ДОДАТОК А

Апробація результатів наукових досліджень

10

Ілля Лисенко, Леонід Іванов

Необхідність охолодження акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту на прикладі тролейбуса PTS-12 …….. 81

Редько Денис, Дмитро Янушкевич

Аналіз конструкції маніпуляторів роботехнічних пристроїв для переміщення вибухонебезпечних предметів ……. 84

Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов

Комплексний підхід до застосування робототехнічних комплексів у сфері гуманітарного розмінування …… 88

Viacheslav Korotkov, Igor Nevliudov, Yurii Romashov

General Approaches to Design Improved Angular Velocity PID Controllers of Automated Electrical Drives …….. 93

Oleksandr Narozhnyi, Yurii Romashov

Technical State Estimation for Electromechanical Wheeled Platforms with Parametric Identification Using ……. 99

Наталія Демська, Юрій Ромашов, Артем Шевченко

Розробка підходів щодо використання комп'ютерних технологій для імітаційного моделювання промислового електроприводу …….. 104

І. В. Жарікова

Автоматичний пристрій для збору вторинної тари з алюмінію та поліетилентерефталату …… 110

Доронін Павло, Леонід Іванов

Контроль укладання акумуляторних батарей автономного ходу для електричного транспорту (за зразком тролейбуса PTS-12) …….. 113

Фарзуллаєв Рашад, Леонід Іванов

Необхідність контролю вихідного сигналу з бортового перетворювача напруги для електротранспорту …….. 116

Сергій Новоселов, Дмитро Шестак

Класифікація вибухонебезпечних об’єктів, їх візуальні ознаки, методи маскування та ідентифікації …… 119

Класифікація вибухонебезпечних об’єктів, їх візуальні ознаки, методи маскування та ідентифікації

Сергій Новоселов[1], Дмитро Шестак[2]
1. Професор кафедри КІТАМ, , Харківського національного університету радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки. 14., email: sergiy.novoselov@nure.ua
2. Студент гр. КТРСм-22-1, Харківського національного університету радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки. 14., email: dmytro.shestak@nure.ua

Анотація: В даному матеріалі наведено практичні проблеми ідентифікації вибухових речовин за їх візуальними характеристиками. Дослідження спрямоване на розробку методів і підходів для класифікації цих об’єктів з використанням сучасних технологій машинного навчання та комп’ютерного зору. У цій статті наведено огляд існуючих архітектур нейронних мереж, які використовуються для вирішення цієї проблеми, наприклад CNN (згорткові нейронні мережі) та їх модифікованих версій, включаючи AlexNet, GoogleNet, VGG, ResNet і ResNeXt. Підкреслюється важливість правильного вибору архітектури для отримання оптимальних результатів класифікації вибухових речовин. Крім того, у цій статті розглядаються методи попередньої обробки зображень і важливість даних для навчання. Основна увага зосереджена на тому, як сучасні технології можуть підвищити точність і швидкість ідентифікації вибухових речовин, що важливо для забезпечення безпеки в зонах, де існують потенційні вибухові загрози.

Ключові слова: ідентифікація, комп’ютерний зір, OpenCV.

I. Вступ

У наш час питання мінування великих територій є дуже актуальним. Через великі масштаби проблеми, розмінування може тривати роками. Для оптимізації та автоматизації процесу, необхідно використовувати автономних роботів саперів, які мають комп’ютерний зір для ідентифікації мін та вибухонебезпечних об’єктів.

II. Інструкція для авторів

В умовах сучасного світу, де загроза життю й безпеці людини збільшена за рахунок бойових дій і мінування житлових будинків, вулиць та лісів, проблема виявлення та ідентифікації вибухонебезпечних об'єктів має величезне значення. Ця проблема виникає в найрізноманітніших контекстах: від військових операцій до робіт із зачистки вибухонебезпечних об'єктів під час рятувальних операцій та робіт із зносу будівель. Важливим аспектом цієї проблеми є можливість ідентифікації цих об'єктів на основі їх візуальних ознак.

До категорій вибухонебезпечних предметів включаються такі:

– вибухові речовини: це хімічні сполуки або суміші, які можуть реагувати на певні зовнішні впливи (такі як нагрівання, удар, тертя, або взаємодія з іншими вибуховими пристроями), що призводить до швидких хімічних перетворень. Ці перетворення можуть відбуватися самостійно і супроводжуватися великою вивільненням енергії і виділенням газів.

– боєприпаси — це військова техніка, яка використовувалася один раз для ураження солдат противника.

