7ZB-07

運転同乗者の心拍数変化を用いた運転分析手法と有効性の評価

西澤　健将†　　中島　毅†

芝浦工業大学†

１．研究背景

現代社会において,自動車による交通事故は大きな社会問題である.交通事故の主な発生原因の一つに,運転者の操作ミスや不注意など,運転者による「不適切な運転」がある[1].不適切な運転による交通事故を防ぐためには,不適切な運転の発生を指摘し,運転者に対して改善のための提案を行う支援システムが有用である.

２．従来手法

不適切な運転を検出する手法として,運転状況分析がある（従来手法①）.運転状況分析は,センサーを用いて自動車の走行速度と角速度変化量を計測し,運転挙動の識別と危険運転の検出を行う手法である[2].この手法は急加速や急ハンドル等の検出が可能だが,交通状況を考慮できないため,運転の適切さを正しく判定できないことがあるという課題がある.

また運転中の様々な危険を検出する手法として,運転者の危険認知を用いる分析手法がある（従来手法②）.この手法は,運転者の心拍数を計測し,心拍の急上昇や高心拍数状態等の異常を検知する[3].これにより, 運転者が予期していない対外要因による危険など,危険運転に限らず様々な危険の発生を捉えることが可能である.運転者は,運転状況や交通状況を包括的に捉えているため実際の状況を踏まえた危険検出が可能である一方,運転者は主観的に状況を認識するため運転者自身が危険だと自覚していない危険運転は検出できないという課題がある.

３．提案手法

上記の従来手法の課題を解決するため,運転状況分析と同乗者の危険認知の組合せを用いた 2 種類の危険検出手法を提案する.

（１）同乗者の危険認知を用いた状況判断

従来手法①により危険運転を検知した際の同乗者心拍状態から,“同乗者が不安を感じているかどうか”などの客観的な危険認知を分析することで,実際の交通状況を踏まえた上で危険運転かどうかの判定を行う.これにより従来手法①の課題を解決する.

（２）同乗者心拍異常による新たな危険検出

従来手法①によって危険運転を検知していない場面で同乗者心拍の異常を検知した場合,従来手法では検出できない危険が発生している可能性がある.同乗者心拍を用いることで,運転者の主観に捉われず客観的に現在の状況が危険かどうかを評価できるため,危険運転を含む様々な危険をより網羅的かつ正しく検出可能とし,従来手法②の課題を解決する.

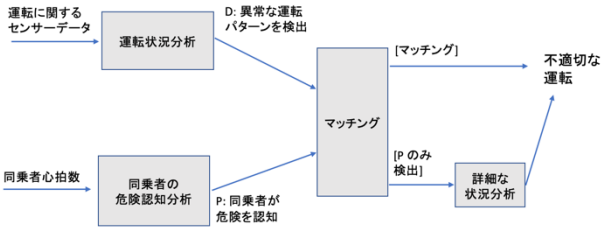

図１　提案する危険検出法

４．提案手法の有効性の評価

４．１　実験目的

まず運転中の同乗者の心拍異常出現パターンと実際の危険度を比較し,それらの関係性を調べる.これにより提案する危険検出手法において同乗者心拍を用いることの有効性を検証する.

４．２　実験結果と考察

実験は 1 セット 1 時間で大学生 16 名を対象に 50 セット実施した.実際の自動車の運転において従来手法①による危険運転の検出及び同乗者心拍数の計測を行った結果,従来手法①によって計 56 件の危険運転を検出した.これらの検出内容について,運転終了後にメモとドライブレコーダの映像を用いて実際の状況の振り返りを行い,実際の危険度ごとに分類を行なった.実際の危険度ごとに,同乗者心拍に異常が見られた件数を表 1 に示す.

表１　従来手法①による危険運転検出結果と心拍異常の一致件数

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

従来手法①による危険運転検出は,実際の危険度が高いほど同乗者心拍異常の発生率が高くなる傾向が見られた.危険度が無～低と判断された検出は,その多くが実際の交通状況を考慮していないことによる誤検出であり,これらの場面では同乗者心拍に異常が見られなかった.そのため提案手法によって実際の交通状況を踏まえた危険判断が可能となり,課題である誤検出の削減が期待できることがわかった.

A Method for Analyzing Improper Driving Using Passenger's Danger Perceptions and Validity Evaluation
† Kensho Nishizawa・Shibaura Institute of Technology
† Tsuyoshi Nakajima・Shibaura Institute of Technology

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

また従来手法①によって危険運転を検知していない場面で同乗者心拍の異常を計 142 件検出した.これらの場面について振り返り実施により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

危険運転	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.

