

контролюють маршрути, сигнали та стрілочні переводи, забезпечуючи оптимізацію руху поїздів у реальному часі. Вони отримують дані з датчиків та сигналів про стан колій та інфраструктури, аналізують їх і приймають рішення про зміну маршрутів, час проходження поїздів, тощо;

- інтелектуальні системи планування розкладів – ці системи базуються на використанні алгоритмів оптимізації для складання гнучких розкладів руху поїздів. Вони можуть автоматично адаптуватися до зміни попиту або ситуації на мережі, наприклад, через аварії або несподівані затримки;
- прогнозування трафіку та розподіл ресурсів – інтелектуальні системи керування використовують моделі машинного навчання для прогнозування трафіку і розподілу ресурсів на основі історичних даних. Це дозволяє зменшити затримки та підвищити ефективність руху;
- системи керування енерговикористанням – для підвищення пропускної здатності важливо також оптимізувати витрати енергії. Системи керування енерговикористанням автоматично коригують режими роботи поїздів залежно від ситуації на колії та потреб перевезень.

У доповіді показано, що використання систем програмованого керування процесами перевезень забезпечує кілька ключових переваг:

- підвищення ефективності використання колій. Автоматизація процесу розподілу маршрутів дозволяє збільшити кількість поїздів, що одночасно знаходяться на колії, без зниження рівня безпеки;
- зниження затримок. Інтелектуальні системи можуть прогнозувати можливі затримки та адаптувати розклад у реальному часі, щоб уникнути скупчення поїздів на станціях або ділянках колії;
- гнучкість управління. Системи програмованого керування дозволяють швидко реагувати на зміну ситуацій, забезпечуючи альтернативні маршрути або оптимізацію ресурсів;
- енергоефективність. Оптимізація режимів руху та енергоспоживання поїздів дозволяє знизити витрати на енергію і підвищити загальну ефективність перевезень.

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження програмованого керування процесами перевезень на залізниці стикається з кількома викликами. Перш за все, це висока вартість

модернізації інфраструктури і необхідність значних інвестицій у нові технології. Крім того, важливу роль відіграє адаптація персоналу до роботи з новими автоматизованими системами, що може вимагати додаткового навчання та підтримки.

Однак, з урахуванням загальних тенденцій розвитку транспортної інфраструктури, впровадження таких систем є важливим кроком до підвищення пропускної здатності та конкурентоспроможності залізничного транспорту.

Висновок

Програмоване керування процесами перевезень на залізничному транспорті є важливим інструментом для підвищення пропускної здатності та ефективності використання існуючих інфраструктурних ресурсів. Автоматизація та інтелектуальні системи керування дозволяють оптимізувати розподіл колійних ресурсів, знизити затримки та підвищити безпеку руху. Подальший розвиток і впровадження таких технологій є ключовим фактором для забезпечення стабільного розвитку залізничної галузі в умовах зростання попиту на перевезення.

Список використаних джерел

1. Казімірова В.В., Можаяєв М.О., Кузьменко В.Є. Особистості моделювання передачі інформації у комп'ютерній мережі системи автоматичної ідентифікації суден. Системи обробки інформації. 2014. №. 7. С. 83–88. 44. Zon
2. Ginn H.L., Santi E., Langland B., Ferraro A., Arrua S. & Abdollahi H. Incorporation of control systems in early stage conceptual ship designs. In 2017 IEEE Electric Ship Technologies Symposium (ESTS), 2017, August. P. 1–8. Hansen, I., & Pachl, J. (2014). Railway Timetable & Traffic: Analysis, Modelling, Simulation. Eurailpress.
3. Жуковицький І.В., Скалозуб В.В., Устенко А.Б. Інтелектуальні засоби управління парками технічних систем залізничного транспорту : монографія. Дніпро : Стандарт-Сервіс, 2018.
4. . Min Y., Xiao B., Dang J., Yue B., & Cheng T. Real time detection system for rail surface defects based on machine vision. EURASIP Journal on Image and Video Processing. 2018 (1). P. 1–11

УДК 656.256:681.32

Щебликіна О. В., доцент, PhD (УкрДВЗТ)

Голубєва Л. Є., здобувач (211-АКІТ-323)

Швидкий О.О., здобувач (211-АКІТ-323)

