

переробною спроможністю сортувальної гірки, може викликати простої составів на підході до станції, а отже, зменшувати пропускну спроможність прилеглих дільниць. Недостатня місткість сортувального парку, у свою чергу, може викликати блокування розпуску составів. Обмежена місткість парку відправлення спричиняє додаткові простої составів у сортувальному парку через неможливість перестановки составів в парк відправлення, а також затримки транзитних поїздів на підході через переповнення цього парку.

Ці міркування показують тісний взаємозв'язок у роботі окремих систем обслуговування поїздопоту на сортувальній станції в умовах граничних завантажень. Наявність складних технологічних взаємозв'язків між функціонуванням систем обслуговування вимагає розгляду роботи кожної системи не ізольовано від роботи інших систем, а в комплексі [3].

З составами поїздів на різних етапах просування поїздопоту по станції виконуються ряд технічних операцій. Кожна з таких операцій може бути описана математично з використанням диференціального рівняння.

Відповідно, функціонування станції може бути представлено у вигляді системи таких рівнянь, кожне з яких:

- по-перше, описує ту чи іншу операцію;
- по-друге, залежить від інших рівнянь через входні в них параметри.

Аналітичне рішення такого завдання не представляється можливим. Разом з тим можуть розглядатися чисельні методи рішення.

Таким чином, завдання полягає в наступному. При заданих величинах: технічному оснащенні станції, чинному плані формування і певної технології роботи станції, для запропонованого обсягу роботи потрібно визначити:

- значення основних показників її роботи;
- вплив функціонування окремих систем обслуговування на ці показники;
- вплив окремих заходів щодо посилення пропускну та переробної спроможностей на роботу станції;
- залежність між чисельністю локомотивного парку та основними техніко-технологічними параметрами роботи станції.

[1] План розвитку системи розподілу АТ «Укрзалізниця» на 2020-2024 роки [Електронний ресурс] : інформація – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1275874-20 - Text> - Дата звернення (10.09.2022).

[2] Куценко, М. Ю. Аналіз існуючих методів та методик розрахунку сортувальних станцій [Текст] / М. Ю. Куценко, І. В. Берестов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х., 2007. – №2. – С. 34 – 37.

[3] Мінаков, А.П. Взаємодія основних систем обслуговування поїздопоту у парку приймання сортувальної станції [Текст] / А. П. Мінаков // Залізничний транспорт, 2012. – №9. – С. 25 – 27.

УДК 656.212

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИННОГО ЗОРУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЦІ

MACHINE VISION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN RAILWAYS

*канд. техн. наук М.Ю. Куценко, аспірант А.А. Токаренко
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C. Sc. (Tech). M.Y. Kutsenko, postgraduate A. A. Tokarenko
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

На залізничній колії та рухомому складі є багато речей, які неможливо побачити неозброєним оком. Саме завдяки машинному зору є можливість завчасно або по факту виявити аномалії, потенційні недоліки, перш ніж вони призведуть до збоїв. Принцип роботи машинного зору досить простий, чого не скажеш про його архітектуру. Камери й сенсори передають системі зображення і дані, які вона розпізнає та класифікує. Потім вони інтерпретуються за сценарієм. Наприклад: якщо «подія = перевантаження вагона», то система виконує «сповіщення» до «оператор_1». Такі сценарії можливо відтворити у роботі на залізничній станції чи залізничному підприємстві. Алгоритми аналізують нові знімки, порівнюють їх із попередніми та сповіщають про проблеми на лінії.

Успішне застосування машинного зору на практиці потребує знань та навичок в різних суміжних областях. Наприклад, при здійсненні звичайного проєкт виробничої системи машинного зору необхідно скласти архітектуру системи, визначити спосіб аналізу зображень, розробити або адаптувати алгоритми й програмне забезпечення, забезпечити оптимальні світлотехнічні умови, врахувати характер вантажно-розвантажувальних і транспортних операцій, налаштувати відеотехніку і засоби зв'язку і брати до уваги особливості контролю якості на конкретному підприємстві.

Крім того, системи машинного зору комплектуються різними приладами та обладнанням залежно від мети та функціонального призначення кожної конкретної системи. Наприклад, у системі машинного зору можуть працювати датчики зображення, кольору, контрастності та люмінесценції, пристрої зчитування та верифікації кодів, датчики точного позиціонування, різні індикатори, що підсвічують пристрої та дисплеї. До систем машинного зору також можна віднести різні світлові завіси та бар'єри: захисні, вимірювальні та ін.

Сьогодні технології машинного зору широко застосовуються в розвинених країнах, перш за все, для оцінки технічного стану рухомого складу та інфраструктури. Мета цього – підвищення безпеки перевезень. Приклад ринку систем машинного зору за регіонами [1] наведені на рис.1.

