

# ドライバの運転特性の抽出に向けた SAX を用いた車両挙動データの分析

岩崎賢太<sup>†</sup> 白石陽<sup>†</sup>

公立ほこだて未来大学システム情報科学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

自動車社会の安全性と利便性の向上を実現するため、自動運転技術の研究開発が進んでおり、公道走行実験も行われている。しかし、自動運転システム普及期では、自動運転システムが運転する車両と人間が運転する車両が混在した車社会になることが想定される。車間距離や加速・減速などの運転特性や安全か危険かの判断といった運転基準は自動運転システムと人間のドライバで異なる。そのため、自動運転システムが安全と判断しても、ドライバが必ず安全と判断するとは限らない。この判断の違いにより、ドライバが誤操作やブレーキすることで、事故や渋滞の原因になると考えられる。ドライバの運転基準は、アクセルやブレーキ、ステアリングといった運転操作による車両挙動の変化の特徴である。運転特性に大きく依存していると考えられる。停車や右左折といった同一の運転行動においても、運転操作には個人差が生じるため、運転特性が異なると考えられる。そこで本研究は、運転基準を把握するために、車両挙動データを分析することで、運転特性を抽出する。

本稿では、代表的な運転行動のひとつである「停車」に着目し、「停車」におけるドライバの運転特性の特徴量の抽出について述べる。本研究では、車載スマートフォンから収集した車両挙動データに SAX (Symbolic Aggregate Approximation)[1]を適用することで文字列に変換する。変換後、文字列処理による車両挙動データの分析を行った。

## 2. 関連研究

運転特性の特徴量の抽出に関する研究として、鳥居らは、筋電センサを用いて追従走行時におけるドライバの運転感覚の特徴を抽出する研究[2]を行っている。しかし、筋電位データを収集する際、デバイスを身体に装着してデータ収集を行っているため、ドライバへの負担が大きいと考える。

車両挙動の分析に関する研究として、DTW (Dynamic Time Warping) による分析と SAX を用いた分析がある。DTW を用いた研究[3]では、加速度データに DTW を用いて分析することで、ドライバの運転特性を分類している。文献[3]の

目的は、ドライバの運転の違いを明確にすることを目的としており、本研究とは異なる。SAX を用いた研究[4]では、時系列データを文字列に変換し、自然言語処理技術を適用することで車両挙動の種類を推定している。本研究では、車両挙動データから運転特性を抽出するため、同一の運転行動における車両挙動の変化の特徴を分析する必要がある。

## 3. 提案手法

### 3.1 研究目的

本研究の目的は、ドライバの運転基準を把握するために、車両挙動データを分析することで、ドライバの運転特性を抽出することである。

### 3.2 データ分析の流れ

まず、ドライバの運転特性を抽出するために、車両挙動に関するデータの収集を行う。次に、収集したデータのノイズによる影響を除去するために、データの前処理を行う。最後に、前処理したデータを圧縮し、分析することで運転特性の特徴量を抽出する。

#### 3.2.1 収集データと計測デバイス

運転特性に関する情報を収集するために、スマートフォンのセンサを利用して車両挙動データを収集する。スマートフォンは車両のダッシュボード上に設置する。センサとしては、3軸加速度センサ、3軸角速度センサ、3軸地磁気センサと GPS (Global Positioning System)を利用する。

#### 3.2.2 センサデータの文字列変換

SAX とは、設定した境界に従って文字列に変換することで、時系列データを抽象化する手法である(図1)。SAX の流れとして、時系列データを標準化し、時間軸に対して等間隔に分割する。分割区分ごとの平均を算出し、文字の種類に応じて境界を設定し、文字を割り当てて、時系列データを文字に変換する。

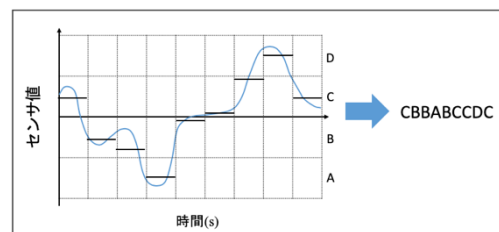


図 1. SAX によるセンサデータの文字列化

An Analysis of Vehicle Behavior Data Using SAX toward Extracting Driving Characteristics of a Driver

<sup>†</sup> Kenta Iwasaki <sup>†</sup> Yoh Shiraishi

<sup>†</sup> School of Systems Information Science, Future University Hakodate

### 3.2.3 文字列のランレングス符合化

車両挙動の表現を簡略化するために、SAX による変換文字列をランレングス符号化する。ランレングス符号化した文字列は、文字とその文字の連続出現回数から構成される。ランレングス符号化後、文字成分と数値成分を抽出する。さらに、数値成分の先頭から各数値までの累積和を算出し、各文字成分に対応付ける。

