

УДК 681.7(02)

Д.Д. Шинкарьов, студент гр. ПО-31мп, д.т.н., проф. Микитенко В.І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПОШУК ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ МІН

Анотація. В даній статті розглядається система виявлення поверхневих мін (ПМ) оптичними (ОП) та оптико-електронними (ОЕ) методами. Ціллю роботи є аналіз ОП методів, як предмету виявлення ПМ.

Ключові слова: наземні міни, оптичні та оптико-електронні методи, поверхневі міни, оптико-електронні засоби, оптичний метод, інфрачервоний метод.

ВСТУП

Більшість гуманітарних операцій з розмінування досі проводяться так само, як і після Другої світової війни - за допомогою ручних щупів, службових собак і металошукачів [1]. Такі методи небезпечні, повільні, трудомісткі і вже не дуже ефективні. Сучасні протипіхотні міни не містять жодних металевих елементів, в кращому випадку - голку детонатора. Корпус зроблений з дерева або пластику. Єдине, що можна сказати точно - це наявність вибухових компонентів [2]. Тому вже кілька років поспіль докладаються великі зусилля над розробкою датчиків, які зможуть знайти міни за допомогою оптичних методів.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ НАЗЕМНИХ МІН

Міни можна класифікувати за способом розміщення на два основних типи. Перший тип - це міни поверхневого розташування, які знаходяться на поверхні землі або трохи під нею і спрацьовують, коли по них наступають або проїжджають транспортні засоби. Існують різні види таких мін, таких як протипіхотні, протитранспортні та протитанкові, і вони можуть бути виявлені за допомогою різних методів, в яких використовують оптичні датчики, металошукачі та георадари. Другий тип - це заглиблені міни, які закопуються в землю на глибину від декількох сантиметрів до кількох метрів і також спрацьовують при натисканні або проїзді над ними. До таких також можна віднести і підводні міни. Виявлення цих мін ускладнене, оскільки вони знаходяться під землею (або під товщею води), і може потребувати використання більш складних методів, таких як акустичні датчики або дресировані собаки. У цій роботі будуть розглянуті методи для виявлення саме поверхневих мін.

Існує кілька методів, які можна використовувати для виявлення поверхневих мін [3]:

1. Біологічне виявлення
2. Електромагнітне виявлення
3. Механічне виявлення
4. Оптичне виявлення

Оптичні методи виявлення наземних мін ґрунтуються на використанні електромагнітного випромінювання, видимого або інфрачервоного діапазонів спектру. Також застосовується активний режим роботи з використанням лазерного випромінювання. Оптичні методи виявлення наземних мін мають ряд переваг перед іншими методами, такими як металошукачі. Вони можуть бути

більш чутливими, ніж металошукачі, і можуть виявляти міни, які виготовлені з неметалевих матеріалів. Вони також можуть бути більш швидкими та ефективними при охопленні великих територій. Однак оптичні методи також мають деякі обмеження. Вони можуть бути чутливі до умов освітлення та погоди, і їх може бути важко використовувати в густій рослинності або в умовах низької видимості. Крім того, деякі типи мін можуть бути спеціально розроблені для того, щоб бути невидимими для оптичних датчиків.

ОПТИЧНІ МЕТОДИ

Оптичні методи виявлення мін ґрунтуються на аналізі зображень, отриманих за допомогою таких датчиків, як телевізійні/тепловізійні камери, спектрометри та поляриметри.

Переваги оптичних методів:

- Безконтактність: Оптичні методи не потребують фізичного контакту з мінами, що робить їх безпечнішими для операторів.
- Портативність: Багато оптичних датчиків є компактними та легкими, що робить їх зручними для використання в польових умовах.
- Відносно недорого: Порівняно з деякими іншими методами виявлення мін, оптичні датчики можуть бути більш доступними.
- Гнучкість: Оптичні методи можуть бути адаптовані для виявлення різних типів мін, використовуючи різні датчики та алгоритми обробки зображень.

Тепловізійні методи використовують тепловізійні камери для виявлення мін, які відрізняються за температурою від навколишнього середовища [4]. Ці камери можуть функціонувати вдень і вночі, незалежно від погодних умов. Однак вони можуть мати обмежену роздільну здатність та схильні до помилкових спрацьовувань через інші джерела тепла.

