

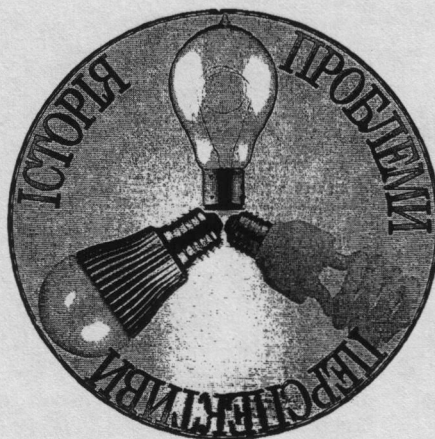
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний технічний університет імені  
Івана Пулюя

Інститут електродинаміки НАН України  
Тернопільський обласний фонд ім. Івана Пулюя  
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова

## МАТЕРІАЛИ

IV Міжнародної науково-технічної конференції

**"СВІЛОТЕХНІКА Й  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА:  
ІСТОРІЯ, ПРОБЛЕМИ,  
ПЕРСПЕКТИВИ"**



24-26 квітня 2012 року  
м. Тернопіль

<b>В.Лисенко, І.Болбот, В.Штепа, Н.Засць, О.Ряба</b> НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ СТАНУ АГРОТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР .....	109
<b>А. Лупенко, І.Сисак; В.Сай, В.Натяга</b> ЧАСТОТНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ НАТРІЄВИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ ЕЛЕКТРОННИМИ ПУСКОРЕГУЛЮВАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ.....	111
<b>І.Лучейко, В.Коваль, Р.Коцюрко</b> ВИБІР КРИТЕРІЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРУБЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА ПРИ УТВОРЕННІ НАКИПУ .....	113
<b>М.Наконечний; Ю.Бачинський</b> ВИБІР МАТЕРІАЛУ ОСЕРДЯ В ІМПУЛЬСНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЖИВЛЕННЯ .....	115
<b>Б.Оробчук, І.Козбур</b> ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ВЕНЕРГООЩАДНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ .....	117
<b>В.Федорейко, Ю.Петрикович</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЯХ ПРИГОТУВАННЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА.....	119
<b>В.Федорейко, М.Рутило, І.Луцик, І.Іскерський</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК.....	121
 <b>СЕКЦІЯ В – ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ У СВІЛОТЕХНІЦІ Й ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ. СВІТЛО ТА ЗДОРОВ'Я</b>	
<b>В.Шендеровський, О.Рокіцький</b> ІВАН ПУЛЛОЙ (1845-1918). СВІЛОТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	123

УДК 623.592

В.П. Лисенко, професор

Доценти: І.М. Болбот, В.М. Штепа, Н.А. Заєць, О.І. Ряба

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

### НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ СТАНУ АГРОТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР

Проаналізовано перспективність використання для оцінки стиглості агротехнічних культур нейромережевих структур; синтезовано та перевірено на адекватність відповідний багатoshаровий перцептрон.

*Образ, нейронна мережа, перенавчання, адекватність.*

V. Lysenko, I. Bolbot, V. Shtepa, N. Zaec, O. Ryaba

### NEURAL NETWORK PATTERN RECOGNITION OF CULTURES AGROTECHNICAL

Analyzed to assess the prospects of ripeness agro crops neural network structures were synthesized and tested for adequacy of the corresponding multilayer perceptron.

*The image, neural network, retraining, adequacy.*

Впровадження сучасних засобів автоматики та робототехніки в тепличне господарство відноситься до перспективних інноваційних проектів і пов'язане з капітальними затратами як на придбання техніки, так і на розробку проектів та виконання підготовчих робіт. Однак, від застосування розробок визначення стану плодів агротехнічних культур (ступеня їхньої стиглості) планується значна економія матеріально-трудових ресурсів і грошових коштів, яка буде отримана в результаті підвищення енерго- та ресурсоефективності виробництва.

Як відомо, апаратно-програмна реалізація розпізнавання попередньо синтезованих образів включає у себе ряд кроків [1]: сприйняття образу (технічне вимірювання); попереднє опрацювання отриманого сигналу (фільтрація, трансформація тощо); виділення потрібних характеристик (індексація); класифікація образу (прийняття рішення).

