

車両センサとモバイルセンサを統合した 運転行動センシングにおけるデータ解析 Analysis of Driver's Behavior using Mobile Phone and Vehicle Sensors

中村 裕貴†
Hiroki Nakamura

劉 広文‡
Kobun Ryu

瀬崎 薫‡
Kaoru Sezaki

岩井 将行†
Masayuki Iwai

1. はじめに

近年、GPS やジャイロ、気圧、加速度などの様々なセンサを搭載したスマートフォンやセンサデバイスが普及してきており、個人でも容易にセンシングすることが可能となってきた。小型のセンサデバイスを用いて、車両のハンドル操作より加速度をセンシングすることで、運転者の比較や差異を検知する研究の報告がされている[1]。また、カーエレクトロニクス化が進み、約 60 種類のデータを制御することが可能であり、データの取得も可能である[2]。現在、車両の ECU (Engine Control Unit) に接続可能なデバイスが存在するため、正確な速度や走行距離等のデータ蓄積が可能である。しかし、車種により利用可能なデータが限られており、データの蓄積、解析及び通信は不可能である。そこで、車両センサとモバイルセンサを組み合わせることで、データの活用が可能であると考えた。本研究では、実際に車両内部にスマートフォンと車両データ取得デバイスを装着しセンシングを行った。

2. 車両センサとモバイル端末を用いた運転行動センシングの概要

車両のデータと運転行動を同時にセンシングすることで、多数のデータを複合的に用いることが可能となる。したがって、ドライバの心理状態、運転特性等のデータを解析し、カーナビゲーション及び車両と連動させることで、より安全かつ快適なドライバズライフを提供できる。本実験では、センシングして得られたデータから各ドライバの特性及び差異を検出し、各データと運転行動の相関性を調査することを目的とする。また、それらのデータを複合的に用いることで指標化することを試みる。

2.1 データ取得の事前準備

本データ取得に当たり以下の図 1 (左) 及び図 1 (中央、右) にあるアプリケーションを利用した。

● Trajectory Sensing

本アプリケーション (図 1 左) をインストールしたスマートフォンを携帯し移動することで、各種センサから取得した、気圧、標高、位置 (GPS)、加速度、方位、傾き等のデータを記録し、CSV ファイルに保存することが可能である。本実験においては、データのサンプリングレートは同時に利用する下記のアプリケーションの性能を考慮 100ms とした。取得データの一部を以下に挙げる。

date, latitude, longitude, altitude, accuracy, xaxis, yaxis, zaxis, azimuth, pitch, roll, speed, direction, gpstime, elevation

● Torque Lite[3]

本アプリケーション (図 1 右) は、車両の故障診断コネクタに接続された ELM327 (図 2 左) から Bluetooth を介し、車両の ECU から直接データを取得するものである。データの記録は CSV ファイルに行われる。上記の Trajectory Sensing と同様に、スマートフォンに搭載されている各種センサを用いたデータも取得可能である。車両によって取得できるデータが異なり、ELM327 が不適合の車種でのデータ取得は不可能である。本実験ではデータのサンプリングレートを 100ms とした。取得可能なデータの一部を以下に列挙する。

Latitude, Longitude, Altitude, G(x), G(y), G(z), GPSTime, GPSSpeed(Meters/second), Bearing, Speed(OBD)(km/h), EngineRPM, ThrottlePosition, TripDistance, Kilometers Per Litre, Kilometers Per Litre(Average)



図 1 Trajectory Sensing アプリケーション (左) 及び Torque Lite アプリケーション (中央、右)



図 2 ELM327 装着場所 (左), センシング環境 (中央) 及び実験走行経路 (右)

2.2 データ取得実験

データの取得方法としては、各ドライバはセンサデバイスを図 2 のように車両に固定した状態で前述のアプリケーションを起動し、同一経路を走行する。1 人のドライバの走行が完了次第、次のドライバと交代し、再び同一経路を走行するというものである。本実験ではホンダライフを用いて、被験者 3 名がドライバとして参加した。被験者 3 名のステータスを表 1 に示す。

表 1 各ドライバのステータス

	運転歴	走行距離	運転頻度
A	約 30 年	450km/月	25 日/月
B	約 25 年	200km/月	20 日/月
C	約 3 年	300km/月	18 日/月

† 東京電機大学未来科学部情報メディア学科,
Tokyo Denki University

‡ 東京大学空間情報科学研究センター,
The University of Tokyo

本実験は 2013 年 6 月 2 日 16 時 40 分に開始した。走行経路は図 2 (右) のとおりである。前述の 2 つのアプリケーションの記録は別々の CSV ファイルに行われるため、GPSTime と GPSSpeed の 2 つのカラムを基準に、時刻同期を行うプログラムを作成し、2 つのデータの統合を行った。

