

# 心拍センサーを利用した運転時における心的状態の解析

S16174 三川 桃果

## 1. はじめに

現在、交通事故対策として先進安全自動車の開発が進んでいる。これに加え、運転者の緊張時や疲労時、リラックス時などと言った心的状態を把握することができれば、心的状態に応じた運転支援が可能となる。本研究では、スマートウォッチに搭載された心拍センサーを利用し、道路状況や運転操作により運転者の心的状態がどのように変化するか、解析を行った。

昨年度の研究で、簡易脳波センサーにより運転時の心的状態の変化が確認でき、本年度前期までの研究で心拍数の増減によっても心的状態の変化を捉えることが可能であると確認できた。本研究では、運転時の心的状態の変化のパターンをより詳しく解析するため、簡易脳波センサー、心拍センサーの解析結果に加え、自律神経機能の評価として用いられている LF/HF との心的状態を比較した。また、心拍データと LF/HF データを用いて道路状況、運転操作と緊張状態、リラックス状態の関連性を調べた。

## 2. 心的状態の判定方法とデータの取得方法

心的状態の判定は、自律神経系である交感神経と副交感神経のどちらが優位に働いているかで判定することができる。本研究では自然な運転状態に近いデータを取得するために、可能な限り運転者への負荷が少ない比較的簡易な測定装置であるスマートウォッチを使用し取得した心拍データと、そこから算出した LF/HF データ<sup>1)</sup>を用いて運転時のシーンごとの心的状態の判定を行う。

## 3. 実験方法

本大学周辺に約 4.9km のテストコースを設定し、被験者4名に実験を行った。テストコースには一車線道路、事故多発地点を含む二車線道路、

事故多発地点を含まない二車線道路、車線のない狭い道路を含んでいる。

道路状況を把握するため、車載カメラ(Drift 社製 HD Ghost)を使用し、運転時の状況の撮影を行った。運転操作を把握するため、スマートフォン(HUAWEI P20 lite)の加速度センサーを利用し、前後左右の加速度の状態を記録した。心的状態を把握するため、心拍センサーを搭載したスマートウォッチ(Kingwear 社製 KW88)を使用し、心拍数を記録した。心拍データと比較するため、簡易脳波センサー(B-Bridge 社製 B3 Band)を使用し、緊張状態の値とリラックス状態の値を記録した。これら各データは、毎秒5回ずつ記録した。

## 4. 解析方法

本研究で開発されたQCAM<sup>2)</sup>を使用し、取得したデータの解析を行った。これは、各センサーで得られたデータから変化の特徴ごとにシーン分割を行うことが可能である。また、算出した LF/HF の値も追加することが可能である。これにより、シーンごとにデータの解析が可能であり、各データの平均値や標準偏差などの統計解析や、各データの上昇や下降、一定などの定性的な変化を解析することが可能である。

## 5. 解析結果

### 5.1 脳波及び心拍データと LF/HF の一致状況

脳波データ、心拍データ、LF/HF データを QCAM で解析し、その結果から、心的状態の一致率を比較した。(図1参照)



図1 一致率の算出例

表1は、各データを統計解析し、定量的な変化の一致状況を比較したものである。表2は、各データを定性解析し、上昇や下降、一定などといった定性的な変化の一致状況を比較したものである。HR は心拍数、A は脳波の緊張状態の値、M は脳波のリラックス状態の値である。

表1 定量的な変化の一致率

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	平均
HRとA	17.2%	24.1%	39.5%	20.0%	25.2%
HRとM	34.5%	31.0%	34.9%	33.3%	33.4%
LF/HFとA	37.9%	44.8%	37.2%	26.7%	36.7%
LF/HFとM	48.3%	51.7%	37.2%	36.7%	43.5%
HRとLF/HF	44.8%	24.1%	34.9%	20.0%	31.0%

表2 定性的な変化の一致率

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	平均
HRとA	34.5%	41.4%	55.8%	26.7%	39.6%
HRとM	48.3%	41.4%	46.5%	40.0%	44.0%
LF/HFとA	37.9%	55.2%	46.5%	50.0%	47.4%
LF/HFとM	58.6%	55.2%	62.8%	43.3%	55.0%
HRとLF/HF	69.0%	51.7%	51.2%	43.3%	53.8%

各被験者の一致率の平均を比較すると、どちらの解析においても HR より LF/HF の方が脳波データとの一致率が高い。この結果から、HR よりも LF/HF の方が比較的心的状態を反映していると考えられる。このことから、LF/HF データの方が心拍数より脳波に近いパラメータであると考えられる。

## 5.2 シーンにおける心的状態の関連性

表3は、被験者ごとに道路状況、運転操作と心拍数、LF/HF の定性解析を行い、シーンにおける心的状態の共通点をまとめたものである。

表3 シーンにおける心的状態の関連性

道路状況	緊張状態	リラックス状態
single	・対向車とのすれ違い時 ・停止時 ・左折時 ・カーブ走行時	・対向車とのすれ違い時 ・停止時
two	・危険地帯(合流地点)走行時 ・停止時 ・右折時 ・左折時 ・合流時	・危険地帯(分岐)走行時 ・危険地帯(上り坂)走行時 ・停止時 ・合流後
narrow	・カーブ走行時	・左折時 ・加速時

一車線道路では、ハンドル操作が必要な左折時やカーブ走行時に緊張状態が見られた。また、対向車とのすれ違い時や停止時では、前方を走行する車の存在など、交通の状況によって緊張

することもリラックスすることもあると分かった。

二車線道路では、右折時や狭い道路への左折時、合流時に緊張状態が見られた。反対に、合流後ではリラックス状態が見られた。また、危険地帯走行時、停止時においては、交通の状況によって緊張することもリラックスすることもあると分かった。

狭い道路では、カーブ走行時に緊張状態が見られた。反対に、広い道路への左折時や周囲に走行する車が存在しないシーンでの加速時ではリラックス状態が見られた。

## 6. 考察

心拍データよりも LF/HF データの方がより脳波データに近いことから、心的状態の解析には、LF/HF データを使用すると、より詳しく解析できると考えられる。

シーンにおける心的状態の関連性では、同じシーンでも周囲に走行する車の存在や周辺の見通しの良さなど、交通状況によって緊張状態になることもリラックス状態になることもあるため、心的状態によって適切な運転支援情報の提供を行うことで安全運転の支援ができると考えられる。

## 7. おわりに

本研究から、スマートウォッチに搭載された心拍センサーを利用し、道路状況や運転操作により運転者の心的状態の変化を捉えることができた。

今後は、実用化のため、計測と同時に解析し、情報提供をするシステムに発展させることが課題であると考えられる。

## 8. 参考文献

- 1) 秋山早弥香, 加藤由花, “QOL 可視化システムのための脈拍センサを用いたストレス状態推定手法”, 情報処理学会第 77 回全国大会, pp.129-130, 2015.3.
- 2) Hironori Hiraishi, "Scene based qualitative analysis and modeling tool for situated cognition", 17th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI\*CC2018), 2018.7.