

快適な運転支援のためのスマートフォンを用いた路面状況の推定手法の提案

野村 智洋[†] 牧野 友哉[‡] 白石 陽[†]

公立はこだて未来大学 システム情報科学部[†]

公立はこだて未来大学大学院 システム情報科学研究科[‡]

1. はじめに

センサの小型化・高性能化に伴い、自動車や人を広義のセンサと見立てるモバイルセンシングの分野の研究が盛んに行われている[1,2]. このような技術を利用し、自動車が収集した道路情報を快適な運転に役立てるプローブ情報システムが近年注目を集めている. また、現在スマートフォンの普及が急速に進んでおり、様々なセンサやGPSなどのデバイスが組み込まれている. そのため、スマートフォンを利用することで大量の環境情報を低コストに収集することが可能となってきた.

道路情報には様々なものが存在するが、快適な運転・乗り心地に大きく関係するものとして、路面段差や道路状態などの路面状況が挙げられる. 路面状況を把握せずに走行すると、乗り心地の悪化や車体損傷の原因になってしまう. 路面状況を事前に把握することが出来れば、より道路状態の良い道を選んで走行し安全性や乗り心地の向上を図ることができる. また、過去のデータや他の自動車のプローブデータを活用することで、道路に変化が生じた際にもリアルタイムな道路状態の推定が可能となる. 例えば、ある道路の状態が悪いと推定された場合、その道路の過去のデータと比較することで日常的に状態が悪い道路なのか、工事や積雪などの影響で一時的に道路状態が悪いのかといったことが推定でき、その道路を回避することも可能になると考えられる.

そこで本研究では、スマートフォンに内蔵されているセンサデバイスを用いて低コストで走行ログを収集し、過去のデータと比較することで路面状況を推定する手法を提案する.

2. 関連研究

路面状況を推定する技術として、様々な研究が行われている. 文献[3]では、自動車に設置された車載カメラから得られる画像を処理し、前方路面の乾湿判定を行っている. 文献[4]ではヘッドライト光の反射を利用し、夜間における路面状況の推定を行っている. しかし、どちらも悪天候などの視界不良時には推定が困難であり、本研究で対象としている道路状態の推定に車載カメラを利用することは難しい. 文献[5]では、地震により生じた段差を検知するために、スマートフォン内蔵の加速度センサから得られる加速度データを二重積分することにより段差の高さを算出し、GPSから段差の長さを推定し、路面段差の情報として提示している. しかし、工事や積雪といった要因により、ある道路が日常と違う状況になった場合に、その変化を把握することは難しく、リアルタイ

ムな情報提供という観点においてはこの手法では問題が発生してしまう.

3. 提案手法

路面状況の推定に車載カメラを用いると、悪天候などの視界不良時に推定を行うことができず、カメラの導入や画像処理にコストがかかってしまう. そこで、提案手法では視界の善悪に影響されず、より低コストな推定を実現するために、現在普及率の高いスマートフォンを利用し、内蔵されているセンサを用いて路面状況を推定する. また、推定した結果を過去の同区間のプローブデータと比較することで、日常とは異なる道路状態の検知を実現する. 本研究では路面状況を、マンホールや縁石などの路面段差と、舗装道路や砂利道といった道路状態の二つに分類する. それぞれの特徴として、路面段差は点、道路状態は線で表現できる情報である. 今回は路面状況の中でも道路状態に着目し、推定を行う.

3.1 システム構成

提案システムの全体図を図1に示す.

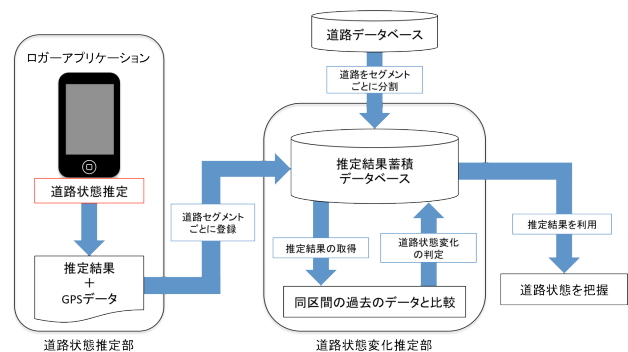


図1 システム全体図

スマートフォンに内蔵されている加速度センサおよびGPSを利用し、自動車の上下方向加速度、位置情報を取得する. 取得すると同時に端末上で道路状態の推定を行い、GPSから得られた位置情報とともに道路状態の推定結果をデータベースに登録する. データベース上では、端末から送られてきたデータと、同区間の過去の道路状態推定結果と比較し、変化がないかを判定する.

3.2 道路状態の推定手法

自動車に設置したスマートフォンより上下方向加速度を取得し、その分散値の違いによって道路状態の推定を行う.

3.2.1 道路状態の推定

道路状態を数値化して推定してしまうと、実際の道路状態がわかりにくい. そこで本研究では、道路状態を比較的平坦な「普通道路レベル」、舗装やひび割れによる「凹凸道路レベル」、「砂利道レベル」の三つに分けて推定を行う. これらの道路状態は、路面段差のように局所的な違いではなく、長期間で観測を行った際に差異が

A proposal of an estimation method of road surface condition for comfortable driving with a smartphone

[†]Tomohiro Nomura [‡]Tomoya Makino [†]Yoh Shiraishi

[†]School of Systems Information Science, Future University Hakodate

[‡]Graduate School of Systems Information Science, Future University Hakodate

現れると考えられる。そこで、ある一定期間中の上下方向加速度の分散値を算出し、閾値によって三つの道路状態に分類する。予備実験により得られた三つの道路の分散値を図2に示す。

