

для запобігання DDoS-атакам, де аномальний трафік виявляється за допомогою кластеризації (к-середніх) та методів виявлення аномалій (наприклад, Isolation Forest) [5].

Висновки. Web mining є потужним інструментом для моніторингу вебресурсів, що поєднує аналіз контенту, структури та користувацької активності. Незважаючи на технічні та етичні виклики, його застосування в бізнесі, академії й кібербезпеці продовжує розширюватися. Подальший розвиток галузі залежить від вдосконалення алгоритмів штучного інтелекту, інтеграції етичних норм і адаптації до нових цифрових реалій.

Список використаних джерел

1. What is Web Mining? *Scaler Topics*. 31.05.2023. URL: <https://www.scaler.com/topics/data-mining-tutorial/web-mining/>
2. Optical flow. *Wikipedia*. 15.09.2025. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow
3. Web Mining Techniques and Applications. *GeeksforGeeks*. 11.07.2025. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/web-mining/>
4. Analyzing Users Behavior from Web Access Logs using Automated Log Analyzer Tool. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 62(2). P. 29–33. 01.2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/258789714_Analyzing_Users_Behavior_from_Web_Access_Logs_using_Automated_Log_Analyzer_Tool
5. Tan P.-N., Steinbach M., Kumar V. *Introduction to Data Mining*. Pearson, 2005. 769 p.

УДК 004.678:004.85:004.932

*Бєжин Є. В., здобувач вищої освіти 4 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Ніколюк П. К., д-р фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри інформаційних технологій*

ВЕБІНТЕРФЕЙС ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХІВ РУКИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Вступ. Сучасні технології штучного інтелекту, як-от нейронні мережі та комп'ютерний зір, суттєво змінюють принципи взаємодії людини з цифровими системами. У цій роботі представлено інноваційний вебдодаток для розпізнавання рухів руки, який поєднує алгоритми комп'ютерного зору з глибинними нейромережами для аналізу жестів у реальному часі. Система дає змогу користувачам керувати інтерфейсом без фізичного контакту, що розширює можливості її застосування у сферах віртуальної та доповненої реальності, медичних системах тощо [1].

Методологія. Архітектура застосунку побудована за принципом MVVM (Model-View-ViewModel) і реалізує взаємодію між користувачем, системою відстеження жестів і нейромережею для розпізнавання букв, написаних у повітрі. В основі проєкту лежить вебінтерфейс, розроблений із використанням Flask, через який користувач отримує доступ до функціоналу системи. Візуальна частина

реалізована з використанням HTML, CSS та JavaScript: користувач відкриває веб-сторінку, на якій відображається потік із камери та область для малювання.

Система захоплення зображення використовує першу доступну камеру пристрою, а обробка відеопотоку та розпізнавання жестів реалізовані за допомогою бібліотеки MediaPipe. Вона відстежує положення руки, пальців і жестів у реальному часі, визначаючи момент початку «написання» в повітрі. Координати руху передаються в модуль, який аналізує траєкторію й формує на її основі зображення, що імітує рукописну літеру.

Отримане зображення подається на вхід моделі машинного навчання. У системі використовуються два підходи – згорткова нейромережа, навчена на базі рукописних символів EMNIST, та алгоритм KNN. Обидві моделі використовуються для класифікації отриманого зображення й визначення написаної літери. Після розпізнавання результат повертається в основний керуючий модуль, який зв'язує всі компоненти між собою: він отримує дані від трекара руки, обробляє їх, передає до моделі, а потім надсилає відповідь назад у фронтенд (інтерфейс). Інтерфейс відображає розпізнаний результат у реальному часі та надає користувачеві зручний візуальний зворотний зв'язок.

Архітектура забезпечує чіткий розподіл відповідальності: логіка трекінгу, нейромережеві обчислення й інтерфейс працюють незалежно один від одного, але взаємодіють через чітко визначені зв'язки.

Основна перевага запропонованого рішення полягає у використанні згорткових нейромереж (CNN) для підвищення точності розпізнавання жестів, порівняно з традиційними методами. Система інтегрує три ключові модулі: вебінтерфейс для візуалізації результатів, модуль відстеження рухів за допомогою бібліотеки MediaPipe та нейромережу для класифікації жестів. Алгоритм системи показаний на рис. 1.

