

Висновки.

Аналіз показав, що згідно наведеного переліку показників ефективності логіко-семантичні моделі представлення знань в повній мірі відповідають вказаним вимогам.

Отже, логіко-семантичні моделі представлення знань є ефективним / важливим інструментом для управління знаннями та енергетичними процесами в ММР, сприяючи оперативному реагуванню на кризові ситуації.

Чотирифакторні моделі забезпечують швидку інтеграцію даних та підтримку прийняття рішень, що критично важливо для управління поточними ризиками.

Восьмифакторні моделі, завдяки розширеній деталізації, оптимізують довгострокове планування і дозволяють здійснювати складніший аналіз.

Відкритість архітектури таких моделей забезпечує їх гнучкість та можливість динамічного оновлення знань без необхідності глибокої реконфігурації системи.

УДК 004.9

Доктор філософії О.І. Іванюк (УкрДУЗТ)

МАСШТАБОВАНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ, НАВЧЕНИХ НА СИНТЕТИЧНИХ ДАНИХ

Моніторинг залізничних колій на наявність сторонніх предметів є важливим завданням для забезпечення безпеки та ефективності залізничних перевезень. Традиційні методи часто покладаються на ручні перевірки, які можуть бути трудомісткими та неефективними. З розвитком автономних систем і зростаючою доступністю безпілотних літальних апаратів (БПЛА), використання методів машинного навчання для автоматизації виявлення об'єктів на залізничних коліях пропонує перспективне рішення для надійного моніторингу в реальному часі. Такий підхід може значно підвищити рівень безпеки на залізниці завдяки більш ефективному та точному виявленню небезпек.

У запропонованому підході розробляється модель машинного навчання на основі згорткових нейронних мереж (CNN) для виявлення сторонніх предметів на залізничних коліях з використанням БПЛА. Для навчання моделі використовується синтетичний набір даних, а перевірка продуктивності здійснюється на реальних даних.

Синтетичний набір даних створюється шляхом накладання зображень сторонніх предметів на статичні кадри, взяті з відео з перспективи кабіни локомотива. Це дозволяє моделі навчитися розпізнавати об'єкти в реалістичних умовах залізничних колій. Категорії небезпечних об'єктів, такі як металобрухт, покинуті транспортні засоби та мертві тварини, визначаються на основі літератури. Для підвищення різноманіття включаються також нешкідливі об'єкти, такі як листя, гілки та дрібне сміття, що допомагає моделі відрізнити загрози від нешкідливих предметів.

Для створення набору даних використовуються відео з відкритою ліцензією з платформ, таких як YouTube. Зображення сторонніх об'єктів збираються у заздалегідь визначених категоріях і синтетично розміщуються на відеокадрах з варіаціями позиції, масштабу та орієнтації. Методи доповнення даних, такі як обертання, масштабування, регулювання яскравості та додавання тіней, ще більше підвищують варіативність. Для підвищення реалістичності моделюються також ефекти руху та умови навколишнього середовища, такі як дощ або туман.

Кожне зображення в синтетичному наборі даних анотується масками сегментації для точного вказання розташування сторонніх предметів. Кожній категорії об'єктів присвоюється базова оцінка безпеки (наприклад, 0,7 для металобрухту, 0,95 для покинутих транспортних засобів), що відображає загальний рівень ризику, пов'язаний з цим типом об'єкта. Ця оцінка може коригуватися на основі таких факторів, як розмір об'єкта або близькість до колій, підвищуючи чутливість моделі до контексту. Система оцінювання надає моделі важливу інформацію для визначення пріоритетності небезпечних об'єктів у процесі моніторингу.

Як архітектура моделі використовується MobileNet V3, що забезпечує швидке виявлення об'єктів у реальному часі з мінімальними обчислювальними ресурсами, що є критично важливим для застосувань на БПЛА. Для підвищення ефективності застосовується метод перенесення навчання: модель є попередньо навченою на ImageNet.

Після навчання на синтетичному наборі даних модель перевіряється на реальних даних у різних середовищах для забезпечення надійності. Процес перевірки оцінює здатність моделі ефективно виявляти сторонні предмети на коліях у різноманітних умовах.

Запропонований підхід пропонує масштабоване рішення для виявлення сторонніх предметів у реальному часі на залізничних коліях, використовуючи можливості CNN і БПЛА. Це може

суттєво підвищити безпеку та експлуатаційну ефективність залізниць.

