозволяє точно прогнозувати, коли і скільки продуктів потрібно замовляти, зменшуючи ризики надмірних закупівель чи нестачі. Завдяки системам планування змін і управління робочим часом, можна ефективніше розподіляти навантаження на персонал залежно від кількості відвідувачів, подій чи сезонності. Це також знижує витрати на оплату праці та підвищує продуктивність працівників.

Інтегровані системи можуть надавати інформацію про технічний стан обладнання, сигналізуючи про необхідність технічного обслуговування або

ремонту. Це запобігає несподіваним поломкам та забезпечує безперервну роботу. Також, аналіз продажів за допомогою інтегрованих систем допомагає виявляти популярні та непопулярні страви. Це дозволяє коригувати меню та закупівлі, знижуючи втрати на невикористаних інгредієнтах управління [2].

Інтегровані системи управління надають значні переваги в сфері планування, обліку та контролю запасів у ресторанах. По-перше, вони забезпечують високу точність і прозорість обліку запасів, надаючи точні дані про кількість наявних продуктів, терміни їх придатності та використання. Це дозволяє уникати помилок, що часто виникають під час ручного обліку, а також мінімізувати витрати, пов'язані з псуванням продуктів або їх нераціональним використанням.

Додатковою перевагою є можливість прогнозування потреб на основі аналізу історії продажів та споживання. Використання інтегрованих систем дозволяє точно прогнозувати кількість необхідних продуктів, що дає змогу уникати надлишкових запасів і, відповідно, знижувати витрати на їх зберігання.

Крім того, інтегровані системи забезпечують ефективний контроль за термінами придатності продуктів. Вони попереджають про наближення закінчення терміну придатності інгредієнтів, що дозволяє своєчасно їх використовувати, знижуючи кількість списаних продуктів і підвищуючи загальну ефективність їх використання [3].

Ефективна закупівля та управління постачальниками також є важливим аспектом інтегрованих систем. Вони спрощують процес закупівель, автоматизуючи замовлення необхідних товарів у постачальників на основі встановлених критеріїв, таких як мінімальний рівень запасів. Це підвищує ефективність управління ресурсами та сприяє встановленню надійних відносин з постачальниками.

Таким чином, інтегровані системи не лише покращують управління ресурсами ресторану, але й сприяють зниженню витрат, мінімізації втрат та підвищенню рівня обслуговування клієнтів, що в кінцевому результаті веде до зростання прибутковості та конкурентоспроможності закладу.

Література

1. Povorozniuk, I., Dzhoha, O., Neshchadym, L., Kyryliuk, I., Tymchuk, S., Vlahopoluchna, A. 2023. The influence of globalization processes on the development of the restaurant business of Ukraine. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 46. P. 183- 192

2. Лисюк, Т. 2024. Інноваційні рішення в готельно-ресторанному бізнесі: технології автоматизації та персоналізації послуг. *Економіка та суспільство*, [online] (67). Доступно: <<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-13>> [Дата звернення 5 Листопада 2024].

3. Присяжнюк, О., Булуй, О., & Плотнікова, М. 2024. Проектно-інформаційно-комунікаційні технології соціально-економічного управління бізнесом та громадами. *Цифрова економіка та економічна безпека*, [online] (1 (10)), 8-13. Доступно: <<https://doi.org/10.32782/dees.10-2>> [Дата звернення 5 Листопада 2024].

Побудова граничних кривих на підтримку Інструкцій з ліквідації аварій на АЕС України

Л.В. Харитонова

Національний транспортний університет

О.Г. Куценко, О.М. Харитонов

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Інструкції з ліквідації аварій (ІЛА) на АЕС являють собою автоматизовані процедури прийняття рішень в умовах виникнення аварійної ситуації. ІЛА базуються на симптомно-орієнтованому підході, тобто при їх застосуванні не вимагається ідентифікації вихідної події аварії, а вхід до відповідної процедури відбувається на основі встановлених симптомів аварії. Однією з найважливіших частин ІЛА є процедури відновлення так званих критичних функцій безпеки. В даній роботі розглядаються підходи до виконання розрахунків, що складають основу дій з відновлення критичної функції безпеки «Цілісність». Такі розрахунки направлені на побудову граничних кривих на площині температура-тиск. Ці криві визначають обмеження, що накладаються на дії оператора при ліквідації аварії, і пов'язані з умовами зрушення дефектів, що гіпотетично існують в корпусі реактора (КР). В роботі розглянуті базові сценарії розвитку аварійної події, такі як «Тепловий удар під тиском» та «Холодне опресування», описані підходи до їх наближеного моделювання. Увага приділяється алгоритмам аналізу умов критичної рівноваги тріщин. Зокрема, розглянуті питання побудови скінченно-елементних моделей циліндричної частини КР, визначення параметрів напружено-деформівного стану, розрахунку параметрів механіки руйнування. Розглянуті чисельні та аналітичні методи аналізу умов критичної рівноваги.

Запропонований аналітичний розв'язок отримано при моделюванні стінки КР за допомогою двошарового циліндра нескінченної довжини. Два циліндричні шари відповідають наплавленню та основному металу. Отриманий аналітичний розв'язок задачі теплопровідності, яка пов'язана з визначенням температурного поля в стінці КР при ступінчастому зниженні температури на внутрішній поверхні стінки від температури нормальних умов експлуатації до температури води охолодження. Поле напружень розраховано за відомими класичними формулами термопружності. Для розрахунку коефіцієнтів інтенсивності напружень розроблено підхід функцій впливу. Граничне значення тиску визначається з умов досягнення критичної рівноваги постульованої тріщини. Точність запропонованого підходу оцінюється шляхом порівнянням з результатами розрахунків методом скінченних елементів. Показано, що максимальне відхилення значень напружень і температури становить менше 3%. Основною причиною таких відхилень є використання в аналітичних розв'язках усереднених за температурою значень фізичних властивостей. Показано, що аналітично побудовані граничні криві є більш консервативними, ніж їх аналоги, побудовані за допомогою чисельних методів.

Electronic component failures affecting the disruption of color control processes

Tetyana Neroda

Institute of Printing Art and Media Technologies in Lviv Polytechnic National University

Failure of fundamental electronic modules can significantly affect the operation of a wide-format inkjet printer, particularly impacting print quality and color reproduction [1]. The control board is responsible for processing signals received from the computer and converting them into commands for the print head. It ensures precise positioning and activation of nozzles to apply ink to the substrate. Damage or malfunction of this board can lead to improper control of the printing process, manifesting as missing colors, intermittent lines, or incomplete prints [2].

The power supply board ensures stable energy delivery to all printer components, including the control board and the print head. Unstable or insufficient voltage supply can result in improper functioning of electronic components. In the context of the printing process, this may cause signal transmission failures, uneven heating of the print head, and consequently, issues with ink delivery. These issues may manifest as missing colors or the appearance of white lines on the printed image [3].

Issues with the control board or power supply board can also cause disruptions in the operation of other components of the printing apparatus of the wide-format printer [4], such as the *dye delivery subsystem* or the *carriage movement mechanism* (Fig. 1). For instance, a malfunctioning control board may improperly regulate pressure in the ink delivery system, leading to the formation of air blockages and, consequently, the absence of ink on the substrate. Similarly, failures in the power supply board can result in overheating or insufficient heating of components, adversely affecting ink viscosity and its flow through the nozzles.

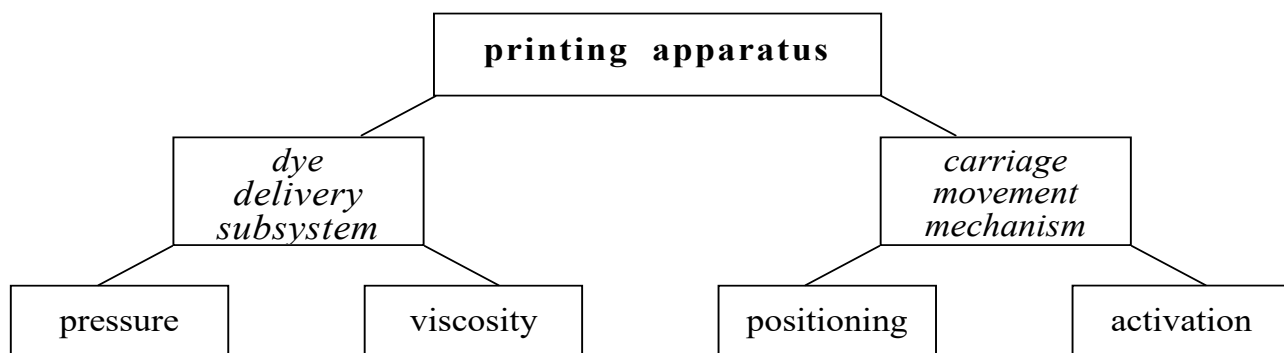


Fig. 1. Consequences of printing apparatus component malfunctions in inkjet wide-format printer.

The absence of stable voltage at the machine's input can significantly affect the quality of the printing process, particularly in terms of color reproduction. Wide-format inkjet printers, like other complex electronic devices, require stable power supply for proper operation. Voltage instability, which may result from fluctuations in the electrical grid, faults in the power supply system, or inadequate use of voltage stabilizers, can lead to malfunctions in the printer's critical components.

One of primary components dependent on stable power supply is print head. Its proper functioning requires a constant and stable flow of electricity to ensure the correct operation of the ink delivery mechanism. Voltage fluctuations can disrupt the head's operation, leading to uneven ink application on the substrate, interruptions in the printing process, and the loss of specific colors. These issues may manifest as white lines, reduced color saturation, or the complete absence of certain shades.

Voltage stability issues can also affect the performance of the ink delivery system. Pumps and other mechanisms responsible for ink circulation may malfunction during voltage fluctuations. This can lead to the formation of air blockages or improper pressure within the ink delivery system, directly impacting print quality. Unstable power supply can also cause failures in the electronic control boards that coordinate the entire printing process. Such failures may result in a loss of synchronization between various printer components, which in turn affects the precision and quality of the print output. Furthermore, unstable voltage can cause overheating or insufficient heating of components, affecting ink viscosity and its proper application. It is well known that different types of ink have specific optimal temperature conditions for operation, and any deviations can adversely affect the final result. Overheating, in particular, may lead to the rapid evaporation of the solvent in the ink, altering its physical properties and impacting print quality.

Thus, the stable operation of the control board and the power supply board is critically important for ensuring high print quality and accurate color reproduction. Malfunctions in these components can lead to significant disruptions in the printing process, necessitating immediate intervention for diagnosis and repair. To achieve a stable and high-quality printing process, a continuous and stable power supply must be ensured. The use of voltage stabilizers, uninterruptible power supplies, and regular maintenance of power supply systems are essential measures to minimize risks associated with voltage instability and to maintain high print quality. Therefore, regular technical maintenance and timely updates of the printer's electronic components are key to its uninterrupted operation and superior printing performance.

References

1. Stone M.D. 2024. The Best Wide-Format Printers for 2024. [online]. Available at: <www.pcmag.com/picks/the-best-wide-format-printers> [Accessed on November 11, 2024].
2. Moon S. Chae Y. 2024. Quantitative analysis of the color accuracy and reproducibility in digital textile printing: Discrepancies within color reproduction media. *Textile Research Journal*, Vol. 94/22
3. Voedilo V.A. 2023. Deployment of sustainable infrastructure of digital printing as a factor of sustainable development of small business. *Digital transformation and technologies for sustainable development all branches of modern education, science and practice*, Vol. 1
4. Neroda T. 2024. Laboratory Bench Hardware Foundation of the Cyber-Physical System Direct Digital Color Proof. *Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs*, Vol. 6

4

СЕКЦІЯ

***ВИКОРИСТАННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ
ІНДУСТРІЇ 4.0
В СИСТЕМАХ
УПРАВЛІННЯ***

Використання машинного зору (Computer Vision) для автоматизації контролю якості виробництва

Абажей Євгеній

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Контроль якості продукції є критично важливим елементом виробничих процесів, особливо в харчовій промисловості, де дотримання стандартів якості має велике значення. Традиційні методи контролю, що залежать від людського фактора, можуть бути недосконалими та призводити до помилок. Технології машинного зору (Computer Vision, CV) пропонують рішення для автоматизації цього процесу, що підвищує точність контролю та знижує ризик дефектів.

Мета дослідження

Метою роботи є дослідження та впровадження технологій машинного зору для автоматизації контролю якості продукції на виробничих лініях. Це дозволить підвищити ефективність, знизити кількість дефектів та оптимізувати виробничі процеси.

Матеріали і методи

Для реалізації автоматизації використовувалися такі компоненти:

- Система камер високої роздільної здатності. Встановлювалися на різних етапах виробництва для збору зображень продукції в режимі реального часу.
- Програмне забезпечення для аналізу зображень. Алгоритми машинного зору обробляли зображення, розпізнаючи дефекти відповідно до заданих параметрів.
- Штучні нейронні мережі. Використовувалися для самонавчання системи та покращення її здатності розпізнавати різні типи дефектів.
- Інтерфейс моніторингу для операторів. Оператори мали доступ до інформаційної панелі, де відображалися результати перевірки та дані про продукцію.

Результати дослідження

Інтеграція системи машинного зору (Computer Vision) у виробничий процес компанії "Техмаш" принесла відчутні переваги в автоматизації контролю якості. Зокрема, вдалося досягти таких ключових результатів:

- Підвищення точності контролю. Система автоматичного аналізу зображень виявилася надзвичайно ефективною для детекції навіть мінімальних дефектів продукції, зокрема подряпин, відхилень у формі, кольорі та текстурі. Завдяки високій точності алгоритмів розпізнавання, система змогла виявляти дефекти, які могли залишитися непоміченими при традиційній перевірці. Це дозволяє знизити кількість неякісних одиниць, що проходять на наступні етапи

виробництва, та підвищити загальну якість продукції.

- Оптимізація процесу контролю. Впровадження системи машинного зору дозволило суттєво скоротити необхідність ручного втручання, що, своєю чергою, призвело до економії часу на перевірку кожної одиниці продукції. Якщо раніше контроль якості займав значний ресурс і був трудомістким процесом, то тепер CV-система взяла на себе більшість рутинних завдань, підвищивши продуктивність та скоротивши час перевірки.

- Стабільність та безперервність роботи. Автоматизована система контролю якості функціонувала без збоїв і забезпечувала постійний моніторинг виробничої лінії в режимі реального часу. Це дозволяло оперативно реагувати на проблеми й усувати їх ще на початкових етапах виробництва, що, у свою чергу, знижувало витрати на обробку або заміну бракованих виробів.

Обговорення результатів

Машинне зір продемонструвало свою ефективність для автоматизації контролю якості. Технологія пропонує такі переваги:

1. Швидкість обробки. Система може перевіряти до 1000 одиниць продукції за хвилину, що перевищує швидкість ручного контролю.

2. Гнучкість використання. Системи машинного зору можуть бути адаптовані до різних типів продукції, що робить їх універсальними для різних виробництв.

3. Мінімізація людського фактора. Автоматизація знижує ймовірність помилок, викликаних втомою або суб'єктивним сприйняттям операторів.

Висновки та рекомендації

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що впровадження машинного зору в контроль якості є перспективним рішенням для промислових підприємств. Завдяки цій технології, підприємства можуть підвищити якість продукції, скоротити витрати на ручний контроль і, загалом, оптимізувати виробничі процеси. Рекомендовано продовжувати дослідження у напрямку вдосконалення алгоритмів, зокрема застосування складніших методів машинного навчання для покращення здатності системи до розпізнавання специфічних дефектів та адаптації до змінюваних умов виробництва.

Література

1. Левченко, В., і Коваленко, Т. (2020). Машинний зір у промисловості: сучасні підходи та тенденції. Вісник НТУ «ХП», 73(3), 30-37.

2. Петрів, О. (2021). Автоматизація контролю якості в харчовій промисловості: роль новітніх технологій. Економіка та управління, 2(5), 15-23.

3. Іванова, А. (2022). Використання штучних нейронних мереж для розпізнавання дефектів у продукції. Науковий вісник НЛТУ України, 30(1), 54-61.

4. Голуб, Д. (2021). Технології машинного зору: нові горизонти в контролі якості продукції. Вісник економіки транспорту і промисловості, 70, 28-35.

ІОТ система для ветеринарної клініки

А. В. Васюта, О. В. Кравченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Інтернет речей (ІоТ) активно інтегрується у ветеринарну медицину, відкриваючи нові можливості для моніторингу здоров'я тварин, діагностики та покращення якості обслуговування. Завдяки розумним пристроям, таким як нашійники і сенсори, власники та ветеринари можуть отримувати точні дані про температуру, частоту серцевих скорочень, рівень активності та інші показники тварини в режимі реального часу. Ці дані автоматично передаються до мобільних додатків або хмарних платформ, де аналізуються для своєчасного виявлення потенційних проблем.

Інтернет речей (ІоТ) активно інтегрується у ветеринарну медицину, відкриваючи нові можливості для моніторингу здоров'я тварин, діагностики та покращення якості обслуговування. Завдяки розумним пристроям, таким як нашійники і сенсори, власники та ветеринари можуть отримувати точні дані про температуру, частоту серцевих скорочень, рівень активності та інші показники тварини в режимі реального часу. Ці дані автоматично передаються до мобільних додатків або хмарних платформ, де аналізуються для своєчасного виявлення потенційних проблем.

Окрім покращення догляду, ІоТ оптимізує роботу ветеринарних клінік, зменшуючи навантаження на персонал і дозволяючи зосереджуватися на складніших випадках. Проте впровадження ІоТ-рішень супроводжується викликами, такими як забезпечення безпеки даних, висока вартість пристроїв і необхідність адаптації алгоритмів для різних порід та видів тварин. Попри це, перспективи використання ІоТ у ветеринарії є надзвичайно оптимістичними.

Додатково, технології ІоТ відкривають нові горизонти для наукових досліджень у галузі ветеринарної медицини. Завдяки великій кількості даних, які можна збирати та аналізувати за допомогою розумних пристроїв, дослідники отримують унікальні можливості для вивчення поведінки, фізіології та хвороб тварин. Це сприяє розробці більш ефективних методів лікування та профілактики, а також персоналізованого підходу до догляду за тваринами. У перспективі, такі інновації можуть допомогти створити нові стандарти у ветеринарній практиці, забезпечуючи довше і здоровіше життя домашніх улюбленців.

Нижче наведено діаграму процесу надання медичної послуги тварині (див. Рис. 1).

Діаграма демонструє процес отримання медичних послуг для тварин, починаючи з реєстрації та збору інформації з ветпаспорта до бази даних клініки.

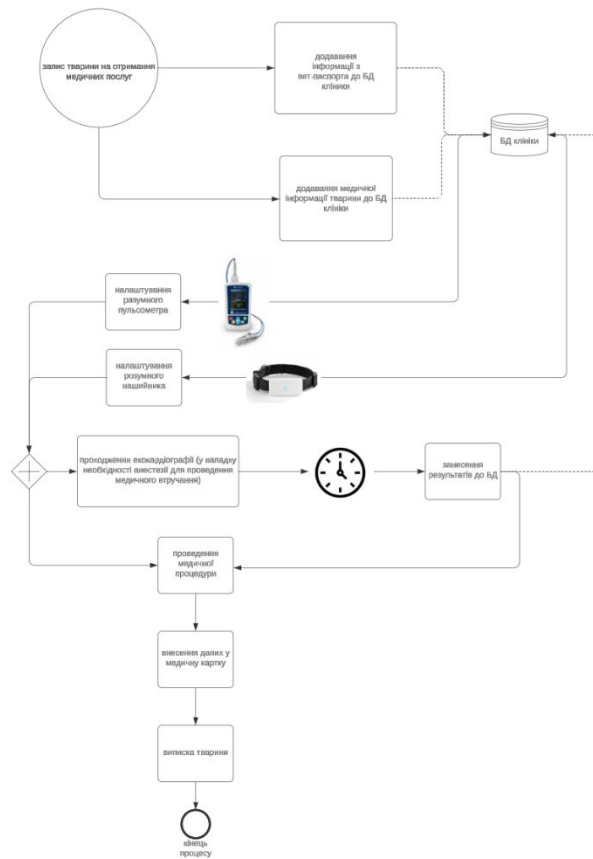


Рис. 1. Функціональна модель надання медичної послуги тварині.

Модель показує використання сучасних технологій, таких як розумний пульсометр і нашийник, а також додаткову діагностику, наприклад, ехокардіографію. Після проведення медичних процедур результати фіксуються в базі даних та медичній карті, завершуючи випуском тварини.

У результаті розробки запропонованої IoT-системи для ветеринарної клініки очікується підвищення ефективності роботи медичного персоналу, забезпечення своєчасного виявлення проблемного стану тварин та спрощення управління документацією.

Література

1. **Malasinghe L. P., Ramzan M., Dahal K.** (2019) *Remote Patient Monitoring: A Comprehensive Study*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 10, 2019, pp. 57–76. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0598-x>.
2. **BGO Software** (2023). *10 Internet of Things (IoT) Healthcare Examples*. URL: <https://www.bgosoftware.com/blog/10-internet-of-things-iot-healthcare-examples>.

Система автоматизації мікроклімату з модулем усунення невизначеностей у регулюванні температури за допомогою технологій машинного навчання.

І.В.Величко, М.В.Сідлецький

Національний університет харчових технологій

В системах автоматичного регулювання мікроклімату виникають невизначені збурення, які негативно впливають на фізичні показники роботи системи і не можуть бути ефективно контролювані за допомогою PID-регуляторів[1]. Функціонування системи в таких умовах може призвести до негативних наслідків для виконавчих механізмів і регулюючих органів, що, у свою чергу, викликає необхідність їх частих замін та погіршує економічні показники системи.

Для досягнення оптимального режиму мікроклімату у приміщеннях має бути ретельно контролюється за допомогою датчиків. Налаштування клімату повинно враховувати внутрішні особливості приміщення, що є складним і нестандартним процесом. Це пов'язано з тим, що динаміка мікроклімату є результатом комбінації фізичних процесів, таких як передача енергії (випромінювання та тепло) і баланс маси (коливання водяної пари та концентрації CO₂). Ці процеси залежать від зовнішніх умов, конструктивних особливостей приміщення, а також від стану персоналу та відвідувачів [2].

Прогностичний контролер на основі нейронної мережі використовує модель нелінійної установки для прогнозування майбутньої продуктивності системи. Він розраховує вхідні керуючі дані, які оптимізують ефективність установки на заданий часовий горизонт.

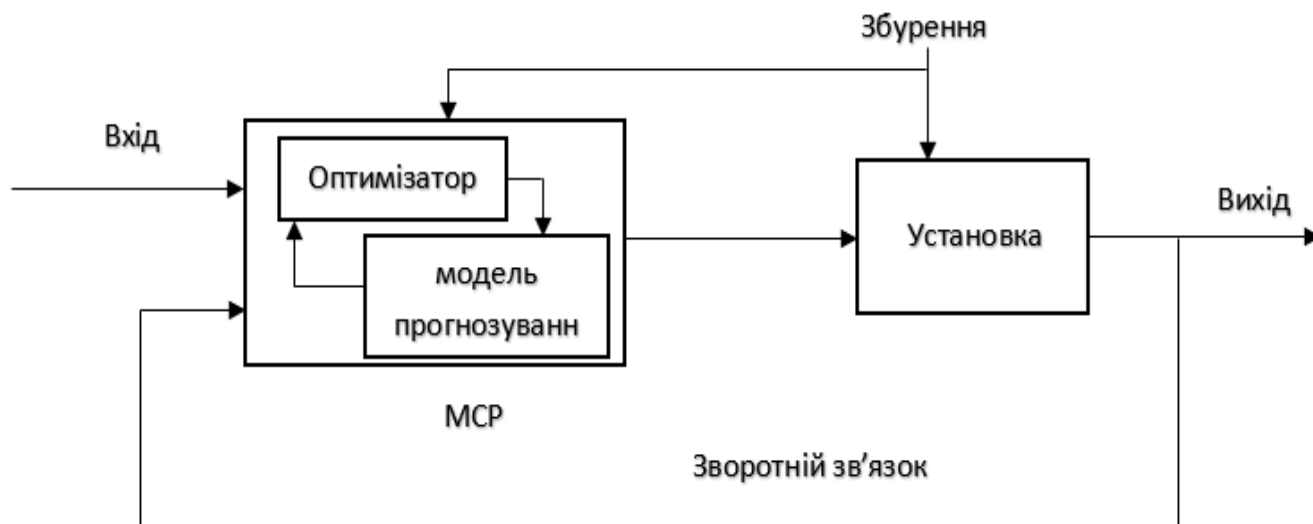


Рис. 1. Використання MPC в системах автоматизації

Першим етапом у прогнозному управлінні моделлю є визначення моделі установки на основі нейронної мережі. Цю модель контролер використовує для прогнозування майбутньої продуктивності. Прогностичне керування за моделлю (MPC) [3] — це оптимальний метод управління, при якому розраховані дії спрямовані на мінімізацію функції витрат для обмеженої динамічної системи на

обмеженому горизонті. На кожному кроці часу контролер MPC отримує або оцінює поточний стан установки (Рис 1). Потім він розраховує послідовність керуючих дій, яка мінімізує витрати, вирішуючи задачу обмеженої оптимізації, що базується на внутрішній моделі підприємства та залежить від актуального стану системи. Контролер застосовує лише першу з розрахованих дій, не враховуючи наступні. На наступному часовому етапі процес повторюється.

На другому етапі методологія MPC обчислює послідовність майбутніх керуючих сигналів для оптимізації цільової функції та покращення продуктивності системи. Ця цільова функція позначається як « $J(k)$ » у рівнянні, де \hat{y} — вихідний сигнал, передбачений моделлю, R — задана точка, а Δu — зміна маніпуляційного входу між послідовними моментами вибірки. Також r і q позначають ваги, пов'язані з цими змінами вхідних даних і помилками у прогнозованих результатах відповідно. Змінна « k » позначає поточний час вибірки.

$$J(k) = \sum_{i=1}^p j [\hat{y}(k+i) - R(+ = k+i)]^2 + \sum_{i=1}^{M-1} R [\Delta u(k+1)]^2 \quad (1)$$

Обмеження на керуючі сигнали, швидкість їх зміни та вихідні дані також включені у функцію, як визначено в рівняннях. (2, 3 і 4).

$$u_{\min} \leq u(k) \leq u_{\max}$$

(2)

$$\Delta(u_{\min}) \leq \Delta(k) \leq \Delta(u_{\max}) \quad (3)$$

$$y_{\min} \leq u(k) \leq y_{\max} \quad (4)$$

У сучасних системах управління все частіше застосовуються алгоритми машинного навчання, які допомагають створювати моделі, здатні адаптуватися до змінних умов. Впровадження нейронних мереж, у системи автоматичного регулювання мікроклімату, забезпечує гнучкість і точність керування. Завдяки цим технологіям система здатна адаптуватися до змінних умов та забезпечувати оптимальні параметри мікроклімату з мінімальними енергетичними затратами. У подальших дослідженнях перспективним напрямком є вдосконалення алгоритмів MPC та їх поєднання з іншими підходами машинного навчання для підвищення надійності, що дозволять значно підвищити ефективність управління мікрокліматом та знизити експлуатаційні витрати.

Література

1. І.В. Величко, В.М.Сідлецький. Система автоматизації мікроклімату в закладах громадського харчування з модулем усунення невизначеностей в регулюванні температури за допомогою машинного навчання. «Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики». Вип. 69, № 4, ст.46-58, 2024р. DOI: 10.34229/1028-0979-2024-4-3
2. Verbert K, Babuška R, Schutter BD. Combining knowledge and historical data for system-level fault diagnosis of HVAC systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 2017;59:260-73.
3. Zhichen Wei, John Kaiser Calautit. Field experiment testing of a low-cost model predictive controller (MPC) for building heating systems and analysis of phase change material (PCM) integration. *Applied Energy*. 2024. DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.122750.

IoT система віддаленого моніторингу фізіологічного стану пацієнта в реальному часі

Є.О. Винник, І.І. Борисенко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Інтернет речей (IoT) відкриває нові можливості у сфері медичних технологій для віддаленого моніторингу здоров'я пацієнтів. Система віддаленого моніторингу фізіологічного стану пацієнта, побудована на основі IoT, надає змогу збирати й аналізувати дані про стан здоров'я пацієнта в реальному часі. Це значно підвищує якість медичного обслуговування, особливо для пацієнтів із хронічними захворюваннями та людей похилого віку, яким потрібен постійний нагляд.

Дана IoT система складається з кількох компонентів: носимих датчиків, що вимірюють різні фізіологічні показники (температура тіла, частота серцевих скорочень, рівень кисню в крові); бездротових мережевих пристроїв для передачі даних на віддалений сервер; хмарної платформи, де інформація аналізується та зберігається. Використання таких систем дозволяє лікарям отримувати доступ до оновлених даних про стан пацієнтів та оперативно реагувати на зміни, що можуть потребувати невідкладної медичної допомоги.

Особлива увага приділяється інтеграції алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ) для аналізу великих обсягів даних у реальному часі. Це дозволяє не лише спостерігати за фізіологічними параметрами, а й прогнозувати критичні стани на основі накопиченої інформації. Зокрема, моделі ШІ здатні виявляти аномалії у функціонуванні серцево-судинної системи або респіраторних процесах ще до появи видимих симптомів, що дозволяє запобігати ускладненням.

Розробка подібних систем передбачає врахування вимог до енергоефективності носимих пристроїв, конфіденційності даних пацієнтів, а також швидкості передачі та обробки інформації. Аналіз існуючих рішень у цій сфері вказує на високу ефективність поєднання IoT з хмарними технологіями для забезпечення стабільного та точного моніторингу.

Впровадження IoT технологій у медичний сектор сприяє підвищенню рівня обслуговування пацієнтів, дозволяє знизити навантаження на медичних працівників та зменшити затрати на лікування. Подальші дослідження зосереджені на вдосконаленні систем обробки даних в реальному часі та забезпеченні безпеки пацієнтів.

