

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РЕЦЕПТІВ ХАРЧУВАННЯ

Поцілуйко В.А.¹; Прокоп Ю.В., к.і.н., доц.²

^{1,2}Національний університет «Одеська політехніка»

^{1,2}Україна, Одеса;

¹6888449@stud.op.edu.ua; ²prokop.y.v@op.edu.ua

Анотація. Розглянуто застосування штучного інтелекту для створення автоматизованої рекомендаційної системи рецептів харчування, що враховує персональні харчові уподобання та обмеження користувача та наявні інгредієнти. Пропонована система використовує технології машинного зору для розпізнавання інгредієнтів і алгоритми колаборативної фільтрації для персоналізації рекомендацій. **Ключові слова:** згорткові нейронні мережі; колаборативна фільтрація; харчування.

Вступна частина. Метою розвитку комп'ютерних технологій є всебічне спрощення життя людини у будь-яких сферах її діяльності. Однією з таких водночас рутинних, але критичних сфер, є харчування, де люди часто постають перед труднощами підбору рецептів, що відповідають множині персональних харчових уподобань й обмежень та можуть бути приготовлені із наявних продуктів.

Пропонується автоматизувати цей процес за допомогою системи, що дозволяє автоматично визначати перелік доступних інгредієнтів за допомогою камери мобільного пристрою та знаходити рецепти на їх основі, що найкраще відповідатимуть харчовим вподобанням користувача та не міститимуть заборонених для нього інгредієнтів.

Для реалізації подібної системи доцільно застосувати технології машинного навчання. Це пояснюється мінливістю поставленої проблеми (харчові уподобання користувачів можуть змінюватися з часом) та її складністю (класифікацію об'єктів на зображеннях неможливо виконати шляхом класичних підходів до програмування) [1].

Метою роботи є скорочення тривалості виконання завдання з пошуку рецептів харчування порівняно до аналогів: тематичних веб-сайтів, пошукових систем, соціальних мереж та відеохостингів.

Основна частина. Для спрощення побутового завдання із вибору рецепта харчування, користувачу пропонується внести до системи наявні інгредієнти за допомогою камери пристрою. На основі розпізнаних інгредієнтів, система, використовуючи інтелектуальний аналіз, вибирає множину рецептів, що відповідають дієтичним вподобанням користувача та не містить інгредієнтів, які з певних причин є забороненими для вживання користувачем.

Спрогнозоване скорочення тривалості виконання користувачем завдання з пошуку рецептів базується на аналізі конкурентних рішень. Тематичні веб-сайти (Cookpad, Tasty by BuzzFeed) та соціальні мережі (TikTok, Facebook) пропонують функцію інтелектуальних рекомендацій, але передбачають ручний ввід інгредієнтів. Існуючі системи аналізу зображень (DeerFoodCam, Google Lens) можуть запропонувати лише загальну інформацію про окремий інгредієнт, а не рецепти харчування.

Передбачається, що множина доступних у досліджуваній системі рецептів збирається вручну зусиллями модераторів. Таким чином усі рецепти відповідатимуть заздалегідь встановленим критеріям якості (зокрема, низький або середній рівень складності, наявність покрокових ілюстрацій, відповідність певній дієті тощо). Це є однією із конкурентних

переваг системи перед великими мовними моделями (ChatGPT, Gemini), які здатні згенерувати нескінченний об'єм рецептів, але їх придатність до використання не гарантується.

Для автоматичного розпізнавання об'єктів на зображеннях досліджувана система використовує згорткові нейронні мережі (ЗНМ). ЗНМ ефективно справляються з класифікацією та локалізацією об'єктів завдяки структурі, що імітує обробку зорової інформації в мозку: кожен шар мережі обробляє зображення на різних рівнях абстракції, виявляючи окремі дрібні деталі на початкових етапах і складніші шаблони на наступних. Вхідною інформацією є цифрове зображення, яке передається до згорткових шарів нейронної мережі. Ці шари відповідають за виділення ключових ознак, що дозволяють ідентифікувати об'єкти на зображенні. На початкових етапах обробляються базові характеристики, такі як контури, кольори та текстури, тоді як на пізніших етапах виявляються більш комплексні ознаки [2].

Для остаточної класифікації, виділені ознаки передаються до повнозв'язних шарів мережі. Значення вихідних нейронів навченої мережі вказують на ймовірність приналежності об'єкта на зображенні до певного класу. Кожен вихідний нейрон представляє певний клас об'єктів, а система обирає той клас, для якого ймовірність є найвищою. Схему роботи ЗНМ для класифікації об'єктів на зображеннях показано на рис. 1.

