

# Розроблення бортової багатозонової системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації

Олександр Каплін<sup>1</sup>, Олександр Цимбал<sup>2</sup>

1. Кафедра КІТАМ, Харківський Національний Університет Радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, проспект Науки 14., e-mail: oleksandr.kaplin@nure.ua

2. Кафедра КІТАМ, Харківський Національний Університет Радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, проспект Науки 14., e-mail: oleksandr.tsymbal@nure.ua

**Анотація:** у даній роботі розглянуто існуючі системи комп'ютерного зору. Обґрунтовано необхідність розробки бортової багатозонової системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації для забезпечення безпеки в процесі пошуку вибухонебезпечних об'єктів. Ця система буде розпізнавати та ідентифікувати вибухонебезпечні об'єкти.

**Ключові слова:** комп'ютерний зір, розпізнавання, ідентифікація, багатозонова, система.

## Введення

В наші дні людина намагається автоматизувати як змога більше процесів при виконанні різного роду робіт. Це зумовлено тим, що є робота яка потребує дуже великої точності або взагалі є небезпечною. Для кожної системи автоматизації необхідні компоненти, які будуть надавати інформацію щодо навколишнього середовища. Їх існує дуже велика кількість. Наприклад камери. Камери доволі часто використовуються в системах автоматизації для отримання інформації з навколишнього середовища. До прикладів можна віднести військові дрони, які обладнані камерами за допомогою яких робляться знімки ворожих позицій. Ці дрони надають можливість людині дистанційно робити знімки і крім цього людина знаходиться в безпеці. Наразі в Україні триває війна і після її завершення буде велика кількість снарядів, ракет та інших вибухонебезпечних об'єктів, які не розірвалися і їх необхідно буде розмінувати. Процес їх пошуку та розмінування дуже небезпечний і саме тому цей процес необхідно автоматизувати та використовувати мобільну пересувну платформу за допомогою якої можна виконувати пошук вибухонебезпечних об'єктів дистанційно. Ця платформа може бути обладнана системою комп'ютерного зору, яка в свою чергу і буде виявляти вибухонебезпечні об'єкти. Це зможе зменшити ризики в процесі пошуку вибухонебезпечних об'єктів і зберегти не одне життя.

## II. Комп'ютерний зір

Комп'ютерний зір - це галузь штучного інтелекту, пов'язана з аналізом, класифікацією і розпізнаванням зображень і відео [1].

До завдань комп'ютерного зору можна віднести [2]: - розпізнавання – одне з базових та першорядних завдань у обробці зображень, комп'ютерному та машинному зору. Воно допомагає класифікувати і ідентифікувати об'єкти, що характеризуються певним набором властивостей та ознак.

- відновлення зображень – це видалення шуму з використанням різних методів, наприклад, розмиття за допомогою фільтрів на основі машинного навчання (шум датчика, розмитість рухомого об'єкта і т. д.).

- аналіз руху - завдання використовує комп'ютерний зір для оцінки швидкості руху об'єктів у відео. Також застосовується для оцінки рухів, у яких послідовність відеоданих обробляється для знаходження швидкості кожної точки зображення чи 3D сцени.

- відновлення чи реконструкція сцени – допомагає відтворити тривимірну модель зображення або сцени, що вводиться за допомогою зображень чи відео. Найчастіше моделлю служить набір точок тривимірного простору.

- обробка та аналіз зображення – завдання зосереджено на перетворення одного 2D-зображення в інше. Реалізується за допомогою піксельних операцій, таких як підвищення контрастності або поворот зображення.

- високорівнева обробка – невеликий набір даних. Вона використовує різні методи для вилучення інформації з сигналів в цілому, наприклад, набір точок або ділянка зображення, в якому імовірно знаходиться певний об'єкт, що цікавить частина даних.

Для того, щоб система комп'ютерного зору мала змогу розпізнавати вибухонебезпечні об'єкти вона використовує алгоритми на основі машинного навчання. В свою чергу, щоб навчити алгоритми розпізнавати об'єкти необхідно використовувати набори розмічених даних – датасети. Вони містять відмінності одного об'єкту від іншого. Слід зауважити, що точність розпізнавання та ідентифікації об'єктів залежить від розміру датасету. Чим більше об'єм датасету, тим точніше працює система комп'ютерного зору.

Процес пошуку об'єктів на зображенні складається з трьох етапів, а саме, розпізнавання, ідентифікація, формування дескрипторів для об'єктів сцени.

Розпізнавання – процес розмитки сцени, що представляє собою проекцію тривимірного робочого простору ПР на площину об'єктива, реєструючого пристрою – цифрову камеру або ультразвукової модуль [3].

Ідентифікації об'єктів – процес тісно пов'язаний з розпізнаванням, що полягає в об'єднанні всієї отриманої інформації від процесу розпізнавання в єдине ціле з метою класифікувати об'єкт [3].

Фінальним етапом розпізнавання об'єктів є процес формування дескрипторів для об'єктів сцени.

Дескриптори в свою чергу являють собою структуру, яка описує властивості об'єкта.