Список використаних джерел

1. Aela, P., Chi, H. L., Fares, A., Zayed, T., & Kim, M. (2024). UAV-based studies in railway infrastructure monitoring. *Automation in Construction*, 167, 105714. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2024.105714>
2. Banić, M., Miltenović, A., Pavlović, M., & Ćirić, I. (2019). Intelligent machine vision based railway infrastructure inspection and monitoring using UAV. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 17(3), 357–364. <https://doi.org/10.22190/FUME190507041B>
3. Lesiak, P. (2020). Inspection and Maintenance of Railway Infrastructure with the Use of Unmanned Aerial Vehicles. *Problemy Kolejnictwa - Railway Reports*, 64(188), 115–127. <https://doi.org/10.36137/1883E>

Трубчанінова К.А., д-р техн. наук, проф.,
УкрДУЗТ, м. Харків, Україна
Ковтун І.В., к-т техн. наук, доц., УкрДУЗТ,
м. Харків, Україна
Mezitis Mareks, д-р техн. наук, проф.,
Transport Academy, Riga, Latvia

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ МЕРЕЖІ FANET В УМОВАХ ОРГАНІЗОВАНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

Використання технології надширококутних сигналів (НШС) у каналах управління та зв'язку мережі FANET відкриває можливості, які недоступні традиційними підходами. Це, зокрема, дозволяє значно підвищити якість безпроводних каналів мережі. Розширення смуги пропускання і перехід до ширококутних каналів забезпечують практично необмежене збільшення кількості каналів зв'язку. Завдяки попередньому розподілу кодів модуляції між каналами, можна забезпечити їх стабільну роботу без ризику перехоплення управління БПЛА, компрометації інформації або виникнення взаємних завад [1].

Ключовим показником ефективності систем безпроводного мобільного зв'язку є висока потенційна питома щільність передачі даних [2]. Вона вимірюється загальною швидкістю передачі даних на одиницю площі робочої зони, яка наразі становить близько 1 Мбіт/с на квадратний метр. Запропонований у роботі метод використання коротких інформаційних імпульсів-чипів дозволяє уникнути міжсимвольних спотворень шляхом

розсіювання енергії імпульсу до моменту прибуття наступного. Це також знижує рівень спотворень сигналу, спричинених багатопроменевим поширенням [3].

Системи управління та зв'язку, що використовують надширококутні сигнали, вирізняються низькою ймовірністю виявлення моменту встановлення каналів зв'язку, а також неможливістю перехоплення управління БПЛА. Водночас забезпечується одночасна та безперешкодна робота традиційних вузькокутних і надширококутних систем у тому ж частотному діапазоні. Це досягається завдяки тому, що рівень інформаційних і керуючих сигналів залишається нижчим за рівень шуму у робочому частотному діапазоні. Зниження потужності і випромінювання електромагнітних полів додатково гарантує дотримання вимог електромагнітної сумісності на всіх етапах розробки та впровадження безпроводної мережі FANET.

З метою підвищення завадозахищеності мережі в умовах організованої радіоелектронної протидії в роботі запропонований метод оптимальної маршрутизації, який базується на управлінні траєкторіями окремих БПЛА для формування мережевої конфігурації, що мінімізує вплив завад. У реальному часі автоматично вибирається найбільш підходящий БПЛА, якому передається управління, і він виводиться із зони дії радіоелектронних завад для подальшої передачі інформації до наземної мережі [4].

1. С.В. Мельников, О.Є. Волков, М.В. Коршунов, Ю.Ю. Грищенко Застосування безпілотних літальних систем як мобільних комплексів радіозв'язку Системи керування та комп'ютери 2017, № 5. с. 54 – 61.

2. Кравченко, В. Радіоелектронні засоби боротьби, придушення та силового ураження [Текст]: монографія / В. Кравченко, О. Серков. – Харків: Видавництво «Друкарня Мадрид», 2022. – 422 с.

3. Панченко, С. Теорія і практика електромагнітної сумісності телекомунікаційних систем [Текст]: монографія / С. Панченко, О. Серков, К. Трубчанінова. – Харків : УкрДУЗТ, 2020. – 249 с.

4. Method of Increasing Security of Spatial Intelligence in the Industrial Internet of Things Systems [Text] / K. Trubchaninova, A. Serkov, V. Tkachenko, V. Kharchenko, V. Pevnev, N. Doukas // 24th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC'2020), Plataniyas Chania Grete Island, Greece, July 19-22, 2020. – 2020. – P. 283-289. DOI: [10.1109/CSCC49995.2020.00058](https://doi.org/10.1109/CSCC49995.2020.00058).