

УДК 004.8

Міщук В.С., Мазурець О.В., Собко О.В., Петровський С.С.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЯБЛУК ЗА ФОТОГРАФІЧНИМ ЗОБРАЖЕННЯМ ПЛОДА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

*Розглянуто основні засади розробки інтелектуальної системи вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода з використанням нейронної мережі. Результатом розробки програмного продукту став веб-застосунок з функцією розпізнавання сортів яблук та надання рекомендацій з ефективної переробки розпізнаного сорту. В даному застосунку реалізовано основний функціонал, що передбачає завантаження веб-сторінки, завантаження фото для розпізнавання та отримання, на основі розпізнаного фотографічного зображення, назви розпізнаного сорту та рекомендацій, з їх ефективної переробки.*

*The main principles of developing the intelligent system for selecting optimal apple processing strategy based on a photographic image of the fruit using neural network are considered. The result of developing the software product was web application with the function of recognizing apple varieties and providing recommendations for the effective processing of the recognized variety. This application implements the main functionality, which involves loading web page, loading photo for recognition and obtaining, based on the recognized photographic image, the name of the recognized variety and recommendations for their effective processing.*

Враховуючи поширеність та універсальність такого фрукту як яблуко, не дивно що даний фрукт люди використовують в самих різних напрямках виробничої діяльності [1].

Зважаючи на різноманітність сфер застосування яблук, можна зробити висновок, що даний фрукт є універсальним для будь якої цілі, але важливим є те, що кожен сорт яблук має свою виразну сукупність ознак, за якими даний сорт розрізняють, і окрім зовнішніх ознак (розмір плода, форма, колір шкірки), сорти яблук відрізняються за хімічним складом (насиченість цукром, білками, водою) та насиченістю тими чи іншими елементами [2, 3].

Однією із найважливіших галузей комп'ютерних наук є штучний інтелект, який є надзвичайно важливим у роботі багатьох сфер, таких як медицина (виявлення захворювань на основі рентгенівського зображення, пошук медичних записів), фінансова (аналіз даних, прогнозування росту або падіння акцій, курсу валюти), правоохоронна (розпізнавання обличчя підозрюваних, номерів машин, що

порушили ПДД), наукова (аналіз та виявлення матеріалів, що краще підходять для тої чи іншої цілі) та інші діяльності [1-7]. За допомогою ШІ можливо автоматизувати складні задачі, покращити ефективність та розвинути нові можливості у багатьох галузях [8, 9].

Одними із таких галузей є харчова, кулінарна, косметологічна, медицина та інші промисловості де використовуються плоди яблуні. Згідно мети курсового проєкту (КП), потрібно розробити метод вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода методом використання згорткової нейронної мережі. Це зумовлено актуальністю теми ефективного використання та переробки яблук, для цілі, яка більше підходить для конкретного сорту. Зважаючи на те, що кожен сорт яблук має власні відмінні особливості, за якими його можна ідентифікувати, будь то розмір плоду, його смак, колір шкірки, її твердість тощо, сорти яблук також мають свої і більш тонкі особливості в плані соковитості, аромату, насиченості корисними вітамінами, мінералами, антиоксидантами, тощо.

Все це свідчить, що один сорт яблук може краще підійти для звичайного поїдання, вижимання соку, приготування компоту, наступний сорт може краще підходити для виготовлення алкогольних або безалкогольних напоїв та коктейлів, третій сорт може краще підійти для виготовлення лікарських засобів або ж косметичних продуктів тощо.

Для реалізації коректної роботи застосунка, орієнтовано можна використати засоби ШІ для автоматизації виконання задачі, а саме нейрону згорткову мережу (CNN) [10, 11]. Завдяки особливостям CNN, дана нейромережа найкраще підходить для аналізу та розпізнавання фотографічних зображень [12].

Тому актуальність вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода методом використання згорткової нейронної мережі є досить високою. Так як існує велика кількість всіляких сортів яблук, програмний застосунок, розроблений згідно теми КП допоможе садоводам, продавцям, кухарям, та іншим групам користувачів ідентифікувати до якого сорту належить плід, зображений на фотографічному знімку. Та в подальшому ефективно використати той чи інший сорт яблук, в залежності від потреб користувача.

Метою роботи є створення інтелектуальної системи вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода з використанням згорткової нейронної мережі.

