

УДК 681.518.5

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГОРОДСКОЙ
ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ,
ПОЛУЧЕННОЙ С СЕНСОРОВ, РАЗМЕЩЕННЫХ НА ТРАНСПОРТНЫХ
СРЕДСТВАХ**

Старобыховская А.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург

Научный руководитель – доцент ИДУ, к.т.н., Иванов С. В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

В работе рассмотрены проблемы построения системы мониторинга городской дорожной инфраструктуры в реальном, или приближенном к этому, масштабе времени. Разработана функциональная схема системы мониторинга дорожной инфраструктуры, а также показано, что для решения задачи построения такой системы оптимально использовать флот беспилотных автомобилей, к сенсорам которых были разработаны требования.

Ежегодно в России происходит более 150 тысяч дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с пострадавшими. Зачастую органы контроля и управления дорожной инфраструктурой не могут контролировать каждый участок дороги, проверять на постоянной основе состояние знаков или качество дороги. Для решения такой проблемы необходимо создать систему постоянного мониторинга, для которой необходимо большое число актуальных данных о состоянии дорожных сцен города. В настоящий момент для сбора информации о состоянии городской инфраструктуры в основном используют человеческий труд и камеры видеонаблюдения. Эти методы не обеспечивают должной оперативности измерений, а также обладают малой зоной покрытия дорожной сети. На сегодняшний день в мире уже существуют прототипы систем для контроля состояния дорог, городской и окружающей среды в целом. Для получения информации используют разные источники, например, спутники, дроны, системы видеонаблюдения, от пользователей мобильных устройств. «Автострада», «Дорожная инспекция ОНФ», RoADS. Аналитический обзор показал актуальность построения системы мониторинга. Такая система позволит поддерживать дорожную инфраструктуру в нормативном состоянии, что приведет к снижению ДТП. Стоит отметить, что существующие решения используют информацию с IMU и GPS датчика. Они являются достаточно простыми, дешевыми и дают хорошую точность для определения глубоких выбоин на дороге, оставляя без внимания знаки, разметку, состояние ограждений. В ходе работы был выбран и предложен ряд метрик для оценки качества работы алгоритмов и системы в целом. Метрики выделены в 2 блока: метрики качества дорожной инфраструктуры и метрики качества работы вычислительных моделей, производящих оценку соответствия дорожной инфраструктуры требованиям, указанным в нор-х документах.

Для решения задачи построения актуальной модели состояния городской дорожной инфраструктуры необходимо создать систему постоянного мониторинга, для которой требуется большое число актуальных данных о состоянии дорожных сцен города. В обеспечении такими данными в будущем могут помочь автономные автомобили.

Как показал аналитический обзор, большинство необходимых сенсоров для системы уже имеются на борту беспилотного автомобиля. Таким образом, при использовании беспилотных автомобилей существует возможность получения точной информации для произведения вычислений, оценки состояния реальной дорожной инфраструктуры, ее соответствию нормативным документам. При этом большая часть необходимых данных будет получена в режиме реального времени, после чего будет анализироваться и проверяться на соответствие заявленными требованиям и правилам. Для функционирования такой системы нет

необходимости оснащать все автомобили необходимым набором сенсоров, достаточно каршеринга и такси.

В результате можно выделить основные пункты подготовки к разработке системы. Необходимо:

1. Установка датчиков, сбор и разметка первичных данных.
2. Подбор метрик качества.
3. Выбор и создание первоначальной вычислительной модели.
4. Оптимизация метрик качества и улучшение модели.
5. Организация сбора данных на постоянной основе.
6. Хранилище данных.
7. Обеспечение данных доступностью.
8. Тестирование модели на реальных данных.
9. Разработка системы, адаптирующейся под различные модели транспортных средств и особенности климата, покрытия, погодных условий.

В качестве вычислительной модели предполагается использование нейронной сети. Для оценки работы систем и алгоритмов принято использовать формальные критерии. В данном случае необходимо ввести два типа метрик:

- 1) Метрики качества дорожной системы
 - a. Дорожная разметка: корректность, форма, различимость.
 - b. Дорожные знаки: форма, содержание, физическое состояние, положение и размеры, различимость.
 - i. Дорожное покрытие. В рамках данной исследовательской работы будет производиться детектирование следующих дефектов: выбоина, вертикальное смещение дорожных плит, пролом, трещина.
 - ii. Ограждения: форма, размеры (длина, высота) ограждения соответствует требованиям ГОСТ, физическое состояние, светоотражательная способность соответствует требованиям ГОСТ.
- 2) Метрики качества работы вычислительной модели
 - i. Стандартные общие метрики: Recall, Precision, Average Precision, F-мера.
 - b. Метрики для алгоритмов детектирования дорожной разметки
 - i. LDA (Lane Detection Accuracy). LPD (Lane Detection Deviatilon), ACC (Detection Accuracy), Re (Recall, aka Sensitivity or True Positive Rate).

Архитектура предложенного решения подразумевает выполнение анализа и обработки полученной информации на стороне облачного сервера с помощью математической вычислительной модели, основанной на нейронных сетях. Результатом вычислений должна стать оценка состояния качества частей дорожной инфраструктуры, а именно соответствие ее ГОСТ. Помимо разработки функциональной схемы взаимодействия компонентов системы, предложен способ коммуникации частного сектора с государственным для взаимовыгодного сотрудничества и наиболее эффективного развития экономической, научной и социальной сфер жизни города.

В ходе работы был выбран ряд метрик для оценки качества работы алгоритмов. Метрики выделены в два блока: метрики качества дорожной инфраструктуры и метрики качества работы алгоритмов, производящих оценку соответствия дорожной инфраструктуры критериям качества, указанным в нормативных документах. Первые критерии оценки определяются нормативными актами. Таким образом, разработанная система полностью удовлетворяет поставленным целям и задачам.