

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Висвітлено теоретичні та практичні аспекти розробки інтелектуальної інформаційної технології для діагностування хвороб рослин за допомогою експертних систем та машинного навчання. Основна увага приділена використанню нейронних мереж для точного розпізнавання та класифікації хвороб рослин з подальшим наданням рекомендацій. Аналізується застосування машинного зору та глибокого навчання для автоматизації процесу діагностування хвороб рослин, зокрема за допомогою обробки зображень рослин. Розробка спрямована на забезпечення ефективного вирішення проблеми діагностики хвороб рослин, що має соціальний та економічний потенціал.

Ключові слова: діагностування хвороб рослин, розпізнавання образів, нейронні мережі, глибоке навчання, експертні системи.

Abstract

The theoretical and practical aspects of the development of intelligent information technology for diagnosing plant diseases using expert systems and machine learning are highlighted. The main focus is on the use of neural networks for accurate recognition and classification of plant diseases, followed by recommendations. The application of machine vision and deep learning to automate the process of diagnosing plant diseases, in particular by means of plant image processing, is analyzed. The development is aimed at providing an effective solution to the problem of diagnosing plant diseases, which has social and economic potential.

Keywords: plant disease diagnosis, pattern recognition, neural networks, deep learning, expert systems.

Вступ

Рослини невіддільно пов'язані з життям людини і відіграють ключову роль у нашому існуванні, забезпечуючи продовольчу безпеку та розвиток аграрного сектору. Проте, хвороби рослин становлять значну загрозу для врожайності та якості сільськогосподарських культур. За даними ООН, щорічні світові втрати врожаю через хвороби становлять понад 30%, що прирівнюється приблизно до 75 мільярдів доларів щорічно [1]. За прогнозами Головного Управління Держпродспоживслужби в Одеській області, річний недобір врожаю від борошнистої роси може становити 10-15%, іноді – 30-35%, а при інтенсивному розвитку гельмінтоспоріозу (темно-бура плямистість) втрати врожаю можуть становити 30-40% [2].

Раннє виявлення та ефективна діагностика хвороб мають критичне значення для збереження врожаю та зменшення економічних втрат. Більшість хвороб можливо контролювати або навіть повністю вилікувати на початкових стадіях. На сьогоднішній день діагностування хвороб аграрних культур переважно покладається на знання та досвід кваліфікованих фахівців, таких як агрономи та садівники, які використовують візуальний аналіз для ідентифікації проблем. Вони оцінюють аномалії у кольорі, формі, або текстурі листя, квітів та стебел для діагностування хвороби. Однак, цей традиційний підхід може бути часомістким і суб'єктивним, що підвищує ризик втрати урожаю через затримки в лікуванні. Тому, виникає нагальна потреба в розробці та застосуванні більш передових та об'єктивних технологій для виявлення хвороб рослин, щоб забезпечити швидку та точну діагностику.

Системи штучного інтелекту є досить перспективними для цієї задачі. В ході дослідження, знайдено непрямі аналоги, які мають, зокрема, такі основні функції: виявлення дефіциту поживних речовин в культурах [3], встановлення хвороби рослини через заповнення анкети [4], діагностика врожаю овочів та фруктів [5]. Проте прямого аналогу не знайдено, тому актуальною є розробка інтелектуальної інформаційної технології для діагностування хвороб рослин за допомогою нейронних мереж та експертних систем.

Результати дослідження

З появою сучасних технологій, зокрема машинного навчання та комп'ютерного зору, відкриваються нові можливості для розв'язання проблеми діагностування хвороб. Тому доцільно здійснити спробу полегшити виявлення та класифікацію хвороб сільськогосподарських рослин з використанням сучасних технологій. Для реалізації поставленої задачі є необхідність у створенні системи, яка комбінує можливості експертних систем, що базуються на обширних базах знань про хвороби рослин, з алгоритмами глибокого навчання, здатними діагностувати хвороби на основі зображень рослин.

У контексті цього, можна виділити два основних напрямки або етапи. Перший етап передбачає розгляд можливості виділення специфічних ознак хвороб на зображеннях та ідентифікації їх обчислювальними засобами. Симптоми або ознаки хвороби рослини можуть виявлятися у різних частинах рослини, найпоширеніші - листя та стебла. Серед загальних симптомів можна виділити: зміну кольору, появу плям, пухирців, в'янення, деформацію, висихання [6]. Таким чином, перераховані симптоми можна використовувати як візуальні шаблони для навчання моделей нейронних мереж. За допомогою нейронних мереж, що навчаються на дуже великій кількості зображень рослин з різними хворобами, можна швидко та точно провести діагностику [7]. Після проведення навчання на наборі зображень рослин з позначеними хворобами, система зможе аналізувати, виявляти і класифікувати різні типи хвороб. Другий етап має бути спрямований на розробку бази знань, що містить інформацію про симптоми, причини та методи лікування хвороб рослин [8]. Система використовує ці дані і надає рекомендації щодо лікування і запобігання поширенню хвороби. Описаний підхід значно знижує перешкоди для людей без досвіду в агрономії та забезпечує автоматизацію, а також швидке та точне виявлення хвороб, сприяючи своєчасному їх лікуванню.

