

# РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КАТАЛОГІЗАЦІЇ РОСЛИН ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ ЛИСТЯ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Розглянуто актуальність задачі розпізнавання образів. Розглянуто існуючі методи розв'язання поставленої задачі, та запропоновано використання згорткових нейронних мереж для її вирішення.*

**Ключові слова:** розпізнавання образів, розпізнавання листя рослин, каталогізація рослин, згорткова нейронна мережа.

## *Abstract*

*The relevance of the problem of pattern recognition was considered. The existing methods for solving this problem was considered and suggested the use of convolutional neural network to solve it.*

**Keywords:** pattern recognition, plant leaf recognition, plant cataloging, neural network, convolutional neural network

## **Вступ**

Розпізнавання образів відноситься до одного з найважливіших завдань штучного інтелекту. Воно пов'язане з безліччю різних областей досліджень. Мета комп'ютерного зору – розробка методів, які дозволять машині «розуміти» або аналізувати зображення і відео. Розпізнавання візуальних образів – це одна з найважливіших завдань комп'ютерного зору [1].

Лісові фахівці повинні добре розбиратися в різноманітних деревних і чагарникових породах, що застосовуються в лісокультурній справі. Вони повинні знати не лише біологічні властивості цих порід, а й вміти розпізнавати сіянці та саджанці по їх вегетативним ознакам, а також розрізняти плоди і насіння порід, що розводяться в розплідниках. Помилка у визначенні виду може призвести до небажаних наслідків – порушення встановленої схеми розподілу порід, введення в культури у посушливих умовах помилкових видів або шкідливих для сільськогосподарських рослин. Уміння розрізняти види деревних рослин необхідне також при виконанні таксаційних робіт і при лісопатологічних обстеженнях.

Метою роботи є підвищення точності розпізнавання рослин за зображенням листя за рахунок використання інформаційної технології на основі згорткової нейронної мережі.

## **Огляд існуючих методів**

Натепер існує ряд методів розпізнавання образів, наприклад, метод порівняння шаблонів, метод Віоли - Джонса, метод головних компонентів, а також з використанням нейронних мереж [2]. Кожен з цих методів має свої недоліки, наприклад, метод порівняння шаблонів є досить часозатратним і ресурсоемним. Для перебору великих масивів даних, що зберігаються у базі знань, яка необхідна для використання даного методу, може бути затрачено досить багато часу [3].

Огляд даних методів показав, що такі методи як: порівняння шаблонів, метод Віоли - Джонса, мережа Хопфілда та метод головних компонентів – є недостатньо точними, оскільки вони чутливі до зміни положення об'єкта розпізнавання, освітленості, механічних пошкоджень [3].

## Підхід щодо підвищення точності розпізнавання

Аналіз показав, що з метою підвищення точності розпізнавання листа доцільно використовувати згорткові нейронні мережі, оскільки останні забезпечують часткову стійкість до змін масштабу, зсувів, поворотів, зміні ракурсу та іншим спотворенням. На даний момент методи, що засновані на згорткових нейронних мережах та їх модифікаціях, вважаються найточнішими та найшвидшими з точки зору знаходження об'єктів на зображенні. Такий успіх обумовлено можливістю обліку двовимірної топології зображення [4].

При вирішенні завдання класифікації з багатьма класами, на виході нейронної мережі необхідно отримати ймовірність належності об'єкта кожному з класів. Тому в якості функції втрат використовуємо крос-ентропію.

Введемо позначення:  $X$  – безліч описів об'єктів,  $Y$  – безліч допустимих відповідей. Припускається, що існує невідома цільова залежність – відображення  $y^* : X \rightarrow Y$ , значення якої відомі тільки на об'єктах кінцевої навчальної вибірки  $X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$ .

Вводиться функція втрат  $\mathcal{L}(y, y')$ , яка характеризує величину відхилення відповіді  $y$  від правильної відповіді  $y' = y^*(x)$  на довільному об'єкті  $x \in X$  [4].

$$\mathcal{L}(y_i, y^*(x_i)) = - \sum_{j=1}^K y_{ij}^* \log y_{ij}, \quad (1)$$

де  $K$  – кількість позначок класів у завданні.

Підбір гіперпараметрів дуже важливий і буде безпосередньо впливати на збіжність нейронної мережі та точність отриманого результату.

Визначимо гіперпараметри нашої моделі. Зокрема, визначимо: `batch_size` – кількість навчальних зразків, оброблюваних одночасно за одну ітерацію алгоритму градієнтного спуску; `epochs` – кількість ітерацій навчального алгоритму по всій початковій множині; параметри класифікатора – зміна кількості нейронів, кількості повноз'язних прошарків.

Щоб допомогти нейронній мережі не втратити здатність до узагальнення, введемо прийом регуляризації `Dropout`, який ефективно справляється з проблемою перенавчання. Також використаємо такі методи оптимізації: `Early stopping` – дозволяє зупинити навчання мережі при перенавчанні; `Transfer learning` – застосування попередньо навченої нейронної мережі для вирішення іншої задачі; `Fine tuning` – коли навчається не тільки новий класифікатор, який був доданий у мережу, а й деякі прошарки попередньо навченої нейронної мережі; `Data augmentation` – використовує різні маніпуляції із вхідним зображенням, тим самим збільшує їх кількість.