ІС включає в себе підсистеми, їх функції та зв'язки між собою. Так, «Підсистема з навчання нейромережі» відповідає за навчання НМ на підключеному наборі даних (dataset), використовуючи нейромережні бібліотеки TensorFlow для навчання нейромережі розпізнаванню та розшифруванню образів, Keras для уможливлення швидких експериментів з мережами глибинного навчання та OpenCV для обробки та аналізу вмісту зображень та розпізнавання об'єктів на

фотографіях. Під час навчання виявлятимуться ключові ознаки на навчальних образах. Після навчання НМ, відбувається збереження навченої моделі для подальшого використання навченої моделі.

«Dataset» є набором даних, що складається з фотографій яблук та відповідно назв їх сортів. У сформований датасет Входить біля 700 фотографій яблук, розділених на 8 сортів. На зазначеному dataset буде відбуватися навчання НМ.

«Підсистема з запуску застосунку» відповідає за запуск програми. Через команду в терміналі запускається локальний сервер, на якому буде працювати веб-застосунок. Далі, одразу після запуску локального сервера, користувача перенаправляє на сторінку веб-застосунку, на якій може обрати та розпізнати зображення.

«Підсистема з отримання вхідних зображень» відповідає за отримання НМ зображення, на якому буде відбуватися розпізнавання сорту яблука, Передача зображення відбуватиметься через вказання в веб-застосунку шляху до зображення.

«Вхідне фото» відповідає за вхідне фотографічне зображення за яким буде відбуватися розпізнавання. З огляду на те, що НМ навчена на датасеті з зображеннями яблук, для ефективного розпізнавання бажано використовувати фотографії з зображеними плодами яблуні.

«Підсистема з розпізнавання вхідних зображень» відповідає за розпізнавання по отриманому вхідному зображенню сортів яблук, шляхом обробки, виділення ключових ознак та роботи ваговими коефіцієнтами важливості на фотографічному зображенні, опираючись на підключену навчену модель. Після запуску розпізнавання, відбувається генерація результатів.

«Підсистема з виводу отриманої інформації» відповідає за вивід результатів розпізнавання на екран. Після розпізнавання відбувається інтерпретація отриманих результатів, в результати входить назва розпізнаного сорту та його можливе використання, після чого розпізнане фото дублюється та зберігається в папку з проектом, утворюючи історію розпізнавання.

Отже, зображена вище схема ІС з розпізнавання сортів яблук є досить важливою та демонструє яким чином відбуватиметься логіка реалізації деяких аспектів програмного застосунку в реалізації методу вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода з використанням згорткової нейронної мережі.

У створеній програмній реалізації, після запуску локального сервера, та відбувається автоматичний перехід на веб-сторінку застосунку (рисунок 1).

На відкритій веб-сторінці присутній заголовок сторінки та поле завантаження вхідного фото. Для того щоб завантажити фото для розпізнавання, користувачу потрібно перевести курсор комп'ютерної мишки Touchpad на кнопку

«Browse files». Після натискання на дану кнопку, користувачу відкриється можливість обрання фото для розпізнавання, що зображено на рисунку 2.