Боєприпаси включають:

– боєголовка ракети;

– авіаційні бомби;

– артилерійські боєприпаси, такі як міни та артилерійські снаряди;

– технічні боєприпаси, в тому числі протитанкові та протипіхотні міни. Ручна граната;

– боєприпаси для стрілецької зброї, такі як патрони до пістолетів, гвинтівок, автоматів тощо;

– феєрверк — патрони, вибухові пакети, петарди тощо. Ракета, включаючи вогні та сигнали;

– димові шашки;

– саморобні вибухові пристрої мають принаймні один інноваційний компонент у своїй конструкції. Це може включати саморобні мін-пастки та інші подібні пристрої.

Усі види боєприпасів, такі як артилерійські міни, кулі, реактивні та технічні міни, авіаційні бомби, ручні гранати та інші, споряджені вибуховими речовинами і можуть вибухнути внаслідок зіткнення, тертя, удару чи будь-якого іншого механічного чи термічного впливу.

Під час вибуху гази, які утворюються з величезною силою, розривають металевий оболонку боєприпаса на багато осколків, які розсипаються усіма напрямками та завдають шкоди на значній відстані від місця вибуху.

Вибухові речовини, використовувані у боєприпасах, мають різний колір, починаючи від світло-жовтого і закінчуючи темно-коричневим. Навіть після тривалого перебування у воді або ґрунті ці вибухові речовини не втрачають своєї здатності до вибуху. В окремих випадках, вони можуть навіть реагувати хімічно з металевою оболонкою боєприпаса, утворюючи новий вид дуже чутливого вибухового сполуку.

Артилерійські снаряди - це амуніція, яка використовується у великокаліберних артилерійських гарматах та гаубицях для стрільби з важкої артилерії. Вони призначені для нанесення удару на значну відстань на різні типи цілей, включаючи живу силу супротивника, військову техніку, інфраструктуру та інші об'єкти. Ось деякі характеристики

артилерійських снарядів: Артилерійські снаряди складаються з трьох основних компонентів: металевого корпусу, вибухового заряду та підривача, який може бути розташованим на голові або на дні снаряда.

Артилерійські та зенітні міни, візуалізація на рис. 2, по суті мають такий же склад, як і артилерійські снаряди. Артилерійські міни: Ці міни розроблені для використання артилерійськими силами. Вони можуть бути запущені або скинуті з артилерійських гармат або мінометів і призначені для надання підтримки військовим операціям. Артилерійські міни мають різні типи вибухових зарядів та діапазон дії.

Зенітні міни: Ці міни спеціально розроблені для захисту від повітряних цілей, таких як літаки та дрони. Вони можуть бути розташовані на зенітних комплексах і запущені вгору, щоб вони могли нейтралізувати цілі, які перебувають у повітрі. Зенітні міни також мають різні види вибухових зарядів та систем керування.

У нижній частині міни знаходиться стабілізатор, а також вибухова камера. Серед усіх видів боєприпасів артилерійські міни вважаються найнебезпечнішими, оскільки їх запали дуже чутливі до будь-яких механічних впливів або тепла. Обидва типи мін є дуже небезпечними та піддаються суворому контролю, оскільки вони можуть завдати серйозної шкоди ворогові або навколишньому цивільному населенню. Використання цих мін підлягає міжнародним нормам та правилам, а також має бути проведено з дотриманням військового міжнародного права.

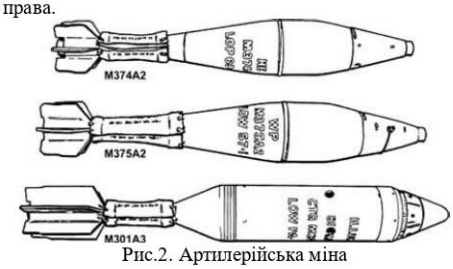

Рис.2. Артилерійська міна

Інженерні міни, візуалізація на рис. 3, є складними вибуховими пристроями, призначеними для підриву та завдає пригнічуваного ураження живої сили ворога або перешкоджають руху ворожих військ та техніки. Вони використовуються військовими із метою створення оборонної лінії, блокування шляхів руху ворожих військ або завдання максимальної шкоди при ворожих атаках. Ці міни можуть бути заховані у ґрунті, воді, або під шаром снігу, і при активації вони спричиняють вибух, що наносить шкоду або завдає травм особам та об'єктам, які знаходяться в їхньому радіусі дії.

