

УДК 004.93

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-530

*Астахов Артур Михайлович*<sup>1</sup>,

магистрант;

*Черненькая Людмила Васильевна*<sup>2</sup>,

профессор, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИГНАЛА СВЕТОФОРОВ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ**

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург,

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

<sup>1</sup> astahov.am@edu.spbstu.ru, <sup>2</sup> chern\_lv@spbstu.ru

**Аннотация.** Внедрение средств автоматизации с помощью компьютерного зрения является актуальной задачей в различных сферах деятельности человека, в том числе в метрополитене. Целью данного исследования является создание информационной системы определения сигнала светофора в метрополитене для автопилота поезда. В работе произведен анализ и дальнейшая разработка системы взаимодействия методов идентификации сигнала светофора, а также было реализовано программное обеспечение с использованием модели компьютерного зрения. Результаты работы могут использоваться при разработке автопилота для поездов метрополитена, а также при создании систем помощи машинисту.

**Ключевые слова:** автопилот, метрополитен, компьютерное зрение, информационная система, программное обеспечение.

*Arthur M. Astakhov*<sup>1</sup>,  
Postgraduate Student;  
*Liudmila V. Chernenkaya*<sup>2</sup>,  
Professor, Doctor of Technical Science

## INFORMATION SYSTEM FOR IDENTIFICATION AND DATA PROCESSING OF TRAFFIC LIGHTS IN THE SUBWAY

<sup>1,2</sup> Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,  
<sup>1</sup> astahov.am@edu.spbstu.ru, <sup>2</sup> chern\_lv@spbstu.ru

**Abstract.** The introduction of automation tools using computer vision is an urgent task in various fields of human activity, including in the subway. The purpose of this study is to create an information system for determining the traffic light signal in the subway for the autopilot of the train. The paper analyzes and further develops a system of interaction of traffic light signal identification methods, and software was implemented using a computer vision model. The results of the work can be used in the development of autopilot for metro trains, as well as in the creation of driver assistance systems.

**Keywords:** autopilot, subway, computer vision, information system, software.

### **Введение**

Развитие моделей компьютерного зрения в настоящее время обусловлено внедрением подобной технологии в деятельность человека. Примерами использования технологии компьютерного зрения являются системы автопилотирования. Благодаря блокам камер и программному обеспечению, позволяющего идентифицировать объекты, возможно ориентирование беспилотного автомобиля в пространстве [1]. В результате чего возможна реализация полностью автономной системы управления транспортным средством.

С развитием компьютерного зрения, данная технология начинает внедряться и в деятельность метрополитена [2]. Разработки беспилотных поездов метрополитена уже ведутся в Москве.

Использование автономных технологий управления подвижным составом метрополитена позволит минимизировать случаи смещения графика поездов. Также данные системы позволят уменьшить экономические траты метрополитена и создать систему полного контроля управления всем подвижным составом.

### **1. Методы определения сигнала светофора в метрополитене**

Дадим определение компьютерному зрению. Компьютерное зрение или машинное зрение – научная область, занимающаяся исследованиями в области автоматической фиксации и разного рода обработки изображений (обнаружение, отслеживание, идентификация) с помощью компьютера [3].

В начале работы по разработке информационной системы определения сигнала светофора для беспилотного поезда в метрополитене

построим структурную схему возможности получения данных поездом. Данная структурна схема изображена на рисунке 1.

Исходя из структурной схемы можно заметить, что существует два основных способа получения данных о сигнале светофора.

Первый способ связан с использованием связи между системой оповещения о сигнале светофора и поездом. Второй способ связан с обработкой изображения светофора с помощью модели компьютерного зрения. Рассмотрим детально каждый из способов.

Для связи с помощью системы оповещения о сигнале светофора возможны два варианта подключения.

