

## 機械学習を用いた冬期環境におけるドライバの複合生体データへの影響分析

東海林 悠斗<sup>†</sup> 齋藤 敬<sup>‡</sup>秋田県立大学大学院 システム科学技術研究科<sup>†</sup> 秋田県立大学 システム科学技術学部<sup>‡</sup>

## 1. 背景・目的

道路幅員別交通事故件数の推移を見ると、減少傾向であるものの、生活道路では幹線道路と比較して、減少幅が小さいことが示されている。また、冬期の交通事故死者・負傷者数は他期より多く、積雪や路面凍結、吹雪による視界不良がドライバに与える影響は大きいと考えられる。このような冬期環境に特異的な道路状況の改善に繋げるため、本研究では、ドライビングシミュレータ(DS)による冬期環境を想定した交差点道路での実験を通じ、運転中の脳血流量、脈拍数、脳波、皮膚電位、筋電位を計測し、複合生体データに対する機械学習を用いた分析を行う。分析に際しては被験者を運転特性別に分類し、各被験者の特徴を評価結果から考察する。

## 2. 実験環境

本研究では、2種類のDSを使用した。1つ目は新規型の自作DS(新規型DS)である。特徴として、Unreal Engine[Epic Games]を用いたオープンソースシミュレーションツールCARLAを使用しており、従来型の課題である現実と乖離した描写を削減し、非常に高いグラフィックを実現している。2つ目は従来型の6軸DS(従来型DS)である。特徴として、実際の自動車の運転席を模擬した造形となっており、6軸モーションセンサも搭載し、普通車とほぼ同等の運転操作が可能である。

脳活動量計測には、携帯型脳活動計測装置HOT-2000[(株)NeU]を使用した。装置の特徴として、過去回想や未来予測と関連する前頭極、前頭前野背外側部の血流計測が可能である。計測点は右脳側、左脳側で2チャンネルあり、脈拍数も同時に計測できる。脳波・皮膚電位・筋電位の計測には、運動機能計測装置biosignalsplux[(株)クレークト]を使用した。以上の装置は、ゲル付き使い捨て電極を介して、被験者に装着する。脳波用は後頭部に、皮膚電位用は左手の人差指と薬指の第2関節と第3関節の間に、筋電位用は右腕の筋繊維に各電極を取り付ける。

Machine Learning based Analysis of Driver's Composite Biometric Data in Winter Environments

<sup>†</sup>Yuto Shoji    <sup>‡</sup>Takashi Kei Saito

<sup>†</sup>Graduate School of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University, Akita, Japan

<sup>‡</sup>Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University, Akita, Japan

## 3. 提案手法

## 3.1 複合生体データ

脳の血流変化を非侵襲的に計測する機能的近赤外分光法(fNIRS)に基づき、脳血流量変化を計測する。計測原理は、1977年に報告されたJöbsisによる近赤外光を用いた脳血流のヘモグロビン酸素化度の測定に基づく[1]。近赤外光は波長が700~1000nmの電磁波で、波長が350~700nmの可視光と異なり、生体透過性が高い特性を持つ。

脈拍数は、一定時間で身体各部の血管が拍動する回数のことである。生体電気信号は、動物や植物などの生物の生命活動に伴って発生する電位のことであり、脳波(EEG)や皮膚電位(EDA)、筋電位(EMG)等が存在する。これらは非侵襲的に計測できるため、人体に影響を与えることなく、脈拍変動や生体の電位変化を計測する。

## 3.2 機械学習アルゴリズム

本研究での時系列学習のアルゴリズムとして、LSTM(Long Short-Term Memory)[2]を用いた。精度向上のためのLSTMの多層化を実装した。

## 3.3 評価指標

評価指標には、平均平方二乗誤差(RMSE)を用いた。RMSEは、次式によって定義される。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (1)$$

ここで、 $y_i$ 及び $\hat{y}_i$ は、複合生体データ変化の実測値及び予測値を表す。本研究では、交差点道路走行前の区間を訓練データ、走行後の区間をテストデータとした。RMSEの値が大きい場合、走行している道路環境により、複合生体データに変化が生じやすく、ドライバに与える影響が大きいと意味付ける。一方で、RMSEの値が小さい場合、複合生体データに変化が生じにくく、ドライバに与える影響が小さいと意味付ける。

## 4. 実験条件

## 4.1 交差点道路構築

交差点道路構築として、交差点や車線等を設計できる対話型エディタRoadRunner[Mathworks]を用いた。本研究では、RoadRunnerと従来型DSでの交差点道路を作成した。被験者として、秋田県立大学の学生16名を募集し、走行実験を実施した。実験では、夏期と冬期の交差点道路を想定し、季節によるドライバの複合生体データ

