

車両走行状態とドライバ視線の時系列変化を考慮した 運転支援情報提示の制御手法

東田悠希[†] 国本典晟[‡] 藤睿[§] 佐藤健哉^{‡§}

[†]同志社大学理工学部

[‡]同志社大学大学院理工学研究科

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

近年、道路交通の安全性や利便性の向上を目的とした様々な運転支援機能が普及したことにより、ドライバが走行中に取得する情報が増加している。現在の車両の速度やナビゲーション情報など様々な運転支援情報をドライバに提示する方法として、車両のフロントガラスに虚像を投影することで視覚的に情報を伝えるHUD (Head Up Display) がある。HUDは従来のカーナビゲーションのように、HDD (Head Down Display) で表示する場合と比較して脇見運転をせずに情報の取得が可能な点や、HDDよりも早期に情報を取得できる点で優れており、これを用いて運転支援を行うための機能開発が行われている。しかし、ドライバにあらゆる運転支援情報を提示した場合、ドライバの認知や判断を無視した支援はドライバにとって冗長なものとなり、既に認知している歩行者などの警告による煩わしさや過剰な情報提示による注意力の低下が原因となって、運転の安全性を損なう可能性がある。したがって、ドライバのディストラクション (意識の脇見) を考慮した機能や運転支援機能の冗長性の排除が必要となる。そのため、ドライバが必要とする適切な情報を適宜提示するような運転支援情報の制御が必要である。

運転支援情報の制御方法として、ステアリングのふらつき度合といった車両走行状態からドライバが受ける負担を予測し、提示する情報の制御を行った研究 [2] があるが、この手法ではドライバが周囲環境に対して認知をどの程度行っているかは考慮していない。ドラ

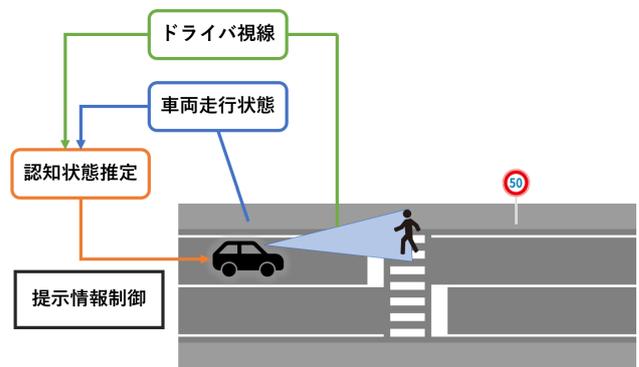


図 1: 提案手法の流れ

イバは主に視覚から情報を取り入れることにより周囲環境を認知するため、周囲の歩行者などへのドライバの注視を示すドライバ視線はドライバの認知状態を推定するための重要な情報である [3]。

本研究では、車両走行状態とドライバ視線を用いてドライバの周囲環境に対する認知状態を推定し、推定結果に基づいて提示する運転支援情報を制御する手法を提案する。

2 提案手法

2.1 概要

本研究では、車両走行状態とドライバ視線を時系列データとしてLSTM (Long short-term memory) を用いて、ドライバの認知状態を推定する。推定したドライバの認知状態に応じてドライバに必要な情報と必要でない情報を分類し、提示する情報を制御することでドライバのディストラクションを考慮した運転支援を行う。これらの流れを図1に示す。

Control Method of Presenting Driver Assistance Information Considering Time Series Changes in Vehicle Driving Conditions and Driver's Gaze

Yuki Higashida[†], Tensei Kunimoto[‡], Teng Rui[§] and Kenya Sato[‡]

[†]Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

[‡]Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

[§]Mobility Research Center, Doshisha University

2.2 認知状態の推定

ドライバの運転行動は、認知、判断、操作の3つのプロセスによって構成されており、認知が十分であればその走行環境に応じた操作がなされ、認知が不十分であれば交通規則を逸脱した操作や危険な操作に発展する恐れがある。したがって、運転において車両の操作を詳細に把握することが出来れば、ドライバの認知状態を推定することができるため、様々な車両走行状態をドライバの認知状態の推定に用いる。また、ドライバ視線はドライバの認知状態の推定に重要である [3] ため、ドライバの認知状態を推定する特徴量として、車両速度、車両加速度、ステアリング角度、アクセル操作量、ブレーキ操作量、視線座標（座標平面）を用いる。

