

自動運転の安心感向上に向けた ドライバの運転特性の抽出手法の検討

岩崎賢太^{1,a)} 白石陽^{2,b)}

概要：近年、自動運転技術は開発が急速に進んでおり、内閣府によると2020年代には民間企業による自動運転車両の市場化を目指している。しかし、自動運転システムによる運転は人間のドライバの運転と異なり、その運転の差異がドライバに不安感を与える要因の一つであると示されている。そのため本研究では、自動運転システムの安心感を向上することが重要であると考え、そこで安心感を向上するために、発進や停車、右左折などの運転行動におけるドライバの運転特性を把握する必要がある。ここで運転特性とは、運転行動におけるアクセルやブレーキ、ステアリング操作などの運転操作によって現れる車両挙動の特徴と定義する。そこで本研究では、車載センサにより車両挙動データを収集し、ドライバの運転特性の把握するための車両挙動の特徴を抽出する手法の検討を行う。運転特性の抽出では、各運転行動における車両挙動を含むセンサデータにSAX(Symbolic Aggregate Approximation)を適用することで文字列に変換し、その変換した文字列から特徴を抽出することで、運転行動におけるドライバの運転特性を把握する。よって本研究では、自動運転システムの安心感向上に向けて、ドライバの運転特性を把握するために、SAXを用いた各運転操作の車両挙動について分析する。

キーワード：運転行動、運転操作、車両挙動、SAX、

1. はじめに

自動運転システムによる交通事故の減少や環境負荷の削減、移動支援などに対する期待が大きいことから、近年実用化に向けた自動運転技術の研究開発が急速に進んでいる[1]。2019年の6月に内閣府が改定した自動運転実現に向けた指針の官民ITS構想・ロードマップ2019[2]によると、自家用車は2020年に米国SAE(Society of Automotive Engineers)が策定した自動運転レベル[3]の「レベル3」(条件付き自動運転化)を、2025年には限定エリア内での運転自動化の「レベル4」(高度運転自動化)の民間企業の市場化を、移動サービスは2020年までに高度運転自動化による限定地域内での無人自動運転移動サービスの実現を目指している。そのため、自動運転システムが制御する車両が公道を走行する日は近いと考えられる。

自動運転システムに対する期待が大きい一方で、自動運転システムに不安を感じるドライバが存在する[4]。不安を感じる理由として、自動運転システムは適切な運転が可能であるか、自動運転システムの故障した場合について、自動運転システムのブレーキやアクセルなどの運転操作を予測できないなどといった不安が挙げられている。例えば、嶋田らは速度や車間距離、ブレーキのタイミングなどの運転感覚の違いによってドライバが不安を抱くことが示している[5]。

ドライバの運転は季節や時間、路面状態や交通状況(以下、周辺環境)などによって変化する。その運転の変化の個人差が大きいため、自動運転システムが特定の状況に応

じてドライバの運転感覚に合わせた運転を行うことは容易ではない。文献[5],[11]では、自動運転システムの普及には「安心」な自動車社会を形成する必要があると示している。したがって、自動運転システムの安心感を向上させることが必要であると考えられる。

自動運転システムがドライバの安心感を向上する方法(あるいは、安心感を向上させる方法)として、自動運転システムの信頼性向上やフェールセーフ化、自動運転システムの運転を各ドライバの運転感覚に合わせて運転することが挙げられる。そこで本研究では、自動運転システムがドライバの運転感覚に合わせるために、発進や停車、右左折などといった運転行動におけるアクセルやブレーキ、ステアリング操作などの運転操作によって現れる車両挙動の特徴(以下、運転特性)を把握する必要があると考える。

よって本研究では、自動運転システムとドライバの運転の違いから生じるドライバの不安を解決するために、ドライバの運転特性の把握を目的とする。データを収集するためにスマートフォンを車載し、車載スマートフォンに搭載されたセンサから、3軸加速度データ、3軸角速度データ、3軸磁気データとGPS(Global Positioning System)による位置情報を収集する。次に、センサから収集した時系列データを文字列に変換するSAX(Symbolic Aggregate Approximation)[7]を適用し、ランレングス符号化による文字部分と数値部分の抽出を行い、自然言語処理を用いることで、運転行動における運転操作ごとの車両挙動を分析し、運転操作の車両挙動の特徴を抽出することで、ドライバの運転特性の把握を行う。

