

スマートフォンを用いた走行データの収集とドライバー行動モデルの構築

林 政行†

伊藤 孝行†

†名古屋工業大学大学院情報工学専攻

1 はじめに

本研究では、次世代道路交通システムの実現に向け、マルチエージェントシステム (MAS) を用いた交通シミュレータの研究開発を行っている [1, 2] .

Hadfi らによる先行研究 [1] で開発された MAS 交通シミュレータ Simultra では、エージェントがドライバーや歩行者に対応し、各々の移動は行動モデルに基づき生成される。しかし、Simultra では、現実味のあるシミュレーションが行われるよう、ドライバーの行動モデルが恣意的に人手で定義されている。従って、現実の個々のドライバーの個性を再現するために、実際のドライバーの運転からエージェント行動モデルを構築することが望まれる。

本研究の目的は、スマートフォンを用いて走行データを収集し、収集した走行データをもとにエージェント行動モデルの構築を行うことである。提案手法により、ドライバーの個性を反映したエージェント行動モデルの構築を目指す。

本論文の構成を示す。まず 2 章において関連研究を述べる。次に 3 章にて提案するモデルおよびモデルパラメータの導出手法を述べる。そして 4 章にて提案手法の評価実験に関して述べる。最後に 5 章でまとめを述べる。

2 関連研究

Hadfi ら [1] により提案された Simultra は、車両や歩行者など、都市交通を構成する様々な個体がエージェントとして定義され、エージェント行動モデルと呼ばれるモデルに従って個々の移動が生成される。

Simultra のドライバーエージェントの行動モデルは、直線道路上を走行する際の理想的な車速度と、コーナリング時の理想的な車速度の 2 種類から成る。特に、コーナリング時の理想的な車速度は、右左折時を含む曲線道路を走行する際の、ステアリング角度 θ に対する理想的な車速度 v の関係として表している。

また、Johan ら [3] はスマートフォンの内蔵センサを用いて収集した走行データから、テレマティクス保険の実現に向けドライバーの行動分析を行っている。

3 走行データからの行動モデルの構築

3.1 ドライバー行動モデル

本研究では、Hadfi らによる先行研究 [1] を参考に、ドライバー行動モデルとして車速度モデルおよびコーナリングモデルを設ける。

車速度モデルは、ドライバーが直線道路および曲線道路 (コーナリング) を走行する際の車速度を表すモデルとして定義する。図 1 に、車速度モデルを示す。図 1 左は車速度モデルで想定する道路種別を示し、右は車速度モデルの持つパラメータを示す。

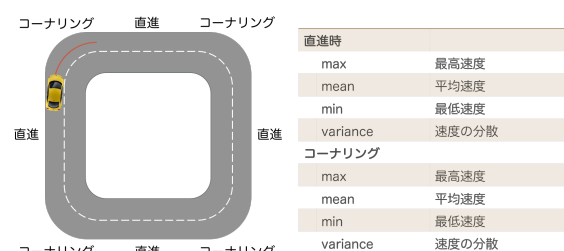


図 1: 車速度モデル

一方コーナリングモデルは、コーナリング時のステアリング角度 x と車速度 $f(x)$ の関係を表すモデルとして定義する。事前に行った予備実験にて得られた、コーナリング時の走行データを元に、非線形関数を用いて式 (1) で表される関係をコーナリングモデルとした。

$$f(x) = \frac{a}{(x+c)^k} + b \quad (1)$$

なお、式 (1) 中の a, b, c および k は曲線フィッティングにより決定されるパラメータである。図 2 にコーナリングモデルを示す。図 2 左は予備実験にて得られた走行データの走行軌跡および注目した曲線道路を示し、右は走行データで得られた曲線道路走行時のステアリング角度に対する速度データとコーナリングモデルに曲線フィッティングを行った結果を示す。

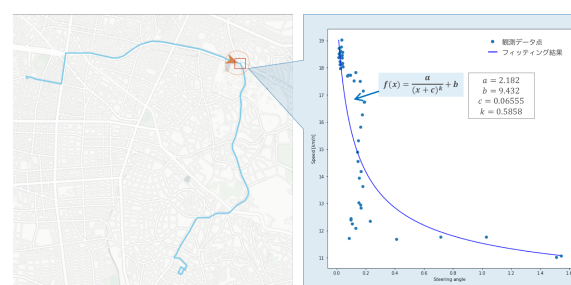


図 2: コーナリングモデル

Building driver's behavior model from driving data collected with smartphone

†Masayuki Hayashi †Ito Takayuki

†Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

3.2 走行データからモデルパラメータの構築

本提案手法ではGNSS, 3軸加速度, および電子コンパスのセンサ値をモデルパラメータ導出に用いる.

まず, 事前準備として, 加速度値および車速度からアクセル量, ブレーキ量, およびステアリング角度の3種類のステアリング操作を予測するステアリング回帰式を導出する. 回帰式の導出には, Udacity 社から公開されている約4時間分の走行データセット [4] を用い, サポートベクタマシンを用いた回帰モデルを構築した.

