

«Методи розпізнавання рухомих об'єктів»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дана стаття присвячена методам розпізнавання та відстеження рухомих об'єктів в реальному часі. Описані підходи, які дозволяють відстежувати та розпізнавати об'єкти на відео, включаючи функціональні можливості, які базуються на кольорових ознаках, формі та швидкості.

Ключові слова: розпізнавання рухомих об'єктів, відстеження рухомих об'єктів, використання траєкторій, фоновий шум, швидкість руху

Abstract

This article is devoted to methods of recognition and tracking of moving objects in real time. Approaches to track and recognize objects in video are described, including capabilities based on color features, shape, and speed.

Keywords: recognition of moving objects, tracking of moving objects, tracking of trajectories, background noise, speed of movement

Вступ

Розпізнавання рухомих об'єктів - це один з найважливіших аспектів комп'ютерного зору, який займається автоматичним аналізом зображень для виявлення і відстеження рухомих об'єктів. У сучасному світі, де кількість камер спостереження зростає з кожним днем, розпізнавання рухомих об'єктів стає дедалі більш актуальним і вимагає швидкого та ефективного вирішення.

Методи розпізнавання рухомих об'єктів

До сучасних методів розпізнавання рухомих об'єктів належать методи, засновані на глибинному навчанні, методи оптичного потоку, методи використання фонові моделі та методи використання траєкторій [1, 2].

Метод глибинного навчання використовується для розпізнавання та відстеження рухомих об'єктів у відео або зображеннях. Зазвичай для цього використовуються нейронні мережі, зокрема Convolutional Neural Networks (CNN), як на рис. 1.

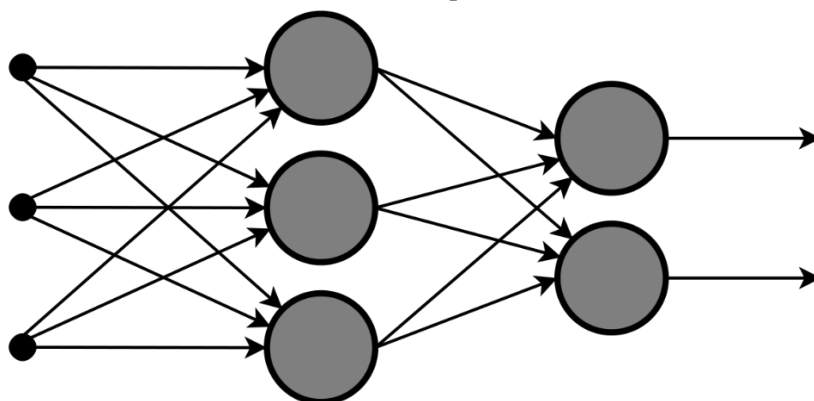


Рисунок 1 – Нейронна мережа з кількома шарами

Для початку роботи з даними необхідно провести їх попередню обробку, щоб зменшити шум і видалити непотрібну інформацію. Далі необхідно побудувати модель, яка буде навчатися розпізнавати та відстежувати рухомі об'єкти. Для цього можна використати різні архітектури нейронних мереж,

зокрема Region-based Convolutional Neural Networks (R-CNN), Faster R-CNN, Single Shot Multibox Detector (SSD) та інші [3].

Після навчання моделі її можна застосувати для розпізнавання та відстеження об'єктів на відео чи зображенні. Для цього модель використовується як детектор, який знаходить об'єкти на зображенні та відстежує їх рух. Для відстеження можуть використовуватися різні методи, наприклад, метод оптичного потоку або кореляційний аналіз. Цей метод дозволяє досягти високої точності розпізнавання та відстеження рухомих об'єктів, що робить його ефективним для використання в різних інженерних задачах.

Метод оптичного потоку є одним з основних методів відстеження рухомих об'єктів в часі. Цей метод заснований на аналізі зміни яскравості пікселів на зображенні в різні моменти часу. Ідея полягає в тому, що якщо об'єкт рухається відносно камери, то його пікселі будуть змінюватись в часі [4].

Метод використовується для визначення напрямку та швидкості руху об'єкта на зображенні. За допомогою нього можна отримати вектор руху для кожного пікселя зображення. Цей вектор задає напрямок та швидкість зміни яскравості пікселя. Для відстеження об'єкта за допомогою методу оптичного потоку спочатку необхідно вибрати область, яка містить об'єкт, та обчислити оптичний потік для кожного пікселя в цій області. Потім можна обчислити середнє значення векторів руху для всіх пікселів у вибраній області, щоб отримати вектор руху для всього об'єкта. Цей вектор можна використовувати для відстеження руху об'єкта на зображенні, як на рис. 2.

Одним з головних обмежень методу оптичного потоку є його чутливість до зміни освітлення та тіней на зображенні. Також, якщо об'єкт змінює свій розмір, форму або швидкість руху, то метод може втратити точність відстеження. Тому для досягнення кращих результатів можна поєднувати метод оптичного потоку з іншими методами, такими як глибинне навчання або методи використання фонові моделі.