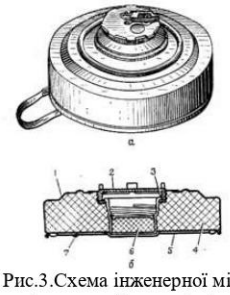

Рис.3.Схема інженерної міни
а – загальний вигляд; б – розріз; 1 – корпус; 2 – щиток; 3 – підривник; 4 – діафрагма; 5 – заряд; 6 – дно; 7 – центральний детонатор; 8 – боковий детонатор; 9 – пробка;

Інженерні міни можуть бути класифіковані за декількома критеріями, включаючи їх призначення (протипіхотні або протитанкові), спосіб активації (натискання, тягнення, акустичний сигнал тощо), та тип спрацювання (наприклад, контактний або безконтактний вибух).

Авіаційні бомби, візуалізація на рис. 4, схожі на артилерійські міни зовнішньо, але можуть мати додаткові бокові та донні підривачі. Нерозірвані авіабомби часто виявляють під час земельних робіт на великій глибині. Авіаційні бомби - це зброя, яка використовується в авіації для здійснення аерозбройних атак з повітря на різні цілі на землі. Вони можуть мати різну конструкцію та ефективність в залежності від їх типу та призначення. Авіаційні бомби є важливою складовою військової аерозброї та використовуються для різних військових операцій та завдань. Їх ефективність залежить від точності наведення, конструкції та типу бомби.

Рис.4. Схеми авіаційних бомб

Гранати ручного кидка, візуалізація на рис. 5, мають або яйцеподібну або циліндричну форму. Зазвичай вони оснащені запалами, які розміщуються у спеціальному запальному гнізді корпусу, і у більшості випадків ці запали є невидимими. Гранати ручного кидка можуть бути різних типів, включаючи гранати із здатністю утримувати противника у зоні вибуху, димові гранати для створення димового екрану, силові гранати, що призначені для

нейтралізації ворожої загрози та інші. Вони можуть також мати різні системи запалювання, такі як головні запали або запали з таймером.[1]

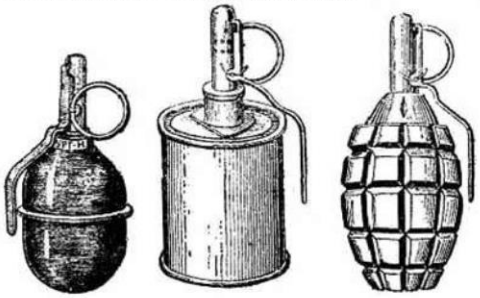

Рис.5. Ручні гранати

II. Маскування вибухонебезпечних об’єктів

Маскування вибухонебезпечних об'єктів це процес зниження їхньої видимості і ідентифікації з метою приховання від ворожого виявлення. Це може включати в себе наступні методи:

– камуфляж. Використання спеціальних фарб або матеріалів для надання вибухонебезпечному об'єкту вигляду природних об'єктів або інших об'єктів, що навколо нього. Наприклад, вибухонебезпечні об'єкти можуть бути покриті камуфляжними кольорами, щоб їх було складніше помітити;

– маскувальні сітки. Використання спеціальних сіток, які можуть встановлюватися навколо вибухонебезпечного об'єкта для розбиття його силуету і мінування;

– закопування. Закопування вибухонебезпечного об'єкта в землю, приклад на рис. 5, або пісок так, щоб лише частина його залишалася видимою;

Рис. 5. Закопана міна

– використання навколишнього середовища. Використання природних або штучних об'єктів, приклад наведено на рис. 6, таких як будівлі, рослини, чи інші структури, для приховання вибухонебезпечного об'єкта;

Рис. 6. Граната прикріплена до дерева та міна встановлена у високій траві

– електронне маскування. Використання електронних систем, які можуть створювати фальшиві сигнали або перешкоди;

– імітація. Встановлення імітаційних об'єктів або атрибутів, що можуть відволікти увагу від справжнього вибухонебезпечного об'єкт;

– тимчасове мінування. Переміщення вибухонебезпечного об'єкта в інше місце або зміна його структури мінування;

Маскування вибухонебезпечних об'єктів допомагає зменшити їхню вразливість.

III. Існуючі методи ідентифікації об’єктів

Для розпізнавання різних типів об’єктів використовуються різні методи, до таких методів належать традиційні і сучасні способи. До традиційних методів ідентифікації і обробки зображення, як правило, немає необхідності у використанні бази даних для навчання.

