

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Інститут комп'ютерних систем і технологій
"Індустрія 4.0" ім.П.Н.Платонова**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2022»**

***МАТЕРІАЛИ
XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ***



20 - 21 ЖОВТНЯ 2022 р.

м.ОДЕСА

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ODESSA NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
INSTITUTE OF COMPUTER SYSTEMS AND TECHNOLOGIES
"INDUSTRY 4.0" NAMED AFTER P.N. ПЛАТОНОВА**

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2022»**

***PROCEEDINGS
OF THE XV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE***



OCTOBER 20 - 21, 2022

ODESSA

Організаційний комітет конференції
Organizational committee of the conference

Голова
Supervisor

Єгоров Б.В., проф. (Одеса)

Заступники голови
Deputy Chairmen

Поварова Н.М., доц. (Одеса, Україна)
Хобін В.А., проф. (Одеса, Україна)
Котлик С.В., доц. (Одеса, Україна)

Члени комітету
Committee members

Panagiotis Tzionas prof. (Thessaloniki, Greece)
Qiang Huang, prof. (Los Angeles C.A., USA)
Yangmin Li, prof (Macao, China)
Артеменко С.В., проф., (Одеса, Україна)
Романюк О.Н., проф. (Вінниця, Україна)
Грабко В.В., проф. (Вінниця, Україна)
Єгоров В.Б., д.т.н. (Одеса, Україна)
Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)
Ладанюк А.П., проф. (Київ, Україна)
Лисенко В.Ф., проф. (Київ, Україна)
Любчик Л.М., проф. (Харків, Україна)
Палов І., проф. (Русе, Болгарія)
Плотніков В.М., проф. (Одеса, Україна)
Стовкова В.Д., доц. (Тракия, Болгарія)
Суслов В., доц. (Кошалін, Польща)
Артем'єв П., проф. (Ольштин, Польща)
Судацевські В., доц. (Кишинів, Молдова)
Аманжолова С., доц. (Алмати, Казахстан)

УДК 004.01/08

Інформаційні технології і автоматизація – 2022 / Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, 20-21 жовтня 2022 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2022 р. – 246 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області ІТ, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямами і спеціальностями програмного забезпечення, обчислювальної техніки і автоматизованих систем, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам з комп'ютерного моделювання та розробки комп'ютерних ігор.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Рекомендовано для публікації Вченою Радою навчально-наукового інституту комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.М. Платонова ОНТУ від 27.10.2022 р., протокол № 2.

Матеріали подано українською та англійською мовами.
Редактор збірника Котлик С.В.

UDC 004.01/08

Information Technologies and Automation - 2022 / Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 20-21, 2022. - Odessa, ONTU Publishing House, 2022 – 246 p.

The collection includes materials of reports of conference participants, which are united by thematic areas of the conference.

The collection will be useful for professionals and employees of companies engaged in the field of IT, as well as for teachers, masters and students of higher education institutions studying in the areas and specialties of computer software and automated systems, applied mathematics and information processing, will be useful to professionals on computer modeling and development of computer games.

The results of research in the collection are a kind of slice of the current state of affairs in these areas of knowledge, which can help both professionals and university students to get a general picture of the development of information technology and related issues.

Scientific papers are grouped by areas of the conference and are listed in alphabetical order of the authors.

Materials (abstracts) are published in the author's edition. The author is responsible for the quality and content of publications.

Recommended for publication by the Academic Council of the Educational and Scientific Institute of Computer Systems and Technologies "Industry 4.0" them. P.M. Platonov from 27.10.2022, protocol № 2.

Materials are submitted in Ukrainian and English.
Editor of the collection Sergii Kotlyk.

Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)	
Величко В.Ю., Малахов К.С. Сервіс редагування виділеної множини понять в мережевій моделі представлення знань. (Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України)	188
Клименко М.С. Застосування семантичних полів для задачі ідентифікації учасників діалогу. (Інститут проблем штучного інтелекту НАН України та МОН України, Україна)	191
Мордик О.О. Цимбал О.М. Обчислення середньої точності знаходження об'єктів за допомогою засобів комп'ютерного зору. (Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна)	192
Пишка Р. Р., Алексєєв А. С., Келемен С. Й., Гецянин Д. Р. Алгоритм FP-GROWTH та його кроки. (Національний університет «Львівська політехніка», Україна)	195
Федій Б.І., Бабілонга О.Ю. Нейромережеве розпізнавання хвороб сільськогосподарських культур за зображеннями. (Національний університет «Одеська політехніка», Україна)	197
Шевченко А.І., Клименко М.С. Аналіз стратегічних напрямів розвитку штучного інтелекту в Україні. (Інститут проблем штучного інтелекту НАН України та МОН України, Україна)	200
Розділ 8. Комп'ютерні ігри і WEB-дизайн	202
Veselovskiy V.V. On open world procedural generation. (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)	202
Volkov D. O. Approaches to texturing 3d environments for low budget top-down strategy games. (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine)	205
Ізвалов О.В. Моделювання виробничих процесів у іграх інкрементального жанру. (Економіко-технологічний інститут ім. Роберта Ельворті, Україна)	208
Романюк О.Н., Громова Л. П., Романюк О.В., Рейда О.М., Котлик С.В. Комп'ютерна програма для розробки тематичних кросвордів. (Вінницький національний технічний університет, Одеський національний технологічний університет, Україна)	211
Тумбрукакі В.В., Ломовцев П.Б. Дослідження технології NANITE на рушії для розробки комп'ютерних ігор UNREAL ENGINE 5. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	214
Розділ 9. Бібліометрика. Інформатизація навчального, наукового, дослідного процесів	217
Борцова Ю.В., Сиволап О.С. Цифровий формат роботи бібліотеки з використанням google таблиць. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	217
Волкова А.Ю., Тигуренко Ж.А., Шершун О.О. Застосування чендж менеджменту при організації робочих процесів бібліотек ЗВО. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	218
Главчева Ю. М. Публікаційна стратегія, як основа наукової репутації (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна)	219
Korolevych Ye., Hryniv S., Kryvenko V., Kolesnyk V. Application of the concept and architecture of grid systems for building a database of users of the scientific and technical library of ONUT. (Одеський національний технологічний університет, Україна)	221
Мосейчук А.А. Дослідження ефективності використання ресурсу для виконання лабораторних робіт на прикладі дисципліни «теоретичні основи холодильної техніки». (Одеський національний технологічний університет, Україна)	223
O. Olshevska, O. Sakaliuk Using cloud services to organize management processes	224

Список
 організацій, представники яких взяли участь у роботі конференції
 List
 organizations whose representatives took part in the conference

Masaryk University	Czech Republic
Abylkas Saginov Karaganda Technical University Kazakhstan	Kazakhstan
New Bulgarian University	Bulgaria
Taras Shevchenko National University of Kyiv	Ukraine
Turan University	Kazakhstan
V.N. Karazin Kharkiv National University	Ukraine
ВСП «Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного господарства та природокористування»	Україна
Вінницький національний технічний університет	Україна
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»	Україна
ВТЕІ КНТЕУ	Україна
ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет"	Україна
Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами	Україна
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара	Україна
Донбаська державна машинобудівна академія	Україна
Донецький національний технічний університет	Україна
Економіко-технологічний інститут ім. Роберта Ельворті	Україна
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	Україна
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Україна
Інститут проблем штучного інтелекту НАН України та МОН України	Україна
Інститут транспортних систем та технологій Національної академії наук України	Україна
Комунальна установа Сумська спеціалізована школа I-III ступенів №25	Україна
Криворізький національний університет	Україна
Львівський торговельно-економічний університет	Україна
Міжнародний європейський університет	Україна
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН	Україна
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ"	Україна
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»	Україна
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"	Україна

Національний університет «Львівська політехніка»	Україна
Національний університет «Одеська морська академія»	Україна
Національний університет «Одеська політехніка»	Україна
Національний університет біоресурсів і природокористування України	Україна
Одеський національний технологічний університет	Україна
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	Україна
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка	Україна
Український державний університет науки і технологій	Україна
Український державний хіміко-технологічний університет	Україна
Університет митної справи та фінансів	Україна
Харківський національний університет радіоелектроніки	Україна
Херсонська державна морська академія	Україна
Чорноморський національний університет імені Петра Могили	Україна

УДК 004.932

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ

Федій Б.І., Бабілунга О.Ю. (bohdanfedii@gmail.com, babilunga.onpu@gmail.com)

Національний університет «Одеська політехніка» (Україна)

Проблема автоматичної діагностики хвороб сільськогосподарських культур пов'язана зі слабкою структурованістю та значним різноманіттям початкової візуальної інформації. Для вирішення даної проблеми розроблено методику розпізнавання виду хвороби рослини за її зображеннями. Для дослідження методики розпізнавання розроблено програмне забезпечення на мові програмування Python із використанням відкритої бібліотеки Keras. Проведено комп'ютерні експерименти для визначення найкращої моделі нейронної мережі, серед моделей нейронних мереж, схожих за параметром Top-1 Accuracy. Використання генетичного алгоритму для налаштування гіперпараметрів обраної моделі нейронної мережі дозволило підвищити точність розпізнавання.

