

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

електронних компонентах також передбачено моделювати експоненційно. Таким чином, у практиці функціональної безпеки залізничної автоматики експоненціальна модель трактується як допустима і консервативна за відсутності підтвердженого впливу старіння або деградації.

З практичної точки зору, спрощеність експоненціального моделювання і його відповідність мінімальним вимогам стандартів призводить до його широкого поширення в сертифікаційних процедурах для систем залізничної автоматики.

Міжнародний стандарт ІЕС 61508 також дозволяє використовувати експоненціальний розподіл для оцінки PFH, якщо відсутня верифікована інформація про зношення компонентів (частина 6, додаток В). У розділі В.3.2 цієї частини стандарту експоненціальна модель наводиться як базова для прикладів оцінки показників функціональної безпечності PFH та PFDavg.

Пропонується:

1. Впровадити в EN 50129 або супровідні методичні документи системну норму на гранично допустимий PFH для всієї системи, незалежно від кількості функцій.

2. Розробити підхід до інтегрованої оцінки функціональної безпечності безпеки масштабованих систем на рівні архітектури, з урахуванням резервування, зон впливу, захисту від загальних причин відмов.

3. Уточнити методики для централізованих систем, що об'єднують сотні або тисячі об'єктів керування, щоб не допустити формального зниження їх SIL при дотриманні високих критеріїв безпеки.

Перелік посилань

1. ДСТУ EN 50126-1:2019 Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрування надійності, доступності, безпеки та ремонтпридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес. (EN 50126-1:2017, IDT) Чинний від 01.01.2020.
2. ДСТУ EN 50129:2019 Залізничний транспорт. Системи зв'язку сигналізації та оброблення даних. Електронні сигналізаційні системи безпеки (EN 50129:2018, IDT). Чинний від 01.01.2020.
3. Кустов В.Ф. /Фундаментальні недоліки базових моделей небезпечних відмов для розрахунку функціональної безпеки систем керування рухом поїздів//Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2025.- Вип. 212. — С. 301-314. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2408946>

УДК 621.39:004.75

канд. тех. наук С.В. Індик, канд. тех. наук
О.С. Жученко

Український державний університет
залізничного транспорту, (Україна)

Дослідження методів багаторівневої кластеризації для підвищення ефективності телекомунікаційних систем з розподіленою обробкою даних

Сучасні телекомунікаційні системи, зокрема 5G, 6G, а також мережі Інтернету речей і Smart City, відзначаються високою динамічністю топології, неоднорідністю трафіку та зростаючими вимогами до якості обслуговування. У таких умовах традиційні методи керування потоками даних і розподілу ресурсів поступово втрачають ефективність. Для підвищення продуктивності, масштабованості та відмовостійкості розглядаються нові підходи до структуризації й самоорганізації мережі. Одним із таких напрямів є методи багаторівневої ієрархічної кластеризації.

У наукових дослідженнях значна увага приділяється принципам побудови багаторівневих структур управління, які дозволяють формувати локальні, регіональні та глобальні рівні керування. Така організація сприяє зменшенню навантаження на центральні вузли, рівномірному розподілу обчислювальних задач і забезпечує масштабованість мережі у випадку зростання кількості користувачів та пристроїв.

Одним із ключових інструментів дослідження виступають графові моделі, у яких вузли відповідають мережевим елементам, а ребра — каналам зв'язку з їх характеристиками. Кластеризацію в такій постановці можна розглядати як задачу пошуку оптимальних спільнот у графі з урахуванням пропускну здатності, затримки та надійності каналів. Використання графових моделей дозволяє інтегрувати статичні властивості мережі з актуальними параметрами трафіку та робить процес аналізу більш прозорим і формалізованим.

У сучасних роботах активно вивчаються можливості застосування графових нейронних мереж (GNN) для кластеризації. Цей підхід дозволяє поєднати локальні характеристики вузлів із глобальною структурою мережі. На основі історичних даних GNN здатні передбачати оптимальні структури кластерів, швидко адаптуватися до змін навантаження та забезпечувати самонавчання системи. Це робить їх перспективним

інструментом для роботи в динамічних і невизначених умовах.

