

自動運転レベル3のためのドライバの状況に応じた 権限移譲通知手法

長谷川廉[†] 鈴木 孝幸[†] 清原 良三[†]

神奈川工科大学[†]

1. はじめに

自動運転技術の導入が、安全面、コスト面、Co2の削減などあらゆる方面から期待されている。しかしながら、不完全な状態での導入では、事故の原因となる場合も想定されているため段階的な検討がされている。中でも自動運転レベル3という段階において限定的な場所では、自動運転が許可されることになる。いったん自動運転が許可されるとドライバはスマートフォンを使用するなどによってリラックス状態となるため、ルール上はいつでも運転できる状態にいるべきとしても、スマートフォンの操作に集中する場合や居眠りをする場合が考えられる。そのため自動運転の権限移譲通知方法の研究が盛んである。

しかし現在の手法では自動運転時の状態を推定して通知を行っていない。自動運転から手動運転へ切り替わった後の事故を防止することを目的として、人の状態によって、権限移譲の通知タイミングは変わるのが妥当ではないかという仮定に基づき、生体情報から権限移譲の警告タイミングを決定する。

2. 関連研究

ドライバに権限委譲の発生を伝え、早く認知させる研究も活発に行われている。ドライバに権限委譲の要請を視覚や聴覚の他に触覚に訴える権限催促手法[1]では触覚に訴えるため自動車に搭載されているシートベルトを振動させることによって警告している。視覚や聴覚よりも認知しやすく、反応時間も短くなることが期待できる。運転時の生体情報を用いた感情推定手法[2]では感情推定に心拍変動と脳波を用い、運転中のドライバが緊急時にどのような感情で運転しているのか調査している。

3. 提案手法

本論文では自動運転レベル3の平常時における生体情報による権限移譲の警告のタイミングを決定する手法を提案する。提案手法のフローチャート(図1)では自動運転開始時に心拍計を使用して心拍の計測を始め、権限移譲区間の数十秒

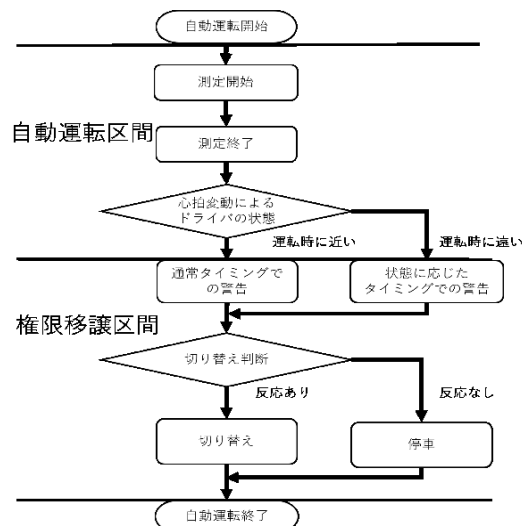


図1 フローチャート

前に計測を終了する。計測後、心拍変動を周波解析(図2)し、求められるLFとHFの比からストレス値を算出し、運転時と近いストレス値であれば通常タイミングの警告を行い、ドライバのストレス値が運転時と遠い状態であればその状態に合わせたタイミングの警告を行う。

4. 実験

平常時よりストレス値が低い状態での手動運転に近い状態への復帰に必要な時間を検証した。センシングにはBITalino(plux社)を用いて心拍を計測し、それをもとに心拍変動を求め、ストレス値を算出した。実験開始とともに計測を開始し、出口から15秒前の地点を標準の警告開始地点として、その地点から1分前に計測を終了した。ドライビングシミュレータとして自動運転シミュレーションゲーム「city car driving」

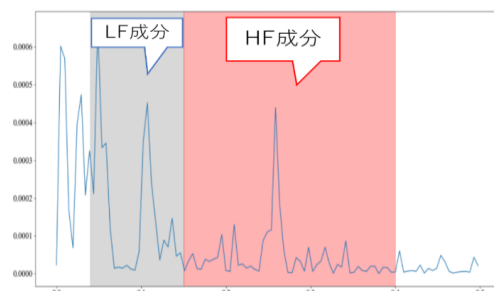


図2 周波解析

(steam 社)を用い、自動運転を再現した映像をもとに実験した。映像は自車の速度 80km/h、車線は維持した状態である。また、被験者には練習として同じコースを何度か走行させた。