Крім того, застосовуються у країнах ЄС технології розпізнавання за допомогою відеокамер номерів контейнерів у портах і терміналах для їх обліку та відстеження операцій за допомогою камер Computer Vision – це досить ефективний спосіб зчитування будь-якої інформації, і останнім часом деякі системні інтегратори активно пропонують замовникам та приватним перевізникам даний спосіб для відстеження вагонів. Єдиним недоліком є

необхідність підтримування складної цифрової інфраструктури, а також потреба тримати об'єкти камер чистими.



Рис. 1- Ринок систем машинного зору за регіонами [1]

Система ENSCO [2] використовує машинне навчання та штучний інтелект для автоматичного визначення стану поверхні рейок — використовує системи камер високої роздільної здатності та практичні алгоритми машинного зору, застосовуючи передові методи обробки зображень для виявлення об'єктів та їх особливостей. Результатом є «високошвидкісні та якісні системи візуалізації, які забезпечують надійні можливості отримання та обробки зображень для всебічної перевірки та оцінки стану колії».

Компанія Trimble Veena Vision [2] створила лінійку технологій безконтактного вимірювання та контролю рухомого складу з боку колії на основі машинного зору. Мета цього — забезпечити автоматизований попереджувальний моніторинг стану рухомого складу, в результаті якого накопичується масив даних, які можна обробляти для ефективної оцінки стану рухомого складу на рівні як окремих компонентів, так і повного огляду поїзда. Набір рішень містити блоки візуалізації для перевірки майже всіх компонентів рухомого складу, видимих під час руху поїзда, алгоритми машинного зору для обробки та надання інформації, пов'язаної з цими зображеннями, бази даних та інтерфейси користувача для доступу та перегляду інформації для виявлення закономірностей та прогнозування.

Можемо зробити висновок, що в міру того, як все більше операторів у залізничній галузі починають прагнути до цифровізації для зниження витрат і оптимізації процесів, ці ініціативи призведуть до значних обсягів даних, які потребують розумної обробки та аналізу для надання оперативної інформації. Інтеграція передової технології такої як машинний зір дасть можливість залізниці планувати важливі роботи на колії за обмежений час без впливу на рух поїздів і робити це в рамках фінансових можливостей. Інтегруючи технологію машинного зору у весь безперервний цикл моніторингу обладнання та планування його технічного обслуговування, можна покращити безпеку та зменшити збої в роботі підрозділів залізниці.

1. Машинний зір в ТОiP: ефективний пошук несправностей та дефектів – 2021р. URL: <https://smart-eam.com/ua/news/mashinnoe-zrenie-v-toir-jeffektivnyj-poisk-neispravnostej-i-defektov/> (дата звернення 18.11.2022)
2. Технології машинного зору на залізницях США – 2022р. URL: <https://www.railwayage.com/> (дата звернення 18.11.2022)

УДК 629.463.027.27-048.35

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛЬМОВИХ ВАЖІЛЬНИХ ПЕРЕДАЧ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Д.т.н, А.О. Ловська, к.т.н., В.Г. Равлюк

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Вступ. Потреба в зниженні експлуатаційних витрат в умовах конкуренції на ринку транспортних послуг висуває вимоги стосовно до організації системи технічного обслуговування та ремонту вантажного рухомого складу, виходячи з фактичного стану його працюючих вузлів. Тому для оцінки технічного стану вузлів вантажних вагонів потрібен постійний моніторинг, особливо за тими, які є відповідальними за безпеку руху поїздів. Одним з таких вузлів є триботехнічна пара «гальмова колодка – колесо».

Зменшення зносу в системі «гальмова колодка – колесо» значно знижує експлуатаційні витрати і є одним з пріоритетних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту, в тому числі забезпечення екологічності перевезень, а також безпеки руху поїздів [1, 2]. Таким чином, проблема взаємодії в системі «гальмова колодка – колесо» є на даний час актуальною та важливою.

Викладення основного матеріалу. Нині увесь парк вантажних вагонів, як АТ «Укрзалізниця» так і промислових підприємств, облаштовані пристроями рівномірного зносу гальмових колодок, але вони мають дуже низьку надійність [3]. Через це втрачається їх працездатність навіть іще у тих вагонах, які щойно вводяться в експлуатацію із вагонобудівних або ремонтних підприємств. Тому більше 90 % вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» працюють з клинодувальним зносом композиційних гальмових колодок, через це погіршується ефективність гальмувань у вантажних поїздах.

Під час виконання виробничих досліджень було встановлено, що застосування композиційних гальмових колодок на вантажному рухомому складі дуже сильно впливає на збільшення кількості відмов коліс у процесі їх експлуатації [4]. Основною причиною появи таких відмов є те, що композиційні гальмові колодки мають низьку теплопровідність і здатні вкраплювати метал колеса у робочу площину колодки, а це призводить до виникнення на поверхні кочення коліс різного роду пошкоджень (повзунів, наварів, вищербин тощо), які відносяться до термомеханічного характеру [5].

Проведені дослідження в умовах експлуатаційного підприємства вагонного депо «Основа» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»