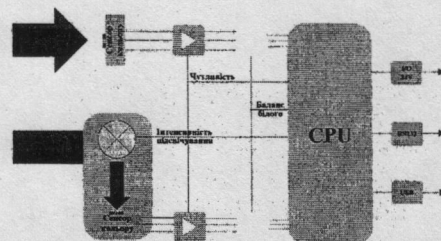


Рис. 1. Структурна схема сприймаючого елемента HiTechnic

Стосовно першого кроку, то для оцінки стиглості агротехнічних культур можна використати сприймаючий елемент HiTechnic (рис. 1).

Для попереднього опрацювання (фільтрації) вхідних образів доцільно використати Вейвлет-аналіз, який базується на використанні вейвлетів, що являють собою математичні функції та дозволяють аналізувати різні частотні компоненти.

Третій та четвертий кроки розпізнавання образів, як правило, об'єднуються у систему розпізнавання образів (СРО), яка і є головним елементом такого інтелектуального комплексу.

Як відомо, протягом дослідження проблем розпізнавання образів виокремились два основні підходи – детерміністичний та статистичний [2]. Перший включає в себе математичні формалізовані емпіричні і евристичні методи, другий базується на фундаментальних результатах математичної статистики.

До проміжного класу математичного апарату СРО можна віднести і нейронні мережі (НМ), які і використали для розпізнавання образів стану агротехнічних культур, а саме – багатошарові перцептрони (БП).

У процесі синтезу та дослідження відповідних НМ застосували демоверсію програмного пакету Statistica Neural Networks. Критерій навчання – мінімізація помилки НМ. Оптимізація функціональних характеристик здійснювалась експертно – згідно авторської методики.

У якості вхідних даних прийняли набори растрових картинок – імітація зйомок HiTechnic. Умовно розділимо їх на дві групи: “стиглий плід помідора” та “нестиглий плід помідора”. Критерій – насиченість червоного кольору. Очевидно, що у випадку реального розпізнавання однакових картинок ніколи не отримаємо.

Також прийняли, що отримуваний зображення матимуть розширення 5×5 та глибину кольору 1 біт. Можливі значення всередині пікселів приймемо фіксованими: 0, 0,5, 1. Картинки представили в одній двовірній таблиці, застосувавши просте розвертання: кожному зображенню відповідає одне спостереження – рядок у таблиці даних; елементи рядка – значення відповідних пікселів в отримуваному із сприймаючого елемента сигналі (рис. 2). Останній стовпець – експертне визначення стиглості помідору.

Під час навчання задали 50 прикладів “стиглий плід помідора” та 50 прикладів “нестиглий плід помідора”. Тобто отримали таблицю з 26 стовпцями  $((5 \times 5) + 1 = 26)$  та 100 рядками.

	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1
	NewVar16	NewVar15	NewVar14	NewVar13	NewVar12	NewVar11	NewVar10	NewVar9	NewVar8	NewVar7	NewVar6	NewVar5	NewVar4	NewVar3	NewVar2	NewVar1		
1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Рис. 2. Фрагмент тренувальної таблиці

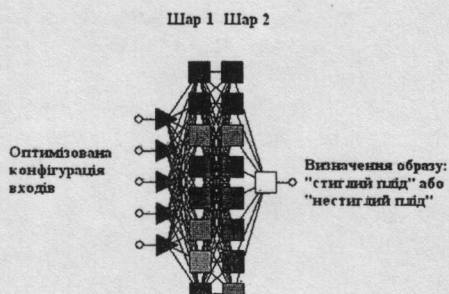


Рис. 3. Архітектура найефективнішого НМ-класифікатора

Тип задачі – класифікація. Значення пікселів встановили неперервними змінними, що матиме місце у реальних умовах. Експертне визначення стиглості помідора – категоріальна змінна.

Найкращий результат продемонстрував БП 5:5-8-8-1:1 (рис. 3). Він забезпечив продуктивність на всіх вибірках рівну 0,97 – тобто вірно класифікував 97 зі 100 образів.

Задавши 15 наборів даних, на яких мережа не навчалась, було отримано прийнятне значення ефективності НМ (середньоквадратична помилка) – 73,62%.

**Висновок:** Враховуючи встановлену достатню якість функціонування НМ-класифікатора образів (багатошарового перцептрона), можна стверджувати, що математичний апарат нейронних мереж, а саме багатошаровий перцептрон, доцільно використовувати для встановлення стану агротехнічних культур.

**Література**

1. Форсайт Девід А. Компьютерное зрение. Современный подход / Девід Форсайт, Джин Понс. — М.: «Вильямс», 2004. — С. 928.
2. Стокман Джордж Компьютерное зрение / Джордж Стокман, Линда Шапиро. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. — С. 752.
3. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов. — М.: Горячая линия – Телеком, 2002. — 382 с.