



RoadReport: Интеллектуальная система мониторинга дорожного покрытия

Плугин Олег 22503

Описание системы

RoadReport - это система реального времени для мониторинга дорожного покрытия, которая использует данные с транспортных средств, дронов и метеостанций для выявления и классификации дефектов дорог с помощью компьютерного зрения и машинного обучения. Система реализована в виде интерактивной карты, где отображаются все выявленные дефекты дорожного покрытия. Пользователи могут просматривать обнаруженные системой дефекты, самостоятельно создавать заявки о новых дефектах, загружая фотографии и оставляя комментарии. Карта интегрируется с популярными сервисами как 2GIS и Яндекс.Карты, обеспечивая удобный доступ для всех участников дорожного движения.

Концептуальная модель



Основные функции (сервисы для пользователей)

Муниципальные службы

Мониторинг состояния дорожной сети

- Интерактивная карта дефектов
- Уведомления о критичных разрушениях
- Прогнозирование потенциально опасных зон

Формирование приоритетов ремонта

- Доступ к дашборду с проблемами и прогнозируемыми затратами ресурсов
- Автоматическая сортировка по степени критичности
- Оценка риска разрушения в ближайшее время

Управление дронами наблюдения

- Настройка маршрутов и частоты облета дронов
- Возможность внепланового запуска

Водители и пешеходы

Получение информации о проблемных участках

- Карта дефектов и проблемных участков
- Построение маршрута с обходом проблемных участков

Возможность создания заявки о дефекте

- Фиксация дефекта с помощью фото или видео
- Привязка по GPS-координатам

Оповещения о значимых изменениях состояния дорог

- Предупреждения
 - о ямах и разрушениях для водителей
 - о проблемах с тротуаром, возможных местах скопления воды для пешеходов, велосипедистов, иных мобильных ТС

Построение сервисов взаимодействующими агентами

Сценарий 1. Автомобильный агент фиксирует дефект


1. **Автомобильный агент** выполняет предварительную обработку изображения с камеры (выделение потенциальных дефектов)
2. При подключении к интернету кадры с дефектами и телеметрия отправляются в **Облачную систему**
3. **Агент аналитики** данных выполняет обнаружение дефекта, его классификацию, сравнение с предыдущими результатами по данному дефекту
4. **Агент аналитики** обновляет интерактивную карту
5. **Агент приложения** предоставляет доступ к обновленной информации

Сценарий 2. Дрон выполняет разведку дороги

1. **Агент дрона** получает от облачной системы маршрут полета
2. Дрон выполняет съемку участка дороги с воздуха
3. По возвращении на базу снимки передаются в **Облачную систему**
4. **Агент аналитики** данных анализирует фотографии, определяя новые дефекты и просчитывает динамику разрушений
5. Интерактивная карта обновляется, предоставляя доступ к данным через **Агент приложения**

Сценарий 3. Пользователь сообщает о дефекте

1. Пользователь отправляет фото и координаты дефекта через **Агент приложения**
2. Изображение и описание поступают в **Облачную систему**
3. **Агент аналитики** данных производит обнаружение и классификацию дефекта, а затем добавляет информацию на интерактивную карту, которая отображается в **Агенте приложения**



Аппаратура и близкие решения

Используемая аппаратура

Аппаратура автомобилей

- Видеокамера для анализа дорожного полотна
- GPS/ГЛОНАСС
- Мобильный компьютер для предобработки изображений
- Периодическое подключение к интернету не реже 1 раза в день

Дроны

- Видеокамера для фиксации
- Автопилот
- Возможность передачи данных до прибытия на базовую станцию для экстренных случаев

Инфраструктура сервера и облака

- Видеокарты для обработки нейронными сетями и прогнозирования
- Система хранения данных
- База данных дефектов
- API для агентов

Пользовательские устройства

- Desktopное приложение для муниципальных служб
- Мобильное и веб-приложение интерактивной карты

Существующие решения

Яндекс.Пробки/Google Maps - анализ автомобильных пробок

RoadBotics США - анализ состояния дорог по видео от автомобилей

Системные возможности и масштаб

Интеллектуальность системы

- Автоматическое распознавание дефектов с помощью нейросетей и компьютерного зрения для определения типа, размера и критичности дефекта.
- Отслеживание динамики состояния дороги во времени — система хранит предыдущие состояния для оценки изменений.
- Прогнозирование разрушения покрытия путем учета интенсивности потока транспорта, температуры, влажности, предыдущих фотографий отрезка дороги.
- Формирование оптимальных ремонтных приоритетов путем вычисления приблизительного расхода ресурсов на каждый критический дефект.

Размерность приложения

Количество агентов

6 взаимосвязанных агентов, каждый выполняет специализированную роль.

Пользователи

- Муниципальные службы: 1 диспетчер на 1 млн населения.
- Водители и пешеходы: 50-100 тыс. на 1 млн населения.
- Автомобили-автопилоты: 1000-1500 автономных ТС на 1 млн населения.

Объемы данных

- Фиксация пешеходов: 5.000 фото на 1 млн населения → ~10 Гб фото/день.
- Дроны: 5 дронов на 100 км², 1 Гб с каждого → ~5 Гб данных/день.
- Автомобили: 450 тыс. автомобилей на 1 млн населения, половина оснащается агентом, 5 Мб с каждого → ~1 Тб/день.

