

**Горобець Сергій,**  
*кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,*  
**Кондренко Максим,**  
*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти  
фізико-математичного факультету,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка,  
м. Житомир, Україна*

## **РОЗРОБКА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ**

**Постановка проблеми.** Розпізнавання об'єктів на зображеннях є одним із ключових напрямків комп'ютерного зору, що має широке застосування в різних галузях – у сфері безпеки, в автономних транспортних засобах, у медичній діагностиці, освіті, у сфері роздрібної торгівлі тощо.

Розвиток технологій машинного навчання, зокрема глибоких нейронних мереж, дозволив значно підвищити точність та швидкість розпізнавання об'єктів. Однак, інтеграція цих технологій у вебсередовище все ще залишається викликом, особливо, коли мова йде про забезпечення ефективної роботи на різних пристроях та браузерах. Тому розробка вебзастосунків для розпізнавання об'єктів, які можуть працювати безпосередньо в браузері користувача, без необхідності відправки даних на сервер, є досить актуальною.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблеми розпізнавання графічних образів з використанням нейронних мереж присвятили свої дослідження багато вітчизняних та зарубіжних науковців (Барабан М. В., Білик О. М., Гавриш Б. М., Гармаш В. В., Ленков Є. С., Мясіщев О. А., Субботін С. О. Тимченко О. В., М. Calonder, D. Lowe, R. Kumar, A. Suresh, C. Strecha, L. Huang та ін.). Багато робіт присвячені методам розпізнавання об'єктів під час аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів та розробці алгоритмів стиснення зображень для використання в аерофотознімках (B. Akgun, D. Ceylan, G.V. Akar, N. Komodakis, C. Yang, Q. Zhang, Y. Chen, Z. Lin та ін.).

**Метою статті** є опис розробки вебзастосунку для розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням бібліотеки TensorFlow.js, що забезпечує високу точність розпізнавання.

**Виклад основного матеріалу.** Вебзастосунок базується на клієнт-серверній архітектурі, що забезпечує гнучкість та масштабованість системи. Клієнтська частина розроблена з використанням React, популярної JavaScript-бібліотеки для створення користувацьких інтерфейсів. React дозволяє створювати динамічні та інтерактивні компоненти, що значно покращує користувацький досвід [1].

Серверна частина реалізована на платформі Node.js з використанням фреймворку Express.js. Вибір даних інструментів обумовлений високою продуктивністю Node.js та його здатністю ефективно обробляти асинхронні запити. Express.js надає зручний інструментарій для створення API endpoints та маршрутизації, що спрощує розробку та підтримку серверної логіки.

Бібліотека для машинного навчання TensorFlow.js є ключовим елементом застосунку. TensorFlow.js дозволяє виконувати розпізнавання об'єктів без необхідності передачі зображень на сервер. Це не тільки прискорює процес обробки, але й вирішує важливі питання приватності, оскільки дані користувачів не виходять за межі їхніх пристроїв [2].

Після завантаження зображення проходить етап попередньої обробки, який включає зміну розміру, нормалізацію та підготовку даних для подачі в нейронну мережу. Обробка зображень впливає на точність розпізнавання об'єктів у процесі їх розпізнавання. Реалізовано можливість завантажувати зображення з різних джерел, включаючи локальні файли, URL-адреси та захоплені з камери мобільного пристрою.

Процес зміни розміру зображення є ключовим для забезпечення сумісності з вхідними вимогами моделі нейронної мережі. Нормалізація даних, яка включає приведення кількості пікселів до стандартного діапазону, допомагає покращити стабільність та ефективність роботи моделі. Ці етапи обробки реалізовані з використанням можливостей Canvas API та спеціалізованих функцій TensorFlow.js.

Для розпізнавання об'єктів можна використати попередньо навчену модель COCO-SSD (Common Objects in Context - Single Shot MultiBox Detector). Ця модель обрана через її здатність ефективно розпізнавати широкий набір об'єктів у режимі реального часу. Вона забезпечує хороший баланс між швидкістю роботи та точністю розпізнавання. Модель COCO-SSD здатна виявляти та класифікувати об'єкти на зображеннях, надаючи інформацію про їх розташування (у вигляді обмежувальних рамок) та ймовірність належності об'єктів до певного виду [3].

