

Гангало І.М., Лісовий Д.О., Жебка В.В.

Державний університет телекомунікацій, Київ

РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Виявлення об'єктів для комп'ютерного зору є одним з ключових факторів для розуміння подій. Точне визначення об'єкта на фоні, де у великій кількості присутні схожі за формою об'єкти, на сьогоднішній день залишається складним завданням.

Військове застосування технологій для посилення та створення бачення відіграє ключову роль у формуванні сучасної безпеки. Технології комп'ютерного зору застосовуються для того, щоб надати безпекового сенсу повсякденній соціальності, полям битв і багатьом іншим сферам життєдіяльності суспільства.

У статті досліджується розвиток військово-специфічних можливостей в контексті застосування комп'ютерного зору. Розпізнавання об'єктів за допомогою технологій комп'ютерного зору необхідні для управління військовими операціями наступного покоління, що взаємодіють з відповідними технологіями.

Розпізнавання об'єктів засобами технологій комп'ютерного зору є основою більшості програмного забезпечення та програм штучного інтелекту. Прогнозовано, що використання новітніх технологій комп'ютерного зору буде збільшуватися. Виявлення об'єктів є важливим і необхідним у сферах обороноздатності, безпеки, військової справ, транспорту тощо.

Проведено дослідження БпЛА та визначено їх обмеження. В статті представлено алгоритм попередньої обробки зображень. В роботі використано метод сегментації зображення. Порогова сегментація обробляє і ділить зображення на області, згідно з пороговими значеннями. Такий метод зазвичай має специфічні припущення, які залежать від даного зображення. Метод фіксованого порогу сегментує зображення шляхом встановлення спеціального обмеження. Такий метод зазвичай застосовується в бінарних зображеннях. Наведена формула для визначення мітки області після граничного перетворення для фіксованого порогу сегментації зображення.

Ключові слова: *комп'ютерний зір, розпізнавання об'єктів, військова галузь, обробка зображень, технології штучного інтелекту.*

Hanhalo I.M., Lisovyi D.O., Zhebka V.V.

State University of Telecommunications, Kyiv

RECOGNITION OF OBJECTS WITH THE HELP COMPUTER VISION TECHNOLOGY

Object detection for computer vision is one of the key factors for understanding events. The exact identification of an object against a background where there are a large number of objects of similar shape remains a difficult task today.

The military's use of technology to enhance and create vision plays a key role in shaping modern security. Computer vision technologies are used to give safe meaning to everyday sociality, battlefields, and many other areas of society.

The article examines the development of military-specific capabilities in the context of the use of computer vision. Object recognition using computer vision technologies is necessary for next-generation military operations management that interacts with the corresponding technologies.

Object recognition using computer vision technologies is the basis of most software and artificial intelligence programs. It is predicted that the use of the latest computer vision technologies will increase. Detection of objects is important and necessary in the fields of defense capability, security, military affairs, transport, etc.

A study of UAVs was conducted and their limitations were determined. The article presents the image preprocessing algorithm. The image segmentation method is used in the work. Threshold segmentation processes and divides the image into regions according to threshold values. Such a method usually has specific assumptions that depend on the image in question. The fixed threshold method segments the image by setting a custom threshold. This method is usually used in binary images. The formula for determining the label of the area after the marginal transformation for a fixed threshold of image segmentation is given.

Keywords: *computer vision, object recognition, military industry, image processing, artificial intelligence technologies.*

1. Постановка проблеми.

У реальному світі об'єкти ніколи не зустрічаються ізольовано один від одного, вони перебувають у постійній взаємодії, забезпечуючи джерело з багатьма асоціаціями, які можуть бути використані візуальною системою. Природним способом представлення контексту об'єкта є його зв'язок з іншими об'єктами. Статистичне зведення елементів забезпечує додаткове і ефективне джерело інформації для контекстуального висновку, за яким об'єктом відбувається спостереження [7]. Виявлення об'єктів для комп'ютерного зору є одним з ключових факторів для розуміння подій. Точне визначення об'єкта на фоні, де у великій кількості присутні схожі за формою об'єкти, на сьогоднішній день залишається складним завданням.

