

## レベル3自動運転時の権限移譲催促手法

橋本 優汰<sup>†</sup> 鈴木 孝幸<sup>†</sup> 清原 良三<sup>†</sup>

神奈川工科大学<sup>†</sup>

### 1. はじめに

自動運転技術に関する研究開発が活発に行われており、現段階日本国内ではステアリングやアクセル、ブレーキなど一部の動作や管理をシステムが行う運転支援機能搭載車が市場投入されている。自動運転レベル3は、特定条件下でのみ自動運転可能である。つまり運転権限の委譲が発生する。

現段階での運転権限移譲即ち、自動運転と手動運転の切り替えの方法では、警告音、ヘッドアップディスプレイによる視覚への通知を行いドライバに権限移譲を促す。自動運転レベル3では、常にドライバは運転状況を監視しているはずであり、直ちに手動運転が可能はずだからである。

しかし現実には、ドライバはスマホの操作や、考え事をするなど、直ちに手動運転に戻れる状況にあるかどうかはわからない。即ち、通知が行われた際、いち早く運転動作に戻れるかどうかは問題となる。本論文ではドライバの視線・状態のモニタリングにより、手動運転可能な状態なのかを判断する手法を提案する。

### 2. 権限移譲問題

権限移譲問題は、法律を遵守していればスムーズに行くはずであるが、実際には難しい。これは交通事故が発生するのと同じである。もう一つ重要な問題が自動運転時における責任問題である。実際に2018年3月に配車サービスの米ウーバーテクノロジーズの自動運転車がアリゾナ州で歩行者の死亡事故が起こり問題となっている。車内のセーフティードライバーが過失致死罪で訴追されている。システムが歩行者との衝突を判断したのが衝突の1.2秒前となっておりシステムがドライバに対して警告を行ったのは衝突前0.7秒前だった。これでは安全性を考慮しているとは言えない。

そこでドライバの状態に応じて、いかに確実に運転権限移譲をさせるかという点が課題となる。即ち、ドライバに確実に通知し、ドライバ認知させられかである。

### 3. 関連研究と既存手法

ドライバのモニタリングに関する研究の多くは、目線検知および心拍の確認によるものである[1]。ただし、これらの研究は手動運転中の問題を見つけるものであり、自動運転中のドライバの状況を確認しているものではない。例えば、手動運転中はわき見運転が多いのは問題であるが自動運転中は許容範囲が異なる。

現実の開発中や、国外の発売車種では、ドライバの状況に関係なく、音声とディスプレイによる視覚での通知を行っている[2]。日本国内でも2020年4月に改正道交法で自動運転レベル3までの自動運転車両が公道での走行が可能となったが、高速道路など限定エリアでの自動運転のみ可能であり、居眠りや飲酒などといった行為は禁止されている。そのためこういった通知方法が実装されているが、現実にはこれだけでは現実のドライバの行動を反映しているとはいえない。そこで、自動運転車両には記録装置を搭載する必要がありシステムの作動状態や走行中のデータを保存することが義務付けられており保存されてデータを元にシステムかドライバが違反したものを判断することで抑止力としている。

日産自動車が搭載しているプロパイロット2.0[3]は高速道路上での同一車線内でのハンズオフが可能なナビ連動ルート走行を可能としたシステムである。このシステムはドライバが常に周囲を警戒しており、速やかにハンドル操作に戻れる場合においてハンズオフが可能なものである。また、車線変更やルート変更の適切なタイミングをシステムが判断と提案を行い、ドライバは承認を行うとシステムが操作を行う。走行時にドライバの異常や予期せぬ状況が発生した場合には、警告音とディスプレイによる通知を行いドライバに対応を要求する。この要求に反応がなかった場合は減速を開始して停止する。(図1)また、停止後には警察や救急にSOSのコールを行う。本手法は有効であるため活用することとした。

### 4. 既存手法の評価

ドライビングシミュレーターを用いて既存手法が前提とする基本的な反応時間などを計測する。自動運転レベル3での規定であるドライバが周囲

Reminder Method of Human-Control mode during Level 3 Autonomous Vehicles

YUTA HASHIMOTO<sup>†</sup>, TAKAYUKI SUZUKI<sup>†</sup>, RYOZO KIYOHARA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Kanagawa Institute of Technology

