ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE

Замість генерації факту входу на станцію реалізовано генерацію повного маршруту. Така схема усуває невизначеність щодо подальших переміщень пасажира та дає змогу відразу отримувати точний розподіл навантаження по всіх елементарних маршрутах. Перспективним напрямом є інтеграція такого підходу в системи цифрових двійників транспортної інфраструктури [4], що дозволяє поєднати модельовані та реальні дані для прогнозних сценаріїв.

Розроблена методика прямого моделювання забезпечила: уніфікацію опису маршрутів на основі елементарних сегментів; можливість варіювати стратегії вибору шляху через систему вагових коефіцієнтів; створення повної еталонної бази навантаження для задач перевірки реконструктивних моделей.

Література

1. Cats, O., Gkiotsalitis, K., & Schöbel, A. (2025). *50 Years of Operations Research in Public Transport*. EURO Journal on Transportation and Logistics, 14, 100160. https://doi.org/10.1016/j.ejtl.2025.100160
2. Hussain, A. E., Bhaskar, A., & Chung, E. (2021). *Transit OD matrix estimation using smartcard data: Recent developments and future research challenges*. Transportation Research Part C, 125, 103044. https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103044
3. Mo, B., Ma, Z., Koutsopoulos, H., & Zhao, J. (2023). *Passenger Path Choice Estimation Using Smart Card Data: A Latent Class Approach with Panel Effects Across Days*. arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.03808
4. Ou, Y., Mihaita, A.-S., Ellison, A., Mao, T., Lee, S., & Chen, F. (2025). *Rail Digital Twin and Deep Learning* Electronics, 14(12), 2359. https://doi.org/10.3390/electronics14122359

УДК 629.4.05:621.391.8

к.т.н. Сосунов О.О.

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОЇ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ В ІСНУЮЧІЙ СИСТЕМІ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Розглядається потенційна можливість використання цифрової фільтрації в існуючої системі локомотивної сигналізації. Ця система застосовується як додатковий засіб регулювання руху поїздів на дільницях, обладнаних автоблокуванням.

Існуючий фільтр локомотивної системи сигналізації ФЛ 25/75М є пасивним та побудованим в аналоговому виді. Побудова смугових фільтрів на низьких частотах потребує великих індуктивностей, що містять багато меді. Крім цього, аналогові фільтри характеризуються низькою стабільністю частотних характеристик.

Одним з методів підвищення стабільності частотних характеристик є використання цифрових фільтрів. На відміну від аналогових фільтрів вони не потребують періодичного контролю частотних характеристик. Для локомотивної системи сигналізації запропоновані як цифрові фільтри з кінцевою імпульсною характеристикою (КІХ-фільтр), що не мають аналогових прототипів, так й фільтри з нескінченою імпульсною характеристикою (НІХ-фільтри) для яких існують аналогові прототипи.

Цифрові КІХ-фільтри потребують для своєї реалізації, як правило, багато коефіцієнтів, однак вони безумовно стійки та мало чутливі до округлення коефіцієнтів, що неминуче при кінцевій розрядній сітці процесора.

Цифрові НІХ-фільтри потребують для своєї реалізації, як правило, мало коефіцієнтів, однак вони чутливі до округлення коефіцієнтів, що неминуче при кінцевій розрядній сітці процесора.

Цифрові НІХ-фільтри були розроблені різними методами: методом розміщення нулів та полюсів, інваріантним перетворенням імпульсної характеристики та білінійним z-перетворенням. Дійсно, для їх реалізації було потрібно мало коефіцієнтів – від 8 до 12, але вони потребували для своєї реалізації з врахуванням впливу округлення коефіцієнтів на результуючу АЧХ процесорів ЦОС з плаваючою точкою. Тільки НІХ-фільтр, розроблений методом розміщення нулів та полюсів не потребував великої розрядності процесора. Однак таким методом був розроблений тільки режекторний фільтр, інші фільтри були смуговими з придушенням завад за межами смуги перепускання більше 60 дБ.

Цифрові КІХ-фільтри були розроблені також різними методами: методом зважування, методом частотної вибірки та оптимальним методом. Вони потребували для своєї реалізації від 92 до 160 коефіцієнтів. Крім цього, вплив округлення коефіцієнтів був незначним та для реалізації таких фільтрів було достатньо 16 розрядів процесора ЦОС з фіксованої точкою.

З врахуванням проведених досліджень встановлено, що найкращі результати дають цифрові КІХ-фільтри – для їх реалізації потрібні більш дешеві 16 розрядні процесори ЦОС з фіксованою точкою,

які к тому ж можуть мати вже вбудовані програми для розрахунків (вводяться тільки величини коефіцієнтів у ПЗП). А серед цих фільтрів найкращій результат дає метод зважування – менша кількість коефіцієнтів.

