

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

стовпчик. Таким чином, проблема блокування суміжних маршрутів при зайнятості негабаритних ділянок залишається невирішеною, що вимагає додаткових перевірок умов безпеки та обмежує ефективність використання станційної інфраструктури. [3]

В основу запропонованого способу покладено задачу усунення вказаної невизначеності шляхом створення системи точного контролю місцезнаходження РС безпосередньо в зоні граничного стовпчика. Задача вирішується шляхом розміщення точкових колійних датчиків (рахункових пунктів) на відстані 3.5 м від граничного стовпчика в кожному напрямку руху по стрілочному переводу. Ці датчики створюють коротку, високоточну контрольну мікро-ділянку, що охоплює виключно зону граничного стовпчика. Інформація про кількість осей, що прослідувала через кожен датчик, у реальному часі надходить до підсистеми забезпечення безпеки, яка інтегрована з центральною системою електричної централізації (ЕЦ) станції.

Технологія роботи системи полягає в наступному. Підсистема забезпечення безпеки безперервно аналізує дані з пари точкових датчиків. Шляхом порівняння кількості осей, що увійшли в мікро-ділянку та вийшли з неї, система з абсолютною точністю визначає її стан: «вільно» або «зайнято». У разі, якщо хоча б одна вісь РС знаходиться між датчиками, що свідчить про фактичне перебування РС в зоні граничного стовпчика, підсистема негайно блокує можливість руху поїздів по ворожому маршруту через стрілочний перевід, вмикаючи на відповідних світлофорах заборонне показання. Як тільки остання вісь РС звільняє мікро-ділянку, система фіксує її вільний стан і передає дозвіл до системи ЕЦ для встановлення раніше заблокованого маршруту.

Впровадження запропонованого способу дозволяє досягти значних переваг. По-перше, повністю виключається необхідність у використанні ненадійних ізолюючих стиків, рейкових кіл та апаратури для обходу тягового струму. По-друге, усувається сама проблема негабаритних колійних ділянок та пов'язана з нею необхідність у додаткових перевірках безпеки. Найголовніше, система надає змогу фактично визначати місцезнаходження РС в критичній зоні стрілочного переводу. Це дозволяє системі ЕЦ приймати рішення, що базуються на реальній дорожній обстановці, а не на консервативних припущеннях. Завдяки цьому стає можливим виконувати переміщення по протилежному положенню стрілочного переводу одразу після фактичного звільнення зони граничного стовпчика, що призводить до суттєвого збільшення

пропускної спроможності залізничних станцій та підвищення загального рівня безпеки руху.

Перелік посилань

4. Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях : навчальний посібник / В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій, О. В. Щєбликіна. - Харків : УкрДУЗТ, 2024. - 184 с.
5. Theeg G., Vlasenko S. (Eds.). Railway Signalling & Interlocking: International Compendium. 3rd ed. Hamburg : PMC Media House, 2019. 552 p.
6. Pachl J. Railway Signalling Principles. 2nd ed. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2021. 100 p.

УДК 004.93:625.1

доктор філософії О.І. Іванюк, аспірант В.Ю. Орлов (УкрДУЗТ)

СИНТЕТИЧНИЙ НАБІР ДАНИХ ДЛЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ

У сучасних умовах зростання ризиків терористичних актів і аварій на залізничному транспорті особливого значення набувають системи автоматизованого моніторингу стану колій. Перспективними є підходи, що залучають сучасні методи машинного навчання [1]. Ефективність таких систем істотно залежить від якості навчальних даних для моделей комп'ютерного зору. Традиційні способи збирання даних шляхом створення реалістичних сцен (фізичне розміщення предметів на коліях) є трудомісткими, дорогими, потенційно небезпечними та погано масштабованими.

У роботі запропоновано підхід до формування синтетичного набору даних (СНД) [2] для навчання моделей машинного навчання, що без втручання в реальну інфраструктуру забезпечує отримання великих масивів навчальних зображень залізничних колій із фізично коректним розміщенням і масштабуванням небезпечних предметів у міжрейковому просторі. Показано, як із публічно доступних відео та зображень із відкритими ліцензіями побудувати працездатний генератор синтетичних сцен для формування СНД.

На першому етапі було сформовано базовий набір реалістичних зображень залізничної колії (ЗЗК). Для цього на платформі YouTube відібрано відеозаписи з відкритими ліцензіями, зняті з кабін локомотивів, із забезпеченням різноманітності умов: пори року, погодні умови, час доби, ландшафти, оточення (міське середовище, природні ділянки тощо), а також типи інфраструктури (одно-, дво- та

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 обробляти: 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