

**ВЕБДІАГНОСТИКА
ЗАХВОРЮВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ**

Лозова М.С., Гриньова О.Є.

e-mail: mariia.lozova@nure.ua, olena.hrynova@nure.ua

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

This paper presents an intelligent computer vision system for detecting leaf diseases in tomatoes, potatoes and corn using deep learning. Convolutional neural networks with transfer learning classify leaf conditions from publicly available datasets of healthy and diseased leaves. The system combines an image analysis module with a rule-based recommendation subsystem that explains the diagnosis and suggests basic plant care actions. A web-based interface allows users to upload or capture leaf images and receive classification results with confidence scores and practical recommendations, with further extensions planned for climate-aware analysis and growth stage identification.

Сільське господарство значною мірою залежить від своєчасного виявлення та усунення захворювань рослин, оскільки ураження листя знижує врожайність, погіршує якість продукції та спричиняє економічні втрати. Традиційна візуальна діагностика, що виконується агрономом або спеціалістом, є трудомісткою, суб'єктивною та малодоступною для невеликих фермерських господарств і приватних землекористувачів [1]. Особливо гостро ці обмеження проявляються для малих фермерських господарств і приватних землекористувачів, які в умовах війни не мають стабільного доступу до фахових агрономічних консультацій. Активний розвиток методів штучного інтелекту, комп'ютерного зору та глибокого навчання відкриває можливості для автоматизованого аналізу цифрових зображень листя, що підвищує ефективність моніторингу рослин і зменшує вплив людського фактору на прийняття рішень [2].

Метою даної роботи є розробка інтелектуальної системи виявлення ознак захворювань листя сільськогосподарських рослин на основі аналізу зображень із використанням методів глибокого навчання. У межах дослідження розглядається застосування згорткових нейронних мереж для класифікації стану листя томатів, картоплі та кукурудзи – культур, для яких існують відкриті набори даних із відповідною розміткою та які мають велике практичне значення в аграрному секторі.

Для навчання моделі використовується функція втрат категоріальної крос-ентропії, яка дозволяє оцінити відхилення між істинними мітками класів та прогнозами нейронної мережі.

Запропонована система використовує відкриті датасети, що містять зображення листя рослин із маркуванням за класами «здорове» та

«уражене захворюванням», зокрема вибірки для томатів, картоплі та кукурудзи. Перед навчанням моделі здійснюється попередня обробка зображень, що включає приведення до єдиного розміру, нормалізацію яскравості та кольорних каналів, а також аугментацію даних (обертання, дзеркальне відображення, випадкові зсуви, зміну масштабу та яскравості) з метою підвищення стійкості моделі до змін освітлення, ракурсу, часткового перекриття листя та фону [3]. Для скорочення часу навчання та підвищення точності класифікації застосовується підхід transfer learning із використанням попередньо навчених архітектур згорткових нейронних мереж (наприклад, ResNet, VGG або MobileNet), які донавчаються на вибраних підмножинах зображень листя цільових культур. Для мінімізації впливу фонового шуму в польових умовах застосовано попередню сегментацію ROI у просторах HSV/Lab, що забезпечує чітку ізоляцію морфологічних ознак патологій. Використання підходу глибокого навчання на зображеннях листя різних видів сільськогосподарських культур у здоровому стані та з характерними проявами захворювань дає можливість автоматично виділяти стійкі візуальні ознаки кожного класу, забезпечуючи надійну класифікацію стану рослин (рис. 1).



Рисунок 1 – Фрагмент датасету PlantVillage із зображеннями листя уражених рослин томату

Окрім модуля аналізу зображень, система містить експертну підсистему рекомендацій, яка формує текстові пояснення результатів класифікації на основі вбудованих правил та бази знань про поширені хвороби рослин. Користувач отримує структуровану інформацію про можливі причини виявленого захворювання, умови середовища (вологість, температура, освітленість), що сприяють його розвитку, характерні симптоми на різних стадіях ураження, а також базові рекомендації щодо догляду за рослинами, профілактики та усунення проблем. Для кожного виявленого класу формуються рекомендації щодо поливу, режиму підживлення, санітарної обрізки та, за потреби, використання засобів захисту рослин, орієнтовані на малих фермерів і приватних землекористувачів. Такий підхід дозволяє поєднати автоматичний аналіз зображень із практичними порадами, наближеними до формату

консультації агронома, та забезпечити зрозумілу підтримку прийняття рішень для кінцевого користувача без спеціальної аграрної підготовки.

Програмний продукт реалізується як веб-застосунок з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, придатним для використання на персональних комп'ютерах і мобільних пристроях. Користувач обирає тип культури, завантажує або фотографує листок, після чого система автоматично виконує попередню обробку та класифікацію стану рослини. Результат подається у наочній формі з указанням класу («здорове» / конкретне захворювання), рівня впевненості моделі та короткого текстового пояснення з базовими рекомендаціями. Орієнтація на простий інтерфейс і мінімальні вимоги до обладнання робить систему придатною для використання нефахівцями в польових умовах, зокрема за обмеженого доступу до агросервісів під час воєнних дій. На поточному етапі реалізації прототипу проводиться навчання та валідація моделі на відкритих наборах даних із очікуваною точністю класифікації на рівні не менше 95–97 %, що відповідає сучасним результатам досліджень у сфері діагностики захворювань рослин на основі глибоких згорткових нейронних мереж.

Перспективи розвитку системи - інтеграція додаткових даних про умови вирощування та стан посівів; впровадження календаря росту з етапами розвитку рослин, температурними режимами та вимогами до освітлення; урахування географічного розташування користувача для адаптації результатів аналізу до кліматичної зони та погодних умов; впровадження модуля «адаптивного захисту», який у разі відсутності доступу до промислових фунгіцидів (зокрема в зонах ведення бойових дій або порушення логістики) буде формувати рекомендації на основі біологічних та народних методів. Розвиток системи передбачає впровадження механізмів візуалізації областей активації нейромережі (Heatmaps). Користувач зможе бачити, на основі яких саме ознак листка система зробила висновок про хворобу, що підвищить рівень довіри до діагнозу та дозволить агроному-нефахівцю краще розуміти морфологію патологій (Explainable AI).

Список використаних джерел:

1. Neural network technologies for monitoring and analysis of destructive damage to agricultural plots / K. V. Silvanovych et al. Bionics of Intelligence. 2025. Vol. 2, no. 103. P. 22–33. DOI: [https://doi.org/10.30837/bi.2025.2\(103\).04](https://doi.org/10.30837/bi.2025.2(103).04).
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – Cambridge : MIT Press, 2016. – 775 p.
3. D. Tejaswi, T. Sri Vaishnavi, B. Nandini, P. Nuka Raju and B. Deepika. Plant disease detection using deep learning. International Journal of Science and Research Archive, 2024, 12(01), 2476–2488. DOI: <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.1.1043>.