Український державний університет залізничного транспорту

РОЗРОБЛЕННЯ ОБ'ЄКТНОГО КОНТРОЛЕРА КЕРУВАННЯ СТІЛОЧНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ З ДВИГУНОМ ЗМІННОГО СТРУМУ

На сьогоднішній день впровадження мікропроцесорних технологій в залізничну автоматику та телемеханіку значно підвищує надійність і безпеку руху поїздів. Застарілі релейні системи керування, які використовувалися протягом десятиліть, поступово замінюються сучасними цифровими рішеннями, зокрема мікропроцесорними системами. Проте специфіка обладнання залізничної автоматики, а саме стрілочних електроприводів, вимагає створення спеціалізованих контролерів для забезпечення ефективної та безпечної експлуатації. Окремим напрямом удосконалення є розроблення об'єктного контролера для керування стрілочним електроприводом, оснащеним двигуном змінного струму.

Сучасні системи керування стрілочними електроприводами базуються на мікропроцесорних контролерах, що забезпечують високу точність і надійність керування. Проте більшість існуючих рішень орієнтовані на використання електроприводів з двигунами постійного струму, що, в свою чергу, створює ряд обмежень, пов'язаних із технічними та експлуатаційними характеристиками таких приводів. Двигуни змінного струму мають ряд переваг, серед яких підвищена енергоефективність, довший термін експлуатації та менші витрати на обслуговування. Це робить їх привабливим вибором для залізничної інфраструктури, особливо в умовах інтенсивної експлуатації та великих навантажень.

Однак перехід на двигуни змінного струму потребує зміни підходів до проектування контролерів. Існуючі системи не завжди враховують специфічні вимоги до керування такими двигунами, зокрема щодо частотного регулювання, забезпечення необхідної потужності та миттєвої реакції на зміну режимів роботи. Тому виникає потреба у розробці спеціалізованих об'єктних контролерів, які відповідатимуть сучасним вимогам до керування стрілочними електроприводами з двигунами змінного струму.

Основними вимогами до об'єктного контролера є забезпечення високої надійності та безпеки функціонування системи. Контролер повинен здійснювати постійний моніторинг роботи електроприводу, аналізувати його стан і своєчасно виявляти можливі відхилення від нормальної роботи. Крім того, він має забезпечувати коректне перемикання стрілочних переводів за умов як нормального режиму роботи, так і аварійних ситуацій. Важливим аспектом є також захист від коротких замикань і перевантажень,

що особливо критично для двигунів змінного струму, де такі явища можуть призводити до серйозних наслідків.

Для забезпечення ефективної роботи з двигунами змінного струму контролер має підтримувати функції частотного регулювання та плавного запуску-зупинки двигуна. Це дозволить зменшити знос механічних частин стрілочного переводу та підвищити загальну надійність системи. Крім того, необхідно передбачити можливість інтеграції контролера з існуючими мікропроцесорними системами керування на залізниці, що забезпечить зручність у його впровадженні та експлуатації.

Алгоритм роботи об'єктного контролера повинен включати кілька ключових етапів:

1. Підготовка системи до роботи: діагностика стану електроприводу, перевірка наявності живлення, аналіз справності двигуна та інших компонентів.

2. Запуск стрілочного електроприводу: плавне нарощування потужності двигуна за рахунок частотного регулювання, що знижує динамічні навантаження на механічні частини.

3. Перемикання стрілки: здійснення точного та швидкого перемикання стрілочного переводу з дотриманням всіх безпекових протоколів.

4. Контроль за роботою: постійний моніторинг параметрів роботи двигуна, таких як напруга, струм, частота обертання, та їх порівняння з допустимими значеннями.

5. Аварійні режими: автоматичне вимкнення системи у випадку виявлення несправностей, наприклад, короткого замикання або перевантаження.

Алгоритм також повинен включати функції самодіагностики, що дозволить оперативно виявляти та усувати можливі проблеми в роботі контролера або електроприводу.

Розроблення та впровадження об'єктного контролера для керування стрілочним електроприводом з двигуном змінного струму є важливим етапом у модернізації залізничної інфраструктури України. Використання таких контролерів дозволить підвищити ефективність та безпеку роботи стрілочних переводів, зменшити витрати на технічне обслуговування та забезпечити більш стабільну роботу системи в умовах великих навантажень. Крім того, такі контролери можуть бути використані в перспективних системах автоматизованого керування рухом на залізниці, що підвищить загальну швидкість і точність операцій на залізничних станціях.

