

注意散漫運転検出方式

酒井 寛崇[†] 清原 良三[†]

神奈川工科大学[†]

1. 背景

情報技術の発展に伴い自動運転技術に関する研究開発が活発に行われている。自動運転では、車両に搭載されたセンサ類を用いて、自動運転車両および周辺の状態から、システムが判断し走行する。しかし、普及には時間がかかることや緊急時にドライバが対応することもあるため、ドライバの誤った判断、操作などから事故が発生する可能性があり、事故の発生確率の高い場合を判断して、ドライバに知らせるなどのアシスト機能は有効と考えられる。

本論文では、高速道路等での長時間の運転によって、何らかの原因により、運転者の注意散漫状態を検出する手法を提案する。注意散漫状態では何らかのイベントに対して、脳の活性化が遅れるという仮定の元に、脳の活性化状態と人の操作の応答遅れの関係を分析し、注意散漫状態を予測する手法を提案する。

2. 関連研究

金森ら[1]は1時間程度の走行実験を行い、心拍数や脳血流等を直接的に計測し、生体反応データの分析から、混雑や道路によって運転者の走りやすさの違いを求めている。周辺状況が変わることによる走り易さという観点から有用ではあるが、間接的測定に関しては言及していない。

また、我々は、運転者が運転時に持つコンテキストと、運転時に発生するイベントから状態遷移表を作成し、各状態に危険度を設定した。また、車載情報端末機器を操作時の危険度をドライビングシミュレータ実験にて求め、注意散漫運転時の反応時間の遅れなどに関して調査した[2]。

注意散漫運転を検出した場合に、システムがどうあるべきかという観点から、ドライバが危険な状態になった際、システムによって効率的な警告を行う方法を提案もしている[3]。本論文では、脳血流と反応速度の関係をドライビングシミュレータによる実験で求め、操作ログから車内のカメラなどを利用することなくリアルタイムに注意散漫状態を発見する手法を提案する。

3. 提案手法

提案手法は以下の手順で、疲れ運転や注意散漫状態と脳血流との関係を導くこととした。

- ドライビングシミュレータを利用して長時間の運転やタスクを与えることにより注意散漫状態を生成する。
- ドライビングシミュレータを用いて事故につながるイベントを発生させることで、長時間の運転により注意散漫になった運転者

の前方車両のブレーキランプに対する反応を計測する。

- 通常状態でのブレーキランプに対する反応速度と比較検証する。

3. 基礎実験

3-1 実験環境

実験には図1に示すドライビングシミュレータと脳血流測定装置(日立製)を使用し、被験者は脳血流測定装置を装着した状態でドライビングシミュレータでの運転を行う。基礎実験として、本実験時のシナリオを決めるための基本シナリオで40分程度の運転による運転者の反応の測定とデータ測定を行った。被験者は運転免許を所有している20代の男性2名である。

実験で使用した脳血流測定装置(日立製 WOT-100)はNIRS技術を用いたウェアラブル光トポグラフィで、脳の前頭葉の血流を測定することができ、酸素量や脱酸素量を測定できる。

実験で使用した道路を図2に示す。被験者はこの高速道路を周回する形で運転を行った。入口の料金所前をスタート地点に設定した。

3-2 使用シナリオ

実験で使用したシナリオは4種類であり、疲労シナリオと事故シナリオそれぞれ2種類からなる。疲労シナリオは被験者を疲労させる事を目的とし、高速道路を1周する。事故シナリオは先行車両が急ブレーキするイベントが発生させることで、被験者の反応を測定する。

各シナリオを表1にまとめる。実験時のシナリオはa, b, c, b, c, dの順で行った。



図1 ドライビングシミュレータと脳血流計 WOT-100

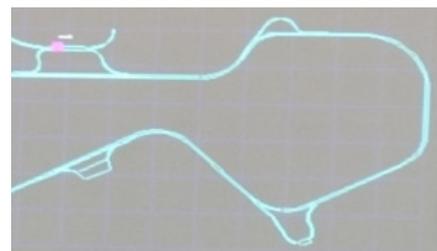


図2 高速道路全体図

表 1. 基礎実験のシナリオ

| | |
|---|------------|
| a | 事故シナリオ (1) |
| b | 疲労シナリオ (1) |
| c | 疲労シナリオ (2) |
| d | 事故シナリオ (2) |

3-3 先行車両

全てのシナリオにおいて先行車両を設置した。被験者は先行車両に追従する形で運転を行った。先行車両は速度の増減や車線変更等がある程度ランダムに行く。

4. 実験結果

被験者は先行車両に追従する形で運転し、先行車両は速度の増減や車線変更等がある程度実験結果を表 2, 3 と図 3, 4 に示す。表 2, 3 はドライビングシミュレータのログから算出した。

