

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

1. Khan, R., & Kumar, R. (2023). Hybrid Positioning System Using UWB and Machine Learning for 6G Indoor Scenarios. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 22(1), 101-115.

2. Zhang, L., & Li, Y. (2023). Deep Learning-Based UWB Signal Processing for Enhanced Indoor Localization. *Journal of Communications and Networks*, 25(2), 205-218.

УДК 004.93:351.75

*к.т.н. Змій С.О., здобувачі Семикрас А.І.,
Канєвський М.В.*

*Український державний університет
залізничного транспорту (м. Харків)*

ВПРОВАДЖЕННЯ СЕРВЕРУ ПРОГНОЗУВАННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОСОБИ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В ЄДИНИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРОСТІР СИСТЕМ БЕЗПЕКИ «БЕЗПЕЧНЕ МІСТО»

Впровадження комплексних систем «Безпечне місто» значно підвищило рівень захищеності та керованості українських громад, успішно вирішуючи завдання щодо зниження злочинності та прискорення реагування на надзвичайні ситуації. Проте, залишається невирішеною потреба у забезпеченні безпеки мешканців безпосередньо в житлових будинках під час кризових подій. У доповіді пропонується інтегрувати до існуючої структури новий елемент – сервер прогнозування місцезнаходження особи, що функціонує на основі технологій штучного інтелекту та комп'ютерного зору.

Пропонована система передбачає підключення до єдиного комплексу камер, встановлених біля під'їздів та на кожному поверсі будівель. Застосування технологій комп'ютерного зору дозволить не лише підраховувати кількість людей, що входять та виходять, але й ідентифікувати їх. Це дає можливість з певною ймовірністю визначати орієнтовне місцезнаходження особи в будівлі. Штучний інтелект, у свою чергу, аналізуватиме поведінкові патерни для виявлення відхилень, які можуть свідчити про несанкціоноване проникнення чи інші загрози. Для коректної роботи системи необхідна згода мешканців на обробку даних.

Інтеграція «Сервера прогнозування місцезнаходження особи» доповнить існуючу архітектуру, яка включає сервери розпізнавання номерів, облич, контролю касових операцій та моніторингу транспортних потоків. У разі виникнення надзвичайної ситуації, такої як вибух, аварія чи пожежа, рятувальні служби, поліція та

медики отримають оперативний доступ до даних про кількість людей у будівлі, що значно прискорить реагування та підвищить ефективність рятувальних операцій. Таким чином, модернізований комплекс забезпечить вищий рівень безпеки, створить більш комфортні умови проживання та надасть надійний інструмент для контролю, аналізу й збереження важливих даних.

Джерела інформації:

1. Гладун Ю. Я. Побудова автоматизованої інформаційно-аналітичної системи "безпечне місто" / Ю. Я. Гладун // Ефективність державного управління. - 2012. - Вип. 32. - С. 277-283. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efdu_2012_32_36..
2. Захожай О. І. Інформаційна технологія розпізнавання образів в задачах автоматизованої обробки інформації управління складними системами / О. І. Захожай // Проблеми інформаційних технологій. - 2013. - № 1. - С. 61-68. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pit_2013_1_10.
3. Змій, С. О. Застосування комп'ютерного зору для визначення наявностей людей у будівлях: нові можливості для рятувальних операцій / С. О. Змій, І. М. Сіроклін, А. І. Семикрас // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : тези стендових доповідей та виступів учасників 37-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті" (Харків, 10-11 жовтня, 2024 р.). – 2024. – № 3 (додаток). – С. 76-77.

УДК 656.259:621.396:004.7

к.т.н., доцент, Сердюк Т.М.; студент Кліпацький А.Б.

*Український державний університет науки і технологій
ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 5G ТА 6G У ЗАЛІЗНИЧНІЙ АВТОМАТИЦІ ТА ЗВ'ЯЗКУ

У роботі розглядається застосування технологій п'ятого та шостого покоління стільникового зв'язку для побудови та модернізації систем залізничної автоматики й оперативного зв'язку. Актуальність

зумовлена поступовим виведенням з експлуатації GSM-R і переходом до концепції FRMCS як єдиної бездротової платформи для службових сервісів, даних ETCS/ERTMS, відеоспостереження та телеметрії рухомого складу. Метою є обґрунтувати архітектурні підходи на базі 5G/5G-Advanced з урахуванням вимог надійності експлуатації засобів залізничної автоматики та забезпечення безпеки руху залізниць.