Із застосуванням інформаційних технологій поставлену проблему можна вирішити автоматизувавши деякі процеси. Застосування комп'ютерного зору для розпізнавання об'єктів є одним із методів автоматизації. У сьогоднішніх реаліях розпізнавання об'єктів з використанням комп'ютерного зору є актуальним, зокрема, у військовій сфері. Тому виникла необхідність створення модуля, що буде виявляти та розпізнавати військову техніку засобами аерофотозйомки, як джерело даних для технології комп'ютерного бачення.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

При розпізнаванні (класифікації) об'єктів відомо, що мозок людини обробляє візуальну інформацію переважно в семантичному просторі, тобто виділяє семантично значущі ознаки, такі як відрізки ліній, межі, форми тощо. Але сучасні технології обробки інформації не дозволяють комп'ютерам надійно виявляти такі ознаки, тому комп'ютерному зору все ще важко обробляти візуальну інформацію так, як це робить людина. Комп'ютерна техніка повинна обробляти візуальну інформацію в просторі даних, що утворений добре помітними, але менш значущими ознаками, такими як кольори, текстури тощо. Тому методологія обробки засобами комп'ютерної техніки суттєво відрізняється від людських можливостей. Ці питання розглядали у своїх статтях А. П. Романча, Д. В. Борисов та А. О. Подорожняк, в яких ґрунтовно описано проблему та методи її вирішення [10].

Основними принципами підходу до розпізнавання та класифікації зображень в комп'ютерному зорі, основи теорії, результати та труднощі з цим пов'язані висвітлювали у своїх роботах С. О. Омельченко [9], Я. В. Терещенко та В. М. Терещенко [11].

Розглядом окремих аспектів щодо застосування комп'ютерного зору для визначення певної техніки та потенційних небезпек займався В. Ю. Лісовий. В його працях описано застосування автоматизованих алгоритмів розпізнавання зображень [6].

3. Мета і задачі дослідження.

Вивчення проблематики використання комп'ютерного зору для розпізнавання різних об'єктів визначили мету дослідження. Особливо актуально для України використовувати новітні технології у військовій сфері. Метою дослідження визначено розробку модуля для виявлення об'єктів військової техніки противника з використанням дронів.

4. Результати дослідження.

Комп'ютерний зір – це галузь комп'ютерних наук, що зосереджена на створенні цифрових систем, що здатні обробляти, аналізувати та осмислювати візуальні дані (зображення або відео) так, як це робить людина. Концепція комп'ютерного зору ґрунтується на навчанні комп'ютерів обробляти і розуміти зображення на рівні пікселів. Технічно машини намагаються отримувати візуальну інформацію, обробляти її та інтерпретувати результати за допомогою спеціальних програмних алгоритмів [3].

Використання системи комп'ютерного зору передбачає:

Класифікацію об'єктів. Система аналізує візуальний контент і класифікує об'єкт на фото/відео до певної категорії. Наприклад, система може знайти собаку серед усіх об'єктів на зображенні.

Ідентифікацію об'єкта. Система аналізує візуальний контент та ідентифікує конкретний об'єкт на фото/відео. Наприклад, система може знайти конкретну собаку серед собак на зображенні [9].

Стеження за об'єктом. Система обробляє відео, знаходить об'єкт або об'єкти, що відповідають критеріям пошуку, та відстежує його переміщення.

Технологія комп'ютерного зору прагне імітувати роботу людського мозку. Одна з популярних гіпотез стверджує, що мозок людини покладається на шаблони для декодування окремих об'єктів. Ця концепція використовується для створення систем комп'ютерного зору.

Для відтворення системи людського зору в комп'ютерах використовують різноманітні популярні методи комп'ютерного зору, такі як розпізнавання об'єктів, зображень та їх обробка.

Розпізнавання об'єктів – це техніка комп'ютерного зору, яка використовується для ідентифікації, визначення місцезнаходження та класифікації об'єктів на цифрових зображеннях або реальних сценаріях. [5].

Розпізнавання об'єктів – це підмножина штучного інтелекту, яка витягує необхідну інформацію або критичні висновки з зображення або відео. Його мета – допомогти комп'ютеру побачити існуюче зображення і розбити його на серію пікселів, щоб розпізнати певний візерунок або форму [2].

Використання комп'ютерного бачення не обійшло і військову сферу. Так у багатьох процесах почали застосовувати штучні «очі», які значно прискорюють та спрощують виконання задач, які раніше потребували значних людських ресурсів.

Комп'ютерний зір є важливою технологією для розвитку автономних транспортних засобів. Автономні транспортні засоби є актуальними в оборонному секторі. Вони забезпечують доступ до небезпечних місць і піддаються меншим обмеженням.