Одним із найпопулярніших інструментів є OpenCV. Він має відкритий вихідний код і розповсюджується за допомогою ліцензії Apache 2, є високо оптимізованою бібліотекою, орієнтованою на додаток реального часу.

До кросплатформеним інтерфейсам відносяться C++, Python та Java. І підтримують ОС: Linux, MacOS, Windows, IOS та Android.

До плюсів їх відносяться такі характеристики: - Для задач не потрібні вручну оброблені зображення з поміченими областями та об’єктами

До мінусів відносяться погане розпізнавання складних сцен без однотонного фону, частково скритих об’єктів, ефекту невпорядкованості, проблеми через освітлення і тіні.[2]

До сучасних методів відносяться методи глибокого навчання з використанням комп’ютерного зору. За даних методів продуктивність має обмеження у вигляді обчислювальної потужності графічних процесорів. Через стрімкий розвиток технологій, обчислювальна потужність графічних процесорів стрімко зростає, тож ці методи є більш перспективними за традиційні.

Комп’ютерне бачення – це сфера машинного навчання, яка займається інтерпретацією та розумінням зображень і відео. Він використовується, щоб навчити комп’ютери «бачити» та використовувати візуальну інформацію для виконання візуальних завдань, які можуть виконувати люди.

Моделі комп'ютерного зору розроблені для перекладу візуальних даних на основі функцій і контекстної інформації, виявленої під час навчання. Це дозволяє моделям інтерпретувати зображення та відео та застосовувати ці інтерпретації для прогнозування чи прийняття рішень.

Сучасні алгоритми комп'ютерного зору засновані на згорткових нейронних мережах (CNN), які забезпечують суттєве підвищення продуктивності порівняно з традиційними алгоритмами обробки зображень.

CNN — це нейронні мережі з багаторівневою архітектурою, які використовуються для поступового скорочення даних і обчислень до найбільш прийнятного набору. Потім цей набір порівнюється з відомими даними, щоб ідентифікувати або класифікувати вхідні дані.

Продуктивність і ефективність CNN визначається її архітектурою. Це включає структуру класів, те, як спроектовані елементи та які елементи є в кожному класі.

До плюсів сучасних методів відносяться: можливість роботи зі складними сценами, стійкість до оклюзії і можливість розпізнавання образів з меншою похибкою, спричиненою освітленням і тінями.

До мінусів відноситься: величезна кількість необхідних вхідних даних для навчання, необхідність ручного маркування об'єктів, що є дуже кропіткою та дорогою роботою (від 400 до 500 тис об'єктів є припустимою кількістю)

Також даний метод широко визнаний дослідниками, а також використовується компаніями для створення комерційних продуктів.[3]

IV. Існуючі методи ідентифікації об'єктів

Для сучасних методів використання комп'ютерного зору існує велика кількість архітектур глибокого навчання:

– AlexNet — це архітектура, заснована на попередній архітектурі LeNet. Він складається з п'яти згорткових шарів і трьох повністю з'єднаних шарів. AlexNet використовує структуру подвійного конвеєра, щоб забезпечити використання двох графічних процесорів під час навчання;

– GoogleNet — відомий як Inception V1, базується на архітектурі LeNet. Він складається з 22 шарів, які складаються з невеликих згорткових груп, які називаються «початковими модулями». Ці початкові модулі використовують пакетну нормалізацію та RMSprop, щоб зменшити кількість параметрів, які має обробляти GoogleNet. RMSprop — це алгоритм, який використовує методи адаптивної швидкості навчання. VGG 16 — це 16-рівнева архітектура (деякі варіанти мають 19 рівнів);

– VGG — базується на концепції набагато глибшої мережі з меншими фільтрами – він використовує структури 3x3 по всьому шляху, що є найменшим розміром фільтра conv. дивіться лише на певні сусідні пікселі. Він використовує маленькі фільтри через меншу кількість параметрів, що дозволяє додавати більше шарів. Він має таке ж ефективне сприйнятливе поле, якби у вас був згортковий шар 7x7;

– ResNet, скорочення від Residual Neural Network, — це архітектура з великою кількістю рівнів. Зазвичай використовуються архітектури від ResNet-18 (з 18 шарами) до ResNet-1202 (з 1202 шарами). Ці рівні налаштовані з унітарними або «пропускними» з'єднаннями, які дозволяють передавати інформацію до наступних згорткових рівнів. ResNet також використовує нормалізацію пакетів для підвищення стабільності мережі;

– ResNeXt-50 — це модульна архітектура з 32 паралельними шляхами. Він використовує підрахунок тегів для зменшення помилок перевірки та спрощення початкових модулів, що використовуються в інших архітектурах.

