

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ С РАСПОЗНАВАНИЕМ НОМЕРОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Деменковец Д. В., Дубицкая К. Ю., Борисевич А. Н.

Кафедра программного обеспечения информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: Demenkovets@bsuir.by, dubitskaya.karalina@gmail.com, alexwelgum@gmail.com,

В докладе рассматривается состав программно-аппаратного комплекса, программное средство автоматизации процесса динамического взвешивания железнодорожных вагонов. Также описываются особенности алгоритма автоматического взвешивания вагонов в движении и модуль распознавания номера вагонов на основе искусственной нейронной сети.

ВВЕДЕНИЕ

Задача организации процессов учета грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, является крайне востребованной и актуальной на сегодняшний день. Это определяется развитием сети железных дорог и большими объемами грузовых перевозок [1]. Таким образом, автоматизация процесса взвешивания железнодорожных вагонов, как в статическом режиме, так и в движении является одним из основных направлений развития данной отрасли.

I. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС

В данное время широко применяются статодинамические весы, позволяющие производить взвешивание как в статическом режиме с остановкой каждого вагона на весовой платформе, так и в движении на скорости до 15 км/ч. Главным преимуществом автоматизированного динамического режима взвешивания вагонов является существенная экономия времени, затраченного на взвешивание состава вагонов. Тем не менее, в данном режиме требуется специальная настройка весового оборудования для минимизации погрешностей полученных данных о взвешиваниях.

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия разработанного программного средства с оборудованием системы взвешивания предприятия.

При установке вагона на измерительную платформу параметры взвешивания передаются от весового контроллера на персональный компьютер оператора по интерфейсу Ethernet с помощью протоколов TCP/IP. Уведомление машиниста локомотива о статусе процесса взвешивания производится посредством отображением данных на информационном табло. Для перехода в режим динамического взвешивания оператор подает соответствующую команду программному средству.

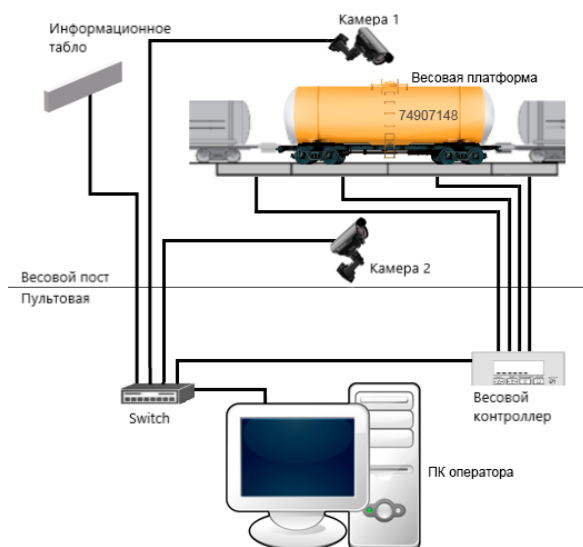


Рис. 1 – Схема взаимодействия программного средства с аппаратным комплексом предприятия

Данное программное средство разработано на языке CSharp. Для работы с видео-рядом использован VLC ActiveX компонент. Взаимодействие с информационным табло осуществляется посредством библиотеки VX-IV. Распознавание номера вагона на основе изображения из видео-ряда реализовано с помощью библиотек TensorFlow и OpenCV.

II. АЛГОРИТМ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

При составлении отчетов требуется сопоставление полученных значений результатов взвешиваний и конкретных вагонов. Вагоны идентифицируются номерами, также описывающими тип вагонов, осьность и основные характеристики [2]. Одним из важных этапов процесса автоматизированного динамического взвешивания является определение номера вагона.

Во время проезда подвижного состава по весам сохраняется видеозапись. После этого на ее

основе в моменты взвешивания конкретных вагонов вырезаются их изображения, корректируются и передаются модулю распознавания, разработанного на основе нейронной сети. Далее определяется номер каждого вагона.

Основным в реализации алгоритма автоматизации процесса динамического взвешивания является определение момента нахождения вагона на весоизмерительной платформе для точного распознавания номерного знака. Для получения данных о направлении движения состава и количестве осей, прошедших через каждую платформу весов по срабатыванию таймера каждые 20 миллисекунд на весовой контроллер посылается соответствующая команда. Как только значение количества осей, прошедших через первую платформу, сменяется с 0 на 1, начинается записываться видео с внешней видеокамеры. Как только значение количества осей, прошедших через платформы, перестает меняться в течение 5 секунд, что означает окончание взвешивания железнодорожного состава, видеозапись процесса взвешивания останавливается. Далее соответствующей командой запрашивается список протоколов взвешивания от весового контроллера и считывается соответствующий файл с данными о массе, осности и скорости каждого прошедшего через платформу вагона. Кроме того, в данном файле содержатся время начала взвешивания задней тележки на задней платформе (по ходу движения) T_1 и время окончания взвешивания задней тележки на задней платформе T_2 . Среднее значение величин T_1 и T_2 является наиболее вероятным моментом нахождения вагона приблизительно посередине задней платформы. Полученное значение может корректироваться в зависимости от местоположения видеокамеры и расположения номера вагона.

На основе видеозаписи процесса взвешивания подвижного состава в вычисленные моменты времени нахождения каждого вагона в наиболее оптимальном для распознавания положении сохраняются кадры, которые после предварительной обработки передаются в качестве входных параметров модулю распознавания номерного знака.

III. РАСПОЗНАВАНИЕ НОМЕРОВ ВАГОНОВ

Обработка фотографии происходит в несколько этапов: первоначально вырезается область изображения, в которой располагается номер вагона, после чего при необходимости удаляется эффект перспективы.

При разработке модуля распознавания были оценены результаты работы несколько архитектур моделей детекции: YOLOv2, FasterRCNN, SSD [3]. Наилучший результат по метрике mAP (mean average precision) показал детектор класса SSD (single shot detection). Исходя из балан-

са точности и требований была выбрана модель SSD-FPN, в качестве кодировщика признаков использовался ResNet101. Модель была обучена на реальных кадрах из видео-ряда, размеченных в инструменте CVAT (computer vision annotation tools). После распознавания символов на фотографии была использована кластеризация для получения местонахождения номерного знака с последующим выделением восьми наиболее релевантных чисел. Поскольку начальное количество кластеров было неизвестно, использовался алгоритм иерархической кластеризации.

На рисунке 2 представлен результат работы алгоритма детекции и кластеризации объектов. Распознанное значение номера вагона передается в основной модуль программного средства для последующей обработки полученных данных с целью учета транспортируемых грузов.



Рис. 2 – Результат работы алгоритма детекции

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное программное средство позволяет организовать процесс взвешивания подвижных составов в динамическом режиме с обработкой полученных данных на основе распознанных номеров железнодорожных вагонов, что повышает эффективность процесса технологического учета грузов на крупных предприятиях.

V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деменковец, Д. В. Система автоматической фото, видеофиксации и записи процесса взвешивания железнодорожных вагонов / Д. В. Деменковец // Информационные технологии и системы 2017 (ИТС 2017): Материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 25 октября 2017 / БГУИР. – Минск, 2018. – 22–23 с.
2. Деменковец, Д. В. Алгоритм автоматического взвешивания железнодорожных вагонов / Д. В. Деменковец, К. Ю. Дубицкая // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / БГУИР. – Минск, 2019. – 94–95 с.
3. Борисевич, А. Н. Способы автоматического распознавания номеров вагонов железнодорожного транспорта / А. Н. Борисевич, Д. В. Деменковец // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / БГУИР. – Минск, 2019. – 87–89 с.