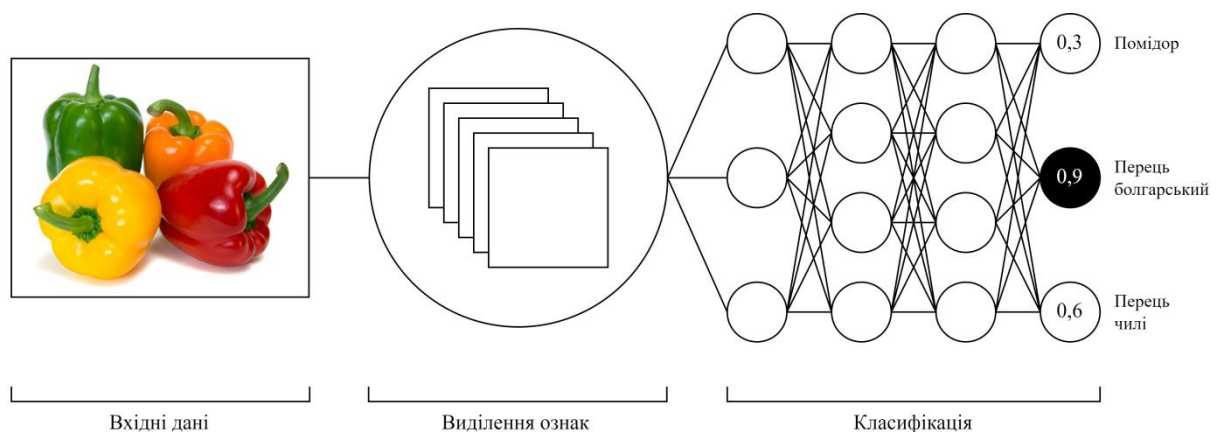


Рисунок 1 – Робота ЗНМ

Множина класів, що теоретично може бути розпізнана моделлю, визначається заздалегідь при її навчанні. Будь-яка кухня чи дієта може мати вкрай велику кількість специфічних використовуваних інгредієнтів. А загалом, по всьому світу, люди вживають у їжу безліч найрізноманітніших продуктів. Тому говорити про функціональну придатність модуля системи, що виконує розпізнавання інгредієнтів за допомогою камери, можна лише в контексті певної кухні (притаманної регіону чи дієти), для якої було проведено тестування точності моделі.

Однак, навіть за умови високої точності моделі, існує клас інгредієнтів, для яких заздалегідь можна встановити неможливість розпізнавання. До таких відносяться, зокрема, крупи в непрозорій упаковці та консерви. Для таких випадків вводиться гібридна модель взаємодії: користувач має можливість вручну коригувати список визначених інгредієнтів. Для спрощення процесу ручного коригування, система надає можливість просканувати штрих-код продукту. Якщо відомості про цей продукт містяться у системі, його назву буде автоматично додано до переліку інгредієнтів для пошуку рецепта.

Подальше покращення точності моделі може виконуватися із використанням неявного краудсорсингу з боку користувачів. Якщо користувач вирішить вручну редагувати список інгредієнтів, фотознімок та отримані користувацькі мітки надсилаються до команди спеціалістів по даних, яка матиме можливість їх переглядати, для врахування при наступному оновленні моделі.

Персоналізовані рекомендації рецептів харчування будуються в три етапи. На першому етапі аналізується взаємодія між користувачами та конкретними елементами контенту. Якщо перетин множин рецептів, із якими взаємодіяли два користувачі є достатнім за кількістю елементів, щоб вважати харчові уподобання користувачів схожими, система рекомендує одному користувачеві елементи, які переглянув інший, і навпаки. Взаємодіяти із рецептами користувачі можуть у декілька способів: переглядати повну інформацію про рецепт, додавати рецепти до секції “Вибране”, формувати посилання для поширення через зовнішні засоби тощо.

Для реалізації цього етапу застосовується алгоритм колаборативної фільтрації. Приклад його роботи показано на рис. 2. На рисунку, “+” означає, що відповідний користувач взаємодіяв із відповідним рецептом. Можна помітити, що користувачі K1 та K3 мають схожі вподобання (обидвоє взаємодіяли з елементами P1, P3 та P4), відповідно користувачу K3 можна рекомендувати елемент P5, з яким також взаємодіяв користувач K1 [3].

	P1	P2	P3	P4	P5
K1	+		+	+	+
K2		+	+		
K3	+		+	+	

Рисунок 2 – Робота алгоритму колаборативної фільтрації

На другому етапі із множини рецептів, які було визначено релевантними за допомогою алгоритму колаборативної фільтрації, видаляються ті, що не мають бути показаними конкретному користувачу через його харчові обмеження. До таких можуть відноситися: медичні та дієтичні заборони, релігійні правила. Для збору цих даних вводиться вступне анкетування. Їх використання, відповідно, тягне за собою підвищені вимоги до безпеки.

На третьому етапі, отримана множина рецептів сортується у порядку кількості збігів із визначеним раніше переліком інгредієнтів. Якщо збігів мало, рекомендації доповнюються популярними серед широкого загалу рецептами, що містять визначені інгредієнти.

Висновки. Рекомендаційна система рецептів харчування, яка поєднує технології машинного зору та колаборативної фільтрації потенційно може значно зменшити кількість зусиль, що прикладаються користувачем на розв’язання такого рутинного питання, як пошук та вибір рецептів харчування. Для її майбутньої реалізації, було визначено та проаналізовано алгоритми машинного навчання, що застосовуються у галузі інформаційних технологій на цей момент для вирішення завдань подібного характеру у різних предметних областях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Hulten, G. (2018). *Building intelligent systems: A guide to machine learning engineering*. Apress.
- [2] Kurama, V. (2022, October 11). *What is collaborative filtering: A simple introduction*. Built In. <https://builtin.com/data-science/collaborative-filtering-recommender-system>
- [3] Craig, L., & Awati, R. (2024, January 11). *What is a convolutional neural network (CNN)?* TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/convolutional-neural-network>

Potsiluiko V.A., Prokop Y.V.

Application of Machine Learning for Building a Recipe Recommendation System

Abstract. *The application of artificial intelligence for the development of an automated recipe recommendation system is considered, which takes into account the user's personal dietary preferences and restrictions, as well as available ingredients. The proposed system utilizes computer vision technologies for ingredient recognition and collaborative filtering algorithms for personalized recommendations.*

Keywords: *convolutional neural networks; collaborative filtering; diet.*