Двоетапне виявлення об'єктів – для першого кроку потрібна мережа регіональних пропозицій (RPN), яка надає кілька регіонів-кандидатів, які можуть містити важливі об'єкти. Другим кроком є передача пропозицій щодо регіонів до архітектури нейронної класифікації, як правило, алгоритму ієрархічного групування на основі RCNN або об'єднання регіонів інтересу (ROI) у Fast RCNN.

Одно етапне виявлення об'єктів – у зв'язку з необхідністю виявлення об'єктів у реальному часі з'явилися одно етапні архітектури виявлення об'єктів, такі як YOLO, SSD і RetinaNet. Вони поєднують етапи виявлення та класифікації шляхом регресії передбачень обмежувальної рамки. Кожна обмежувальна рамка представлена лише кількома координатами, що полегшує поєднання етапів виявлення та класифікації та прискорює обробку.

Семантична сегментація, також відома як сегментація об'єктів, подібна до виявлення об'єктів, за винятком того, що вона базується на конкретних пікселях, пов'язаних з об'єктом. Це дозволяє точніше визначати об'єкти зображення та не потребує обмежувальної рамки. Семантична сегментація зазвичай виконується за допомогою повністю згорткової мережі (FCN) або U-Net.

Одним із популярних способів використання семантичної сегментації є навчання автономних транспортних засобів. Використовуючи цей метод, дослідники можуть використовувати зображення вулиць або доріг з чітко визначеними межами об'єктів. Оцініть поставу

Оцінка пози — це метод, який використовується для визначення розташування суглобів на зображенні людини чи об'єкта та того, що вказує розташування цих суглобів. Його можна використовувати з 2D і 3D зображеннями. Основною архітектурою для оцінки пози є PoseNet, яка базується на CNN.

Оцінка пози використовується для визначення того, де частини тіла можуть з'явитися на зображенні, і може бути використана для створення реалістичних поз або рухів людської фігури. Ця функція часто використовується для доповненої реальності, віддзеркалення руху роботами або аналізу ходи.[4]

V. Висновки

У даному матеріалі було представлено класифікацію вибухонебезпечних об'єктів та їх візуальні ознаки. Було висвітлено важливість розпізнавання та ідентифікації таких об'єктів. Також, розглянуто автоматизовані методи ідентифікації, використовуючи сучасні технології комп'ютерного бачення та штучного інтелекту. Дані технології призначені для мобільних роботів-саперів для автоматизації процесу. Безумовно, подальші дослідження та розробки в цій області є вельми перспективними для підвищення безпеки та запобігання небажаним подіям.

Перелік посилань

[1] Класифікація вибухонебезпечних предметів / SearchGoogle. Текстові дані. – Режим доступу: https://sprotyvg7.com.ua/lesson/minna-bezpeka.

[2] Contextual Action Recognition with R*CNN / Georgia Gkioxari*, Ross Girshick*, Jitendra Malik* // SearchGoogle. Текстові дані. – Режим доступу: https://openaccess.thecvf.com/content_iccv_2015/papers/Gkioxari_Contextual_Action_Recognition_ICCV_2015_paper.pdf.

[3] Офіційний сайт та документація OpenCV / OpenCV team // SearchGoogle. Текстові дані. – Режим доступу: https://opencv.org/.

[4] Deep Learning Architectures for Computer Vision / Run:AI // SearchGoogle. Текстові дані. – Режим доступу: https://www.run.ai/guides/deep-learning-for-computer-vision.

ДОДАТОК Б

Демонстраційний матеріал

№	Формат	Позначення	Найменування	Кіл	Прим.
			Документація текстова		
				6	
1	А4	ГЮИК.418250.025 ПЗ	Пояснювальна записка	58	стор.
					ф. А4
			Інші документи		
2	А4		Додаток А Апробація	6	стор.
			результатів наукових		ф. А4
			досліджень		
3	А4		Додаток Б Демонстраційній	15	стор.
			матеріал		у форматі
					*.ppt

					ГЮИК.418250.025 ВД		
Змін	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб		Шестак Д. Д.			Розроблення методу ідентифікації вибухонебезпечних об’єктів за їх візуальними ознаками	Літера	Аркуш / Аркушів
Перевірив		Новоселов С. П.				Н	1
Н. Контр.		Стародубцев М. Г.				ХНУРЕ кафедра КІТАР	
Затв.		Невлюдов І. Ш.					