2.3 実験結果

図 3 は実験結果の速度を対象としてグラフ化したものである。縦軸は速度、横軸は時間を示す。

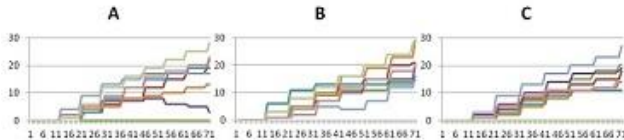


図 3 車両停止時からの加速時の速度変位の比較

これより、加速時にはドライバー毎に特性があることが推測される。図 4 は、アクセル開度、エンジンの回転数及び速度の関係をグラフ化したものである。

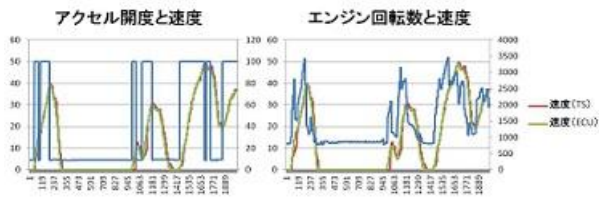


図 4 アクセル開度 (左), エンジン回転数 (右) の比較

3. 運転行動による新たな指標の提案

本実験で得られたセンサデータより、運転行動による新たな指標を 3 つ提案する。

(1) 運転行動による車体への負荷の指標

道路の高低差の傾きによる車体の角度の変化が計測する pitch のデータに影響するため、予めスマートフォンにて気圧情報を収集し、その差から高低差に変換して車体傾きを推測した。高さの変位 Δh は、一般的に気圧及び気温から求められることが知られている。 θ は水平面と車両がなす角、 M_p はセンシングして得られた pitch データ、 T_p は M_p から pitch の影響を排除した pitch の値、 F は加速時や減速時に車体にかかる負荷を表す定数である^[4]。

$$\tan \theta = \frac{\Delta h}{v \Delta t} \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta h}{v \Delta t} \right) \quad \begin{matrix} \text{pitch} = \alpha \theta \\ M_p - \alpha \theta \neq T_p \neq \beta F \\ \therefore F = \frac{M_p - \alpha \theta}{\beta} \end{matrix}$$

以上の数式より、センサデータから車の発進と減速の影響を排除することを試みた。本実験では α 及び β を 1 とした。

(2) 進行方向に対する急発進及び急停止の指標

y 方向の加速度を用いた進行方向に対する指標を新たに提案する。図 5 の黄線は急発進及び急停止の加速度に関するデータ (以下 T とする) をグラフ化したものである。また、同図の赤線、緑線、青線は被験者 A, B, C の加速度に関するデータの一部をグラフ化した。

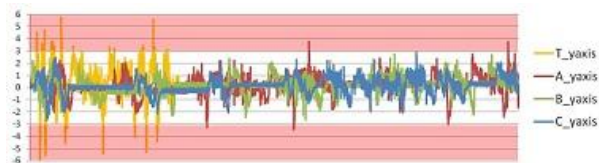


図 5 y 方向の加速度のグラフ

図 5 より、閾値 Th を設定し、これらを越えた際の値の合

計値を危険値 R_{yaxis} とする指標を提案する。対象時間は任意の時間 t とする。数式を以下に示す。

$$R_{yaxis} = \Delta R \quad (|R| > Th)$$

本実験では Th を 3 と設定した。

(3) 旋回中における危険性の指標

続いて、方位角を示す azimuth 及び、車両から得られた速度とエンジンの回転数を用いて、旋回中の危険性の指標を提案する $R_{SpeedySpin}$ は危険性を表す指数、 $\bar{E}$ は旋回中の平均エンジン回転数、 E_{max} は危険とされるエンジン回転数、 d_r は旋回後の方位角、 d_r' は旋回前の方位角、 $\bar{v}$ は旋回中の平均速度を表す定数である。

$$R_{SpeedySpin} = \frac{\min(|d_r - d_r'|, |360 + d_r - d_r'|)}{360} \times \bar{v} \times \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\bar{E}}{E_{max}} \right) \quad (\bar{E} \geq E_{max} \Rightarrow \bar{E} = E_{max})$$

本実験では E_{max} を 4000 とする。これより、旋回中の危険性の指標を計算することを試みた。

本実験で得られた被験者 A, B, C のセンサデータ及びセンサデータ T を用いて、前述の指標 (1) (2) (3) により、指標化を行った。(表 2)

	(1)	(2)	(3)
A	11.5832	43.4206	1.1387
B	12.6506	0	1.2413
C	10.0790	0	2.8256
T	12.6827	466.0575	—

表 2 実験結果の指標化

4. おわりに

結論として、センシングにより得られたデータから、

(1) 運転行動による車体への負荷の指標、(2) 進行方向に対する急発進及び急停止の指標、(3) 旋回中における危険性の指標の 3 つの指標を提案することができた。また、今回の測定結果より、外部要因が運転行動に与える影響について新たな課題を 2 つ発見できた。第 1 に、運転行動と交通状態は相関性があり、加速時や減速時に同一の運転行動をするとは限らないということである。第 2 に、運転行動は天候に大きく影響されやすいということである。これらの課題を解決するためには、長期的な計測が必要である。さらに、複合センサの導入による、ブレーキ開度等のデータ、車載ネットワークを用いた CAN データ^[4]の取得により運転行動センシングの精度向上を目指す。尚、本実験で得られたデータは一般に公開する予定である。

謝辞

本研究は H25 科研費若手研究(A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007)の一部により行われている。

参考文献

- [1]中嶋 晃聖, “加速度センサに基づく運転操作の個性分析”, “特別研究報告書”, pp1-24, 京都大学工学部情報学科, 2012
- [2]深谷 友次, “自動車用センサの技術動向”, “デンソーテクニカルレビュー”, Vol.11 No.1, pp92-99, 2006
- [3]IAN HAWKINS, “Torque Lite (OBD2 & Car) – Google Play の Android アプリ”
- [4]岩井将行, 清水和人, 瀬崎薫, “ドライバの意図入力インタフェースと GPS 軌跡からの意図推定手法”, 電子情報通信学会, HCG シンポジウム 2012, II-7-6, 2012.12