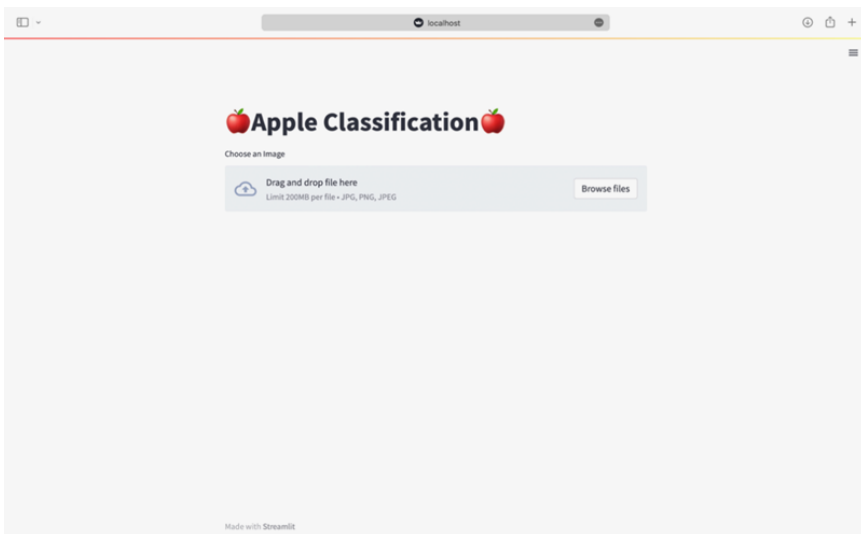


Рисунок 1 – Початкова сторінка веб-застосунку

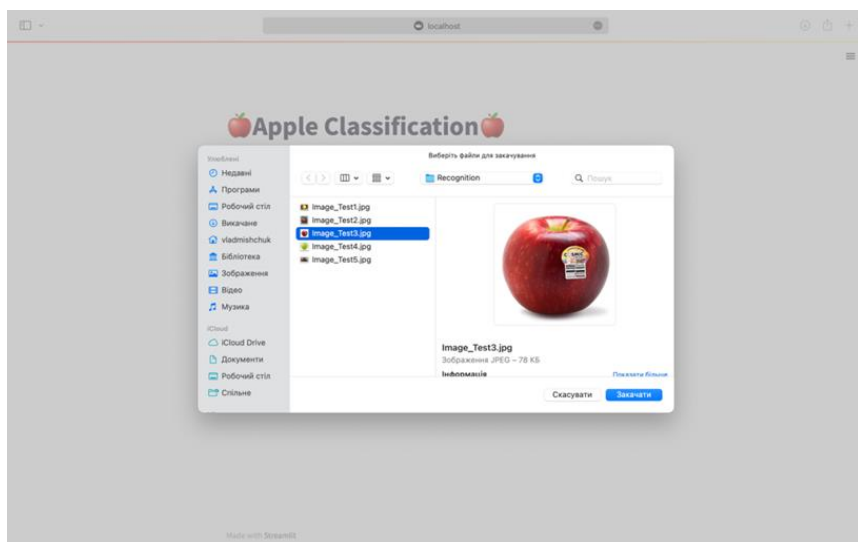


Рисунок 2 – Завантаження фото для розпізнавання

Після того як користувач знайшов фото, яке має бажання розпізнати, потрібно натиснути на кнопку «Закачати», для завантаження фотографічного зображення в НМ для розпізнавання сортів яблук.

Після завантаження фото, відбувається його форматування, аналіз та обробка з пошуку ключових ознак, які характеризують той чи інший сорт яблук. Після того як фотографія була оброблена, НМ розпізнає фото та представляє користувачу найбільш вірогідну назву розпізаного сорту яблук, а також рекомендації з його ефективного використання та переробки, що зображено на рисунку 3.

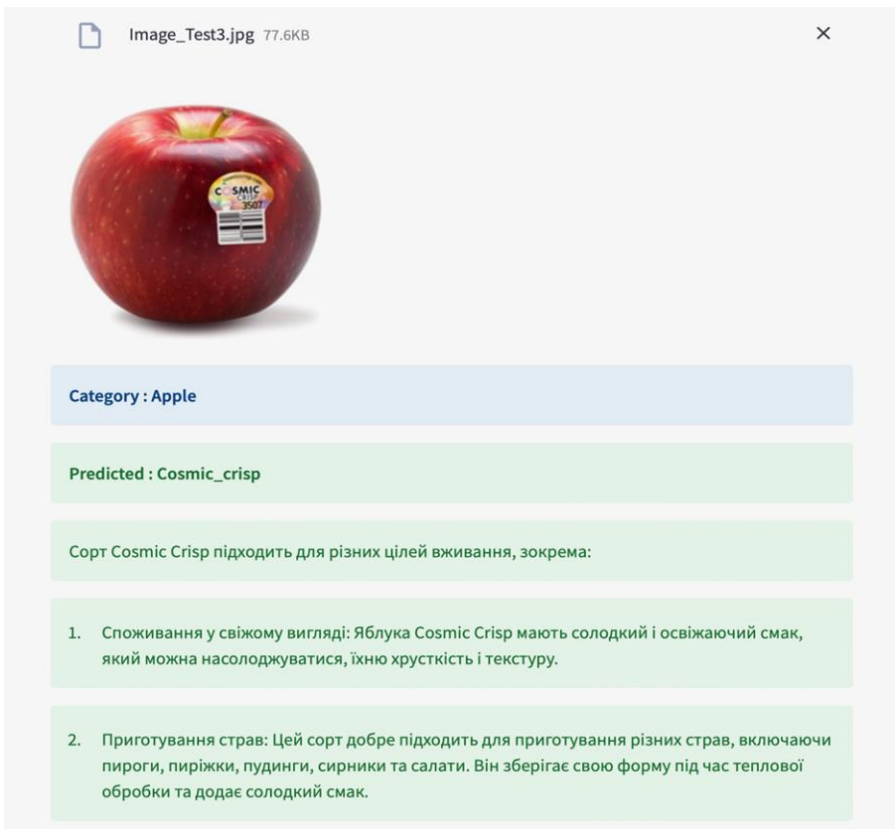


Рисунок 3 – Результати розпізнавання

Таким чином, для реалізації вибору оптимальної стратегії переробки яблук за фотографічним зображенням плода з використанням згорткової нейронної

мережі, було обрано реалізувати програму по типі веб-застосунку на мові програмування Python.