1 公立はこだて未来大学 システム情報科学部
School of Systems Information Science, Future University Hakodate.
a) b1016023@fun.ac.jp
b) siraisi@fun.ac.jp

2. 関連研究

ドライバの運転特性に関する研究として、運転特性と車両挙動に関する研究と運転特性のモデル作成に関する研究がある。

2.1 運転特性と車両挙動の分析に関する研究

センサを用いた運転特性の分析に関する研究として、鳥居らは、筋電センサを用いてドライバの筋電位変化情報を取得し、追従走行時の特徴量を抽出する研究[8]を行っている。この研究では、顔と頬と腕に筋電センサを装着して筋電位から追従走行時のエンジンとタイヤ間のギア比の運転感覚の有効特徴量を抽出している。しかし、アクセルやブレーキの効き具合、ハンドルの重さなどが車両によって異なるため、筋電位変化量から運転特性を抽出する際、誤差が生じる可能性がある。

運転行動における車両挙動の分析に関する研究として、DTW(Dynamic Time Warping)を用いてクラスタリングすることでドライバの運転特性の分析を行っている研究[9]と時系列データに SAX を適用し文字列に変換し、自然言語処理によって車両挙動を推定する研究[10]がある。赤松らは、加速度の時系列データを複数のクラスタに分割し、DTW を用いてドライバの運転特性をクラスタ分類することで、ドライバの運転特性を抽出している[9]。横山らは、SAX を用いて 3 軸加速度センサと 3 軸角速度センサから収集した運転データを文字列に変換する。変換した文字列は一連の運転行動の時系列から構成される車両挙動を表現している[10]。文字列から長さ N 文字の部分文字列を抽出する N-gram を適用することで、車両挙動の特徴部分文字列を抽出し、その部分文字列の出現頻度に着目することで、交通状況の把握に向けた車両挙動推定を実現している。

2.2 運転特性のモデル作成に関する研究

ドライバの運転データからドライバの運転特性モデルを作成した研究として、平松らは、走行時と停車時における車間距離の運転特性を学習し、周辺環境による運転の変化を考慮した重回帰モデルを作成することで、ドライバの車間距離の特性を反映している[11]。この手法では、ドライバ個人のモデルを作成することで追従時の車間距離の特性を自動運転システムに反映できている。しかし、追従走行時におけるドライバの減速や加速の違いについては考慮されていない。車間距離の特性に従って加速や減速を行う時に、ドライバごとの運転に違いが生じる。よってドライバに安心感を与えるためには、ドライバの加速や減速の運転特性を抽出する必要があると考える。古賀らは、熟練者と初心者との二つのグループに分け、未来の挙動を予測し、制御周期ごとの最適な制御入力を求めて対象を制御する手法であるモデル予測制御 (MPC : Model Predictive Control)

を用いて速度制御 MPC と操舵制御 MPC を作成することで、グループの運転特性を自動運転システムに反映している[12]。しかし、周辺環境による運転操作の違いについて考慮されていないため、周辺環境によるドライバの運転の違いを反映する必要があると考える。

2.3 まとめ

まず運転特性の特徴量に関して、文献[8]ではドライバの生態信号から運転感覚の特徴量を抽出する場合、車両ごとのハンドルの重さやブレーキの仕様などに違いがあるため、ドライバの運転感覚と運転操作の車両挙動が必ずしも一致しない問題がある。また、筋電センサを身体に装着して収集するため、ドライバの負担が大きく通常の運転に影響が生じることが考えられる。そのため本研究では、ドライバに負担をかけずに車両挙動に関するデータを収集可能な車載センサを用いる。

次に文献[9][10]では、収集したセンサデータから運転特性や車両挙動を分析している。文献[9]では DTW を用いてクラスタリングを行い、加減速に関する運転特性の傾向を抽出しているが、発進のようにドライバの運転の違いが小さい運転行動においては各ドライバの違いを検出できていない。また、運転特性がクラスタのどこに分布するのかが把握できないため、同じクラスタの運転特性であるが、実際の運転では違いが見られることが考えられる。一方、文献[10]では SAX を用いてセンサデータを文字列に変換し分析することで、車両挙動を推定している。この手法では、特徴的な部分文字列の出現頻度に着目して車両挙動推定を行っている。本研究では、運転操作ごとの運転特性を抽出する必要があるため、部分文字列の順序関係もしくは前後関係を考慮する必要があると考える。