Для навчання нейромережі використовували адаптований набір даних, що містить зображення жестів у різних ракурсах. Була обрана нейромережа моделі CNN, яка складається з кількох шарів: два згорткові шари для виділення ознак із зображень, два шари субдискретизації для зменшення розмірності даних та обчислювальних витрат, а також покращення узагальнюючої здатності моделі. Після цього дані перетворюються в одновимірний вектор за допомогою шару Flatten, щоб передати їх у повнозв'язний шар для класифікації. Шар Dropout використовується для регуляризації – випадкове відключення нейронів допомагає уникнути перенавчання [2]. Вихідний шар з активацією softmax генерує ймовірності для кожного класу, що забезпечує точну класифікацію об'єктів. Така архітектура є ефективною для обробки зображень і навчання на великих обсягах даних.

На рис. 2 продемонстровано приклад трекінгу руки з використанням бібліотеки MediaPipe, де видно ключові точки суглобів пальців та їх з'єднання. Така візуалізація дає змогу системі точно визначати положення кисті та розпізнавати жести в реальному часі, що критично для подальшої обробки й класифікації рухів у системі керування.

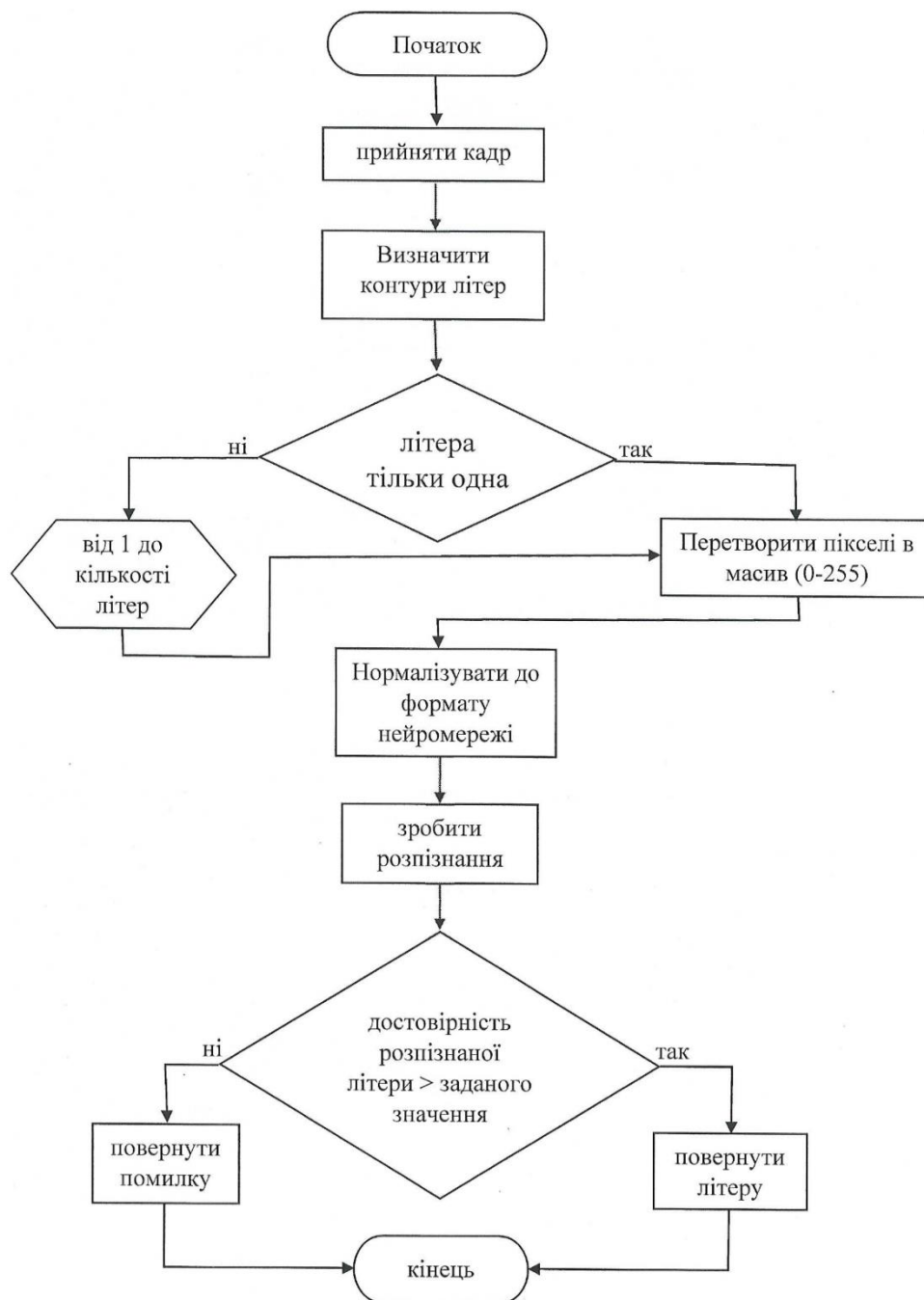


Рис. 1. Алгоритм системи розпізнавання рухів руки

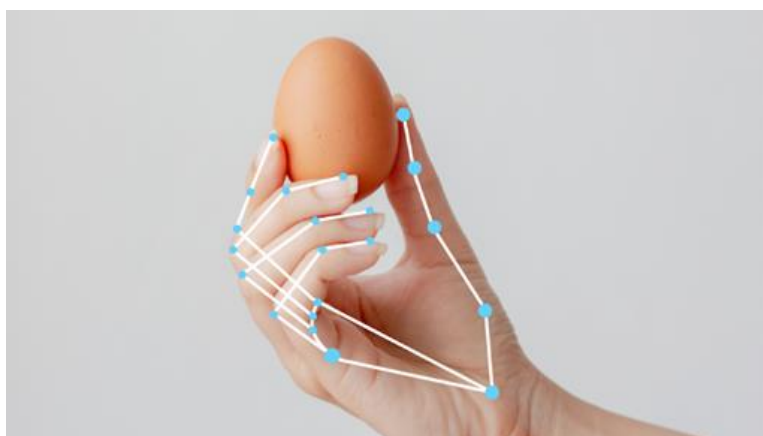


Рис. 2. Виявлення положення пальців руки під час захоплення об'єкта за допомогою MediaPipe

Висновки. Запропонована система ефективно поєднує вебтехнології та нейромережі для розпізнавання жестів у реальному часі. Впровадження такого інструменту може суттєво покращити взаємодію з цифровими середовищами, зокрема в освітніх платформах, медичних пристроях та ігровій індустрії. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію продуктивності для мобільних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Deep learning in computer vision: A critical review of emerging techniques / J. Chai, H. Zeng, A. Li, E. W. T. Ngai. *Machine Learning with Applications*. 2021. Vol. 6. DOI: 10.1016/j.mlwa.2021.100134. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666827021000670>