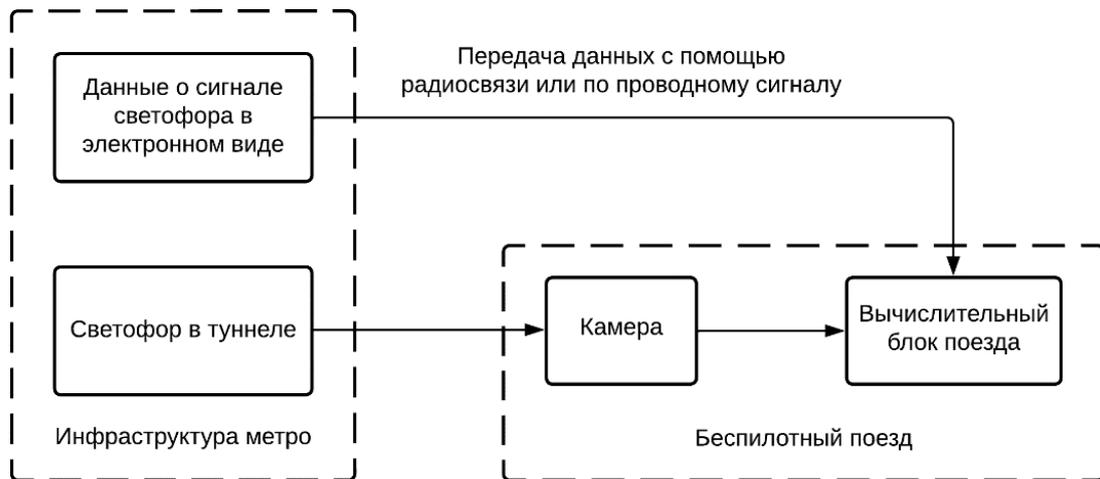


Рис. 1. Структурная схема системы определения сигнала светофора

В первом случае предполагается использование радиомаяка на месте светофора, в результате чего, при приближении к данному месту поезд получает радиосигнал о том, какой сигнал у светофора. В данном варианте возможно использование злоумышленниками систем подавления радиосигналов, в результате чего поезд не будет получать данные о сигнале светофора, из-за чего система окажется небезопасной [4]. Следствием этого является невозможность реализовать только данную систему на поезде из-за отсутствия нужного уровня безопасности.

Во втором случае используется проводной сигнал со светофором или иным пунктом, передающим данные по какому-либо физическому контакту с поездом. В данном случае уровень безопасности выше, но для реализации подобной системы потребуется решить задачу разделения передачи данных между поездами, а также потребует дополнительные вычислительные мощности для данного распределения данных.

Использование компьютерного зрения имеет следующий способ получения данных. На поезде устанавливается камера, подключенная к вычислительному блоку. В результате найденного и идентифицированного светофора, обученная модель компьютерного зрения определяет, какой

сигнал отображает светофор. В данном варианте не требуется какая-либо связь со светофором, но при таком использовании остается вероятность сбоя работы системы, из-за чего возможна ошибка идентификации (не найден светофор или идентифицирован неправильный сигнал светофора).

Для корректной работы системы определения сигнала светофора предлагается использование сразу двух методов: с помощью радиомаяка светофора, а также с помощью модели компьютерного зрения. Таким образом система будет иметь два уровня идентификации, вследствие чего возможно избежать ошибки неверного определения сигнала светофора.

## **2. Разработка модели компьютерного зрения для идентификации светофоров в метрополитене**

Разработка программного обеспечения (ПО) производилась на языке программирования Python. Также для идентификации светофоров использовалась YOLOv8 – модель компьютерного зрения.

Был создан датасет (набор данных, состоящий из картинок и файлов с информацией о найденных объектах на изображениях), который в дальнейшем использовался для создания обученного файла модели компьютерного зрения. Данный датасет содержит изображения светофоров метрополитена, а также текстовые файлы для каждого изображения, содержащие веса идентифицированных светофоров метрополитена на изображении, используемые моделью компьютерного зрения [5].

После обучения модели YOLOv8 на основе созданного датасета, программное обеспечение способно идентифицировать светофоры в метрополитене. На рис. 2 проиллюстрирована работа программного обеспечения.



Рис. 2. Пример работы компьютерного зрения на модели YOLOv8

В результате чего происходит поиск и идентификация сигнала светофора. Выходным значением ПО является информация о том, какой сигнал светофора определен.

Данное программное обеспечение позволяет определить сигнал светофора с точностью выше 95 %. Дальнейшее развитие модели позволит увеличить точность до значений близких к 100 %.

При создании полной информационной системы с моделью получения данных с помощью радиомаяков светофоров точность всей системы позволит использовать данное решение при разработке автопилота поезда метрополитена.

### **Заключение**

Основным результатом работы является разработанная информационная модель распознавания и обработки данных светофоров в метрополитене. Был создан датасет, который используется для обучения модели компьютерного зрения. Также было разработано программное обеспечение, позволяющее найти светофор метрополитена, а также определить его сигнал.

Дальнейшее развитие данной работы связано с реализацией модели радиомаяков, а также в создании аппаратной части всей системы, включающую в себя камеры и вычислительный блок, располагающиеся на поезде метро.

Предложенная в статье информационная система может быть использована при работе по разработке автопилота поездов метрополитена, а также для разработки систем помощи машинистам.

### **Список литературы**

1. Гурин В. И. Обнаружение и распознавание знаков дорожного движения с использованием методов технического зрения и машинного обучения // Наука без границ. – 2020. – № 5. – С. 75–82.
2. Хуснутдинов А. Н., Семенова Э. Ф., Марданшина Р. А. Тенденции развития беспилотных технологий в системе метрополитена // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения. – 2023. – С. 231–235.
3. Горячкин Б. С., Китов М. А. Компьютерное зрение // E-scio. – 2020. – № 9(48). – С. 317–345.
4. Борисов В. А., Пудалов А. Д. Средства создания помех в сетях беспроводной связи // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. – 2020. – Т. 1. – № 17. – С. 25–34.
5. Астахов А. М. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622124. База данных для обучения модели компьютерного зрения поиску светофоров метрополитена и идентификации их сигнала. Зарегистрировано в Реестре баз данных 17 мая 2024 г. Заявка № 2024621855. Дата поступления 13 мая 2024 г.