

РАЗРАБОТКА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

В.А. Рачис¹, В.А. Галлингер¹, Э.И. Бейшенбаев¹, Г.М. Медетова¹
(¹ г. Томск Национальный исследовательский Томский политехнический университет)
E-mail: seva-ra4is@mail.ru

DEVELOPMENT OF ROBOTIC TECHNOLOGY PLATFORM FOR INTELLECTUAL REPAIR OF ROAD LOAD

V. A. Rachis¹, V.A. Gallinger¹, E.I. Beishenbaev¹, G.M. Medetova¹
(¹ Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University)

Abstract: The work is devoted to the creation of a robotic complex capable of automated repair of the roadway, in particular pits. The robot should be autonomous, but you need to take into account the possibility of instant interception of control.

Key words: Roads, repairs, automation, potholes, unmanned vehicles.

Ни для кого не секрет, что современное состояние российских дорог далеко не на высшем уровне. Данные «глобального рейтинга конкурентоспособности», в котором сравнивают 140 стран, свидетельствуют, что их рейтинг очень низкий. В период с 2009 по 2016 годы позиции таковы: 118, 125, 130, 136, 136, 124, 124, 123 [1,2].

Любая проблема приводит к последствиям. В данном случае самым опасным являются автомобильные аварии, в которых гибнут люди. Рассмотрим для примера статистику за первые 9 месяцев 2017 года. По данным ГИБДД 14000 из 133203 (10,5%) аварий произошли по причине низкого качества дорожного полотна. Также стоит отметить, что в ДТП умерло 16638 (1:8) и было ранено 168146 (10:8) человек [3]. Таким образом, если сделать грубый пересчёт, то можно получить, что ежегодно в России в авариях из-за плохого качества дорог умирают ~2500 человек, а получают ранения ~23500 человек.

Рассмотри причины плохих дорог [4,5,6]:

- Недостаточное финансирование
- Несоблюдение технологий
- Отсутствие системного контроля
- Ненормативные нагрузки на дороги
- Устаревшая нормативная документация
- Низкоквалифицированный персонал
- Отсутствие ремонта дорог
- Низкое качество строительных материалов

Техническими из них являются: отсутствие ремонта дорог и системного контроля. Эти проблемы можно решить путём автоматизации процесса контроля и ремонта дорожного полотна. Также при роботизации решаются проблема несоблюдения технологий и низкоквалифицированного персонала.

Рассмотрим технологии ремонта. Для того чтобы отремонтировать дорогу горячими смесями требуется [7]:

1. провести разметку
2. удалить небольшие выбоины при помощи отбойного молотка
3. удалить длинные и узкие выбоины больших трещин при помощи фрезы
4. полученную яму отчистить от мелких крошек, пыли компрессором
5. обработать стенки дна битумом

И лишь после этого можно приступать к ремонту. Бесспорно, такая технология более долговечная и не имеет ограничений по размеру ямы, однако явно видны недостатки: она занимает большое количество времени и сил, в том числе на подготовку, так как нужно привлекать большое количество техники и персонала.

Однако существует огромное количество ям менее 10x10 см², которые со временем постепенно расширяются. Для их ремонта в Европе и Америке уже давно используется струйно-

инъекционный метод ямочного ремонта, однако в России он только начал применяться [8]. Рассмотрим алгоритм ремонта этим методом [9]:

1. Подготовка покрытия. Для подготовки покрытия к ремонту, ямы и трещины продувают. Затем необходимо обработать место проведения специальной эмульсией. Это улучшит сцепление заплатки с основным слоем.

2. Укладка щебня. Качество щебня должно соответствовать ГОСТ 8269.0-97 [10]. Используют очищенный щебень твердых горных пород примерно 5-10 мм. Использование более крупного приведет к снижению качества ремонта, в частности меньшей крепости отремонтированного участка. Перед укладкой щебень обрабатывают водно-бетонной эмульсией, после чего его высыпают и разравнивают.

3. Обработка эмульсией. Уложенный и уплотненный щебень тщательно пропитывают эмульсией так как в этом случае отремонтированное покрытие будет служить намного дольше.

Данный метод подходит для большого количества ситуаций, при этом он относительно просто реализуется. Также уже существуют некоторые наработки в данной области как в России, так и за рубежом. Поэтому в качестве способа ремонта ям был выбран именно струйно-инъекционный метод, а не горячий асфальт.