Висновок. Розроблення об'єктного контролера для керування стрілочним електроприводом з двигуном змінного струму є важливим кроком у вдосконаленні залізничної

автоматики. Врахування специфічних вимог до роботи з двигунами змінного струму дозволить забезпечити надійну та безпечну роботу стрілочних переводів в умовах інтенсивної експлуатації, особливо при впровадженні високошвидкісного руху.

Список використаних джерел

4. Kuchar K., Holasova E., Pospisil O., Ruotsalainen H., Fujdiak R. and Wagner A. Hunting Network Anomalies in a Railway Axle Counter System. 2023. Vol. 23, Is. 6. 23(6). 3122. URL: <https://doi.org/10.3390/s23063122>
5. Axle Counter Overlay System. URL: https://www.frauscher.com/en/fields-of-application/references/Axle-Counter-Overlay-System-UK_re_1939 (дата звернення 04.01.24).
6. Gerhátová Z., Zitrický V., Klapita V. Industry 4.0 Implementation Options in Railway Transport. Transp. Res. Procedia. 2021. 53. 23–30.
7. Heinrich M., Gözl A., Arul T., Katzenbeisser S. Rule-based Anomaly Detection for Railway Signalling Networks. arXiv. 2020. arXiv:2008.05241.

УДК 621.396.967

*Sadovnykov B.I., PhD student
Ukrainian State University of Railway Transport,
Kharkiv*
*Zhuchenko O.S., PhD. Associate Professor
Ukrainian State University of Railway Transport,
Kharkiv*

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR DETECTING MOVING OBJECTS IN IMAGES FROM A REAL-TIME VIDEO STREAM

One of the tasks of recognizing objects in video is to find their location in the current frame. In algorithms that use neural networks, such as SSD[1], YOLO[2], search and classification are performed by a single model and are inseparable steps. In the case where there is a computing node in the system that has enough power for complex image processing and can do it before the server that recognizes objects, separating the object search and recognition operations can reduce the latency, load on the network and the recognition node.

The peculiarity of video data is that it consists of frames that have a strict sequence. Provided that the video is recorded on a static camera, such as those used in video surveillance systems, objects can be searched for by calculating the difference between adjacent frames. This technique is known as background removal, and there are a number of algorithms for solving this problem. The main problem is their computational complexity and speed. The results of such a method may

not be suitable for further classification and a separate algorithm must be developed for any corrections. These algorithms are based on the calculation of a background model, which is then used to highlight new objects in the image. These algorithms have a high processing time, so we will develop an alternative algorithm with lower computational requirements.

The first step of the algorithm is to convert the colors of the current frame to grayscale, since the previous frame has already been converted in the previous iteration of the algorithm. Another thing to consider is the number of frames of the video stream per second. In the case of a high number of frames and relatively slow-moving objects in the video, the difference between two adjacent frames may be insignificant, and the number of difference calculations is similar to frames with significant differences. To increase the speed of the algorithm, you can skip frames and find the difference only between every n-frames, where the value of n depends on the FPS of the video, the speed of objects in it. This leads to an artificial decrease in the number of frames per second, which reduces the use of computing resources and prevents the problem of a queue of frames for processing.

Next, you need to calculate the absolute difference in the values of the corresponding pixels between the current and the previous frame. In order to cut off changes in the frame due to lighting or noise, only pixel differences greater than a threshold value are taken into account. After that, the resulting mask must be transformed using morphological operations to fill in the gaps resulting from the comparison with the threshold value and to eliminate noise and artifacts using the absolute difference operation.

Since not all of the object can be captured in this way because some parts don't change position between frames, or because the color difference is close to zero, a circle around each non-zero pixel is included in the final mask. The larger the envelope size, the more likely it is to capture the entire object, but it can also lead to the inclusion of background objects.

The most effective method for cutting out only the differences from an image is to overlay the mask obtained in the previous steps on the current frame using the bitwise AND operator. Images are matrices in memory, and matrix operations use optimizations such as AVX commands, so they are faster than iterative approaches. As a result, only those parts of the image that are different between the two frames remain as a result of the mask.

One of the disadvantages of this method is the high sensitivity to noise due to the use of absolute pixel values, which leads to a large number of regions with differences of only a few pixels. Further processing of such regions will lead to significant time costs, so the