

АНОТАЦІЯ

Миколайчук В.Р. Методика оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості на основі машинного навчання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології, за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія. – Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій. – Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена актуальній науковій задачі розробки методики оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості на основі машинного навчання.

Тематика дисертаційного дослідження відповідає тимчасовому стандарту та фаховим компетентностям освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії з комп'ютерної інженерії Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Міністерства освіти і науки України, а саме: фундаментальним науковим дослідженням теоретико-методологічних, науково-методичних та прикладних засад підвищення ефективності інноваційної та виробничої діяльності підприємства, а також вдосконаленню процесу забезпечення впровадження новітніх інформаційних технологій на об'єктах інформаційної діяльності.

Дисертаційне дослідження присвячено аналізу систем моніторингу місцевості (СММ) та їх ефективності у виявленні та ідентифікації рухомих об'єктів. Ці системи відіграють важливу роль у сучасних умовах, коли потреба у високоточному моніторингу територій стає все більш актуальною.

Актуальність дослідження СММ, особливо у контексті виявлення та ідентифікації рухомих об'єктів, можна обґрунтувати наступним чином:

1. Зростання технологічних можливостей: Сучасний світ переживає бурхливий розвиток технологій, що веде до появи нових засобів моніторингу та контролю місцевості. Це створює потребу у вдосконаленні існуючих систем та розробці нових методів аналізу.

2. Безпека та оборона: У контексті глобальної безпеки та оборони здатність швидко виявляти та ідентифікувати рухомі об'єкти може бути критично важливою. Це може стосуватися як військових операцій, так і мирного моніторингу кордонів.

3. Екологічний моніторинг: Зміни клімату, незаконне вирубування лісів - це лише декілька з проблем, які можна виявляти та контролювати за допомогою ефективних СММ.

4. Міське планування та розвиток: У міських умовах СММ можуть використовуватися для моніторингу транспортних потоків, виявлення аварійних ситуацій, контролю за будівництвом та іншими аспектами міського життя.

5. Вдосконалення технологій: Як було вказано у дослідженні, існуючі сенсорні мережі можуть бути неефективними у певних умовах. Це підкреслює потребу у додаткових дослідженнях та розробці нових підходів.

6. Економічний аспект: Ефективні системи моніторингу можуть призвести до зниження витрат, оптимізації ресурсів та підвищення продуктивності у ряді секторів економіки.

Отже, актуальність дослідження систем моніторингу місцевості, зокрема у контексті виявлення та ідентифікації рухомих об'єктів, очевидна. Вони відіграють ключову роль у багатьох аспектах сучасного життя, від оборони до екології, і потребують постійного вдосконалення та адаптації до змінюваних умов.

Аналіз практичних підходів до СММ виявив, що більшість сучасних систем базуються на сенсорних мережах. Ці мережі дозволяють збирати детальну інформацію про місцевість, але мають певні обмеження. Основна проблема полягає у виявленні та ідентифікації рухомих об'єктів, особливо тих, які намагаються уникнути ідентифікації. У таких випадках сенсорні мережі можуть бути не ефективними.

Для підвищення ефективності СММ у виявленні рухомих об'єктів пропонується використовувати роботизовані засоби. Ці засоби можуть включати в себе різноманітні дрони, роботи-землероби та інші автоматизовані системи, які здатні відстежувати рухомі об'єкти на місцевості та ідентифікувати їх.

Аналіз теоретичних підходів до оцінки ефективності роботизованих СММ показав, що основна проблема полягає у моделюванні динаміки ідентифікації рухомих об'єктів. Це ускладнює процес оцінки, адже потрібно враховувати численні фактори: швидкість руху об'єкта, його розміри, форму, колір та інші характеристики, які можуть впливати на його видимість для сенсорів.

Для підвищення ефективності систем моніторингу місцевості необхідно комбінувати сенсорні мережі з роботизованими засобами. Такий підхід дозволить забезпечити високу точність виявлення та ідентифікації рухомих об'єктів, незалежно від їх спроб уникнути ідентифікації. Також необхідно розробити нові методики моделювання динаміки ідентифікації, щоб точніше оцінювати ефективність роботизованих СММ.

Для забезпечення заданих високих вимог до якісних показників продуктивності систем моніторингу, що є частиною організації сучасних підприємств, необхідна розробка методики оцінки ефективності таких систем.