Література

1. Sharma, K., Rani, S., & Rani, S. (2021). IoT-Based Health Monitoring Systems: A Review. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021.
2. Patel, M., & Kumar, M. (2020). Real-Time Patient Monitoring System Using IoT. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 9(6), 15-20.
3. Kumar, A., & Singh, P. (2019). Remote Health Monitoring in Real-Time

Алгоритм компенсації флуктацій вхідного зображення для підвищення точності роботизованого маніпулятора

Н.М. Гриценюк, І.Р. Пархомей

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Сучасні роботизовані системи вимагають точності та надійності позиціонування об'єктів, особливо в ситуаціях, коли для контролю використовуються візуальні датчики. Зокрема, у системах «вибери та розмісти» виявлення об'єктів і точність визначення місця розташування спрямовані на мінімізацію спотворення зображення, спричинене тремтінням камери. У цій статті розглядається підхід до компенсації варіацій у вхідних зображеннях для підвищення точності роботів-маніпуляторів.

Проведено детальний аналіз існуючих методів стабілізації зображення, включаючи оптичну, електромеханічну та цифрову стабілізацію зображення, для розробки алгоритму компенсації, що дозволяє підібрати оптимальне рішення для стабілізації зображення в реальному часі. Алгоритми на основі акселерометра створені для досягнення стабільності камери без необхідності використання громіздкого додаткового обладнання. Це дозволяє зчитувати та обробляти прискорення в реальному часі та компенсувати зміщення зображення, спричинені зовнішніми факторами, такими як вібрація робота чи маніпулятора.

Алгоритм компенсації, реалізований за допомогою акселерометра, спрямований на інтеграцію вимірних значень прискорення та визначення руху камери під час зйомки зображення. Це дозволяє регулювати положення зображення в реальному часі. Система заснована на даних акселерометра, який виявляє навіть найменші рухи камери, і алгоритми цифрової стабілізації для корекції зображення, що покращує точність позиціонування об'єктів на промислових складах і виробничих лініях.

Зібрані дані акселерометра аналізуються та інтегруються в центральну систему керування маніпулятором для забезпечення стабільності та точності в реальному часі, необхідних для обробки зображень, які використовуються як вхідні дані керування. Запропонований алгоритм покращує загальну точність і стабільність роботизованої системи, особливо при точному позиціонуванні об'єктів у динамічних умовах. Очікується, що подальші дослідження вдосконалять цей алгоритм шляхом розгляду більш складних моделей і впровадження нових сенсорних технологій для підвищення надійності стабілізації.

Література

1. Vishakha Patil, Kalyani Dighe, Balika Landage. Automated Robot for Warehouse using Image Processing. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 2016. Vol. 5, с. 102-104.
2. Juan Carlos Alvarez, Diego Álvarez and Antonio M. López. Accelerometry-Based Distance Estimation for Ambulatory Human Motion Analysis. *Sensors*. 2018. Vol. 18, с.4441-4443.

Використання технологій комп'ютерного зору в IoT для автоматизації та підвищення ефективності енергосистем

Дмитро Загородній, Ігор Пархомей

*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ,
Україна*

Вступ. Сучасні енергетичні системи стикаються зі зростаючими викликами, пов'язаними з підвищенням попиту на енергію, необхідністю зниження втрат та забезпечення стабільної роботи обладнання. Впровадження IoT-рішень, що використовують комп'ютерний зір, відкриває нові можливості для моніторингу, автоматизації та управління енергетичною інфраструктурою. Забезпечення ефективного управління проектами з розробки таких рішень сприяє підвищенню загальної продуктивності та екологічної стійкості енергосистем.

Матеріали і методи. Методологія дослідження базується на комбінованому підході, який включає:

1. Огляд літератури та аналіз існуючих рішень: зібрано інформацію про сучасні підходи до управління проектами та впровадження IoT-рішень у енергосистемах. Особлива увага приділяється гнучким методологіям, таким як Agile, а також методам оцінки ризиків.
2. Розробка концептуальної моделі: створено базовий дизайн управління проектами, що включає стадії ініціалізації, планування, реалізації та оцінки IoT-рішень для енергетичних систем.
3. Аналіз технологій: розглядаються перспективні технології, які можуть бути інтегровані у IoT-рішення, включаючи LIDAR для технічного моніторингу, сенсори для збору даних та хмарні платформи для їх обробки.
4. Експертне опитування: проведення консультацій з фахівцями з енергетики, управління проектами та інформаційних технологій для уточнення вимог до проєкту та перевірки актуальності обраних методів.
5. Моделювання процесів: використовуються програмні інструменти, такі як Microsoft Project, для створення сценаріїв управління проектами та прогнозування потенційних викликів і ризиків.
6. Методологія є основою для подальших експериментальних досліджень та розробки прототипу IoT-рішення, який буде інтегрований у систему моніторингу та управління енергетичною інфраструктурою.

Результати. Переваги впровадження IoT-рішень з комп'ютерним зором у енергосистемах:

- Підвищення ефективності. Технології комп'ютерного зору дозволяють виявляти несправності та оптимізувати технічне обслуговування обладнання, скорочуючи час простоїв і витрати.
- Підвищення безпеки. Аналіз відеоданих у реальному часі допомагає ідентифікувати небезпечні ситуації та знижувати ризики аварій.

- Покращена адаптивність. Використання гнучких підходів до управління проектами дозволяє швидко адаптувати IoT-рішення до змін у технічних вимогах або зовнішніх умовах.
- Моніторинг у реальному часі. Комп'ютерний зір у поєднанні з IoT забезпечує інтерактивну візуалізацію стану енергосистем і моніторинг критичних зон у реальному часі.
- Екологічна стійкість. Автоматизація процесів дозволяє скоротити втрати енергії та знизити вуглецевий слід підприємств.

Для впровадження розробленої IoT-системи обрано такі технології: Python для обробки відеоданих і керування моделями комп'ютерного зору, а також Node.js і Vue.js для створення інтерфейсу управління.

Висновки. Дослідження підтверджує, що інтеграція комп'ютерного зору в IoT-рішення для енергосистем має значний потенціал для підвищення ефективності, безпеки та екологічності управління. Розробка ефективних моделей управління проектами є ключовим фактором успішного впровадження таких систем. Подальші дослідження будуть зосереджені на оптимізації управлінських процесів і створенні прототипів для тестування IoT-рішень у реальних умовах.

Література

1. IEEE Internet of Things Journal, 2023. *IoT Solutions for Energy Systems: Improving Efficiency and Safety*. [online] Available at: <https://ieeexplore.ieee.org> [Дата звернення 17 листопада 2024].
2. Journal of Systems and Software, 2023. *Agile Project Management: Principles and Practices for Successful IoT Implementation*. [online] Available at: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-systems-and-software> [Дата звернення 17 листопада 2024].
3. Sensors, 2023. *Computer Vision Techniques in Industrial Applications: A Comprehensive Review*. [online] Available at: <https://www.mdpi.com/journal/sensors> [Дата звернення 17 листопада 2024].
4. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2023. *Smart Grid Monitoring Using IoT and Computer Vision Technologies*. [online] Available at: <https://www.journals.elsevier.com/renewable-and-sustainable-energy-reviews> [Дата звернення 17 листопада 2024].
5. Future Generation Computer Systems, 2023. *Implementation of Edge Computing in IoT Systems for Real-Time Data Processing*. [online] Available at: <https://www.journals.elsevier.com/future-generation-computer-systems> [Дата звернення 17 листопада 2024].
6. Journal of Energy Informatics, 2023. *Cloud-Based IoT Architectures for Energy Systems: Benefits and Challenges*. [online] Available at: <https://journal.energyinformatics.info> [Дата звернення 17 листопада 2024].

Використання алгоритмів машинного навчання для адаптації системи автоматизації парового енергетичного котла у реальному часі при змінній якості твердого палива

Р.В. Карпенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Потреба в ефективному використанні енергетичних ресурсів постійно зростає, особливо в умовах глобальних зусиль щодо зниження шкідливих викидів. Парові енергетичні котли, які використовують різні види палива, такі як кам'яне вугілля та пелети лушпиння соняшника, є ключовими елементами багатьох енергетичних систем. Якість палива має вирішальне значення для ефективності та екологічності роботи котлів. Зміна параметрів палива, таких як вологість, теплоємність і температура, вимагає постійного моніторингу та адаптації системи автоматизації.

Матеріали та методи. Для підвищення ефективності роботи котлів, результати автоматичного аналізу якості палива інтегруються в систему управління. Це дозволяє автоматично коригувати параметри горіння, такі як подача повітря, температура горіння, швидкість подачі палива та інші параметри. Змінна якість палива вимагає адаптації системи автоматизації котла для підтримки оптимальних умов горіння. [1]

Після збору даних з сенсорів та їх попередньої обробки, відбувається аналіз та вибір значущих ознак, які можуть найбільше впливати на прогнозування змін якості палива. Потім потрібно провести навчання моделі. Для цього може бути застосовано наступні методи: лінійна регресія, дерева рішень, нейронні мережі або рекурентні нейронні мережі (RNN, LSTM), які здатні прогнозувати зміни якості палива на основі вхідних даних. Додатково можливо застосувати алгоритми класифікації або регресії для розрахунку оптимальних параметрів та адаптації управління котлом.

Результати. Рекурентні нейронні мережі (RNN), особливо їхні варіанти LSTM (Long Short-Term Memory) і GRU (Gated Recurrent Unit), можуть ефективно використовуватися для адаптації системи автоматизації парового енергетичного котла в реальному часі при змінній якості твердого палива. Завдяки здатності обробляти часові ряди, такі мережі можуть аналізувати поточні та минулі дані для передбачення і корекції параметрів котла. Етапи адаптації в системі керування:

1. Підготовка даних. Мережа отримує поточні показники роботи котла та параметри якості палива (вологість, калорійність, вміст золи), робочі параметри котла (температура, тиск, рівень подачі повітря, об'єм димових газів) та сигнали управління, такі як швидкість подачі палива, подача повітря для горіння, температура нагріву. Часові ряди: дані формуються в серії часових рядів, наприклад, віконця з 10-30 останніх замірів. Попередня обробка: нормалізація та масштабування даних для покращення роботи мережі.

2. *Побудова архітектури RNN (LSTM або GRU)*. Вхідний шар: приймає послідовність показників за попередні проміжки часу. Рекурентний шар: містить кілька LSTM або GRU шарів, які здатні запам'ятовувати залежності між минулими станами, що дозволяє виявляти закономірності в даних навіть за нестабільної якості палива. Вихідний шар: видає прогнозовані параметри для адаптації системи котла (наприклад, рекомендовану швидкість подачі палива, об'єм повітря). [2]

3. *Навчання моделі*. Навчання на історичних даних: для навчання використовуються дані, зібрані з котла при різних умовах роботи і змінній якості палива. Втрата: функція втрат може враховувати різницю між прогнозованими і фактичними параметрами якості роботи котла, щоб мінімізувати похибку. Оптимізація: оптимізатор (наприклад, Adam або RMSprop) налаштовує параметри мережі.

4. *Використання моделі в системі автоматизації*. Прогнозування параметрів в реальному часі: після навчання, модель в реальному часі отримує вхідні дані з котла (поточні показники і якість палива). Адаптація системи управління: на основі прогнозів модель адаптує швидкість подачі палива, подачу повітря і температуру. Наприклад, якщо прогноз вказує на збільшення вологості палива, система може збільшити подачу повітря для стабілізації згорання.

5. *Оцінка роботи та зворотний зв'язок*. Зворотний зв'язок: модель отримує зворотний зв'язок від сенсорів котла для корекції роботи (реальні параметри порівнюються з прогнозованими). Донавчання: за необхідності модель періодично донавчається на нових даних, щоб адаптуватися до можливих змін у властивостях палива.

Висновки. Представлений підхід дозволяє побудувати автоматизовану систему котла, яка динамічно підлаштовується під змінну якість палива. Використання LSTM-мережі забезпечує точність у прогнозуванні параметрів і знижує ризик нестабільної роботи котла, підвищуючи ефективність згорання та оптимізуючи споживання енергії.

Застосування сучасних технологій контролю та адаптації систем управління дозволяє знизити викиди шкідливих речовин і підвищити енергетичну ефективність котла. Адаптація системи автоматизації до змінної якості палива є перспективним напрямком розвитку енергетичних технологій, що забезпечує гнучкість і надійність роботи котлів при різних умовах.

Література

1. Smith, J., & Brown, L. (2022). "Automatic Fuel Quality Analysis and Its Impact on Boiler Efficiency." *Journal of Energy Science*, 18(3), 55-67.
2. Petrov, M., & Sokolov, A. (2021). "Integration of Automated Systems in Power Boilers for Fuel Quality Adaptation." *Energy Engineering Journal*, 15(5), 12-26.

Система моніторингу та прогнозування цунамі з використанням технологій IoT

М.В. Кривченко, О.В. Кравченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Різні стихійні лиха завжди несли велику небезпеку як людям так і майну, особливо такі значні загрози, як цунамі. Для того щоб попередити населення та підприємства, були розроблені різні системи моніторингу та прогнозування. Прикладами таких систем є Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART) та Dense Oceanfloor Network for Earthquakes and Tsunamis (DONET). Ці системи забезпечують важливі дані про сейсмічну активність і зміни в морських умовах. DART використовує буї, що вимірюють підводні коливання, тоді як DONET забезпечує безперебійний моніторинг землетрусів за допомогою мережі сенсорів на океанському дні. З розвитком нових технологій з'явилася можливість покращити ці та їм подібні системи. Для цього ми можемо використати Internet of Things (IoT).

IoT технології активно використовуються для збору даних в реальному часі, що є особливо важливим елементом в системах моніторингу та прогнозування цунамі. Сюди входять мережі датчиків, які розташовані на суші та біля узбережжя, вони можуть виявляти рівень води та сейсмічну активність. При фіксуванні аномалій, дані негайно передаються на обробку, що дозволяє оперативно реагувати на інциденти. Також, дані, що збираються, можуть швидко бути передані до віддалених серверів чи хмарних платформ, де будуть оброблені аналітичними інструментами та алгоритмами для точного прогнозування.

Ще однією важливою технологією для системи моніторингу та прогнозування цунамі є Underwater Wireless Sensor Networks (UWSN). Ці мережі використовуються для збору даних з великих географічних територій та подальшої їх передачі на обробку та генерації раннього попередження. UWSN використовуються для різноманітних завдань, в той час коли Internet of Underwater Things (IoUT) – це концепція, яка дозволяє виявляти та прогнозувати події, що можуть призвести до катастроф. Протокол зв'язку для цієї технології зазвичай включає акустичну комунікацію, що дозволяє передавати дані з підводних сенсорів на поверхню. Це дає змогу підтримувати безперервний збір даних з датчиків, розташованих на великих глибинах, де використання інших методів зв'язку неможливе. Також, акустична мережа може передавати інформацію на значні відстані, що і дозволяє збирати дані з великих районів океану.

Для кращого розуміння того, як працює екосистема IoT, розглянемо її схематичне зображення. На Рис. 1 представлено основні елементи та зв'язки між компонентами, що забезпечують ефективну роботу системи. Ця схема ілюструє процес збору, передачі та обробки даних, який є ключовим для забезпечення безперервного моніторингу та точного прогнозування.

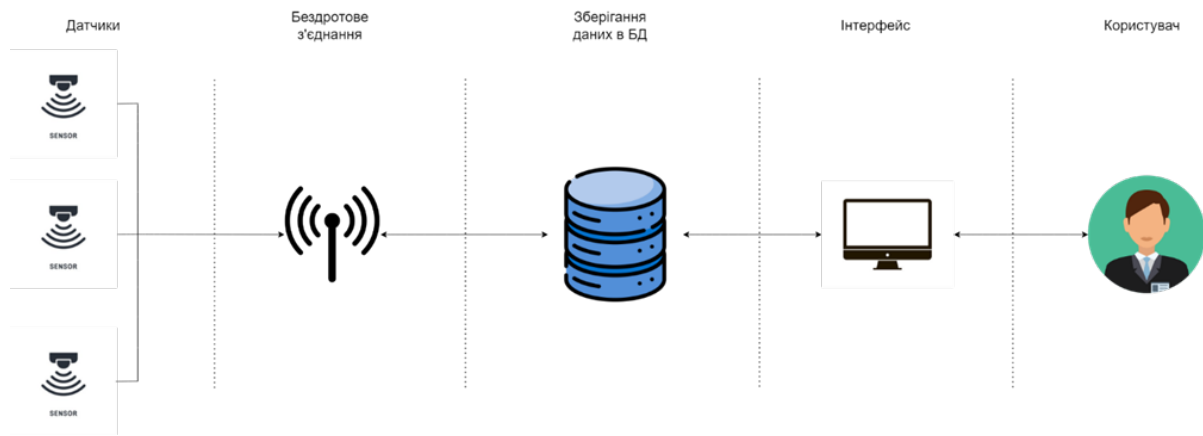


Рис. 1. Схематичне зображення IoT екосистеми моніторингу та прогнозування цунамі

Основу IoT-системи складають різні типи датчиків, які розташовані на суші, на воді, та під водою. Вони виявляють зміни в навколишньому середовищі, такі як рівень води, сейсмічну активність та атмосферний тиск. Також, вони використовують різні протоколи зв'язку, залежно від місця розташування і типу інформації, що передається. Наприклад, підводні датчики передають дані за допомогою акустичних сигналів, а наземні датчики – за допомогою LoRaWAN чи Zigbee. Передані дані обробляються алгоритмами прогнозування та спеціалізованими аналітичними інструментами. Результати обробки даних у системі моніторингу та прогнозування цунамі є надзвичайно цінними для прийняття рішень у режимі реального часу. Отримані результати зберігаються в центральній базі даних, що дозволяє аналітикам та науковцям проводити додатковий аналіз і покращувати роботу всієї системи. Завдяки доступу до історичних і поточних даних, можна виявляти тренди, аналізувати точність прогнозів та адаптувати алгоритми для підвищення їх ефективності.

Отже, інтеграція IoT та IoUT дозволить створити комплексну систему для моніторингу та прогнозування цунамі, що може оперативно реагувати на загрози та ефективно інформувати органи управління та населення про загрозу цунамі. Основною перевагою такої системи є безперервний збір даних у реальному часі, що критично важливо для зменшення часу реагування та зниження людських і економічних втрат.

Література

1. Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., & Pierleoni, P. Recent Advances in Internet of Things Solutions for Early Warning Systems: A Review. *Sensors*, 22(6), 2124. 2022. Доступно: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/22/6/2124>>.
2. Takahashi, N., & Imai, K. Realtime Tsunami Prediction System Using Ocean Floor Network for Local Regions. *Applied Sciences*, 12(3), 1627. 2022. Доступно: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1627>>.
3. González, F. I., Milburn, H. B., Bernard, E. N., & Newman, J. (n.d.). Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART®): Brief Overview and Status Report. 1998. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Доступно: <<https://www.ndbc.noaa.gov/dart/brief.shtml>>.

IoT система компанії з розробки та впровадження систем датчиків розумного будинку

М. С. Левченко, І. Р. Пархомей

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Інноваційні технології Інтернету речей (IoT) все глибше інтегруються в повсякденне життя, створюючи нові можливості для підвищення комфорту, безпеки та ефективності використання ресурсів. Однією з основних галузей, де застосування IoT пристроїв є особливо актуальним, є автоматизація житлових і комерційних приміщень. Розумні будинки дозволяють користувачам віддалено контролювати освітлення, кліматичні системи, безпеку та інші важливі процеси, підвищуючи якість життя.

Сучасний ринок IoT систем для розумних будинків стрімко розвивається. За прогнозами Grand View Research, до 2030 року світовий ринок смарт-будівель сягне позначки в \$570 млрд, а середньорічний темп зростання галузі найближчими роками буде перевищувати 26%. Це обумовлено зростаючим попитом на автоматизацію побутових процесів і інтеграцію новітніх технологій для більш безпечного та ефективного управління житлом.

Система впровадження IoT датчиків для автоматизації розумного будинку передбачає інтеграцію інтелектуальних технологій, які забезпечують зручне управління побутовими процесами та підвищують рівень безпеки та ефективності використання ресурсів. Впровадження IoT систем включає встановлення та налаштування різноманітних сенсорів, пристроїв та контролерів, що дозволяють віддалено моніторити та контролювати усі аспекти розумного житла.

Підходи до впровадження IoT систем передбачають такі ключові етапи: аналіз потреб користувача та підбір відповідних компонентів (спеціалісти з впровадження IoT систем аналізують вимоги замовника, досліджують характеристики приміщення та визначають найбільш ефективні технологічні рішення), проектування архітектури системи (на основі зібраної інформації розробляється схема взаємодії всіх компонентів системи: датчиків, контролерів та програмного забезпечення), інсталяція та налаштування обладнання (встановлення IoT пристроїв у будинку з подальшою інтеграцією в загальну систему).

Розберемо низку переваг IoT розумних рішень які впроваджуються за допомогою автоматизованої системи: зручність управління та автоматизація процесів (системи дозволяють користувачам налаштувати певні сценарії, наприклад, автоматичне ввімкнення освітлення при виявленні руху чи регулювання температури залежно від часу доби), безпека та захист (впровадження систем безпеки, таких як датчики руху, відеокамери та датчики відкриття дверей, забезпечує користувачам додатковий рівень захисту), моніторинг та аналіз даних у реальному часі (користувачі отримують можливість відстежувати стан свого житла, отримувати сповіщення про аномальні події та своєчасно реагувати на них), зниження людського фактору (системи IoT

виконують функції автоматично та з високою точністю, що зменшує ймовірність помилок, спричинених людським фактором, таких як необачність).

Пропонуємо розглянемо архітектуру системи IoT для автоматизації впровадження розумного будинку, що дозволяє користувачам обирати різноманітні пристрої через єдиний інтерфейс.

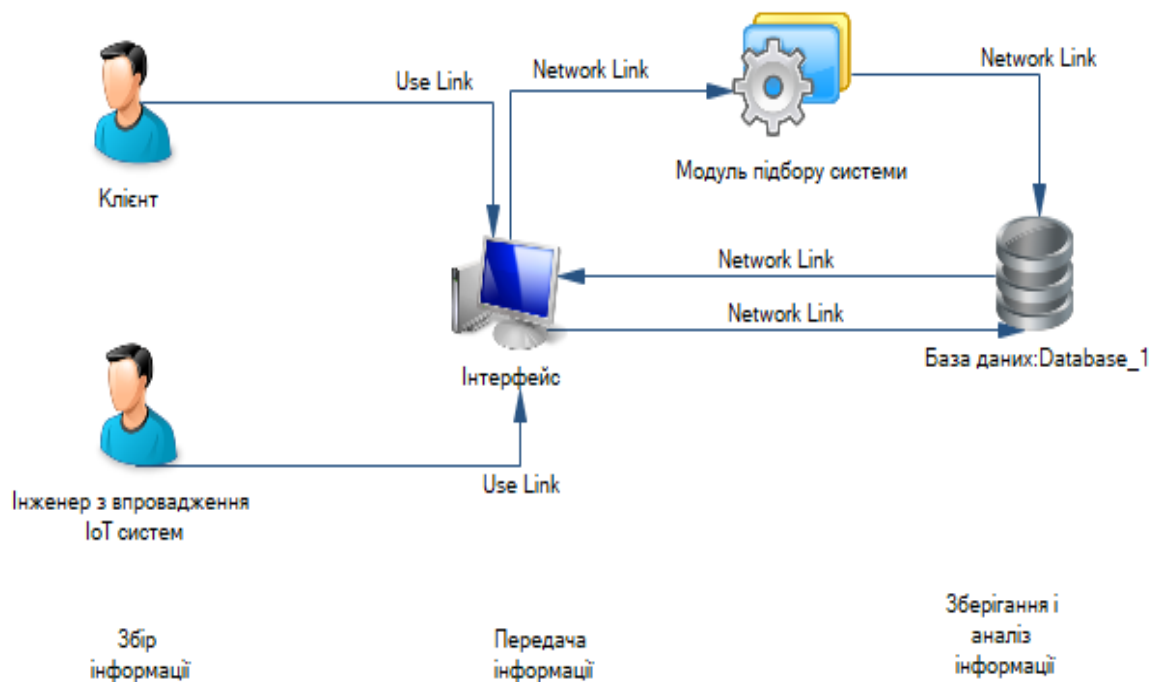


Рис. 1. Архітектурна модель системи впровадження IoT рішень

Література

1. Arsheep Bahga, Vijay Madiseti, "Internet of Things: A Hands-On Approach" URL: https://books.google.com.ua/books?id=JPKGBAAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
2. 12 IoT in retail technologies that increase sales & improve customer engagement URL: <https://www.ignitec.com/insights/12-iot-in-retail-technologies-that-increase-sales-improve-customer-engagement/>

Система моніторингу процесів виробництва спирту та біоетанолу на основі віртуальних інструментів контролю

О.С. Омельченко, Н.М. Луцька

Національний університет харчових технологій

У спиртовому виробництві, як і в багатьох інших промислових галузях, є актуальною проблема оптимізації виробничих процесів: зниження витрат, підвищення надійності, продуктивності та якості продукції. Традиційні методи контролю й аналізу часто є недостатніми для врахування складних взаємозв'язків між технологічними параметрами - прогнозування майбутніх станів системи, вимірювання важкодоступних або непрямих параметрів, дублювання та заміна фізичних датчиків потребують значних часових та фінансових витрат. Стрімкий розвиток методів машинного навчання відкриває нові можливості для вдосконалення виробничих процесів. Завдяки здатності обробляти великі обсяги даних і будувати прогностичні моделі, віртуальні інструменти контролю дозволяють вирішити наявні оптимізаційні проблеми.

Для розробки та впровадження віртуального сенсора в склад автоматизованої системи виробництва спирту було зроблено наступні кроки:

- Інтегровано віртуальний сенсор в склад схеми управління спиртовим виробництвом (Рис. 1, а);
- Розроблено онтологію математичних моделей для її використання в якості системи підтримки прийняття рішень при виборі категорій моделей (Рис. 1, б);
- Проведено навчання, тестування та порівняльну оцінку роботи моделей на виробничих даних;
- Розглянуто спосіб реалізації взаємодії віртуального сенсора з автоматизованою системою управління (Рис. 1, в).

У запропонованій системі віртуальний сенсор інтегрований в систему, як компонент системи моніторингу перебігу виробничого процесу, розширюючи її функціонал завдяки застосуванню інтелектуальних інструментів аналізу. Використання хмарної архітектури та хмарних сервісів для реалізації обчислювальних функцій дозволяє забезпечити масштабованість, значний рівень гнучкості у виборі сервісів та програмних компонентів, а також заощадити кошти на закупівлю та обслуговування дорогого обладнання. Виробничі дані у вигляді часових рядів надходять на вхід математичної моделі, навченої на архівних даних процесу. Отримані результати аналізу доступні для перегляду з автоматизованих робочих місць оператора та технолога, що дає їм змогу використовувати їх для прийняття управлінських рішень.

Ключовим елементом запропонованої системи є математична модель, яка слугує ядром віртуального сенсора. Важливо правильно підібрати модель, що відповідає умовам процесу та характеристикам даних. Використання онтології математичних моделей дозволяє звузити перелік математичних моделей, що задовольняють цим умовам, та полегшити процес її підбору (Рис. 1, б).

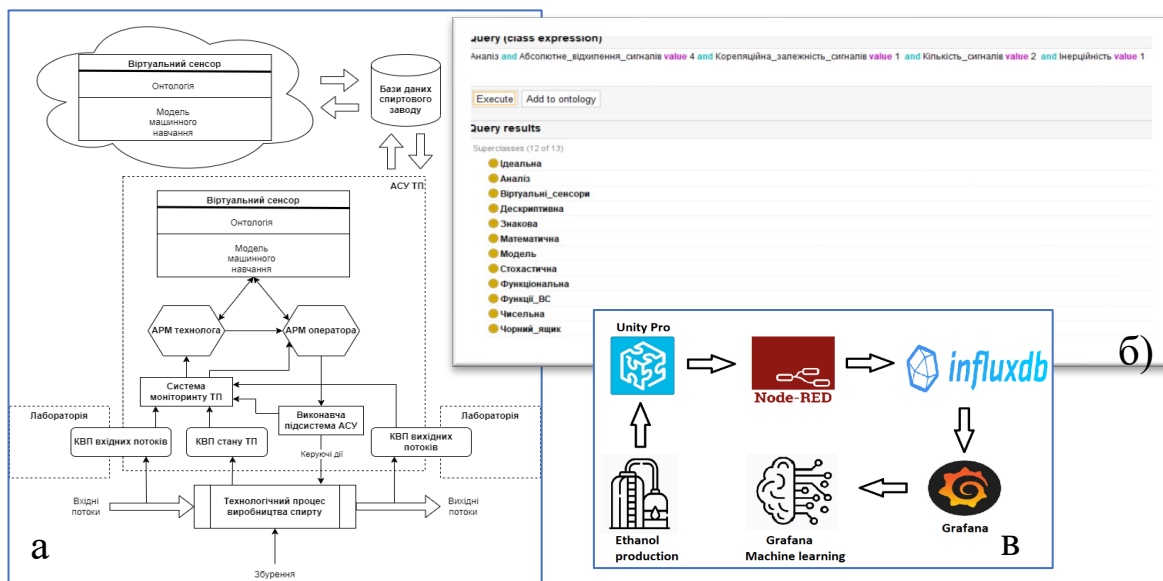


Рис. 1. а) Схема інтеграції віртуального сенсора в склад виробництва спирту; б) Приклад запити до онтології математичних моделей; в) Запропонована схема інформаційної архітектури системи.

На базі даних роботи відділення спиртової дистиляції було проведено навчання та тестування моделей машинного навчання відповідно до можливості прогнозувати поведінку системи в умовах реального часу. Найкращі результати передбачення показала бібліотека eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), реалізуючи алгоритм градієнтного бустингу (Таб. І).

Таб. І

Модель	MSE	R^2	AIC
XGBoost	0,00026294	0,9854	46008,49
MultiOutputRegressor	0,00027809	0,9847	-3546,66
RNN	0,00068793	0,9611	881,03
Decision Tree	0,00097824	0,9485	-4130,41
NARX	0,00115477	0,9381	19484,53

Представлена система впровадження віртуального сенсора в склад автоматизованої системи управління виробництвом спирту дозволяє підвищити точність контролю та оптимізації виробничих процесів внаслідок використання інтелектуальних технологій. Дане технічне рішення може слугувати основою для побудови більш масштабних систем контролю, таких як Цифрові двійники, а також є гнучкою та відкритою для модифікацій та вдосконалення.

