

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФРУКТІВ

Федотенко А. Д.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Перова І. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. СТ

м. Харків, Україна

e-mail: artem.fedotenko@nure.ua

This study focuses on the identification of fruit ripeness through visual cues. The primary objective is to achieve high prediction accuracy and ensure portability for deployment on smartphones. To accomplish this, the system employs two machine learning models: one for classification and another for grading. Additionally, visual guidelines are incorporated to assist users in scenarios where the AI models may encounter difficulties. Throughout the development process, various state-of-the-art approaches including deep learning and visual transformers were explored. The system comprises several components, including a mobile application, an API server, a database, and servers housing the classification and grading models.

У сучасному світі зростає увага до правильного харчування, відмови від штучних добавок та оброблених продуктів на користь натуральних, багатих на вітаміни та мінерали. Свіжі та стиглі фрукти є важливою складовою раціону, оскільки вони містять значну кількість поживних речовин, необхідних для підтримання оптимального здоров'я [1]. Споживання свіжих та стиглих фруктів має безпосередній вплив на фізичне та психічне здоров'я людини.

Розробка системи оцінки якості та стиглості фруктів є вельми важливою, оскільки дозволить споживачам ефективно вибирати найкращі продукти для свого харчування. Враховуючи те, що якість та стиглість фруктів може сильно варіюватися, така система допоможе уникнути споживання низькоякісних або нестиглих продуктів, а також сприятиме підвищенню усвідомленості про здорове харчування серед населення. Також ця система повинна мати достатню точність та портативність, щоб її могли використовувати більшість людей, тому був обраний формат мобільного додатку, який використовує у своїй роботі машинне навчання.

Для певних видів фруктів, яких характеризує низька точність оцінки за зовнішніми ознаками, запропоновано використання візуальних довідників для споживачів замість моделі, що спрощуватиме їх можливість самостійно визначати стиглість. З цією метою буде розроблено дві моделі штучного інтелекту: для класифікації та оцінки, які дозволять ідентифікувати фрукт та, у випадку недостатньої достовірності визначення стиглості, надавати споживачу візуальний довідник для вибору.

Серед існуючих на ринку рішень є лише одна система, але вона більше орієнтована на виробників та роздрібних торговців, що призводить до складного процесу реєстрації та використання для кінцевих користувачів.

Моделі будуть навчатися та тестуватися на двох наборах даних: один для класифікації та інший для оцінки. Кожен набір даних буде розділений на три частини: навчальний (60%), валідаційний та тестувальний (по 20% від загальної кількості зображень). Більшість зображень були отримані з набору даних fruits360. Усі зображення були створені на білому фоні або були вирізані таким чином, щоб модель навчалася лише на необхідних параметрах, що сприяє зменшенню розміру зображень та прискорює процес навчання. Для набору даних для класифікації буде використано 21 клас. Набір даних для оцінки включає три класи: "Дозрілий" (Ripe), "Недозрілий" (Unripe), "Відхилений" (Reject).

Дослідження [2] моделей на основі глибокого навчання та візуальних трансформерів показало високі результати в задачах класифікації, що спонукало нас обрати найкращі моделі (по одній з кожного підходу) для подальшого тестування.

Ми вирішили скористатися підходом, що ґрунтується на перенавчанні (transfer learning) [3], який базується на використанні попередньо навчених моделей та використанні цінних знань з наявних даних, що спрощує вирішення складних завдань з обмеженими ресурсами.

З цього підходу ми обрали попередньо навчені моделі VGG16 та ResNet50 [4], які показали найкращу точність у класифікації фруктів. Попереднє навчання та тестування на нашому датасеті підтвердило, що точність моделі VGG16 становить 82.11%, а ResNet50 – 98%, тому ми обрали модель ResNet50. Серед візуальних трансформерів ми вибрали попередньо навчену модель від Google, а саме vit_base_patch16_224 [5], оскільки за результатами тестів вона показала задовільні результати.

