

УДК 621.38:004.932.2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИДІЛЕННЯ СТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Кавецький В.С., Стрілкова Т.О.

e-mail: viacheslav.kavetskyi@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП
м. Харків, Україна

This work presents an algorithm for detecting stationary objects in video frames based on contrast analysis. The method segments the frame into small blocks and calculates pixel intensity to differentiate objects from the background. Absolute and relative contrast values determine object presence, forming a binary mask. Connected component analysis refines object boundaries, filtering out noise. The algorithm considers real-world conditions by introducing noise to evaluate signal-to-noise ratios. Experimental results demonstrate the algorithm's effectiveness in identifying objects with sufficient contrast while highlighting its limitations in detecting low-contrast or small objects.

Розробка методів виділення стаціонарних об'єктів – це одне з ключових завдань у сфері комп'ютерного зору, особливо для систем автоматичного аналізу зображень. Визначення об'єктів має важливе значення у відеоспостереженні, контролі дорожнього руху, обробці супутникових знімків та інших сферах, де необхідно фіксувати об'єкти, що не змінюють свого положення протягом певного періоду.

Задачі виявлення та розпізнавання стаціонарних об'єктів не мають, на сьогодні однозначного рішення. Теоретичним підґрунтям для розробки алгоритмів виявлення об'єктів є стохастичний опис сигналів, які приймаються [1]. Стохастичні характеристики сигнальних та фонових складових, особливо при виділенні об'єктів, які характеризуються низькими рівнями енергії та малими геометричними розмірами, суттєво впливають на ефективність алгоритмів, що розробляються. При виявленні сигналів, що характеризуються малими значеннями величини сигнал/шум достатню ефективність має метод кореляційного аналізу, однак при цьому необхідна апіорна інформація про спостережувані об'єкти. Для реалізації методів сегментації зображень використовують розпізнавальні ознаки, характерні тільки для спостережуваних об'єктів. Також достатню ефективність показали методи виділення об'єктів із використанням лінійної і нелінійної просторової фільтрації та порогові методи [2].

Таким чином існують різні підходи виділення стаціонарних об'єктів, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Один із поширених методів ґрунтується на аналізі контрастності та яскравості пікселів зображення, що дозволяє відокремити об'єкти, які зберігають свою форму та положення протягом певного часу. Інші методи використовують глибокі нейронні мережі для сегментації зображення, але їх навчання потребує великих

обсягів даних. Алгоритми, що ґрунтуються на аналізі характеристик поверхні об'єктів дозволяють розпізнавати об'єкти за структурою та формою незалежно від яскравості. Однак, такі алгоритми потребують значних обчислювальних ресурсів і можуть працювати повільно при обробці великого обсягу даних [3].

Запропонований метод виділення стаціонарних об'єктів базується на аналізі контрастності, сегментації кадру та обчисленні яскравості пікселів [4]. Основний етап передбачає розбиття зображення на сегменти та порівняння їх середньої інтенсивності з фоновими значеннями, що дозволяє виявляти об'єкти, контрастність яких достатньо висока для виділення. Порівняння цих значень з фоном дозволяє визначати абсолютну та відносну контрастність, які є основними критеріями для виділення об'єктів. Формування бінарної маски дає змогу відокремлювати області з високим контрастом, що відповідають стаціонарним об'єктам.

Щоб уникнути ситуацій, коли система помилково приймає зміну освітлення або дефекти камери за об'єкти, проводиться аналіз контрастності об'єктів щодо фону, а також оцінка, чи залишаються вони незмінними протягом певного часу. Аналіз зміни інтенсивності пікселів дає змогу відокремити реальні об'єкти від тимчасових змін у зображенні, таких як тіні, відблиски чи випадкові зміни освітлення, що дозволяє алгоритму не реагувати на короткочасні перешкоди, спричинені зовнішніми факторами, та зосередитися на об'єктах, що залишаються незмінними протягом тривалого часу.

