

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

平石研究室

S16174 三川桃果



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．しかし，その機能には限界があるため人が安全運転に努める必要がある．
- 心的状態に応じて付加的な案内情報を提供することで，安全運転の支援を行うことができるのではないか？



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のか，解析を行った．

前期のまとめ

- 前期では、被験者1名に実験を行った。
 - ・本大学周辺にテストコースを設定し、運転時のデータを収集。
 - ・収集したデータ(道路状況, 加速度データ, 心拍データ)をシーン分けし、解析を行った。



心拍数の増減により、運転時の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。

後期の取り組み

- 後期では、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、2つの取り組みを行った。
- ① 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。
- ② 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。

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.
- 本研究では、自然な運転状態に近いデータの取得を目標としているため、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データを用いて運転時のシーンごとの心的状態の判定を行う.

実験方法

- 本大学周辺に約4.9kmのテストコースを設定
 - 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
- 被験者4名がテストコースを走行
- 運転時のデータ収集
 - 道路状況を撮影
 - 加速度データを記録
 - 心拍データを記録
 - 脳波データを記録



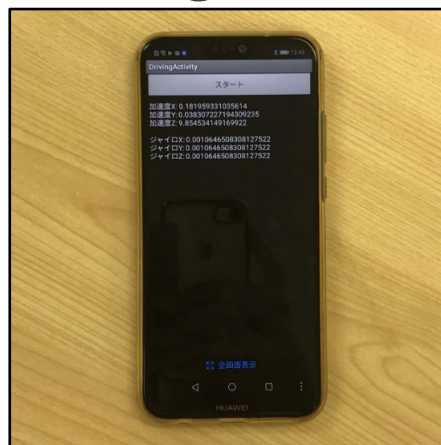
テストコース

使用機材

- 車載カメラ(Drift社製HD Ghost)…道路状況の撮影
- スマートフォン(HUAWEI P20 lite)…加速度データの記録
- スマートウォッチ(Kingwear 社製 KW88)…心拍データの記録
- 簡易脳波センサー(B-Bridge 社製 B3 Band)…脳波データの記録



道路状況の撮影



加速度データの記録



心拍データの記録



脳波データの記録

解析方法

- 本研究室で開発されたQCAMを使用し、取得したデータの解析を行う。
- 道路状況，運転操作(加速度)，心拍数，脳波，LF/HFの5種類のデータを変化の特徴ごとに比較。
- それぞれのデータを比較し，どのような関連性があるのか解析を行った。

時間	心拍数	脳波	加速度	LF/HF			
37800	115.4246	3.8	59	0.067038	9.797073	2.317587	1.840173
38000	115.1431	2.4	64	0.296881	9.519346	2.020706	1.840173
38201	115.1431	1	69	-0.03831	9.672575	2.03986	1.840173
38400	115.1431	1	70.6	0.114922	9.433155	2.202666	1.840173
38600	115.1431	1	72.2	-0.01915	9.442732	2.164358	1.840173
38800	115.1431	1	73.8	0.277727	9.548077	2.317587	1.840173
39001	115.1431	1	75.4	0.23942	9.653421	2.020706	1.840173
39200	114.1423	1	77	0.086191	9.844957	1.762132	1.840173
39400	114.1423	3.4	76.6	0.268151	9.682152	1.723825	1.840173
39600	114.1423	5.8	76.2	0.086191	9.624691	1.886631	1.840173
39800	114.1423	8.2	75.8	0.047884	9.481039	2.06859	1.840173
40001	114.1423	10.6	75.4	0.047884	9.433155	2.126051	1.840173
40200	113.0529	13	75	-0.00958	9.634268	1.905785	2.172706
40401	113.0529	13.6	80	0.392649	9.605537	1.742979	2.172706
40600	113.0529	14.2	85	0.124498	9.576807	1.944092	2.172706
40801	113.0529	14.8	90	0.268151	9.557653	2.049437	2.172706
41000	113.0529	15.4	95	0.383072	9.5385	1.991976	2.172706
41200	113.0529	16	100	0.143652	9.844957	1.905785	2.172706
41400	111.7873	18.8	97.4	0.316035	9.825804	2.087744	2.172706
41601	111.7873	21.6	94.8	0.258574	9.854534	1.685518	2.172706
41800	111.7873	24.4	92.2	0.095768	9.385271	1.819593	2.172706
42000	111.7873	27.2	89.6	0.258574	9.787497	1.235408	2.172706

解析データの一部

脳波及び心拍データとLF/HFの一致状況①

- 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.
- 解析に使用したツールは, QCAMのStatistical AnalysisツールとQualitative Analysisツールである.

一致率の算出例



脳波及び心拍データとLF/HFの一致状況②

《定量的な変化の一致状況》

- QCAMのStatistical Analysisツールの解析結果の一致状況を表に示した.
- Statistical Analysisツールは各データの平均値などの統計解析を行うことができる.

	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%

脳波及び心拍データとLF/HFの一致状況③

《定性的な変化の一致状況》

- QCAMのQualitative Analysisツールの解析結果の一致状況を表に示した。
- Qualitative Analysisツールは各データの上昇や下降，一定などといった定性的な変化を分析することができる。

	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%

脳波及び心拍データとLF/HFの一致状況④

- 各被験者の一致率の平均を比較すると、定量的と定性的の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。

シーンにおける心的状態の関連性①

➤ 被験者ごとに道路状況，運転操作(加速度)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。

道路状況	緊張状態	リラックス状態
single	<ul style="list-style-type: none">・対向車とのすれ違い時・停止時・左折時・カーブ走行時	<ul style="list-style-type: none">・対向車とのすれ違い時・停止時
two	<ul style="list-style-type: none">・危険地帯(合流地点)走行時・停止時・右折時・左折時・合流時	<ul style="list-style-type: none">・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	<ul style="list-style-type: none">・カーブ走行時	<ul style="list-style-type: none">・左折時・加速時

シーンにおける心的状態の関連性②

➤一車線道路(single)

- ・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。
- ・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。

道路状況	緊張状態	リラックス状態
single	<ul style="list-style-type: none">・対向車とのすれ違い時・停止時・左折時・カーブ走行時	<ul style="list-style-type: none">・対向車とのすれ違い時・停止時

シーンにおける心的状態の関連性③

➤ 二車線道路(two)

- ・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。
- ・合流後ではリラックス状態が見られた。
- ・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。

道路状況	緊張状態	リラックス状態
two	<ul style="list-style-type: none">・危険地帯(合流地点)走行時・停止時・右折時・左折時・合流時	<ul style="list-style-type: none">・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

シーンにおける心的状態の関連性④

➤ 狭い道路(narrow)

- ・カーブ走行時に緊張状態が見られた.
- ・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.

道路状況	緊張状態	リラックス状態
narrow	・カーブ走行時	・左折時 ・加速時

考察

➤ 脳波及び心拍データとLF/HFの一致状況

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

同じシーンでも周囲に走行する車があることや、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。

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、実用化のために心拍データを計測と同時に解析し、即時に情報提供するシステムに発展させていきたい。