文献[11][12]では、ドライバの運転特性のモデルを作成することで、ドライバの人間的な運転を実現しているが、運転行動の一連の運転操作における車両挙動の特徴を抽出していないため、自動運転システムが運転する車両挙動とドライバが運転する車両挙動が異なると考えられる。

本研究では、各運転行動における運転操作の車両挙動の特徴を抽出するために、SAX を適用してセンサデータを文字列に変換する。各運転行動の時系列性を保持して分析することでドライバの運転特性の抽出を行う。

3. 提案手法

本章では、まず、3.1 節で本研究の目的を述べる。次に 3.2 節で研究課題とアプローチについて述べる。3.3 節以降では提案手法の詳細について述べる。

3.1 研究目的

本研究の最終目的は、自動運転システムがドライバの安

心感を向上させるためにドライバの運転特性を把握することである。これを実現するためには各運転行動における運転操作による車両挙動の特徴を抽出する必要がある。本研究では、ドライバの運転特性を把握するために、運転行動における各運転操作の車両挙動に着目する。具体的には、運転操作による車両挙動のセンサデータに SAX を適用し分析を行う。センサデータに SAX を適用する際、センサデータを抽象化して変換するため、抽象度によっては車両挙動に伴うセンサデータの微小な変化を表現することができない。本研究の目的を達成するためには、各ドライバの特性が特徴として残るような抽象度を設定する必要がある。SAX のパラメータである文字の種類によって抽象度を制御することができるため、表現する文字の種類を多くすることにより、センサデータの抽象度を小さくすることで、ドライバの運転の特徴抽出に与える影響を十分に小さくできると考える。SAX を用いた車両挙動の分析に関しては、部分文字列の順序関係を考慮した分析を行うことで、運転操作の車両挙動の特徴を抽出し、その車両挙動の特徴が運転操作のどの時系列で現れたかを把握することができる。本研究では、ドライバの運転特性の抽出手法の検討として、運転特性の抽出に有効なセンサデータとデバイスを選定し、車両挙動データの分析手法の比較、SAX を用いた運転特性の抽出手法の調査を行った。

3.2 研究課題とアプローチ

本研究では、以下の3つを研究課題とする。

- a) ドライバの運転特性を把握するための計測対象の検討
- b) 収集対象データと計測デバイスの検討
- c) ドライバの運転特性の把握のための特徴抽出の検討
- d) 周辺環境を考慮したドライバの運転特性の把握の検討

課題 a に対するアプローチとして、ドライバの運転操作によって現れる車両挙動を計測対象とする。ドライバの運転特性を把握するためのデータ計測対象として、ドライバそのものを対象にする方法と車両挙動を対象にする方法が考えられる。ドライバを計測対象とする場合、筋電センサから生態信号を収集する手法が考えられるが、2.3 節で述べたように、アクセルやブレーキによって現れる加速や減速などのドライバを計測対象とするデータ収集を行う方法では、ドライバの運転感覚による車両挙動と運転操作の結果としての車両挙動が一致しない。しかし、車両挙動を対象とした場合、アクセルやブレーキなどの運転操作の結果として加速や減速といった車両挙動が現れる。よって本研究では、運転操作によって現れる車両挙動を計測対象とするデータの収集を行う。

課題 b に対するアプローチとして、運転操作の結果である車両挙動を計測できるセンサデータを取得する、運転操作によって現れる車両挙動のセンサデータに着目することで、ドライバの運転特性を把握することができる。と考える。

センサデータの計測デバイスとして、スマートフォンと車載センサが考えられる。スマートフォンは加速度や角速度、GPS の位置情報など車両挙動に関するセンサデータを収集することができるが、アクセル開度やブレーキ圧、タイヤの回転速度などといったスマートフォンでは収集できないセンサデータが多い。そこで本研究では、将来的には車載センサの利用を想定するが、提案手法の有効性に関する基礎的検討を行うための収集デバイスとしてスマートフォンを車載して、車両挙動に関するセンサデータを収集する。

課題 c に対するアプローチとして、SAX を用いた車両挙動の分析を行う。ドライバの運転特性を把握するためには、発進や停車、右左折などの運転行動の運転操作ごとにドライバの運転の特徴を抽出する必要があると考える。運転行動の一例として、「停車」の場合を考えると、ブレーキ操作による「ブレーキ開始」、「ブレーキ制御」、「停車」という3段階の運転操作から構成され、各段階での運転特性はドライバごとに異なる。この様子を図1に示す。ドライバの運転特性を把握するために、運転行動の各運転操作における車両挙動の特徴を抽出する必要がある。そこで本研究では、ドライバの運転特性を把握するための車両挙動の特徴抽出手法として、時系列データに SAX を適用して文字列に変換し、運転操作ごとの車両挙動分析を行う。



