

道路環境をもとにした生体・車両データベース の構築と解析の試み

白浜 勝太¹・森本 哲郎²・井村 龍哉³・上善 恒雄⁴

¹非会員 大阪電気通信大学大学院 (〒 575-0063 大阪府四條畷市清滝 1130-70)
E-mail: dt16a001@oecu.jp

²非会員 大阪電気通信大学大学院 (〒 575-0063 大阪府四條畷市清滝 1130-70)
E-mail: dt15a001@oecu.jp

³非会員 株式会社サイバーエージェント (〒 150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目 12 番 1 号)
E-mail: tatsuyaimura@gmail.com

⁴非会員 大阪電気通信大学大学院 (〒 575-0063 大阪府四條畷市清滝 1130-70)
E-mail: jozen@oecu.jp

概要: 近年、バス運転者の高齢化や人手不足による労働環境の悪化による深刻な交通事故の発生が課題となっている。我々は、バスに設置したセンサから車両データならびに生体データを取得するシステムを構築した。本稿では、取得した車両・生体データと道路環境からデータベースを構築し、データ解析を試みた。

Key Words : 位置情報, GPS, 可視化, データベース

1. はじめに

近年、少子高齢化社会の進展に伴い、運転者の身体的・精神的な問題に起因する交通事故は増加している。

また、タクシーやトラック・バスなどの自動車運送事業者においては、運転者の深刻な労働力不足が予想されており、過重労働などの労働環境の悪化による健康障害をきっかけとする事故が増加することが懸念される。

安全で安心な交通サービスの実現のために、車両と運転者の特性、走行する道路インフラの特性を多面的に解析し、安全・安心な運転を支援するためのサービスの開発は社会的に大きなテーマとなっている。

我々は、運転者の生体情報と車両情報を収集し、分析する安全運転支援システムを構築を行った。バス会社の協力のもと、約3ヶ月間の実証実験を行い、このデータを分析するためにバス路線上の道路環境を数値化した道路ネットワークを構築した。

本稿では、生体センサや車両センサから得たデータを道路ネットワーク上に表示し、分析したことについて述べる。

2. 研究概要

我々は、IoT とクラウド環境を活用した安全運転支援システムを構築している¹⁾²⁾。今日までの安全運転支援システムは、車両や運転者の挙動³⁾⁴⁾のみに焦点を

当てるものばかりであったが、本システムは、車両の走行状態に加え、運転者の生体情報を計測し、リアルタイムにクラウドと連携を行う。蓄積したセンサデータと道路構造を組み合わせた分析を行うことで、より精細な運転時の危険を検知し、運転者にフィードバックすることを目的としている。バス車内では、ドップラセンサを用いて非接触に運転者の心拍数、呼吸数を計測する。車両センサでは、回転数や車速、位置情報を計測し、即座に携帯回線を用いてクラウドに送信する。クラウド環境側では、スケーラブルな時系列データベースを用いてデータの蓄積および、健康状態や運転状態の分析などを行うことを目的にしている。本システムは、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) が運用する大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド JOSE 上に開発されている。

3. 車両・生体・道路データの紐付け

生体情報と車両情報と道路構造を組み合わせた分析をするために、3つの情報を集めたデータベースを構築する必要がある。まず、道路構造は道路の形状や構造のネットワークデータを Open Street Map 標準のデータフォーマットに準じて道路構造をデータベース化した。バスの GPS データと航空写真を参考にし作業を進め、約 20 メートルの間隔でノードを作成し、表 3 の属性値を与えた。ただし、交差点や横断歩道付近については約 5 メートル間隔になるようにデータ入力を行っ

た。このデータベースを道路ネットワークデータと呼ぶ。整備した道路ネットワークデータは JR 住吉駅～エクセル東の往復、六甲アイランド～新神戸の往復の 2 路線 (図 1) である。



図-1 道路ネットワークデータ

次に、車両情報と道路ネットワークデータの紐付けを行った。車両情報の位置情報と道路ネットワークデータの位置情報を比べ一番近い点を探し、2 点間の移動から走行方向を計算した。これを元に適切な道路ネットワークデータの node id と車両情報と紐付けて、表 1 のデータベースを構築した。最後に、車両情報と生体情報を紐付けを行った。表 1 と表 2 の bus id と unixtime を元に紐付けて、表 4 のデータベースを構築した。

表-1 車両情報のスキーマ

カラム名	型	備考
bus id	Integer	バスの ID
route id	Integer	路線の ID
node id	Integer	ノード ID
latitude	Double	緯度
longitude	Double	経度
speed	Float	速度
distance	Float	位置データ
accuracy	Float	誤差
unixtime	Integer	UNIX 時間

表-2 生体情報のスキーマ

カラム名	型	備考
bus id	Integer	バスの ID
heart rate	Integer	心拍数
breathing rate	Integer	呼吸数
unixtime	Integer	UNIX 時間

表-3 道路ネットワークデータの属性

ラベル	属性値	備考
id	整数値	ユニーク
bus stop	yes/no	バス停の有無
bus terminal	yes/no	ロータリーの有無
crossing	yes/no	横断歩道の有無
incline	yes/no	勾配の有無
junction	yes/no	交差点の有無
lane	0: 中央線無し 1: 中央線有り 2: 2 車線以上	車線
line state	1: 直線 2: 曲線 3: 屈曲 (直角)	線形状態
sidewalk	0: 立入禁止 1: 歩道無し 2: 歩道あり	歩道の有無
stop line	yes/no	停車線直前の有無