Література

- Омельченко, О., Луцька, Н. і Власенко, Л. (2023) 'Онтологія математичних моделей технологічних об'єктів промислових підприємств. Ч. 2. реалізація онтології та її перевірка', Енергетика і автоматика, 2, pp. 39-54.
- Омельченко, О. і Луцька, Н. (2024) хмарна архітектура передачі даних для впровадження моделей машинного навчання в спиртову промисловість, Automation of technological and business processes, 15(4), pp 38-48. doi: 10.15673/atbp.v15i4.2589.

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.

Сучасним вектором трансформації систем керування промисловими підприємствами є впровадження принципів Індустрії 5.0, зокрема акценту на людиноцентричне виробництво. У сфері крафтового пивоваріння цей принцип лежить в основі діяльності підприємства, адже творчий підхід та інноваційність є критеріями визначення поняття "крафт". Таким чином – ключовою конкурентною перевагою продукції крафтової броварні є компетенції пивовара не тільки у сенсі знань та досвіду, а також у спроможності до реалізації креативних рішень. З іншого боку на ринку крафтового пива відбуваються революційні зміни у кількості та різноманітті пропозиції. Споживачі зосереджені на пошуку нового досвіду, що також проходить свій шлях розвитку. Досвід споживача у процесі його розвитку та змін можливо розглядати також як розвиток компетенцій. Система керування комплексом крафтового пивоваріння повинна враховувати та моделювати у динаміці, прогнозувати зміни у компетенціях як пивовара, так і споживачів, бути орієнтованою на підтримку та прийняття рішень на основі цих змін. У цьому й полягає втілення принципу людиноцентричності – орієнтація системи керування на досвід та розвиток пивовара та споживачів.

Моделювання та впровадження у систему керування якісних характеристик продукту пов'язане із практиками його використання. Якщо за одиницю спостереження вибрати атомарний епізод використання, що зазвичай означає один бокал, то в кожному окремому випадку можливо оцінити мотиви споживача та культурні практики споживання. Спостереження зручно автоматизувати за рахунок використання спеціалізованих соціальних мереж, наприклад [1]. Зібрані дані дозволяють побудувати вектор задіяних практик як оцінку мотивації споживача. Зміна цього вектору у часі дозволяє розглянути динаміку як процес здобування споживацької компетенції. З іншого боку кожна окрема варка крафтового пива це також процес здобуття окремої компетенції пивоваром, тож у цілому компетенція пивовара є вектором якісних характеристик продукту що змінюється у часі із набуттям пивоваром досвіду. Отже і попит і пропозиція можуть бути представлені як вектори якісних характеристик продукту, що змінюються у часі за різними сценаріями та

узагальнюються щодо окремої особи чи групи осіб нелінійним ймовірнісним чином. Але узагальнені на великій виборці епізодів у достатньому проміжку часу ці вектори якісних характеристик не є непередбачуваними. Найбільш вірогідною є S-образна форма кривої накопичення досвіду щодо кожного елементу вектору, можливо допустити інші форми перехідного процесу, але в цілому перехід від новизни до насичення по кожному елементу вектору є закономірним. Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння повинна сприймати вектор якісних характеристик продукту в динаміці як цільову функцію при моделюванні культурних практик споживання та як модель ключового ресурсу виробництва стосовно компетенції пивовара.

Характерною особливістю запропонованого підходу є погляд на вимоги споживача як на компетенції – 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. Важливою є узгоджена онтологічна визначеність даних у загальному сховищі.

Підсумовуючи вимоги до архітектури системи керування 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. Greg Avola, Tim Mather. “A geosocial networking service and mobile phone application that allows its users to check in as they drink beers and share these check-ins and their locations with their friends”. - Wilmington, North Carolina, USA; 2010: - <https://untappd.com/>
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.

Інтеграція промислового інтернету речей (ІоТ) у процес автоматизації виробництва

Сарахман Ігор

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Промисловий інтернет речей (ІоТ) — це нова ера цифровізації виробничих процесів, яка дозволяє збирати, аналізувати та передавати великі обсяги даних в режимі реального часу для оптимізації виробництва та підвищення його ефективності. Із розвитком хмарних обчислень, сенсорних технологій і штучного інтелекту (ШІ), ІоТ надає можливість створювати адаптивні системи управління, що швидко реагують на зміни умов і мінімізують людський фактор у прийнятті рішень. У цьому дослідженні розглядається практична інтеграція ІоТ у процес автоматизації виробництва з метою покращення моніторингу, зниження витрат і підвищення продуктивності.

Матеріали і методи

Матеріали:

- Датчики ІоТ для збору параметрів технологічних процесів, таких як температура, тиск, рівень рідини та швидкість потоку.
- Промислові контролери для локальної обробки даних і передачі їх на хмарні сервери через шлюзи.
- Хмарні обчислювальні платформи для зберігання великих обсягів даних та їх аналізу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту.
- Інтерфейси користувача (мобільні додатки та панелі управління), що дозволяють операторам віддалено стежити за станом виробничих ліній у режимі реального часу.

Методи:

Збір даних: Датчики встановлені на критичних вузлах виробничих ліній для безперервного моніторингу. Інформація передається через мережеві шлюзи до хмарної платформи.

Обробка даних: Дані аналізуються за допомогою машинного навчання для виявлення аномалій, прогнозування можливих збоїв та оптимізації параметрів роботи обладнання.

Візуалізація: Оператори отримують інформацію у вигляді графіків, 3D-моделей та інтерактивних візуалізацій через мобільні додатки та інші інтерфейси.

Управління: Система дозволяє дистанційно налаштовувати параметри обладнання на основі аналізу даних, а також видавати попередження про необхідність технічного обслуговування.

Результати та обговорення

Інтеграція ІоТ на підприємстві дозволила досягти кількох ключових результатів:

- Оптимізація технічного обслуговування: Аналіз даних у реальному часі дозволив передбачити несправності обладнання за кілька днів, скоротивши непланові простої на 25%.

- Зниження витрат на енергоспоживання: Аналіз роботи систем дозволив виявити неефективні елементи обладнання та оптимізувати їхнє використання, знизивши енергоспоживання на 15%.

- Підвищення продуктивності: Точне налаштування технологічних параметрів, таких як температура і тиск, дозволило збільшити вихід продукції на 10% без додаткових витрат ресурсів.

- Зменшення людських помилок: Використання AR-інтерфейсів і сенсорних панелей знизило кількість помилок в управлінні процесами на 30%. Оператори мали доступ до візуалізації параметрів у реальному часі, що дозволяло швидко реагувати на відхилення.

Обговорення

Використання промислового інтернету речей значно підвищує ефективність управління виробництвом, адже воно базується на аналізі великої кількості даних. Хмарні обчислювальні платформи та алгоритми штучного інтелекту допомагають не лише прогнозувати несправності, але й оптимізувати процеси таким чином, що мінімізуються витрати, знижується енергоспоживання та зростає продуктивність.

Висновки

Інтеграція ІоТ у автоматизацію виробництва має великий потенціал для підвищення ефективності та надійності промислових систем. Впровадження ІоТ знижує непланові простої, енергоспоживання та підвищує продуктивність завдяки гнучкому налаштуванню на основі даних. Подальші дослідження повинні зосередитися на точніших прогнозних алгоритмах і розширенні можливостей віддаленого управління.

Література

1. Лебідь, О. (2019). Інтернет речей у промисловості: виклики та можливості. Науковий вісник НЛТУ України, 29(3), 5-11.

2. Ковальчук, В. & Савчук, О. (2020). Використання ІоТ для покращення процесів управління на підприємствах. Вісник економіки транспорту і промисловості, 74, 34-41.

3. Мельник, О. (2021). Перспективи застосування промислового інтернету речей у виробничих процесах. Технічний вісник НТУУ «КПІ», 82(1), 12-17.

4. Тимошенко, О., Мельник, С. & Кучеренко, В. (2022). Інноваційні технології в автоматизації промислових процесів. Науковий журнал НТУ «ХПІ», 67(1), 45-52.

Моделювання виробничих процесів із застосуванням цифрових двійників

Сарахман Ігор

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Цифрові двійники (Digital Twins) – це віртуальні моделі фізичних об'єктів або процесів, які в реальному часі отримують дані від своїх реальних аналогів для моніторингу, аналізу та оптимізації. Технологія цифрових двійників дає можливість створювати точні моделі виробничих процесів, що дозволяє підвищити ефективність, знизити витрати та мінімізувати помилки в роботі обладнання. У цій роботі розглядаються підходи до впровадження цифрових двійників у виробничі процеси та їх вплив на загальну оптимізацію підприємств.

Матеріали і методи

Матеріали:

- Цифрові платформи для створення віртуальних моделей виробничих систем.
- Датчики, які збирають інформацію про реальний стан обладнання (температура, вібрація, навантаження тощо).
- Хмарні сервери для зберігання великих обсягів даних і їх обробки.
- Алгоритми прогнозного моделювання, що дозволяють аналізувати та передбачати зміни в роботі систем.

Методи:

Збір даних: Устаткування обладнується датчиками для моніторингу ключових параметрів виробничого процесу.

Моделювання процесів: Створюється цифровий двійник реального виробничого процесу, що використовує дані з датчиків для точного відтворення всіх його аспектів.

Аналіз даних: Цифрові двійники аналізують отримані дані та використовують алгоритми штучного інтелекту для прогнозування можливих проблем або неефективностей.

Оптимізація процесу: На основі аналізу цифрового двійника виробничий процес коригується в реальному часі для досягнення найвищої продуктивності та зменшення помилок у роботі обладнання.

Результати та обговорення

Результати дослідження показали, що впровадження цифрових двійників дозволяє досягти кількох ключових поліпшень у роботі виробничих систем:

- Оптимізація виробничого циклу: Моделювання процесів у реальному часі

допомогло зменшити простої обладнання на 20%, оскільки стало можливим прогнозувати потенційні несправності.

- Зниження кількості помилок: Використання цифрових двійників дозволило знизити кількість помилок оператора на 15% через можливість автоматичного налаштування обладнання в режимі реального часу на основі даних із датчиків.

- Підвищення ефективності: Аналіз цифрових двійників допоміг виявити вузькі місця у виробничих процесах і знизити витрати на енергоресурси та матеріали на 12%.

- Прогнозування технічного обслуговування: Завдяки аналізу роботи обладнання, цифрові двійники змогли передбачати необхідність технічного обслуговування, що скоротило позапланові ремонти на 25%.

Обговорення

Технології цифрових двійників стають невід'ємною частиною сучасних виробничих підприємств, оскільки дозволяють підвищити прозорість процесів, мінімізувати ризики і поліпшити загальну продуктивність. Моделювання виробничих процесів у вигляді цифрових двійників дає змогу проводити експерименти та вносити корективи без фізичного втручання в роботу реального обладнання, що знижує ризик втрат.

Висновки

Моделювання виробничих процесів із застосуванням цифрових двійників є перспективним напрямком в автоматизації сучасного виробництва. Ця технологія дозволяє підвищити ефективність роботи обладнання, мінімізувати кількість помилок, а також покращити технічне обслуговування та управління ресурсами. Використання цифрових двійників може бути ключовим фактором для підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах цифрової трансформації.

Література

1. Гаврилюк, С.В., Павленко, І.О. та Юрченко, О.Є., 2020. Цифрові двійники та їх використання у виробництві. Вісник сучасних технологій та інновацій, 4, с.45-52.

2. Коваленко, Л.П., 2019. Інтелектуальні системи моніторингу виробничих процесів. Київ: Технопрес.

3. Ткаченко, Р.В., 2018. Цифровізація в промисловості: огляд сучасних технологій. Харків: Видавництво "Промислова Україна".

4. Ющенко, Д.А. та Кривенко, В.П., 2022. Прогнозування та оптимізація виробничих процесів за допомогою цифрових двійників. Науковий вісник цифрової трансформації, 5, с.88-93.

Автоматизація брагоректифікаційної колони з використанням машинного навчання (метод опорних векторів та штучні нейронні мережі)

Спашіба В.В. , Клименко О.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизація процесу ректифікації має важливе значення для оптимізації виробництва високоякісного ректифікованого спирту. Традиційні методи управління процесом часто є недостатньо ефективними через складність відстеження ключових параметрів в реальному часі. Використання методів машинного навчання, таких як метод опорних векторів (SVM) та штучні нейронні мережі (ANN), дозволяє покращити точність управління процесом ректифікації, підвищуючи якість продукції та знижуючи витрати на її виробництво.

Матеріали та методи. Для моделювання процесу брагоректифікації використовувалися дані про температуру, тиск та концентрацію спирту в різних секціях колони. Дані були попередньо оброблені шляхом видалення аномальних значень, нормалізації та кодування категоріальних ознак. Метод опорних векторів використовувався для класифікації стадій процесу, а штучні нейронні мережі — для прогнозування динаміки змін концентрації спирту. Навчання моделей здійснювалося на тренувальному наборі даних (80%), а точність перевірялася на тестових даних (20%).

Результати та обговорення. Ефективність моделей оцінювалася за допомогою таких метрик, як точність (accuracy) та F1-score. Модель SVM показала високу точність у класифікації стадій процесу ректифікації, досягаючи 98% на тестових даних, що свідчить про її здатність розділяти класи різних стадій процесу. Штучні нейронні мережі продемонстрували точність 96% у прогнозуванні концентрації спирту, що забезпечує більш точний контроль параметрів процесу.

Висновок. Дослідження підтвердило, що методи SVM та ANN ефективно справляються з задачами автоматизації управління процесом брагоректифікації. Використання цих методів дозволяє підвищити стабільність якості продукції, знижуючи ризик помилок та забезпечуючи високий рівень контролю. Впровадження моделей машинного навчання в автоматизовані системи управління може суттєво покращити ефективність виробництва спирту, що є перспективним напрямком для галузі.

Література

1. Гуржій, А. М., Гуцаленко, С. О., Корнієнко, В. С. Автоматизація технологічних процесів та систем керування. Київ: Либідь, 2018. — 352 с.
2. Стеценко, М. П., Гавриш, С. О., Галицький, М. П. Теорія автоматичного управління. Київ: Наукова думка, 2016. — 408 с.
3. Коваленко, В. В., Павлюк, О. М. Основи машинного навчання в інженерії. Харків: Харківський національний університет, 2019. — 312 с.
4. Мозговий, О. М. Інтелектуальні системи управління технологічними процесами. Київ: Техніка, 2020. — 278 с.
5. Воронов, І. І., Мішуровський, А. В. Методи та алгоритми машинного навчання для інженерних задач. Львів: Львівська політехніка, 2019. — 294 с.

Використання дата-центричної архітектури мікросервісів та інтеграція багат шарової системи аналітики на виробництві в умовах Індустрії 4.0

Шевченко Р.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Концепція Industry 4.0 стикається з викликами, коли традиційне хмарне середовище не задовольняє потреби у підвищенні загальної ефективності виробництва та безпеки промислових процесів. Швидкий аналіз даних у реальному часі часто ускладнюється через проблеми з зв'язком, енергопостачанням, затримками в обробці запитів та передачею даних, а також із забезпеченням безпеки інформації. Хмарні середовища зазвичай надають функції, але не контроль самого середовища. В таких умовах гібридна система з датацентричною архітектурою мікросервісів локального виконання є привабливою альтернативою. Вона використовує хмарне середовище для зберігання даних та довгострокового планування, а локальні системи аналітики наближаються до "джерел" даних. Архітектура цієї системи зосереджується на підтримці консистенції та інтеграції даних, забезпеченні їх безпеки і цілісності, системи та процеси в такій архітектурі розглядаються, як мікросервіси з власними підсистемами, а функціонал визначається блочною структурою даних всередині. Це дозволяє покращити локальну аналітику, прогнозування та планування з використанням цифрових двійників. Втім, даний підхід має ряд викликів, та критеріїв, які необхідно враховувати, до прикладу, так як сучасних реаліях в системах часто використовуються алгоритми та архітектури різних виробників, з різним рівням закритості та інтеграції, необхідно забезпечити декларацію на етапі проектування, тобто мікросервіси повинні самостійно оголошувати сервісним модулям схеми компонування даних, необхідні їм для виконання своїх завдань, або забезпечити автоматичний синтез таких схем, в той же час передача даних має дозволяти підтримку стандартизованих схем даних. Це усуває необхідність уніфікації схем розміщення даних систем різних виробників в межах синхронізації різних рівнів усього виробництва, в той же час, кожна система працює з оптимальною для себе схемою даних та архітектурою, що зменшує вартість впровадження, та паралельно зменшує час відгуку.[1] Використання такого підходу дозволяє створювати системи, як локальні мікросервіси, і незалежно від їх масштабу імплементувати цифрові двійники, які працюватимуть з унікальними схемами даних, зв'язок в таких системах представляється, як сервісний модуль. Це в свою чергу майже непомітно впливає на робочу систему, проте помітно покращує роботу при відхиленнях та помилках, незалежно від типу системи.[2]. Не дивлячись на те, що система працює майже без змін при нормальній роботі, це дозволяє використовувати кореляцію зв'язків у існуючих системах для синтезу моделей вищих рівнів, таким чином дозволяючи ефективно проводити аналітику даних робочих моделей, а також зменшити кількість якісних даних, необхідних для аналізу і спростити міжсистемні моделі.

Виходячи з вищезгаданого, з'являються виклики, які необхідно забезпечити на

етапі планування системи. Окрім основних етапів, таких як визначення об'єктів та блоків взаємодії, схем даних, їх обробки аналітики та моделювання також з'являється необхідність розуміння потоків даних та їх властивостей не на рівні окремої системи, а на рівні міжсистемного впливу. При синтезі та аналізі рішень в проектуванні системи необхідно враховувати мета-інформацію, інформацію, та моделі, які описують вплив систем між собою. Дані такої системи збираються та зберігаються за концепцією «Polyglot Persistence», оскільки в залежності від природи цих даних, ефективне використання можливе при децентралізованому зберіганні даних, але спільній інтеграції через декларацію схем даних. Також через постійні потоки даних з'являється необхідність розробки стратегій поведінки для цифрових потоків та даних, що мігрують між системами. Дана система потребує розробки низки систем тестування та перевірки початкових моделей, оскільки точність цифрових двійників систем напряму впливає на точність моделі вищого шару, а декомпозицію ускладнює моніторинг та контроль. Якщо ж звернути увагу на переваги, то дана концепція забезпечує покращення реакції на відхилення та збої, зберігає надійність та доступність, оскільки архітектура дозволяє резервування систем та даних, з'являється повноцінна аналітика та прогнозування даних між системами та виробництвом в цілому, система легко масштабується та адаптується під зміни, оскільки кожен компонент має більший ступінь автономності. Крім того, забезпечується оптимізація ресурсів та покращення якості, оскільки зменшуються витрати. Також важливо зазначити, що до переваг можна віднести і ступінь синергії, оскільки різні джерела даних дозволяють виявити нові залежності між системами, та використовувати їх як якісний класифікатор для моделей нижчого шару

Таким чином, інтеграція кількох цифрових близнюків у багат шарову структуру дозволяє створити єдиний інтелектуальний простір, де дані з різних джерел об'єднуються для комплексного аналізу що забезпечує ефективну оптимізацію ресурсів, зменшення витрат, покращення якості процесів і залишає можливості для масштабування та інтеграції в майбутньому нових технологій з використанням штучного інтелекту, на початкових етапах як помічника у оптимізації керування виробництвом.

Література:

- [1] Deryabin, S., Temkin, I., Rzazade, U. and Kondratev, E. (2023). Models and Methods of Designing Data-Centric Microservice Architectures of Digital Enterprises. *Informatics*, 10(1), p.4. [електронне джерело] [Дата звернення 10 Листопада 2024] doi:<https://doi.org/10.3390/informatics10010004>
- [2] Caiza, G. and Sanz, R. (2024). An Immersive Digital Twin Applied to a Manufacturing Execution System for the Monitoring and Control of Industry 4.0 Processes. *Applied Sciences*, [online] 14(10), pp.4125–4125. [електронне джерело] [Дата звернення 13 Листопада 2024] doi:<https://doi.org/10.3390/app14104125>

УДК 004.9

Інтеграція IoT і ШІ в системи управління технологічними та організаційними процесами у фармацевтиці

У. Ю. Шевченко, А. Г. Рева, С. В. Резніченко, О. В. Кравченко
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Завдяки швидкому розвитку у сфері технологій, Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (ШІ) починають активно впроваджуватися у фармацевтичну галузь, надаючи нові можливості для автоматизації, контролю та управління процесами. Потреба в підвищенні ефективності, якості продукції та оптимізації використання ресурсів зростає, що робить такі інновації особливо актуальними. Ці технології дозволяють проводити моніторинг критичних параметрів у реальному часі, зменшувати ризики, пов'язані з людським фактором, і забезпечувати більш стабільні та надійні процеси на кожному етапі виробництва.

Розглянемо сферу охорони здоров'я в Індії, де, за даними Statista, ринок штучного інтелекту стрімко зріс з 2018 по 2023 рік і, за прогнозами, продовжить динамічно розвиватися, досягнувши понад 8 мільярдів доларів США до 2032 року [1]. Така тенденція підтверджує, що провідні країни у фармацевтичній галузі, як Індія, розглядають штучний інтелект як ключовий елемент для забезпечення якості обслуговування, стійкого розвитку та підвищення конкурентоспроможності індустрії.

Завдяки інтеграції IoT та ШІ ці технології надають ефективні інструменти для підвищення продуктивності, якості та інноваційності процесів у сфері фармацевтики. Ці технології дозволяють забезпечувати постійний моніторинг та збір даних у реальному часі, створюючи умови для швидшого прийняття рішень і оптимального управління ресурсами. Наприклад, спеціальні IoT-пристрої, такі як браслети та розумні рукавички, дають змогу відстежувати стан працівників, їх місцеперебування та забезпечувати безпеку під час виконання робочих завдань [2].

ШІ значно пришвидшує аналіз великих обсягів даних, допомагаючи фармацевтичним компаніям вдосконалювати процеси розробки ліків, робити точніші прогнози та персоналізувати підхід до лікування пацієнтів. Крім того, ці технології дозволяють прогнозувати потенційні відмови обладнання, зменшуючи ризик простоїв, та оптимізувати ланцюги постачання, що сприяє більш раціональному використанню ресурсів. Також парадигма Green IoT (G-IoT) спрямована на сталий розвиток і зниження вуглецевого сліду, що відповідає сучасним екологічним стандартам [3].

Водночас існують і недоліки, пов'язані з використанням IoT та ШІ у цій індустрії. Найбільший виклик — це забезпечення конфіденційності та безпеки даних, оскільки критична інформація про виробничі процеси та параметри може стати мішенню для кібератак. Зокрема, витік даних про рецептури, технологічні процеси може завдати значної шкоди компаніям. Іншим важливим аспектом є те, що автоматизовані системи можуть бути схильні до упереджень у даних, які використовуються для навчання моделей, що може викликати збої у виробничих процесах або неправильну інтерпретацію результатів аналізу. Крім того, реалізація цих технологій вимагає суттєвих початкових витрат, зокрема на

модернізацію обладнання, інтеграцію нових систем та підготовку персоналу.

Пропонуємо розглянути послідовність роботи фармацевтичного виробництва з використанням IoT та ШІ (див. рис. 1):

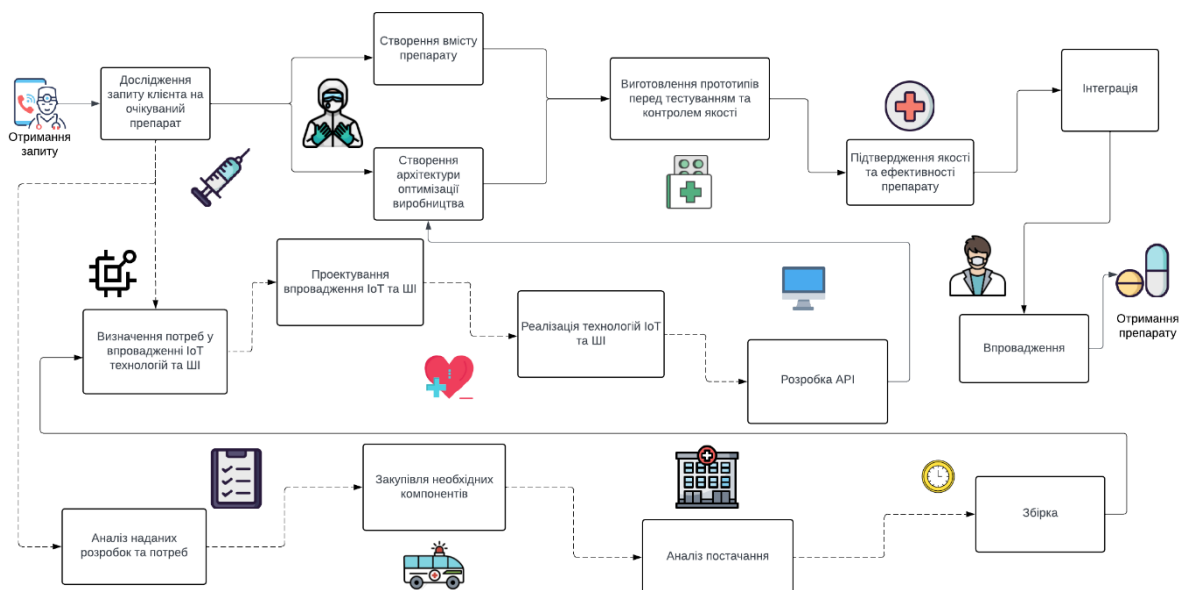


Рис. 1. Блок-схема інтеграції IoT та ШІ у виробничі процеси фармацевтики

Отже, інтеграція IoT та ШІ є перспективним напрямом для вдосконалення управління технологічними та організаційними процесами у фармацевтиці. Попри певні недоліки, ці інновації сприяють адаптації галузі до сучасних вимог і створюють основу для її подальшого розвитку. Представлена схема (рис. 1) ілюструє ключові етапи впровадження, які можуть стати базисом для інтеграції більш складних алгоритмів ШІ, підключення додаткових IoT-пристроїв, автоматизації процесів управління і створення екосистеми, що забезпечує сталий розвиток фармацевтичної галузі.

Література

1. Sun, S., 2024. Market size of AI in healthcare in India 2018-2032. *Statista*. Доступно: <<https://www.statista.com/statistics/1493056/india-market-size-of-ai-in-healthcare/>> [Дата звернення: 14 Листопад 2024].
2. 4.0 Use of Smart Technologies in Logistics and Supply Chain Management: Smart Glove Example, 2024. *The Journal of Academic Social Science*, 12(148), с. 62–77. Доступно: <<http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.74189>> [Дата звернення: 14 Листопад 2024].
3. Inamdar, R.P., Kulkarni, H.M. та Doshi, P.P., 2024. Role of IoT and AI in Sustainable Management of the Pharmaceutical Industry. У: Khang, A. (ред.) *AI and IoT Technology and Applications for Smart Healthcare Systems*. с. 28–37. Доступно: <<https://doi.org/10.1201/9781032686745>> [Дата звернення: 14 Листопад 2024].

Застосування IIoT для моніторингу та аналізу енергоефективності парових котлів

Ющук П.О. Сідлецький В.М.

Національний університет харчових технологій

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.

Основні показники ефективного використання енергії включають: високим рівнем використання загального обсягу виробництва, оптимальний вибір типу енергоносіїв, якісну сировину, ефективність обладнання та мінімальні втрати у системах розподілу енергії (пара, стиснене повітря, електроенергія).

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 управління споживанням енергії, яка допомагає підприємствам використовувати тільки необхідну кількість енергії (Рис. 1.). Це важливий засіб зниження витрат і мінімізації негативного впливу на екологію. Завдяки IIoT зібрані дані передаються на центральні сервери або у хмарні платформи для аналітики, що дозволяє відстежувати параметри котлів у реальному часі. Це дає можливість запобігти аваріям і продовжити ресурс обладнання.

Для оптимізації енергоспоживання важливо визначити потоки матеріалів і енергії в основних та допоміжних виробничих процесах і створити карту споживання енергії для підприємства. Увагу зосереджують на найбільш енергоємних системах, таких як ТЕЦ, котельні установки, системи опалення та вентиляції, а також освітлення. Виявлення найменш енергоефективних компонентів дає змогу реалізувати найбільш вигідні заходи для зниження витрат.

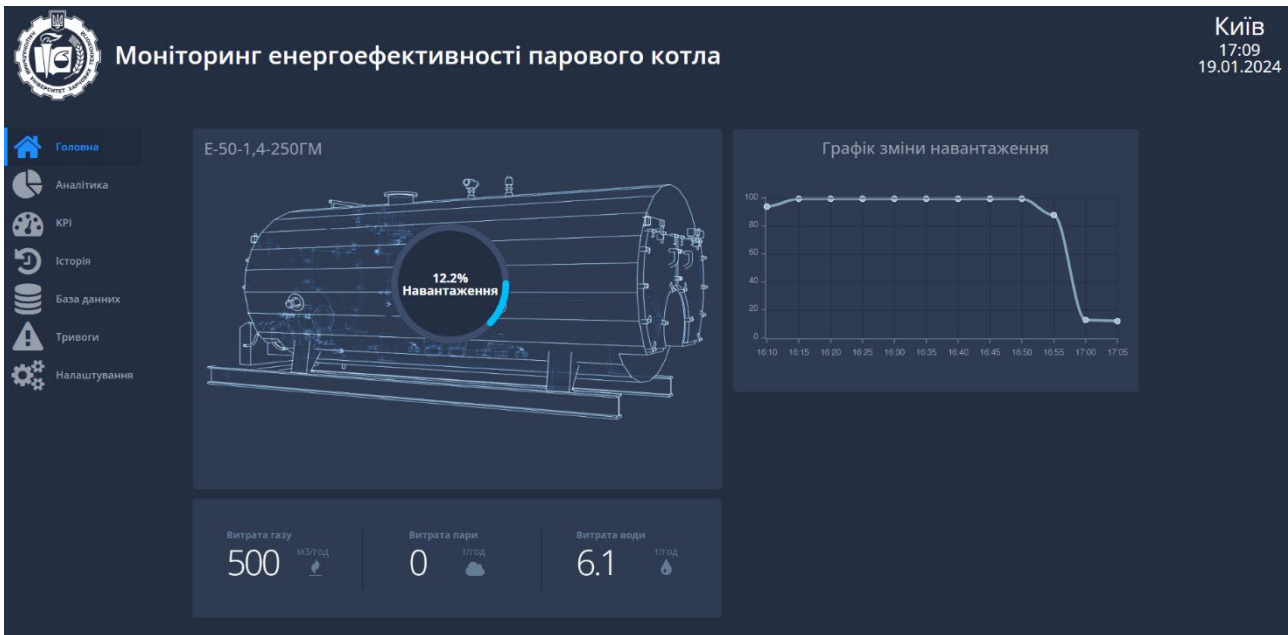


Рис. 1. Система енергетичного менеджменту

Інтеграція ІоТ у системи управління дає змогу відстежувати витрату палива, параметри пари та загальне енергоспоживання. Автоматичне коригування роботи котла допомагає підтримувати високу ефективність при мінімальному споживанні енергії, що знижує витрати та шкідливі викиди (Рис. 2.).