図1 「停車」の運転操作の場面と車両挙動の違い

課題 d に対するアプローチとして、まずは良好な周辺環境（例えば、交通量が少なく、見通しの良い乾燥した道路）を基準に運転特性の抽出を行う。ドライバの運転は周辺環境によって変化する。すべての周辺環境を網羅したデータ収集は非常に困難である。本研究では、周辺環境によるドライバの運転の変化は各運転行動の車両挙動の変化に対応していると考え、まずは良好な周辺環境下での運転特性を把握する。次に、雪や雨などのある周辺環境における発進や停車、右左折などの一つの運転行動の運転特性を把握する。最後に良好な周辺環境下での運転行動の運転特性と比較することで、同一の周辺環境下における他の運転行動の運転特性を把握する。

3.3 SAX を用いた車両挙動分析

本節では、SAX を用いた車両挙動の分析について述べる。まず、3.3.1 項では SAX を適用してセンサデータの文字列化について述べる。次に、自然言語処理によって車両挙動の抽出について述べる。最後に車両挙動の特徴抽出につい

て述べる。

3.3.1 SAXによるセンサデータの文字列変換

SAX(Symbolic Aggregate Approximation)は時系列データ文字列に変換する手法である[5]。時系列データに SAX を適用する際は時系列データを標準化する必要がある。SAX を用いて時系列データを文字列に変換する手順を以下に示し、イメージを図2に示す。

- (1) 時系列データが正規分布に従っていると仮定し時系列データを標準化(平均が0,分散が1になるように変換)する。
- (2) 時系列データを時間軸に対して等間隔に分割する。
- (3) 分割された時間内のデータの平均値を算出する。
- (4) 正規分布に基づいて文字を割り当てる。
- (5) 手順(3)より算出した値を手順(4)に基づいて文字に変換する。

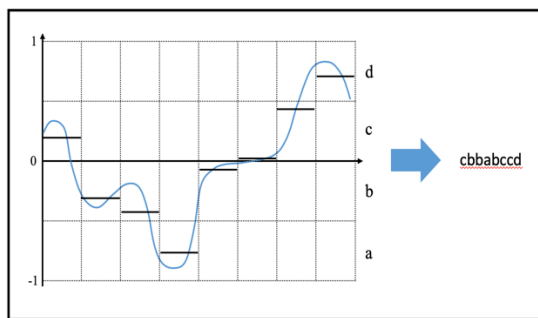


図2 SAXによる文字列変換

SAXを適用することにより、センサデータのノイズを除去することができる[13]。ドライバの運転特性の抽出においてはノイズによる影響が大きいため、SAXを適用することでこの問題を解決できると考える。

3.3.2 ランレングス符号化による文字列と連続数値の抽出

時系列データに SAX を適用して変換した文字列をランレングス符号化する。ランレングス符号化された文字列(以下、ランレングス符号化文字列)中には、文字と数値が交互に出現するが、格数値部分に対してそれまでの数値成分の累積和を計算し記録することで、先頭からの経過時間を表現することができる。この一連の処理を図3に示す。

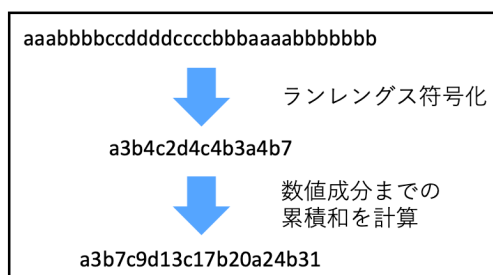


図3 ランレングス符号化

ランレングス符号化することで、文字の変化から車両挙動を推測でき、数値部分から文字の変化に要した時間を把握することができる考える。

3.3.3 車両挙動の特徴抽出

ランレングス符号化文字列の文字成分と数値成分から車両挙動の特徴を抽出する。3.1節で挙げた図1の「停車」を例に説明すると、まず文字列に対してN-gramを適用し、N文字の文字列を抽出して車両挙動を表現する。抽出した文字列のパターンと対応する数値成分を分析することにより、ブレーキの強弱といった車両挙動の特徴を抽出することができる。また、部分文字列と数値成分の累積和を対応づけることにより、文字列の順序関係を考慮することができ、同じパターンの文字列が見られた場合、数値成分を比較することにより、どの運転操作における車両挙動の文字列であるかを識別できると考える。変換された文字列の数値成分からは強めのブレーキや緩やかなブレーキの判別が可能であり、センサデータの変動が多い場合は変換された文字列の長さが大きくなるため、ポンピングブレーキを行っているかどうかを判別できると考える。したがって、本研究では自然言語処理を用いて、ランレングス符号化文字列の文字列と数値成分を分析することにより、ドライバの運転特性の抽出を行う。