## II. Системи комп'ютерного зору

Методики комп'ютерного зору активно використовуються для розробки систем комп'ютерного зору. До таких систем можна віднести:

- системи призначені для керування процесами;
- системи призначені для відеоспостереження;
- системи призначені для обробки та систематизації інформації;

- системи для моделювання об'єктів;
- системи моделювання антропомашинної взаємодії.

Системи комп'ютерного зору сьогодні використовуються у різних сферах нашого життя, зокрема [4]:

- автономні транспортні засоби;
- перевірка якості продукції;
- роздрібна торгівля;
- медична візуалізація;
- громадська безпека;
- військова справа.

Автономні транспортні засоби. Методи комп'ютерного зору активно використовуються у безпілотних автомобілях. Безпілотні автомобілі оснащені одною чи декількома камерами з кожної сторони автівки. Кожна камера передає зображення до центрального процесора автівки, який обробляє зображення з камер використовуючи методи комп'ютерного зору та на основі результатів обробки зображень керує автівкою. Прикладом такої автівки може бути Tesla. Крім безпілотних автомобілів, методи комп'ютерного зору використовуються у системах автопаркування та круїз-контролю. Принцип роботи такий самий, як і у безпілотних автомобілів. Тільки камер менше і самі системи простіші і без водія все одно не обійтись, на відміну від безпілотного автомобіля.

Перевірка якості продукції. На будь-якому виробництві існує процес перевірки якості продукції. Для того, щоб автоматизувати цей процес використовуються системи візуального огляду на основі штучного інтелекту. Візуальна перевірка на основі штучного інтелекту передбачає використання машинного навчання для автоматичної перевірки якості продукції шляхом аналізу зображень і відеоданих. Технології штучного інтелекту та комп'ютерного зору дозволяють виробникам автоматизувати виявлення дефектів продукції, заощаджуючи час і гроші, покращуючи контроль якості [5].

Роздрібна торгівля. Системи комп'ютерного зору в цій сфері використовуються для перевірки активності клієнтів. Крім цього системи комп'ютерного зору на основі штучного інтелекту можуть ідентифікувати незадоволених покупців або вітати постійних клієнтів. Це також може сприяти програмі утримання клієнтів. Завдання систем комп'ютерного зору в роздрібній торгівлі також включають оцінку стратегій розміщення товарів і відстеження запасів. Такі гіганти електронної комерції, як Amazon, також масово

впроваджують технологію візуального пошуку для показу добре оптимізованого вмісту.

Медична візуалізація. Класифікація зображень і виявлення шаблонів лежать в основі медичних програмних систем. Вони допомагають лікарям у діагностиці небезпечних станів. Значний прорив у комп'ютерному зорі також дозволяє нам використовувати дані медичних зображень. За останні кілька років спостерігається зростання застосування методів комп'ютерного зору до статичних медичних зображень. Рентгенологія, патологія та офтальмологія стали основними напрямками в яких застосовуються методи комп'ютерного зору. Прикладом такої системи може бути InnerEye від Microsoft. InnerEye — це дослідницький проект від Microsoft Health Futures, який використовує сучасну технологію машинного навчання для створення інноваційних інструментів для автоматичного кількісного аналізу тривимірних медичних зображень [6]. InnerEye використовує тривимірні радіологічні зображення, доступні для всіх медичних установ.

Громадська безпека. Виявлення та розпізнавання обличчя є одними з найскравіших прикладів використання методів комп'ютерного зору. Розпізнавання обличчя з використанням методів комп'ютерного зору може виявляти та запобігати злочинам. Алгоритм комп'ютерного зору допомагає зафіксувати обличчя та надіслати його в систему для подальшого аналізу. Поєднання алгоритмів аналізу та розпізнавання – це те, що фактично становить систему розпізнавання обличчя.

Військова справа. Військові дуже активно використовують системи комп'ютерного зору для виконання різноманітних задач. Наприклад виявлення транспортних засобів, ворожих солдатів. Крім цього методи комп'ютерного зору використовуються в системах наведення ракет. Така система наведення може працювати наступним чином. Ракета досягає певної області без використання системи комп'ютерного зору. Після перетину попередньо заданої області активується система наведення ракети, яка використовуючи методи комп'ютерного зору виконує наведення на ціль.

Ще одним прикладом застосування систем комп'ютерного зору може бути безпілотний літальний апарат. Безпілотні літальні апарати, які оснащені системою комп'ютерного зору можуть виконувати різні задачі. Літальний апарат може використовувати камери для розвідки. Іншим варіантом використання безпілотного літального апарату може бути пошук та знищення ворога. Такі літальні апарати працюють за принципом ракет, який наведено вище.

Крім цього системи комп'ютерного зору можуть виступати у ролі допоміжної системи. Прикладом такої системи може бути шолом пілота військового літака. Такі шоломи допомагають легше та точніше прицілюватися або сповіщують пілота про небезпеку.