Хвороби сільськогосподарських культур являються серйозною загрозою для врожаю, тому що спричиняють значне зниження його кількості та якості. Задача оперативного виявлення хвороби рослини в багатьох випадках ускладнена через відсутність необхідних знань та техніки для діагностики. Однак вона може бути вирішена шляхом розробки систем автоматизованої діагностики виду хвороби рослини з використанням сучасних інформаційних технологій. Перспективним напрямком, що дозволить експертам-діагностам швидко отримати попередні результати та своєчасно вжити необхідних заходів по протидії пошкодженню врожаю є розробка системи автоматизованого діагностування хвороби рослин на основі технологій машинного навчання, еволюційних алгоритмів, методів цифрової обробки зображень, тому тема роботи є актуальною.

Метою роботи є розробка та дослідження методики розпізнавання хвороб сільськогосподарських рослин за зображеннями з використанням нейромережевого підходу для підвищення точності визначення виду хвороби.

Як правило, для вирішення задачі аналізу зображень використовуються алгоритми та методи двох видів. По-перше, це алгоритми, що базуються на виявленні інформативних регіонів та характеристик зразків зображень (DWT, PCA, GLCM, LBM, HOG) у поєднанні з методами класифікації (SVM, KNN, Random Forest тощо). По-друге, це алгоритми глибинного навчання, такі як рекурентні нейронні мережі (RNN), мережі з довготривалою короткочасною пам'яттю (LSTM), згорткові нейронні мережі (CNN), багатошарові перцептрони (MLP) [1].

Візуальна інформація, яка характеризує прояви хвороб на поверхні сільськогосподарських культур слабо структурована та відрізняється різноманіттям кольору, форми та текстури, тому в даній роботі перевага віддана алгоритмам глибинного навчання.

Із наукових джерел відомо, що в останні роки, успіхи при побудові моделей для розпізнавання слабо структурованих зображень, пов'язані саме з відкриттям CNN. Використання моделей даного типу в системах розпізнавання дозволяє поступово вилучати характеристики все більш високого рівня зі змісту зображення. Замість попередньої обробки даних для отримання характеристик текстури та форми, CNN, у якості вхідних даних приймає лише необроблені піксельні дані зображення та в результаті навчання отримує характеристики, за якими робить висновок – об'єкт якого класу вони утворюють [1].

Для вирішення завдання розпізнавання хвороб сільськогосподарських рослин за зображеннями, в роботі запропонована така методика: дослідити використання різних моделей CNN; провести навчання обраних моделей на датасеті з зображеннями хвороб

рослин; обрати кращу за точністю модель нейронної мережі; застосувати для налаштування її параметрів генетичний алгоритм.

Були досліджені моделі глибокого навчання – згорткові нейронні мережі: DenseNet121, MobileNetV2, NASNetMobile та EfficientNetB0. Визначені моделі були обрані через свою «легкість» (відносно невелика кількість параметрів, глибина та розмір), оскільки чим «легша» модель – тим швидше відбуватиметься її навчання. Для того, щоб порівняння було коректним, головним критерієм вибору моделей був показник «Top-1 Accuracy», який підбирався максимально схожим, у діапазоні від 71.3 – 77.1%. Нижче наведений опис характеристик кожної моделі (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристики моделей, що були обрані для порівняння [2]

Model	Size (MB)	Top-1 Accuracy	Top-5 Accuracy	Parameters	Depth	Time (ms) per inference step (CPU)	Time (ms) per inference step (GPU)
DenseNet121	33	75.0%	92.3%	8.1M	242	77.1	5.4
NASNetMobile	23	74.4%	91.9%	5.3M	389	27.0	6.7
EfficientNetB0	29	77.1%	93.3%	5.3M	132	46.0	4.9
MobileNetV2	14	71.3%	90.1%	3.5M	105	25.9	3.8

Для навчання моделей нейронних мереж використано датасет PlantVillage-Dataset [3], у якому містяться дані про 14 видів сільськогосподарських культур: усього 38 класів зі зразками зображень заражених та здорових листків рослин. Зображення набору було поділено на навчальну, валідаційну та тестову вибірки: навчальна вибірка – 70 % від загальної кількості датасету, валідаційна та тестова – по 15 % кожна.

Комп'ютерний експеримент був проведений із використанням мови програмування Python та моделей нейронних мереж, що надає бібліотека Keras [2].

Після проведення попередніх випробувань, було встановлено, що навчання моделей на повному датасеті проводиться дуже довго, тобто для навчання однієї моделі при 20 епохах необхідно більше 13 годин. Також існував ризик пов'язаний із технічними аспектами, а саме середовище виконання програмного коду могло не витримати подібних неперервних навантажень і заблокувати роботу. Тому кількість класів при навчанні CNN була зменшена.