Результатом розробки програмного продукту став веб-застосунок з функцією розпізнавання сортів яблук та надання рекомендацій з ефективної переробки розпізнаного сорту. В даному застосунку реалізовано основний функціонал, що передбачає завантаження веб-сторінки, завантаження фото для розпізнавання та отримання, на основі розпізнаного фотографічного зображення, назви розпізнаного сорту та рекомендацій, з їх ефективної переробки.

Розроблений веб-застосунок можна і надалі вдосконалювати, шляхом підключення датасетів з більшими наборами зображень або ж доповнюючи вже існуючий, для навчання НМ більш точного розпізнавання передбачених датасетом сортів яблук. Також можна вдосконалити вивід тексту з рекомендаціями, щодо використання розпізнаного сорту яблук, шляхом генерації тексту через штучний інтелект, а не вручну вписуючи рекомендаційний текст для кожного сорту.

### Перелік посилань

1. SuperAgronom. Названо найпопулярніші сорти яблук. URL: <https://superagronom.com/news/12335-nazvano-naupopulyarnishi-sorti-yabluk>
2. Zn.Ua. Вченим вдалося визначити батьківщину яблук. URL: [https://zn.ua/ukr/TECHNOLOGIES/vchenim-vdalosya-viznachiti-batkivschinu-yabluk-251288\\_.html](https://zn.ua/ukr/TECHNOLOGIES/vchenim-vdalosya-viznachiti-batkivschinu-yabluk-251288_.html)
3. Tuklez. Скільки сортів яблук. URL: <https://tukles.biz.ua/skilki-sortiv-yabluk/>
4. Mazurets O. V., Klimenko V. I., Molchanova M. O., Sultanov A. V. Object-Oriented Intelligent System for Neural Network Detection of Sugar Crystallization Zones. Global Science: Prospects and Innovations. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2024. Pp. 198-207.
5. Mazurets O., Zalutska O., Tyschenko O., Bohdanova A. An Approach to Using MobileNet CNN-model for Gesture Recognition. Proceedings of XXIII International Scientific and Practical Conference «Problems of Science and Technology: the Search for Innovative Solutions». Munich, Germany. 2024. Pp. 59-64.
6. Mazurets O., Molchanova M., Klimenko V., Klopotivskyi D. Datalogic Model for Image Recognition by Convolutional Neural Network Using Cloud Services. Proceedings of XXII International Scientific and Practical Conference «Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects». Oslo, Norway. 2024. Pp. 64-68.
7. Mazurets O., Uspenska K., Vit R., Tyschenko O. Intelligent System for Determining the Object Attributes Values by Neural Networks Means by Graphic Images in Databases. Current Trends in the Development of Scientific Research in Today's Conditions. Proceedings of XXV International scientific and practical conference. International Scientific Unity. Florence, Italy. 2024. Pp. 86-91.
8. Kharysh I., Sobko O., Mazurets O. Designing CNN Neural Network Model for Detecting Fractures of Lower Extremities by X-ray Images. The Impact of Scientific Research on the

- Development of the Modern World. Proceedings of the XLIV International scientific and practical conference. Dubrovnik, Croatia. 2024. Pp. 91-96.
9. Pokhytun A., Mazurets O., Molchanova M., Tyschenko O. Method for Neural Network Detecting Changed Images of People's Faces Using CNN. *New Horizons in Scientific Research: Challenges and Solutions. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference.* Marseille, France. 2024. Pp. 35-40.
  10. Mazurets O., Tymofiiiev I., Dydo R. Approach for Using Neural Network BERT-GPT2 Dual Transformer Architecture for Detecting Persons Depressive State. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche. Raccolta di articoli scientifici con gli atti della VI Conferenza scientifica e pratica internazionale.* 15 novembre, 2024. Bologna, Repubblica Italiana. 2024. Pp. 147-151.
  11. Мазурець О.В., Петровський С.С., Дидо Р.А. Нейромережева модель для ідентифікації особистості за зображенням обличчя у реальному часі Інформаційні технології і автоматизація. *Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції.* Одеса, ОНТУ. 2024. С.655-658.
  12. Novak Y., Mazurets O. Practical Application of Method of Automated Personal Identification by Fingerprints Using Convolution Neural Networks. *Proceedings of V International Scientific and Practical Conference «Modern strategies of global scientific solutions».* Stockholm, Sweden, International Scientific Unity. 2023. Pp. 136-140.