Перший розділ дослідження присвячено аналізу практичних та науково-методологічних підходів до роботизованих систем моніторингу місцевості. Було встановлено, що сенсорні мережі, хоча і є ефективними у багатьох випадках, можуть мати обмеження у виявленні рухомих об'єктів. Роботизовані засоби, у поєднанні з методами машинного навчання, спрямовані на подолання викликів пов'язаних з динамічністю об'єктів ідентифікації, проте потребують подальших наукових досліджень для оптимізації їх роботи. Наприкінці розділу сформовані такі наукові завдання:

- Обґрунтувати показники та критерії оцінки ефективності роботизованих систем моніторингу місцевості (РСММ).
- Розробити модель середовища моніторингу з урахуванням роботизованих засобів та рухомих об'єктів.
- Розробити модель роботизованого засобу (що включає розробку алгоритму формування множини можливих дій, які система може виконувати для ідентифікації об'єкта та модель вибору поведінки).

– Розробити методику оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості на основі машинного навчання, а саме навчання з підкріпленням ((Reinforcement Learning) RL).

У другому розділі проводиться аналіз існуючих теоретичних підходів до оцінки ефективності РСММ, а також досліджуються методи RL та їх застосування для вирішення цієї задачі. Розглядаються основні концепції та алгоритми RL, їх переваги та обмеження. Аналізуються можливості використання RL для оптимізації стратегій моніторингу, адаптації до змінюваних умов та підвищення загальної ефективності РСММ. Цей розділ розкриває теоретичні основи оцінки ефективності РСММ, а також розкриває потенціал застосування методів RL для оптимізації їх роботи.

У третьому розділі розглядаються ключові аспекти розробки методики оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості. Основна увага приділяється обґрунтуванню показників та критеріїв оцінки, моделюванню середовища моніторингу, розробці моделі роботизованого засобу та об'єкту моніторингу та формулюванню методики оцінки ефективності. Цей розділ надає чітке розуміння процесу розробки методики оцінки ефективності РСММ, включаючи визначення ключових показників та критеріїв, моделювання середовища та роботизованого засобу, а також формулювання загальних принципів оцінки.

У четвертому розділі дослідження акцентується на практичному застосуванні розробленої методики оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості. Основна увага приділяється програмній реалізації цієї методики у вигляді Framework, який базується на передових технологіях машинного навчання, зокрема, комп'ютерному зору ((Computer vision) CV) та навчанню з підкріпленням. Цей розділ надає докладний огляд процесу програмної реалізації розробленої методики оцінки ефективності РСММ, демонструючи її практичну цінність та можливості застосування в реальних умовах.

Для досягнення поставленої мети дисертаційної роботи були вирішені такі завдання:

1. Удосконалено модель середовища моніторингу, яка враховує протидію роботизованих засобів та рухомих об'єктів та за допомогою використання згорткових нейронних мереж аналізує середовище, що дало змогу підвищити адаптивність системи до змінних умов та дало можливість детально відтворити реальні умови, в яких діють роботизовані засоби, включаючи перешкоди, зони видимості та різні типи поверхонь.

2. Удосконалено модель роботизованого засобу, що включає розробку алгоритму формування множини можливих дій, які система може виконувати для ідентифікації об'єкта та модель вибору поведінки, використано техніки глибинного навчання для автоматичного вивчення оптимальних стратегій взаємодії з навколишнім середовищем, що дало можливість враховувати взаємодію з іншими роботизованими засобами та об'єктами моніторингу.

3. Вперше розроблено методику оцінки ефективності роботизованої системи моніторингу місцевості на основі машинного навчання, яка включає розроблену модель навчання з підкріпленням для точного визначення характеристик об'єкта моніторингу та роботизованого засобу, що забезпечило високу адаптивність та ефективність порівняно з існуючими методиками, особливо в складних динамічних умовах.

Дисертація виконувалась в Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій. Обраний напрям досліджень відповідає тематиці науково-дослідних робіт Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключові слова: методика оцінки ефективності, машинне навчання, система моніторингу місцевості, сенсорні мережі, рухомі об'єкти, роботизовані засоби, навчання з підкріпленням, комп'ютерний зір, моделювання середовища, Framework, швидкість виявлення, точність ідентифікації.