Як алгоритм оптимізації згорткової нейронної мережі було обрано алгоритм `Adam`. `Adam` є популярним алгоритмом у галузі глибокого навчання, оскільки дозволяє швидко досягнути хороших результатів. Порівняння роботи алгоритму `Adam` з іншими популярними алгоритмами оптимізації зображено на рис. 1.

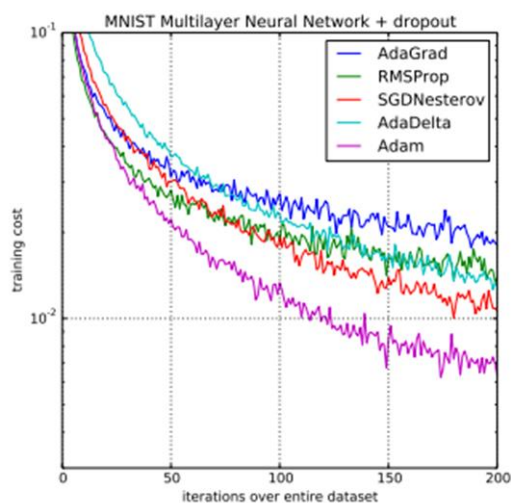


Рис. 1. Порівняння Adam з іншими алгоритмами оптимізації

Розроблено програму яка підтвердила мету роботи. Графік залежності точності розпізнавання листа від ітерації навчання нейронної мережі зображено на рис. 2.

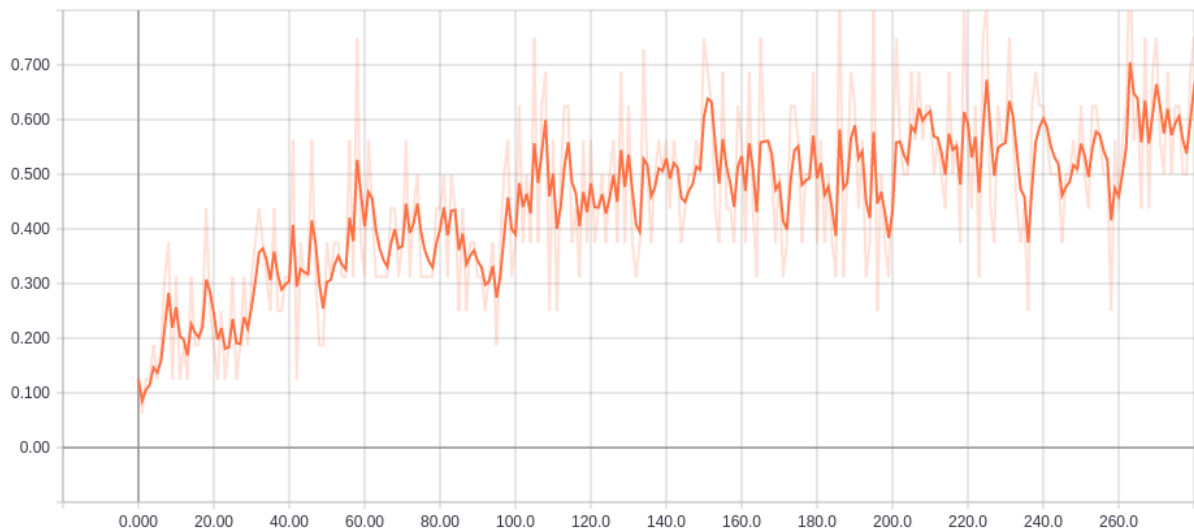


Рис. 2. Графік залежності точності розпізнавання від ітерації

### Висновки

Розглянуто існуючі методи розпізнавання образів на зображенні. Аналіз показав, що доцільно використовувати згорткові нейронні мережі. Тестування програми показало, що запропонований підхід дозволяє підвищити точність розпізнавання та каталогізацію рослин за зображенням листя. Точність розпізнавання рослин за зображенням листя в залежності від положення об'єкту на зображенні та умов освітленості складає 65,6-70,8%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обробка зображень, розпізнавання образів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.textreferat.com/referat-8342-1.html>
2. Viola, P. Robust Real-Time Object Detection: tech. report / P. Viola, M. Jones. – (city: Cambridge) Cambridge, 2001. – 320 p. 2. Как работает детектирование лиц [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.digital-sky.ru/point-3/artcateg-17/article-10.html>, свободный – Загл. с экрана.
3. opencv-extension-library [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://opencv-extensionlibrary.googlecode.com/svn/trunk/QtOpenCV/example/facedetect/facedetect.c>, свободный – Загл. с экрана.
4. Graves, Alex; and Schmidhuber, Jürgen; Offline Handwriting Recognition with Multidimensional Recurrent Neural Networks, in Bengio, Yoshua; Schuurmans, Dale; Lafferty, John; Williams, Chris K. I.; and Culotta, Aron (eds.), Advances in Neural Information Processing Systems 22 (NIPS'22), December 7th–10th, 2009, Vancouver, BC, Neural Information Processing Systems (NIPS) Foundation, 2009, pp. 545–552.

**Рипюк Олександр Олександрович** — студент групи ІКН-17м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [ripiuk96@gmail.com](mailto:ripiuk96@gmail.com)

Науковий керівник – **Арсенюк Ігор Ростиславович** — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Alexander A. Rypiuk** – student of Information Technologies and Computer Engineering Department, ICS-17m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ripiuk96@gmail.com](mailto:ripiuk96@gmail.com)

Supervisor – **Arsenyuk R. Igor** — Ph.D., Assistant Professor of the computer science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.