事前の平常時におけるストレス値は実験直前 5 分間の計測から得られた値を用いた。平常時よりストレス値が低いと判断された場合に権限移譲のタイミングを早める。今回はストレス値が低い状態から手動運転に近い状態への復帰に必要な時間を調べるために、警告開始と設定している地点から 30 秒前、15 秒前、5 秒前に警告する 3 つパターンを用意しそれぞれ一回ずつ行った。

ハンドルの角度を記録するためにスマートフォンの加速度センサを使用した。スマートフォンの位置はハンドルの中心に設置した。加速度センサは X, Y, Z 軸に分かれており、ハンドルの角度と連動しスマートフォンの X 軸が変化するため X 軸の変化を計測した。スマートフォンの加速度計の X 軸の基準は 9.0 とする。被験者には、ストレス値が低下する傾向があるスマートフォンを注視させた。被験者には警告発生後、応答ボタンの押下と押下後、スマートフォンの加速度の計測開始し運転操作する。計測終了は映像における自車の停止と同じタイミングとした。

5. 評価

被験者の事前に計測した平常時のストレス値と秒数ごとの応答時間とストレス値(表 1)を示す。被験者のハンドルデータ(図 3)を極大値が同時刻で一致するように示す。被験者のハンドルデータはどの秒数で警告しても同じような波形になった。被験者の応答後の行動として、ハンドルの加速度を調べるために計測ボタンを押下させ

表 1 平常時のストレス値と実験での
ストレス値と応答時間

	ストレス値	応答時間
事前の計測	0.474	
5 秒	0.348	6.05
15 秒	0.377	6.11
30 秒	0.345	7.89

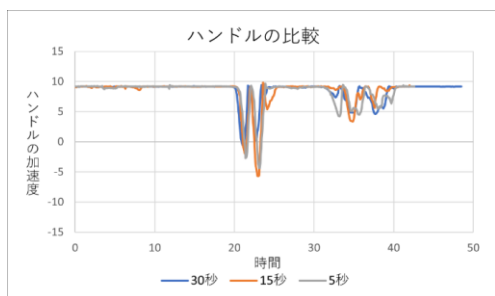


図 3 ハンドルデータ

ていたが、応答ボタンを含めた 2 段階認証を行っていた。

しかし、応答ボタンを押さずにハンドルを操作することがあった。このことから応答の計測を同期させることで、計測ミスを防止できる可能性がある。時間を追加したことによって、ハンドル操作が安定していることからリラックスした状態から手動運転時の状態への復帰ができることが検証できた。それによってドライバの状態に合わせた時間を追加することで、権限移譲後の運転操作が安定することが示された。

本実験では平常時とリラックスしている状態での検証であるためストレス値の高い状態の適切な時間を検討および、心拍変動と応答時間、ハンドルの加速度計測とともに、アクセルやブレーキの踏み加減といった入力の情報やカメラを用いたドライバの状態推定を行うことでより細かなドライバに合わせた警告タイミングの作成が可能であると考えられる。

6. おわりに

自動運転レベル 3 の平常時における生体情報による権限移譲タイミングを変更する手法の提案を行った。本実験では提案手法におけるストレス値によって権限移譲の警告タイミングを決定することによって平常時よりストレス値が低い状態での手動運転に近い状態への復帰に必要な時間を検証した。

検証した結果、復帰には 15 秒程度必要であると推測した。警告時間を一定にすることよりもリラックスした状態における権限委譲の警告を早めたことで被験者の運転操作が手動運転により近い状態になることが検証できた。

しかし今回の研究では、ストレス値をもとに 2 種の状態を判断することができたが、ドライバは様々な状態になる。今後、ドライバの状態ごとに最適な警告タイミングを作成するためにカメラなどを用いたドライバの状態推定することが必要である。また、使用していた心拍計ではなくもっと簡単に装着できるウェアラブル端末を用いることで、ドライバの負担を軽減できるため検討する必要がある。

7. 参考文献

- [1]橋本優汰, 鈴木孝幸, 清原良三 レベル 3 自動運転時の権限委譲催促手法, 情報処理学会第 83 回全国大会, 5T-03
- [2]渡辺一生, 菅谷みどり 運転時の負の感情反応分析:生体情報を用いた感情推定とその評価, 情報処理学会第 83 回全国大会, 7ZF-06