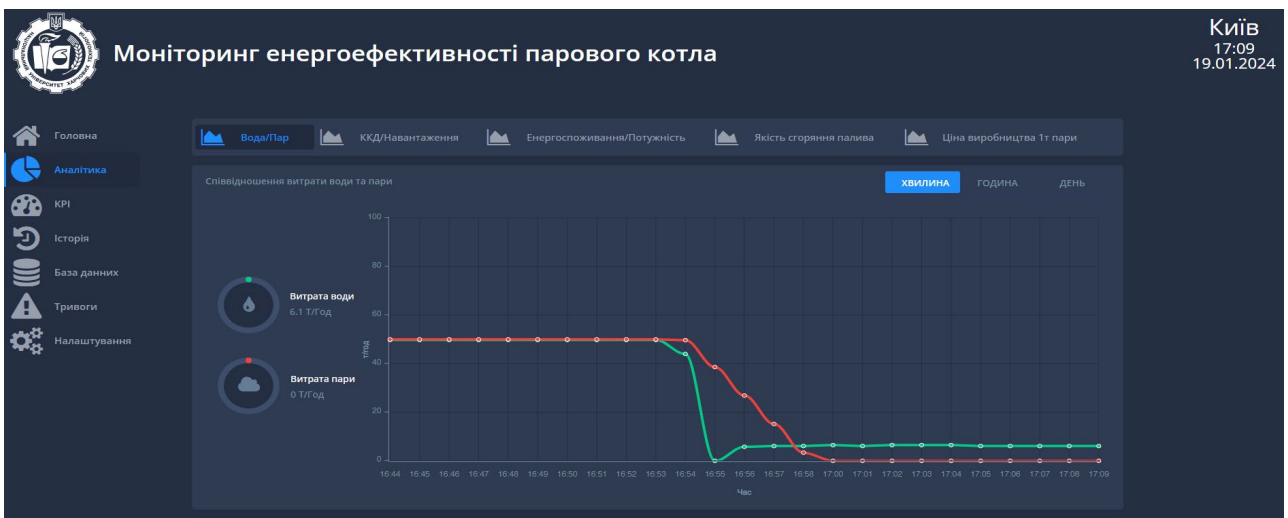


Рис. 2. Сторінка загальної аналітики по співвідношенню витрати/генерації енергоресурсів

Крім того, ІоТ підтримує прогнозне обслуговування: аналіз історичних і поточних даних дозволяє передбачати потреби в обслуговуванні чи заміні деталей. Це запобігає несподіваним поломкам, забезпечуючи стабільну роботу обладнання і сприяючи екологічній стійкості.

Завдяки впровадженню ІоТ, можна зібрати та проаналізувати великий обсяг даних у реальному часі, що відкриває нові можливості для управління та оптимізації роботи парових котлів.

5

СЕКЦІЯ

***ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ
У ВИРОБНИЦТВІ
ТА ОСВІТІ***

Modeling non-linear and non-stationary processes in economy and finance**P. I. Bidyuk, O. L. Tymoshchuk, L. B. Levenchuk***National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky KPI"***V. V. Gavrylenko***National Transport University*

The processes in economy (especially in economy of transition), finance, ecology, production and many other areas of study are mostly non-linear and non-stationary. Analysis of the processes requires much more time and efforts than for linear and stationary processes but as for today there is no unified methodology for modeling and forecasting the processes.

Actually most nonlinear processes exhibit non-stationary features. They require more exact formulations at some stages of their analysis and practical application of results [1, 2, 3]. It touches, for example, upon estimation of the non-linearity type, estimation of degree of the non-linearity, model structure identification, determining type of trend etc.

Many studies focus on statistical analysis of available data aiming identification of possible non-linearity. Successful identification of non-linearity type provides a ground for correct separation of linear and non-linear parts of data. Non-linear part can be selected, for example, by neural network, or polynomial modeling components like, x^2 , x^3 , $x \cdot y$, or other appropriate non-linear components. Studies of non-linear processes indicate that most of them are also non-stationary what supports the idea that methodologies of their analysis should be close to each other.

Generally, estimation of nonlinear model structure using available data is performed in several stages shown below.

1. Identification and elimination of possible data uncertainties. Select (estimate) the structure of linear model on the basis of correlation analysis. As a rule this is low order model that is necessary for testing the data under study for linearity (non-linearity); to solve the problem well known methodology of modeling linear processes can be applied [2].

2. Perform testing of the process under study on linearity using the linear model constructed on previous step as a null hypothesis against smooth transition regression (STR); if the hypothesis regarding linearity is not accepted, then determine the transition variable on the basis of available data.

3. Select for further study the logistic smooth transition regression (LSTR) or exponential regression with smooth transition (exponential smooth transition regression (ESTR) for further testing of residuals for linearity.

4. Perform analysis of candidate models adequacy for two variants of possible final model: with additive combination of linear and nonlinear parts and with multiplicative combination. If necessary (for reaching adequacy) add to the structures of candidate models some of the following nonlinear components: $x^2(k)$, $x^3(k)$, $x(k) s(k)$, $x^2(k) s(k)$, where $x(k)$, $s(k)$ are regressors. Examining the graph of basic (depending)

variable can help to select nonlinear components of a model, say logistic regression to which will be added linear part, for example, linear regression.

5. Estimate candidate model parameters using correctly selected methods of estimation. Among possible methods are ordinary LS, nonlinear LS, maximum likelihood; Markov chain Monte Carlo etc.

6. Select the best model among the candidates constructed using appropriately chosen statistical adequacy criteria.

Testing according step 3 is based on the following model:

$$\hat{v}(k) = \beta_0^T \mathbf{w}(k) + \beta_1^T \mathbf{w}(k) z_d(k) + \beta_2^T \mathbf{w}(k) z_d^2(k) + \beta_3^T \mathbf{w}(k) z_d^3(k) + \eta(k), \quad (1)$$

where, $z_d(k)$ is transition variable; $\hat{v}(k)$ are residuals of linear regression estimated with ordinary LS: $y(k) = \beta^T \mathbf{w}(k) + v(k)$. If $z_d(k)$ is component of vector, $\mathbf{w}(k)$, then vector, $\mathbf{w}(k) = [1, \tilde{\mathbf{w}}^T k]^T$ in (1) should be replaced by $\tilde{\mathbf{w}}(k)$, except for the first component in right hand side of the equation. The null hypothesis regarding linearity is formulated in this case as follows: $H_{0d}: \beta_1, \beta_2, \beta_3 = 0$.

The equation (1) is also used for selecting transition variable, $z_d(k)$. The testing is performed for all possible candidates for the transitional variable, $z_d(k)$, and the variable is left for which p – value accepts the minimum value. If the condition is not satisfied then the model (process) is considered as a linear one.

Correctness of this testing procedure is motivated with the following considerations. Suppose, that there exists such smooth transition regression (STR-model) with transitional variable, $z_d(k)$, that is characterized by appropriate statistical data (according to the null hypothesis). In this case application of Lagrange multiplier test or LM-test against this hypothesis is characterized by maximum power [1]. The main point in constructing model of nonlinear process is its correct structure estimation. To fulfill the task any appropriate information should be used: expert estimates, preliminary studying of a process, correct identification of non-linearity, analysis of known cases of modeling similar processes, simulation etc.

It should be stressed that it is better to perform modeling and forecasting of non-linear and non-stationary processes with specialized decision support system designed on the system analysis principles. Such system provides the possibility for correct application of preliminary data processing methods, structure and parameter estimation as well as correct monitoring of computational procedures with appropriately selected/developed sets of quality criteria for all computational procedures.

References

1. Tsay R. S. (2010) *Analysis of financial time series*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 715 p.
2. Dovgyj S. O., Bidyuk P. I., Trofymchuk O. M., Savenkov O. I. (2011) *Methods of forecasting in DSS*. Kyiv : «Azymut-Ukraine», 608 p.
3. Harvey A. C. (1990) *Econometric analysis of time series*. Cambridge, MA : MIT Press, 402 p.

Підвищення ефективності логістичної діяльності ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП)

Д. Д. Акімов, В. В. Гавриленко

Національний транспортний університет

У поданій роботі висвітлено дослідження, спрямоване на вдосконалення логістичних процесів ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП), одного з найбільших агропромислових підприємств України. Метою є розроблення науково обґрунтованих стратегій відправлення вантажівок для оптимізації управління логістикою, що має сприяти підвищенню операційної ефективності підприємства.

Зі зростанням обсягів виробництва та експорту продукції МХП стикається з труднощами ефективного управління логістичними процесами. Автомобільний транспорт, залишаючись основним засобом доставки, вимагає оптимізації для задоволення зростаючих потреб і зниження витрат.

Дослідження базується на використанні дискретно-подійного моделювання, реалізованого в програмному забезпеченні Witness Horizon v24. Створена модель відображає основні етапи логістичних процесів: підготовку продукції, її завантаження на транспортні засоби та доставку споживачам.

На основі аналізу реальних операційних даних компанії були розроблені дві науково обґрунтовані стратегії.

1. Стратегія адаптивного управління відправленнями (САУВ), що передбачає динамічне коригування часу відправлення залежно від рівня завантаження (мінімум 70%). Це дозволяє консолідувати додаткові вантажі, зменшуючи кількість рейсів із неповним завантаженням і підвищуючи ефективність використання транспортного флоту [1].

2. Стратегія мінімального порогу завантаження (СМПЗ), яка встановлює мінімальний рівень завантаження для відправлення транспортного засобу, що знижує частку рейсів із неповним завантаженням з 82% до 17% [2].

Дослідження передбачало розгляд п'яти сценаріїв розкладу відправлень протягом тижня для оцінки впливу частоти та рівномірності відправлень на операційну ефективність. Симуляційні експерименти показали, що впровадження САУВ дозволяє скоротити час перебування продукції на складах МХП від 5 до 48 годин залежно від сценарію.

Найкращі результати було досягнуто при рівномірному розподілі відправлень протягом тижня.

Література

1. Ковальчук О. М. (2021) Адаптивні методи управління логістикою в агропромисловому секторі, *Журнал логістики та транспорту*, № 3, с. 45–52.

2. Петренко Л. В. (2020) Оптимізація завантаження транспортних засобів у сільськогосподарській логістиці, *Вісник економіки транспорту і промисловості*, № 2, с. 28–34.

Оптимальне керування інтегро-диференціальними гіперболічними моделями

А. В. Анікушин

*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, факультет
комп'ютерних наук та кібернетики*

О. С. Бондар, В. С. Ляшко

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

У дослідженні розглянуті задачі оптимального керування технологічними комплексами, в яких задіяні процеси, що відбуваються у в'язкопружних середовищах. Такі задачі часто вимагають необхідності розв'язання інтегро-диференціальних рівнянь гіперболічного типу. Сила, що виникає всередині тіла, може залежати не лише від поточних значень, але й від всієї часової історії руху (наприклад в полімерах, емульсіях, суспензіях проявляються властивості пам'яті).

Таким чином, виникає необхідність вивчати узагальнену модель керування еволюцією однорідного ізотропного лінійно і в'язкопружного твердого тіла. Крім того, в практично важливих випадках, праві частини рівнянь моделей можуть мати сингулярний характер, тобто включати узагальнені функції деякого скінченного порядку в тому числі і по часовій змінній.

У цьому випадку класичних розв'язків рівнянь може не існувати і виникає необхідність вводити деякі узагальнення і надалі вже вивчати задачі відповідного сингулярного керування.

У циліндричній області $Q = \{[0, T] \times \Omega, \Omega \subset R_n\}$ — обмежена однозв'язна область із регулярною межею $\delta\Omega$, розглянемо початково-крайову задачу

$$Lu = f, \tag{1}$$

для гіперболічного інтегро-диференціального оператора

$$Lu = u_{tt} - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} a_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^n a_i u_{x_i} + au + \int_0^t \sum_{i=1}^n K_i(t, \tau) u_{x_i x_i}(x, \tau) d\tau$$

з однорідними умовами

$$u|_{\delta\Omega} = 0; u|_{t=0} = u_t|_{t=0} = 0. \tag{2}$$

На розв'язках задачі (1), (2) розглядається задача оптимального керування у випадку, коли керування входять у праву частину рівняння (1) [1–2].

Література

1. Анікушин А. (2013) Узагальнена розв'язність гіперболічних інтегро-диференціальних рівнянь, *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Фізико-математичні науки*, № 4, с. 60–65.

2. Anikushyn A., Lyashko V., Samosonok O. (2024) Optimal control of the systems governed by linear hyperbolic integro-differential equations, *Bulletin Taras Shevchenko National University of Kyiv*. DOI: <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2024/1.22>, p. 111–118.

Інформаційно-аналітична система опрацювання даних із експорту та імпорту електроенергії

Д. О. Базенко, М. П. Костіков

Національний університет харчових технологій

Дослідження присвячено розробленню інформаційно-аналітичної системи для опрацювання даних із експорту та імпорту електроенергії у світі. Актуальність роботи зумовлена потребою ефективного керування потоками електроенергії, аналізу динаміки ринків і забезпечення прозорості даних у контексті глобальних енергетичних викликів.

Проведено огляд сучасного стану ринку електроенергії, визначено основні джерела даних, запропоновано методи їх опрацювання та візуалізації. Основну увагу приділено проектуванню і реалізації інформаційно-аналітичної системи, яка дозволяє збирати, зберігати та аналізувати великі обсяги даних.

Що стосується даних про енергетику зокрема в межах Європи, їх можна знайти у відкритому доступі на сторінці Transparency Platform [1] від мережі ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) [2]. У 2022 році до цієї системи приєдналась і Україна, тож завдяки згаданому джерелу можна моніторити ситуацію з електроенергією і в нашій державі.

Зручністю сайту [1] є також те, що після доволі простої процедури реєстрації є змога отримати доступ до RESTful API. Завдяки API процес збору даних стає автоматизованим і простішим [3]. Можна, наприклад, створити власний додаток на Python, який через відповідний токен отримуватиме інформацію про генерацію, імпорт та експорт електрики між країнами тощо.

Що ж до подальшого опрацювання даних, нині є цілий ряд програмних засобів і бібліотек, які дозволяють проводити аналітику в різних сферах [4].

Запропонована система забезпечить ефективний моніторинг експорту та імпорту електроенергії, дозволить виявляти ключові тенденції й ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення. Результати мають практичну цінність для енергокомпаній і аналітиків енергоринків. Розробка сприятиме підвищенню прозорості у сфері міжнародної торгівлі електроенергією.

Література

1. ENTSO-E (2024) *ENTSO-E Transparency Platform* (2024) [online]. URL : <https://transparency.entsoe.eu>.
2. ENTSO-E (2024) [online]. URL : <https://www.entsoe.eu>.
3. Костіков М. П. (2022) Використання Telegram API для збору та опрацювання текстової інформації, *Матер. 88 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ. «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, квіт.-трав. 2022 р., К. : НУХТ, с. 296.
4. Гундар О. А., Костіков М. П. (2024) Використання бібліотек Python для аналітики даних, *Наук. пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології»*, 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна). К. : НУХТ, с. 112–113.

Автоматизація контролю стану ручних механічних вентилів за допомогою Python та бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV

Є. А. Бондаренко

Національний університет харчових технологій

У сучасних умовах автоматизація виробничих процесів є невід'ємною складовою підвищення ефективності та безпеки в промисловості. Однак, значна частина промислового обладнання досі залишається ручною, зокрема механічні вентиля, які керуються вручну. Це створює додаткові виклики для моніторингу їхнього стану та положення, що може призвести до потенційних помилок через людський фактор. У зв'язку з цим, застосування технологій комп'ютерного, дозволяє створити систему автоматизованого контролю положення ручних механічних вентилів, що суттєво підвищує рівень надійності та точності моніторингу обладнання [1]. Для автоматизованого контролю положення штурвалу ручного вентиля (орган керування вентиля), важливо точно визначати позицію на основі його кутового зміщення від початкової точки [3]. З цією метою використовуються полярні координати. Це дозволяє вираховувати положення певної точки на штурвалі відносно певної початкової точки (наприклад, верхньої точки кола) — рис. 1.

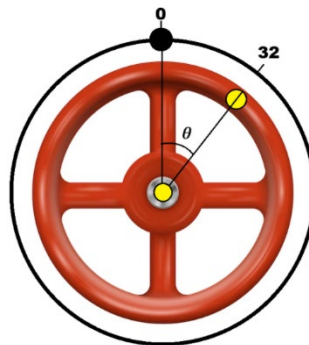


Рис. 1. Приклад визначення положення штурвалу вентиля відносно кутового зміщення

Використовуючи OpenCV (бібліотека комп'ютерного зору) і Python, можна обчислювати кут поточної позиції штурвалу та виражати його у числовому вигляді [2]. Такий підхід надає змогу легко інтегрувати позицію ручного обладнання в різні автоматизовані системи керування та моніторингу. На функціональній діаграмі – Рис. 2, описано алгоритм визначення положення ручних вентилів. Зображення з камери що встановлено біля такого вентиля піддається первинній обробці, на ньому визначається спеціальна мітка та її положення відносно координатної площини. Далі ці дані ми можемо перетворити в інженерне значення та передати в інформаційну мережу підприємства для інтеграції в різні системи керування. З теоретичної точки зору, розрахунок позиції вентиля відбувається наступним чином: позиція будь-якої точки на колі відповідає певному куту (вимірюваному в радіанах або градусах)

відносно нульової точки. Оскільки повний оберт кола дорівнює 2π радіан (або 360 градусів), ми розбиваємо його на 256 рівних частин. Таким чином, кожна кутова позиція на колі може бути представлена числом, що дозволяє легко інтерпретувати положення штурвала. Використовуючи функцію розрахунку арктангенса можна визначити кут зміщення θ для поточної точки на колі. Далі це значення масштабується в діапазон 0..255, використовуючи формулу (1). Це дає можливість отримати числовий індекс, що точно відображає кутову позицію штурвала, роблячи зручним використання цього значення для подальшого аналізу.

$$index = \left(\frac{\theta}{2\pi}\right) \times 255 \quad (1)$$

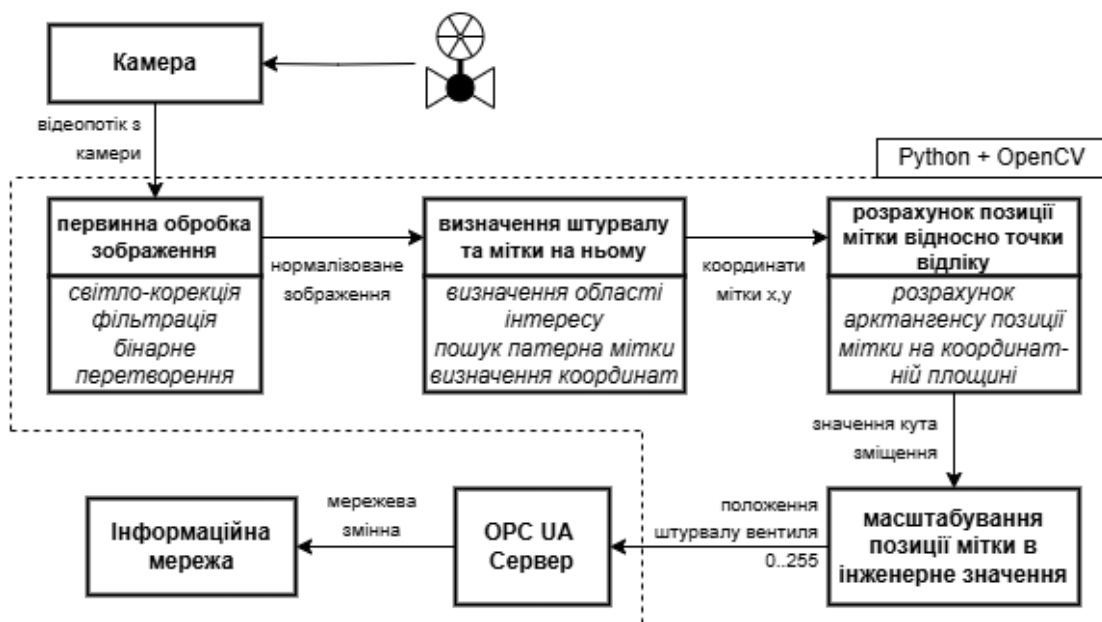


Рис. 2. Функціональна діаграма алгоритму визначення положення ручних вентилів

Література

1. Kochanek, S., Xing, J., Yilmaz, A., Gibson, G., Tang, P. (2022). Using Computer Vision to Reduce Human Errors of Operating on the Wrong Control Valves in Nuclear Power Plants. In: Ron Boring and Robert McDonald (eds) Human Factors in Energy: Oil, Gas, Nuclear and Electric Power. AHFE 2022 International Conference. AHFE Open Access, vol 54. AHFE International, USA. DOI:10.54941/ahfe1002217
2. Zhang, Z., Zhou, Q., Jin, H., Li, Q., Dai, Y. (2024). A Real-Time Intelligent Valve Monitoring Approach through Cameras Based on Computer Vision Methods. Sensors 2024, 24(16), 5337. DOI:10.3390/s24165337
3. Geeks for Geeks (2023) *Circle Detection using OpenCV* URL : <https://www.geeksforgeeks.org/circle-detection-using-opencv-python>.

Штучний інтелект в управлінні в освітніми процесами

М. А. Ващенко

Одеський національний політехнічний університет

Процеси глобалізації, цифрова трансформація економіки та суспільства, бурхливий розвиток технологій ШІ (англ. *artificial intelligence, AI*) вимагає швидкої адаптації багатьох сфер життя та діяльності, та, насамперед, освітньої. Перед освітянами постає необхідність вкотре переглянути та критично оцінити підходи до навчання, зважити усі переваги та недоліки використання ШІ в освітньому процесі [1].

Так, Том Вільямс та Джек Гроува у своїй роботі «П'ять способів, якими штучний інтелект вже змінив вищу освіту» (*Five ways artificial intelligence has already changed higher education*) [2] наголошують, що нові потужні технології вже змінюють роботу університетів.

Однією з найбільш значущих переваг ШІ в освіті є можливість розробки адаптивних навчальних програм. На відміну від традиційного підходу, коли студенти навчаються за стандартною програмою, ШІ-алгоритми дозволяють налаштувати процес навчання під індивідуальні потреби кожного студента. Вони аналізують успіхи, труднощі, стиль навчання й інтереси студента, щоб адаптувати матеріали до рівня його знань та темпу навчання.

За допомогою ШІ підвищується ефективність навчання: Індивідуальний підхід дає змогу студентам краще розуміти складні теми завдяки наданню додаткових пояснень або вправ.

За допомогою ШІ з'являється мотивація до навчання: Адаптивні системи можуть допомогти студентам досягти успіхів, що сприяє підвищенню мотивації та задоволеності навчальним процесом.

Доступен зворотний зв'язок у реальному часі: ШІ може швидко відслідковувати прогрес студента і давати миттєві рекомендації або коментарі, що дозволяє уникати накопичення прогалин у знаннях.

Також Штучний інтелект допомагає адміністрації навчальних закладів.

ШІ та МН вносять значний внесок в автоматизацію адміністративних завдань, таких як управління розкладом, реєстрація на курси та формування звітів. Завдяки цьому зменшується навантаження на адміністративний персонал і забезпечується ефективність управління навчальними процесами.

Багато переваг у адміністративної підтримки на основі ШІ:

Зниження навантаження на адміністрацію: ШІ-системи можуть самостійно формувати розклад, реєструвати студентів на курси й обробляти документи, що дозволяє персоналу зосередитися на стратегічних завданнях.

Завдяки технологіям обробки природної мови та аналізу даних ШІ може швидко оцінювати роботи студентів, даючи об'єктивні та послідовні оцінки.

Системи ШІ аналізують попит на курси і ресурси, допомагаючи оптимізувати навчальне навантаження викладачів і розподіл студентів по групах.

Чат-боти та віртуальні помічники стають незамінними інструментами для підтримки студентів у навчальному процесі. Вони здатні відповідати на запитання про розклад, реєстрацію на курси, терміни здачі завдань і надавати іншу важливу інформацію в реальному часі.

Переваги застосування чат-ботів:

Доступність 24/7: Чат-боти можуть працювати в будь-який час, забезпечуючи безперервний доступ до інформації.

Швидкість обробки запитів: Віртуальні асистенти значно швидше надають відповіді на типові питання, що покращує комунікацію.

Зниження кількості рутинних запитів: Чат-боти обробляють значну кількість типових запитів, звільняючи персонал для вирішення складніших завдань.

Але, незважаючи на значні переваги, інтеграція ШІ в освіті пов'язана з певними викликами. Ось основні проблеми, з якими стикаються освітні заклади при впровадженні ШІ:

Кібербезпека та конфіденційність: Застосування ШІ вимагає обробки великих обсягів персональних даних. Освітнім закладам необхідно забезпечити надійний захист цих даних від зловмисників і гарантувати дотримання конфіденційності.

Високі початкові інвестиції: Впровадження ШІ та МН у навчальні процеси потребує значних фінансових вкладень, що може бути недоступним для багатьох закладів освіти.

Потреба у кваліфікованих спеціалістах: Системи ШІ вимагають постійного обслуговування і налаштування, що потребує залучення кваліфікованих фахівців, а також навчання викладацького складу для роботи з новими інструментами.

Етичні питання: Виникають дискусії про прозорість рішень, прийнятих системами ШІ, та про вплив на права студентів. Потрібно також уникати упередженості в оцінюванні, яку можуть мати алгоритми ШІ.

Метою подальших досліджень є розвиток і вдосконалення існуючих технологій, забезпечення безпечного та етичного впровадження ШІ в освітніх установах. Інтеграція штучного інтелекту в освітні процеси дає можливість покращити якість навчання, автоматизувати рутинні завдання, а також підвищити рівень задоволення студентів та викладачів.

Однак важливо враховувати виклики, які пов'язані з використанням цих технологій, і забезпечувати безпечне, етичне та доступне впровадження ШІ у сферу освіти.

Література

1. Androshchuk A., Maluga O. (2024) Use of artificial intelligence in higher education: state and trends, *International Science Journal of Education & Linguistics*, 3(2), pp. 27–35.

2. Williams T., Grove J. (2023) Five ways AI has already changed higher education, *Times Higher Education*. URL : <https://www.timeshighereducation.com/depth/five-ways-ai-has-already-changed-higher-education>.

Еволюція функціональності операційної системи iOS: ключові інновації та вплив на користувацький досвід

Д. О. Вдовенко, О. Л. Сєдих

Національний університет харчових технологій

Операційна система iOS, створена компанією Apple, стала однією з найбільш інноваційних і популярних мобільних платформ, яка активно розвивається з моменту свого запуску у 2007 році. Кожна нова версія iOS суттєво змінює функціонал мобільних пристроїв, розширюючи їхні можливості, підвищуючи продуктивність та покращуючи користувацький досвід.

Розвиток iOS можна розглядати через кілька ключових аспектів. По-перше, історія її розвитку свідчить про послідовне вдосконалення можливостей платформи. Починаючи з першої версії, кожне оновлення iOS включало нові функції, такі як App Store, Siri, Touch ID, Face ID, а також можливості доповненої реальності, що кардинально змінювали можливості пристроїв та задавали новий стандарт для мобільної індустрії.

Ключовим аспектом розвитку iOS є інновації, які впроваджувались у кожній версії. Вони включають передові функції для інтерактивності, безпеки, зручності використання та естетики. Розробники iOS особливо зосереджені на безпеці та конфіденційності, додаючи інструменти для контролю трекінгу та захисту особистих даних, що стало суттєвою перевагою для користувачів платформи [1].