Подальша обробка передбачає групування сусідніх сегментів з подібними характеристиками та формування меж об'єктів у вигляді мінімальних за розміром стробів. Додаткове фільтрування дозволяє виключати дрібні елементи, які можуть бути спричинені шумом або артефактами обробки.

Для оцінки ефективності алгоритму проводиться моделювання реальних умов шляхом додавання шуму, що імітує перешкоди в зображенні. Відношення сигнал/шум є важливим параметром, який характеризує якість сигналу порівняно з рівнем шуму. Воно визначає, наскільки потужність корисного сигналу перевищує потужність шуму. Визначення відношення сигнал/шум дозволяє оцінити якість виділення об'єктів та визначити граничні значення контрастності, за яких алгоритм ще здатний правильно працювати. Результати оцінки ефективності виявлення стаціонарних об'єктів за критерієм сигнал/шум представлене на рисунку.

Результати тестування підтвердили ефективність методу за умови достатньої контрастності об'єктів щодо фону. При зниженні контрастності до певного порогу алгоритм починає втрачати точність, а дрібні або слабо виражені об'єкти можуть бути неправильно розпізнані або взагалі не захоплені. Аналіз залежності сигнал/шум від контрастності показує, що існує критичний рівень, за якого алгоритм не здатний виділяти об'єкти.

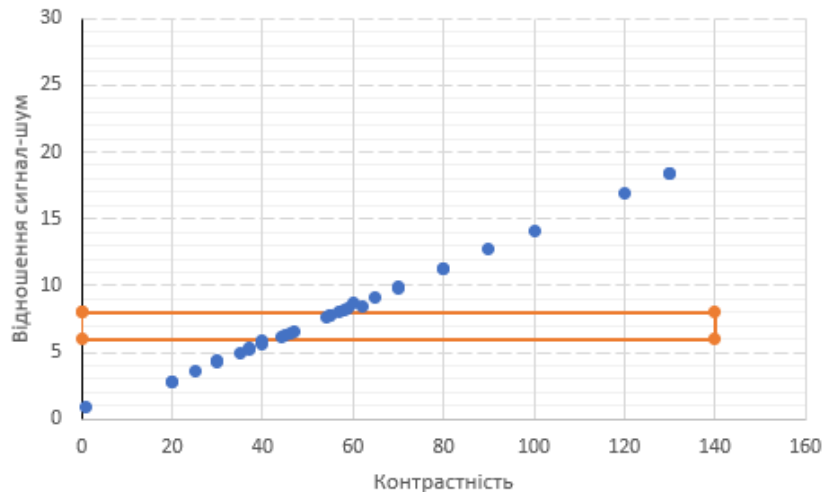


Рисунок Графік залежності відношення сигнал-шум від контрастності

Висновки. Запропонований метод демонструє стабільну роботу в умовах змінного освітлення та наявності шуму. Його можна використовувати для аналізу відеопотоків, наприклад, для автоматичного виявлення підозрілих предметів у громадських місцях. Також метод ефективний у сфері контролю дорожнього руху, де він може допомагати виявляти нерухомі транспортні засоби або перешкоди на дорозі.

Список використаних джерел:

1. Strelkova T.A., Lytyuga A.P., Kalmykov A.S. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0. 2021, Pages: 134-162. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch005.

2. Strelkova T.A., Strelkov A.I., Lytyuga A.P., Kalmykov A.S. Methods of Reception and Signal Processing in Machine Vision Systems in Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0., 2021, Pages: 71-102. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch003.

3. Стрількова Т. О. Литюга О.П., Дуднік О.В. Використання методів машинного навчання для інтелектуального аналізу даних систем відеоспостереження // XXIII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”. Секція 2. Оптичні та оптико-електронні прилади системи. Фотоніка. 14-15 травня 2024 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна., С. 51-52.

4. Кавецький В. С. Дослідження методів автоматичного виявлення та відстеження рухомих об'єктів в системах відеоспостереження : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 171 Електроніка / В. С. Кавецький ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2025. – 46 с.