Таким чином, дослідження методів багаторівневої ієрархічної кластеризації є перспективним напрямом досліджень у галузі телекомунікаційних систем з розподіленою обробкою даних. Вони здатні забезпечити масштабованість, адаптивність і ефективність мереж, а також створюють основу для подальшого розвитку інтелектуальних алгоритмів розподілу потоків, оптимізації обчислювальних ресурсів та реалізації концепції самокерованих мереж.

Список використаних джерел

1. Климаш М., Гордійчук-Бублівська О., Чайковський І., Костів О. Дослідження ефективності використання розподілених баз даних у системах ПоТ // Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – Львів :Видавництво Львівської політехніки, 2022. – Випуск 2. № 1. С. 12–18. doi.org/10.23939/ictee2022.01.012
2. Huang, T.; Zhao, R.; Bi, L.; Zhang, D.; Lu, C. Neural embedding singular value decomposition for collaborative filtering. *IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst.* 2021, 33, 6021–6029. DOI: 10.1109/TNNLS.2021.3070853

УДК 621.39:004.89

Ph.D. S. Indyk, Professor (Math.) T. Horsin

*Ukrainian State University of Railway
Transport (Ukraine), Conservatoire national des arts et
métiers, (France)*

Application of Neural Network Algorithms for Efficient Resource Management in Wireless Networks

The rapid growth in the number of users and services in wireless networks places substantial demands on existing infrastructure and complicates the task of ensuring stable quality of service. Conventional resource management methods often prove insufficient under dynamic network conditions. In this context, the application of neural network algorithms emerges as a promising approach, as such methods are capable of analyzing complex data patterns, adapting to environmental changes, and predicting network behavior in real time.

Neural network-based solutions demonstrate significant potential in wireless communications by enabling not only reactive measures to existing challenges but also predictive strategies that anticipate

future demands. For instance, by analyzing historical traffic data together with current channel states, artificial neural networks are able to forecast peak loads and proactively redistribute resources among users. This capability reduces latency and enhances service continuity, even under maximum load conditions.

Another critical application area concerns spectrum utilization. Deep learning algorithms facilitate real-time analysis of network performance and enable adaptive spectrum allocation, which improves overall system efficiency and mitigates conflicts between subscribers. Furthermore, predictive modeling of traffic dynamics allows for energy-aware operation: transmitter power can be adjusted according to anticipated demand, thereby lowering energy consumption, an aspect particularly relevant for large-scale base station deployments.

Mobility management represents an equally important challenge. Neural network models incorporate parameters such as user speed and movement direction to forecast handover events between base stations, thus ensuring seamless connectivity and minimizing service interruptions. In addition, neural networks are increasingly applied in network security. Their ability to identify anomalous traffic patterns in real time allows for rapid detection and mitigation of potential threats, including distributed denial-of-service (DDoS) attacks and unauthorized access attempts.

Overall, the integration of neural networks into wireless networks introduces novel opportunities to enhance reliability, efficiency, and resilience. These algorithms provide flexible resource management, contribute to latency reduction, optimize spectrum allocation, and support energy-efficient operations. In doing so, they enable the development of intelligent network infrastructures capable of autonomously adapting to changing conditions and making operational decisions that traditionally required human intervention.

In the long term, the adoption of neural network technologies is expected to become a key driver in the evolution of next-generation communication standards. Such advancements will facilitate bridging the digital divide, expand access to high-quality services across diverse regions, and establish a foundation for new socio-economic development opportunities.

References

1. Dahlman E., Parkvall S., Skold J. 5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology. Academic Press, 2018.
2. Szabó, G., та Csányi, M. "Neural Network Applications in Telecommunication Systems." *Telecommunications Review*, 2021. – Vol. 67(3), pp. 223–235.