

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Арцибарський І.В., науковий керівник Віннічук Д.О.

Актуальність проблеми розпізнавання та аналізу рухомих об'єктів визначається зростанням обсягів відеоданих, що надходять із спортивних заходів, зокрема футбольних матчів. Сучасні системи комп'ютерного зору здатні не лише знаходити об'єкти на зображенні, а й аналізувати їх динаміку. У даному дослідженні розроблено систему, що дозволяє автоматично виявляти гравців та м'яч на футбольному полі, підсвічувати їх, а також проводити обчислення статистичних характеристик: пройденої дистанції та середню швидкість бігу гравців, відсоток володіння м'ячем кожною командою.

Для навчання моделі використовувались дані з наборів зображень та відеокадрів з футбольних матчів, що дозволило отримати різнобічну інформацію про різні умови освітлення, ракурси та щільність розташування гравців на полі. Такими даними є набір FootballPlayersDetection [1], що складається з 612 зображень розміром 1280 на 1280 пікселів. Такий підхід забезпечує адаптацію нейронної мережі до реальних умов експлуатації, дозволяючи їй ефективно вилучати значущі ознаки зображень за рахунок власних можливостей згорткових шарів.

Для аналізу інформації у просторі досить часто застосовуються згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks – CNN)[2]. Основою таких моделей є операції згортки, за допомогою яких, використовуючи фільтри, виділяються ключові ознаки зображення: від простих (лінії, кути) до складніших (структура форми гравців та м'яча). Проте для визначення місцезнаходження об'єктів необхідно не лише класифікувати об'єкти, а й точно обчислити координати їхніх прямокутних рамок.

Для аналізу зображень у реальному часі існує модель архітектури нейронних мереж YOLO (You Look Only Once)[3]. Ця архітектура моделей машинного навчання використовується для розпізнавання об'єктів на фото та відео. Під час аналізу картинка пегеляється один раз, і за цей один перегляд відбуваються всі необхідні визначення об'єктів.

При вирішенні задачі розпізнавання об'єктів застосовується метод поділу зображення сіткою розміром $S \times S$. Параметр S відіграє ключову роль у балансі між виявленням об'єктів різного масштабу: збільшені значення S підвищують чутливість системи до дрібних об'єктів, тоді як зменшені значення покращують роботу з великими об'єктами.

Для кожної комірки створюється вектор параметрів, де центральним елементом є концепція "якірної комірки" (Anchor box) — комірки, в яку потрапляє центр об'єкту. Ця комірка містить вектор з оцінкою об'єктності (1 означає наявність об'єкта) та відносними координатами обмежувальної рамки.

Використовуючи модель YOLO, система визначає наявність гравців, м'яча та арбітрів у кожному кадрі. Отримані дані обробляються для формування треків, які містять координати прямокутних рамок, що охоплюють виявлені об'єкти.

Для усунення негативного впливу зсуву камери на результати трекінгу застосовано методику оптичного потоку (за алгоритмом Lucas–Kanade) для обрахунку векторів зміщення між послідовними кадрами. Отримані значення дозволяють коригувати позиції об'єктів, що відображені на відео, шляхом віднімання векторів руху камери від вихідних координат.

При обробці відео здійснюються перспективне перетворення точок з піксельної системи координат у відповідну реальну площину футбольного поля. За допомогою бібліотеки OpenCV координати відеокадру відображаються у геометричну модель поля,

що дозволяє проводити точні вимірювання відстаней та розрахунок швидкості руху гравців.

Для розподілу гравців на команди застосовано алгоритм кластеризації KMeans[4] з бібліотеки scikit-learn. Колірна інформація, вилучена з верхньої частини зображень гравців, є вхідними даними для KMeans, завдяки чому формується розподіл на два кластери, що відповідають різним командам.

З метою оптимізації процесу відстеження та уникнення надмірних передбачень, у системі інтегровано алгоритм Non Max Suppression для об'єднання декількох накладних прогнозів в один точний варіант.

Окрім основних модулів обробки відео, система включає графічний інтерфейс, розроблений за допомогою бібліотеки PyQt5. Інтерфейс дозволяє користувачу завантажувати відеофайли, спостерігати за процесом обробки, переглядати анотоване відео з відображенням статистики. Для збереження оброблених даних використано базу даних PostgreSQL із бібліотекою psycopg2, що дозволяє архівувати відео та відповідні статистичні дані для подальшого аналізу.

У підсумку було створено систему автоматичного розпізнавання та аналізу дій на футбольному полі, здатну виявляти гравців, м'яч і арбітрів, обчислювати статистичні показники. Завдяки виокристанню сучасних технологій для аналізу відео та створення інтрефейсу система забезпечує ефективну обробку відео та зручну взаємодію для кінцевого користувача.

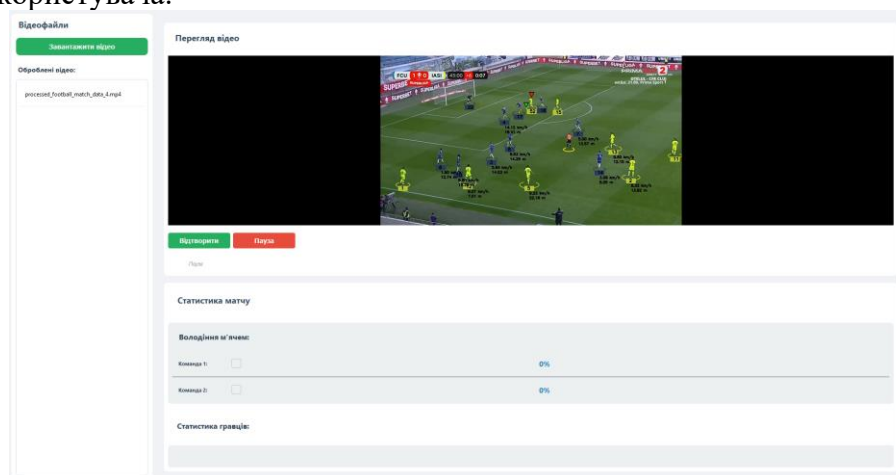


Рис. 1. Зображення інтерфейсу системи
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Портал “Roboflow” [Електронний ресурс] – Режим доступу - <https://universe.roboflow.com/roboflow-jvuqo/football-players-detection-3zvbc/dataset/1>
2. Purwono, Purwono & Ma'arif, Alfian & Rahmانيar, Wahyu & Imam, Haris & Fathurrahman, Haris Imam Karim & Frisky, Aufaclav & Haq, Qazi Mazhar Ul. (2023). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN): A Review. International Journal of Robotics and Control Systems.
3. Chen, Bo. (2024). Research Overview of YOLO Series Object Detection Algorithms Based on Deep Learning. Journal of Computing and Electronic Information Management.
4. Allaoui, Ahmad. (2017). Clustering Kmeans with Evolutionary Strategies. International Journal of Imaging and Robotics

**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