

# 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指標抽出

## Index Extraction 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. 序論

近年、カーエレクトロニクス化が進み、交通事故の予防や被害軽減を目的とした安全システムが開発され、そのシステムが搭載された車両が普及してきている。それらの発展に伴い現在では、車両に多種多様なセンサが搭載され、数十種のセンサが ECU (Engine Control Unit) 等により制御されている[1]。しかし、依然としてドライバは安全運転を心がける必要がある。ドライバに安全運転をより強く促す方法の 1 つとして、各種センサデータを用いてドライバの運転行動を指標化及び数値化することで視覚化し、情報を提供することでドライバ自身に認識させることが有効であると言える。本研究では、実際に車両にスマートフォンと車両データ取得デバイスを設置し走行することでセンシングを行い、得られたデータの分析を行うことで、運転行動の指標化を提案し、実装及び評価を行った。

### 2. 運転行動センシング

車両の情報化による安全性と利便性の実現には、運転者個人の特性を考慮した運転支援が重要である。運転データを蓄積するデータベースを構築することで、ドライバの運転を客観的に評価することも可能となる。本実験は通常走行をセンシングして得られたデータを複合的に用いることで、各ドライバの運転行動を指標化及び数値化し、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。

#### 2.1. 関連研究

運転特性を分析する研究の報告を 2 つ挙げる。1 つは、車載センサから取得したアクセル及びブレーキの開度を用いてドライバのクラスタリングを行う研究[2]、もう 1 つは、小型のセンサデバイスを用いてハンドル操作をセンシングすることで、ドライバの比較や差異を検知する研究[3]である。これらの研究では、ドライバのアクセルやハンドル等の車両への入力操作に注目し、運転特性の分析、特徴量の抽出を行っている。本研究ではドライバの入力を受け、車両から出力された速度やエンジンの回転数等に焦点を置き、指標化及び調査を行う。

#### 2.2. 車両センサとモバイルセンサ

本研究では、多種のセンサが標準搭載されているスマートフォン及び車両情報を提供する ECU に接続可能なセン

サデバイスを用いることで、正確な速度やエンジン回転数等を取得する。また、車両データはリアルタイムに変動し、車両データ取得デバイス単体でのデータの蓄積、解析及び通信は不可能であるが、スマートフォンを用いることでこれらを可能にする。CAN データを取得するためには車両自体の改造が必要となり、車両に関する専門知識及び多額の費用が必要となる。一方、車両センサデバイスは安価で購入することができ、車両への取り付けが容易である。したがって、スマートフォンと車両センサデバイスの装着が可能な車両であれば、どの車両でも車両データの取得が可能であり、汎用性が高いと言える。

### 3. センサ統合型運転行動実験

本章では、本研究において実際に行った運転行動センシングの詳細を述べる。

#### 3.1. 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、加速度、経緯度、方位、気圧、傾き等のデータを記録することが可能である。

- Torque Lite [4]

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及び記録が可能である。具体的には、走行中の車両の速度、エンジンの回転数、アクセルの開度等のデータをリアルタイムに取得可能である。スマートフォンに搭載されている各種センサの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。



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)

† 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



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)

また, 本実験で用いた車両はホンダライフ(2001年-2003年)である.

### 3.2. 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(左, 中央)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. 走行経路は図2(右)のとおりである. 走行経路を同一にしたのは, 発進, 停止及び旋回する回数に大きな差をつけないためである. 本実験には, 被験者2名がドライバとして参加した. 被験者2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3年	150km/月	15日/月
B	約25年	100km/月	20日/月

データのサンプリングレートは上記2つのアプリケーションの性能を考慮し100msとした. 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.

### 3.3. 実験結果

図3は, 得られたセンサデータの車両速度に着目し, 速度0からの車両加速時の抽出を行いグラフ化したものである. 縦軸は速度, 横軸は時間を示す.