これらの特徴量を用いて LSTM による推定モデルを構築する。車両走行状態とドライバ視線を構築した推定モデルにテストデータとして投入し、ドライバが周囲環境を認知している状態と認知していない状態を推定する。

2.3 提示情報の制御

提示情報の制御を行うにあたり、前節より推定モデルが導出した認知状態の推定結果を用いる。認知状態の推定は、歩行者や他車両といった道路利用者や道路標識、路面標示などを対象としてそれぞれに行われる。認知状態の推定結果は認知している場合と認知していない場合との分類問題として扱い、本研究では推定結果の確率値に対する閾値は仮に設定した固定の値とする。推定モデルが認知していると推定した対象と対応する HUD の機能は運転支援情報を提示しないものとし、推定モデルが認知していないと推定した対象と対応する HUD の機能は運転支援情報の提示を続行することでドライバの認知状態を考慮した提示情報の制御を行う。

3 評価

3.1 実験

本研究の実験では、フォーラムエイト社の UC-win/Road Ver.15 を用いたドライビングシミュレータによる被験者実験を行う。また、認知状態の推定に必要な視線座標の取得には Microsoft の HoloLens2 を使用する。

ドライビングシミュレータの実験コースには、認知状態を推定する対象として歩行者と道路標識を設置し、コース環境は昼間晴天と夜間雨天の2パターンを設定する。また、HUDへの運転支援情報の提示方法として、全ての情報を継続して提示する方法、情報を何も

提示しない方法、ステアリングを用いる運転負担推定法と提案手法の4パターンを用意し、各被験者は計8パターンの走行環境を走行する。

3.2 評価方法

ドライビングシミュレータの走行後にアンケートによって各実験コースにおける認知対象の歩行者と道路標識を認知することが出来たかを被験者に回答させ、ドライバの認知対象への主観的な認知状態を記録する。走行後に実際の歩行者、道路標識の位置と照合して認知状態の正否を評価する。また、ドライビングシミュレータの運転ログより実験コース走行中の車両のステアリングと最大減速度、衝突率を取得することで、走行中の車両のふらつき度合いや急ブレーキ、事故の発生の有無を測定しドライバの運転行動が適切なものであったかを評価する。これらを各走行パターンにおいて行い、ドライバの認知対象への認知率を算出し、各提示方法間で比較することで提案手法の有効性を評価する。

また、走行後のアンケート結果と LSTM の推定結果について混同行列を導出し、提案手法の精度を測ると共に、推定に用いたどの特徴量が推定結果により影響を与えていたかを考察する。

4 まとめ

本研究では、ドライバに提示する運転支援情報において、ドライバの認知状態を考慮した運転支援を行うために、車両走行状態とドライバ視線よりドライバの認知状態を推定し、提示する情報の制御を行う手法を提案した。複数の走行環境においてドライビングシミュレータによる被験者実験を行い、ドライバの認知対象に対する認知率から提案手法について認知精度の向上を確認し、有効性を示した。

本研究の一部は JSPS 科研費 20H00589 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 松林 翔太, 三輪 和久, 山口 拓真, 神谷 貴文, 鈴木 達也, 池浦 良淳, 早川 総一郎, 伊藤 隆文, 先進的運転支援システムにおける情報提示と行動介入の認知的・行動的影響に関する検討, 認知科学 Vol.25No.3, pp.324-337, 2018.
- [2] 青柳 宗一郎, 佐藤 晴彦, 伊東 敏夫, 山崎 健太, 吉富 輝雄, 谷澤 悠輔, 神頭 忠雄, 個人差を考慮した運転負担推定に基づくドライバへの情報制御手法, 自動車技術会論文集, Vol.49, No.1, pp.74-81, 2018
- [3] Jork Stapel, Mounir El Hassnaoui, Riender Happee, Measuring Driver Perception: Combining Eye-Tracking and Automated Road Scene Perception, Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Volume: 64 issue: 4, pp.714-731, September 29, 2020