Комп'ютерний зір використовується також для управління автономною зброєю: бойовими дронами (планування траєкторії, адаптація до навколишнього середовища), роботами-вбивцями тощо. Ця зброя може мати автоматизовані летальні дії без будь-якого втручання людини. Вони також пропонують більшу точність розпізнавання місцевості та об'єктів, що становлять інтерес. Алгоритми можуть поєднувати дані GPS з польовими даними для максимального уточнення цілей і уникнення супутніх втрат.

В усьому світі дрони використовують в багатьох напрямках. Умовно можна поділити області використання БПЛА на дві сфери: цивільну та військову.

Відповідно до Законів України оператори БПЛА масою до 20 кілограмів не мають отримувати ніяких дозволів для використання, за умови дотримання таких вимог:

- польоти виконуються без перетинання державного кордону України;

- польоти виконуються поза межами встановлених заборон та обмежень ВПП, крім випадків, установлених Положенням про ВПП;

- польоти виконуються не ближче 5 км від зовнішніх меж злітно-посадкових смуг аеродромів або не ближче 3 км від зовнішніх меж злітно-посадкової смуги ЗПМ/вертодромів, крім випадків узгодження з експлуатантом аеродрому/ЗПМ/вертодрому;

- польоти виконуються не ближче 500 м від пілотованих ПС;

- польоти не виконуються над: скупченням людей на відкритому просторі та над місцями щільної забудови;

- польоти не виконуються над: об'єктами (зонами), які визначені Міністерством оборони України, Міністерством інфраструктури України, Міністерством внутрішніх справ України, Державною прикордонною службою України, Службою безпеки України, Національною поліцією України, Національною гвардією України, Державною фіскальною службою України, Службою зовнішньої розвідки України, Управлінням державної охорони України, іншими військовими формуваннями та правоохоронними структурами, утвореними відповідно до законів України, та відносно яких здійснюється охорона / державна охорона (за умови позначення території навколо цих об'єктів інформаційними знаками про заборону польотів безпілотних ПС та/або шляхом оприлюднення меж такої заборони), крім випадків виконання польотів за дозволом зазначених вище повноважних органів;

- польоти виконуються в межах прямої видимості (VLOS);

При цьому максимальна висота польоту літальних апаратів повинна бути не вище:

- 120 м над рівнем земної (водної) поверхні поза межами CTR, AFIZ, ATCA, ATCZ, спеціально встановлених зон, зарезервованого повітряного простору для забезпечення польотів за спеціально встановленими маршрутами польотів державної авіації;

- 50 м над рівнем земної (водної) поверхні в межах CTR, AFIZ, ATCA, ATCZ, спеціально встановлених зон, зарезервованого повітряного простору для забезпечення польотів за спеціально встановленими маршрутами польотів державної авіації або якщо інформація про фактичний статус елементів структури повітряного простору на час виконання польоту відсутня;

- 50 м над статичними перешкодами на горизонтальній відстані не більше 100 м від таких перешкод, як відхилення від зазначених вище обмежень по висоті, на запит власника такого об'єкту;

- швидкість польоту безпілотного ПС складає не більше 160 км/год.

Зараз за дотриманням законодавства України слідкувати важко, але повітряний простір над критичними об'єктами постійно знаходиться під охороною.

Технології комп'ютерного зору застосовують для аналізу інформації. Розвідувальним службам доводиться обробляти великі обсяги інформації, що зібрана безпілотниками або камерами спостереження. Автоматизація видається ідеальним рішенням для уникнення втрати ключової інформації. Крім того, алгоритми комп'ютерного зору можуть виконувати первинну фільтрацію найбільш релевантних даних і попередньо обробляти їх (виявляти людей на фото, наприклад).

Інструменти розпізнавання об'єктів також можуть бути пов'язані з ґрунтовним навчанням для кращого виявлення ризиків. Алгоритми навчаються розпізнавати стандартну поведінку і надсилати сигнал тривоги у разі відхилень.

Вчені також використовують технології комп'ютерного зору для розробки програмного забезпечення для виявлення наземних мін. Алгоритми були розроблені на тисячах зображень двох різних типів протитанкових мін, які показували їх накритими, частково накритими і перевернутими під різними кутами і в різних умовах освітлення.

З метою проектування системи та опису моделі представлено алгоритм попередньої обробки зображень (Рис. 1.)



Рис. 1. Блок-схема алгоритму попередньої обробки зображення.