Решение проблем некачественного или полного отсутствия ремонта дороги, несоблюдения технологий, низко квалифицированный персонала, а также отсутствия системного контроля заключается в создании робототехнического комплекса способного к самостоятельному передвижению по городу, определению ям и их ремонту при помощи струйно-инъекционного метода. Такой робот должен обладать функциями:

- Подключение к серверу
- Перемещение по дороге
- Ориентирование в пространстве
- Нахождение ямы
- Очистка с помощью компрессора
- Сканирование ямы и составление карты глубины
- Засыпание ямы
- Уборка мусора за собой

Проект ожидает несколько основных этапов:

1. Поиск информации о проблеме, изучение способов её решения, включая анализ технологий, аналогов и их недостатков

2. Разработка концептуального прототипа, суть которого в базовой демонстрации технологии. Предполагается небольшой размер, а поиск ямы основан на маркерах (изначально ямы на дороге обведены красной линией). Этот прототип предназначен для демонстрации идеи разработки

3. После презентации концептуального прототипа требуется найти финансирование (грант, приз) на выполнение следующего этапа

4. Создание лабораторного прототипа, в течении создания которого будут проработаны более мелкие проблемы, кроме этого будут созданы более сложные алгоритма поиска. Размер робота примерно 1000x500x500 мм³, а видеоданные будут получены со специальной камеры, выдающей готовую карту глубины, например, Kinect или Intel RealSense.

5. После презентации лабораторного прототипа требуется найти стратегического партнёра, который не только обеспечит проект финансированием, но и поможет с выходом на рынок

6. Изготовление промышленный прототип, то есть окончательного варианта. Размер полномасштабный, алгоритмы поиска основываются на изображении с камер

На данный момент проект лабораторного прототипа завершён примерно на 25-30%. Уже были завершены следующие стадии:

- Проектирование каркаса робота
- Выбор деталей
- Изготовление некоторые основные и все вспомогательных элементы
- Освоение среды программирования

- Написан алгоритм поиска ямы
- Передача данных в локальной сети
- Также некоторые задачи находятся в стадии разработки:
- Создание 3D модели
- Изготовление основных деталей
- Управление электроникой
- Алгоритм поиска знаков
- Предстоит сделать:
- Программирование алгоритма поиска светофора
- Написание связующего алгоритма для робота
- Тестирование

ЛИТЕРАТУРА

1. Российские дороги заняли 123-е место в мировом рейтинге // Известия URL: <https://iz.ru/news/598884> (дата обращения: 25.12.2017).
2. Рейтинг качества дорог России // Автомобильные дороги URL: <http://tomnosti.info/dorogi-kak-i-pochemu-2/rejting-kachestva-dorog-rossii.phtml> (дата обращения: 25.12.2017).
3. СТАТИСТИКА АВТОКАТАСТРОФ ЗА 2017 ГОД В РОССИИ // PROVodim24 URL: <http://provodim24.ru/statistika-dtp.html> (дата обращения: 25.12.2017).
4. 10 причин, почему в России плохие дороги // VARLAMOV.RU URL: <https://varlamov.ru/1256164.html> (дата обращения: 25.12.2017).
5. Учёные рассказали, почему в России плохие дороги // DRIVE2 URL: <https://www.drive2.ru/c/298786/> (дата обращения: 25.12.2017).
6. Почему в России плохие дороги? // pikabu URL: https://pikabu.ru/story/pochemu_v_rossii_plokhie_dorogi_2849813 (дата обращения: 25.12.2017).
7. Какими способами выполняется ямочный ремонт дорог // НерудБКС URL: <http://neruds.ru/staty/asfalt11.html> (дата обращения: 25.12.2017).
8. Струйно инъекционный метод ямочного ремонта // Компания СТК СтройИнвест URL: <http://drimstroy.ru/stati-o-stroitelstve/dorog/29-struyno-inekcionnyy-metod-yamochnogo-remonta.html> (дата обращения: 25.12.2017).
9. Ямочный ремонт по струйно-инъекционной технологии // RoadMasters.ru URL: <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/yamochnyj/yamochnyj-remont-po-strujno-inekcionnoj-tehnologii.html> (дата обращения: 25.12.2017).
10. ЩЕБЕНЬ И ГРАВИЙ ИЗ ПЛОТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД И ОТХОДОВ // Портал ВАШ ДОМ - всё для строительства и ремонта URL: <http://www.vashdom.ru/gost/8269.0-97/> (дата обращения: 25.12.2017).