A）危険運転
- 運転者の運転内容に対して感じた不安や危険

B）対外・環境要因
- 対外要因：他車の割込みや歩行者の飛び出し等
- 環境要因：道路の形状や狭さ,視界の悪さ等

C）会話・感情変化
- 会話中の興奮や驚き
- 眠気や疲れ

同乗者心拍異常の発生原因には,従来手法①で検出できていない危険運転が含まれていた.その多くが運転者に自覚のないものであった.また危険運転以外による危険として,対外・環境要因による心拍異常も多く見られた.これらのことから,同乗者について以下がわかった.

- 運転を客観的に評価し,危険運転を認知している.
- 危険運転以外の運転中の危険も幅広く捉えている.

一方で会話など運転中の危険と関係のない心拍異常も多く発生しており,これらを分離する手段が必要となる.

これらの結果から,同乗者心拍を用いた運転分析は,実際の状況や発生した危険を客観的に捉えることができる反面,運転中の危険ではないケースも多く含んでしまうことがわかった.

５．運転者と同乗者の心拍変動の比較分析

５．１　実験目的

次に運転者心拍と同乗者心拍の変動について比較検証を行い,心拍異常の出現パターンの差異の分析を行う.これにより両手法の組み合わせによる,より正確な運転分析の可能性について検討する.

５．２　実験結果と考察

実験１と同様,実際の自動車運転中に各手法による計測を計5時間実施した.自動車の運転中に運転者及び同乗者の心拍数を計測し,異常を検知した場面について振り返りを行なった.心拍異常の組み合わせと発生原因の分類結果を表３に示す.

表３　心拍異常の組み合わせと原因分類結果

心拍異常	危険運転	対外要因	環境要因	その他
両者とも	3 件	2 件	1 件	8 件
運転者のみ	4 件	21 件	4 件	39 件
同乗者のみ	3 件	4 件	7 件	11 件
合計	10 件	27 件	12 件	58 件

心拍異常を検出したケースの内,実際に運転者の危険運転があったものの内訳：

- 両者ともに心拍異常あり：3 件
- 運転者のみ心拍異常あり：4 件
- 同乗者のみ心拍異常あり：3 件

発生した危険運転について,運転者の自覚と心拍異常の有無の結果が一致した.また運転者に自覚がなく心拍異常もない危険運転についても,同乗者が危険だと感じていて同乗者心拍に異常があったケースが 3 件存在した.

運転者の危険運転以外の危険による心拍異常の検出

- 運転者心拍異常→対外要因のケース：21 件
- 同乗者心拍異常→環境要因のケース：7 件

運転者による対外要因の検出は,周辺状況から危険が発生する可能性を予測した場面が多い.一方で同乗者は特定の運転環境下での運転に対する不安や不快感について多く検出している.運転者は同乗者と比べて,危険の直接の対象により多くの注意を払う必要があるためにこのような違いがあると考えられる.また運転者は危険が発生する前にその可能性を捉えるケースが多いのに対し,同乗者は実際に危険が発生した後にその事実を捉えるケースが多い.

これらの検出内容の違いから,運転者と同乗者が認知できる危険の種類が異なっていることがわかる.そのためこれらの手法を組合せることで交通状況を考慮した上で実際の状況が危険運転かどうかの識別が可能になることが期待できる.

６．まとめと今後の展望

本研究では,同乗者心拍数を用いた運転分析手法を提案し,実験を通じて同乗者心拍数の有効性を検証した.また運転者心拍との比較実験を通じて検出可能項目の違いを調査し,両手法の組合せによる活用の検討を行なった.

その結果,提案手法により実際の交通状況を踏まえた客観的な危険検出が期待できることがわかった.また運転者と同乗者は認知できる危険の種類が異なるため,これらを組合せることで不適切な運転の識別が可能になることが期待できる.

今後はこれらの手法の組合せによる分析手法の確立及び,運転改善支援システムの実現を目指す.

参考文献

[1] Injury facts, “Motor vehicle safety issues”, Available from: https://injuryfacts.nsc.org/motor-vehicle/motor-vehicle-safety- issues/improper-driving-and-road-rage/, [retrieved: 12,2021]

[2] P. Wang et al. “You are how you drive: Peer and temporal-aware representation learning for driving behavior analysis.”, Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, pp.2457-2466, 2018

[3] I. Kageyama, Y. Kuriyagawa, and A. Tsubouchi, “Study on Construction of Driver Model for Obstacle Avoidance Using Risk Potential.”, In Proceedings of the 25th International Symposium on Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks, vol. 48, no. 2, pp.431-437, 2017

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.