

УДК 004.4

ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ НА АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ

Радіонов Є.Д., аспірант, radionov.ye.d@nmu.one, НТУ «ДП»
Каштан В.Ю., к. т. н., доцент, kashtan.v.yu@nmu.one, НТУ «ДП»

У сучасному інформаційному суспільстві, де потік даних зростає з кожним днем, технології розпізнавання образів є невід'ємною частиною життєдіяльності суспільства. Це особливо актуально для економіки, соціальної сфери, правоохоронних органів та військових структур. За останні роки значно зростає кількість застосування штучних супутників, дронів та інших безпілотних систем у воєнних операціях, що надає завданням розпізнавання і класифікації військових об'єктів особливої значущості.

На сьогоднішній день можна виділити декілька напрямів щодо розпізнавання військових об'єктів за допомогою безпілотних систем:

1. Розпізнавання за аерокосмічними даними. Перевагою цього напрямку є можливість охоплення великих територій для аналізу, що сприяє отриманню збалансованого стратегічного уявлення про ситуацію. Однак існують суттєві обмеження, які звужують сферу застосування цього підходу. По-перше, низька періодичність оновлення даних не задовольняє потребу у своєчасній та актуальній інформації на місці подій. Хоча за наявності відповідних ресурсів можливе зменшення часу оновлення, проте робота в режимі реального часу залишається недосяжною. По-друге, навіть при використанні супутників з високороздільними сенсорами можливі випадки маскування об'єктів або їх невидимості для різних каналів спостереження, включаючи інфрачервоний та видимий спектр світла. По-третє, погодні умови, такі як хмарність або інші атмосферні фактори, можуть значно обмежувати ефективність використання аерокосмічних даних, ускладнюючи процес збору та аналізу інформації.

2. Розпізнавання за даними фото або відео зйомки на середній та близькій відстанях. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), наземних, фрудронів, стаціонарних чи портативних фото/відео камер значно підвищує ситуаційну обізнаність підрозділів під час виконання бойових завдань. Основною перевагою використання подібних систем, в порівнянні із супутниками, є швидкість оновлення даних, маневреність пристроїв, можливість змінювати висоту і напрямпересування пристрою, що дозволяє повністю або частково уникати несприятливих погодних умов, збільшувати шанси на виявлення об'єктів та підвищувати контроль обстановки. Значно менша вартість подібних систем, в порівнянні з супутниковими, сприяє збільшенню кількості безпілотних апаратів, що призводить до кратного збільшення інформації, яка отримується з них. Це породжує необхідність швидкого і якісного розпізнавання, аналізу і класифікації об'єктів за цими даними. Основним недоліком таких систем є великий обсяг інформації, обробити яку, людина може бути не в змозі.

3. Розпізнавання та класифікація цілей на малій відстані. Для надання безпілотним системам можливості автономного прийняття рішень необхідно не тільки розпізнавання об'єктів, а і їх класифікація та аналіз подальших дій. Це дозволить зменшити людські зусилля і час на одночасне використання великої кількості дронів, особливо ударних.

Незалежно від джерела вхідних даних для розпізнавання військових об'єктів, цю задачу неможливо вирішити виключно за допомогою алгоритмічних підходів. У певних ситуаціях, коли об'єкти сильно контрастують з фоном, застосування стандартних алгоритмів може бути досить ефективним. Наприклад, використання фільтра Собеля[3] для виявлення контурів літаків на аеродромі під відкритим небом може дати задовільний результат (рис.1) [1].

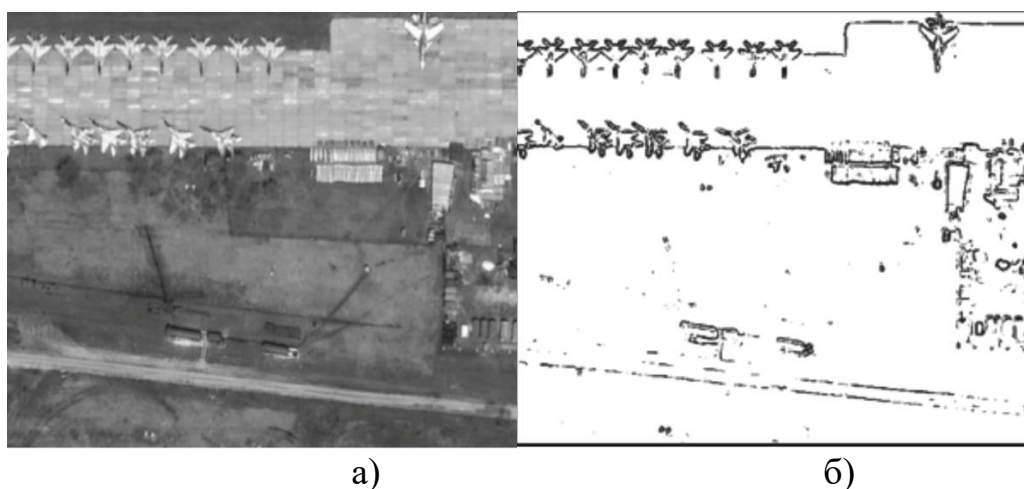


Рисунок 1 – Обробка даних: а) первинне зображення; б) після застосування фільтра Собеля