Еволюція iOS відображає прагнення Apple відповідати новим потребам користувачів та тенденціям мобільних технологій. Кожна версія приносила важливі нововведення — від базових функцій до рішень у сфері безпеки та доповненої реальності, що робить iOS однією з найпрогресивніших платформ. Ключові етапи розвитку iOS та їхній вплив на сучасний мобільний досвід:

iOS 2 — Впровадження App Store (2008). Запуск App Store став переломним моментом, адже він відкрив двері для сторонніх розробників, дозволивши створювати та поширювати додатки для iPhone. Це надало користувачам широкий спектр нових можливостей і розширило функціональність пристроїв.

iOS 4 — Мультитаскінг та організація додатків (2010). У цій версії з'явилися можливості багатозадачності, що дозволяло одночасно працювати з кількома додатками. Крім того, Apple представила папки для додатків, що зробило організацію робочого простору ефективнішою.

iOS 5 — Siri та інтеграція з iCloud (2011). Ця версія відзначилась появою Siri — голосового помічника, який зробив взаємодію з пристроєм ще зручнішою. Також було додано інтеграцію з iCloud, що дозволило користувачам синхронізувати дані між різними пристроями.

iOS 7 — Новий дизайн інтерфейсу (2013). У iOS 7 Apple змінила дизайн інтерфейсу, додавши більш мінімалістичний вигляд з яскравими кольорами та плоскими іконками. Ця версія стала значущим оновленням візуального стилю iOS, яке зробило його сучаснішим та привабливішим.

iOS 10 — Розширені можливості Siri та покращення iMessage (2016). Siri відкрився для розробників, що дозволило додаткам сторонніх розробників використовувати голосового асистента. Оновлення iMessage додало можливості відправки анімацій, наклейок і навіть платежів, що підвищило привабливість платформи для користувачів.

iOS 11 — Підтримка доповненої реальності (AR) (2017). Ця версія представила ARKit — платформу для створення додатків з доповненою реальністю. Це дало розробникам змогу створювати інтерактивні AR-додатки, що вплинули на розвиток ігор, навчальних програм та інструментів для взаємодії з віртуальним світом.

iOS 14 — Віджети та App Library (2020). У iOS 14 з'явилися віджети, які можна розміщувати на головному екрані, та бібліотека додатків (App Library), що автоматично групує додатки для полегшення доступу. Це покращило організацію пристрою.

iOS 16 — Покращення конфіденційності та Live Activities (2022). Оновлення до iOS 16 додало інструменти для покращення конфіденційності, такі як управління трекінгом та інші заходи захисту даних. Крім того, Live Activities дозволяють додаткам відображати інформацію на екрані блокування в реальному часі, що значно покращує зручність використання.

iOS 18 — Інтеграцію зі штучним інтелектом (2024). iOS 18 приніс значні оновлення, зокрема інтеграцію Apple Intelligence з Siri та ChatGPT для створення текстів і зображень. Також були покращення в Центрі керування, головному екрані, а також нові функції в додатках Mail, Карти, Повідомлення і Wallet, підтримка Tap to Cash для переказів [2].

iOS постійно розвивається, додаючи нові функції для підвищення зручності, безпеки та продуктивності. Від запуску App Store до інтеграції штучного інтелекту в iOS 18 Apple вдосконалює свою платформу, зокрема через покращення конфіденційності, інтерактивність та нові технології, такі як доповнена реальність і Live Activities, що забезпечують більш інтуїтивне і безпечне користування [3].

З кожним новим оновленням iOS Apple не лише покращує продуктивність системи, але й активно відповідає на виклики часу, інтегруючи новітні технології, такі як штучний інтелект та доповнену реальність, що відкривають нові можливості для користувачів та розробників додатків.

Література

1. Apple iOS — все, що потрібно знати, *GSMhub.com.ua*. URL : <https://gsmhub.com.ua/glossary/apple-ios>.

2. Costello S. (2024) The History of iOS, from Version 1.0 to 18.0, *Lifewire*. URL : <https://www.lifewire.com/ios-versions-4147730>.

3. Молоткін В. (2024) Еволюція iOS: як Apple змінювала операційну систему з 2007 року, *Groshi Novyny PRO*, URL : <https://groshi.novyny.pro/news/ekonomika/evolyuciya-ios-yak-apple-zminyuvala-operacijnu-sistemu-z-2007-roku-11705.html>.

Використання 3D-моделювання для створення інтерактивної навчальної аудиторії

М. В. Гречка, В. В. Полупан

Національний університет харчових технологій

Сучасні технології 3D-моделювання дозволяють створювати віртуальні навчальні середовища, що можуть використовуватися для демонстрації обладнання та організації навчального процесу. В рамках цієї роботи було створено тривимірну модель навчальної аудиторії з відображенням основних елементів лабораторного простору, таких як робочі столи, комп'ютери, базове лабораторне обладнання та роботизований маніпулятор:



Рис. 1. 3D-модель роботизованого маніпулятора (ракурс А)

Основна мета цієї моделі – створення реалістичного навчального середовища для візуалізації аудиторії, в якій студенти можуть ознайомитися з організацією лабораторного простору та розташуванням обладнання. Хоча безпосередня взаємодія з віртуальним обладнанням у цій моделі обмежена, її можна розширити за допомогою додатку доповненої реальності. Застосунок дозволяє студентам бачити віртуальні інтерфейси та симульовані показники обладнання, що допомагає більш глибоко зрозуміти принципи роботи лабораторних установок.

Використання такої моделі у навчальному процесі є перспективним, оскільки вона надає можливість наочно ознайомлюватися з просторовим розташуванням обладнання та принципами його роботи, навіть без фізичного доступу до лабораторії. Відео, створене для демонстрації цієї віртуальної аудиторії, дозволяє викладачам і студентам ознайомитися з її можливостями та потенційними методами використання у навчанні.



Рис. 2. 3D-модель аудиторії (ракурс Б)

Ця віртуальна модель аудиторії може слугувати основою для розробки більш інтерактивного навчального середовища в майбутньому, де студенти зможуть взаємодіяти з обладнанням через додаток доповненої реальності. Це дозволить краще підготувати студентів до роботи з реальними установками, допоможе засвоювати матеріал та зрозуміти базові принципи автоматизації та керування технологічними процесами.

Окрім освітніх цілей, така модель може бути використана в наукових дослідженнях для аналізу ергономіки лабораторного простору. Наприклад, моделювання дозволяє проводити симуляції взаємодії користувачів з обладнанням для оптимізації його розташування, що сприяє підвищенню ефективності роботи та мінімізації ризиків у реальних умовах. Таким чином, 3D-модель стає не лише навчальним інструментом, але й потужним засобом для інженерного проектування та планування.

Також важливо зазначити потенціал для адаптації цієї моделі у корпоративному середовищі. Віртуальні навчальні аудиторії можуть стати частиною підготовки персоналу на підприємствах, що використовують складне технологічне обладнання.

Замість дорогих тренувальних установок компанії можуть створювати віртуальні симулятори для навчання працівників, скорочуючи витрати та підвищуючи безпеку навчального процесу. У перспективі це може значно розширити сфери застосування технологій 3D-моделювання у промисловості та бізнесі.

Література

1. *Blender 4.4 manual* (2024) [online]. URL : <https://docs.blender.org>.
2. Fisher G. (2014) *Blender 3D Basics Beginner's Guide: A Quick and Easy-to-use Guide to Create 3d Modeling and Animation Using Blender 2.7*.

Обробка SQL-запитів на GPU

А. М. Жебрак

ФОП Жебрак А.М.

Розвиток обчислювальних технологій сприяв необхідності обробляти великі обсяги даних у режимі реального часу, особливо у таких сферах, як бізнес-аналітика, наукові дослідження та машинне навчання. GPU (графічні процесори) надають потужну платформу для роботи з даними завдяки своїй здатності виконувати масивні паралельні обчислення, що забезпечує значне прискорення порівняно з традиційними CPU (центральними процесорами). Запити SQL на GPU стали однією з ключових методик для ефективного та швидкого виконання обчислень із великими обсягами даних. Цей підхід спрямований на оптимізацію роботи з базами даних і досягнення максимальної продуктивності в аналізі даних[1].

Запити SQL є стандартом для роботи з базами даних, однак виконання таких запитів на CPU може займати багато часу, особливо коли йдеться про обробку мільйонів або навіть мільярдів записів. GPU забезпечує величезний приріст швидкості завдяки своїй архітектурі, що дозволяє одночасно обробляти тисячі потоків. Це робить GPU особливо ефективними у виконанні SQL-операцій, таких як агрегації, об'єднання таблиць та фільтрація.

Один із прикладів таких інструментів — RAPIDS, який включає бібліотеку cuDF для обробки даних на GPU та SQL-движок BlazingSQL. Ці інструменти дозволяють користувачам виконувати SQL-запити на GPU без необхідності завантажувати дані на CPU, що значно зменшує затримку та збільшує швидкість обробки. Також важливою особливістю RAPIDS є його інтеграція з іншими популярними бібліотеками Python, що робить роботу з даними на GPU зручною для розробників.

Існує кілька популярних рішень для SQL на GPU, включаючи cuDF/RAPIDS, BlazingSQL, і OmniSci:

- cuDF/RAPIDS — ця бібліотека забезпечує функціональність, аналогічну до Pandas, але з обробкою на GPU, що дозволяє маніпулювати великими наборами даних. RAPIDS створено з метою повністю використовувати потенціал GPU у типових задачах обробки даних.

- BlazingSQL — SQL-движок, оптимізований для GPU, який є частиною екосистеми RAPIDS. Він дозволяє виконувати SQL-запити на GPU, підтримуючи роботу з такими форматами даних, як CSV, Parquet, ORC, і навіть даними з хмарних сховищ, що робить його універсальним інструментом для обробки SQL на GPU[2].

- OmniSci (раніше MapD) — потужна аналітична платформа для виконання SQL-запитів та візуалізації даних у режимі реального часу. Завдяки масивно-паралельній архітектурі GPU OmniSci дозволяє взаємодіяти з великими обсягами даних із мінімальними затримками[3].

Інтеграція GPU для SQL обробки вимагає ефективного налаштування середовища та правильного вибору апаратного забезпечення, оскільки не всі графічні процесори здатні справлятися з інтенсивними обчислювальними навантаженнями. Важливу роль також відіграють оптимізація алгоритмів і коректний розподіл завдань між CPU та GPU, що дозволяє максимізувати продуктивність при мінімальних затратах ресурсів.

Основна перевага виконання SQL-запитів на GPU — це швидкість обробки великих наборів даних. Виконання таких запитів дозволяє бізнесам швидко отримувати важливі інсайти, що сприяє прийняттю рішень у режимі реального часу. Крім того, GPU надають можливості для паралельної обробки запитів, що робить їх ідеальними для аналізу даних, які є незалежними одна від одної.

Однак, існують і певні виклики. Наприклад, архітектура GPU краще підходить для задач типу SIMD (Single Instruction, Multiple Data), тому деякі складні SQL-запити, що вимагають багатоетапної обробки, можуть не повністю використовувати потенціал GPU. Крім того, для ефективної роботи SQL на GPU потрібно правильно організувати дані та уникати частого обміну між CPU та GPU, оскільки це призводить до збільшення затримок.

SQL на GPU може ефективно використовуватися в різних галузях, де потрібна висока продуктивність для обробки великих обсягів даних, таких як геопросторовий аналіз, фінансовий моніторинг транзакцій, електронна комерція та наукові дослідження. Наприклад, SQL на GPU здатний швидко обробляти аналітичні запити, що допомагає бізнесам та організаціям оперативно отримувати інформацію про продажі, поведінкові тренди споживачів або поточні ринкові тенденції.

З розвитком GPU все більше компаній застосовують ці технології для покращення обробки даних у реальному часі, що сприяє швидкому прийняттю рішень та ефективному аналізу великих обсягів інформації.

Виконання SQL-запитів на GPU є перспективним напрямком в обробці даних, який відкриває нові можливості для швидкої та ефективної обробки великих обсягів інформації. Вибір інструментів, таких як cuDF/RAPIDS, BlazingSQL та OmniSci, залежить від конкретних потреб і характеристик даних, але всі вони демонструють значні переваги в аналізі даних у реальному часі.

Література

1. Dojchinovski D., Gusev M., Zdraveski V. (2018) Efficiently Running SQL Queries on GPU [online], *26th Telecommunications Forum (TELFOR)*, URL : https://www.researchgate.net/publication/330585263_Efficiently_Running_SQL_Queries_on_GPU.

2. Drabas T. D., (2021) Beginner's Guide to Querying Data Using SQL on GPUs in Python, *NVIDIA Technical Blog* [online]. URL : <https://developer.nvidia.com/blog/beginners-guide-to-querying-data-using-sql-on-gpus-in-python>.

3. GPU Database – A Complete Introduction (2024) *HEAVY.AI* [online]. URL : <https://www.heavy.ai/learn/gpu-database>.

Ефективність SQL та NoSQL баз даних для інтернету речей**М. І. Карпенко, В. В. Іванишин***Національний університет харчових технологій*

Існує багато баз даних двох типів, SQL і NoSQL. Вони дозволяють зберігати інформацію будь-якого типу даних більш ефективно, ніж таблиці Google Disk, сховище ПК тощо. Однак це стосується підприємств. Що робити, якщо існує необхідність в розгортанні баз даних (БД) на власному обладнанні з обмеженими можливостями, без використання хмарних сервісів? У звіті розглядаються можливості БД у контексті Інтернету речей (IoT).

Системи управління базами даних (СУБД) є ключовим компонентом сучасної архітектури IoT. Вони дозволяють ефективно зберігати, обробляти та отримувати дані пристроїв. SQL та NoSQL бази даних пропонують різні підходи до роботи з даними IoT. IoT має свою структуру з сенсорів, виконавчих механізмів, ретрансляторів та серверів.

Від БД вимагається швидкість операцій запису. Окрім цього, має бути достатньо потужності для операцій аналітики. Аналітику, зазвичай, застосовують в центрі обробки даних ЦОД. Основними вимогами до ЦОД є перетворення зібраних даних для аналізу, зменшення дискретизації, вбудовані команди аналізу та механізми візуалізації.

Системи керування реляційними базами даних (RDBMS) використовують SQL як мову запитів. RDBMS ідеальні для структурованих даних, складних запитів і транзакцій [1]. Вони відповідають вимогам ACID і чудово застосовуються в підприємствах.

Відмова від SQL та перехід до альтернативних технологій СУБД NoSQL зумовлюється кількома причинами: недостатньою продуктивністю традиційних БД або невідповідність даних жорсткій реляційній системі [2]. Нереляційні БД, як-от MongoDB, Cassandra чи Redis, використовують більш гнучкі схеми зберігання даних. Завдяки горизонтальному масштабуванню NoSQL БД краще впораються із збільшенням обсягу даних і навантаженням на систему, особливо в контексті IoT, особливо для напівструктурованих і неструктурованих даних [1].

Залежно від конкретних вимог IoT-систем, кожен тип бази даних може бути більш або менш ефективним. Для IoT-додатків, де потрібна висока продуктивність і швидкість, рекомендується використовувати NoSQL [1]. SQL бази даних підходять для IoT-систем з підвищеними вимогами до транзакційності та узгодженості даних [1].

У той же час, Michael Stonebraker [2] вважає перехід на NoSQL недоцільним, оскільки в більшості випадків високої продуктивності можна досягти, позбувшись overhead (тимчасовий дисковий простір, який база даних використовувала для виконання деяких запитів) OLTP SQL, адже продуктивність не вимагає відмови від транзакцій SQL або ACID.

Численні дослідження, зокрема [3–4], проводились на орендованому обладнанні (напр. Microsoft Azure Cloud). У тексті [3] фігурували наступні

потужності: віртуальна машина Ubuntu Linux з 1 ядром, 2 ГБ оперативної пам'яті, 128 ГБ пам'яті та резервуванням і 100 000 транзакцій зберігання на місяць. Вартість такої послуги сягала 50 доларів на місяць на момент написання роботи Asiminidis С. Проте, навіть у такому випадку, приходили до різних результатів.

Досліди продуктивності показували перевагу MongoDB перед MySQL з позиції операцій запису та читання у дослідженні Gizem Kiraz та Toğay С. [4], а експерименти Christodoulos Asiminidis та ін. [3] з виконанням функцій агрегації показали, що PostgreSQL є найбільш ефективною системою БД для виконання функцій агрегації на невеликій кількості записів даних IoT.

Досліди проводились за критеріями продуктивності:

- 1) час виконання запитів;
- 2) пропускна здатність;
- 3) зміна запитів до БД із часом.

У той же час, дослідники працювали на орендованих SaaS на кшталт хмарного сервера Microsoft Azure P4 [3]. Кожне дослідження стосувалося саме продуктивності, однак мало хто піднімав питання вибору БД в межах дефіциту апаратних ресурсів, наприклад, на одноплатних комп'ютерах. Ця тема підіймалась більше у блогах розробників [5–6]. Саме тому постає необхідність подальшого дослідження ефективності SQL та NoSQL БД в умовах дефіциту апаратних можливостей IoT.

Література:

1. Toiba M. NoSQL vs. relational: Which database should you use for your app? Azure Cosmos DB Blog. *Azure Cosmos DB Blog*. URL: <https://devblogs.microsoft.com/cosmosdb/nosql-vs-relational-which-database-should-you-use-for-your-app/> (date of access: 20.10.2024).
2. Stonebraker M. (2010) SQL databases v. NoSQL databases, *Communications of the ACM Commun. ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 10–11. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1721654.1721659>.
3. Asiminidis С., Kokkonis G., Kontogiannis S. (2018) Database Systems Performance Evaluation for IoT Applications, *International Journal of Database Management Systems*, vol. 10, no. 06, pp. 1–14. URL : <https://doi.org/10.5121/ijdms.2018.10601>.
4. Kiraz G., Toğay С. (2017) IoT data storage: Relational & non-relational database management systems performance comparison, *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 2045, no. 11, pp. 48–52. URL : https://ceur-ws.org/Vol-2045/11_Bilisim_2017_paper_4.pdf
5. Which Database Is Best For Raspberry Pi? (My Top 5). *RaspberryTips*. URL: <https://raspberrypitips.com/best-database-raspberry-pi/> (date of access: 08.11.2024).
6. Chris. 6 Databases For Raspberry Pi (when to use and how to install) (2024) *Chip Wired*. URL : <https://chipwired.com/databases-for-raspberry-pi>.

Розроблення додатку для відеоаналізу футбольних матчів: прототип із основними функціями

О. О. Кіриченко, М. П. Костіков

Національний університет харчових технологій

У сучасному футболі аналітика відіграє ключову роль у підвищенні ефективності гри команд та тренувального процесу. Одним із перспективних напрямів розвитку аналітичних інструментів є аналіз відео футбольних матчів з метою ідентифікації дій гравців, відслідковування їх позицій на полі та виділення ключових моментів гри. В даній роботі представлено прототип додатку для відеоаналізу футбольних матчів, що використовує YOLOv7 та інші сучасні інструменти комп'ютерного зору для автоматичного розпізнавання та класифікації гравців, м'яча та інших об'єктів на футбольному полі.

Прототип додатку створюється з використанням архітектури YOLOv7 для виявлення та розпізнавання гравців на полі.

Основні функції, які реалізовано у прототипі. *Сегментація та обмеження області аналізу.* Додаток дозволяє встановлювати межі поля на першому кадрі, щоб уникнути випадкового розпізнавання об'єктів за межами поля (наприклад, глядачів або сторонніх об'єктів). У разі статичної камери, користувач може вручну позначити межі поля, створюючи полігональну область інтересу (ROI), яка накладається на відео. Це забезпечує точність розпізнавання тільки у межах футбольного поля.

Ідентифікація команд та відслідковування гравців. Прототип використовує колір форми для розпізнавання команди гравця. Динамічна сегментація кольорів дозволяє адаптуватися до змін освітлення. Система застосовує алгоритм SORT для відслідковування гравців між кадрами, що дозволяє визначати їхні переміщення на полі.

Детекція м'яча та воріт. Використовуючи ті ж принципи, що й для розпізнавання гравців, додаток налаштований на виявлення м'яча за допомогою YOLOv7. Для виявлення воріт застосовано фіксовані координати та контрольні точки, що визначають області воріт, забезпечуючи додаткову точність при аналізі ігрових моментів, таких як удари або голи.

Наступним етапом розроблення буде функція для класифікації дій гравців. На основі оброблених кадрів додаток зможе автоматично визначати основні дії гравців, такі як передача, удар, відбір м'яча. Для цього кожен тип дії буде розпізнаватися на основі поведінки гравця, розташування м'яча та орієнтації тіла гравця, що дозволить автоматично логувати певні події гри.

Для реалізації функції класифікації дій гравців буде застосовано наступний підхід.

Збір та попередня обробка даних. Потрібно зібрати великий набір навчальних даних з футбольних матчів, в яких відмічені основні дії, такі як передача, удар, відбір м'яча, з точним позначенням моменту початку та

завершення кожної дії. Дані мають містити позицію гравців, м'яча, а також орієнтацію тіла гравця.

Виділення характеристик. За допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, як-от OpenPose чи інші бібліотеки, виділятимуться положення кінцівок гравців для визначення їхньої орієнтації. Використовуючи YOLOv7, система виявлятиме гравців і м'яч, дозволяючи визначати відстань між ними та обчислювати динаміку руху об'єктів на полі.

Моделювання дій на основі позицій та поведінки. *Передача:* визначатиметься на основі траєкторії м'яча та орієнтації гравців. Якщо м'яч рухається від одного гравця до іншого з команди, це сигналізуватиме про передачу. *Удар:* система відслідковуватиме рухи ніг та позицію м'яча щодо гравця, особливо якщо м'яч відлітає від нього з високою швидкістю. *Відбір м'яча:* визначатиметься на основі близького контакту двох гравців різних команд, коли один з них змінює володіння м'ячем.

Машинне навчання для класифікації дій. Для точнішої класифікації планується використати нейронну мережу, навчання якої базуватиметься на зібраних даних про рухи гравців та м'яча. Це допоможе системі навчитися розрізняти дії залежно від конкретних характеристик поведінки.

Автоматичне логування подій. На завершальному етапі розроблення функція зможе автоматично створювати журнал дій, позначаючи всі моменти передач, ударів та відборів у часових позначках відео, що полегшить подальший аналіз для тренерів та аналітиків.

Розроблений прототип додатку для відеоаналізу футбольних матчів демонструє потенціал для автоматизації процесу аналізу ключових аспектів гри. Запропоновані функції, включаючи обмеження області аналізу, відслідковування гравців, ідентифікацію дій та визначення подій на полі, є основою для створення повноцінного інструменту, здатного спрощувати процес аналізу для тренерів та спортивних аналітиків. Подальший розвиток цього прототипу може включати інтеграцію машинного навчання для більш точної класифікації дій та розширення набору детектованих об'єктів для аналізу.

Література

1. Кіриченко О. О. (2023) Проблеми та обмеження використання комп'ютерного зору для збирання даних 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, с. 93. URL: <https://nuft.edu.ua/naukova-diyalnist/naukovi-konferencii>.*

2. Кіриченко О. (2023) Комп'ютерний зір та машинне навчання у футболі, *Матер. 89 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 3–7 квіт. 2023 р., К.: НУХТ, ч. 2, с. 318.*

3. Кіриченко О. О., Костіков М. П. (2024) Використання системи позиціонування UWB, *Наук. пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології», 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна). К.: НУХТ, 2024, с. 323–324.*

Автоматизована система комунікацій та звітності для ОСББ багатоквартирних будинків

Є. В. Костенко, М. В. Гладка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В умовах швидкого розвитку міст та збільшення кількості багатоквартирних будинків організація їхнього управління стає дедалі складнішою. Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) відіграє ключову роль у підтримці порядку, вирішенні побутових питань та забезпеченні комфорту мешканців.

Щоб зробити цей процес простішим і ефективнішим, потрібні нові підходи. Одним із таких рішень є впровадження автоматизованої системи, яка допомагає мешканцям та адміністрації будинку комунікувати, подавати заявки, відслідковувати їх виконання та отримувати звіти. Це не лише полегшує життя мешканців, а й дає змогу ОСББ краще виконувати свої обов'язки.

Мета впровадження такої системи — спростити комунікацію між мешканцями та адміністрацією ОСББ, забезпечити прозорість усіх процесів і зробити їх максимально зручними. Система дозволить швидко подавати заявки на будь-які послуги: від ремонту під'їзду до генерального прибирання території. Кожен мешканець зможе у зручний час зайти в додаток, описати свою проблему чи потребу й бути впевненим, що про його заявку подбали.

Наступним важливим аспектом є ведення книги обліку нарахувань витрачених енергоресурсів (теплоенергія, електроенергія), водопостачання тощо, та показників сплати платежів за спожиті послуги.

Ключовими елементами системи стануть кілька модулів.

По-перше, модуль для подачі заявок: з його допомогою кожен мешканець може швидко й без зайвих дзвінків або паперів подати заявку на обслуговування. Система автоматично передає її адміністрації, а мешканець отримує підтвердження про реєстрацію.

По-друге, модуль моніторингу: він дозволяє відстежувати, на якому етапі перебуває заявка, хто її виконує, коли планується завершення робіт. Це не лише дає мешканцям впевненість, що їхні звернення враховані, але й сприяє оперативності.

Наступний модуль — модуль обліку витрат та нарахувань, щодо спожитих послуг, з функцією нагадування про своєчасну подачу даних з лічильників та сплату за спожиті послуги. І, нарешті, модуль звітування: він дає змогу переглядати витрати ОСББ, розподіл коштів на вже виконані роботи. Це підвищує довіру до керівництва будинку, адже мешканці завжди знатимуть, на що витрачаються їхні гроші.

Результати впровадження такої системи відчутні одразу. Мешканці зможуть забути про стоси паперів чи довгі очікування відповідей. Замість цього вони отримають простий інструмент, який дозволяє швидко вирішувати побутові питання та стежити за їх виконанням. ОСББ, у свою чергу, отримає

можливість організувати роботу більш злагоджено й ефективно. До того ж прозорість звітів та зручність системи сприятимуть зміцненню довіри між мешканцями та адміністрацією будинку.

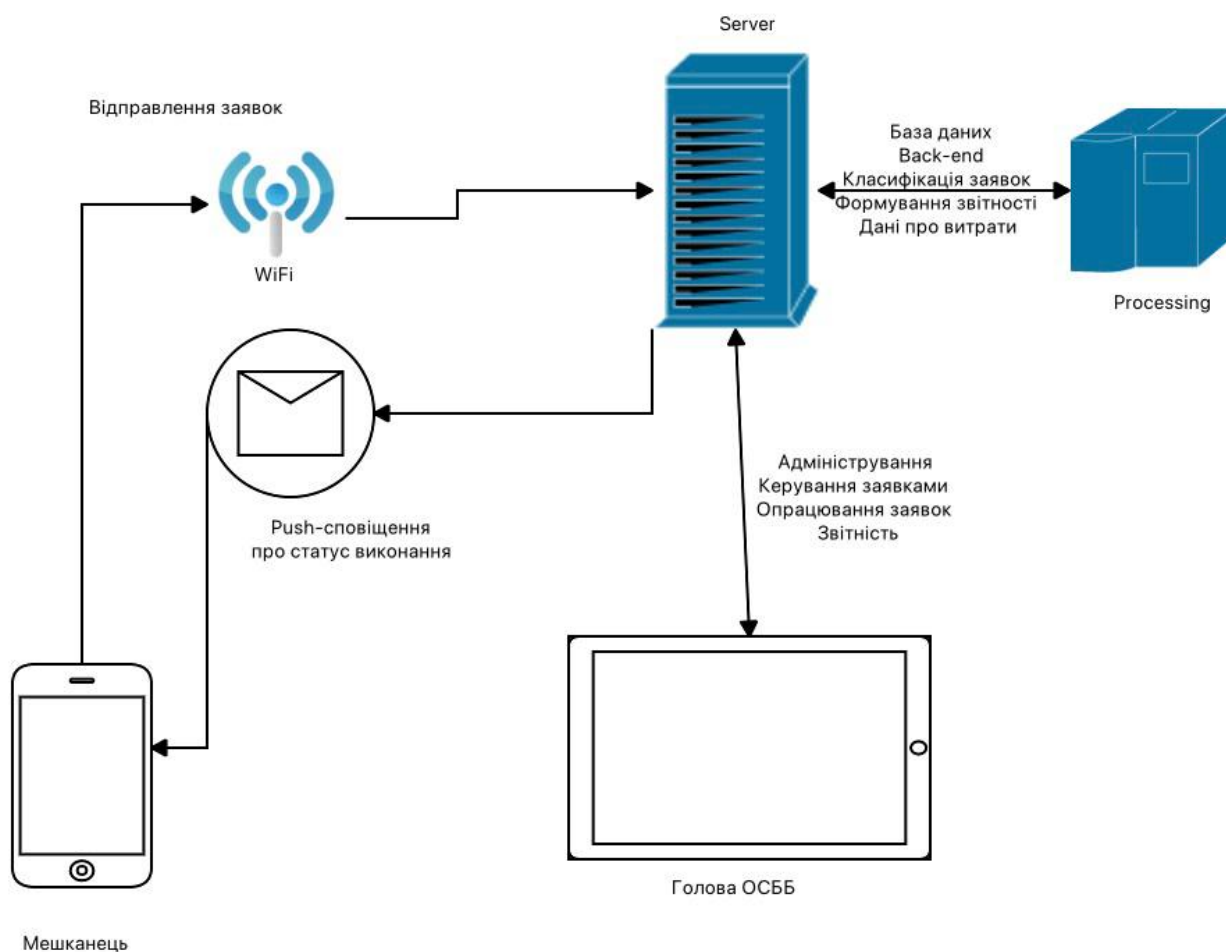


Рис. 1. Схематичне подання компонентів системи

Автоматизована система змінює підхід до управління будинком, роблячи його сучасним, зручним і прозорим. Вона дозволяє мешканцям почуватися впевнено та залучено до процесу управління своїм будинком, а ОСББ — оптимізувати свою роботу та підвищити якість послуг.

У результаті створення та впровадження такої системи всі залишаються задоволеними, а життя в багатоквартирному будинку стає комфортнішим і безпечнішим.

Література

1. Brechko D., Maksyshko N., Ivanov S. (2020) Development of Elements of ERP-system of Association of Co-owners of Multi-apartment, *10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*.
2. Череп А. В., Урусова З. П. (2017) Автоматизація ОСББ як інструмент управління житлово-комунальним господарством в Україні, *Інтелект XXI*, № 5, с. 119–123.

Goose Hub: Система інтерактивного управління кінематографічним контентом

Б. Ю. Куцуліма, У. О. Шкурупій, М. О. Василенко, О. В. Кравченко
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

З розвитком цифрових технологій та зростанням популярності онлайн-стрімінгу потреба в інтерактивних платформах, що забезпечують персоналізований та інтегрований кінематографічний досвід, стрімко зростає. Goose Hub — це платформа нового покоління, що не просто надає доступ до перегляду фільмів та серіалів, але й пропонує користувачам повноцінне середовище для взаємодії з кіно- та телевізійним контентом, персоналізації переглядів та управління рекомендаціями.

Ринок потокового відеоконтенту зростає з високою швидкістю. За прогнозами аналітиків, у 2025 році він досягне значної капіталізації, забезпечуючи користувачів широкими можливостями для доступу до відео в різних жанрах і форматах. Основною перевагою таких платформ, як Goose Hub, є їхня здатність задовольняти потреби користувачів у персоналізованому контенті, пропонуючи різноманітні фільтри пошуку, рекомендації на основі історії переглядів та рейтингову систему для підвищення інтерактивності.

