

高速道路における自動運転車の追い越しのポリシー に関する研究

阮 玉坤

Research on Policy for Overtaking Behavior of Autonomous Vehicles on Highway Ruan Yukun

1.はじめに

近年、日本の自動車保有台数は増加し、高速道路の交通量も増大している。それに伴い、環境問題、交通渋滞、交通事故などが深刻化している。特に、高速道路における追い越し行為は、ドライバーの判断や運転技術が影響するため、事故発生の大きな要因となっている。

国土交通省のデータによると、高速道路での事故の多くは人的要因（誤操作、疲労運転、飲酒運転など）によるものである。近年の自動運転技術の進展により、安全かつ効率的な交通の実現が期待されているが、高速道路における追い越し行動には多くの技術的課題が残されている。本研究では、自動運転車が安全かつ合理的に追い越しを実施するためのポリシーを設計し、意思決定モデルを提案することを目的とする。

2. 研究内容

本研究では、高速道路上の自動運転車の追い越し行動を最適化するためのポリシーフレームワークを構築し、有限状態機（FSM）に基づく意思決定モデルを開発する。

2.1 追い越しのポリシーフレームワーク

高速道路における追い越し行動を、以下の4つの段階に分けて分析する：

情報収集：LiDAR、カメラ、ミリ波レーダーを用いて周囲の車両位置・速度を検知する。(図2-1)

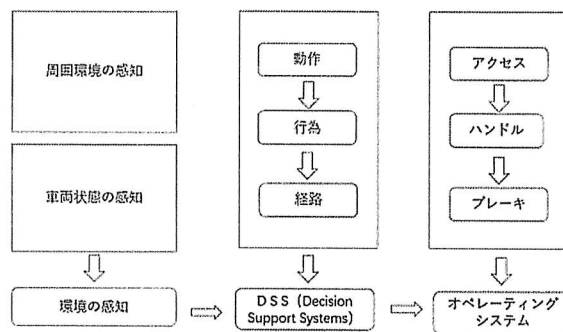


図 2-1 自動運転アーキテクチャ

判断:s-t軌跡図を用いた可行性分析により、安全な追い越し条件を評価する。(図2-3)

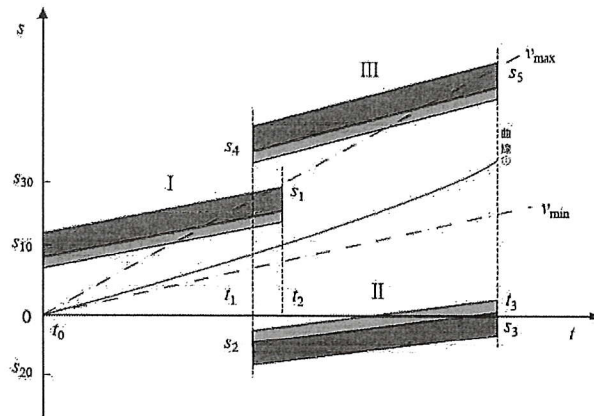


図 2-2 車線変更の s - t 図

車線変更：五次多項式を用いた車線変更軌跡を計画し、スムーズな移動を実現する。(図2-3)

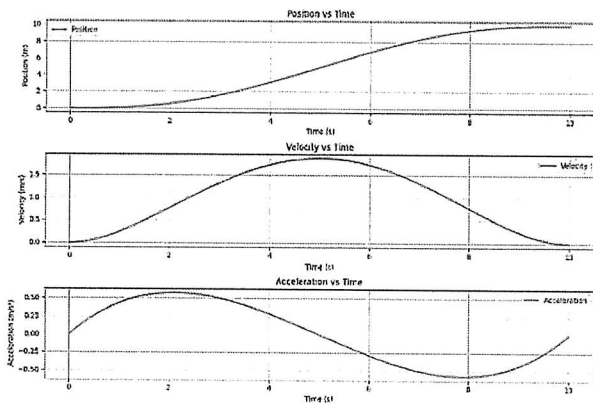


図 2-3 五次多項式軌跡

2.2 有限状態機 (FSM) を用いた追い越し行動のモデリング

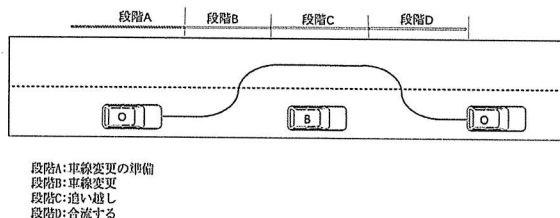


図 2-4. 追い越しの分析モデル

追い越し行動を FSM に基づいてモデル化し、以下の 4 つの状態を定義する：

車線変更の準備：周囲の安全を確認と追い越しの必要性評価。

車線変更：追い越し可能と判断された場合、隣接車線へ移動。

追い越し：追い越し車線で速度を調整し、前方車両を超える。

車線復帰：適切なタイミングで元の車線に戻る。

2.3 シミュレーションと評価

FSM モデルの有効性を検証するため、3 つのシナリオでシミュレーションを実施：

静止障害物の回避：前方障害物を検出し、追い越し行動を実行。

低速車両の追い越し：目標速度より遅い車両を認識し、安全に追い越し。

並走車両の追い越しと車線復帰：後続車との

車間距離を維持しながら元の車線に復帰。

FSM モデルに基づく追い越しポリシーは、各シナリオにおいて適切な運転行動を実現。

3. 結論と今後の課題

本研究では、FSM を用いた意思決定モデルを構築し、高速道路上での自動運転車の追い越し行動を最適化した。

シミュレーションにより、提案モデルの有効性を確認した。

FSM は離散的な意思決定に基づくため、運転行動の不連続性が課題となる。また強化学習やディープラーニングを組み合わせ、より柔軟な意思決定モデルを構築。シミュレーション結果を実際の道路環境で検証し、実用化に向けた最適化を行う。

4. 謝辞

この研究は、劉震教授の指導の下で完成した。劉震教授の指導に深く感謝する。また、劉研究室の博士後期課程の先輩からの貴重な助言に感謝する。

さらに、本論文の審査を担当した先生方の貴重な意見とコメントに深く感謝する。

5. 参考文献

[1]警察庁交通局：令和 5 年における交通事故の発生状況について

[2]上田敏、ほか「自動運転道路システムの開発」電気学会道路交通研究会、論文番号 RTA-96-13、1996

[3]Ohshima, Y. (1965). Control system for automatic automobile driving. In Proc. IFAC Tokyo Symposium on Systems Engineering for Control System Design (pp. 347-357).