

Streszczenie

Problem jakości dróg jest wyzwaniem z punktu widzenia nie tylko ich zarządców, ale przede wszystkim – zwykłych użytkowników, którzy planując trasę, chcieli by omijać fragmenty dróg o niskiej jakości. Drogi tworzące olbrzymią sieć zawierające często „dziury”, zapadnięte studzienki kanalizacyjne, progi zwalniające, koleiny, przełomy i inne tzw. artefakty drogowe trudno badać ze względu na koszty w tradycyjny sposób.

Rozwiązaniem tego problemu może stać się zbudowanie efektywnych narzędzi systemu informatycznego realizującego podejście społecznościowe, które pozwoli na agregację danych pochodzących od użytkowników dróg oraz opracowanie wskaźników do oceny jakości dróg. Nowoczesne technologie mobilne i urządzenia wyposażone w szereg czujników środowiskowych, pozwala na przygotowanie takiego rozwiązania.

Celem prezentowanej pracy było opracowanie metody identyfikacji i oceny jakości drogi na podstawie danych pochodzących z urządzenia mobilnego podczas przejazdu po drodze. W pracy przedstawiono system informatyczny CRADIA (ang. *Community Road Artefacts Detection, Identification and Assessment*), zaprojektowany w postaci chmurowej architektury Lambda, pozwalający na agregację danych przesyłanych z urządzeń mobilnych w postaci heterogenicznych strumieni danych odczytywanych z czujników urządzenia mobilnego – akcelerometru, żyroskopu, magnetometru, systemu nawigacji satelitarnej. Z uwagi na różnorodność pojazdów, którymi poruszają się użytkownicy systemu oraz ułożenia telefonu wewnątrz pojazdu niezbędne jest odpowiednie przetworzenie sygnału do ujednoliconej postaci poprzez reorientację gromadzonych danych, kalibrację urządzenia oraz normalizację danych w zależności od pojazdu.

Na podstawie strumieni danych wartości przyspieszenia, opracowane i przedstawione w pracy algorytmy, pozwalają na wykrycie pojedynczych artefaktów wpływających negatywnie na jakość drogi, ich klasyfikację do określonego typu na poziomie ponad 90% oraz ocenę ogólnej jakości drogi w postaci agregacji danych pochodzących od wielu użytkowników z danej lokalizacji drogi. Dodatkowo, zaproponowany system pozwala na zapamiętywanie historii zmian oceny jakości drogi w czasie, co daje możliwość wykrycia miejsc, w których jakość drogi pogarsza się lub polepsza.

Zaproponowane w pracy numeryczne wskaźniki oceny jakości drogi są obliczane w systemie informatycznym na podstawie danych pochodzących od użytkowników i są zaprezentowane w formie graficznej, tworząc mapę oceny jakości dróg z zaznaczeniem występowania pojedynczych artefaktów drogowych.

Do testowania prezentowanych w pracy algorytmów opracowano koncepcję „wirtualnej drogi”, sztucznie zbudowanego strumienia danych z wyodrębnionych danych rzeczywistych, pozwalając na uniezależnienie badań numerycznych od badań terenowych. Badania terenowe akwizycji danych w przedstawionej pracy objęły obszar ponad 200 kilometrów dróg w Polsce, Słowacji, Rumunii, Grecji oraz na Węgrzech.

Abstract

The problem of road quality is a challenge not only from the point of view of governmental units responsible for it but also the real-world road users, who when planning a trip would like to omit road fragments with a substantially lower quality. The huge network of roads full of potholes, lowered manholes, speed bumps and other so-called road artefacts is also a serious issue in terms of monitoring in traditional way, using specialized hardware.

Potential solution to this issue may be preparation of effective computer systems allowing for aggregation of data from the users (*crowdsourcing*) and based on that data – preparation for indicators of the road quality. The current mobile and cloud technologies and devices (*Internet of Things*) equipped with a set of different environmental sensors is a key element in such software solution.

The goal of the presented research was to prepare a method for identification and assessment of the road quality using data acquired by mobile device during driving over the road. In the thesis, the CRADIA (*Community Road Artefacts Detection, Identification and Assessment*) system is presented, built using Lambda cloud architecture, allowing for real time processing of heterogenous streams of data acquired from mobile devices' sensors – accelerometer, gyroscope, magnetometer, satellite navigation system. Because of variety of cars used by users and possibilities of smartphone placement in the inside, there is a need for the proper signal preprocessing by using reorientation, device calibration and normalization of data based on the car.

Prepared and presented in the thesis algorithms, basing on the acceleration datastreams, are able to recognize single road artefacts lowering its quality, classify their types with 90% accuracy and perform general road quality assessment by aggregation of data from many users at the same geographical position. The proposed system has also possibility to record road quality history, allowing detection of places where the road quality is lowering.

Presented in this thesis quality indicators are calculated in the system and presented in the graphical form, as a map of road quality with also locations of single road artefacts.

For testing and development of the algorithms the “virtual road” was prepared, as an artificially created datastream from extracted real-world data, allowing for independent algorithm research from real world data acquisition. Still, data acquired during the research cover over 200 km of roads in Poland, Slovakia, Romania, Greece and Hungary.