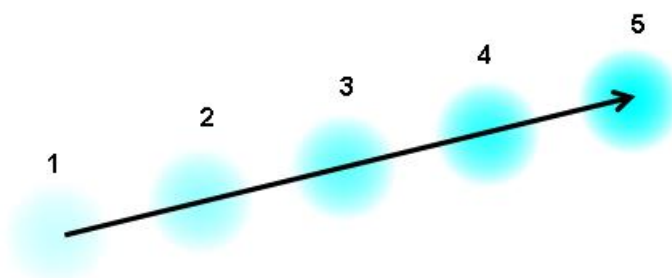


Рисунок 2 – Вектор оптичного потоку руху об'єкта в послідовності відео

Метод використання фонові моделі є одним з найбільш поширених підходів для розпізнавання та відстеження рухомих об'єктів на відео. Цей метод полягає в тому, що на початку аналізується вихідне відео та визначається фонове зображення, тобто зображення без рухомих об'єктів. Далі фонове зображення використовується для порівняння з новими кадрами, які надходять з камери. У випадку, коли на новому кадрі виявляється рух, він відрізняється від фонового зображення, тому відбувається розпізнавання об'єкту та відстеження його траєкторії. Це може бути досягнуто шляхом віднімання фону від нового кадру або порівняння кожного пікселя нового кадру з відповідним пікселем фонового зображення, як на рис. 3.

Переваги цього методу включають високу швидкість роботи та низький рівень витрат на обчислення. Однак, недоліки включають в себе чутливість до змін в освітленні, забруднення та інші фактори, що можуть вплинути на фонове зображення та зробити неможливим правильне відстеження об'єктів [5, 6].

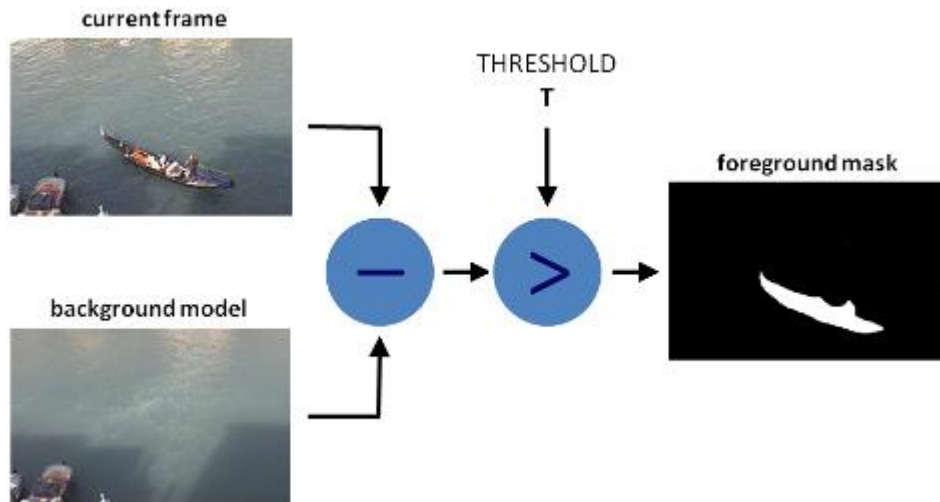


Рисунок 3 – Віднімання фону від нового кадру або порівняння кожного пікселя нового кадру

Метод використання траєкторії є одним з популярних методів відстеження рухомих об'єктів, особливо він корисний в ситуаціях, де об'єкти перебувають у взаємодії з іншими об'єктами в середовищі. Основна ідея методу полягає в тому, щоб стежити за об'єктом, записуючи його траєкторію, тобто послідовність позицій об'єкту в просторі в залежності від часу. Далі аналізуються ці траєкторії з метою виявлення певних особливостей в поведінці об'єктів, наприклад, зміни швидкості, зупинки, зміни напрямку руху тощо [7, 8].

Застосування методу полягає в тому, щоб виявляти підозрілі дії та маневри об'єктів на основі їх траєкторій, такі як зміна напрямку руху, різке зниження або збільшення швидкості, зупинки на певних ділянках тощо, що подано на рис. 4. Для отримання траєкторії об'єкта використовуються методи комп'ютерного зору, такі як відстеження за об'єктом на кадрах відео, визначення розміру та форми об'єкта, виявлення зміни положення об'єкта в просторі між кадрами та інші. Для аналізу траєкторій застосовуються різні методи машинного навчання, такі як класифікація та кластеризація, що дозволяє виявляти особливості та закономірності в поведінці об'єктів.

