

# 階層的クラスタリングを用いたドライバの運転特性抽出

横山 達也† 河村 美嗣† 永井 幸政† 山内 尚久†

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所†

## 1. 背景

車載データを用いた運転支援・自動運転が自動車メーカー等で検討されており、快適な運転の提供には「個人への適応」が重要となってきている。例えば、加減速の度合いや周辺車両との距離には個人差(以降、運転特性)があると考えられる。我々は、車両のパーソナライズ化による運転支援・自動運転の実現に向け、車載データから運転特性に対応付けられる特徴量の抽出を目指している。先行研究[1]では特徴量抽出の前段階として、車載データに個人差が生じる走行条件を検討した。先行車と距離が近い場合に先行車の相対速度の影響を受けやすいドライバが存在し、ハンドル操作を示す車載データに個人差がある傾向を確認した。本稿では、類似度の分析に有用な階層的クラスタリングを新たに適用し、運転特性に対応付けられる特徴量を検討する。「直進走行時」の車載データを対象に「加減速による前後方向の挙動」の特徴量に着目する。

## 2. 関連研究

車載データを用いてドライバの運転特性を分析した研究として、岩瀬らは、個人差を考慮した運転支援に向け、単独発進時・旋回時に着目し加速・操舵行動を特徴付けるパラメータの特定を行った[2]。細川らは、運転特性に応じた事故防止対策に向け、階層的クラスタリングによるドライバの特性把握を行った[3]。森田らは、ブレーキ操作に関わる運転支援に向け、先行車減速時における後方車両ドライバのブレーキ操作のタイミングに関わる指標を検討した[4]。これらの研究は特定の状況を対象にして運転特性の分析を行っている。

## 3. 階層的クラスタリングを用いた分析方法

### 3.1. 概要

一般公道走行時に収集された車載データから運転特性に対応付けられる特徴量の候補(以下、特徴量候補)を選定し、階層的クラスタリング

を適用する。本稿では文献[2]を元に、加減速動作に個人差が出やすいと考えられる「直進走行時」の車載データから、「加減速による前後方向の挙動」の特徴量候補を選定する。次にクラスタリング結果と、後述するドライバの「運転スタイル」「運転負担感受性」のアンケート調査結果・入力した特徴量候補の関係から、運転特性に対応付けられる特徴量を抽出する。

### 3.2. 車載センサーデータ

使用する車載データ[5]は、一般公道走行時に、実験車両に搭載された各種センサによって収集されたもので、複数人の被験者が複数回走行している。被験者の情報として年齢や運転歴、アンケート調査によるドライバの運転スタイルや運転負担感受性が含まれる。運転スタイルは「せっかち」「心配性」など、運転負担感受性は「運転ペース阻害」「経路把握や探索」などが挙げられている。

### 3.3. 特徴量の選定

文献[2]を元に「加減速による前後方向の挙動」の特徴量候補を選定する。今回、運転行動データベース[5]より「X軸加速度、X軸加速度(ローパスフィルタ適用済)、自車速度、自車速度(ローパスフィルタ適用済)、先行車との距離、先行車相対速度、先行車速度、後方車との距離、後方車相対速度、後方車速度、アクセルペダル踏込み量、ブレーキペダル踏込み量、ピッチ角速度、ピッチ角度」の14項目を選定した。次に車間距離に関わる項目とし、文献[4]を元に「車間時間(車間距離を車速で除算した値)、衝突余裕時間(車間距離を相対速度で除算した値)、車間時間の逆数、衝突余裕時間の逆数、視覚の変化時間(衝突余裕時間の逆数を車間距離で除算した値)、立体角の時間変化(衝突余裕時間の逆数を車間距離の2乗で除算した値)」の12項目(先行・後方車に対し算出)を追加した。合計26項目に対し、統計値(最大値、最小値、平均値、標準偏差値、四分位数)を算出し、階層的クラスタリングに用いる。

### 3.4. 階層的クラスタリングと運転特性抽出

階層的クラスタリングとして、文献[3]と同様に、距離測定方法はワード法、距離尺度はユークリッド距離を採用する。階層的クラスタリ

Driving Characteristics Extraction by Hierarchical Clustering.

† Tatsuya Yokoyama, Yoshitsugu Kawamura, Yukimasa Nagai, Takahisa Yamauchi, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation.

