

## МЕТОД І ЗАСОБИ ВІДСЛІДКОВУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У даній роботі розглянуто підходи до створення системи відстеження об'єктів на відео в реальному, обґрунтовано вибір методів виявлення та відстеження, а також обґрунтовано їх актуальність.

**Ключові слова:** відстеження об'єктів, штучний інтелект, YOLO, Kalman Filter.

### Abstract:

*This paper examines approaches to creating a real-time video object tracking system, substantiates the choice of detection and tracking methods, and also substantiates their relevance.*

**Keywords:** object tracking, artificial intelligence, YOLO, Kalman Filter.

### Вступ

Забезпечення автоматичного відслідковування об'єктів на відео в реальному часі є важливим завданням у різних сферах, таких як відеоспостереження, охоронні системи та аналіз поведінки об'єктів. Одним з ефективних підходів є застосування технологій штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання об'єктів і їх точного відстеження.

Сучасні алгоритми, такі як YOLO (You Only Look Once) для швидкого виявлення та Kalman Filter для прогнозування руху, забезпечують необхідну точність та швидкість для задач відслідковування у реальному часі.

Метою даної роботи є розробка та дослідження програмних модулів для ефективного відслідковування об'єктів на відео в умовах реального часу.

### Результати дослідження

Розроблена система відслідковування об'єктів на відео в реальному часі складається з низки високотехнологічних модулів, кожен з яких забезпечує надійне й точне виявлення та відстеження об'єктів у динамічному середовищі. Основу системи становить поєднання нейронної мережі YOLO для виявлення об'єктів та алгоритму Kalman Filter для їх відстеження. Це забезпечує комплексну обробку відео, яка здатна не тільки розпізнавати об'єкти, але й будувати їх траєкторію з прогнозуванням майбутнього положення, навіть у разі короткочасного зникнення з кадру.

У роботі YOLO виконує глибокий аналіз зображення шляхом його поділу на сітку, в кожній комірці якої розраховується ймовірність появи певного об'єкта та координати рамки. Це забезпечує ефективний компроміс між точністю і швидкістю, що є ключовим для роботи в реальному часі. Використовувана версія YOLO була адаптована для роботи з військовими об'єктами, завдяки чому вдалося досягти високого рівня точності в класифікації таких специфічних категорій, як танки, бронетехніка, гелікоптери тощо. Під час навчання YOLO використовувались спеціально підготовлені та аугментовані набори зображень, що підвищило адаптивність системи до різних умов зйомки, таких як зміна освітлення, варіативність ракурсів та фонових деталей.

Для відстеження об'єктів Kalman Filter використовує модель руху, яка враховує як поточні координати, так і швидкість зміни положення об'єкта. Зокрема, Kalman Filter обробляє серію послідовних вимірювань для зменшення випадкових похибок, забезпечуючи стабільну і плавну траєкторію руху об'єктів. Додатково реалізована можливість динамічної адаптації перехідної матриці (transition matrix) фільтра залежно від швидкості об'єкта, що дозволяє точно обробляти як повільні, так і швидкі зміни руху.

Однією з унікальних особливостей системи є динамічна адаптація порогу виявлення, що базується на аналізі рівня освітленості кадру. Використання алгоритмів обробки зображень дозволяє системі

вимірювати середній рівень яскравості кожного кадру і відповідно коригувати поріг детекції YOLO. Наприклад, у разі недостатнього освітлення поріг знижується, що дозволяє зберігати точність і ефективність навіть в умовах слабкого освітлення. Це рішення особливо важливе для задач відстеження у непередбачуваних і змінних умовах, де інтенсивність освітлення може значно коливатися.

Для забезпечення стабільної роботи і відстеження в складних умовах також реалізовано механізм буферизації даних об'єктів. Це дозволяє зберігати попередні координати і траєкторії об'єктів, завдяки чому система може обробляти випадкові перешкоди та короточасні втрати видимості. Буферизація інтегрована з Kalman Filter, що дозволяє на основі минулих позицій відновлювати траєкторію об'єкта і прогнозувати його поточне положення.

Розроблена система підтримує можливість відображення кількох об'єктів одночасно та їх ідентифікацію за класом, що дозволяє оператору отримувати повний звіт про ситуацію в режимі реального часу. У підсумку, поєднання YOLO, Kalman Filter і динамічної адаптації порогу детекції формує комплексний інструмент для високоточних і стабільних задач відслідковування об'єктів на відео.

### Висновки

Досліджено актуальність застосування алгоритмів YOLO та Kalman Filter для побудови системи відслідковування об'єктів на відео в реальному часі. Розглянуто переваги використання динамічної адаптації порогу виявлення об'єктів, що дозволяє системі стабільно функціонувати в умовах різноманітного освітлення, а також важливість аугментації даних під час навчання моделі для підвищення точності детекції в умовах мінливого середовища. Розроблений програмний модуль забезпечує надійне виявлення та відстеження об'єктів у режимі реального часу завдяки стабілізації траєкторій, що є важливим для подальшого використання в системах автоматичного моніторингу та аналізу, де точність і стабільність роботи є критично важливими параметрами.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified Real-Time Object Detection. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).
2. Іваненко, А. О., & Лисенко, Т. В. (2022). Використання технологій штучного інтелекту для відслідковування об'єктів. Наукові записки Національного університету «Остронад».

Науковий керівник: **Добровольська Наталія Вікторівна** — к. пед. н., доц. каф., Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Кушнір Володимир Анатолійович** — студент факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії групи 2КІ-23м, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Supervisor: **Dobrovolska Nataliya V.** — k. ped. Ph.D., Assoc. Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Kushnir Volodymyr A.** — student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, group 2KI-23m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia