

Богдан Свистун, Михайло Дендюк*

¹ НЛТУ України, Львів, Україна, svystun.b@nltu.lviv.ua

² НЛТУ України, Львів, Україна, dendyuk@nltu.edu.ua

Розпізнавання і класифікація рослин за допомогою згорткових нейронних мереж

***Анотація.** В даній роботі розроблено інформаційну систему для класифікації та розпізнавання бур'янів за допомогою згорткових нейронних мереж. Проведено огляд сучасних підходів та аналіз існуючих систем у галузі розпізнавання рослин. Визначено математичну модель системи та реалізовано алгоритми з використанням методів глибокого навчання для розпізнавання зображень. Проведено тестування та оцінку ефективності розробленої моделі, що показали її високу точність. Запропоновані результати сприяють автоматизації процесів у сільському господарстві та підвищенню ефективності боротьби з бур'янами.*

***Ключові слова** – згорткова нейронна мережа, сегментація, класифікація бур'янів, оцінка алгоритмів.*

Вступ. Актуальність роботи обумовлена зростаючими вимогами до автоматизації та підвищення ефективності сільськогосподарських процесів. Застосування сучасних технологій глибокого навчання дозволяє значно скоротити час і ресурси, які необхідні для моніторингу та обробки рослин. Розпізнавання бур'янів та культур із високою точністю є важливим для оптимізації хімічного та механічного захисту посівів. Враховуючи змінність кліматичних умов і різноманітність сортів, ручна ідентифікація рослин стає все менш ефективною і більш затратною. Впровадження систем автоматичного розпізнавання дозволяє оперативно реагувати на появу і поширення бур'янів, що сприяє зменшенню використання хімії. Сучасні технології зменшують людський фактор і підвищують точність обробки зображень у польових умовах. Актуальність роботи обумовлена також зростаючим попитом на безпілотні системи та роботизовані технології у агросекторі.

Розробка інтелектуальної системи. Мета роботи – розробка та реалізація інтелектуальної системи для розпізнавання і класифікації бур'янів за допомогою методів глибокого навчання. У сучасному сільському господарстві бур'яни залишаються одним із головних факторів, що негативно впливають на продуктивність вирощування сільськогосподарських культур. Бур'яни є однією з головних причин зменшення виробництва в сільському господарстві. Фермери використовують гербіциди для боротьби з бур'янами, але це негативно впливає на виробництво сільськогосподарських культур. Згорткові нейронні мережі використовуються для класифікації бур'янів та культур з високою точністю.

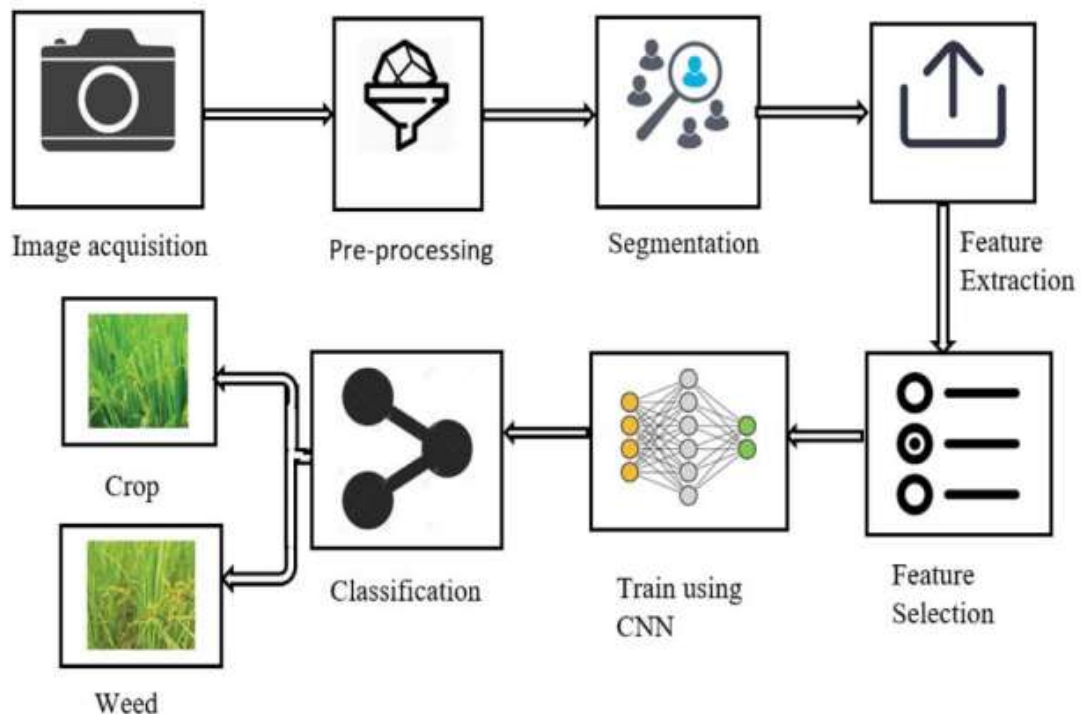


Рисунок 1. Загальна структура системи виявлення бур'янів з використанням згорткових нейронних мереж

Успішна реалізація системи розпізнавання та класифікації бур'янів потребує вибору як методів глибокого навчання, так й інструментальних засобів для розробки, обробки даних, побудови моделі та її оцінювання. Основним завданням є створення ефективної моделі, яка здатна автоматично виявляти бур'яни на основі зображень рослин у природному середовищі.