Наразі ми можемо побачити динамічний та доволі швидкий розвиток кіноіндустрії й звичайному користувачеві буває складно слідкувати за всім одночасно. Goose Hub ставить за мету покращити користувацький, саме тому наш сервіс зможе надіслати нагадування користувачу на пристрій про вихід нової серії серіалу з його списку улюблених, або ж про вихід нового фільму його улюбленого жанру.

Такі популярні платформи як Netflix та Megogo, не дають користувачам здавалось би простої, але дуже значущої функції, а саме можливість створювати особистий рейтинг та ділитись ним з друзями, писати коментарі під фільмами, або ж створювати персоналізовані списки. Goose Hub своєю чергою вирішив додати таку можливість, щоб користувач міг вільно ділитися своєю думкою та знаходити друзів по інтересах.

Пропонуємо розглянути схему мікросервісної архітектури платформи Goose Hub [1], що дозволяє забезпечити високу масштабованість і гнучкість архітектури [2], яка наведена на рис. 1. Кожен з сервісів виконує конкретні функції. Authentication API призначений для управління автентифікацією користувачів. Movie API призначений для управління інформацією про контент на сайті, а саме фільми, серіали, мультфільми та аніме. User Profile API призначений для управління профілями користувачів. Comment API призначений для управління коментарями користувачів. Upload API призначений для завантаження контенту на сайт. Цей сервіс доступний тільки для адмінів сайту і дозволяє завантажувати контент на сайт, а саме фільми, серіали, мультфільми та аніме. Video Processing Service призначений для обробки файлів в HLS за допомогою утиліти FFmpeg. Frontend проекту

використовує сучасні технології для створення динамічних та інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Архітектурна технологія Feature-Sliced Design — [3] забезпечує організацію коду та спрощує його підтримку і масштабування.

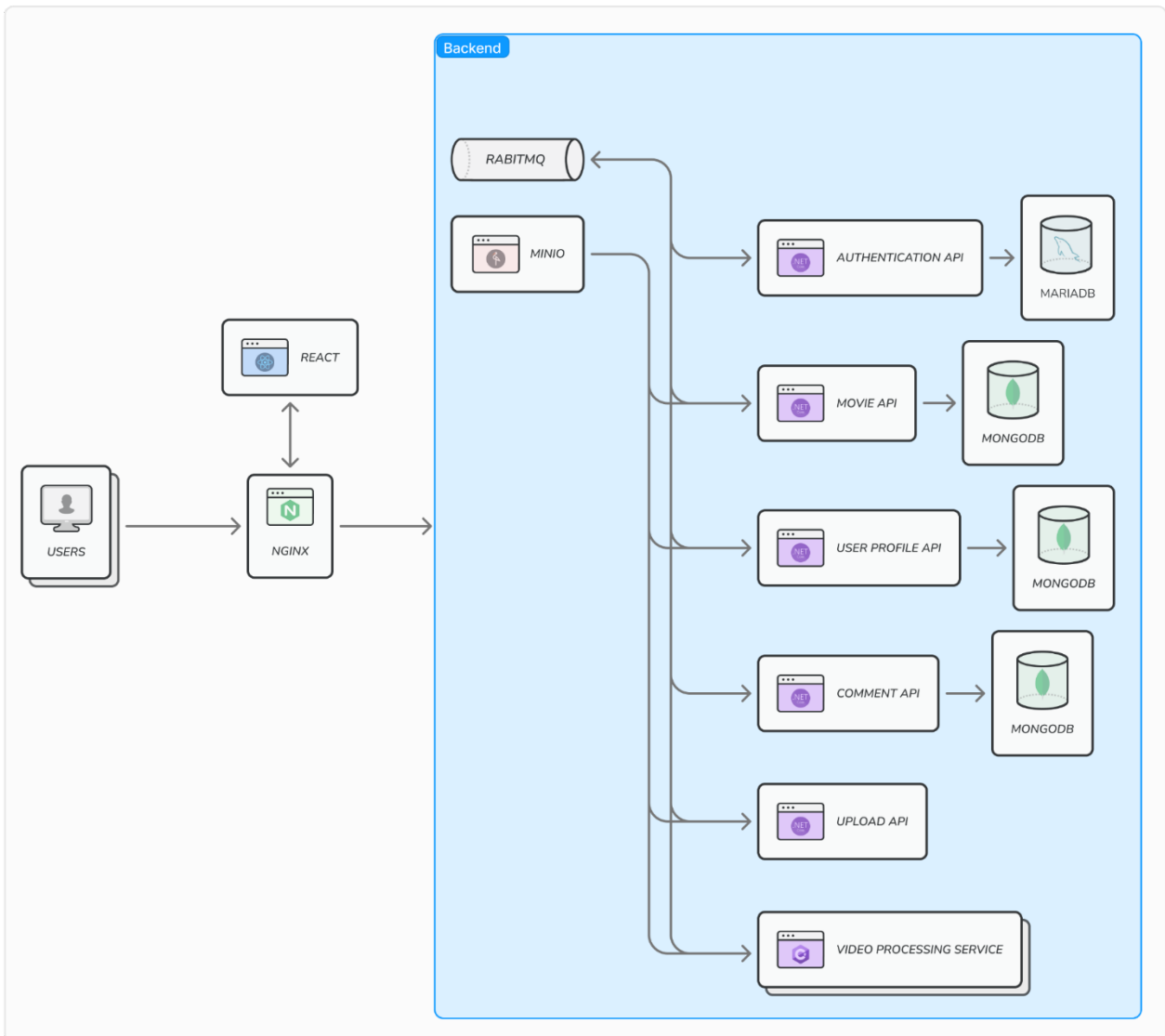


Рис. 1. Схема мікросервісної архітектури.

Платформа Goose Hub пропонує інтерактивне управління кінематографічним контентом із фокусом на персоналізацію та масштабованість завдяки мікросервісній архітектурі. Вона забезпечує можливості створення списків, рейтингів, коментування та інтеграції рекомендацій для покращення користувацького досвіду. Рішення спрямоване на задоволення зростаючих потреб ринку потокового відеоконтенту.

Література

1. Newman S. (2019) *Building microservices: Designing Fine-Grained Systems*. O'Reilly Media.
2. Pidd M. (2004) *Systems Modelling: Theory and Practice*. Wiley.
3. *Feature-Sliced Design: Documentation* (2024) [online]. URL : <https://feature-sliced.design/docs>.

Інформаційна система для підтримки рекрутингу**М. Р. Лихошва, К. Ю. Чернобай, С. В. Грибков***Національний університет харчових технологій*

Рекрутинг завжди вимагає значних ресурсів, адже пошук відповідних кандидатів — процес, що забирає багато часу та зусиль. При цьому найкращі фахівці швидко отримують альтернативні пропозиції, і варто трохи зволікти, як їх залучають конкуренти. Щоденна робота рекрутера часто складається з монотонних завдань: публікації вакансій, спілкування з кандидатами, організації співбесід, створення та оновлення баз даних резюме тощо. Цей набір дій повторюється для більшості позицій, що ресурсовитратним.

Рекрутинг ІТ-спеціалістів є особливо складним процесом. Головна проблема полягає в обмеженій кількості висококваліфікованих фахівців на ринку, тоді як попит на них постійно зростає. Це призводить до гострої конкуренції між компаніями на ринку праці для залучення найкращих талантів). ІТ-спеціалісти мають високі очікування щодо зарплати, умов роботи, можливості працювати дистанційно та інших бонусів, в наслідок чого роботодавцям доводиться ретельно адаптувати свої пропозиції. Швидкість прийняття рішень також відіграє ключову роль, оскільки затримки на етапах інтерв'ю чи узгодження офферу можуть призвести до втрати перспективного кандидата. Окрім того, технічну компетенцію таких фахівців складно оцінити без залучення експертів, що додатково ускладнює процес. Більшість кваліфікованих спеціалістів не перебувають в активній фазі пошуку роботи, тому для залучення необхідне використання індивідуального підходу.

Для кандидата значну роль у виборі компанії відіграють її репутація, корпоративна культура та можливості кар'єрного зростання.

При підборі кандидатів компанії, що відносяться до маловідомих чи є новоутвореними, стикаються із труднощами у боротьбі з великими гравцями ринку, які мають перевагу у вигляді сильного бренду та масштабних проєктів.

Часто спеціалісти прагнуть оптимізувати процеси, особливо якщо пошук затягується, а терміни спливають. Це питання постає і у керівництва компаній, оскільки брак персоналу може спричинити зрив запуску проєктів, затримки в роботі, зниження якості послуг чи продукції, а також репутаційні втрати. Відповідальність за такі проблеми зазвичай перекладають на HR-відділи, які нерідко звинувачують у «недостатньо ефективній роботі».

Додатково ускладнює ситуацію людський фактор: через поспіх чи перенавантаження рекрутер може щось забути, неправильно заповнити дані, пропустити важливий дзвінок чи надіслати листа на неправильну адресу. У результаті навіть перспективні кандидати можуть бути втрачені, що в умовах конкуренції на ринку стає серйозною проблемою.

Додатково ускладнює ситуацію стрімкий розвиток технологій, адже рекрутери повинні постійно оновлювати свої знання про актуальні платформи, інструменти та мови програмування. Також варто враховувати глобальну

конкуренцію: завдяки поширенню віддаленої роботи кандидати можуть обирати роботодавців з різних частин світу, що значно підвищує вимоги до локальних компаній.

Без використання інформаційних технологій неможливо здійснити якісний пошук кандидатів на вакантні місця, адже необхідно поєднати глибокі знання ринку, швидкість прийняття рішень, сильний бренд роботодавця та індивідуальний підхід до кожного кандидата.

Інформаційні системи для рекрутингу стали незамінним інструментом сучасного HR-менеджменту, дозволяючи ефективно оптимізувати процес підбору персоналу. Автоматизація рутинних завдань суттєво зменшує час і витрати на пошук кваліфікованих фахівців, а саме таких як аналіз резюме, комунікація з кандидатами та організація співбесід. До того ж, такі системи забезпечують централізоване зберігання даних, що дозволяє об'єднати всю інформацію про кандидатів у одній базі. Це сприяє легкому доступу до необхідних даних, мінімізує ймовірність помилок і створює більший комфорт у роботі для рекрутерів.

Інформаційні системи дозволяють автоматично надсилати повідомлення, відстежувати статус розгляду резюме, інформувати кандидатів про хід процесу. Це особливо актуально в умовах конкуренції за високоякісні кадри.

Проте, незважаючи на численні переваги, існують і недоліки, які слід враховувати. Висока вартість впровадження інформаційних систем може стати перешкодою для малих компаній. Процес інтеграції таких рішень вимагає часу, ресурсів і відповідного рівня знань HR-менеджерів. Крім того, автоматизація іноді знижує рівень персоналізації, що може негативно позначитися на ставленні кандидатів до компанії.

Серед технічних ризиків доцільно виділити можливі порушення роботи програмно-технічного комплексу, які можуть призвести до втрати важливої інформації або сповільнення процесу найму. Також інформаційні системи часто потребують регулярного оновлення для забезпечення сумісності з іншими платформами та підтримання високого рівня інформаційної безпеки. Це стає особливо важливим через зростаючу кількість кібератак, які можуть загрожувати конфіденційності даних кандидатів.

Створення та використання веб орієнтованої інформаційної системи рекрутинг для IT-компанії дозволить задовільнити потреби усіх учасників процесу рекрутингу. Такі системи є потужним інструментом, здатним значно підвищити ефективність процесу найму. Однак для їх успішного використання необхідно враховувати потреби компанії, доступні ресурси та ризики, пов'язані з їх впровадженням.

Література

1. Wezom QA Department (2022) *CRM для HR: як створити систему, яка зробить ваш рекрутинг ефективнішим* [online]. URL : <https://wezom.com.ua/ua/blog/crm-dlja-hr-kak-sozdat-sistemu-kotoraja-sdelaet-vash-rekruting-effektivnee>.

Формування логістичної стратегії в організації діяльності хлібокомбінату**М. В. Ліманський, С. В. Грибков***Національний університет харчових технологій*

Складання перспективних планів роботи хлібокомбінату, дотримання їх чіткого порядку та контроль за виконанням поставлених задач – це база стратегічного логістичного планування. В основі лежить аналіз формування стратегічних цілей та засобів для їх досягнення через планування перспектив розвитку системи управління хлібокомбінатом при реалістичній оцінці зовнішніх умов.

Донедавна в основу класифікації планів для реальних виробничих процесів був покладений тільки календарний період.

Звісно, на підставі статистичних даних можна зробити оцінку життєвого циклу товару. Адже можна розділити фази на календарні місяці, квартали, роки тощо. Але використання календарного періоду як єдиного параметру класифікації логістичного планування у сучасних умовах розвитку ринкових відносин хлібопекарського підприємства робить неможливим їх практичне використання в управлінні виробництвом.

Стратегічне планування логістики реалізується через: розподіл ресурсів; адаптацію до зовнішнього середовища; внутрішню координацію та організаційне стратегічне передбачення [1].

Розроблена система методичних функцій, що забезпечує ефективність управління підприємством, при нехтуванні одного з функціональних елементів може призвести до підвищення ризику при прийнятті рішень та зниження ефективності таких рішень, шляхом зниження точності планування.

Логістичний відділ хлібокомбінату при вирішенні питань довгострокового планування, має ставити основні питання та знаходити відповіді на них. Чи релевантна виробнича політика підприємства потребам сучасного ринку? Варто враховувати небезпеки і можливості при формуванні цілей і стратегій логістики та комерційних ідей.

Досить суттєвою перешкодою для реалізації потенціалу хлібокомбінату в розрізі ефективного використання його ресурсів може стати недостатня увага до відпрацювання завдань стратегічного логістичного планування, а також недостатня підготовка та рішучість органів управління щодо прийняття виважених, обміркованих, а подекуди й рішучих рішень.

В умовах сьогодення логістичні процеси хлібопекарського підприємства доцільно послідовно оптимізувати. Кожен із етапів оптимізації надведено на рис. 1 [2].

Ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності виробничого підприємства є не уникнення ризиків, а активне управління ними на всіх етапах логістичної стратегії. Адже ведення бізнесу в сучасних умовах неможливо уявити без вміння передбачати події та впевнено управляти їх вирішеннями. А для цього доцільно виокремлювати ризики, пов'язані з руйнуванням попиту,

банкрутством постачальників, нестабільністю валюти, та ризики, пов'язані з виходом з ладу виробничих потужностей, інфраструктури, економічними форс-мажорами тощо [3].

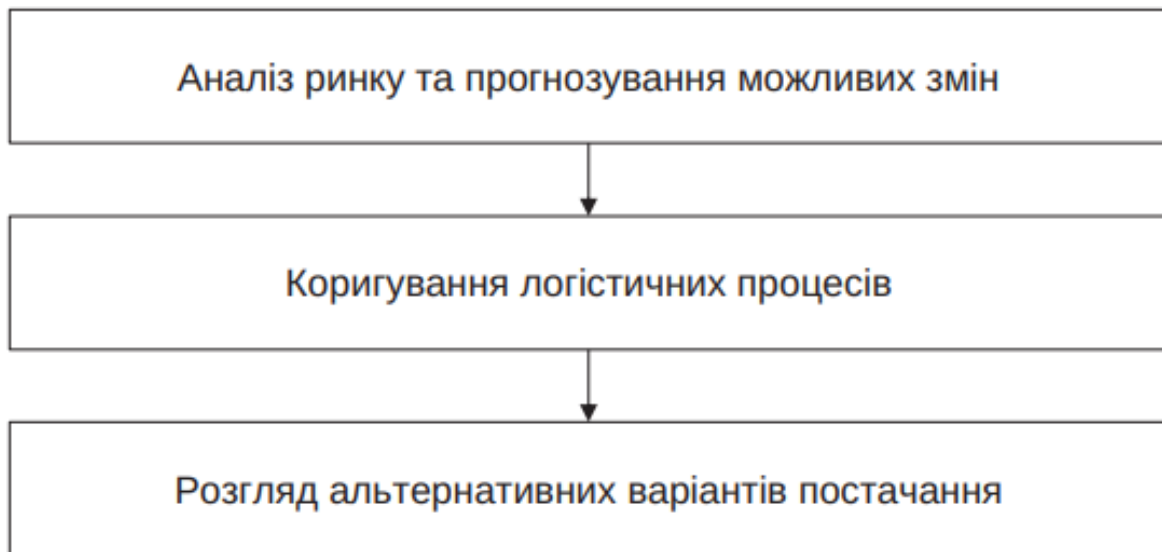


Рис. 1. Етапи оптимізації логістичних процесів підприємства

Логістична стратегія покращує шанси функціонування процесу доставки хлібокомбінату, фокусуючись на основних питаннях і мінімізуючи деталі.

Послідовне виконання спланованих дій для реалізації виконання поставлених функцій не тільки дозволяє забезпечити ефективність управлінських рішень, а й формує стійку основу системи логістичного управління підприємства в цілому.

Отже, при формуванні логістичної стратегії хлібокомбінату необхідно визначити основних конкурентів на ринку збуту продукції, чітко сформулювати стратегічну зорієнтованість підприємства, розробити нові підходи та заохочуючі пропозиції до надання логістичних послуг.

Література

1. Уткіна Ю. М., Беседіна Ю. (2017) Стратегічне планування логістичної діяльності підприємства, *Вісник економіки транспорту і промисловості*, 57, с. 186–194.

2. Кирилюк І. М., Сокур А. В. (2024) Організація логістичних процесів підприємства в умовах війни: проблеми та рішення, *Економіка та суспільство*, 61, с. 62–67.

3. Озарко К. С. (2022) Особливості логістичних процесів у воєнний період: проблеми та перспективи розвитку, *Економічний вісник Донбасу*, 2(68), с. 74–78.

4. Ковалишин С. В. (2023) Стратегії розвитку логістичних компаній в умовах глобалізації, *Наукові записки Львівського університету бізнесу і права*, 37, с. 96–107.

5. Огренич Ю. О., Діброва В. О. (2023) Логістична діяльність підприємств в умовах невизначеності: особливості, проблеми, напрямки вдосконалення, *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*, 55, с. 20–28.

Історія розвитку штучного інтелекту

О. М. Літошко, О. П. Андріюк

Національний університет харчових технологій

Від створення перших цифрових комп'ютерів у 1940-х роках до сьогодення впровадження сучасних технологій машинного навчання, штучний інтелект пройшов значний шлях розвитку за відносно короткий час. Раніше прогрес був повільнішим за сучасні темпи: обчислювальна потужність ШІ зростала вдвічі приблизно кожні 20 місяців. Сьогодні, у 2024 році, це відбувається вже кожні шість місяців.

У 1950 році британський математик Алан Тюрінг опублікував у журналі *Mind* статтю «Обчислювальна техніка та інтелект», де представив інтелектуальний експеримент, нині відомий як тест Тюрінга. Ця концепція стала ключовою в галузі штучного інтелекту, пропонуючи спосіб оцінки інтелекту машин через здатність переконливо імітувати людську розмову та поведінку.

Багато дослідників і розробників прагнули створити машини, здатні пройти цей тест. Водночас сьогодні тривають дискусії щодо його ефективності та відповідності для оцінки інтелекту штучних систем.

Також у 1950 році миша-робот Тесей стала одним із перших прикладів машинного навчання. Цей робот, розроблений американським математиком і дослідником Клодом Шенноном, умів прокладати шлях через лабіринт, «навчаючись» у процесі. Як зазначає *MIT Technology Review*, Шеннон описував машину як здатну «вирішувати завдання методом проб і помилок, запам'ятовувати рішення та забувати його, якщо обставини змінюються й рішення стає недійсним».

Дартмутський літній дослідницький проект зі штучного інтелекту, що відбувся в 1956 році в Дартмутському коледжі (США), вважається точкою народження штучного інтелекту як наукової галузі. Невелика група вчених, серед яких був і Клод Шеннон, вперше використала термін «штучний інтелект» саме для цієї події, заклавши основу для подальших досліджень і розвитку цієї технології.

У 1958 році було зроблено важливий крок у машинному навчанні зі створенням *Perceptron* — першої штучної нейронної мережі, яка імітувала процес прийняття рішень, схожий на роботу людського мозку. Американський психолог Френк Розенблатт розробив цю модель, яка навчилася розрізняти перфокарти, позначені зліва та справа. Розенблатт описував *Perceptron* як «першу машину, здатну мати оригінальну ідею».

Періоди з 1974 по 1980 та з 1987 по 1994 роки стали так званими «зимами» ШІ — часами, коли фінансування, дослідження та розробки у сфері штучного інтелекту значно скоротилися. Незважаючи на це, у ці періоди все ж відбулися важливі досягнення, зокрема створення програми *TD-Gammon* у 1992 році. Ця програма навчилася грати в нарди на рівні, який лише трохи поступався найкращим гравцям того часу.

У 1997 році Deep Blue від IBM перевершив TD-Gammon та всі попередні комп'ютерні системи, ставши першою, яка перемогла чемпіона світу з шахів. Технології, що стояли за Deep Blue, значно покращили можливості суперкомп'ютерів у виконанні складних обчислень, необхідних для завдань, таких як виявлення шаблонів у базах даних.

В 2012 році українець Олексій Кражевський розробив багаторівневої нейронної мережі глибокого навчання AlexNet, яка стала важливим проривом у розпізнаванні зображень. Вона здобула здатність розпізнавати об'єкти, такі як собаки та автомобілі, з точністю, близькою до людської. Нині ведуться розробки, що дозволяють розпізнавати не лише обличчя людей, а й емоції [4].

Хоча більшість великих технологічних компаній сприяють розвитку штучного інтелекту, саме випуск Generative Pre-trained Transformer 2 (GPT-2) від OpenAI у 2019 році, який тоді був маловідомим, продемонстрував потужність обробки природної мови. Завдяки здатності передбачати наступний елемент у послідовності, ця модель може виконувати завдання, такі як узагальнення та переклад тексту. GPT-2 здатна генерувати текст за різними підказками, який наближається до людської якості та зберігає узгодженість навіть на сторінці чи більше.

Випуск GPT-3 від OpenAI у 2020 році привів до створення моделі, здатної генерувати текст, який часто важко відрізнити від людського письма. Чат-бот ChatGPT, запущений наприкінці 2022 року, був побудований на основі цієї потужної мовної моделі і став одним з найбільш помітних прикладів генеративного ШІ, представлених світу.

Випуск ChatGPT започаткував нову еру розвитку і генеративний штучний інтелект почав швидко змінювати всі сфери бізнесу та нашого повсякденного життя. Однак зростає кількість закликів до відповідального управління цією технологією.

Ініціативи, такі як Альянс управління ШІ Всесвітнього економічного форуму, працюють над забезпеченням того, щоби ШІ був інклюзивним, етичним і стійким, сприяючи змінам у різних галузях.

Література

1. Coursera Staff (2024) *The History of AI: A Timeline of Artificial Intelligence* [online]. URL : <https://www.coursera.org/articles/history-of-ai>.

2. Schaetti N. (2018) *A short history of Artificial Intelligence and Neural Network* [online]. URL : <https://www.linkedin.com/pulse/short-history-artificial-intelligence-neural-network-nils>.

3. Mucci T. (2024) *The history of AI* [online]. URL : <https://www.ibm.com/think/topics/history-of-artificial-intelligence>.

4. Слободіна А. А., Костіков М. П. (2022) Створення Telegram-бота із системою розпізнавання емоцій за виразом обличчя, *Матер. ІХ Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, 25 листоп. 2022 р., К. : НУХТ, с. 168–169.

Моделювання тематичного форуму

І. В. Овчарук, Ю. В. Безелюк

Державний університет інфраструктури і технологій

В наш час важко уявити собі життя без онлайн сервісів, і, більше того, без соціальних мереж. Велике значення має можливість обговорення важливих питань у соцмережах та телеконференціях. Це можуть бути як соціальні проблеми так і спеціалізовані, наприклад для обговорення тематик щодо керування організаційно-технічними системами, використання технологій Індустрії 4.0 в системах управління та інше, інформаційні системи керування у виробництві та освіті. У зв'язку з цим набуває розвитку розробка соціальних сайтів, такі як форуми. Тому є актуальним розроблення та подальше вдосконалення таких інтернет-служб, як форуми.

Форум — це довготривалі (постійно діючі) телеконференції, в ході яких співрозмовники спілкуються у зручній для них час. Форумом також називають інтернет-сервіс, призначений для організації довготривалих телеконференцій. Форуми здебільшого мають певну структуру: одна або кілька категорій, які поділяються на розділи, розділи можуть містити підрозділи і т. д. Для зручності надання прав користувачам форуму адміністратори об'єднують учасників у групи. Права, визначені для групи, автоматично розповсюджуються на всіх її членів. Сайт форуму має набір певних функцій. Із розвитком технологій і з метою вдосконалення телеконференцій форум увесь час поповнюється новими можливостями.

Перелічимо декілька основних функцій форуму: зрозуміла ієрархія категорій, гілок обговорення; система сортування за кількістю відповідей, останній репліці, кількості переглядів; налаштування профілів — у користувачів повинна бути змога налаштувати сторінки своїх профілів під себе; можливість переписуватися в особистому форматі для підтримання комунікації між учасниками; підписи — індивідуалізований підпис, який залишається під повідомленнями користувача в загальних обговореннях; підтримка різних рівнів доступу: адміна, модератора, учасника, гостя; панель управління сайтом; завантаження та прикріплення картинок, архівів та інших файлів, реалізація цієї опції вимагає наявності сховища.

Дана робота присвячена моделюванню та розробці тематичного форуму для обговорення різних тематик. Форум передбачає: категорію, де користувачі самі можуть вносити теми для обговорення, наприклад, таких проблем як використання різноманітних технологій в системах управління; розподіл користувачів відбувається відповідно по тематиках обговорення, наявність бази даних а також інші функції.

Література

1. Khan A. I., Al-Badi A., Al-Kindi M. (2019) Progressive web application assessment using AHP, *Procedia Computer Science*, vol. 155, pp. 289–294. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.041.

Використання big data та штучного інтелекту при оцінюванні якості освіти в закладах фахової передвищої освіти

С. В. Півненко

Черкаський державний технологічний університет

Питання оцінювання якості освіти в закладах різних рівнів являється актуальним питанням сьогодення. 14 листопада відбувся Форум якості освіти, на якому перший заступник міністра освіти і науки України Євген Кудрявець зазначив важливість освіти для майбутньої відбудови країни: «Соціальний капітал є одним із найважливіших для повоєнного відновлення України. Від того, як сьогодні ми будемо підтримувати дітей, молодь, чи чітко розумітимемо їхні потреби, зокрема освітні, залежить майбутнє країни. Тому дослідження якості освіти — важливий інструмент, який допомагає виокремити конкретні проблеми у сфері, і найголовніше — визначити, чи ефективно працюють політики та як їх можна поліпшити для пришвидшення розвитку». Окремим питанням Форуму було питання щодо резильєнтності системи фахової передвищої освіти в умовах воєнного стану [2].

Результати моніторингу якості освітніх процесів дають можливість припустити, що традиційні методи оцінювання якості освіти в закладах різного рівня, а окремо в закладах фахової передвищої освіти, не являються однозначними та не дають можливість чітко визначити показники якості та прогностики, способів виправлення ситуації, подолання освітніх втрат.

Метою роботи є обґрунтування використання Big Data, ШІ, нейронних мереж в оцінюванні якості освіти та прогнозуванні результатів освіти, ґрунтуючись на аналізі даних попередніх років.

Використання фактичних даних з метою оцінки якості освіти вимагає опрацювання великої кількості даних, а також необхідність опрацювання неординарних результатів та пов'язаних між собою даних різних напрямків внутрішньої системи забезпечення якості освіти (рис. 1).

Серед компонентів внутрішньої системи забезпечення якості освіти є результати навчання здобувачів (рис. 1). Актуальним питанням зараз є саме динаміка розвитку результатів навчання здобувачів освіти. «Раннім застосуванням мікрорівневих даних потоку кліків є оцінка знань студентів на основі наборів правильних і неправильних відповідей на проблеми, відома як висновок про знання або латентна оцінка знань. Три популярні методи: байєсівське відстеження знань (ВКТ; Corbett & Anderson, 1995), аналіз факторів продуктивності (PFA; Pavlik та ін., 2009) і глибоке відстеження знань (ДКТ; Khajah та ін., 2016)...» [1]

Big Data вже зараз досить широко використовується в освітньому процесі на різних етапах, в тому числі і на етапі аналізу результатів навчання оцінювання якості освіти та прогностики з врахуванням такого аналізу.

Microsoft Azure Machine Learning (в аналітиці великих даних та інших етапах роботи в освітній галузі з великими даними) надає прямий доступ до Big

Data, що дозволяє спрощувати етапи оцінювання якості освіти, досягнення результатів навчання, зазначених в освітніх програмах та їх прогностику [3–4].