## III. Програмна реалізація бортової багатозонавої системи комп'ютерного зору

Для реалізації програмної частини бортової багатозонавої системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації було вирішено

використовувати бібліотеку OpenCV 4. OpenCV – це бібліотека з відкритим кодом, який включає в себе декілька сотень алгоритмів комп'ютерного зору [7]. Ця бібліотека надає дуже велику кількість можливостей. До основних можливостей цієї бібліотеки можна віднести такі, як кадрування, зміна розміру зображення, поворот зображення, переведення кольорового зображення в чорно-біле або градації сірого, розмиття, згладжування, малювання прямокутників і ліній, написання тексту на зображенні і розпізнавання об'єктів.

Для написання програмного коду буде використовуватися мова програмування Python 3. Цю мову програмування було обрано з наступних причин:

- ця мова доволі проста для розуміння і значно спрощує процес розробки;

- ця мова програмування активно використовується для машинного навчання. Для цієї мови програмування усунує дуже велика кількість бібліотек для роботи із машинним навчанням.

- python доволі популярна мова програмування і тому існує дуже велика кількість книг та публікацій із вирішення різного роду задач.

Програмне забезпечення буде працювати наступним чином. Оператор керує мобільною платформою і на екрані бачить зображення із камери, яка розташована спереду пересувної платформи. Усі камери передають зображення на аналіз обчислювальному блоку. Щоб не перенавантажувати оператора кількома зображеннями, на дисплей монітору буде виводитися зображення лише з камери, яка знаходиться спереду мобільної платформи. Усі інші камери роботають у фоні. Оператор зможе переключатися між камерами. Якщо будь-яка камера розпізнала та ідентифікувала підозрілий об'єкт, то на дисплеї оператора буде повідомлення про це, потім запропоновано переключитися на камеру, яка знайшла об'єкт або залишитися на поточній. На зображенні з камери підозрілий об'єкт буде обведено для аналізу оператором і після чого оператор зможе зробити висновок, що робити.

#### IV. Апаратна реалізація бортової багатозонової системи комп'ютерного зору

Для апаратної реалізації системи планується використовувати декілька невеличких камер, кожна з яких буде покривати певну зону навколо об'єкту на якому розташовується система. Це рішення обумовлено тим, що камери, які мають кут огляду триста шістдесят градусів дорожчі ніж декілька більш простих камер. Крім цього треба взяти до уваги модульність. Якщо вийде з ладу одна камера, но об'єкт не буде мати можливості розпізнавати об'єкти і виконувати роботу. У випадку із декількома камерами, система продовжить функціонувати. Слід ще додати, що з точки зору витрат на підтримку системи буде дешевше замінити один чи декілька модулів камер ніж заміна одного дорогого модуля. Цей фактор теж доволі важливий і його необхідно враховувати.

Структурна схема бортової багатозонової системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації (Рис.1) складається з корпусу на якому

розташовані 5 камер. Кожна камера, а саме К1, К2, К3, К4, К5, покриває певну зону навколо пристрою.

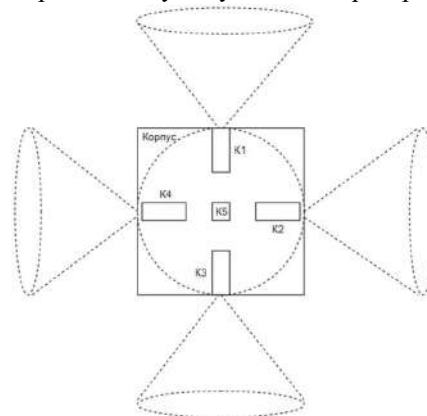


Рис.1. Структурна схема бортової багатозонової системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації

#### Висновки

Отже, виходячи з усього вище описаного можна стверджувати, що розробка бортової багатозонової системи комп'ютерного зору із функціями розпізнавання та ідентифікації для забезпечення безпеки в процесі пошуку вибухонебезпечних об'єктів є дуже актуальною. Впровадження цієї системи дозволить дистанційно на безпечній дистанції виконувати пошук вибухонебезпечних об'єктів, що в свою чергу забезпечить безпеку саперу і збереже не одне життя.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

[1] Як розібратися з Computer Vision [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dev.ua/news/yak-roz%D1%96bratisya-z-computer-vision>.

[2] Як працює комп'ютерний зір [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://blog.algorithmia.com/introduction-to-computer-vision/>

[3] Цимбал О.М. Системи адаптації роботів та технологія OpenCV / О.М. Цимбал, А.І. Бронніков – Харків, ХНУРЕ, 2019. – 134 с.

[4] Computer Vision: Algorithms and Applications 2nd Edition / Richard Szeliski – Berlin, Springer, 2022. – С. 5.

[5] AI-based Visual Inspection Automates. Product Defect Detection [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://super.ai/blog/ai-based-visual-inspection#what-is-ai-based-visual-inspection-and-why-is-it-better->

[6] Project InnerEye – Democratizing Medical Imaging AI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/medical-image-analysis/>

[7] Використання OpenCV і Face Recognition в системах розпізнавання обличчя на одноплатних комп'ютерах типу Raspberry [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/open-cv-face-recognition.html>