

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РОСЛИН

Шевченко О.О.

oleh.shevchenko@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, ст. викл. Кобилін І.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІНФ
м. Харків, Україна

The paper presents a comparative analysis of computer vision models for automatic plant recognition based on images of leaves, flowers, and stems. The research is motivated by the growing importance of digital agriculture and environmental monitoring systems that require accurate and efficient classification methods. The study considers convolutional neural networks (CNN) as the fundamental approach for feature extraction and image classification. Mathematical principles of convolution operations and classification accuracy metrics are described to evaluate model performance. Three popular architectures are analyzed: classical CNN, ResNet, and EfficientNet. Each model is compared in terms of accuracy, computational complexity, and suitability for practical applications. The results demonstrate that lightweight architectures are preferable for mobile and embedded systems, while deeper networks provide higher accuracy for scientific and cloud-based solutions.

В умовах розвитку цифрового сільського господарства та екологічного моніторингу актуальною є задача автоматичного розпізнавання видів рослин за зображеннями листків, квітів або стебел. Сучасні моделі комп'ютерного зору забезпечують високу точність класифікації, проте відрізняються архітектурою та обчислювальною складністю. Процес розпізнавання включає попередню обробку зображення, виділення ознак, навчання моделі та класифікацію. У сучасних системах ці етапи реалізуються за допомогою згорткових нейронних мереж (CNN), які автоматично витягують інформативні ознаки з даних.

Основою роботи згорткових нейронних мереж є операція згортки, що дозволяє виділяти локальні ознаки зображення. Математично операція згортки описується виразом:

$$(S * K)(i, j) = \sum_m \sum_n S(i + m, j + n) K(m, n)$$

де S – вхідне зображення,

K – ядро згортки (фільтр),

i, j – координати пікселя вихідної карти ознак.

Завдяки застосуванню набору фільтрів мережа формує багаторівневе представлення зображення: від простих контурів і текстур до складних структур листка або квітки.

Для оцінювання якості моделей використовується показник точності класифікації, що визначається як:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

де TP – кількість правильно визначених позитивних прикладів,

TN – правильно визначені негативні приклади,

FP – хибнопозитивні результати,

FN – хибнонегативні результати.

У дослідженні було проаналізовано три популярні архітектури: класичну CNN, ResNet та EfficientNet.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз моделей для розпізнавання рослин

Модель	Основні особливості	Переваги	Обмеження
CNN (базова)	Послідовність згорткових та pooling-шарів	Простота реалізації, невисокі вимоги до ресурсів	Нижча точність на складних датасетах
ResNet	Наявність залишкових (residual) з'єднань	Глибокі архітектури без затухання градієнта	Підвищена обчислювальна складність
EfficientNet	Масштабування глибини, ширини та роздільності	Оптимальне співвідношення точності та швидкодії	Потребує ретельного налаштування гіперпараметрів

Результати аналізу свідчать, що для мобільних і вбудованих систем доцільно використовувати легкі оптимізовані моделі, тоді як для наукових досліджень і хмарних сервісів ефективніші глибокі архітектури з вищою точністю. Порівняльний аналіз моделей комп'ютерного зору допомагає обґрунтовано обрати архітектуру для автоматичного розпізнавання рослин у сучасних аграрних та екологічних системах.

Список використаних джерел:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016.
3. Tan M., Le Q. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. 2019.