СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ»

УДК 004.93:621.384
Малий О.Ю.[1], Фурманова Н.І.[1], Фарафонов О.Ю.[1]
[1] канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ ТА ВІДЕО З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ

Сучасний розвиток систем управління робототехнічними платформами вимагає впровадження автоматизованого пошуку об'єктів, панорамного огляду та тривимірної діагностики.

Проте існуючі системи виявлення об'єктів мають суттєвий недолік – використання лазерних далекомірів, що працюють за активним принципом. Ключові недоліки активних систем:

- демаскування: Випромінювання лазерних далекомірів фіксується детекторами лазерного опромінення (LWR);
- обмеження багатоцільовості: система пошуку може вимірювати дальність лише до одного об'єкту за раз, що знижує динаміку роботи;
- вплив атмосфери: точність лазерної дальнометрії суттєво падає в умовах дощу, туману, пилових бур або використання аерозольних завіс;

Складність детекції малих об'єктів: лазерні дальноміри важко фіксують об'єкти з низьким коефіцієнтом відбиття або малим кутовим розміром (антени, дроти).

Вирішенням цих проблем є розробка пасивних оптико-електронних систем (ОЕС) на базі технічного зору (рис. 1), що дозволяють визначати координати, дальність та швидкість об'єктів, не випромінюючи енергії.

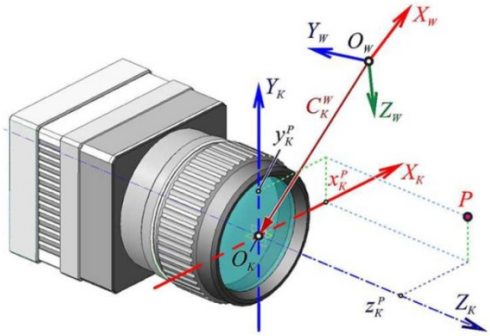


Рисунок 1 – Зв'язок СК камери, світової СК та координат об'єкта Р

Для пасивного визначення параметрів цілей розглянуто три основні методи:

- кутомірно-кутомірний спосіб: базується на прямій засічці з двох точок з відомими координатами. Недоліком є складність автоматизації ідентифікації об'єкта, який бачиться під різними ракурсами;

- різницево-далекомірний спосіб: використовується переважно у звуковій розвідці. Вимагає надточної синхронізації часу між робототехнічними платформами та складної ідентифікації джерела «пульсуючої» енергії (спалаху);

- кутомірно-далекомірний спосіб: найбільш перспективний для реалізації на одній робототехнічній платформі. Дальність при цьому може визначатися пасивно через лінійні розміри цілі (має низьку точність – похибка 10-20%).

Класичні моделі камер (на основі афінної проекції) не враховують специфіку військової техніки. У роботі запропоновано розширену модель, яка включає:

- взаємозв'язок між піксельними та метричними координатами з урахуванням межпіксельних інтервалів фотоматриці;

- корекцію дисторсії: не лише радіальної, а й тангенціальної, що виникає через недосконаліть лінз або перекоси при монтажі матриці;

- вплив захисного скла: враховано заломлення променів у товстому захисному склі прицілів, що критично для точності на великих відстанях.

Математично модель зв'язує координати об'єкта у світовій системі координат з його проекцією на матрицю через матриці внутрішньої калібровки (параметри пікселя, фокусна відстань) та зовнішньої калібровки (орієнтація камери в просторі).

На основі моделі камери розроблено моделі вимірювальних систем у різних конфігураціях:

- система з двох нормально розташованих камер: класична стереопара з паралельними осями;

- система з захисним склом: враховує товщину та коефіцієнт заломлення матеріалу;

- довільно розташовані камери: модель дозволяє використовувати камери з різними технічними характеристиками, розташовані під випадковими кутами, що важливо для модернізації техніки, де місце для встановлення ОЕС обмежене конструкцією.

На рисунку 2 приведений алгоритм виявлення об'єктів.

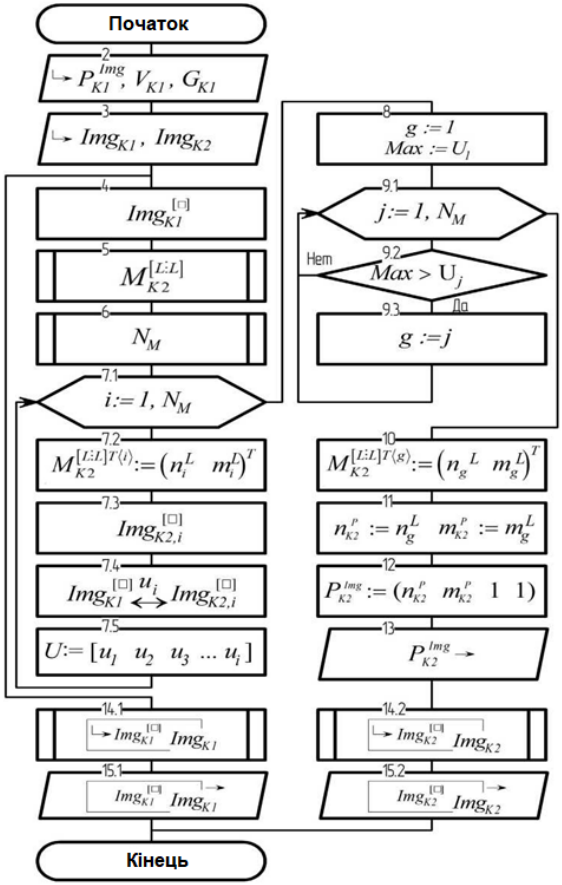


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритму пошуку

Ключовим завданням є робота в реальному часі на малопотужних обчислювальних засобах роботизованих плотформ.

Запропонована пасивна ОЕС дозволяє:

- забезпечити скритність роботи систем виявлення об’єктів, унеможливлюючи детекцію засобами LWR;

- здійснювати багатоцільовий супровід та автоматичне цілерозподілення в реальному часі;

- працювати в умовах радіоелектронних та оптичних завад, де лазерні системи виходять з ладу;

- створювати ефективні роботизовані комплекси, де технічний зір є основним джерелом інформації про середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zaidi S. A., Ansari M. S., Aslam A., Kanwal N., Asghar M., Lee B. A Survey of Modern Object Detection Algorithms. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. P. 31613-31635. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3160329.

2. Zou Z., Chen K., Shi Z., Guo Y., Ye J. Object Detection in 20 Years: A Survey. *Proceedings of the IEEE*. 2023. Vol. 111. No. 3. P. 257-276. DOI: https://doi.org/10.1109/JPROC.2023.3242224.

3. Li H., et al. RT-DETR: Real-Time Detection Transformer for Optoelectronic Tracking Systems. *Journal of Real-Time Image Processing*. 2025. Vol. 20. No. 1. P. 45-62.