Рис. 2 Створення датасету

Основою аналізу зображень є його сегментація. Порогова сегментація обробляє і ділить зображення на області, згідно з пороговими значеннями. Такий метод зазвичай має специфічні припущення, які залежать від даного зображення. Методи порогового значення можна умовно поділити на дві категорії:

- метод фіксованого порогу;
- метод динамічного порогу.

Метод фіксованого порогу сегментує зображення шляхом встановлення спеціального обмеження. Такий метод зазвичай застосовується в бінарних зображеннях. Після закінчення процесу порогової сегментації зображення можна визначити у вигляді формули:

$$h(a,b) = \begin{cases} 1 & f(a,b) > T \\ 0 & f(a,b) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

де $h(a,b)$ – мітка області після граничного перетворення;

$f(a,b)$ – значення сірого на зображенні;

T – поріг сегментації.

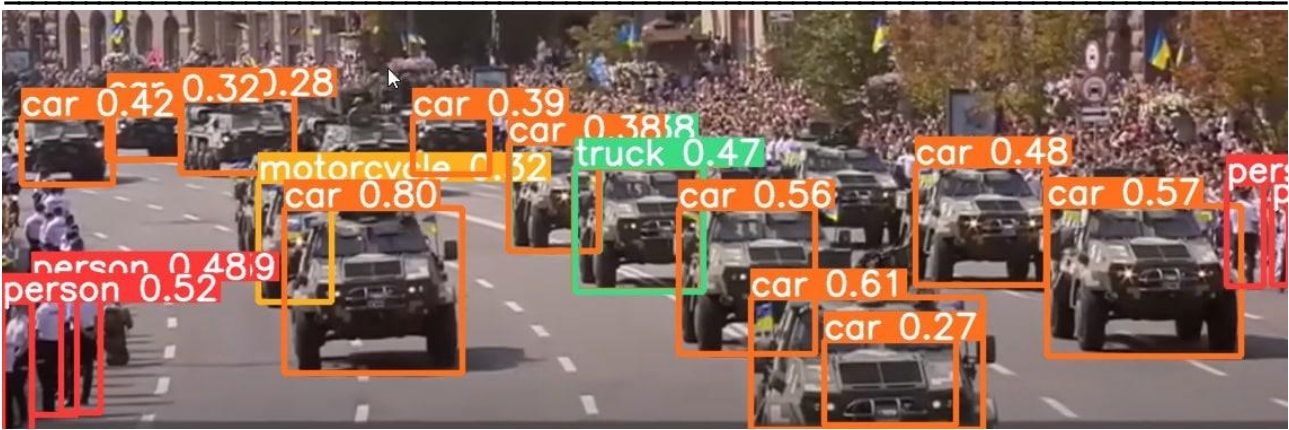


Рис. 3. Результат роботи запропонованого в роботі методу розпізнавання на основі навченої моделі

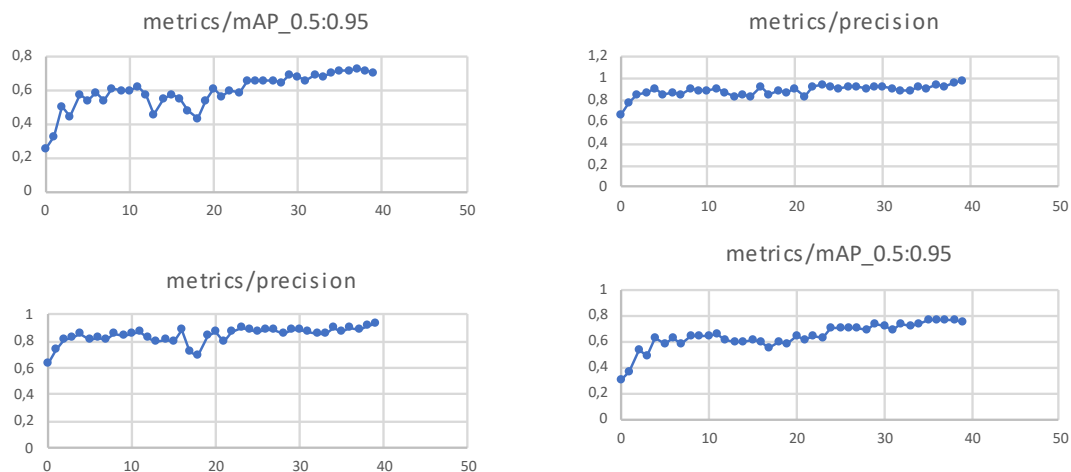


Рис.4. Порівняльний аналіз версій датасетів

Як показує проведене експериментальне дослідження покращення при використанні методу становить 4%.