続いて観測データの前処理

として (1) GNSS 位置情報の

修正, (2) GNSS 速度の算出,

(3) 加速度値のフィルタリング,

(4) 加速度値からの重力ベクトルの算出, (5) 車両座標系にお

けるスマートフォンの姿勢の

推定, および (6) 加速度値の車

両座標系への変換 (アラインメ

ント) を行う. 特に, (5) では,

(4) で求めたベクトルを元に,

図3に示す形で車内のスマート

フォン姿勢を推定し, 推定

された結果を (6) のアラインメントに用いる.

前処理の後, 閾値を用いたステアリング操作を行い, 最後に車速度モデルおよびコーナリングモデルのモデルパラメータ導出を行う.

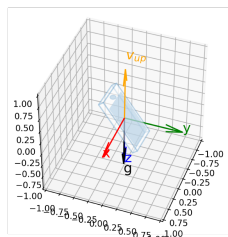


図3: 車両座標系におけるスマートフォンの姿勢

4 実データを用いたモデル構築の実験

4.1 実験設定

本実験では, 本研究で開発したスマートフォン (iPhone) 上で動作するロガーアプリ「Simultra Logger」により, GNSS, 3軸加速度, ジャイロ, および電子コンパスのセンサ値のログを収集する. 2節で挙げた先行研究 [3] 同様, 走行中スマートフォンは車両または人体に固定されているものとし, IMU サンプリングレートは10[sps]とした. 走行ログ収集は被験者7人に対し, 7日間の実験期間において, 通勤や通学など普段の行動範囲において行った.

4.2 実験結果

表1に, 実験で得られた車速度モデル (抜粋) を示す.

表1より, コーナリング時において, 被験者A, B, C, E およびFの平均車速度が比較的遅い (10~20[km/h] 程度) のに対し, 被験者Dの平均車速度が速い (20~30[km/h] 程度) ことが確認できる. 従って, 被験者別に個性の現れるモデルパラメータが導出できたとと言える.

図4に, 実験で得られたコーナリングモデルを示す.

図4より, 被験者A~Fのコーナリングモデルは, それぞれ似て非なる概形をしていることが確認できる.

表1: 実験の結果得られた車速度モデルパラメータ

(種別:S=直進,C=コーナリング, 単位: km/h)

被験者	種別	mean [km/h]	variance [km/h]
A	S	50.5350	101.8474
	C	14.4522	377.2569
B	S	45.3546	35.7092
	C	18.6872	383.7020
C	S	47.5319	104.5713
	C	14.8029	423.4410
D	S	55.5247	218.2258
	C	30.2854	686.2202
E	S	46.3676	29.8947
	C	15.7417	71.3720
F	S	46.3676	29.8947
	C	15.7417	71.3720

従って, 提案手法により, 被験者別で個性の現れているコーナリングモデルが得られたと言える.

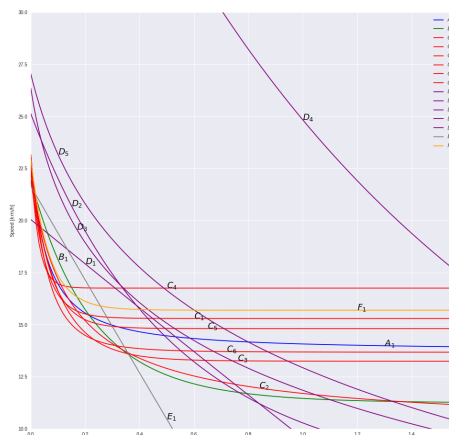


図4: 実験の結果得られたコーナリングモデル

5 まとめと今後の課題

本研究では, ドライバーの個性を反映した行動モデルの構築を目指し, スマートフォンを用いて収集した走行データからドライバー行動モデルの構築を行った. 評価実験を通して車速度モデルおよびコーナリングモデルを構築した結果, 特に後者についてドライバーの個性が現れた. 今後の課題として, 前者の導出に用いるステアリング操作の検出精度向上が挙げられる.

参考文献

- [1] Rafik Hadfi, Masayuki Hayashi, and Takayuki Ito. "A Pipeline Multiagent Architecture for Road Traffic Simulation." Proceedings of 24th ITS World Congress, Melbourne (2017).
- [2] Rafik Hadfi, Sho Tokuda, and Takayuki Ito. "Traffic Simulation in Urban Networks Using Stochastic Cell Transmission Model." Computational Intelligence (2017).
- [3] Wahlstrom, Johan, Isaac Skog, and Peter Handel. "Smartphone-Based Vehicle Telematics: A Ten-Year Anniversary." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (2017).
- [4] Udacity. Public driving dataset. <https://www.udacity.com/self-driving-car>. (Accessed: 2017-11-17)