Цифрові НІХ-фільтри потребували з врахуванням впливу округлення коефіцієнтів на результуючу АЧХ більш дорогих процесорів ЦОС з плаваючою точкою. Крім того, вони можуть бути потенційно нестійкими.

З врахуванням вищевикладеного можна зробити такий висновок: якщо й застосовувати цифрову фільтрацію в існуючій системі локомотивної сигналізації, тоді краще використовувати КІХ-фільтри, а кращій метод розробки такого фільтра – метод зважування з вікном Кайзера.

Джерела інформації

1 Lizhe Tan, Jean Jiang. Digital Signal Processing. Fundamentals, Applications, and Deep Learning. Fourth Edition. Academic Press, 2025. ISBN 978-0-443-27335-3 https://doi.org/10.1016/C2023-0-51030-4

2. Ушенко Ю. О. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики [Текст] : навч. посібник / Ю. О. Ушенко, М. С. Гавриляк, М. В. Талах, В. В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. – 308 с

3 Application and Development of Digital Signal Processing Technology in Modern Engineering In book: Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Educational Innovation and Multimedia Technology (EIMT 2023) (pp.848-853) DOI:10.2991/978-94-6463-192-0_110

УДК 004.056:656.25

к.т.н. В.О.Сотник, PhD, О.В. Щебликіна
здобувачка гр.103-АКІТР-Д25
М.О. Калашник *Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

КІБЕРБЕЗПЕКА СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ І ТЕЛЕМЕХАНІКИ. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАГУВАННЯ НА ЗАГРОЗИ.

Швидкий перехід залізниць до цифрових технологій (ETCS, СЦБ на мікропроцесорній техніці, IoT) створює нові кіберзагрози, що вимагає захисту критичної інфраструктури. Загрози в першу чергу спрямовані на мережеву інфраструктуру (GSM-R, FRMCS), кінцеві пристрої (контролери, сенсори) та ланцюг постачання програмного/апаратного забезпечення. Типові загрози включають несанкціонований доступ, Man-in-the-Middle (MitM), відмову в обслуговуванні (DoS/DDoS) та Ransomware. Наслідки можуть бути критичними: вплив на безпеку руху (підміна показань сигналів, блокування стрілок, або їх несанкціонований перевід) та значні економічні збитки. Одним із напрямків захисту від цих втручань є жорсткі вимоги до функціональної безпеки (SIL-рівні), які обмежують пряме впровадження комерційних IT-рішень у системах залізничної автоматики і телемеханіки(СЗАТ)[1,2].

Штучний інтелект(ШІ) має великі перспективи застосування в СЗАТ завдяки його здатності до виявлення аномалій, ефективної обробки великих обсягів даних (Big Data) та адаптивності до нових загроз, що є перевагою над традиційними методами [2]. Використання штучним інтелектом таких методів, як навчання з учителем надає можливість для класифікації відомих типів атак, а навчання без учителя можливо використати для виявлення нових, невідомих аномалій у мережевому трафіку СЗАТ. Глибоке навчання (Deep Learning) дозволяє аналізувати складні патерни поведінки систем залізничної автоматики і телемеханіки. Але на зараз існують проблеми з нестачею маркованих даних про кібератаки в реальних залізничних умовах та необхідність балансу між хибнопозитивними та хибнонегативними спрацюваннями[3]. Для їх вирішення і необхідно застосувати функціонал ШІ у виявленні та реагуванні на кіберзагрози. Перш за все це застосування інтелектуального моніторингу- це коли нейромережі застосовуються в системах NIDS/HIDS для аналізу протоколів залізничного обміну (Eurobalise, ДЦ/МПЦ) та ідентифікації нехарактерних команд, а також для прогнозування розвитку атаки. Застосування аналізу поведінки (UEBA)- це коли ШІ створює базові моделі нормальної поведінки пристроїв та користувачів (диспетчерів, контролерів), що дозволяє автоматично ідентифікувати відхилення, які свідчать про компрометацію, а також застосування автоматизованого реагування (SOAR), коли ШІ може приймати рішення про ізоляцію сегментів мережі або блокування підозрілих IP-адрес у режимі реального часу, проте критичним є забезпечення функціональної безпеки при автоматизації реагування. Але впровадження цих засобів має ряд як технічних, так і організаційних труднощів, таких, як складність інтеграції ШІ-рішень у закриті Brownfield-системи , високі вимоги до обчислювальної потужності та необхідність сертифікації ШІ-систем відповідно до міжнародних стандартів, наприклад CENELEC. З точки зору організаційних труднощів- це перш за все кадрова проблема (дефіцит фахівців на стику автоматики, кібербезпеки та ШІ) та відсутність єдиної