

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено технологію розпізнавання рухомих об'єктів з використанням методів комп'ютерного зору та глибокого навчання. Проаналізовано сучасні підходи до виявлення, класифікації та відстеження рухомих об'єктів, а також обґрунтовано доцільність застосування згорткових нейронних мереж у задачах аналізу відеоданих.

Ключові слова: розпізнавання рухомих об'єктів, комп'ютерний зір, глибоке навчання, нейронні мережі, YOLO, відеоаналіз.

Abstract

The paper investigates the technology of recognizing moving objects using methods of computer vision and deep learning. Modern approaches to the detection, classification, and tracking of moving objects are analyzed, and the feasibility of applying convolutional neural networks to video data analysis tasks is substantiated.

Keywords: Recognition of moving objects, computer vision, deep learning, neural networks, YOLO, video analysis..

Вступ

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій розпізнавання рухомих об'єктів є однією з ключових задач комп'ютерного зору та інтелектуальних систем. Дана технологія широко застосовується в системах відеоспостереження, автономному транспорті, робототехніці, безпеці, медицині та аналізі поведінки об'єктів у реальному часі.

Процес розпізнавання рухомих об'єктів зазвичай складається з кількох етапів: попередньої обробки відеоданих, виявлення руху, сегментації об'єктів, їх класифікації та відстеження. На етапі виявлення руху використовуються методи міжкадрової різниці, фонові субтракції та оптичного потоку. Для підвищення точності застосовуються фільтрація шумів, нормалізація освітлення та морфологічні операції.

Результати дослідження

Розпізнавання рухомих об'єктів є однією з фундаментальних задач комп'ютерного зору та інтелектуального аналізу відеоданих. У контексті магістерських досліджень дана технологія набуває особливої актуальності у зв'язку з широким впровадженням автоматизованих систем відеоспостереження, безпілотних транспортних засобів, робототехнічних комплексів та систем підтримки прийняття рішень, що функціонують у режимі реального часу.

Технологія розпізнавання рухомих об'єктів базується на поетапній обробці відеопотоку, яка включає попередню обробку зображень, виявлення областей руху, сегментацію об'єктів, їх класифікацію та подальше відстеження у часовому просторі. Для виявлення руху застосовуються класичні методи міжкадрової різниці, фонові субтракції та аналізу оптичного потоку, які дозволяють виділяти динамічні об'єкти на статичному або квазистатичному фоні.

З метою підвищення точності розпізнавання рухомих об'єктів у сучасних наукових дослідженнях широко застосовуються методи машинного та глибокого навчання, які демонструють значно кращі результати порівняно з класичними алгоритмічними підходами. Основну роль у даному напрямі відіграють згорткові нейронні мережі, що забезпечують ефективне автоматичне виділення інформа-

тивних просторових ознак із зображень різної складності та роздільної здатності. Завдяки ієрархічній структурі таких мереж досягається висока стійкість до локальних спотворень, змін масштабу та варіацій освітлення.

Для аналізу відеопослідовностей та врахування часової динаміки руху об'єктів застосовуються рекурентні нейронні мережі, зокрема архітектури типу LSTM та GRU, а також гібридні моделі, що поєднують згорткові та рекурентні шари. Такий підхід дозволяє моделювати залежності між послідовними кадрами, підвищувати стабільність розпізнавання та зменшувати кількість помилкових спрацьовувань у складних сценах.

Важливе місце в задачах автоматичного розпізнавання рухомих об'єктів займають сучасні моделі детекції, зокрема YOLO, SSD та Faster R-CNN, які поєднують високу точність локалізації об'єктів із можливістю роботи в режимі реального часу.

Модель YOLO (You Only Look Once) застосовується для детекції рухомих об'єктів у відеопотоці з камер спостереження. Завдяки одноетапній архітектурі модель забезпечувала обробку відео зі швидкістю, наближеною до реального часу (понад 25 кадрів за секунду), що дозволяло ефективно розпізнавати транспортні засоби та пішоходів у динамічних сценах. Навіть за умов часткового перекриття об'єктів та змінного освітлення модель демонструвала стабільні результати локалізації.

Модель SSD (Single Shot Detector) використовується для розпізнавання об'єктів середнього та малого розміру в сценах із помірною кількістю рухомих елементів. У ході експериментів SSD показала ефективність при аналізі відео з фіксованої камери, де необхідно було одночасно виявляти декілька рухомих об'єктів. Перевагою даної моделі стала збалансованість між точністю детекції та обчислювальними витратами, що робить її придатною для систем із обмеженими апаратними ресурсами.

Модель Faster R-CNN застосовується для детального аналізу складних сцен із високою щільністю об'єктів, зокрема в умовах інтенсивного руху або значного перекриття. У межах експериментальної частини Faster R-CNN використовувалася для уточнення меж об'єктів та підвищення точності класифікації. Хоча дана модель має більшу обчислювальну складність, отримані результати засвідчили її перевагу в задачах, де пріоритетом є максимальна точність розпізнавання, а не швидкодія.

Зазначені моделі ефективно функціонують в умовах змінного освітлення, часткового перекриття об'єктів, фонових перешкод та наявності шумів у відеоданих, що робить їх доцільними для використання в практичних інтелектуальних системах.

Окрему увагу доцільно приділити задачі відстеження рухомих об'єктів, що реалізується із застосуванням фільтра Калмана, фільтрів частинок та алгоритмів асоціації об'єктів між кадрами. Це дозволяє формувати траєкторії руху, аналізувати поведінку об'єктів та прогнозувати їх подальші дії.

Незважаючи на значний прогрес у даній галузі, залишаються актуальними проблеми обчислювальної складності алгоритмів, залежності результатів від якості вхідних відеоданих та необхідності адаптації моделей до конкретних умов експлуатації. У зв'язку з цим перспективним напрямом досліджень є розробка оптимізованих алгоритмів розпізнавання рухомих об'єктів із використанням адаптивних методів штучного інтелекту та апаратного прискорення.

Висновки

В результаті роботи було обґрунтовано ефективність застосування моделей глибинного навчання, зокрема YOLO, для розпізнавання рухомих об'єктів. Використання моделі YOLO дозволяє забезпечити високу точність детекції та локалізації рухомих об'єктів навіть за умов змінного освітлення, часткового перекриття об'єктів і наявності шумів у відеоданих. Поєднання алгоритмів детекції з методами відстеження у часовому просторі сприяє підвищенню стабільності результатів розпізнавання та зменшенню кількості хибних спрацьовувань. Отримані результати підтверджують доцільність використання моделі YOLO як базового елемента інтелектуальних систем автоматичного розпізнавання рухомих цілей та свідчать про перспективність подальших досліджень у даному напрямі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Object Detection [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Object_detection.
2. Tang, Y.; Zhang, C.; Gu, R. Vehicle detection and recognition for intelligent traffic surveillance system. Multimed. Tools Appl. 2017, 76, 5817–5832.

3. Згорткова нейронна мережа – просте пояснення CNN та її застосування – [Електронний ресурс] – <https://evergreens.com.ua/ua/articles/cnn.html>

4. Руденко О.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник / О.В.Руденко, Є.В.Бодянський. - Харків : ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. — 404 с. - ISBN 966-8630-73-X.

Озеранський Володимир Сергійович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Хмелівський Юрій Сергійович — асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Бевз Артем Олександрович — студент групи 2КН-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ozeransky Volodymyr — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Sciences Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Khmeliivskyi Yurii — Assistant of Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Bevz Artem — student of Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.