Критеріями визначення точності при розпізнаванні хвороби рослини за зображеннями були обрані середньозважені (weighted average) значення, такі як «precision», «recall» та «F1-score» [1], тому що датасет початкових зображень був незбалансованим, але при розрахунку критеріїв по зваженому середньому, внесок кожного класу нормується за його розміром. Навчання кожної моделі відбувалося упродовж 30 епох. Результати тестування представлені в табл. 2.

Із таблиці видно, що дві з обраних моделей DenseNet121 та EfficientNetB0 дали непогані результати. Хоча модель EfficientNetB0 має ненабагато кращі результати за DenseNet121, однак на навчання першої моделі йде суттєво менше часу (за результатами комп'ютерного експерименту в середньому 350 с на одну епоху проти 870 с). Отже, для реалізації наступного етапу нейромережевого розпізнавання хвороб сільськогосподарських рослин за зображеннями було обрано модель EfficientNetB0, на базі якої проведено експеримент із використання генетичного алгоритму для налаштування початкових значень гіперпараметрів мережі.

Таблиця 2 – Результати тестування базових моделей CNN на датасеті PlantVillage-Dataset

Модель	Weighted average precision	Weighted average recall	Weighted average F1-score
--------	----------------------------	-------------------------	---------------------------

DenseNet121	0.64	0.57	0.49
MobileNetV2	0.04	0.2	0.07
NASNetMobile	0.02	0.13	0.03
EfficientNetB0	0.67	0.6	0.57

Запропоновано за допомогою генетичного алгоритму підібрати початкові значення п'яти параметрів мережі. Тоді маємо п'ять векторів (хромосом) з параметрами: 0 – оптимізаційна функція навчання ("0" – залишити за замовчуванням (Adam), "1" – Adadelata, "2" – RMSprop), 1 – Learning rate ("0" – за замовчуванням (0.001), "1" – 0.006, "2" – 0.06), 2 – заміна активаційної функції swish на relu ("0" – залишити, "1" – замінити), 3 – заміна активаційної функції linear на relu ("0" – залишити, "1" – замінити), 4 – Dropout rate у фінальному блоці ("0" – за замовчуванням (0.2), "1" – 0.15, "2" – 0.25).

Для експериментів була взята попередньо навчена базова модель EfficientNetB0. Початкова популяція складалася із семи моделей із різними хромосомами (значення параметрів були задані випадковим чином). На кожній із п'яти ітерацій моделі EfficientNetB0 донавчалися упродовж 10 епох. Після кожної такої ітерації обиралося 4 моделі, які показали найвищі результати за критеріями точності при тестуванні. Із чотирьох відібраних моделей випадковим чином обиралися 2 (предки) і їх хромосоми (вектори параметрів) випадковим чином схрещувалися. Щоб отримати вектор параметрів потомку; цей процес повторювався ще три рази. Варто зазначити, що при схрещуванні також відбувалася мутація з вірогідністю 0,1. Таким чином, у наступну популяцію потрапляли 4 потомки від попередньої популяції і генерувалися 3 нові хромосоми. Після проходження п'яти популяцій, за результатами еволюції, маємо кращу хромосому з параметрами [1, 1, 1, 0, 0]. Результати комп'ютерних експериментів представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати тестування моделі EfficientNetB0 з параметрами, отриманими на основі генетичного алгоритму

Модель	Weighted average precision	Weighted average recall	Weighted average F1-score
EfficientNetB0 з параметрами [1, 1, 1, 0, 0]	0.81	0.74	0.74

У результаті проведеного дослідження, була розроблена та реалізована методика розпізнавання хвороб сільськогосподарських рослин за зображеннями – із використанням нейромережевої моделі EfficientNetB0 з параметрами, отриманими на основі генетичного алгоритму, що дозволило підвищити точність розпізнавання в середньому на 15 %.

Список використаної літератури

[1] "ML Practicum: Image Classification," Google Machine Learning. [Online]. Available: <https://developers.google.com/machine-learning/practica/image-classification/convolutional-neural-networks> [Accessed: September 27, 2022].

[2] "Keras Applications," Keras. [Online]. Available: <https://keras.io/api/applications/> [Accessed: September 26, 2022].

[3] "PlantVillage-Dataset," GitHub. [Online]. Available: <https://github.com/spMohanty/PlantVillage-Dataset/tree/master/raw/color> [Accessed: September 25, 2022].

XV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2022»**

**20 - 21 ЖОВТНЯ 2022 р.
м.Одеса**

XV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**«INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION– 2022»**

**OCTOBER 20 - 21, 2022
Odessa**

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

The collection includes reports of conference participants. Abstracts are published in the form in which they were submitted by the authors.

The authors of the articles are responsible for the content and form of submission of the material.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Корнієнко Ю.К., Ломовцев П.Б.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.