

スマートフォンを用いたセンサログデータの収集と車線推定への活用

牧野 友哉[†] 伊藤 嘉博[‡] 荒井 健次[‡] 中村 嘉隆[†] 高橋 修[†] 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 システム情報科学研究科[‡]

1. はじめに

VICS (Vehicle Information and Communication System) のような、街中を走行する車や歩行者などの移動体 (プローブ) から情報を収集するシステムをプローブ情報システムと言い、近年プローブ情報システムの考え方は注目を集めている[1]. 車が収集した環境情報を車向けに配信するだけでなく、車と車、または車と歩行者が相互につながり、人が密集している地域やヒヤリハットが起きた場所など、より多くの情報の提供が可能になると予想されている[2].

一方、現在携帯端末の中でもスマートフォンの普及率が高く、センサや GPS などの様々な機器が組み込まれており、スマートフォンを利用することで多くの環境情報を低コストかつ大量に収集することができる。しかし、VICS などの既存の交通システムの中でも収集したログ (時系列) データを活用しているシステムは少なく、またビーコンや通信の基地局を設置する必要があるためにシステムの導入コストが高くなってしまいう問題がある。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機器を用いて車の走行ログデータを低コストで収集し、走行車線の推定に活用する手法を提案する。

2. 関連研究

交通の安全化・効率化のシステムの基盤技術として、車の走行車線を推定する研究が盛んに行われている[3, 4]. 走行車線の推定方法として、文献[3]では車両にカメラを設置し、走行中に前方を常時撮影し続け、車線の境界線である白線を画像処理により認識する。認識結果から自分の車両が現在の車線を走行しているかを推定する。しかし、この手法では車載カメラを用いるために導入コストが問題となっている。文献[4]では、走行した際の速度データを取得し、状態推定アルゴリズムである隠れマルコフモデルを利用して車線変更を推定している。また、実環境において車線変更が不可能な地点を登録した認知的ハザードマップを利用し、推定結果から車線変更が不可能な場所を取り除くことで推定精度を向上させている。しかし、この手法は推定までに複雑な計算と認知的ハザードマップを生成する必要があるため、計算コストが高くなるという問題がある。

3. 提案手法

現在スマートフォンは VICS 対応のカーナビに比べて普及率が高く、ログデータ収集システムの導入にコストがかからないという利点がある。本手法ではスマートフォン内蔵のセンサ機器により収集した走行ログデータのみを利用し走行車線を推定することで、従来の車線推定システムよりも導入コストと計算コストを削減したシステムを提案する。

A method to gather sensor log data with a smartphone and the utilization to traffic lane estimation

[†]Tomoya Makino [‡]Yoshihiro Ito [‡]Kenji Arai [†]Yoshitaka Nakamura [†]Yoh Shiraiishi [†]Osamu Takahashi

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

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

3.1 システム構成

スマートフォンに内蔵されている加速度センサ、方位センサおよび GPS を利用し、走行中の車両の加速度、車体の向き、位置情報を収集する。収集したログデータから右左折と車線変更の地点を検知し、その結果をもとに走行車線を推定する。提案するシステム構成を図 1 に示す。

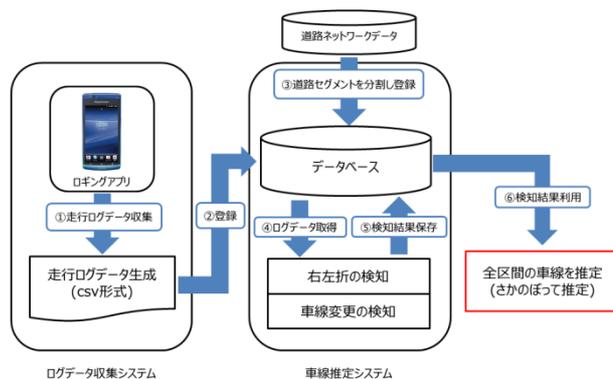


図 1. システム構成

3.2 車線推定手法

車線推定の処理の流れを以下の図 2 に示し、各手順について説明する。

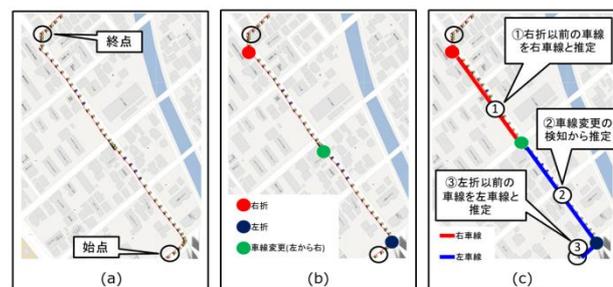


図 2. 全体の推定処理の流れ

- (a) 始点と終点の認識
走行ログデータから走行経路の始点と終点を認識し、データベースに保存する。
- (b) 右左折と車線変更を検知
右左折と車線変更をした地点を検知し、その地点をデータベースに保存する。
- (c) 全区間の車線を推定
(a), (b)の結果を利用し、走行した経路の全区間の車線を推定する。

3.2.1 右左折の検知

右左折はスマートフォンに内蔵されている方位センサを利用し検知する。方位センサは端末の向きに応じて $0^\circ \sim 359^\circ$ の値が取得できるため、方位の値の変化から右左折した地点を検知し、データベースに保存する。