表-4 3つの情報を集めたスキーマ

カラム名	型	備考
bus id	Integer	バスの ID
route id	Integer	路線の ID
node id	Integer	ノード ID
geometry	Geometry	位置情報
heart rate	Integer	心拍数
breathing rate	Integer	呼吸数
speed	Float	速度
distance	Float	位置データ
accuracy	Float	誤差
unixtime	Integer	UNIX 時間

4. データ可用性

前述の通り、車両情報と生体情報の bus id と unixtime を元に紐付けているため、紐付けられなかった場合はその部分に NULL 値を挿入している。表 5 は 2017 年 1 月 25 日 2017 年 1 月 27 日までに、取得したデータ数と挿入された NULL 数を示している。どの bus id も NULL 率が 50% を超えている。原因としては、車両情報が 1 秒毎のデータを取得できているのだが、生体情報が時々 2 秒毎のデータになっており、生体センサが車両設置式のため、運転手がいなくてもデータを取得しているためと考えられる。生体センサは運転手にできるだけ負荷を与えないように車両に設置している。解決するために、運転手が運転席に座っているかどうか

を判断するセンサなども必要だと考えられる。

表-5 3日分の NULL 率

bus id	データ数	NULL 数	NULL 率
2769	132926	79003	59.4%
2770	131053	67858	51.8%
3707	131232	72308	55.1%
3711	134496	87347	64.9%
3712	130350	70874	62.8%
3784	116570	70874	60.8%

5. API

生体情報、車両情報、道路ネットワークデータの 3 つの情報を組み合わせたデータベースに簡単にアクセスし、取得するために RESTful API を構築した。この API に bus id や node id、期間を下記の URI に指定することで、そのデータを JSON 形式 (図 2) で取得することができる。bus id や node id を複数指定する場合は配列にして渡し、期間は from に開始時間、to に終了時間を渡せば良い。指定しなかった場合は全てのデータを取得するようになっている。この API により、データ解析に必要なデータを取得することが容易になった。

`http://localhost/api/getHrPositions?busID=&nodeID=&from=&to=`

```
[
  {
    bus_id: "2769",
    route_id: "21",
    node_id: "-1112502",
    latitude: "34.706352",
    longitude: "135.25647",
    heart_rate: "86",
    breathing_rate: "20",
    speed: "75.37573",
    distance: "1",
    accuracy: "0.9",
    unixtime: "1485320051"
  },

```

図-2 取得時のデータ

6. データ解析の試み

前述した API を用いて簡単な解析を行うため、図 3 のような可視化ツールを開発した。図 3 のデータは 2017 年 1 月 25 日のデータを使用している。約 3ヶ月分のデータをもとに、道路ネットワークデータのある 2 路線を走行し、心拍数が 95 以上となっているデータに焦点を当て、可視化ツール上で表示させた。心拍数が 95 以上となっている部分の多くは、交差点や信号付近でなっ

ていることがわかった。考えられる理由としては、左右の確認や信号の変わる瞬間によって心拍が上昇しているとみている。逆に、心拍が低い部分は、バスが止まっている部分が多かった。これは、運転手が運転をしていない比較的リラックスな状態のためだと思われる。

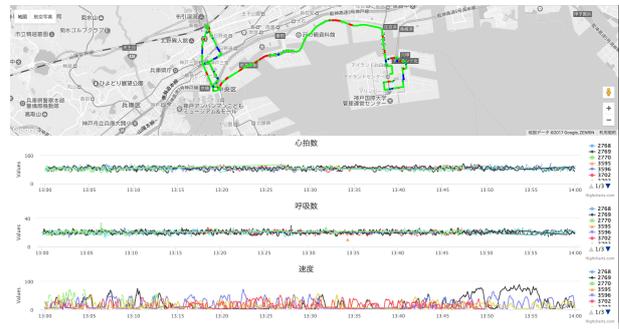


図-3 心拍・呼吸数・速度データ

7. おわりに

我々は、生体情報と車両情報を収集し、分析する安全支援システムを構築し、約 3ヶ月間の実験を行った。そのデータを分析するために道路ネットワークを作成し、収集したデータを道路ネットワーク上に表示させた。今回の分析では、1日間のデータ分析であったり、道路ネットワークがまだ簡素であったりしたため、心拍数が高いところと心拍数の低いところだけに注目した。今後の展望では、運転手の危険検知ができるように長い期間でのデータを分析や、高精度な道路ネットワークデータを整備、生体センサを安定化させデータ可用性を向上などをする必要がある。

8. 謝辞

本研究の一部は総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)」(受付番号:150201013) の支援を受けて実施された。

参考文献

- 1) 上善恒雄, 森本哲郎, 西田純二, 秋山豊和, 大規模センシングデータ基盤の構築; 土木計画学会発表会 Vol.53 CD-ROM(2016)
- 2) 森本哲郎, 井村龍哉, 戸田和宏, 堀翔太, 上善恒雄, 運転者の生体信号解析による安全運転支援のための状態推定; 土木計画学研究発表会 Vol.53 CD-ROM (2016)
- 3) 伊藤敏行, 中山沖彦, アーウィン・ポアー, 車載情報機器に関する自工会安全性ガイドラインの策定とステアリングエンロピー法による運転者負荷評価; 国際交通安全学会誌 Vol.26, No.4, pp.243-250 (2001)
- 4) 多田昌裕, 納谷太, 大村廉, 岡田昌也, 野間春生, 鳥山朋二, 小暮潔, 無線加速度センサを用いた運転者行動の計測・解析手法; 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J91-D, No.4, pp.1115-1129 (2008)

Vehicle and Vital Database Based on Road Environment

Shota SHIRAHAMA, Tetsuro MORIMOTO, Tatsuya IMURA, Tsuneo JOZEN