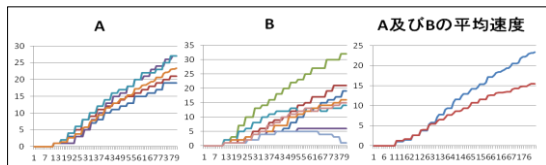


図3. 車両停止時からの加速時の速度変位の比較  
また, 車両減速時を抽出しグラフ化したものも, 図3と同様であった. したがって, 車両の加速時及び減速時の運転行動にはドライバ毎に特性があることが推測される.

### 4. 運転行動による新たな指標の提案及び考察

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2つ提案する.

(1) 速度0を基準とした車両の加速及び減速の指標

車両の加速及び減速には図3より, ドライバのアクセル等の運転特性が反映されることがわかる. そこで, 交通状態の影響をなるべく排除した停止状態からの加速及び減速開始から停止までの速度に着目し, 加速及び減速のt秒間の平均速度の総和を抽出されたブロック数で割った値を指標とした. 加速時の指標を  $R_{accel}$ , 減速時の指標を  $R_{brake}$ , 速度0を基準とした抽出時間は任意の時間  $nt$ ,  $blk$  は抽出されたブロック数とする.

$$R_{\substack{accel \\ or \\ brake}} = \frac{\Delta v(t)}{blk} \quad (0 \leq v, t + nt \text{ or } t - nt)$$

本実験では  $nt$  を80と設定した.

(2) 旋回走行における指標

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, 旋回走行の指標化を提案する.  $v$  は速度,  $E$  はエンジンの回転数を示す.  $v$  及び  $E$  はそれぞれ最大値, 最小値を閾値として設定し, 旋回中の平均値を各々算出し用いる. また, 算出された平均値は0から1までの値に変換して用いる.  $d_r$  は旋回前,  $d_r'$  は旋回後の方位角である.

$$D_{score} = \frac{R1 \times R2 \times \min(|d_r - d_r'|, |360 + d_r - d_r'|)}{2} \begin{cases} E_{min} \leq \bar{E} \leq E_{max} \Rightarrow 0 \leq R1 \leq 1 \\ v_{min} \leq \bar{v} \leq v_{max} \Rightarrow 0 \leq R2 \leq 1 \end{cases}$$

本実験では  $E$  の最大値及び最小値を3000, 1000,  $v$  の最大値及び最小値を60, 10とした.

本実験で得られた被験者A, Bのセンサデータを用いて, 前述の指標(1)(2)により, 指標化を行った.

表2. 速度0を基準とした車両の加速及び減速の指標

	$R_{accel}$	$R_{brake}$
A	654.4	681
B	548.4	892.6

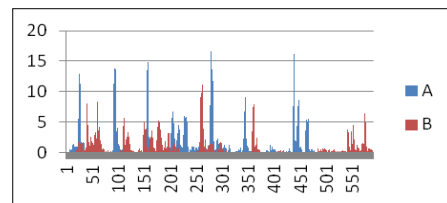


図4. 旋回走行における指標

### 5. 結論

結論として, センシングにより得られたデータから,

(1) 速度0を基準とした車両の加速及び減速の指標 (2) 旋回走行中における指標の2つの指標を提案することができた. また, 新たな課題を2つ発見できた. 第1に, データ量が不十分であると, 1つの行動が指標化の際に大きく影響することである. 第2に, 各指標化に用いる定数を経験則から主観的に設定しているため, 指標の信頼性が低い可能性があるということである. これらの課題を解決するためには, 長期的な運転者の計測や学習アルゴリズムの実装等が必要となる. 今後は, スマートフォンにリアルタイムに指標を表示するプログラムを開発に着手する. 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] 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  
 [2] 岡田 将吾ほか, “車載センサログの時系列データマイニングに基づく運転挙動の分析”, FIT2012 (O-015), 東京工業大学大学院総合理工学研究科, 2012  
 [3] 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  
 [4] IAN HAWKINS, “Torque Lite (OBD2 & Car) – Google Play の Android アプリ”