表 1. 各被験者の新規型 DS による各実験条件下での RMSE 値

被験者	季節: 夏・時間帯: 昼						季節: 冬・時間帯: 昼					
	脳血流量		脈拍数	生体電気信号			脳血流量		脈拍数	生体電気信号		
	左脳	右脳		EEG	EDA	EMG	左脳	右脳		EEG	EDA	EMG
#12	<b>0.305</b>	<b>0.069</b>	0.905	<b>23.365</b>	0.136	0.291	0.055	0.047	<b>0.984</b>	22.215	<b>1.175</b>	<b>0.475</b>
#4	0.050	0.059	<b>3.941</b>	25.945	<u>9.910</u>	0.192	<b>0.077</b>	<b>0.109</b>	1.203	<b>26.112</b>	<b>10.571</b>	<b>0.193</b>
#16	<b>0.726</b>	<b>0.026</b>	0.811	19.442	1.729	0.161	0.038	0.015	<b>0.942</b>	<b>19.697</b>	<b>2.215</b>	<b>0.197</b>
#2	<b>0.070</b>	<b>0.104</b>	1.106	<b>30.557</b>	1.065	<b>0.455</b>	0.064	0.047	<b>5.949</b>	28.115	<b>2.185</b>	0.428

の変化を比較した。図 1 に新規型 DS，図 2 に従来型 DS での走行道路を示す。夏期と冬期の道路の違いは，路面の摩擦係数が異なり，滑りやすくなっている。天候も変動し，夏期よりも視界不良となる。道路の詳細は，山道走行，バイパス道路，一車線道路，住宅街道路の交差点で直進・左折・右折の走行がある。



図 1. 新規型 DS での住宅街道路交差点



図 2. 従来型 DS での住宅街道路交差点

#### 4.2 被験者分類

走行実験開始前に運転特性と雪道運転特性を調査するアンケートを実施した。各特性の平均値を取り，群分けを行った。被験者を各群から 1 人ずつ選出し，評価結果を比較した。

- ◆ 運転特性・雪道運転特性がともに高い群を両高特性群とし，被験者 12 を選出した。
- ◆ 運転特性が低く，雪道運転特性が高い群を雪道高特性群とし，被験者 4 を選出した。
- ◆ 運転特性が高く，雪道運転特性が低い群を雪道低特性群とし，被験者 16 を選出した。
- ◆ 運転特性・雪道運転特性がともに低い群を両低特性群とし，被験者 2 を選出した。

#### 5. 評価結果・考察

各被験者の新規型 DS による各実験条件下での RMSE 値を表 1 に示す。各実験条件下での比較時に

大きい方の RMSE 値を生体データごとに太字で，各被験者での比較時に最も大きい RMSE 値を示した被験者の値を生体データごとに下線で示す。

##### 5.1 両高特性群に対する分析

被験者 12 の冬期時の RMSE 値が大きく示された生体データは，脈拍数，EDA，EMG であり，EDA に関しては夏期時と比較し，1.039 上昇した。

##### 5.2 雪道高特性群に対する分析

被験者 4 の冬期時の RMSE 値が大きく示された生体データは，脳血流量の左脳側，右脳側，EEG，EDA，EMG であり，EDA に関しては夏期時と比較し，0.661 上昇した。

##### 5.3 雪道低特性群に対する分析

被験者 16 の冬期時の RMSE 値が大きく示された生体データは，脈拍数，EEG，EDA，EMG であり，特に EDA は夏期時と比較し，0.486 上昇した。

##### 5.4 両低特性群に対する分析

被験者 2 の冬期時の RMSE 値が大きく示された生体データは，脈拍数，EDA であり，脈拍数に関しては夏期時と比較し，4.843 上昇した。

##### 5.5 総合考察

以上より各被験者で脈拍数，EDA に対して与える影響が大きいことが示唆された。冬期道路における事象である路面凍結によるスリップが起因して，生体データの変化が顕著に出現したと考えられる。また，被験者 2 及び 4 は，他被験者よりも RMSE 値が大きく示された。両者とも運転特性が低い群に分類され，運転特性による生体データの変化の違いが出現したと考えられる。

#### 6. まとめ

DS での走行実験において，複合生体データへの影響から各被験者の特徴を分析，考察した。今後は，道路構築の再現度向上，走行実験の拡張及び分析の精度向上に努める。

##### 参考文献

- [1]Jöbsis FF, "Noninvasive infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters," Science, Volume.23, No.198, pp.1264-1267, 1977.
- [2]Sepp Hochreiter, Jürgen Schmidhuber, "Long Short-Term Memory," Neural Computation, Volume.9, Issue.8 November 15, pp.1735-1780, 1997.