表 2 は事故イベント開始時から被験者がブレーキを踏み始めるまでの反応時間である。表 3 は事故イベント開始時の自車両と先行車両との車間距離である。

図 3, 4 に血流測定装置の値をグラフで示した。血流のグラフは被験者 2 名の内、1 名の右脳における血流を使用し、それぞれシナリオ 1 と 4 の事故イベント発生時のものである。横軸の単位は秒で、縦軸の単位は血流の酸素量である。図 3 は 383.6 秒、図 4 は 2392.6 秒に事故イベントが発生した。

5. 考察

表 2 より反応時間が被験者 2 名共に規則性が無いと考えられる。理由として表 3 の車間距離が長いことが挙げられる。事故イベント開始時に、自車両と先行車両との距離が空いているた

表 2 基礎実験反応時間

| | シナリオ 1 | シナリオ 4 |
|-------|--------|--------|
| 被検者 1 | 2.98 秒 | 1.80 秒 |
| 被検者 2 | 2.09 秒 | 2.38 秒 |

表 3 基礎実験車間距離

| | シナリオ 1 | シナリオ 4 |
|-------|--------|---------|
| 被検者 1 | 74.41m | 49.23m |
| 被検者 2 | 70.10m | 103.43m |

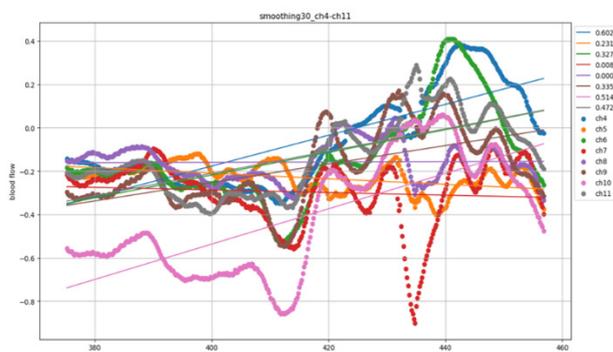


図 3 シナリオ 1 の脳血流

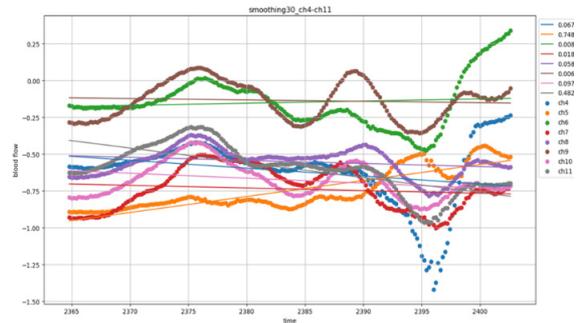


図 4 シナリオ 4 の脳血流

め、被験者は余裕を持ってブレーキを踏むなどの対応を行うことが出来たと推測される。また、これは図 3, 4 で事故イベント発生時に値の極端な変化が見られなかったことから推測できる。

図 3, 4 は図 4 が図 3 に比べ、全体的に値が上下する周期が長くなり、値自体の変化量も少なくなる傾向が見られた。これらの傾向は 2 名の被験者で、左右の脳共に同じ傾向が確認できた。

また、酸素量だけでなく脱酸素量にも同じ傾向が確認できた。この原因として、被験者の状態が最初のシナリオに比べて注意散漫になっていることが考えられる。血流の変化が時間経過で緩やかになるということは、脳の活動が不活発になりつつあるということであり、運転への集中力が途切れてきていることを示している。

また実験後、被験者の感想によると、2 名に共通して集中力を欠いていた。これらのことから、被験者は運転時間が長くなるに連れ、何かしらの原因による注意散漫状態になったと考えられる。しかし、車間距離の長さから反応時間に規則性が無く、自車両と先行車両との車間距離を一定にした実験を行い、改めて検証を行う必要がある。

6. まとめ

今後、基礎実験の結果を受け、更に検証を行うため、条件の変化や追加をした本実験を実施予定である。条件を変化する候補は走行する速度や、車間距離を一定にすることを被験者に課す等である。追加する条件は、事故イベントの増加や周辺環境の増加等が挙げられる。

被験者の反応を計測する機器も追加する方針で、カメラを用いた表情や心拍数等も計測する。実験時間も 40 分から 2 時間程度に増加し、長時間の走行が被験者に及ぼす影響を求める。また、長時間の運転で被験者が疲労状態にあることを確認する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00143 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] 金森亮ほか, "高速道路走行時のドライバー生体反応データの基礎分析," ITS シンポジウム 2018, ITS ジャパン, 2B-3
 [2] 千明優喜ほか, "ドライバのコンテキストを活用した危険性認識," 情報処理学会研究報告 CDS-21(25).
 [3] 土屋克典ほか, "運転者コンテキストを活用した危険性提示方式," 情報処理学会 DICOM2018, pp. 1134 - 1140