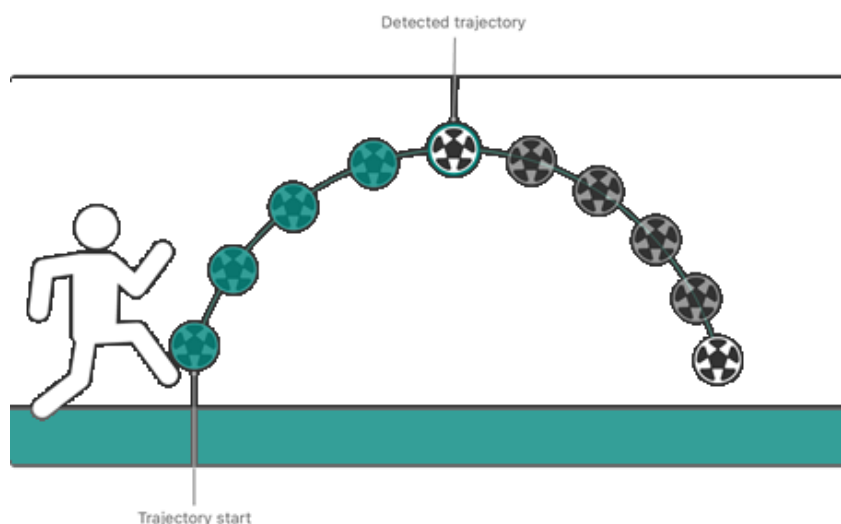


Рисунок 4 – Виявлення підозрілих дій та маневрів об'єктів на основі їх траєкторій

Застосування методів розпізнавання рухомих об'єктів має свої особливості, зокрема, пов'язані з вибором оптимального методу для конкретної задачі, а також з вимогами до обчислювальної потужності обладнання. Для вибору оптимального методу необхідно враховувати різноманітні фактори, такі як швидкість та точність визначення рухомих об'єктів, стійкість до змін освітлення, кількість об'єктів, які потрібно відстежувати, та вимоги до часу відповіді системи.

Однією з ключових вимог до обчислювальної потужності є час відповіді системи, який може бути критичним для багатьох застосувань, таких як системи відеоспостереження або робототехніки.

Для забезпечення швидкодії системи можна використовувати різні методи оптимізації, такі як паралельна обробка даних, апаратне прискорення та інші.

Висновки

Методи розпізнавання рухомих об'єктів мають великий потенціал для застосування в різних галузях, таких як відеоспостереження, автоматичне керування транспортними засобами, робототехніка та інші. Кожен з методів має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати при виборі оптимального методу для конкретної задачі [9].

Однією з ключових вимог до застосування методів розпізнавання рухомих об'єктів є час відповіді системи, який може бути критичним для багатьох застосувань. Для забезпечення швидкодії системи можна використовувати різні методи оптимізації та обчислювальні технології. Незважаючи на те, що методи розпізнавання рухомих об'єктів мають свої обмеження, їх застосування може дозволити досягти значних покращень у різних галузях. Далі розвиток цих методів буде спрямований на підвищення точності та швидкодії за рахунок використання нових технологій та алгоритмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wu, B., & Nevatia, R. (2007). Detection and tracking of multiple, partially occluded humans by Bayesian combination of edgelet based part detectors. *International Journal of Computer Vision*, 75(2), 247-266. doi: 10.1007/s11263-006-0002-5
2. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 779-788). doi: 10.1109/CVPR.2016.91
3. Zhan, L., Fang, Y., & Cao, Z. (2018). Moving object detection using deep convolutional neural networks. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 51, 160-170. doi: 10.1016/j.jvcir.2017.11.003
4. Choi, J. H., Lee, J. H., & Lee, S. W. (2010). Real-time moving object detection and tracking for intelligent surveillance systems. *Journal of Real-Time Image Processing*, 5(4), 245-257. doi: 10.1007/s11554-009-0147-y
5. Khan, N., & Rehman, A. (2018). A review on moving object detection and tracking in video surveillance. *Multimedia Tools and Applications*, 77(22), 29835-29857. doi: 10.1007/s11042-018-6979-9
6. Zhang, Y., Liu, S., & Wang, Q. (2020). A real-time pedestrian detection algorithm based on improved YOLOv3. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(5), 5435-5447. doi: 10.3233/JIFS-191107
7. Leibe, B., Schindler, K., & Cornelis, N. (2008). Coupled object detection and tracking from static cameras and moving vehicles. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(10), 1683-1698. doi: 10.1109/TPAMI.2007.70844
8. Zhang, Y., Jiao, J., & Jiao, L. (2019). Object tracking based on modified KCF algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 78(5), 5459-5473. doi: 10.1007/s11042-018-6979-9
9. Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 91-99). doi: 10.1109/TPAMI.2015.2437388

Максим Андрійович Фурман – студент групи ІСП-196, факультет інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, jgnice8@gmail.com.

Крупельницький Леонід Віталійович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, krupost@gmail.com.

Furman Maksym A. – student of group ІСП – 196, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, jgnice8@gmail.com.

Krupelnitskyi, Leonid V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, krupost@gmail.com