У випадках, коли навколишнє середовище не відрізняється від об'єкту або коли об'єкт частково прихований або замаскований, використовуються більш складні методи, такі як нейронні мережі або штучний інтелект.

Найбільш відомими прикладами нейронних мереж, які використовуються для розпізнавання об'єктів є Detectron 2 і YOLOv8. Обидві моделі дозволяють виявляти, класифікувати і стежити за об'єктами на фото і відео.

Окрім використання даних з видимого спектру світла може бути доцільно використання інших спектрів світла або додаткових датчиків чи технологій, таких як LiDAR.

Використання LiDARтехнології поширено в сфері безпілотних автомобілів [2] для виявлення сторонніх об'єктів, перешкод та інших автомобілів. Однак, ця технологія може бути адаптована для автоматичного уникнення перешкод чи виявлення цілей в БПЛА.

Серед методів розпізнавання об'єктів можна виділити:

– оператор (фільтр) Собеля та алгоритм Кенні [4]. Ці методи ефективно виявляють об'єкти, які добре контрастують з фоном, однак вже не є ефективними для об'єктів складних форм або якщо об'єкт частково видимий на зображенні;

– система Віола-Джонса для виявлення об'єктів [5]. Найкраще підходить для виявлення обличчя, однак може бути адаптована для розпізнавання і інших об'єктів.

– SIFT [6]. Основна ідея SIFT полягає в тому, щоб виділити ключові точки (особливі місця) на зображенні, які не змінюються сильно при зміні масштабу або кута огляду. Алгоритм SIFT робить це, аналізуючи оточення кожної точки і будує унікальний "відбиток" або "характеристичний вектор" для кожної ключової точки. Ці характеристичні вектори потім можуть бути використані для порівняння ключових точок на різних зображеннях і, таким чином, для розпізнавання об'єктів на цих зображеннях.

– регіональні згорткові нейронні мережі (R-CNN). Отримавши вхідне зображення, нейромережа застосовує механізм під назвою «вибірковий пошук» [7] для виявлення областей інтересу, після чого, кожна область піддається класифікації.

– SSD: SingleShotMultiBoxDetector [8]. Основна ідея SSD полягає в тому, щоб швидко та точно визначити прямокутні рамки, які найкраще відповідають місцезнаходженню об'єктів на зображенні, і одночасно визначити клас цих об'єктів.

Вище описані методи застосовуються до зображень високого просторового розрізнення, але їх застосування обмежується при роботі з даними низького просторового розрізнення, наприклад, меншу точність, неефективність використання ресурсів, низьку швидкість, тощо. Існуючі методи або є вузькоспеціалізованими і добре вирішують конкретну задачу в конкретних умовах, або, навпаки, є більш загальними і надають недостатню точність чи ефективність для конкретної задачі.

Висновки

Для вирішення більшості задач може бути достатньо застосування вже відомих методів, однак для оптимального вирішення конкретної задачі є необхідним створення нового підходу або доопрацювання вже існуючого. Використання комбінованого підходу із застосуванням різних методів виявлення об'єктів для вирішення задачі розпізнавання військових об'єктів є перспективним напрямом для подальшого наукового дослідження.

Список використаних джерел

1. S Berezina, O Solonets, Kyuwon Lee, M Bortsova. An information technique for segmentation of military assets in conditions of uncertainty of initial data. Information Processing Systems. 2021; Issue 4 (167). ISSN 1681-7710.
2. Xianjian Jin, Hang Yang, Xiongkui He, Guohua Liu, Zeyuan Yan, Qikang Wang 1. Robust LiDAR-Based Vehicle Detection for On-Road Autonomous Driving, Remote Sens. 2023; 15(12), 3160.
3. Irwin Sobel. History and Definition of the so-called "Sobel Operator", more appropriately named the Sobel-Feldman Operator.(2014).
4. Canny J. A Computational Approach To Edge Detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1986; 8(6):679–698.
5. van de Sande, T Gevers, and A.W.M. Smeulders. Selective Search for Object Recognition. J.R.R. Uijlings, K.E.A. Technical Report. 2012.