Інтеграція моделі в застосунок передбачала оптимізацію її роботи для різних типів пристроїв та браузерів, забезпечуючи стабільну продуктивність навіть на мобільних платформах. Оптимізація продуктивності є потрібним аспектом розробки, особливо враховуючи обчислювальну складність задач розпізнавання об'єктів. Було впроваджено ряд прийомів, зокрема квантизацію моделі, що дозволяє зменшити її розмір та прискорити роботу без значної втрати точності. Додатково реалізовано механізм асинхронної обробки зображень, який запобігає блокуванню інтерфейсу користувача під час виконання складних операцій.

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

Особливістю розробки є забезпечення багатомовної підтримки застосунку. Для цього було інтегровано Google Translate API, який дозволяє автоматично перекладати результати розпізнавання на мову користувача. Реалізація можливості автоматичного перекладу включала розробку системи кешування перекладів. Це дозволяє оптимізувати продуктивність застосунку та зменшити кількість запитів до API перекладу. Кешування також забезпечує швидкий доступ до раніше перекладених термінів, що покращує користувацький досвід при повторному використанні застосунку.

Користувацький інтерфейс є одним з головних елементом будь-якого вебзастосунку. При розробці інтерфейсу для системи розпізнавання об'єктів особлива увага була приділена створенню інтуїтивно зрозумілого та зручного дизайну. Інтерфейс дозволяє користувачам легко завантажувати зображення, отримувати результати розпізнавання та взаємодіяти з ними.

Для захисту даних при передачі використовується протокол HTTPS, який забезпечує шифрування всього трафіку між клієнтом та сервером. На клієнтській стороні реалізовано механізми безпечного зберігання тимчасових даних, включаючи результати розпізнавання та кеш перекладів. Ці дані зберігаються в локальному сховищі браузера з використанням методів шифрування. Для захисту від несанкціонованого доступу до функціоналу розпізнавання об'єктів реалізовано систему аутентифікації та авторизації користувачів, що дозволяє їм створювати персоналізовані налаштування та забезпечувати безпеку даних.

Результати тестування, яке було проведено з використанням юніт-тестів окремих компонентів, інтеграційного тестування взаємодії між різними модулями та навантажувального тестування для перевірки продуктивності системи при високому навантаженні, показали високу точність розпізнавання для широкого набору об'єктів.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Розроблений вебзастосунок демонструє ефективність інтеграції сучасних технологій машинного навчання та веброзробки для створення потужних інструментів аналізу візуальної інформації. Використання TensorFlow.js дозволило реалізувати високоточне розпізнавання об'єктів, забезпечуючи при цьому приватність даних користувачів. Інтеграція можливостей автоматичного перекладу розширила рамки використання застосунку для різномовної аудиторії.

Подальші дослідження та розробки можуть бути спрямовані на вдосконалення точності розпізнавання, розширення переліку типів підтримуваних об'єктів та оптимізацію роботи додатку на мобільних пристроях. Необхідним напрямком є також розвиток можливостей для роботи з відеопотоками та інтеграція вебзастосунку з іншими системами аналізу даних.

#### Список використаних джерел та літератури

1. Дорошенко А. Ю., Бекетов О. Г. Мови веб-програмування: підручник. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2019. 310 с.

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

2. Смілков Д., Авербух Н., Бредлі Д. та ін. Tensorflow.js: Машинне навчання для веб та не тільки. *Праці з машинного навчання та систем*. 2019. Вип. 1. С. 309-321.

3. Барабан М. В., Барабан С. В., Гармаш В. В. Розробка прогресивного веб-додатку зі згортковою нейронною мережею для розпізнавання зображень. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2021. № 1. С. 7-14. DOI: 10.31649/1999-9941-2021-50-1-7-14.