2. Khan A. A., Laghari A. A., Awan Sh. A. Machine Learning in Computer Vision: A Review. *EAI Endorsed Transactions on Scalable*. 2021. Vol. 8, № 32. URL: <https://publications.eai.eu/index.php/sis/article/view/2055>

УДК 519.86:519.87:005.334

*Бурківський О. С., здобувач вищої освіти 3 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Рузакова О. В., канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій*

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ЯК ОПТИМІЗАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ РИЗИКІВ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

У сучасному світі високої невизначеності аналіз ризиків є ключовим елементом ефективного управління в різних сферах діяльності – від економіки та бізнесу до екології та безпеки. У зв'язку з цим зростає інтерес до використання математичних підходів, зокрема методів оптимізації, як інструментів для підвищення точності оцінки ризиків та прийняття обґрунтованих рішень.

Сучасні дослідження демонструють, що методи оптимізації дають змогу формалізувати проблему ризику у вигляді математичної моделі та визначити оптимальне рішення з урахуванням обмежень і критеріїв ефективності. Особливе значення вони мають у сферах управління ресурсами, аналізу інвестиційних проєктів, моделювання різних сценаріїв та розробки антикризових стратегій. Останнім часом спостерігається тенденція до інтеграції оптимізаційних методів з інструментами штучного інтелекту та машинного навчання, що дає змогу створювати більш гнучкі та адаптивні системи прогнозування ризиків [1].

Отже, застосування оптимізаційних підходів відкриває широкі можливості для ефективного управління ризиками, підвищуючи стійкість організацій у складних умовах сучасного середовища.

Одним із найперспективніших методів оптимізації є динамічне програмування. Цей метод полягає в розбитті складних завдань на послідовні кроки, що дає змогу знаходити оптимальні рішення навіть за умов обмежень та непередбачуваних факторів.