

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ВІДЕОМОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Панченко В.О., науковий керівник Віннічук Д.О.

Автоматизація відеомоніторингу рухомих об'єктів є важливою задачею в сучасних системах безпеки, дорожнього руху та автономного транспорту. Зростання обсягів відеоданих і доступність потужних обчислювальних ресурсів сприяють активному застосуванню згорткових нейронних мереж (CNN) для розпізнавання та трекінгу об'єктів у реальному часі [1].

Метою дослідження є розробка системи автоматичного відеомоніторингу рухомих об'єктів на основі згорткових нейронних мереж із використанням алгоритму YOLO для виявлення об'єктів і DeepSort для їхнього трекінгу в умовах дорожнього руху.

Для реалізації системи обрано алгоритм YOLOv10, який забезпечує високу швидкість і точність завдяки одноетапному підходу до детекції об'єктів [2]. Набір даних для навчання моделі – Udacity Self Driving Car Dataset, що включає 15000 зображень розміром 512×512 пікселів із анотаціями об'єктів, таких як автомобілі та пішоходи [3]. Для трекінгу об'єктів між кадрами використано DeepSort, який використовує глибокі ознаки для асоціації об'єктів. Система розроблена на мові Python із застосуванням бібліотек Ultralytics YOLO (для детекції), OpenCV (для обробки відео), PyQt6 (для створення інтерфейсу користувача) та psycopg2 (для роботи з PostgreSQL).

Архітектура системи. Система включає такі ключові компоненти:

- **Детекція об'єктів:** YOLOv10 розділяє зображення на сітку (наприклад, 16×16) і для кожної комірки передбачає координати рамок, оцінку об'єктності та клас. Для усунення дублюючих рамок використано алгоритм Non-Maximum Suppression (NMS).
- **Робота мережі YOLOv10:** Згорткова нейронна мережа YOLOv10 обробляє вхідне зображення через серію згорткових шарів, які витягують ознаки, такі як форма, текстура та розташування об'єктів.
- **Трекінг:** DeepSort забезпечує відстежування об'єктів між кадрами, зберігаючи унікальні ідентифікатори (track_id). Алгоритм поєднує геометричні дані (положення рамок) із глибокими ознаками, отриманими з CNN, для надійного зіставлення об'єктів навіть при частковому перекритті.
- **Обчислення швидкості:** Реалізовано функцію для оцінки швидкості об'єктів на основі зміщення їхніх центрів між кадрами з використанням згладжування (ковзне середнє).
- **Інтерфейс користувача:** Розроблено графічний інтерфейс на PyQt6 для відображення відео, статистики, пошуку об'єктів за track_id та генерації звітів у CSV-форматі. Функція пошуку за track_id дозволяє фокусуватися на одному об'єкті, відображаючи його рамку та статистику (наприклад, швидкість, клас).
- **Зберігання даних:** Використано PostgreSQL для збереження координат, швидкості та класів об'єктів, що забезпечує швидкий доступ до даних для аналізу та звітів.

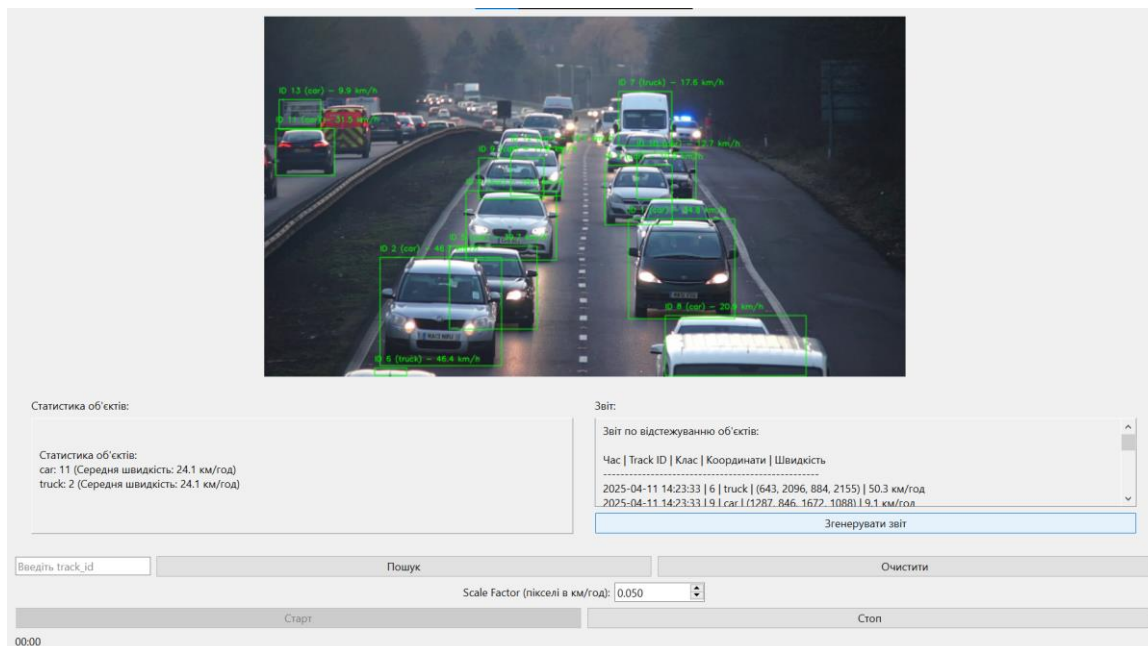


Рис.1 - Приклад обробки зображення мережею

Для обчислення швидкості об'єктів використовується зміщення центрів рамок об'єктів між кадрами. Обчислюється відстань у пікселях між центрами в поточному та попередньому кадрах. Швидкість у пікселях/с конвертується в км/год за формулою: $speed_kmh = (distance / time_diff) * scale_factor * 3.6$, де $scale_factor$ (0.05) налаштовується користувачем. Для стабільності застосовується згладжування через ковзне середнє, уникаючи різких стрибків.

Результати. Модель YOLOv10m показала точність 51.3% (mAP@0.5:95) на COCO dataset, що перевищує YOLOv8m (45.4%) [4]. Час обробки одного кадру склав 4.74 мс на GPU T4 із TensorRT FP16, що дозволяє обробляти відео з частотою 25 FPS у реальному часі. DeepSort зменшив помилки трекінгу на 12%, а згладжування швидкості знизило коливання значень на 20%. Система успішно розпізнає та відстежує об'єкти дорожнього руху (автомобілі, вантажівки), зберігаючи дані в базу та генеруючи звіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Taye M. M. Understanding Convolutional Neural Networks: Concepts and Applications. Computation. 2023. Vol. 11, P. 52.
2. Wang C., He W., Nie Y., et al. YOLOv10: Real-Time End-to-End Object Detection. arXiv:2405.14458, 2024.
3. Портал "Kaggle" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets/sshikamaru/udacity-self-driving-car-dataset>.
4. Ultralytics YOLOv10 Documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov10/>.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ
АСПЕКТИ РОЗРОБКИ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ
VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ І АСПІРАНТІВ
*24 квітня 2025 року***

Київ 2025

УДК 004

Відповідальна за випуск: М.І. Лендел

Збірник наукових праць за матеріалами VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і аспірантів «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ '2025», 24 квітня 2025 року, НУБіП України, Київ. – 452 с. (електронне видання)

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

Передрук матеріалів, а також використання їх будь-якій формі допускається лише з дозволу авторів