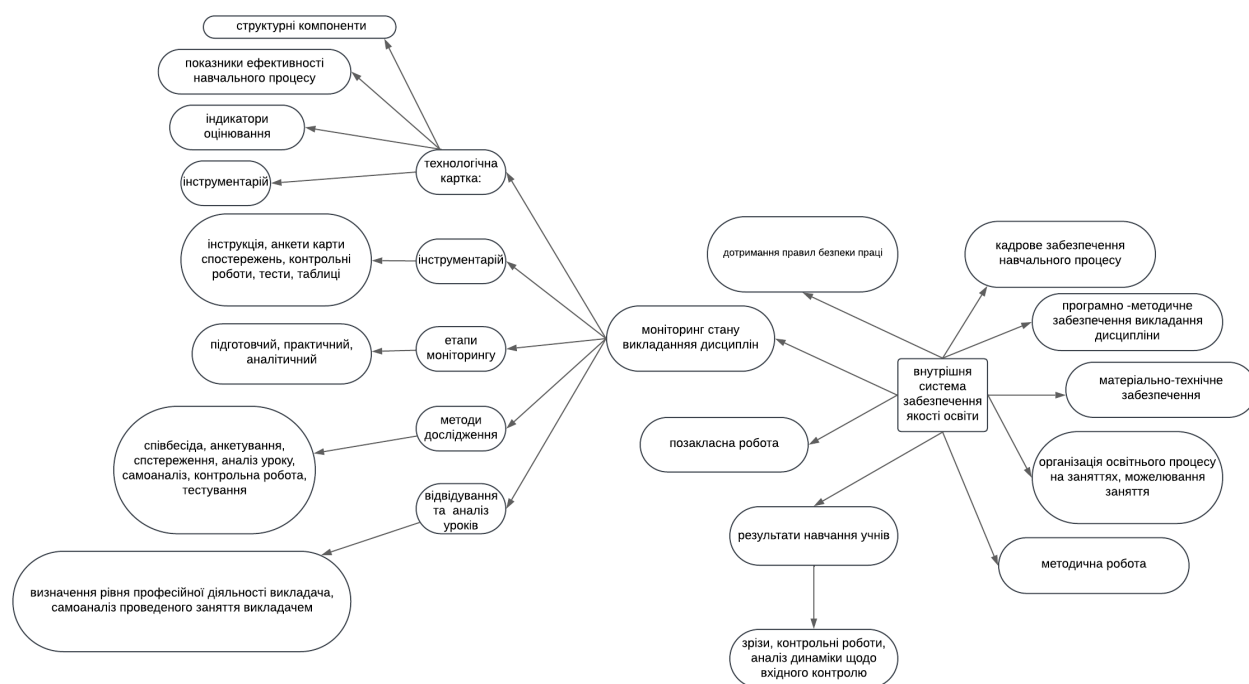


Рис. 1. Схема внутрішньої системи забезпечення якості освіти

Важливою метою є побудова моделі, яка буде точно та коректно оцінювати основну мету освітнього процесу — досягнення результатів навчання ОПП. Доцільно обрати нейронну мережу, яка буде найбільш точно описувати освітній процес, оцінювати його якість, аналізувати та прогнозувати результати якості освіти на певний визначений період найточніше.

Для аналізу даних, необхідних для оцінювання якості освіти в ЗФПО потрібно використати швидку нейронну мережу, призначенням якої є обробка інформації в режимі онлайн- швидкі ймовірнісні нейронні мережі (PNN).

Із задачею швидкодії системи і підвищенням її точності впораються принципи нечіткої логіки.

У подальшому досить цікавим питанням для розгляду в контексті оцінювання якості освіти в фахових закладах є формування індексу оцінки якості освіти (визначення та врахування всіх компонентів та їх ваги) та об'єктивності самооцінювання закладом фахової передвищої освіти.

Література

1. Fischer C. et al. (2020) Mining big data in education: affordances and challenges, *Review of research in education*, vol. 44, no. 1, pp. 130–160.
2. Форум якості освіти 2024. <https://www.youtube.com/live/V3-bi6XYS3o>.
3. Klačnjaja-Milićević A., Ivanović M., Budimac Z. (2017) Data science in education: big data and learning analytics, *Computer applications in engineering education*, vol. 25, no. 6, pp. 1066–1078.
4. Головка Д. Ю. (2024) Можливості використання великих даних для оптимізації освітнього процесу, *VI Intern. Scientific and Theoretical Conf. «Formation of innovative potential of world science»*, Tel Aviv, Israel, pp. 30–32.

Формальний погляд на тестування функцій дійсного аргументу**О. Г. Піскунов, Н. П. Тупко, Н. В. Топіха***Державний університет «Київський авіаційний інститут»*

У доповіді застосовується алгебраїчний підхід до формального розроблення димових тестів для функцій дійсного аргументу. Варто зазначити, що цей підхід використовувався в роботах і методах розроблення ПЗ багатьох авторів. Зокрема, у Б. Мейера в проектуванні за контрактом (див. [1]), у методі формального розроблення RAISE (див. [2]), у статті щодо формалізації принципу підстановки Б. Лісков ([3]), у видатній монографії Коді ([4]) та інших. Загалом, цей підхід, імовірно, бере початок від роботи Грассмана з формалізації арифметики 1861 року (див. [5]). Формалізація вимог до димових тестів записується у вигляді аксіом у схемах мови формальних специфікацій RSL – RAISE Specification Language. Результати, представлені в доповіді, продовжують зусилля, розпочаті в [6,7]. В ній здійснено ще один невеликий крок щодо застосування методів формального розроблення в практиці програмування. Як це запропонував робити Д. Л. Парнас у своєму давньому огляді [8].

Багато звичних функцій дійсного аргументу (наприклад, *sqrt*, *log*) розглядалися в [4]. Тому в якості досліджуваної функції було обрано корисні та досить прості функції для обчислення довжини дуги меридіана. Подана підготовча схема, яка є досить простою, визначає необхідні величини, типи та сигнатуру обох функцій. Перша функція *len* за заданою широтою повертає довжину дуги меридіана в метрах. Друга функція *latitude* за заданою довжиною дуги меридіана від екватора повертає широту:

```

scheme values =
  class
  value
  Pi : Real,
  -- arc from the Equator to the North Pole
  maxLen : Real = len (maxLatitude),
  maxLatitude : Real
  type
  Radian = { | B: Real : - B >= 0.0 ^ B <= 90.0 * (Pi/ 180.0) | }
  Meter = { | X: Real : - X >= 0.0 ^ X <= maxLen | }
  value
  len : Radian -> Meter
  latitude : Meter -> Radian
end

```

Після цього з'являється можливість негайно записати вимоги для димових тестів і на початковому етапі розпочати розроблення наступного драйвера тестів:

```

values
scheme test = extend values with class

```

```

axiom
[smoke_test_1]
all X : Meter : - len( latitude (X)) - X is 0.0,
[smoke_test_2]
all B : Radian : - latitude(len ( B)) - B is 0.0,
end

```

Зрозуміло, що неформальна перевірка коректності обчислень функцій неможлива без спеціального геодезичного обладнання та освіти. Однак з алгебраїчної точки зору очевидно, що попарне застосування функцій повинно давати результат, який точно відповідає початковому значенню. На практиці ж, через похибки округлення дійсних чисел обидві аксіоми виконуватись не будуть, а виникатиме певна похибка. Отже, за допомогою тестового драйвера для цих аксіом потрібно отримати два великі набори пар: (метри, похибка) в одному наборі і (радіани, похибка) в іншому. Числа, для яких були отримані найбільші за модулем похибки, планується розглянути з точки зору зміни порядку обчислень з огляду на технічний стандарт формату представлення дійсних чисел IEEE-754:2019, щоб зменшити загальну суму модулів похибок для обох наборів.

Таким чином, на ранніх етапах V-образного розроблення ПЗ вдалося сформулювати формальні вимоги до ПЗ та драйвера тестів та розділити роботу між розробниками та тестувальниками ПЗ.

Література

1. Meyer B. (2000) *Object-oriented Software Construction*. 2nd ed. Santa Barbara : ISE Inc, USA.
2. Haxthausen A. (1999) Lecture Notes on The RAISE Development Method, *Kongens Lyngby*, DTU, p. 20.
3. Піскунов О. Г. (2015) Про відмінності між поняттями типу та класу, *Вісник Київського університету. Комп'ютерні науки*, № 3, с. 106–114.
4. Cody W., Waite W. (1980) *Manual for the Elementary Functions*. Prentice-Hall, Inc., USA.
5. Арнольд І. В. (1938) *Теоретична арифметика*. УЧПЕДГІЗ.
6. Піскунов О. Г., Тупко Н. П., Петренко І. А. (2024) Алгебраїчне проектування програмного забезпечення, *Інформаційні технології та суспільство*, 5(11), с. 50–59.
7. Піскунов О. Г., Сіренко А. Г. (2024) Мови формальних специфікацій та документування методів класу, *Наук. пр. першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІТ-2024)*, с. 127.
8. Parnas D. L. (2010) Really rethinking 'formal methods', *Computer*, 43(1), pp. 28–34.

Інформаційна технологія управління операційними процесами закладів харчування

В. О. Скригун, С. В. Грибков

Національний університет харчових технологій

Заклади харчування незалежно від їх масштабу функціонують у динамічному середовищі, яке вимагає швидкого реагування на зміни попиту, оптимального використання ресурсів і зниження операційних витрат. Управління такими процесами, як закупівля продуктів, організація роботи персоналу, моніторинг запасів та інтеграція клієнтських замовлень, стає все більш складним і водночас критично важливим для досягнення стабільності та зростання. Використання сучасних інформаційних технологій сприяє вдосконаленню та оптимізації операційних процедур у закладах харчування, значно збільшуючи їхню продуктивність і потенційний дохід. Речення: ??? використання систем для відстеження ресурсів допомагає об'єднати такі важливі завдання, як управління грошима, обробка поставок, стеження за витратами та прогнозування майбутніх потреб у ресурсах. Використання цих структур дозволяє підвищити чіткість процесу, зменшити операційні витрати та запобігти надмірності в міжфункціональних інституційних одиницях. Хмарні технології є життєво важливою складовою сучасних систем управління, оскільки вони дозволяють консолідувати елементи керування, надають миттєвий доступ до даних і значно полегшують міжвідомчу співпрацю в мережі. Важливим у використанні прогнозів є те, що це допомагає вам краще контролювати свою роботу. Застосування методів прогнозування зменшує ймовірність нестачі або надлишку продукції, тим самим знижуючи витрати та підвищуючи задоволеність клієнтів.

Технології великих даних, що супроводжуються алгоритмами машинного навчання, полегшують обробку великих наборів даних із різних джерел, таких як системи фінансового обліку, платформи управління взаємовідносинами з клієнтами або мобільні додатки для користувачів. Використання цих методів дозволяє нам виявляти непомічені тенденції, передбачати зміни у виборі покупців і створювати індивідуальні рекламні акції, що зміцнює прихильність споживачів. Крім того, ці методи дозволяють автоматизувати рекламну діяльність, акцентуючи увагу на цільових групах споживачів, що призводить до підвищення успіху рекламної кампанії.

Поєднання технологічних досягнень для управління операціями в закладах харчування гарантує послідовне функціонування та підвищує конкурентоспроможність на ринку в умовах жорсткого суперництва. Автоматизація, аналітика та розумні стратегії дають змогу забезпечувати найвищу якість послуг, розширювати охоплення клієнтів і підвищувати прибутковість установ. У майбутньому ці технології сприятимуть розвитку новаторських методів ведення бізнесу, гарантуючи міцне процвітання закладів харчування в умовах постійних змін.

Машинне навчання для оцінки якості виробництва молочних продуктів**В. В. Спашиба, О. М. Клименко***Національний університет харчових технологій*

Контроль якості молочних продуктів є важливим аспектом дотримання безпеки та відповідності продукції вимогам стандартів. Традиційні методи контролю якості зазвичай вимагають тривалого часу та людських ресурсів, що може призводити до неточностей.

У зв'язку з цим виникає потреба в автоматизації подібних процесів за допомогою сучасних технологій, зокрема через методи машинного навчання (англ. *machine learning* — *ML*).

Використання *ML* для аналізу фізико-хімічних показників молочних продуктів дозволяє знизити його тривалість та вплив людського фактору, а також підвищити точність класифікації продукції на основі об'єктивних параметрів.

Для аналізу було використано набір даних, що містить такі характеристики молочних продуктів:

- рН;
- температура;
- жирність;
- каламутність;
- колір.

Ці показники визначають якість продукції і можуть слугувати надійними ознаками для класифікації. Основна задача дослідження полягала в створенні моделі, здатної автоматично оцінювати якість продукції на основі вказаних параметрів.

Попереднє опрацювання даних включало в себе декілька важливих етапів.

1. Видалення аномальних значень — для виключення помилкових вимірювань, що могли б негативно вплинути на навчання моделі.

2. Нормалізація даних — для приведення показників у єдину шкалу, що дозволяє забезпечити коректну роботу алгоритмів машинного навчання.

3. Кодування категоріальних ознак — перетворення якісних характеристик у числові дані для подальшої роботи з ними в моделях.

Для розв'язання задачі класифікації якості було вибрано дві моделі:

- метод опорних векторів (*SVM*) — ефективний для задач класифікації завдяки здатності будувати оптимальні гіперплощини для поділу класів;
- штучні нейронні мережі (*ANN*) — здатні моделювати складні нелінійні залежності між ознаками, що робить їх універсальними для роботи з різними типами даних.

Навчання моделей проводилося на розділених наборах даних: 80% даних були використані для тренування, а 20% — для тестування.

Оцінювання ефективності моделей здійснювалося за допомогою таких метрик, як точність (accuracy) та F1-score, що дозволило враховувати баланс між точністю і повнотою класифікації.

Модель SVM продемонструвала високу точність на тестових даних — 100%, що вказує на її здатність чітко розрізняти класи якості продукції. Штучні нейронні мережі також показали аналогічні результати, забезпечуючи високу точність і F1-score.

Отримані результати підтвердили, що обидві моделі здатні забезпечити стабільну класифікацію молочних виробів за фізико-хімічними показниками, що свідчить про їхню високу ефективність для реального застосування в умовах виробництва.

Дослідження показало, що машинне навчання має великий потенціал для автоматизації процесів контролю якості молочних виробів. Моделі SVM та ANN здатні забезпечити високу точність класифікації на основі аналізу фізико-хімічних характеристик продукції.

Це дозволяє підвищити ефективність виробництва, знизити ризик людських помилок і забезпечити стабільність якості продукції. Використання таких методів може стати важливим етапом на шляху до оптимізації виробничих процесів у харчовій промисловості, що, своєю чергою, в подальшому дозволить значно підвищити конкурентоспроможність підприємств.

Література

1. Dutta P. K., Rani A. (2022) *Machine Learning in Food Quality and Safety: A Practical Guide for Industry Practitioners*. New York : Springer, 398 p.

2. Коваленко А. О., Скрипник О. М. (2018) *Методи та засоби автоматизованого контролю якості продукції харчової промисловості*. К. : НУХТ, 345 с.

3. Іващенко В. М., Стратійчук І. М. (2017) *Методи обробки даних для контролю якості молочних продуктів*, К. : НУХТ, 267 с.

4. Гуляницький Л. І., П'ятницький В. Л., Василенко М. О. (2018) *Математичні методи та моделі для керування в економіці та техніці*. К. : КНЕУ, 412 с.

5. Тимченко Л. І., Гончаренко Л. В. (2020) *Системи керування якістю у харчовій промисловості*. К. : НУХТ, 312 с.

6. Дзюбан І. І., Харкянен О. В. (2024) Розроблення систем прогнозування на основі машинного навчання, *Наук. пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології», 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна)*. К. : НУХТ, с. 40–41.

7. Вовченко О. О., Харкянен О. В. (2024) Машинне навчання в задачах прогнозування у фінансовому секторі, *Наук. пр. Першої міжнар. наук.-практ. конф. «Штучний інтелект та інформаційні технології», 3–4 червня 2024 р. (Київ, Україна)*. К. : НУХТ, с. 36–37.

Розроблення візуальної новели з використанням сучасних інформаційних систем

І. О. Терещенко, О. Л. Сєдих, М. П. Грама

Національний університет харчових технологій

Об'єктно-орієнтоване програмування — це метод розроблення, який розглядає програму як множину взаємодіючих «об'єктів», кожен з яких містить дані та методи для їх обробки. ООП широко використовується для створення комп'ютерних ігор, бо серед багатьох мов програмування виділяються C#, Python та Java. Вибір мови залежить від потреб проекту та вмінь самого розробника. Зокрема, одним з найвідоміших рушіїв для романів є Ren'Py, що надає інструменти для розроблення історій з фокусом на інтерактивні елементи, маючи велику кількість готових бібліотек і фреймворків, спрямованих на роботу з текстом, графікою та анімацією.

Візуальна новела — жанр відеоігор, особливість якої є розповідь історії за допомогою зображень, текстових блоків, музики та можливість гравця впливати на її фінал. Розглянемо основні засоби ООП для створення візуальної новели.

1. Моделювання персонажів і сценаріїв через класи та об'єкти: забезпечує структурований код, який легко розширювати та модифікувати, а також дозволяє повторно використовувати компоненти в інших проектах.

2. 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`: використовується для кастомізації інтерфейсу, встановлення кольорів, розташування та інших параметрів для елементів [1];
- `options.rpy`: для зберігання налаштувань гри, який включає зміни рівню гучності, розміру вікна гри, мовні налаштування [1];
- `screens.rpy`: знаходяться налаштування всередині гри для екранів: головне меню, екран налаштувань та інші, вигляд та функціональність яких ми можемо визначити [1];

3. Інтерактивність: кнопки з графічними елементами використовуються для моделювання виборів гравця та їх впливу на подальший сюжет. Вони можуть приймати команди і викликати певний блок коду при натисканні;

4. Поліморфізм: вибір гравця впливає на сюжет та фінал візуальної новели. Програма дозволяє створювати розгалужені історії, використовуючи умовні конструкції, перемінні та функції, які відслідковують дії гравця.

Ren'Py зручніший за інші рушії своєю простотою використання та великою кількістю безкоштовних навчальних матеріалів. Він дозволяє легко створювати інтерактивні історії з використанням Python, що робить його гнучким і допомагає вам одночасно розробляти ігри та вивчати цю мову програмування. Безкоштовна ліцензія рушія дозволяє вам не хвилюватися за додаткові витрати. Недоліками Ren'Py є обмежені можливості для створення складних анімацій та 3D-графіки, що може бути проблемою для більш технічно складних проєктів.

Ren'Py має стандартні функції запам'ятовування прогресу гравця, для швидкого повернення читача на останню збережену подію. Також надає так звану «оболочку» зі всіма початковими дизайнами кнопок та функціоналу, що дуже зручно для початківців. [2]

На рис. 1 можна побачити, як читачам надається можливість обирати свій шлях історії, бачити різні реакції персонажів на дії та фінали. Це і є основою для поліморфізму в візуальних новел — один і той самий сюжет змінюється, адаптуючись під вибір гравця.



Рис. 1. Складний вибір для гравця

Створення візуальної новели на Ren'Py відкриває широкі можливості для створення захопливих віртуальних книг. Рушій дозволяє зберігати та управляти складними сценаріями, персонажами та їх діалогами, що є необхідним для створення захоплюючої оригінальної історії. Візуальні новели можуть включати в себе велику кількість інтерактивних виборів та рішень, які впливають на розвиток сюжету. Цей жанр називається нелінійна візуальна новела, якою і є «А чайки літають?». Ця гра є компактною, бо важить 140 мб та доступна з будь-якого місця, вам лише потрібно завантажити архів на свій пристрій.

Отже, створення візуальної новели за допомогою Ren'Py може стати чудовим інструментом для втілення ваших ідей, надаючи гравцям захопливий та унікальний досвід, де їхні рішення безпосередньо впливають на розвиток сюжету.

Література

1. Ren'Py (2024) Official Ren'Py's documentation [online] URL : <https://www.renpy.org/doc/html/gui.html>.
2. Zeil Learnings (2021) Renpy GUI Customization. Main Menu in Ren'Py. [online]. URL: https://youtu.be/_zq3V28qp2w?si=zHiPla9HxJtfqgHP.

Використання принципів SOLID у сучасному програмуванні

Д. Є. Харченко, Н. В. Ліманська

Національний університет харчових технологій

Завдячуючи популярності гнучкого підходу до управління проектами на основі методології Agile, стрімко займають позиції в сучасному програмуванні принципи SOLID, що розшифровуються як:

- **S:** Single Responsibility Principle;
- **O:** Open-Closed Principle;
- **L:** Liskov Substitution Principle;
- **I:** Interface Segregation Principle;
- **D:** Dependency Inversion Principle.

Підходи до розроблення SOLID (Рис. 1) — це абстрактні сутності, які не прив'язані до конкретної мови програмування [1].

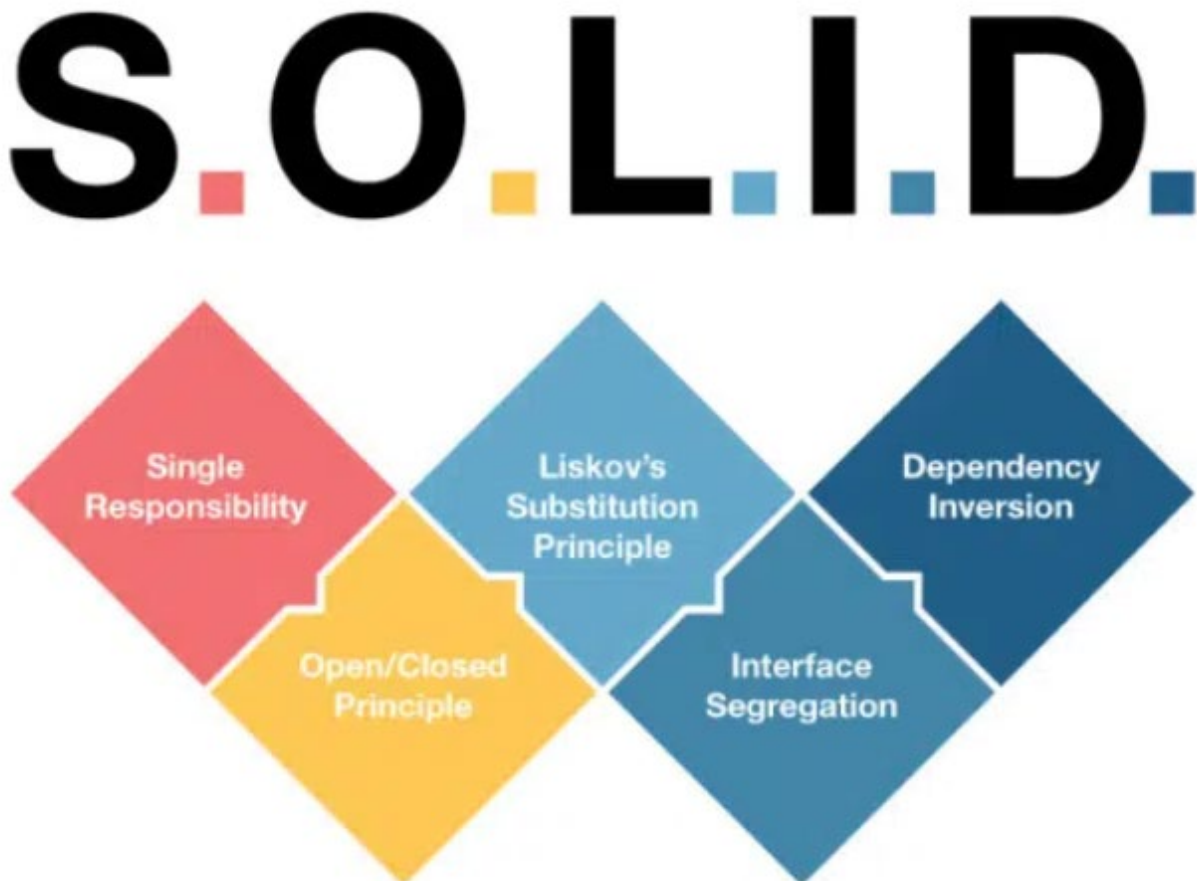


Рис. 1. Набір із п'яти принципів SOLID

Принцип єдиної відповідальності (Single Responsibility Principle), в основі якого закладено створення модулів, класів, з чітко визначеною метою, що в разі полегшує підтримку та модифікацію. Кожен клас відповідає лише за одну функціональність, зменшується ризик появи помилок при внесенні змін.

Принцип відкритості/закритості (Open-Closed Principle) забезпечує

можливість розширення функціональності без модифікації існуючого коду. Це особливо важливо для великих проєктів, де внесення змін в існуючий код може призвести до абсолютно катастрофічних наслідків.

Принцип підстановки Лісков (Liskov Substitution Principle) дотримання цього принципу гарантує, що класи нащадки можуть в разі потреби замінити батьківські класи без катастрофічних наслідків та порушення логіки програми.

Принцип розділення інтерфейсу (Interface Segregation Principle) допомагає уникнути створення громіздких інтерфейсів, які важко підтримувати, натомість пропонуючи розділяти їх на більш специфічні, щоб кожен клас працював лише з тими методами, які йому дійсно потрібні.

Принцип інверсії залежностей (Dependency Inversion Principle). Зазначає що залежність має бути абстракцією, а не чимось конкретним, що полегшує тестування, повторне використання та, в разі сильної потреби, змінення коду.

Зростання популярності SOLID є декілька пояснень:

- принципи допомагають розробникам справлятися зі зростаючою складністю проєктів, забезпечуючи розв'язання реальних проблем;
- забезпечується підтримка спільнотою, адже ідеї активно просуваються лідерами індустрії та стали основою для багатьох популярних книг і курсів;
- зі зростанням вимог до якості, масштабованості та підтримуваності програм, принципи SOLID виявилися актуальними та незамінними для побудови сучасних архітектур.

Однак важливо також зазначити, що сліпе слідування цим принципам без врахування контексту проєкту може призвести до надмірного ускладнення архітектури.

Тому ці принципи треба розглядати в контексті створення великих проєктів, над якими працює команда розробників, яка працює над різними частинами проєктів. Дотримання цих принципів спрощує сумісну працю над проєктом та підвищує прозорість коду, зменшуючи витрати на підтримку продукту.

Підсумовуючи, можна сказати, що для великих проєктів це не просто набір правил, а ціла філософія написання якісного, підтримуваного коду, який відповідає реаліям сучасного ринку.

Література

1. Бондаренко С. (2023) Принципи SOLID в об'єктно-орієнтованому програмуванні, *Highload* [online]. URL : <http://highload.today/uk/solid>.

2. Martin R. C. (2017) *Series Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*, 1st ed.

3. Шевченко К. (2023) Принципи SOLID — що це? Кейси та поради, як їх застосовувати, *High bar journal* [online]. URL : <https://journal.gen.tech/post/principi-solid-sho-ce-ta-yak-yih-zastosovuvati-kejsi-ta-porady>.

Комп'ютерний зір для визначення руху об'єктів

В. Ю. Цимбал, І. П. Дробязко

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

Комп'ютерний зір став ключовою технологією для вирішення завдань виявлення та відстеження руху об'єктів у різних галузях. Завдяки інтенсивному розвитку глибинного навчання, сучасні алгоритми здатні ефективно обробляти складні сцени, прогнозувати траєкторії руху та забезпечувати реальну точність і швидкість обробки.

В основі систем комп'ютерного зору є глибокі нейронні мережі, які виконують первинну обробку даних із відеокамер, виділяючи просторові та часові особливості. Завдяки цьому можна працювати з даними різних типів: RGB-зображеннями, тепловими картами або даними глибини. У поєднанні з трансформерними архітектурами такі системи дозволяють аналізувати рухливі об'єкти в складних умовах, включаючи сцени із перекриттям або низьким освітленням.

Наприклад, алгоритм TrackFormer застосовує механізм самоуваги для визначення залежностей між об'єктами на часовій шкалі, що значно підвищує точність відстеження та ідентифікації [1]. Системи також використовують додаткові модулі для 3D-моніторингу, які перетворюють двовимірні зображення в тривимірні сітки, дозволяючи враховувати просторові розміри та орієнтацію об'єктів.

Між технічною базою та конкретними алгоритмами обробки існує тісний зв'язок. Удосконалення однієї складової може суттєво вплинути на продуктивність усієї системи. Для ефективного аналізу руху об'єктів використовуються методи, що забезпечують одночасне визначення положення, розміру та траєкторії.

Одним із основних підходів є Kalman-фільтр, який оптимізує прогнозування шляхом обчислення можливих позицій із урахуванням попередніх даних [2]. Модифіковані версії Kalman-фільтра можуть також працювати навіть за наявності шуму або втрати інформації через перекриття об'єктів.

Сучасні методи інтегрують дані з кількох джерел, таких як глибокі карти або RGB-відео, що дозволяє враховувати додаткові параметри, включаючи орієнтацію у просторі та швидкість руху [3]. Ці алгоритми є основою для створення систем, здатних працювати в реальному часі.

Окрім технічних деталей, варто звернути увагу на галузі застосування. Кожен сектор має унікальні вимоги до роботи систем комп'ютерного зору. У транспортній сфері комп'ютерний зір використовується для моніторингу руху пішоходів і транспортних засобів, що сприяє зниженню аварійності. У промисловості ця технологія забезпечує автоматизацію виробничих процесів, де роботи здатні розпізнавати рухливі об'єкти та взаємодіяти з ними. У сфері

безпеки вона дозволяє відстежувати потенційно небезпечні дії на об'єктах критичної інфраструктури.

Після аналізу практичних можливостей корисно оцінити, які переваги та труднощі супроводжують впровадження таких систем.

Методи комп'ютерного зору демонструють значний потенціал у системах автоматизації, зокрема у промисловості та транспорті. Завдяки здатності працювати з даними у реальному часі, вони підвищують ефективність виробничих процесів, дозволяючи автоматизованим системам управління реагувати на рухливі об'єкти без затримок.

Наприклад, роботизовані лінії можуть використовувати комп'ютерний зір для оптимізації сортування продукції або відстеження дефектів. У транспортній сфері це забезпечує більш точне відстеження пішоходів і транспортних засобів для покращення безпеки.

Для максимальної ефективності рекомендується інтегрувати такі системи з іншими сенсорами (наприклад, LIDAR або тепловізори), що дозволяє зменшити залежність від одного джерела даних і підвищити надійність. Однак впровадження технологій пов'язане з кількома викликами.

Основна проблема — це потреба в значних обчислювальних ресурсах. Для подолання цього бар'єру необхідно використовувати оптимізовані алгоритми, наприклад, моделі зниженої складності або системи, що працюють на периферійних пристроях.

Ще одним важливим аспектом є забезпечення якості навчальних наборів даних. Для адаптації системи до конкретного середовища доцільно проводити локальне навчання або доопрацювання вже наявних моделей.

Також важливо враховувати правові та етичні аспекти. Зокрема, у проектах, де використовується аналіз відеопотоку, необхідно дотримуватись вимог конфіденційності, що регулюються відповідним законодавством України про захист персональних даних.

Таким чином, основні рекомендації для впровадження таких систем комп'ютерного зору включають підбір обладнання, що відповідає конкретним вирішуваним задачам, оптимізацію обчислювальних витрат та постійне оновлення моделей відповідно до змін у середовищі. Завдяки цим заходам комп'ютерний зір може стати ефективним інструментом для автоматизації процесів у різних галузях.

