

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ТА ПІДРАХУНКУ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕОФРАГМЕНТАХ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі обґрунтовано вибір згорткової нейронної мережі YOLOv8 для реалізації модуля відстеження та підрахунку об'єктів на відеофрагментах. Для забезпечення стабільного супроводу об'єктів обрано трекер DeepSORT, що базується на використанні фільтра Калмана та відстані Махаланобіса. Програмну реалізацію модуля виконано мовою Python із застосуванням бібліотек PyTorch, Ultralytics та OpenCV. Результати експериментального дослідження показали, що розроблений модуль перевершує аналогічне рішення на основі нейронної мережі YOLOv8s і трекера ByteTrack. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та свідчать про досягнення поставленої мети — підвищення точності відстеження та підрахунку об'єктів.

Ключові слова: згорткова нейронна мережа, трекер.

Abstract

This paper justifies the choice of the YOLOv8 convolutional neural network for implementing a module to track and count objects in video clips. To ensure stable object tracking, the DeepSORT tracker was selected, which is based on the use of a Kalman filter and the Mahalanobis distance. The module was implemented in Python using the PyTorch, Ultralytics, and OpenCV libraries. The results of the experimental study showed that the developed module outperforms a similar solution based on the YOLOv8s neural network and the ByteTrack tracker. The results confirm the effectiveness of the proposed approach and demonstrate that the goal of improving the accuracy of object tracking and counting has been achieved.

Keywords: convolutional neural network, tracker.

Вступ

Сучасний розвиток технологій комп'ютерного зору та штучного інтелекту зумовлює зростання потреби в автоматизованому відстеженні та підрахунку об'єктів на відео. Такі системи широко застосовуються у сферах відеоспостереження, транспортного моніторингу, спортивної аналітики, роздрібно-ї торгівлі та безпеки. Одним із ключових завдань є не лише виявлення об'єктів у кадрі, а й забезпечення їхнього надійного відстеження впродовж відеопослідовності зі збереженням унікального ідентифікатора.

Попри значний прогрес у розвитку алгоритмів детекції та трекінгу об'єктів [1], проблема підвищення точності відстеження в умовах перекриття об'єктів, зміни освітлення та складних сцен залишається актуальною. Тому розробка інформаційних технологій, що поєднують сучасні згорткові нейронні мережі та алгоритми відстеження об'єктів, є важливим науково-практичним завданням.

Результати дослідження

У ході дослідження було проведено аналіз сучасних методів виявлення та відстеження об'єктів на відео, а також виконано порівняння існуючих підходів до побудови систем відеоаналітики. Встановлено, що найбільш перспективними для розв'язання задач відстеження та підрахунку об'єктів у режимі реального часу є методи на основі глибокого навчання [2]. Для реалізації інформаційної технології обрано згорткову нейронну мережу YOLOv8x (Huge), яка забезпечує високу точність виявлення об'єктів різних класів, та алгоритм DeepSORT, що дозволяє підтримувати унікальні ідентифікатори об'єктів протягом усього процесу спостереження [3]. Програмну реалізацію розробленого модуля виконано мовою Python із використанням бібліотек PyTorch, Ultralytics та OpenCV.

Для оцінювання ефективності запропонованого рішення було проведено експериментальне дослід-

дження та порівняльний аналіз із програмним модулем-аналогом, побудованим на основі нейронної мережі YOLOv8s (Small) і трекара ByteTrack. Обидва програмні модулі тестувалися на однаковому наборі відеоданих, що дало змогу забезпечити коректність порівняння отриманих результатів. Оцінювання якості відстеження здійснювалося за допомогою загально визнаних метрик MOTA (Multiple Object Tracking Accuracy) та MOTP (Multiple Object Tracking Precision), які характеризують відповідно загальну точність супроводу об'єктів і точність визначення їхнього місцезнаходження у відеопотоці [4].

Отримані результати показали, що розроблений модуль забезпечує вищу якість відстеження об'єктів. Значення метрики MOTP збільшено на 3,6 %, а значення метрики MOTA на 2,7 % порівняно з аналогом. Це свідчить про підвищення точності локалізації об'єктів та покращення достовірності їх супроводу в межах відеопотоку.

Висновки

У роботі запропоновано інформаційну технологію відстеження та підрахунку об'єктів на відео на основі згорткової нейронної мережі YOLOv8x (Huge) та алгоритму DeepSORT. Детектор YOLOv8x забезпечує високоточне виявлення об'єктів у кожному кадрі відеопотоку, тоді як трекер DeepSORT дозволяє здійснювати стабільне відстеження з присвоєнням унікальних ідентифікаторів та підтриманням їхньої цілісності в часі. Програмна реалізація інформаційної технології виконана мовою програмування Python із використанням бібліотек PyTorch, Ultralytics та OpenCV.

Експериментальне дослідження проводилось на єдиному наборі відеоданих із застосуванням метрик MOTA та MOTP для оцінювання якості багатооб'єктного відстеження. Для підтвердження ефективності запропонованого рішення виконано порівняння з аналогічним модулем, побудованим на основі YOLOv8s (Small) та трекара ByteTrack.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та доцільність використання комбінації YOLOv8x і DeepSORT для задач відстеження та підрахунку об'єктів у відеопотоці в режимі реального часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Soleimanitaleb, Zahra, and Mohammad Ali Keyvanrad. "Single object tracking: a survey of methods, datasets, and evaluation metrics." arXiv preprint arXiv:2201.13066 (2022).
2. Ciaparrone, Gioele, et al. "Deep learning in video multi-object tracking: A survey." Neurocomputing 381 (2020): 61-88.
3. Zou, Zhengxia, et al. "Object detection in 20 years: A survey." Proceedings of the IEEE (2023).
4. Bewley, Alex, et al. "Simple online and realtime tracking." 2016 IEEE international conference on image processing (ICIP). IEEE, 2016.

Хоцько Богдан Володимирович — студент групи ІКН-25м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: khotskob@gmail.com

Колесницький Олег Костянтинович — канд. техн. наук, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kolesnytskiy@vntu.edu.ua

Khotsko Bohdan V. — student of Intelligent Information Technologies and Automation Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: khotskob@gmail.com

Kolesnytskyj Oleh K. — Cand. Sc. (Eng.), Professor of the Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. email: kolesnytskiy@vntu.edu.ua