

УДК 004.4

Мазур К.Р., Пасічник О.А., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ БОЄПРИПАСІВ, ЩО НЕ РОЗІРВАЛИСЬ, ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ З ТЕПЛОВІЗОРА ЗАСОБАМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто метод виявлення боєприпасів що не розірвалися за зображенням з тепловізора засобами глибокого навчання, що забезпечує пошук нерозірваних боєприпасів на необхідній території. Запропонований метод забезпечує точний і швидкий пошук боєприпасів що не розірвалися за зображенням з тепловізора.

The method of detecting unexploded ordnance based on the image from a thermal imager by deep learning means, which ensures the search for unexploded ordnance in the required territory, is considered. The proposed method provides an accurate and fast search for unexploded ordnance based on the image from the thermal imager.

Боєприпаси – це військові сили, військова техніка, вибухові речовини, ракети, стрілецька зброя та інші матеріальні засоби, призначені для використання в бойових діях. Вони використовуються як частина військової стратегії і тактики для досягнення військових цілей. Це включає вогневу підтримку, оборону і наступ. Використання боєприпасів ґрунтується на національній військовій доктрині, тактиці і стратегії. Вони використовуються для досягнення різних цілей, таких як знищення ворожої техніки, перешкодження пересуванню сил противника, захист власних військ та об'єктів, нейтралізація ворожих загроз. Дотримання міжнародних законів і конвенцій, таких як Женевські конвенції та Конвенція про заборону мін, має важливе значення для мінімізації жертв серед цивільного населення та захисту гуманітарних наслідків конфлікту. Однак загальна статистика показує, що лише невеликий відсоток правил і норм дотримується під час війни або конфлікту, що збільшує ймовірність жертв як серед військовослужбовців, так і серед цивільного населення [1-5].

Розмінування – це процес виявлення та нейтралізації нерозірваних вибухівок (НВВ) та вибухонебезпечних об'єктів (ВНО) на території, де є загроза для безпеки людей і майна. Це надзвичайно важлива галузь діяльності, оскільки нерозірвані вибухівки можуть залишатися в ґрунті, будівлях, на водному дні, в лісі, на полігоні, на аеродромі, на військових полігонах та інших місцях[4]. Розмінування виконується спеціалізованими командами, які мають відповідні навички, обладнання та знання для виявлення та безпечної знищення НВВ та ВНО.

Основні аспекти розмінування включають:

1. Виявлення: Команди розмінування використовують різні технічні засоби, включаючи металошукачі, гідролокацію, рентгеновські пристрої та інші для пошуку потенційно небезпечних об'єктів.

2. Ідентифікація: Після виявлення можливої НВВ чи ВНО важливо правильно ідентифікувати їх тип, стан та потенційну небезпеку.

3. Нейтралізація: Якщо виявлена вибухова речовина вважається небезпечною, то вона повинна бути безпечно нейтралізована. Це може включати вибухову детонацію на безпечній відстані, контрольоване підпалювання або інші методи.

4. Порятунком і рятування: У разі вибухів та аварій з НВВ команди розмінування можуть бути запрошені для порятунку і допомоги постраждалим.

5. Попередження: Розмінування також включає в себе навчання та консультування громадськості та організацій з питань уникнення НВВ та ВНО та прояву обережності.

Команди розмінування часто співпрацюють з військовими, правоохоронними органами, гуманітарними організаціями та іншими службами, щоб забезпечити безпеку та видалити загрозу від нерозірваних вибухів. Розмінування є необхідною складовою гуманітарних операцій та заходів зі врятування у зонах конфліктів і катастроф.

Тепловізійні камери і аналіз теплових зображень пропонують багато переваг і вигод при пошуку НВВ і мін [3]:

1. Ефективні вночі і в умовах поганої видимості: тепловізійні камери можуть виявляти теплове випромінювання, що корисно, коли звичайна видимість обмежена, наприклад, вночі або в умовах поганої видимості;

2. Теплові аномалії Виявлення: НВВ і міни можуть випромінювати теплове випромінювання, особливо під впливом сонця або при фізичному контакті. Тепловізійні камери можуть допомогти виявити ці теплові аномалії і визначити потенційно небезпечні ділянки.

3. Швидкість і мобільність: тепловізійні камери є портативними і можуть використовуватися швидко. Це дозволяє швидко обстежувати великі території і своєчасно виявляти боєприпаси, що не розірвалися.

4. Безконтактний аналіз: аналіз теплових зображень дозволяє безконтактно виявляти боєприпаси, що не розірвалися, зменшуючи ризик для саперних бригад і уникаючи потенційно небезпечних ситуацій.

5. Точність і висока чутливість: сучасні тепловізійні Тепловізійні камери мають високу роздільну здатність і високу чутливість до різниці температур. Це дозволяє їм точно виявляти НВВ навіть у складних умовах.

6. Можливість інтеграції з ГІС: тепловізійні камери можна легко інтегрувати з географічними інформаційними системами (ГІС), що дозволяє точно визначити місцезнаходження і координати виявлених НВВ.

