

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

багатоколіїні лінії, тунелі, мости). Із відео отримували зображення шляхом відбору кожного 300-го кадру. Для кожного кадру створювалися бінарні маски, що відокремлювали рейки від фону; це досягалося комбінацією порогової обробки, морфологічних операцій, виокремлення контурів і, за потреби, фінального ручного коригування.

Другим етапом стало формування набору зображень об'єктів (ЗО), які потенційно можуть потрапляти на колії. Складено перелік із 45 категорій, що охоплюють як небезпечні предмети (гілки, повалені дерева, каміння, металобрухт, металеві деталі тощо), так і об'єкти з меншою загрозою, але такими, що можуть з'являтися на коліях (для зменшення хибних спрацьовувань моделі, що навчатиметься). Для кожної категорії оцінено відносний розмір об'єкта щодо ширини колії (наприклад, для алюмінієвої банки – 0,06; для автомобіля – 2,1). Далі виконано автоматизований пошук і завантаження зображень з відкритими ліцензіями за допомогою Google Custom Search API. Отримані зображення попередньо обробляли: видаляли фон і вписували об'єкт у квадрат 200×200 пікселів.

Третім етапом було накладання ЗО на ЗЗК. Розміщення здійснювалося в міжрейковому просторі, на рейках і поза їхніми межами. Точне місце накладання визначалося випадково, однак із обов'язковим збереженням пропорцій об'єкта відносно сцени. Для цього на бінарній масці ЗЗК для рядка кадру, що відповідає випадково обраній глибині накладання, вимірювалася відстань між рейками (у пікселях) як локальний масштаб; на підставі заздалегідь заданого для категорії відношення «розмір об'єкта / ширина колії» обчислювався потрібний розмір об'єкта. Перед накладанням до ЗЗК та ЗО застосовувалася аугментація. Паралельно формувалася бінарна маска підсумкового зображення, на якій позначався об'єкт; у метаданих маски зазначалося, до якої категорії він належить і чи розміщено його у небезпечному місці (на рейках або в міжрейковому просторі).

Технічну реалізацію виконано мовою Python із використанням бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV для обробки зображень, пакета rembg для видалення фону з об'єктів і бібліотеки Albumentations для аугментації.

Описаний підхід дає змогу, спираючись на тисячі ЗЗК і ЗО з відкритих джерел, синтезувати СНД із сотнями тисяч анотованих об'єктів із фізично коректним масштабуванням. Подальший розвиток передбачає розширення переліку категорій об'єктів, фіксацію окремих технік аугментації для відповідних категорій, уточнення масштабування через калібрування камери та моделювання контактних тіней.

Список використаних джерел

1. Іванюк О. І. Масштабоване рішення для автоматизованого моніторингу залізничних колій за допомогою БПЛА на основі згорткових нейронних мереж, навчених на синтетичних даних. *Тези стендових доповідей та виступів учасників 37-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*, м. Харків, 10–11 жовт. 2024 р. Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 20–21.
2. Dwibedi D., Misra I., Hebert M. Cut, Paste and Learn: Surprisingly Easy Synthesis for Instance Detection. *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Venice, 22–29 October 2017. 2017. URL: <https://doi.org/10.1109/iccv.2017.146> (date of access: 01.10.2025).

Індик С.В., Thierry Horsin

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 пропускної 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.

УДК 656.254:621.396

*PhD О.В. Щєбликіна, аспірант Р.М. Кабин
Український державний університет
залізничного транспорту (м. Харків)*

УНІФІКОВАНА АРХІТЕКТУРА ГІБРИДНИХ ОПТОВОЛОКОННО- РАДІОЧАСТОТНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ЗАСТОСУНКУ

В умовах повномасштабної війни та подальшої повоєнної відбудови роль залізничного транспорту для України набула стратегічного значення. Масштабні руйнування інфраструктури, з одного боку, та курс на європейську інтеграцію, з іншого, створюють унікальне вікно можливостей для технологічного стрибка. Замість відновлення застарілих аналогових систем зв'язку, "Укрзалізниця" має змогу впровадити передову комунікаційну архітектуру, що відповідає майбутнім стандартам європейських залізниць. Глобальним трендом сьогодні є перехід від стандарту GSM-R, що базується на технології 2G і термін підтримки якого добугає кінця, до Системи мобільного зв'язку майбутнього для залізниць (Future Railway Mobile Communication System, FRMCS) на основі технології 5G. Актуальність цього переходу для України підкріплюється нещодавнім рішенням Кабінету Міністрів України про виділення необхідних смуг радіочастот для потреб FRMCS, що створює міцну регуляторну основу для модернізації.

Пропонована у доповіді уніфікована архітектура є гібридною системою, що поєднує два технологічні шари: високошвидкісну транспортну мережу на основі технології "Радіо-по-волокну" (Radio-over-Fiber, RoF) та рівень радіодоступу на базі 5G-R (5G for Railways). Технологія RoF, що передбачає передачу радіочастотних сигналів безпосередньо по волоконно-оптичному кабелю, ідеально підходить для лінійної топології залізниць. Вона забезпечує абсолютну стійкість до потужних електромагнітних завад від контактної мережі та тягового рухомого складу, має надзвичайно низьке затухання сигналу та дозволяє реалізувати архітектуру централізованої мережі радіодоступу (C-RAN). У такій моделі складне та дороге обладнання для обробки сигналів (Baseband Units, BBU) консолідується в захищених центральних вузлах, а вздовж колій розміщуються лише прості та надійні виносні радіомодулі (Remote Radio Heads, RRH). Це кардинально спрощує технічне обслуговування, знижує експлуатаційні витрати та підвищує загальну надійність системи.

Рівень радіодоступу на базі 5G-R надає гнучкі можливості для підтримки широкого спектра залізничних сервісів. Ключовою перевагою 5G є технологія сегментації мережі (Network Slicing), яка