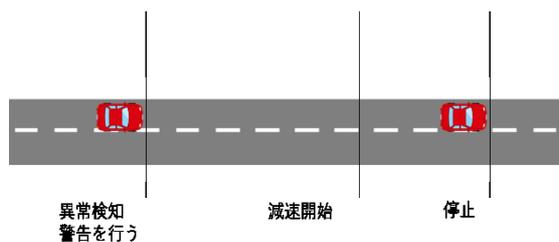


図1 異常検知後でのシステムによる反応

の状況を把握しておかなければならないという条件を強制せず、現実に合わせて、各自の自由な行動の中で実施しペダルの踏み込み操作が必要な場合の反応時間の計測を行った。その上で実験者には、実験終了後に自動車免許の有無、ブレーキペダル付近での足の置き場所、普段運転を行っているかなどのドライバーの特性についてアンケートを行った。

また、周囲の交通状況を考えない場面と周囲に自転車以外が走行している交通状況を考えた場面を用意した。計測時間はシステムが通知を行ってから開始とし、実験者が周囲の状況を確認してからペダルを踏むまでを計測の対象とする。

実験者5名での実験結果を表1に示す。また、実験者のドライバー特性を表2に示す。交通状況を考慮しない場合だと周囲の確認を行う動作が早くなるため、交通状況を考えた場合より応答時間が早くなることが確認できた。普段運転している実験者は交通状況を考えた場合周囲の状況把握に他の実験者より多くの時間を要すること

表1 応答時間の実験結果

実験者	交通状況関係なし	あり
1	1.382	2.05
2	2.096	4.095
3	1.191	3.306
4	1.845	3.454
5	1.548	3.578

表2 ドライバ特性

実験者	運転姿勢	免許有無	運転経験
1	スマホ持ちながらペダル横	免許所持	普段運転無し
2	スマホ持ちながらペダル前	免許所持	普段運転あり
3	スマホ持ちながらペダル横	免許所持	普段運転無し
4	スマホ持ちながらペダル横	未所持	
5	スマホ持ちながらペダル前	未所持	

も確認できた。運転姿勢での応答時間に関しては、ペダルの前、横に対して応答時間の変化はあまり見られなかった。また、免許の有無での応答時間の変化は免許を持っている実験者で普段運転を行っている者の応答時間が長いということが分かる。

### 5. 提案手法

現在の自動運転レベル3での通知方法は音声による警告とディスプレイによる視覚への通知である。自動運転中から手動運転に切り替わる際にドライバーにいち早く切り替えを行うためにはドライバーに対しより強い通知を行う必要がある。自動運転レベル3ではドライバーは周囲の状況を把握しておかねばならない。ドライバーが視線を前方に向けていない場合に切り替え要求の通知が来るとドライバーは周囲の状況を確認に多く時間を必要とする必要がある。

そのため、時間を多く必要とする場合は区別のつきやすい方法で通知する必要がある。そこでこれらに加えてシートベルトの振動による触覚を刺激する通知手法を提案する。また、車両には複数の音が搭載されており緊急時に音声を判断できるようにするために、複数の音声は存在させない。

ただし、同じ警告音でも音量の変化、再生パターンの変化を追加し、ドライバーが複数の組み合わせでどういった反応が生まれるかを調査し、選択する。

### 6. おわりに

自動運転レベル3における自動運転から手動運転への権限移譲時のドライバーへの通知手法に関して検討した。既存の手法の基本性能を調査し、その問題点を検討した。その結果、シートベルトなどの他の手法と組み合わせることと、音の特性をさらに評価する必要があることを示唆した。今後これらの仮説を検証する目的で評価実験をする予定である。

### 参考文献

[1] 土田歩, 小栗宏次, ” 視線情報と心拍情報からの眠気レベル推定, “電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティクス 109(123), 69-72, 2009

[2] 児島亨, 波多野忠, “高速道路上で自動運転システムを使用中の安全な運転操作引継ぎに関する実験的研究, ” 自動車技術会論文集, Vol. 50, No. 3, pp. 870-876, 2019

[3] 日産自動車(株), “プロパイロット 2.0(インテリジェント高速道路ルート走行, ” <https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/ad2.html> (accessed 2020/10/13)