4. 予備実験と考察

本章では、代表的な運転行動である「停車」を取り上げ、ブレーキ操作による車両挙動データに関する予備実験について述べる。まず4.1節では特徴抽出に用いるセンサデータの収集について述べる。次に4.2節ではブレーキ操作の違いによる車両挙動の変化についての予備実験と結果について述べる。最後に4.3節では考察を述べる。

4.1 センサデータの収集

本研究では、図4のようにスマートフォンを車両内に設置し、センサデータを収集した。スマートフォンに搭載されている3軸加速度センサ、3軸角速度センサ、3軸地磁気センサ、GPSからセンサデータを計測し、タイムスタンプとともに記録する。加速度、角速度、地磁気のサンプリングレート50Hzで収集し、GPS(位置情報)のサンプリングレートは10Hzとした。ここで、車載スマートフォンのZ軸加速度が進行方向の加速に対応する。本実験では、「停車」における車両挙動を対象に緩やかなブレーキ操作を行う場合と強めのブレーキ操作を行う場合の2種類のデータ収集を行った。実験環境として、平坦で交通量の少ない直線道路で車速度40km/h時の状態からブレーキ操作を行い、車両が停止するまでの車両挙動データを収集した。各ブレー

キ5試行分のデータを収集し分析を行った。



図4 スマートフォンの設置環境

4.2 ブレーキ操作の違いによる車両挙動の比較

運転特性の把握に向けて車両挙動の特徴抽出を行うにあたり、「停車」の運転行動においてブレーキの運転操作による車両挙動に変動の違いについての予備実験を行った。「停車」における車両挙動に着目するとブレーキ操作により減速した場合、進行方向の加速度データに特徴が現れると考え、ブレーキ操作として、緩やかにブレーキペダルを踏み操作と強めにブレーキペダルを踏み操作の2種類について分析を行った。緩やかなブレーキ操作における「停車」のZ軸加速度を図5に、強めのブレーキ操作における「停車」のZ軸加速度を図6に示す。

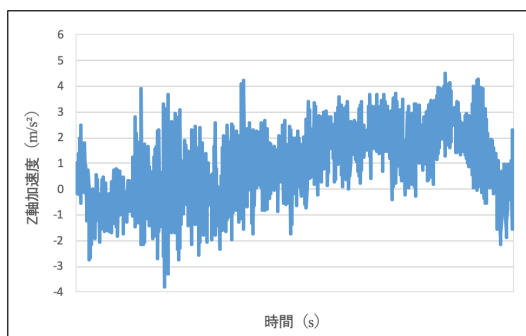


図5 緩やかなブレーキのZ軸加速度

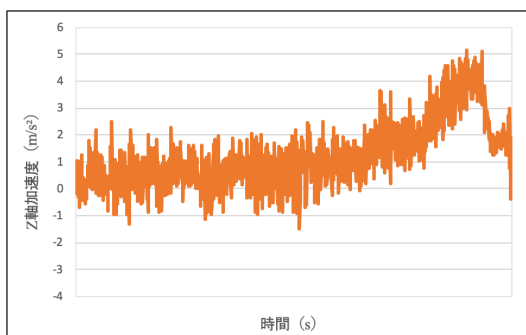


図6 強めのブレーキのZ軸加速度

図5と図6の縦軸は加速度の大きさ、横軸は経過時間を示している。図5と図6を比較すると、図5の緩やかなブレーキ操作では徐々に変化しており、図6の強めのブレーキ

キ操作では後半の加速度の変化が大きいため、強めにブレーキペダルを踏み操作の方が加速度により大きく変動していることがグラフから見てわかる。

表1は図5と図6の各ブレーキ操作の平均と分散をまとめたものである。図5と図6のグラフの時系列の後半部分を比較した場合、強めのブレーキ操作の方が加速度データの変動を見ることができたが、加速度データの分散を比較したところ、緩やかなブレーキの方が強めのブレーキ操作よりも分散が大きい結果となった。また、停車するまでの10秒間の分散について比較したところ、二つのブレーキ操作の分散の違いが見られなかった。

