

Макаров К.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: umc@mivlgu.ru*

### **Основы построения системы детектирования дефектов дорожного покрытия на базе датчиков смартфонов**

Автомобильные дороги играют важную роль в развитии и функционировании экономики любой страны. Число пользователей автомобильных дорог неуклонно растет год за годом. В связи с этим становится важным обеспечение безопасности движения посредством поддержания дорожного покрытия в требуемом состоянии. Интенсивное движение способствует увеличению динамики появления различного рода дефектов дорожного покрытия. Разработка методов сбора и обработки оперативной информации о состоянии дорожного покрытия позволит своевременно планировать ремонтно-восстановительные мероприятия дорожного полотна.

Существуют различные подходы к детектированию дефектов дорожного покрытия:

1. Стандартные средства диагностики дорожных служб;
2. Системы, основанные на обработке изображений;
3. Системы, основанные на показаниях акселерометра.

Первые два подхода позволяют получать данные о типе и месте дефекта с высокой степенью достоверности, но имеют повышенные требования к аппаратной части и не могут применяться в большом количестве для обеспечения оперативного контроля за состоянием дорожного контроля при большой протяженности дорог.

Системы, основанные на показаниях акселерометра, имеют высокий процент распознавания, от 72% до 92% в зависимости от используемого алгоритма, что подтверждается в работе [1]. Акселерометром комплектуется большая часть выпускаемых в настоящее время смартфонов, что позволяет сделать предположение о возможности их использования в качестве источника данных для детектирования дефектов на дороге.

Алгоритмы для детектирования дефектов дорожного покрытия основаны на анализе показаний оси Z и реже X акселерометра. К проблемам, имеющимся в данных системах, можно отнести выбор места установки акселерометра для фиксирования информации и человеческий фактор. Первую проблему можно решить с помощью виртуальной переориентации показаний акселерометра [2]. Вторая проблема подразумевает, что акселерометр будет находиться в машине, собирая данные во время поездки, а водитель данного транспортного средства будет стремиться объезжать различные дефекты дорожного покрытия [1]. Для решения данной проблемы необходимо провести дополнительные исследования, но предполагается, что статистических данных и показаний по оси Y будет достаточно для решения данной проблемы.

Для использования акселерометра с целью детектирования разнообразных дефектов дорожного покрытия существует несколько алгоритмов [2,3]:

1. Z-TRESHER;
2. Z-DIFF;
3. STDEV(Z);
4. G-ZERO.

Самым простым алгоритмов обнаружение дефектов дорожного покрытия является Z-TRESHER, основанный на показаниях акселерометра по оси Z. Функция классифицирует измерения акселерометра по оси Z и значения, превышающие конкретные пороговые, определяются как различные типы дефекта, например, яма, скопление ям. Для данного алгоритма требуется, чтобы информация о положении оси Z была известна.

Следующим рассматриваемым алгоритмом является Z-DIFF. Он так же основан на показаниях акселерометра по оси Z. В отличие от алгоритма Z-TRESH, в алгоритме Z-DIFF происходит поиск двух последовательных значений, разница которых выше определенного порогового уровня. Данный алгоритм обнаруживает быстрые изменения вертикального

ускорения, по которым имеется возможность классифицировать тип дефекта дорожного покрытия.

Алгоритм детектирования дефектов дорожного покрытия  $STDEV(Z)$  основывается на среднеквадратичном отклонении данных оси  $Z$  акселерометра. При проезде через яму запоминаются показания акселерометра по оси  $Z$ . После  $K$  записей данных рассчитывается среднеквадратичное отклонение по оси  $Z$  акселерометра и используется для обнаружения дефектов дорожного покрытия.

Алгоритм  $G-ZERO$  основывается на данных полученных с трех осей акселерометра и выборе нижнего и верхнего предела для обнаружения дефекта дорожного покрытия.

По результатам проведенных исследований в предлагаемой системе планируется использовать алгоритм  $Z-DIFF$ .

Кроме обнаружения дефекта дорожного покрытия необходимо его локализовать. Так как для сбора информации планируется использовать смартфоны, локализацию можно проводить с использованием GSM, Wi-Fi, GPS, ГЛОНАСС.

Погрешность GPS варьируется от 0,1 до 5 метров в зависимости от используемого оборудования [4]. Данные о дефекте дорожного покрытия с погрешностью до 5 метров будет достаточно для их локализации на картографических сервисах, таких как “Google Maps” или “Яндекс.Карты”.

В разработке планируется использовать различные спутниковые системы навигации, но упор будет сделан на GPS и ГЛОНАСС. Использование нескольких геолокационных систем позволит улучшить точность локализации дефектов дорожного покрытия.

Таким образом, планируется реализовать систему для мониторинга состояния дорожного покрытия на основе выбранных алгоритмов и подходов. Будет сделан упор на проблему детектирование дефектов дорожного покрытия при их объезде. Также одним из развитий данной работы может стать прогнозирование появления дефектов дорожного покрытия на основе собранных статистических данных.

### Литература

1. Jakob Eriksson, Lewis Girod, Bret Hull, Ryan Newton, Samuel Madden, Hari Balakrishnan. The Pothole Patrol: Using a Mobile Sensor Network for Road Surface Monitoring. В кн.: The Sixth Annual International conference on Mobile Systems, Applications and Services (MobiSys 2008). Breckenridge, CO, USA. 2008. June. 29-39. ISBN: 978-1-60558-139-2.
2. Artis Mednis, Girts Strazdins, Reinholds Zviedris, Georgijs Kanonirs, Leo Selavo. Real Time Pothole Detection using Android Smartphones with Accelerometers.: The 7th IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (IEEE DCOSS '11). Barcelona, Spain. 2011. June. 1-6.
3. Hsiu-Wen Wang, Chi-Hua Chen, Ding-Yuan Cheng, Chun-Hao Lin, Chi-Chun Lo. A Real-Time Pothole Detection Approach for Intelligent Transportation System // Mathematical Problems in Engineering. 2015. Vol. 2015, N. 869627. 1-7.
4. GPS [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS> (Дата обращения: 28.11.2017 г.).