5. Висновки і перспективи подальших досліджень.

Отже, комп'ютерний зір – це застосування штучного інтелекту, яке дозволяє машинам інтерпретувати і розуміти цифрові зображення. Військова галузь швидко впровадила технологію комп'ютерного зору з метою підвищення безпеки і ефективності. Сфери використання досить широкі і включають розпізнавання та виявлення об'єктів, безпеку і управління ними. Сфери в яких застосовують комп'ютерний зір для виявлення об'єктів досить різноманітні. Існує значна кількість способів змусити комп'ютери бачити об'єкти для автоматизації ручних завдань або створення нових продуктів і послуг на основі штучного інтелекту. Такі завдання реалізуються в програмах комп'ютерного зору, які використовуються в багатьох галузях – від спортивного виробництва до аналітики продуктивності. Сьогодні розпізнавання об'єктів є основою більшості програмного забезпечення та програм штучного інтелекту на основі зору і в майбутньому відсоток використання таких технологій прогнозовано буде тільки збільшуватись. Виявлення об'єктів відіграє важливу роль у розумінні обстановки, що є необхідним у сферах безпеки, транспорту, медицини та військової справи.

Список використаних джерел:

1. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun. Deep residual learning for image recognition. In CVPR, 2016. ofBook - Image Processing and Computer Vision. URL: <http://surl.li/gppvv> (Дата звернення: 04.11.2022р.).
2. Бондар, Ілля. Обробка відео для розпізнавання та ідентифікації об'єктів. 2021.
3. Комп'ютерний зір. URL: <http://surl.li/gppvp> (Дата звернення: 04.11.2022р.).
4. Корнєв Д. В., Микитенко В.І. Пошук перспективних методів виявлення безпілотних літальних апаратів. 2021.
5. Лесюк А.М, Яцишин С.П. Комп'ютерний зір та його застосування. Editorial board. 2020, с.530.
6. Лісовий В.Ю. Система розпізнавання зброї для камер відеоспостереження на основі методів комп'ютерного зору. Київ, 2018.
7. Мазур М. В. Задача виявлення і класифікації об'єктів за допомогою згорткових нейронних мереж. ВНТУ, 2019.
8. Місюра О.С. Програма розпізнавання зображення та пошук аналогів у базі даних. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті №4. 2017.
9. Омельченко, С. О. Використання комп'ютерного зору для розпізнавання образів. ГО «Європейська наукова платформа», 2021.
10. Романча, А. П., Борисов Д.В., Подорожняк А.О. Дослідження сучасних систем комп'ютерного зору. Черкаський державний технологічний університет, 2019.
11. Терещенко, В. М., Терещенко Я.В. Один підхід до розпізнавання геометричних об'єктів у задачах комп'ютерного зору. Штучний інтелект №2. 2016, с. 47-57.

References:

1. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun. Deep residual learning for image recognition. In CVPR, 2016. ofBook - Image Processing and Computer Vision. URL: <http://surl.li/gppvv> ((Date of application: 04.11.2022)).
2. Bondar, Ilya. Video processing for object recognition and identification. 2021.
3. Computer vision. URL: <http://surl.li/gppvp> (Date of application: 04.11.2022).
4. Kornev D.V., Mykytenko V.I. Search for promising methods of detecting unmanned aerial vehicles. 2021.
5. Lesyuk A.M., Yatsyshyn S.P. Computer vision and its application. Editorial board. 2020, p. 530.
6. Lisovyi V.Yu. Weapon recognition system for video surveillance cameras based on computer vision methods. Kyiv, 2018.
7. Mazur M. V. The task of detecting and classifying objects using convolutional neural networks. VNTU, 2019.
8. Mysyura O.S. A program for image recognition and search for analogues in the database. Information and communication technologies in education #4. 2017.
9. Omelchenko, S. O. Using computer vision for pattern recognition. NGO "European Scientific Platform", 2021.
10. Romancha, A. P., Borisov D.V., Podorozhnyak A.O. Research of modern computer vision systems. Cherkasy State Technological University, 2019.
11. Tereshchenko, V. M., Tereshchenko, Ya.V. One approach to the recognition of geometric objects in computer vision tasks. Artificial intelligence #2. 2016, p. 47-57.