ングは、類似したデータの関係を可視化できるため、運転特性を把握する上で有用な手法と考える。また、クラスタリング結果と各ドライバのアンケート調査結果・入力した特徴量候補の関係を比較することで、運転特性に対応付けられる特徴量を抽出する。

#### 4. 運転特性の分析

##### 4.1. 検討条件

3章に基づいたデータ分析に、先行研究[1]と同様に「せっかち」の数値が異なる被験者6名のデータを用いた。1周約30分かかるコースを各被験者が8回走行した際のデータ(合計48試行分)を用いる。表1に「加減速による前後方向の挙動」に関連があると判断したアンケート結果を示す。

##### 4.2. 検討結果

クラスタリング結果に対して、クラスタ間の距離に閾値を設定し、今回は被験者数とほぼ同数の5つのクラスタ(Cluster1~Cluster5)に分類した。表2に分類結果を示す。各被験者の8試行分のデータが、どのクラスタに分類されたかを示している。結果として、Cluster1(被験者 B1, BQ, BR), Cluster3(被験者 B2), Cluster4(被験者 BB, EB)の大きく3つのクラスタに、データが大きく分類される結果となった。表3に3つのクラスタ毎のアンケートの分析結果を示す。各クラスタを構成する被験者のアンケート結果の平均を、各クラスタのアンケート結果とした。Cluster1は「運転ペース阻害」、Cluster3は「事前準備」「心配性」、Cluster4は「経路把握や探索」の項目が他のクラスタと異なる傾向が得られた。クラスタリング結果と入力した特徴量候補の関係を分析すると、各被験者8試行分の先行車相対速度の平均値の箱ひげ図(図1)で、被験者B2の分布が異なる傾向が得られた。これは先行車相対速度の平均値が、Cluster3の「事前準備」「心配性」の項目と対応し、かつ運転特性に対応付けられる特徴量であることを示唆していると考えられる。

#### 5. まとめ

本稿では車載データに階層的クラスタリングを適用し、運転特性に対応付けられる特徴量の抽出を試みた。今後は定量的な評価による運転特性に対応付けられる特徴量の抽出を進める。

#### 参考文献

[1] 横山達也, 高橋大佑, 河村美嗣ほか: 車両のパーソナライズ化に向けた車両挙動分析, 情報処理学会, 第82回全国大会講演論文集, Vol.2020, No.1, pp.37-38(2020).  
 [2] 岩瀬竜也, 倉橋哲郎, 町田貴史ほか: 加速・操舵の個人差・状況差分析, 自動車技術会論

文集, Vol.40, No.3, pp.873-878(2009).

[3] 細川崇, 橋本博, 田川傑ほか: 高齢者の運転特性抽出のための分類に関する研究, 自動車技術会論文集, Vol.40, No.2, pp.519-524(2009).  
 [4] 森田和元, 関根道昭, 岡田竹雄: 運転支援システムのためのドライバのブレーキ操作タイミングに関する要因の解析, 計測自動制御学会論文集, Vol.44, No.2, pp.199-208(2008).  
 [5] 一般社団法人人間生活工学研究センター: 運転行動データベース, 入手先 <<https://www.hql.jp/database/cat/etc/drive>>(参照2020-12-8).

表1 被験者情報

|         | 被験者 ID |      |      |      |      |      |
|---------|--------|------|------|------|------|------|
|         | B1     | B2   | BB   | BQ   | BR   | EB   |
| せっかち    | 1.00   | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 1.50 |
| 事前準備    | 2.50   | 1.50 | 3.00 | 2.50 | 4.00 | 2.50 |
| 心配性     | 1.50   | 1.00 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.00 |
| 運転ペース阻害 | 4.25   | 2.50 | 3.50 | 3.75 | 2.75 | 1.50 |
| 経路把握や探索 | 4.33   | 3.67 | 3.67 | 3.33 | 2.67 | 2.00 |

表2 5クラスタへの分類結果

| 分類結果     | 被験者 ID | B1       | B2       | BB       | BQ       | BR       | EB |
|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
|          |        | Cluster1 | Cluster2 | Cluster3 | Cluster4 | Cluster5 |    |
| Cluster1 | 7      | 0        | 0        | 7        | 7        | 0        |    |
| Cluster2 | 1      | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        |    |
| Cluster3 | 0      | 7        | 0        | 0        | 0        | 0        |    |
| Cluster4 | 0      | 0        | 8        | 0        | 0        | 8        |    |
| Cluster5 | 0      | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        |    |

表3 クラスタ毎のアンケート分析結果

|         | 分類結果     |          |          |
|---------|----------|----------|----------|
|         | Cluster1 | Cluster3 | Cluster4 |
| せっかち    | 2.5      | 2.0      | 2.0      |
| 事前準備    | 3.0      | 1.5      | 2.8      |
| 心配性     | 2.3      | 1.0      | 2.5      |
| 運転ペース阻害 | 3.6      | 2.5      | 2.5      |
| 経路把握や探索 | 3.4      | 3.7      | 2.8      |

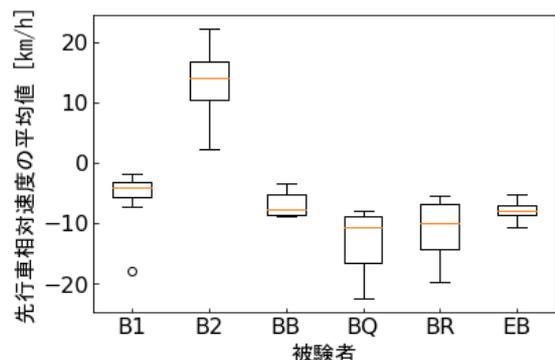


図1 先行車相対速度の平均値の箱ひげ図