Поляризаційні методи використовують поляризаційні датчики для виявлення мін, які мають інші поляризаційні характеристики, ніж навколишнє середовище [5]. Ці методи можуть бути ефективними в умовах низької освітленості, але вони чутливі до блискучих поверхонь та інших джерел поляризованого світла.

Спектрометричні методи використовують спектрометри для виявлення мін, які мають унікальні спектральні характеристики. Ці методи можуть бути ефективними для виявлення мін, виготовлених з неметалевих матеріалів, але вони можуть бути складними та дорогими у використанні.

Обов'язковою складовою процесу виявлення мін є обробка отриманих зображень. Для цього розробляються спеціальні алгоритми машинного зору [6]. Їхньою перевагою є гнучкість та можливість адаптації до різних типів мін. Недоліками є необхідність великих обсягів даних для навчання та складність алгоритмів.

Коротке порівняння характеристик оптичних методів виявлення мін наведено в табл.1.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця оптичних методів виявлення мін

<i>Метод</i>	<i>Сенсор</i>	<i>Складність</i>	<i>Ціна</i>	<i>Швидкість</i>	<i>Імовірність хибного спрацювання</i>
Тепловізійні	Тепловізійна камера	Низька	Середня	Висока	Середня (через інші джерела тепла)
Поляризаційні	Поляриметричний датчик	Середня	Низька	Висока	Середня (через блискучі поверхні)
Спектрометричні	Спектрометр	Висока	Висока	Середня	Низька
Машинне бачення	Комп'ютеризована телевізійна камера	Середня	Середня	Середня	Висока (залежить від алгоритму)

На основі представленої таблиці можна зробити наступні висновки:

Не існує універсального оптичного методу виявлення наземних мін. Кожен метод має свої переваги та недоліки, тому вибір оптимального методу або комбінації методів залежить від конкретних потреб та ресурсів. Наприклад, інфрачервоні (ІЧ) методи ефективніші за інших в умовах поганої видимості, вночі або серед природного оточення, адже вони здатні виявляти та ідентифікувати об'єкти за їх тепловим випромінюванням. Методи машинного зору, які ґрунтуються на обробці зображень, можуть бути більш точними та надійними в умовах хорошої освітленості, коли доступна детальна інформація про візуальні характеристики мін.

ІЧ датчики можуть виявляти міни, які важко розпізнати за допомогою методів машинного зору, а машинне навчання може допомогти розрізнити міни від інших об'єктів, які ІЧ датчики можуть помилково ідентифікувати.

Один з прикладів такого комбінування: ІЧ датчики використовуються для первинного виявлення мін та збору даних про їх теплові характеристики. Ці дані потім використовуються для тренування нейронної мережі, яка може розпізнавати міни на ІЧ зображеннях. Нейронна мережа може використовуватися для подальшого аналізу зображень, отриманих з камер, щоб отримати більш детальну інформацію про міни. В цьому випадку велике значення матимуть методи комплексування інформаційних каналів [7].

ВИСНОВКИ

Комбінування методів виявлення мін є активною областю досліджень, і постійно розробляються нові підходи. Зараз існує велика кількість методів, які підходять для різних умов та технічних завдань, але на мою думку, саме за допомогою комбінування методів можна зробити прогрес у даній сфері, адже це як підсилить переваги, так і усуне недоліки різних методів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Стаття The European Space Agency — HOPE for detecting landmines — Режим доступу:
https://www.esa.int/Applications/Technology_Transfer/HOPE_for_detecting_landmines — 29.05.2001 р.
- [2] Ph. Mächler. Detection Technologies for Anti-Personnel Mines. 1 p.
- [3] Hany Kasban, O. Zahran, Sayed M. Elaraby, Fathi E. Abd El-Samie. A Comparative Study of Landmine Detection Techniques. 2010. 7-21 p.
- [4] Luis F. Robledo, Miguel Carrasco, Domingo Mery. A survey of land mine detection technology. 2009. 5-6 p.
- [5] Deepti Barhate, Varsha Nemade. Comprehensive Study on Automated Image Detection by using Robotics for Agriculture Applications. 2013.
- [6] L. Safatly, Mohammed Baydoun. Detection and classification of landmines using machine learning applied to metal detector data. 2020.
- [7] Колобродов В.Г., Микитенко В.І. Комплексування інформації в багатоканальних оптико-електронних системах спостереження (монографія) К.: «Аверс», 2013. – 178 с. [0]

Наук. керівник – д.т.н., проф. Микитенко В.І.