表1 各ブレーキ操作の平均と分散

	平均	分散	停車までの10秒の分散
緩やかなブレーキ	0.945	2.023	1.464
強めのブレーキ	1.213	1.430	1.428

4.3 考察

本研究では、運転行動の一つである「停車」における車両挙動をセンシングし、ブレーキ操作の違いからセンサ値がどのように変動するかを確認した。収集したセンサデータをグラフして可視化したところ、後半の時系列部分に違いを見ることができた。しかし、各ブレーキ操作の統計量を算出し比較したところ、緩やかなブレーキ操作の分散が強めのブレーキ操作の分散よりも大きい値となり、緩やかなブレーキ操作の方がセンサデータの変動が大きい結果となった。考えられる原因として、データ収集時にノイズと一緒に計測されたことと車載スマートフォンの固定があまく、スマートフォンの固定に使用していたスマートフォンホルダーが小さな揺れにより振動していたことが考えられる。また、本予備実験の分析ではデータの前処理は行っておらず、生データで分析していたため、期待する結果を得られなかったと考えている。そのため、データ収集時のノイズを減少するために、計測デバイスの設置箇所の検討を行う必要がある。本予備実験では、生データでの分析を行っていたが、ノイズによる分析結果の影響を受けたため、収集データをSAXに適用することでデータの抽象化を行い、ノイズによる分析結果の影響を受にくくすることができると考える。

5. まとめ

本研究の最終目的は、周辺環境を考慮したドライバーの運転特性の把握である。そのための要素技術として、車載センサのセンサデータをSAXに適用して運転特性の特徴量の抽出する。関連研究における問題として挙げた生態信号による運転感覚、クラスタリングによるドライバーの運転傾

向の分類を考慮して、運転操作によって現れる車両挙動の分析を行う。分析を行うために、収集するセンサデータとして、3軸加速度データ、3軸角速度データ、3軸磁気データとGPSを車載スマートフォンより収集を行った。

今後は、収集したセンサデータをSAXに適用して、ランレングス符号化やN-gramといった自然言語処理を用いることによって、運転行動における運転操作ごとの車両挙動の特徴を抽出する。

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] 青木啓二, 自動運転車の開発動向と技術課題: 2020年の自動化実現を目指して, 情報管理, Vol.60, No.4, pp.229-239 (2017).
- [2] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT総合戦略本部) (2019), 官民 ITS 構想・ロードマップ 2019, <<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf>>, (参照 2019/10/14).
- [3] SAE International, Taxonomy and Definitions for Terms, Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, J3016_201806, pp.1-35 (2018).
- [4] 三井住友海上火災保険, あいおいニッセイ同和損害保険, インターリスク総研 (2016), 自動運転車および行動実証実験に関する消費者の意識調査, <http://www.ms-ins.com/news/fy2016/pdf/0907_1.pdf>, (参照 2019/10/14).
- [5] 嶋田淳, 河原健太, 城戸恵美子, 朴信映, 吉武良治, 自動運転車両における運転者の不安感評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.19, No.4, pp.333-342 (2017).
- [6] 高橋 宏, ドライバの個性を考慮した運転支援制御, 計測と制御, Vol.45, No.3, pp.237-242 (2006).
- [7] 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)
- [8] 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).
- [9] 赤松 伸樹, 河辺 徹, 合原 一究, 盾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).
- [10] 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).
- [11] 平松 真知子, 張 化先, 根元 英明, 伊藤 勇希, 山崎 勝, 寸田 剛司, 自動走行における運転スタイル個人総合手法の提案, 自動車技術会論文集, Vol.49, No.4, pp.818-824 (2018).
- [12] 古賀 あやめ, 奥田 裕之, 田崎 勇一, 鈴木 達也, 原口 健太郎, 康 子博, 運転個性を反映したモデル予測型自動運転システム — 評価関数推定手法の提案 —, 自動車技術会論文集, Vol.47, No.6, pp.1431-1437 (2016).
- [13] Pimwadee Chaovalit, Chalernpol Saiprasert and Thunyasiit Pholprasit, A Method for Driving Event Detection Using SAX with Resource Usage Exploration on Smartphone Platform, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, Vol.2014, No.1, pp.1-11 (2014).