7. Підвищена безпека і ефективність розмінування: тепловізійні камери Виявлення і локалізація НВВ за допомогою тепловізійних камер дозволяє командам

розмінування уникати небезпечних зон і зосередитися на точному розмінуванні. Завдяки цим перевагам тепловізійні камери є ефективним інструментом для виявлення НВБ і мін, а також сприяють підвищенню безпеки в зоні ураження.

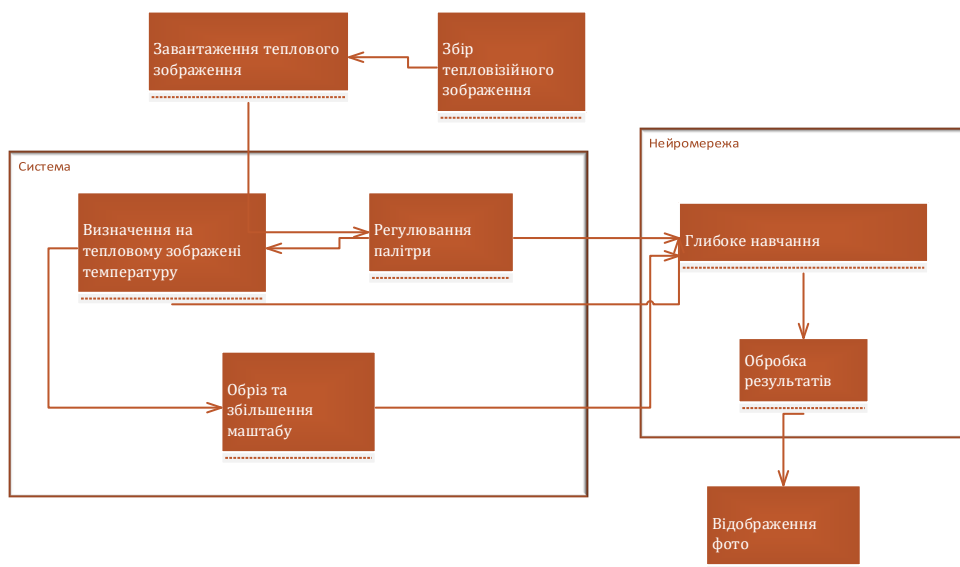


Рисунок 1 – Принцип роботи програми і методу

Програма виявлення НВБ за допомогою теплових зображень на основі глибокого навчання працює наступним чином:

1. Збір теплових зображень Першим кроком є збір теплових зображень, наприклад, з ділянки, де можуть бути знайдені НВБ. Тепловізійні камери вимірюють теплове випромінювання об'єкта і перетворюють його на теплову карту. Такі зображення можуть ідентифікувати боєприпаси, що не розірвалися, за характерним тепловим сигналом.

2. Попередня обробка: зображення можна попередньо обробити, наприклад, видалити шум, підвищити контрастність і підготувати до подальшої обробки за допомогою глибоких нейронних мереж.

3. Глибоке навчання: для аналізу теплових зображень використовуються глибокі нейронні мережі, зазвичай згорткові нейронні мережі (CNN). Мережі навчаються розпізнавати патерни, характерні для боєприпасів, що не вибухнули. Для навчання використовується набір даних, що містить тепловізійні зображення з позначенням місцезнаходження НВБ.

4. Тестування і виявлення: навчені моделі можна використовувати для аналізу нових тепловізійних зображень. Модель шукає закономірності, подібні до

тих, що були вивчені під час навчання, і визначає можливі місця розташування НВБ на зображенні.

5. Оповіщення і дії: Якщо модель виявляє на зображенні можливий НВБ, оператор може вжити відповідних заходів для забезпечення безпеки. Це може включати евакуацію місцевості, проведення розвідки, визначення типу снаряда і вжиття заходів для його знищення або нейтралізації.

6. Відображення результатів: Результати аналізу можуть відображатися на відповідному екрані або інтерфейсі, щоб оператори і користувачі могли приймати швидкі і обгрунтовані рішення.

Принцип роботи методу і програми схематично показаний на рисунку 1.

Ця програма використовує глибоке навчання для автоматичного виявлення боєприпасів, що не вибухнули, на тепловізійних зображеннях, допомагаючи таким чином підвищити безпеку в польових умовах і в зонах, де можуть бути присутніми небезпечні матеріали.

Перелік посилань

1. Боєприпаси. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM022582>
2. Що варто знати про розмінування та мінну безпеку в Україні. URL: <https://ukrainer.net/minna-bezpeka/>
3. Складність мінування територій України зростає з кожним днем. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3752365-skladnist-minuvanna-ukrainskih-teritorij-sodna-zrostaе-mvs.html>
4. Про протимінну діяльність в Україні та гуманітарне розмінування Донбасу. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH7081CA>
5. Про протимінну діяльність в Україні. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/T182642?_ga=2.121279624.1853336528.1697650787-712735037.1697531357#_gl=1*1vn19j2*_gcl_au*MzI5MjgzNjQxLjE2OTc1MzEzNTc