

運転同乗者の心拍数変化を用いた客観的評価による運転分析手法の提案

西澤 健将[†] 中島 毅[†]

芝浦工業大学[†]

1. 研究の背景

日本における自動車の事故は近年減少傾向にあるものの、いまだに全国各地で事故が多発している。令和元年中の自動車事故の発生件数は約 38 万件となっている[1]。

また自動車事故の発生原因の多くは、不注意や操作ミスなどといった、運転者の運転内容にあるとされている。このような事故の発生を未然に防ぐためには、運転者自身が自分の運転の特徴や、日頃の運転方法に潜む問題点とリスクについて識別・認知し、事故に繋がる問題点を克服していく必要がある。そのために運転者の運転に潜む問題点とそのリスクについて識別・分析し改善提案を行うことのできる運転支援機能が求められている。

2. 従来手法

運転中の危険の分析に関する従来手法として、①スマートフォンのセンサで走行速度及び角速度変化を計測し運転挙動の識別を行う運転状況分析[2]や、②運転者の心拍数上昇を検知するヒヤリハット検出手法[3]がある。

従来手法には以下の課題がある。

【①の課題】道路の形状や交通量など、実際の交通状況を考慮できないため危険の誤検出が発生する

【②の課題】運転者自身に自覚のない危険運転は検出できない

3. 提案手法

3.1 提案する危険運転検出手法

上記の従来手法の課題を解決するために、以下の2種類の危険運転の検出方法を提案する。

(1) 同乗者心拍異常を用いた実際の状況判断

従来手法①により危険を検知した際の同乗者の心拍数を計測し、“同乗者が不安を感じているかどうか”などといった心拍状態の変化による、運転に対する同乗者視点での客観的な評価により検出内容が本当に危険かどうかの評価を行う。これにより実際の状況や危険度を踏まえた危険判断を行うことを可能とし、従来研究①の課題を解決する。

(2) 同乗者心拍異常に基づく新たな危険検出

従来手法①によって危険を検知していない場面でも、同乗者心拍に異常が見られた場合、“従来手法では検出出来ない危険”が発生している可能性がある。これを検出するために従来手法②を組み合わせる。この際従来手法②において運転者ではなく同乗者の心拍数を危険検出に使用することで、同乗者目線での

客観的評価を行う。これにより運転者に自覚のない危険等も検知することを可能とし、従来研究②の課題を解決する。

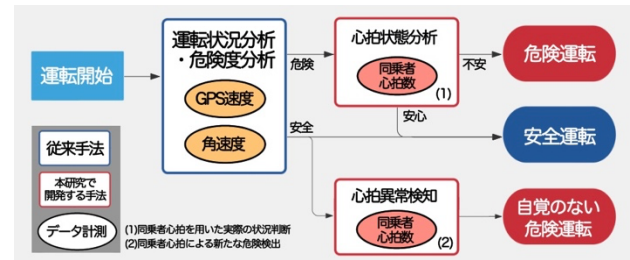


図1 提案する危険検出手法

3.2 同乗者心拍の分析方法

心拍状態を異常と判断する方法は次の2通りとする。

- (1) 心拍数急上昇：心拍数の値を直近心拍数と比較し、上昇量が閾値を超えた場合。
- (2) 高心拍数状態：直近心拍数からの上昇量が閾値以下だが、心拍数が連続的に高い状態にある場合。高心拍数状態の判定の閾値は、直近3分間の平均心拍数から決定する。これにより心拍数が相対的に高い状態に移行したタイミングを検出する。

また同乗者が危険や不安を感じてから実際に心拍数が上昇するまでのタイムラグを、文献[4]から60秒に設定した。

4. 研究手順

本研究では、提案手法を用いた危険検出システムの実装を行い、実験を通じてこの提案手法の精度及び有用性について検証した。

5. 実験概要

実際の自動車運転中に従来手法①による危険検出及び同乗者心拍数の計測を行った。

実験は1セットおよそ1時間とし、大学生16名を対象に計50セット実施した。実験時には同乗者自身が危険を感じた際にメモを取ってもらい、実験終了後ドライブレコーダの映像等を使用して実際の状況の振り返りを行い、危険度と同乗者心拍数の関係性について検証した。

「A Proposal for a Method of Driving Analysis by Objective Evaluation Using Heart Rate Change of Driving Passengers」

† 「Kensho Nishizawa・Shibaura Institute of Technology」

† 「Tsuyoshi Nakajima・Shibaura Institute of Technology」

6. 実験結果

6.1 同乗者心拍異常を用いた実際の状況判断

従来手法①によって計 56 件の危険を検出した。また検出内容について、それらを振り返りにより、危険度の分類を行なった。従来手法①によって検出された危険に対して、同乗者心拍に異常が見られたものの件数を表 1 に示す。

表 1 従来手法による危険検出結果

危険度	心拍異常のあったもの
危険度-大： 2 件	2 件
危険度-中： 11 件	5 件
危険度-小： 42 件	2 件
危険度-無： 1 件	0 件

6.2 同乗者心拍異常に基づく新たな危険検出

従来手法①によって危険を検知していない場面において、同乗者心拍に異常が見られた回数は計 142 件であった。これらの場面についてメモやビデオをもとに心拍異常の原因を確認し分類した結果を表 2 に示す。

表 2 同乗者心拍異常検出の分類結果

運転内容	対外・環境要因	感情変化	原因不明
18 件	43 件	62 件	19 件

分類項目ごとの詳細は以下の通りである。

①運転内容

- ・運転者の運転内容に対して感じた不安や危険

②対外・環境要因

- ・他車の割り込みや歩行者の飛び出し等による危険
- ・道路の形状や狭さ、視界の悪さ等による不安

③会話・感情変化

- ・会話中の興奮や驚き
- ・眠気や疲れ

また同乗者自身の運転経験の有無によって検出内容を分類すると以下の図 2 の通りとなった。

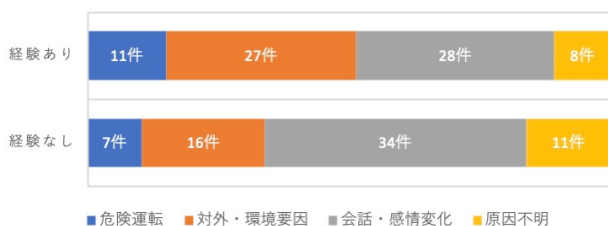


図 2 同乗者の運転経験別心拍異常分類

7. 考察

7.1 同乗者心拍異常を用いた実際の状況判断

従来手法①によって検出された危険度が高いほど同乗者心拍異常の発生率が高い傾向が見られた。また、課題である危険の誤検出について、従来手法①で検出された危険の内、危険度が無～低と判断されたものは、ビデオ等で確認したところ大部分が実際の

交通状況を考慮していない危険の誤検出であり、その際同乗者心拍は変動していないことがわかった。これにより従来手法①と同乗者心拍の組み合わせによる、実際の状況を踏まえた危険判断は、精度向上効果が期待できることがわかった。

7.2 同乗者心拍異常に基づく新たな危険検出

従来手法①によって危険を検知していない場面において、運転者の運転内容に対する不安から同乗者心拍が上昇する事象が 18 件発生していた。これらは、同乗者心拍異常によって新たな危険検出ができたものである。

一方、同乗者心拍異常の中には対外・環境要因や会話・感情変化によるものも多く発生していた。運転の危険を誤検出なく識別するためには、これらを精度高く分離する何らかの手段が必要である。

ただし対外・環境要因による心拍異常については、直接運転には関係なくとも、同乗者の運転に対する安心度や快適度を判断する上では重要な事象になると考える。そのため会話等による心拍上昇を分離することができれば、同乗者心拍数は運転全体の快適度を算出する指標として効果が期待できる。

また同乗者の運転経験の有無による分類結果から、経験がある方が運転内容・対外要因による心拍上昇の割合が高いという傾向が見られ、状況認識がよりの確に行われていることが推測できる。

8. まとめと今後の課題

運転分析における従来手法の課題を解決するための方法として、同乗者心拍数を用いた分析手法を提案した。

従来手法による危険検出において、実際の危険度が低い事例については同乗者心拍の上昇が見られなかったため、これらを組み合わせることで誤検出を減らし、より正確な危険検出を行える可能性があることが分かった。

また同乗者心拍の上昇のみによる新たな危険発見については、運転内容による危険を一定数検出出来た一方で、対外要因や会話などによる心拍上昇も多く検出してしまった。そのため同乗者心拍数を運転分析に活用するためには、これらを分離するための方法が必要となることが分かった。

参考文献

[1] 警察庁交通局: 令和元年中の交通事故の発生状況, 2020/2/18
 [2] 名城大学 大学院理工学研究科 鷲見海王他 5 名: スマートフォンを用いた運転支援システム開発の検討: 運転挙動弁別可能性の検討, 2013/07
 [3] 日本生体医工学大会 栗谷川幸代他 2 名: 心拍変化を用いたドライバのストレス計測, 2005/4
 [4] 株式会社富士通研究所 陽奥幸宏他 2 名: SVM を用いた生体信号によるヒヤリハットの検出, 2019/06