### 3.2.4 基準文字による部分文字列の抽出

運転操作の違いによる車両挙動の特徴を抽出するために、基準文字を設定する。基準文字は、センサの値が 0 を含む領域、または、0 に最も近い正の領域の文字を設定する。設定した基準文字が現れた箇所から、次に基準文字が現れる箇所までを抽出することで、部分文字列を作成する。作成した部分文字列に対して、各成分の対応付けを行う。

文字成分	C B A B C	C D C	C B C
数値成分	1 2 1 1 2	2 2 2	2 1 1
累積和	1 3 4 5 7	7 9 11	11 13 14

図 2. 部分文字列と各成分の対応

## 4. 実験および考察

### 4.1 実験概要

本実験では、停車における、緩やかなブレーキと強めのブレーキ操作を対象として、収集した Z 軸加速度センサに SAX を適用し、ランレングス符号化後の文字列長と抽出した部分文字列の分析を行った。

### 4.2 実験環境

実験環境として、直線 100m の道路で、時速 40km から 2 種類のブレーキ操作で停車した際のセンサデータを各 5 施行分収集した。収集方法は 3.2.1 項で述べたとおりに行い、サンプリングレートは 50Hz とした。

### 4.3 実験結果

文字種類  $W$  を 4, 8, 16 と変化させた際の 2 種類のブレーキ操作において、ランレングス符号化後の文字列長の平均のグラフ (図 3) と各文字種類  $W$  における部分文字列の抽出結果 (表 1) を以下に記す。

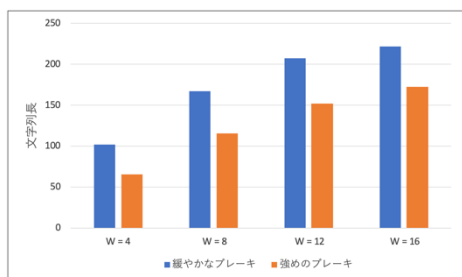


図 3. 二つのブレーキ操作における文字列長の平均

表 1. 文字種類ごとの抽出文字列数と最大数値成分

	緩やかなブレーキ			強めのブレーキ		
	W=4	W=8	W=16	W=4	W=8	W=16
抽出文字列数	33.8	30.8	20.4	17.75	20.5	16.75
最大数値成分	32.2	14	7.4	43	33.75	23.5

図 3 より、文字種類  $W$  が大きいほど、ランレングス符号化後の文字列長は、増加する傾向が見られた。また、緩やかなブレーキの場合は、文字列長が大きくなる傾向が見られた。よって、ブレーキ操作の違いによって、文字列長が変化することが示唆された。

表 1 の緩やかなブレーキは、すべての文字種類  $W$  において、部分文字列が多く抽出された。また、最大数値成分においては、強めのブレーキが大きい結果となった。

### 4.4 考察

4.3 節の実験結果より、ランレングス符号化後の文字列長が大きいと抽出文字列数も多い傾向にある。これは、緩やかなブレーキでは、ポンピングブレーキを行うことで、徐々に減速しているため、加速度の値が変動し、文字が変化したと考えられる。また、強くブレーキペダルを踏んだ強めのブレーキの場合、文字種類  $W$  による最大数値成分の変化が小さい。このことから、減速中におけるブレーキ操作が最大数値成分に依存すると考えられる。

## 5. おわりに

本研究の目的はドライバの運転基準を把握するために、ドライバの運転特性を抽出することである。本稿では、収集した車両挙動データに SAX を適用し、文字列処理による車両挙動データの分析について述べた。本実験では、2 種類のブレーキ操作において、文字列長と部分文字列、数値成分の分析を行った。今後の予定としては、運転特性の数値化と運転特性と運転基準の関係性の調査が挙げられる。

**謝辞** 本研究の一部は JSPS 科研費 JP17K00128 の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] Jessica Lin, Eamonn Keogh, Stefano Lonardi, Bill Chiu, A Symbolic Representation of Time Series, with Implications for Streaming Algorithms, SIGMOD Workshop, pp.2-11 (2003).
- [2] 鳥居 耕太, 河中 治樹, 長瀬 功児, 小栗 宏次, ドライバ運転感覚の定量化に向けた筋電位特徴量抽出, 情報処理学会研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), Vol.2017-ITS-70, No.7, pp.1-6 (2017).
- [3] 赤松 伸樹, 河辺 徹, 合原 一究, 縦加速度と横加速度の時系列データに基づく乗り心地指標を用いた運転特性解析, 第 61 回自動制御連合講演会, pp.1292-1297 (2018).
- [4] 横山 達也, 白石 陽, 交通状況把握のための運転行動の時系列性を考慮した車両挙動分析手法, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.1, pp.87-100 (2019).