Реалії викликають необхідність забезпечити сумісність існуючих систем залізничної автоматики та зв'язку із можливостями 5G і 6G технологій. При передачі інформації необхідно забезпечити гарантовані показники затримки, доступності та ізоляції трафіку для критично важливих застосувань (оперативного голос/відео і радіозв'язку; системи автоматики поїзд-колія (автоматичної локомотивної сигналізації); передачі даних рівня ETCS), одночасно підтримуючи некритичні сервіси (пасажирський доступ до Інтернету Wi-Fi, несинхронна телеметрія). Отже, впровадження нових технологій вимагає комплексної інтеграції з наявною інфраструктурою і системами залізничної автоматики та зв'язку, енергетики, розробки чіткої моделі безпеки та поетапної міграції від GSM-R.

Рациональною є побудова приватних не-публічних мереж (NPN) 5G SA на ключових вузлах і вздовж критичних ділянок колій із виділеними slices для службового трафіку та ETCS, тоді як пасажирські сервіси можуть обслуговуватися окремими slices або публічною мережею оператора. Для тунелів та «складних» місцевостей доцільно застосовувати комбіновані рішення RAN + DAS. Перехідний період передбачає паралельну експлуатацію GSM-R і FRMCS із використанням міжпоколінних шлюзів та поетапним виведенням застарілих інтерфейсів. Таке розділення знижує технологічний ризик і спрощує сертифікацію безпеки.

Безперервність надання сервісів досягається за рахунок географічного та логічного резервування, багатоканальних маршрутів трафіку та застосування супутникового бекапу NTN на «білих плямах». Модель безпеки повинна спиратися на вимоги 3GPP до архітектури та процедур (ідентифікація, аутентифікація/авторизація, керування ключами, сегментація трафіку, моніторинг подій). У контексті індустріальних систем (ОТ) критичною є інтеграція з RBC/інтерлокінгами через захищені інтерфейси, мінімізація довіри та аудит конфігурацій; необхідні SOC-процеси й процедури реагування на інциденти. Позиціонування та «мережа-як-сенсор».

Еволюція 5G-позиціонування (Rel-17/18) створює підґрунтя для підвищення точності локалізації рухомих одиниць і об'єктів інфраструктури, що підтримує автоматизацію експлуатації (ATO/GoA),

точне «зшивання» телеметрії з геометрією колії та раннє виявлення аномалій полотна. Концепція «мережа-як-сенсор» передбачає використання радіопараметрів RAN як додаткового джерела даних моніторингу стану колії та навколишнього середовища.

Ефективність впровадження визначається операційною моделлю: розподілом відповідальності між інфраструктурним менеджером і публічним оператором, регламентами експлуатації, планом профілактичних робіт, а також підготовкою персоналу (інженери 3GPP-мереж, ОТ-безпека, інтеграція сигналізації). Формалізація SLA, процедури деградації сервісів та аварійні сценарії є обов'язковими елементами приймально-здавальних випробувань.

Для реалізації 5G і 6G технологій необхідно обстеження радіоумов і моделювання RAN з урахуванням тунелів, мостів і заломів рельєфу; планування DAS у критичних зонах; розробки пілотного проекту FRMCS на 5G SA з вимірюваними KPI (затримка, джиттер, PLR, доступність); впровадження моделі безпеки за 3GPP: PKI, сегментація трафіку, RBAC, телеметрія ядра та RAN із централізованим моніторингом; поетапна міграція від GSM-R через шлюзи сумісності; визначення контрольних точок відмови; масштабування сервісів (ETCS, оперативний голос/відео, телеметрія) в окремих slices; інтеграція пасажирських сервісів без впливу на критичні; оцінка TCO і вибір моделі NPN/орендованих slices із залученням публічних операторів.

Отже, 5G/5G-Advanced забезпечують механізми для консолідації службових сервісів залізниці в межах FRMCS із гарантіями затримки, доступності та ізоляції трафіку. Для залізничної галузі це означає підвищення рівня автоматизації, точності локалізації та надійності зв'язку на складних ділянках. У коротко- та середньостроковій перспективі доцільно розглядати 5G-Advanced як базу для FRMCS із врахуванням сумісності з очікуваними 6G-можливостями. Запропонована архітектура на засадах NPN, мережевого розділення та комбінованих рішень RAN+DAS дозволяє реалізувати поетапну міграцію від GSM-R із збереженням сумісності й кіберстійкості. Залежність від локальних «вузьких місць» зменшується завдяки резервуванню, супутниковому бекапу NTN та регламентованим процедурам експлуатації. Очікувані напрацювання 6G варто враховувати вже на етапі проектування, однак у найближчий період практичним ядром цифровізації виступатиме 5G-Advanced.

УДК 656.259:621.396:004.7