Здійснено аналіз основних нейронних мереж які застосовуються для вирішення схожих завдань. Досліджено такі нейромережі як: DNN (глибинні нейронні мережі), CNN (згорткові нейронні мережі), FCNN (повнозв'язні нейронні мережі) і GAN (генеративно-змагальні нейронні мережі).

Глибинні нейронні мережі можуть адаптуватися до різних типів даних, від зображень та звуку до тексту і часових рядів. Проте тренування DNN потребує значних обчислювальних ресурсів, в тому числі й графічних процесорів (GPU). Також DNN схильні до перенавчання, передусім коли вони тренуються на невеликих наборах даних.

Згорткові нейронні мережі особливо результативні у завданнях обробки зображень, включаючи класифікацію, локалізацію та сегментацію об'єктів. Вони можуть автоматично визначати і виділяти важливі характеристики на зображеннях рослин для виявлення симптомів хвороби. Однак для ефективного навчання CNN необхідні великі обсяги анованих даних, збір яких може бути часомістким.

Повнозв'язні нейронні мережі корисні для аналізу вже оброблених даних, таких як ознаки, що отримані із зображення, але не є результативними для прямої обробки зображень. Проте, FCNN мають просту архітектуру і потребують менше обчислювальної потужності в порівняно з іншими мережами.

Генеративно-змагальні мережі можуть бути застосовані для покращення якості зображень, що може допомогти у підвищенні точності моделі класифікації або для генерування нових зображень, особливо коли дані обмежені. Разом з тим, GAN не є ефективним інструментом для діагностики хвороб рослин без поєднання з іншими нейронними мережами.

Проаналізувавши всі переваги та недоліки розглянутих нейромереж було відзначено, що для вирішення поставленої задачі найкраще підходять згорткові нейронні мережі (CNN), а саме алгоритм Fast R-CNN (Fast Region-based Convolutional Neural Network) та алгоритм YOLO (You Only Look Once), так як вони характеризуються високою точністю виявлення об'єктів та швидкодією [9].

Висновки

Розробка та впровадження інтелектуальної інформаційної технології для діагностування хвороб рослин, яка комбінує можливості експертних систем для аналізу симптомів хвороб з алгоритмами машинного навчання для аналізу зображень рослин має велике значення для аграрного сектору та продовольчої безпеки загалом. Тематика є актуальною і має науковий, технологічний, соціальний та економічний потенціал. Автоматизація процесу діагностування за допомогою нейронних мереж та комп'ютерного зору підвищує точність ідентифікації хвороб та забезпечує оперативне надання

рекомендацій, сприяючи ефективному лікуванню та зниженню втрат урожаю. Такий підхід відкриває нові перспективи для подальших досліджень у цій галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистика втрат урожаю пшениці (2019), Офіційний сайт ООН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://unstats.un.org>.
2. Прогноз розвитку шкідників та хвороб сільськогосподарських культур в Одеській області на березень 2024 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://odesa.consumer.gov.ua/?p=1314>.
3. Yara CheckIT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/tools-and-services-landing-page/yara-checkit/>.
4. CropDiagnosis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cropdiagnosis.com/portal/crops/en/home>
5. Plantix [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://plantix.net/en/>.
6. Хвороби рослин: види, лікування та профілактика. EOS Data Analytics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eos.com/uk/blog/hvoroby-roslyn/>.
7. Колесницький, О. К. Нейромережеві моделі та технології обчислювального інтелекту. Нейрокомп'ютери. Частина I : навчальний посібник / О. К. Колесницький, В. І. Месюра. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 66 с.
8. Експертні системи. Частина 1. / Месюра, В. І., Яровий, А. А., Арсенюк, І. Р. – Вінниця: ВНТУ, 2006.– 114 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/9315>.
9. YOLO and Faster R-CNN Object Detection in Architecture, Engineering and Construction(AEC): Applications, Challenges and Future Prospects. ResearchGate.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/376017186_YOLO_and_Faster_R-CNN_Object_Detection_in_Architecture_Engineering_and_Construction_AEC_Applications_Challenges_and_Future_Prospets.

Романенко Наталія Борисівна — студентка групи 2КН-23м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: nr25032002@gmail.com.

Яровий Андрій Анатолійович — завідувач кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Romanenko Nataliia Borysivna. — Student of group 2KN-23m, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nr25032002@gmail.com.

Yarovy Andrii Anatoliyovych. — Head of the Department for Computer Science, Doctor of Science (Eng.), Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.