Література

1. Xiao C., Cao Q., Zhong Y., Lan L., Zhang X., Cai H., Luo Z., Tao D. (2024) *MotionTrack: Learning Motion Predictor for Multiple Object Tracking*. [online]. URL : <https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2306.02585>.

2. Roy S. D. (2020) A Comprehensive Survey on Computer Vision Based Approaches for Moving Object Detection, *2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSymp)*, 5–7 June 2020 [online]. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9230869>.

3. OpenAccess CVF (2023) *A Fast Unified System for 3D Object Detection and Tracking* [online]. URL : <https://openaccess.thecvf.com>.

Розробка програмного забезпечення для взаємодії з мікропроцесорною технікою за допомогою Modbus TCP

В. О. Цуркан, Л. Д. Ярощук

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Програмне забезпечення для моніторингу технологічних процесів дозволяє підвищити точність, продуктивність і надійність контролю над різними елементами автоматизованих систем, що важливо для ефективного управління виробничими процесами в реальному часі.

Розробка програмного забезпечення для взаємодії з мікропроцесорною технікою за допомогою *Modbus TCP* забезпечить обмін даними між пристроями, можливість масштабування, централізований збір даних, а також віддалений контроль процесів.

Метою дослідження є створення інтегрованої системи контролю за станом окремих елементів автоматизованих систем при змінних вимогах виробничих процесів на основі протоколу *Modbus TCP* [1]. Для створення такої системи було використано програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом.

Серверна частина додатку побудована на *FastAPI* для швидкої обробки запитів, *SQLAlchemy* для *ORM*, *pymodbus* для роботи з протоколом *Modbus TCP*, *PostgreSQL* [2] як надійна база даних, а *Alembic* – для управління міграціями.

Архітектура бази даних є критично важливою для забезпечення ефективності, цілісності та швидкості обробки даних у проєкті, оскільки вона визначає, як дані зберігаються, взаємодіють та доступні для аналізу. Схему бази даних наведено на рис. 1:

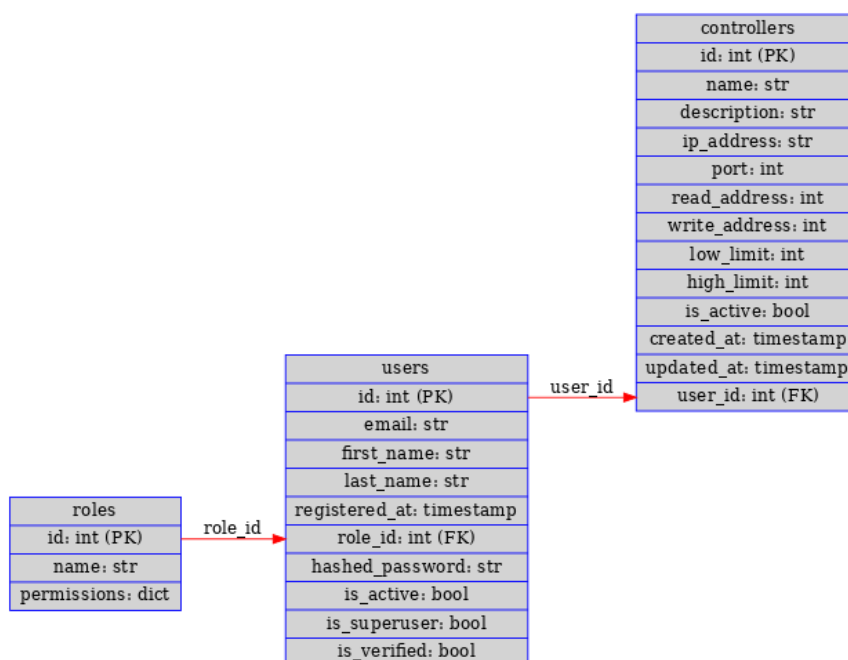


Рис. 1. Схема бази даних

Таблиця "roles" містить інформацію про ролі користувачів, зокрема їх ідентифікатори, назви та права доступу. В результаті було розроблено архітектуру, яка складається з трьох таблиць. Таблиця "users" зберігає дані про користувачів, такі як електронна пошта, ім'я, прізвище, час реєстрації, роль, хешований пароль, та статуси (активний, суперкористувач, верифікований). Таблиця "controllers" містить інформацію про контролери, включаючи ідентифікатор, назву, опис, IP-адресу, порт, адреси читання і запису, граничні значення, статус активності, час створення і оновлення та ідентифікатор користувача, який володіє контролером.

На рис. 2 зображено кінцевий результат клієнтської частини програмного забезпечення:

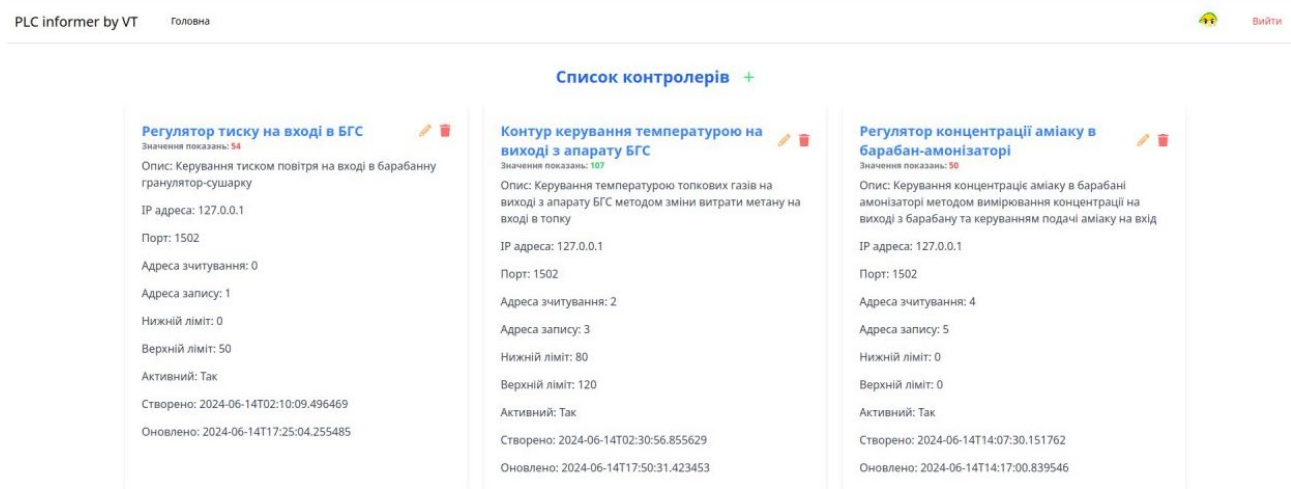


Рис. 2. Список контролерів зі значенням параметрів

На серверній частині, окрім кінцевих точок для авторизації та аутентифікації, реалізовано 9 API точок для взаємодії з мікропроцесорною технікою через *Modbus TCP*, що дозволяє зчитувати та записувати дані. Кодова база повністю асинхронна, завдяки підтримці *FastAPI*, *SQLAlchemy* та *pymodbus*, що забезпечує високу продуктивність і оптимальне використання ресурсів.

Клієнтська частина побудована на *Vue.js* для інтуїтивного інтерфейсу, з використанням *TailwindCSS* для стилізації, *Vite* для швидкої збірки та *Axios* для асинхронного обміну даними. Веб-додаток працює як *Single Page Application*, доступний на будь-якій операційній системі з підтримкою *JavaScript*.

Створений веб-додаток дозволяє оператору-технологу, майстру або іншим фахівцям отримати доступ до моніторингу перебігу технологічного процесу для оперативного відстеження параметрів з будь-якої точки світу, та з будь-якого пристрою з доступом в Інтернет за допомогою веб-браузера.

Література

1. Modbus Organization (2024) *Modbus*. URL : <https://www.modbus.org>.
2. The PostgreSQL Global Development Group (2024) *PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database* [online]. URL : <https://www.postgresql.org>

Проблеми інформаційних систем для підтримки логістичних функцій**К. Ю. Чорнобай, С. В. Грибков***Національний університет харчових технологій*

Транспорт є однією з базових галузей економіки України, однак в Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [1] стверджується, що транспортна система має значний нереалізований потенціал розвитку транспортно-логістичних технологій, що знижує її конкурентоспроможність і обмежує вихід української продукції на світовий транспортний ринок [2].

Мультимодальні та інтермодальні перевезення вантажів займають в Україні не більше 0,5 відсотка транспортного ринку. Транспортна система України межує з Транс'європейською транспортною мережею (TEN-T), але поки що спостерігається низький рівень її інтегрованості та загальне технологічне відставання від TEN-T. Для транспортної галузі наведене виражається, зокрема, у зменшенні транзитних перевезень через Україну, неспроможності надавати якісні транспортні послуги під час експортних перевезень, що також має негативний вплив на конкурентоспроможність та ефективність національної економіки [3].

Протягом останніх років бурхливо розвиваються інформаційні технології для удосконалення функцій логістики в різних сферах. Основна концепція логістики полягає в плануванні, управлінні та контролі підприємницької діяльності, а також усіх матеріальних і інформаційних потоків, пов'язаних із цією діяльністю, що забезпечує потреби керівництва підприємств швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури та адаптуватися до нових умов у короткі терміни.

Проблемами удосконалення транспортної логістики та її інформатизації займалися багато вітчизняних та зарубіжних вчених.

У роботі [4] розглянуто аспекти логістичних систем (ЛС) з урахуванням синергії та синергетики.

Проблему інтелектуалізації логістичної діяльності, закономірності становлення та розвитку ринку логістичних послуг, аспекти управління логістичними потоками розглянуто в праці [5]. Робота [6] присвячена проблемам ризик-менеджменту у ЛС.

У статті [7] був проведений аналіз наукових джерел в напрямку оцінювання ефективності функціонування ЛС. Роботи [8] присвячено розв'язанню задач, що базуються на транспортній задачі.

Слід зазначити, що все більшого поширення набуває багатоіндексна постановка транспортної задачі, яка враховує ширший спектр аспектів процесу транспортування порівняно з двоіндексною постановкою. Саме для вирішення подібних задач і отримання ефективних результатів доцільним є використання алгоритмів колективного штучного інтелекту, а саме, алгоритму рою часток [9].

До принципів та положень управління ЛС відносять:

- 1) принцип узгодженості — усі компоненти ЛС мають функціонувати координовано для досягнення власних цілей та мети ЛС;
- 2) принцип загальних витрат — облік усіх витрат, пов'язаних з управлінням та функціонуванням ЛС;
- 3) принцип синергії — результати від взаємодії компонент ЛС мають бути більшими, ніж без взаємодії;
- 4) принцип виокремлення сукупності компонент ЛС, що забезпечують управління нею з метою досягнення ефективного функціонування;
- 5) принцип управління якістю передбачає забезпечення надійності функціонування та високу якість виконання процесів усіма компонентами ЛС для забезпечення високої якості готової продукції та сервісу;
- 6) принцип гуманізації передбачає, що функціонування ЛС має відповідати екологічним вимогам щодо охорони довкілля, дотримуватись ергономічності, відповідати соціальним та етичним вимогам тощо;
- 7) принцип економіко-математичного моделювання для задач прийняття рішень та оптимізації;
- 8) принцип застосування інформаційних технологій — використання різних інформаційних технологій, зокрема, великих даних, хмарних технологій тощо, з метою отримання та використання актуальних та достовірних даних для підвищення обґрунтованості управлінських рішень;
- 9) принцип єдиної корпоративної інформаційної системи в управлінні ЛС здатне значно зменшити можливі помилки, підвищити швидкість обміну даними та прийняття рішень;
- 10) принцип стійкості, урахування ризику, гнучкості та адаптивності — здатність зберігати фінансово-економічну стабільність в умовах мінливої ринкової кон'юнктури через удосконалення й оптимізацію поточкових процесів на основі методів логістичного управління;
- 11) принципи відкритості та автономності — обов'язкова взаємодія з зовнішнім середовищем, водночас має зберігатись та дотримання певної автономності її функціонування, що актуально в умовах концепції «Індустрія 4.0»;
- 12) принцип децентралізованого управління та горизонтальних зв'язків — особливо актуально в умовах цифрової економіки, в контексті Індустрії 4.0, коли передбачається перехід від лінійних зв'язків у ланцюгу постачання продукції до мережевої, а в межах підприємства мають переважати горизонтальні зв'язки, а не вертикальні.

Основними критеріями до інформаційних систем у логістиці є забезпечення швидкої та адекватної реакції на ринкові вимоги, моніторинг часу доставки, оптимізацію ланцюгів постачання з урахуванням усіх критеріїв.

За останні роки була розв'язана основна задача — це збирання та накопичення даних в інформаційних системах з підтримки логістичних задач,

адже інформація була неточною, неоперативною та неструктурованою. Цьому сприяв розвиток інформаційних технологій, штучного інтелекту та інтернету речей.

Ефективність інформаційних систем для підтримки логістичних функцій передбачає комплексне використання сучасних економіко-математичних методів та моделей, які мають допомагати у вирішенні різноманітних логістичних задач за різних умов, інформаційних технологій направлених на їх розв'язання, накопичення, обробку та аналіз великих даних. Розвиток інформаційних технологій в економічних системах сприяв розвитку методів та алгоритмів колективного штучного інтелекту, когнітивних технологій.

Слід зазначити, що поряд із сучасними методами використовуються класичні та модифіковані методи, підходи та алгоритми з розділів різних напрямів науки теорії прийняття рішень, теорії черг, дослідження операцій, теорії ігор, теорії ймовірностей, теорії масового обслуговування тощо.

Перспективним напрямом є створення інформаційної системи підтримки прийняття рішень, що базується на гібридному поєднанні сучасних комбінованих алгоритмів прийняття рішення та обробці інформатики в реальному часі.

Література

1. Розпорядження від 30 травня 2018 р. № 430-р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» [online]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>.

2. Ковтун Т. А., Смокова Т. М., Ковтун Д. К. (2020) Створення мережі транспортнологістичних центрів — перспективний шлях розвитку транспортнологістичної системи України, *Вісн. ДУІТ, серія «Транспортні системи і технології»*, вип. 35, с. 156–169.

3. Іванова М. І. (2018) *Управління логістичною системою кластера промислових підприємств* : дис. докт. ек. наук : 08.00.04. Кривий Ріг, 533 с.

4. Скіцько В. (2015) Концептуальні засади управління логістичними системами з врахуванням синергії та синергетики, *Вісн. КНУ ім. Тараса Шевченка, серія: Економіка*, № 4(169), с. 53–58.

5. Григорак М. Ю. (2017) *Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність* : моногр. К. : Сік Груп Україна, 513 с.

6. Кулик Ю. М. (2017) *Ризик-менеджмент логістичної системи машинобудівних підприємств* : дис. к. ек. н. : 08.00.04, НТУУ «КПІ», 247 с.

7. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. (2020) Гібридизація аналітичних моделей та штучного інтелекту в управлінні логістичними системами, *Ефективна економіка*, № 3.

8. Singh S., Tuli R., Sarode D. (2017) A review on fuzzy and stochastic extensions of the multi index transportation problem, *Yugoslav Journal of Operations Research (YUJOR)*, issue 27, no. 1, pp. 3–29.

9. Bakhuet A.-J. K. (2016) Solving bi-objective 4-dimensional transportation problem by using PSO, *Science International (Lahor.)*, 28(3), pp. 2403–2410.

Моделі та методи захисту даних IoT в умовах інформаційної невизначеності

О. Швидченко, І. Пархомей

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

За останні кілька років інформаційні технології (ІТ) та Інтернет речей (IoT) продемонстрували значний прогрес у забезпеченні безпеки даних. Однак паралельно із цим постійно з'являються нові типи загроз, а також оновлюються старі.

Це створює фактор інформаційної невизначеності, який є значною загрозою безпеці мережі, яка може порушити цілісність мережі та спричинити пошкодження даних. Подане дослідження вивчає нові методи та моделі захисту даних на основі штучного інтелекту, усуваючи фактор інформаційної невизначеності.

Методологія дослідження передбачає поєднання якісного та кількісного підходів. Якісні методи включають огляд літератури, тематичні дослідження та інтерв'ю з експертами, щоб отримати уявлення про поточні практики, проблеми та можливості використання штучного інтелекту в мережі та безпеці даних Інтернету речей.

Кількісні методи передбачають аналіз даних і моделювання для оцінки ефективності різних методів і моделей систем безпеки на основі штучного інтелекту, в тому числі і вплив на них інформаційної невизначеності. Дослідження також може включати розроблення прототипів моделей для визначення їх ефективності.

Під час основної частини роботи проводилась активна робота з джерелами інформації та побудові моделей захисту даних, орієнтованих на інтеграцію в них штучного інтелекту, для подальшої перевірки їх ефективності, спочатку в контрольованому середовищі, і потім в неконтрольованому. Також проводиться перевірка їх ефективності в ліквідації або зведення впливу фактору інформаційної невизначеності до мінімуму.

- Робоче середовище: Microsoft Project, Visual Studio, Matlab.
- Робоче обладнання: ноутбук Acer.
- Дослідницьке середовище: фізичне робоче місце, онлайн-бібліотеки.
- Тема: Методи та моделі безпеки даних в IoT.

На даний момент дослідження тривають, тому можливі зміни як в обладнанні, так і в методології.

Результатами є моделі та методи безпеки даних, засновані на можливостях і функціях штучного інтелекту, здатні захищати дані від пошкодження та вторгнення неавторизованих сторін у мережу, а також здатні аналізувати дані про порушення безпеки, створювати способи боротьби з ними та ефективності яких не завадить інформаційна невизначеність.

До очікуваних результатів також входять:

- Глибока інтеграція штучного інтелекту в системи захисту даних.
- Вдосконалення рівня захисту мереж та виявлення нових способів боротьби із їх загрозами.
- Виявлення патернів типових і нетипових загроз та найбільш ефективних способів захисту від них

Наведене дослідження займається вивченням можливих нововведень в кібербезпеку, шляхом створення нових моделей і методів на основі штучного інтелекту для забезпечення безпеки даних у мережах інтернету речей, приділяючи особливу увагу інформаційній невизначеності як критичному фактору ризику.

Запропоновані рішення мають потенціал не тільки для ефективного захисту доступу та цілісності даних, але й для ефективного виявлення та аналізу порушень безпеки. Ці можливості дозволяють активно виявляти вразливі місця та формулювати адаптивні відповіді на нові загрози.

Інтеграція штучного інтелекту в інфраструктуру безпеки IoT показала перспективу в подоланні проблем, пов'язаних з інформаційною невизначеністю, підвищення стійкості та надійності мережевих систем. Результати дослідження роблять внесок у розвиток безпеки Інтернету речей, пропонуючи інноваційні підходи до боротьби з відомими, так і новими загрозами.

Література

1. Farheen M., Poorvika N., Prasanna P. (2019) Application of artificial intelligence on internet of things (IoT) [online] URL : https://www.researchgate.net/publication/354683273_Application_of_artificial_intelligence_on_internet_of_thingsIoT.

2. Ghosh A., Chakraborty D., Law A. (2018) Artificial Intelligence in Internet of Things, *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, vol. 3, issue 4, pp. 208–218.

3. Rafy M. F. (2024) Artificial Intelligence in Cyber Security [online]. URL : <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4687831>.

4. Kuzlu M., Güler Ö. Fair C. (2021) Role of Artificial Intelligence in the Internet of Things (IoT) cybersecurity, *Discover Internet of Things*, 1(1).

5. Harris L. (2024) AI-powered cloud security for iot devices: a growing necessity,

6. Amirov D. F. (2024) *Artificial Intelligence for Cyber Security Goals* [online] URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/10092079>

7. Tondepu Y., Thati B., Kumar D. L. S., Jyothi V. E., Praveen S. P. (2022) *Secure Data Access Management for Cyber Threats using Artificial Intelligence* [online] URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/10009139/authors>.

Аналіз впливу концепції Just-in-Time у зниженні витрат на логістику та зберігання для харчових виробництв

Д. В. Шпаченко, О. В. Харкянен

Національний університет харчових технологій

Концепція «Точно в строк» (Just-in-Time, JIT) є важливим підходом у сфері управління ланцюгами постачання, який мінімізує запаси та зменшує витрати на зберігання товарів. Ця стратегія набула особливого значення в умовах сучасної економіки, де швидкість, адаптивність і ефективність є ключовими факторами успіху й для харчових виробництв. Призначенням системи для харчових підприємств є запобігання збоїв і перерв у виробничому процесі; зробити систему гнучкішою; скоротити час підготовки до процесу і всі терміни виробництва; мінімізувати запаси та усунути необґрунтовані витрати.

Основні принципи концепції JIT для харчових підприємств полягають в: *скорочення запасів*, зменшення кількості продукції на складі, що дозволяє знизити витрати на зберігання; *своєчасна поставка*, продукція доставляється в той момент, який вони необхідні у виробничому процесі; *оптимізація виробництва* сприяє налагодженню виробничого процесу робить його максимально ефективним; *співпраця з постачальниками*, важливо мати надійних постачальників, з якими налагоджені тісні партнерські відносини.

Велика частина операційних витрат харчового підприємства пов'язана зі зберіганням сировини, матеріалів й готової продукції. Традиційна модель управління запасами передбачає наявність великих складів для забезпечення безперебійної роботи виробництва. Однак ця стратегія має свої недоліки:

- високі витрати на оренду або утримання складських приміщень;
- старіння товарно-матеріальних запасів, особливо у випадках швидкопсувних товарів і швидко старіючого обладнання;
- потреба у складському обладнанні (підйомники, конвеєри, системи обліку та управління), що збільшує капітальні витрати.

Застосовуючи JIT на харчовому підприємстві можна значно зменшити витрати на складування та страхування. Скорочуючи витрати на зберігання, підприємства можуть використовувати наявні кошти для інших інвестицій. Крім того, зменшення загальних витрат дозволить знижувати ціни на продукцію та зробити бізнес більш привабливим для споживачів.

Логістика відіграє важливу роль у концепції JIT для харчових виробництв, оскільки ефективне управління поставками є основоположним для її успіху. Завдяки своєчасному впровадженню системи «Точно в строк» для харчового підприємства отримують наступні переваги:

- *зниження транспортних витрат*, більш часті, але менш масові поставки можуть знизити вартість зберігання товарів на складах;
- *оптимізація маршруту і графіка поставок*, логістичний процес структурований таким чином, щоб уникнути затримок і максимально ефективно використовувати транспортні засоби;

- зменшуючи ризик втрат та мінімізуючи запаси можна уникнути ризику псування та втрати продукції під час транспортування та зберігання.

ЛІТ дозволяє більш точно прогнозувати потреби у продукції, знижуючи вартість логістичних операцій. Харчові підприємства, що впроваджують ЛІТ, можуть бути більш гнучкими у реагуванні на зміни в попиті, завдяки чому уникати надмірного запасу та нестачі продукції. Більш скоординована робота з постачальниками скорочує терміни доставки продукції і підвищує ефективність ланцюга поставок.

Можна виділити основні переваги системи для харчових виробництв: короткі виробничі цикли, висока плинність кадрів; відсутність або надзвичайно низькі витрати на виробництво і зберігання запасів.

Незважаючи на безліч переваг, впровадження ЛІТ-системи пов'язане з певними ризиками, які можуть негативно вплинути на бізнес:

- залежність від постачальників, система вимагає високої надійності й своєчасної доставки. Будь-які затримки у постачанні можуть призвести до зупинки виробництва;
- ризик непередбачених подій, таких як зовнішні фактори, стихійні лиха, страйки та політична нестабільність, може порушити ланцюг поставок;
- високі вимоги до координації, ЛІТ вимагає чіткої організації та координації дій між усіма учасниками ланцюга поставок.

Щоб зменшити ці ризики, харчові виробництва можуть використовувати стратегії диверсифікації постачальників, використовувати цифрові інструменти для моніторингу та прогнозування попиту, а також страхування ризиків. Помилки в прогнозах можуть призвести до нестачі товарів або надлишкових запасів, що суперечить принципам ЛІТ.

Toyota Motor Corporation — класичний приклад успішного використання концепції ЛІТ. Завдяки цій системі Toyota змогла значно скоротити складські запаси, поліпшити якість продукції і підвищити гнучкість виробництва. Іншими компаніями, такими як Dell, Nike також вдалося успішно використовувати ЛІТ для підвищення операційної ефективності та зниження витрат.

ЛІТ для харчових підприємств є потужним інструментом для зменшення витрат на зберігання та логістику, підвищення ефективності виробничого процесу та якості продукції. Компанії можуть досягти вищої ефективності за рахунок скорочення запасів, оптимізації виробництва і поліпшення співпраці з постачальниками. Однак впровадження ЛІТ вимагає ретельного управління ризиками та адаптації до змін ринкових умов. Загалом успішна реалізація ЛІТ може значно підвищити конкурентоздатність підприємства.

Література

1. Heizer J., Render B., Munson C. (2020) *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, 13th ed. Harlow : Pearson.
2. Schonberger R. J. (2019) JIT Production Management: Why It Still Matters, *International Journal of Production Economics*, 219, pp. 191–201.

Створення інформаційної системи аналізу та виявлення потенційних кібернетичних злочинів

А. В. Шульгін, М. П. Грама

Національний університет харчових технологій

Із розвитком цифрових технологій та глобалізацією мережевих комунікацій зростає кількість кіберзлочинів, які завдають значної шкоди не лише окремим організаціям, а й державам. Актуальність створення систем, що здатні аналізувати інформацію та прогнозувати кіберзагрози, обумовлена необхідністю захисту даних, фінансових ресурсів і конфіденційності користувачів.

Розроблена інформаційна система призначена для автоматизованого аналізу даних, ідентифікації аномалій у поведінці користувачів та виявлення потенційних кіберзагроз.

У системі застосовано методи машинного навчання, зокрема алгоритми кластеризації (K-means) та навчання без учителя, для аналізу великих обсягів даних і виявлення аномалій. Використано методи поведінкового аналізу для моделювання патернів дій користувачів. Дані оброблялися з використанням мов програмування Python і бібліотек для обробки великих даних (Pandas, Scikit-learn).

У результаті розроблено прототип інформаційної системи, здатної в реальному часі ідентифікувати загрози на основі аналізу поведінкових характеристик. Система продемонструвала високу ефективність у тестуванні: точність виявлення аномалій склала 92%, що підтверджує її придатність для практичного використання. Система забезпечує можливість інтеграції в існуючі інфраструктури інформаційної безпеки, дозволяючи автоматизувати процеси моніторингу та аналізу загроз. Запропонований підхід має значний потенціал для подальшого вдосконалення, включаючи розширення можливостей аналізу та адаптацію до нових типів загроз. Використання цієї системи дозволяє значно скоротити час реагування на потенційні кіберзагрози та мінімізувати ризики, пов'язані з витоком даних або компрометацією систем.

Розроблення подібних рішень сприяє формуванню безпечного кіберпростору, що має ключове значення для захисту приватних даних користувачів та підтримки довіри до цифрових технологій.

Література

1. Гребенюк О. В. (2020) *Основи інформаційної безпеки*. К. : Центр учбової літератури.
2. Дьомін О. Є., Бутко А. О. (2022) *Кібербезпека та захист інформації*. Х. : Фоліо.
3. Ситник Г. П. (2019) *Кібербезпека у державному управлінні: теорія і практика*. К. : НАДУ при Президентіві України.
4. Прокопчук О. О., Лопатін Є. О. (2021) *Основи захисту інформації в комп'ютерних системах*. К. : Видавничий дім «Слово».

Застосування інформаційних систем для автоматизації та оптимізації бізнес-процесів

І. В. Ющук, П. О. Ющук

Національний університет харчових технологій

Сучасні комп'ютерні технології можуть бути застосовані для автоматизації управління бізнес-процесами у різних сферах, таких як виробництво, маркетинг, продажі, фінанси та логістика.

Для автоматизації та оптимізації бізнес-процесів можуть використовуватись різноманітні інформаційні системи, які допоможуть підприємствам підвищити ефективність і зменшити витрати. Однією з найпоширеніших систем є ERP (Enterprise Resource Planning), яка об'єднує всі основні функції компанії в єдину платформу. ERP-системи дозволяють автоматизувати процеси, такі як управління фінансами, виробництвом, постачанням та продажем, забезпечуючи єдину базу даних для всіх відділів. Це сприяє покращенню координації між підрозділами, зменшенню помилок та запобігає дублюванню інформації.

Ще одним інструментом процесу автоматизації є CRM-системи (Customer Relationship Management), які сфокусовані на управлінні взаємовідносинами з клієнтами. Вони автоматизують процеси продажу та обслуговування клієнтів, що дозволяє компаніям краще розуміти потреби своїх споживачів і підвищувати їх задоволеність.

Для автоматизації бізнес-процесів застосовуються системи Lean Management, які спрямовані на зниження витрат шляхом усунення марнотратства в процесах. Ці системи допомагають оптимізувати виробничі потоки та підвищити якість продукції.

Методологія «Шість сигм» (Six Sigma) також використовується для вдосконалення бізнес-процесів шляхом зменшення дефектів і варіабельності у виробництві. Вона дозволяє підвищити загальну якість продукції та послуг, але вимагає значних інвестицій у навчання персоналу.

Аутсорсинг являє собою стратегію, яка дозволяє компаніям передавати певні функції зовнішнім постачальникам. Це може зменшити операційні витрати і дати доступ до новітніх технологій, хоча й несе ризики втрати контролю над процесами.

Автоматизація бізнес-процесів забезпечує використання комп'ютерних технологій для автоматизації рутинних завдань і процесів. Це дозволить зменшити витрати, скоротити кількість помилок і підвищити швидкість виконання завдань. Однак впровадження автоматизації потребує первісних витрат і технічної підтримки.

Таким чином, застосування різноманітних інформаційних систем відіграють важливу роль у сучасному бізнес-середовищі, забезпечуючи автоматизацію та оптимізацію процесів, що веде до підвищення ефективності та конкурентоспроможності компаній.

Наукове видання

**XI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-
ТЕХНІЧНА ІNTERNET-КОНФЕРЕНЦІЯ**

***СУЧАСНІ МЕТОДИ, ІНФОРМАЦІЙНЕ,
ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ ТА
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ***

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

27 листопада 2024

Відповідальний за випуск **Я. В. Смітюх**

НУХТ 01601 Київ -33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК №1786 від 18.05.2004 р.