Таблиця 1. Програмні інструменти для проектування інтелектуальної системи

Категорія	Інструмент	Призначення
Мова програмування	Python	Гнучкість, велика кількість бібліотек для ML/AI
Глибоке навчання	TensorFlow, Keras або PyTorch	Створення, навчання та тестування нейронних мереж
Обробка зображень	OpenCV, Pillow (PIL)	Попередня обробка зображень: масштабування, обрізання, аугментація
Візуалізація	Matplotlib, Seaborn	Побудова графіків, візуалізація результатів
Аналіз даних	NumPy, Pandas	Обробка та аналіз метаданих, статистики класифікації
Середовище виконання	Google Colab, Jupyter Notebook	Хмарне середовище

Запропонована система реалізована з використанням методів CNN у Python. Зображення як вхідні дані передається в інтелектуальну систему та очікується результат.

Обробка зображень. У цьому процесі шум та складний фон зображення видаляються разом із нормалізацією. Вона буває двох видів: нормалізація гістограми та нормалізація кольору.

Отримання ознак. Це є важливим для класифікації рослин. Після попередньої обробки з зображення отримується ознака з високою інтенсивністю вираження. Метод отримання ознак використовує локальний бінарний шаблон. Пікселі зображення вказуються, а пікселі їхніх сусідів порівнюються за допомогою двійкових чисел при використанні методу локального бінарного шаблону.

Класифікація. Розмірність даних зменшується за допомогою методу класифікації, оскільки дані, отримані шляхом отримання ознак, мають дуже високу розмірність. Ця операція використовує алгоритм CNN. CNN використовується для ідентифікації різноманітних шаблонів. При навчанні на відповідному наборі даних на основі ознак CNN може забезпечити високу точність класифікації.

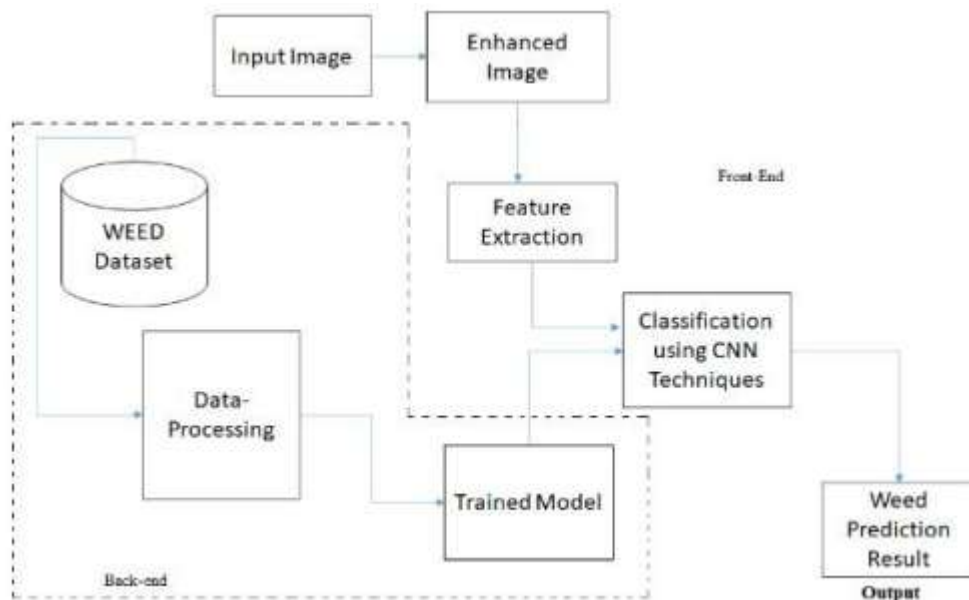


Рисунок 2. Архітектура інтелектуальної системи

Висновок. Розроблено інтелектуальну систему для розпізнавання та класифікації бур'янів із використанням згорткових нейронних мереж. Проведене тестування підтвердило високу точність моделі при класифікації зображень рослин у природному середовищі. Реалізована система здатна ефективно автоматизувати процес ідентифікації бур'янів, що зменшує потребу у використанні гербіцидів і знижує вплив людського фактора. Використання сучасних інструментів Python, TensorFlow та OpenCV забезпечило гнучкість і масштабованість розробки. Отримані результати свідчать про перспективність застосування технологій глибокого навчання для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Список використаних літературних джерел

- [1] Bakhshipour, A., & Jafari, A. (2018). Evaluation of support vector machine and artificial neural networks in weed detection using shape features. *Computers and electronics in agriculture*, 145, p. 153-160.
- [2] Partel, V., Kakarla, S., & Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and electronics in agriculture*, 157, p. 339-350.

- [3] Zheng, Y., Zhu, Q., Huang, M., & Guo Y. Maize and weed classification using color indices with support vector data description in outdoor fields. Computers and electronics in agriculture. 141, 2017. p. 215-222.

Plant recognition and classification using convolutional neural networks

Bohdan Svystun, Mykhailo Dendyuk

In this work, an information system for the classification and recognition of weeds using convolutional neural networks has been developed. A review of modern approaches and analysis of existing systems in the field of plant recognition has been conducted. A mathematical model of the system has been determined and algorithms using deep learning methods for image recognition have been implemented. Testing and evaluation of the effectiveness of the developed model have been carried out, which have shown its high accuracy. The proposed results contribute to the automation of processes in agriculture and increasing the effectiveness of weed control.