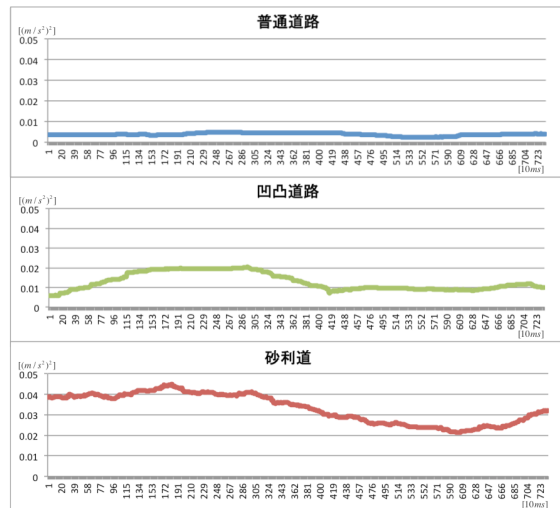


図2 道路ごとの分散値の違い

図2より、普通道路の分散値が最も小さく、次いで凹凸道路、砂利道の順に分散値が大きくなることがわかった。この分散値の違いを利用し、閾値を設けることにより各道路状態を推定する。

3.2.2 過去の推定結果と比較

データベース上では、端末から得られた推定結果と道路の対応付けを行う。あらかじめ道路を分割しておき、道路状態の推定(3.1.1)により端末から得られた道路状態推定結果と時間帯などの推定時の状況を、分割道路セグメントごとに登録する。その後、同じ道路セグメントかつ同じ状況(時間帯など)の過去のプローブデータが存在した場合は過去のデータと現在の推定結果を比較する。推定結果が過去のデータと異なる区間は工事や積雪により、道路状態が一時的に日常と異なっていることが予想される。また、その情報が蓄積されると、一時的ではなく悪化した道路状態が日常的になったと考えることもできる。このような情報を多数の自動車から収集し、過去のデータとの比較を行うことにより、道路状態の変化を高頻度に推定する。

4. 実験および考察

提案手法の有効性を示すために、自動車にスマートフォンを設置し、ログデータの計測実験および上下方向加速度の分散値や推定結果の調査・分析を行った。実験環境、分析結果および考察を以下に示す。

4.1 実装

計測実験の準備として、iPhone4S上にロガーアプリケーションを実装した。時系列ごとに上下方向加速度の分散値を算出し、予備実験を繰り返し設定した閾値により推定した道路状態を出力する。

4.2 実験環境

自動車のダッシュボード上に端末を地面と垂直に設置し、実装したロガーアプリケーションにより各センサの値を0.01秒間隔で記録した。普通道路、凹凸道路、砂利道の三つの道路が存在する約5kmのルートを、同乗者に(道路状態の)正解データを端末の画面操作により入力

してもらいながら走行した。本実験では、分散値による道路状態の分類が可能かどうかを試すものであるため、分散値の計算は道路ごとではなく3秒ごと(時速40km/hで約33mごと)とした。自動車はSTEP-WGN(HONDA)を使用した。

4.3 考察

閾値法による道路状態の推定結果および同乗者が入力した正解データの数(斜線部は正解数)を表1に示す。

表1 正解データと推定結果の内訳(単位はデータ数)

		推定結果		
		普通道路	凹凸道路	砂利道
正解データ	普通道路	43173	300	131
	凹凸道路	2314	300	0
	砂利道	0	0	1369

普通道路と砂利道の推定は高精度に行うことができているが、凹凸道路の推定精度は低い。さらに、凹凸道路を砂利道と誤推定したり、砂利道を凹凸道路と誤推定することはないが、凹凸道路を普通道路と誤推定してしまうことが多い。その原因としては、走行時の速度が関係していると考えられる。凹凸道路や砂利道、道幅の狭い道を走行する際には走行速度が低くなるため、時間当たりの上下方向加速度の分散値が高速走行時に比べ小さくなってしまふ。この結果から、速度に応じて閾値を変更する必要があると考えられる。

また、本実験ではSTEP-WGN(HONDA)を対象に実験を行ったが、推定結果をプローブデータとして扱うためには、自動車による個体差も検討していかなければならない。

5. おわりに

本研究では、快適な運転を支援するために、導入コストを考慮した路面推定手法を提案した。今回は路面状況の中でも道路状態に着目し、上下方向加速度の分散値による推定を試みた。今後は、推定結果を道路ごとに比較するために、推定結果を道路ごとに登録するデータベースの実装を行う。また、過去の推定結果との比較を行うアルゴリズムの検討を行うとともに、速度に応じた閾値による道路状態推定の実装も行っていくたい。

参考文献

- [1] 植原啓介, プローブ情報システム: 車載センサを活用した環境情報の取得, 情報処理, Vol.51, No.9, pp.1144-1149 (2010) .
- [2] 久保田彰人, 北島規雄, 小林裕貴, 市村哲, ロコミと路面状況を共有できる自転車用安全運転支援システム, 情報処理学会研究報告, Vol.72, No.18, pp.1-6 (2009) .
- [3] 田中宙夫, 森江隆, 松岡悟, 岩瀬耕二, 山本康典, 車載カメラ画像のガボールフィルタ処理による自動車前方路面の乾湿判定, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.35, No.9, pp.263-267 (2011) .
- [4] 古金達也, 柴田啓司, 堀田裕弘, ヘッドライト光を用いた夜間道路映像における路面状態判別, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.35, No.7, pp.11-14 (2011) .
- [5] 八木浩一, スマートフォンの加速度センサを用いた路面段差検出手法と東北地方太平洋沖地震における適用, 第31回交通工学研究発表会論文集, pp.249-252 (2011) .