

レベル3自動運転時の権限移譲完了確認手法

中屋 拓海[†] 鈴木 孝幸[†] 清原 良三[†]

神奈川工科大学[†]

1. はじめに

日本国内でも自動運転レベル3に対応した車両の商品化に向け、自動運転技術に関する研究や、自動運転に対応した法整備が行われている。中でも、2020年4月から道路交通法の一部改正により、公道上での自動運転レベル3が解禁され、自動運転レベル3を搭載した車両の販売が本格的に開始しようとしている。

自動運転レベル3において、自動運転可能な領域の終了時や緊急時に、より安全かつ滞りなく自動運転から手動運転への切り替えが行える必要がある。そのため、ドライバの状態を監視する目的で、生体情報の検知や視線検知技術によるわき見運転検知など、様々な方法で運転者の状態を判断し、運転者が手動運転可能な状態になるまでサポートをする研究が行われてきた[1]。

しかし、これらの実験では手動運転に切り替わった後に再び運転者が居眠りやスマートフォンの操作などの安全な手動運転が不可能な状態に陥った際の対応が考慮されていないことが多い。

そこで、本論文では、手動運転に切り替わった直後に運転者がスマートフォンの操作のためなど、運転不可能状態に陥った際の事故防止のため、運転操作から運転者の状態を検知する手法を提案する。

2. 権限移譲

権限移譲を安全に実施できるためには、以下3点の技術開発が重要である。

- (1) モニタリング技術
自動運転中にドライバがすぐにも手動運転可能な状態になるかどうかをモニタリングする技術
- (2) 覚醒技術
自動運転から手動運転に権限移譲する直前に実際に運転可能な状態にするための技術
- (3) 覚醒確認技術
覚醒して手動で本当に運転可能な状態であることを確認する技術

これらの技術が組み合わさることで安全に権限移譲が可能である。本論文では、(3)の技術に関する提案である。

3. 関連研究

運転中にモニタリング技術に関しては視線や心拍を見ることによる眠気検知など多数ある[1]。また、磁気により眠気を起こさないといった研究もある[2]。自動運転時に実際に運転者がとる行動に対して観察と考察をしている[2]。

[3]では、ドライビングシミュレータを用いて疑似的に自動運転を再現し、30分間コースを走行する中で運転者がどのような行動をするか、また3分おきに眠気と自動運転に対する信頼度についての質問をし、観察した結果、時間経過による眠気の増加と、実験を受けた5名中4名が自動運転中にスマートフォンの操作を行なうなど問題行動を起こすことがわかっている。いずれも前節における(1)の研究であり、権限移譲直後の状況を確認することはできない。

また、覚醒するための技術は情報を通知することであるが、さまざまな注意喚起技術が開発されている。音声と表示を使うのが一般的となっている[4]。これらは(2)に関する研究であり、(3)の解決策にはならない。

(3)に関しては我々の先行研究として、複数のタスクを与えた後に権限移譲を促し、その直後の行動を観察した結果、3分程度は観察しないと実際に権限移譲可能かどうか判断できない場合があることがわかっている[5]。また、文献[6]でも覚醒する時間がかかることから事前通知の必要性を述べているが、確認手段に関しては解決していない。

4. 提案手法

覚醒したかどうかを判断する上で、手動運転にしてから判断したのでは安全上好ましくないことは明らかである。そこで、半自動運転モードの導入を提案する。

半自動運転モードは、安全上許される範囲での手動運転を認めるモードである。安全上許される範囲を逸脱した時点で自動運転モードに戻り、図1下半分に示すように安全な場所に誘導し停止する。一定の時間のみが半自動運転モードであるため、たとえ安全上許される範囲から

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

TAKUMI NAKAYA[†], TAKAYUKI SUZUKI[†], RYOZO KIYOHARA[†]

[†] Kanagawa Institute of Technology

逸脱しなくても手動運転できないと判断すると自動運転モードに戻す。問題なければ図1上半分に示すようにそのまま手動運転になる。

ここで課題となるのは、次の3点をどのように定義するかが課題となる。

- (1) 半自動運転の判断時間または判断距離
- (2) 安全上許される範囲の運転の基準
- (3) 手動運転できないと判断する基準。

(1)に関しては文献[3][5]などで実験されているように事前通知または通知からの覚醒確認までの時間に相当するため、3分前後が妥当である。しかしながらシミュレーション及び実車による実験による確認、および個人差を吸収するための学習機能も必要である。

(2)に関しては以下の要素である

- 速度（制限速度からの一定範囲内）
- 前方車両との距離（速度に応じた一定距離）
- 加減速（前方車両から離れすぎず、近づきすぎず）
- その他障害物や歩行者、自転車に対する安全走行

以上に関してはシミュレータや実車で試験をして決めるべき項目ではなく、一般的な安全距離を使う。

(3)に関しては図2に示すような以下の3点を考慮する。

- ハンドル操作
- アクセル操作
- ブレーキ操作

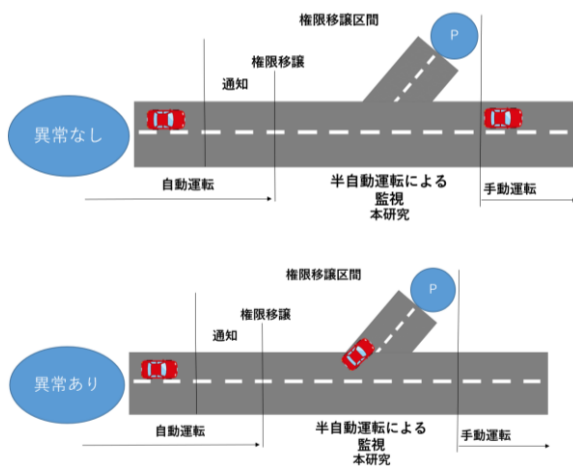


図1 提案手法



- ・ペダルに足を置いているか
- ・ペダルの操作遅れ
- ・ハンドルを握っているか
- ・ハンドルの操作遅れ

図2 手動運転できないことの判断基準

ハンドル操作は、ハンドルを握ったかどうかを圧力センサで感知する。ハンドルを動かさなくても握っていれば問題ない。アクセル操作は、速度が落ちてるのに操作してない場合や、ブレーキペダルは前方車両のブレーキランプ、距離と速度から判断する。

これらは、シミュレータ及び実車にて実験を通じて決める予定である。

5. おわりに

本論文では、自動運転から手動運転に切り替わった直後に、手動運転可能な状況にドライバがあるかどうかの判断手法を提案した。

今後、ドライビングシミュレータおよび実車実験を通じてパラメータを決める予定である。

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] 国保泰久, 日比敦士, 中野倫明ほか, “心拍計測に基づく生体磁気刺激を用いたドライバ覚醒度合の評価に関する検証, ” ITS シンポジウム 2019
- [3] 貴答竣介, 荒川俊也 “自動運転使用時におけるドライバ行動の観察と考察” 応用工学論文誌 vol18, No. 2, pp.222-228(sept 2020)
- [4] 根本英明, 谷澤悠輔, 小野万里, “音声と表示を組み合わせた情報提示と運転行動への影響について, ” ITS シンポジウム 2019
- [5] 森田一成, 染谷一輝, 清原良三, “視線検知を利用した運転権限移譲時の覚醒判断手法, ” 情報処理学会、研究報告マルチメディア 2019-DPS-181
- [6] 林 聡一郎, 田中 佳輝, 佐藤 健哉, “車両走行環境を考慮した自動運転の段階的引き継ぎ要求のシミュレーション評価, ” 情報処理学会 DICO2020 pp. 1528-1537