У задачі оцінювання фруктів моделі ResNet50 та MobileNetV2 також продемонстрували високі результати, тому ми оберемо ту, яка покаже кращі результати на нашому датасеті. Трансформер для цієї задачі буде такий самий, як і для задачі класифікації.

Також для кожної з задач ми розробимо свої моделі на основі глибокого навчання та порівняємо з іншими.

У нашому випадку всі моделі будуть розміщені та запуснені на сервері. Мобільний додаток користувача буде виконувати лише функції зйомки фотографії, обрізки її до необхідного розміру, можливо, здійснювати деякі мінімальні маніпуляції та надсилати отримані дані на сервер.

На рисунку 1 зображена структура майбутньої системи. За цією структурою мобільний додаток буде звертатися до сервера через API, який

в свою чергу вже матиме доступ до бази даних та двох моделей: Model 1 та Model 2, призначених відповідно для класифікації та оцінювання фруктів.

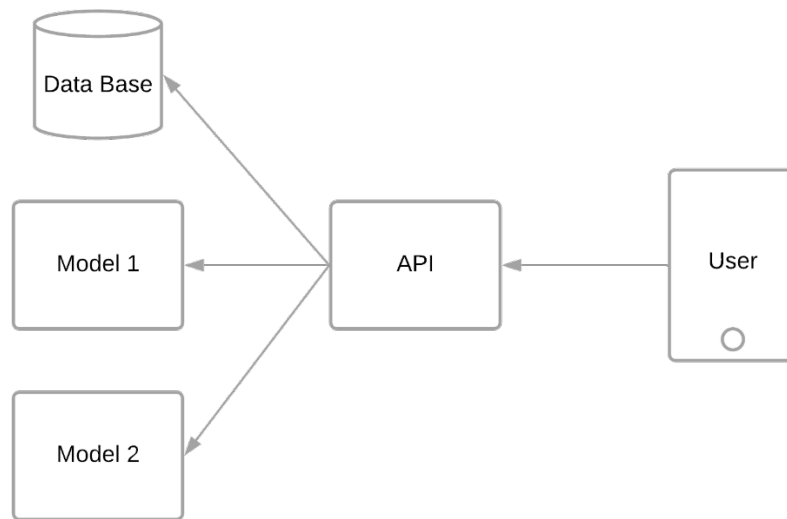


Рисунок 1 – Структура системи

Було розглянуто декілька варіантів реалізації двох моделей, всі реалізації будуть протестовані та порівняні. Також було проведено порівняння різних варіантів реалізації системи, що привело до остаточної структури, яка була розглянута вище. На рахунок даних для навчання, два датасета були зібрані та будуть використані у навчанні моделей.

Список використаних джерел:

1. Clifford M.A., Bock C.R., Hartmann D.M., Cobanov G., Hunt G., "Fruit Quality Evaluation: Fresh Versus Supermarket", *The Journal of Produce Quality*, vol. 20, no. 3, pp. 137-145, 2016.

2. Bodyanskiy Ye., Perova I., Zhernova P. Online fuzzy clustering of high – dimensional data based on ensembles in data stream mining tasks, *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2019. №1(7). С. 16-24.

3. Understanding Transfer Learning for Deep Learning. Analytics Vidhya. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/understanding-transfer-learning-for-deep-learning/> (дата звернення: 02.03.2024).

4. Fruits Classification and Detection Application Using Deep Learning / N.-E.-A. Mimma та ін. *Scientific Programming*. 2022. Т. 2022. С. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1155/2022/4194874> (дата звернення: 02.03.2024).

5. Vision Transformers for Transfer Learning: An Example and Comparison to CNN-Based Architectures. Medium. URL: <https://medium.com/elca-it/vision-transformers-for-transfer-learning-an-example-and-comparison-to-cnn-based-architectures-ff06b6c80390> (дата звернення: 02.03.2024).