走行車線の推定手法として、右左折をした以前に走行していた一定区間の走行車線を推定する。例えば、ある地点で右

折した場合、その右折以前に走行していた車線は右車線であると推定できる。

3.2.2 車線変更の検知

車線変更は道路の属性データが登録されている道路ネットワークデータの方位の値と走行ログデータの方位の値を比較し、その差異の大きさによって検知する。道路ネットワークデータの各セグメントを 5m ごとに分割し、その分割セグメントごとの走行車線を推定する。方位値の誤差の補正方法として、あるセグメントの道路ネットワークデータの方位値の平均値と計測した方位値差異に閾値を設け、差異が設定した閾値以上であればその区間の差異の平均値を加減算し補正した走行ログデータを比較する。車線変更を検知した地点をデータベースに登録する。

3.2.3 全区間の車線推定

全体の車線推定の手順として、終点からさかのぼってデータベースに保存してある右左折または車線変更の地点を検索し、その地点前後の車線を推定する。その地点からまた同様にさかのぼって右左折または車線変更の地点を検索し、その前後の車線を推定する。これを始点まで繰り返し、走行した全区間の車線を推定する。

4. 実験および考察

提案手法の有効性を示すために、走行ログデータの計測実験を行い、スマートフォン内蔵の方位センサの計測値の時間変化の調査・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、まずセンサログデータ収集のために Android 端末の Xperia acro(SO-02C)でロギングアプリを実装した。また、車線推定の際に使用する道路ネットワークデータを PostgreSQL(DBMS)に格納し、5m ごとのセグメントに分割した道路データをデータベースに登録した。データベース内の地理情報の取り扱いに関しては拡張機能である PostGIS を利用した。

4.2 実験環境

端末を画面が真上を向くように設置し、方位センサの Yaw 方向の値が車両の向いている向きになるように調整した。実験結果が顕著に表れるように、湾曲の少ない片側二車線道路を、走行車線を変更しながら約 5km 走行し、スマートフォンで計測した加速度、方位、および GPS からの緯度、経度、速度、高度をそれぞれ 0.1 秒ごとに記録した。

4.3 考察

4.3.1 右左折の検知

取得した方位の Yaw 方向の値の時間的変化を確認し、交差点を左折した際の方位の変化を検証した。方位の値の時間変化を図 3 に示す。網掛け部分は左折時であり、方位の値がほかの部分と比べて大きく変化していることがわかる。この時の方位値の変化量は約 -50 であり、この結果から変化量の右左折の閾値を設定することで右左折が検知できると考えられる。

4.3.2 車線変更の検知

道路ネットワークデータの方位の値との比較について、方位ログデータ（青線）と道路ネットワークデータ（赤線）の値の変化を図 4 に示す。枠線部が車線変更をしている部分であるが破線部でログデータと道路ネットワークデータの方位値の差異が大きく現れてしまっている。そこで、3.2.2 で説明したように破線部に関して閾値を 5° とし、補正したグラフを図 5 に示す。各車線変更地点でログデータの値が道路ネットワークデータ値に比べて一度低くなり、また上がるという変化の傾向が見られた。これは車線変更の際に車体が向いている方位が一度車線変更先に傾き、車線変更が終了するときに再び元の方位に戻るという動作があるためであると考えられる。この結果から、車線変更時の方位値の変化の閾値や

アルゴリズムの検討をする。

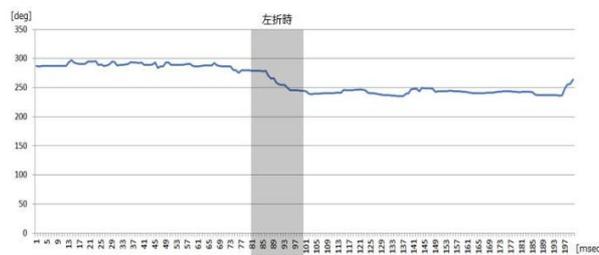


図 3. 左折時の方位 (Yaw 方向) の値の変化



図 4. 道路ネットワークデータとの比較



図 5. 道路ネットワークデータとの比較 (方位値 5° を閾値として補正)

5. おわりに

本研究では、スマートフォンを用いることで従来のシステムよりも導入コストと計算コストを削減したセンサログデータの収集方法及び車線推定への活用手法を提案した。今後は計測実験に基づいて推定システムを実装し、提案手法の推定精度、計算コストを分析し、本手法の有効性を示したい。

参考文献

- [1] 和田光示:プローブ情報システム(IPCar)プロジェクト, 情報処理, No.4, Vol.43, pp.363-368, 2002.
- [2] 森川高行:プローブ情報を活用した新しい道路交通サービスの可能性, システム情報学会誌, No.9, Vol.54, pp.366-370, 2010.
- [3] 安達栄輔, 栗田多喜夫:車の安全運転支援システムのための車線状態の推定手法, 電子情報通信学会技術研究報告, No.106, Vol.605, pp.79-84, 2007.
- [4] 西脇由博, 宮島千代美, 北岡教英, 武田一哉:確率的手法を用いた車線変更軌跡のモデル化, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.131-140, 2010.
- [5] Android developers, Sensor, <http://developer.android.com>.