

協調型自動運転における効率的な高速道路合流調停手法の検討

An Effective Highway Lane Merging Method for Cooperative Automated Driving

畑山 諒太 † 木村 健太 ‡ 横田 雅樹 ‡ 佐藤 健哉 ‡
 Ryota Hatayama Kenta Kimura Masaki Yokota Kenya Sato

1 はじめに

近年、自動運転に関する研究が盛んに行われている。自動運転には二つのシステムがあり、自律型自動運転と協調型自動運転が挙げられる。前者は、車両に搭載されたセンサで得た情報を基に行動を決定し、走行するシステムである。後者は V2X(vehicle-to-everything) 通信を用いた、車車間通信や路車間通信を利用し、走行するシステムである。自律型自動運転では必ずしも、死角などに潜んでいる情報を自身のセンサから得られるわけではない。一方、協調型自動運転は自身だけでは得られない情報も周辺のセンサから得ることができる。そのため、車車間通信や路車間通信などの V2X 通信は有用性が評価され、研究が進められている。

本研究では、一車線高速道路における、合流地点付近の車両の急な減速による渋滞発生の問題に着目し、協調型自動運転による問題解決を試みる。解決策として、一車線高速道路の合流において、車両群が事前の加減速を行う渋滞緩和手法を提案する。シミュレーションにて、合流地点での協調型自動運転車の協調行動を調整することによって、交通量ごとの最適な協調行動パターンを導き出す。そして、従来の手動運転と効率性を比較し、提案手法の有用性を検証する。

2 問題点

手動運転は様々な交通問題を抱えている。その一つが高速道路での交通渋滞である。高速道路での交通渋滞は「時速 40km 以下で低速走行、あるいは停止発進を繰り返す車列が 1km 以上かつ 15 分以上継続した状態」と定義されている [1]。日本全体の交通渋滞は、国民 1 人当たり年間約 30 時間、貨幣計算すると約 12 兆円もの経済的損失を引き起こすとされている [2]。さらには、排気ガスの放出による大気汚染や騒音問題などの多くの問題がある。渋滞が起こる大きな原因として、人の無意識の減速、トンネル入口部での減速などが挙げられる。これらの問題は自動運転車が自動で加速を行うことで改善されると期待している。次に大きな原因として、インターチェンジ合流部での車両の減速が挙げられる。図 1 はインターチェンジ合流部での渋滞を示す。この渋滞合流地点付近では車両同士が譲り合いを行うため、図 1 のように必ず後続車の減速が起きてしまう。さらには、手動運転であると無意識に先行車との車間距離が短くなり、合流地点付近で急な減速がおきるため、渋滞に繋がり、一車線高速道路の場合だとさらに問題は深刻となる。追い越し車線への回避が不可能で、車両の加減速だけで合流を行い、後続車の減速に繋がる。車線数を増やすといった解

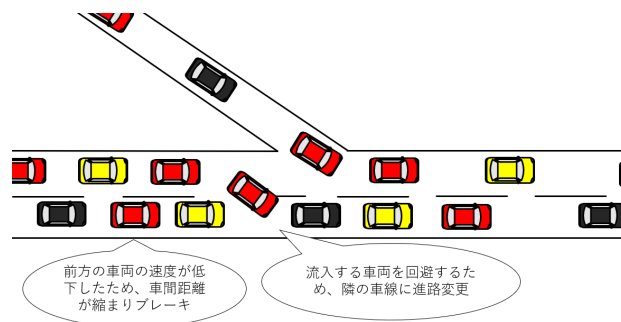


図 1 インターチェンジ合流部における渋滞

決策はあるが、大規模な工事が必要となり、時間面、経済面において大きな負担となる。

3 提案手法

以下に提案手法の動作手順を示す。車両群とは高速道路の本車線を走行している車両の集合と定義する。

- (1) 合流を行う車両が合流地点付近に接近する。
- (2) 車両群は、車両が次の合流地点で合流してくることを通信を用いることで認知する。
- (3) 車両群同士は通信を行い、それぞれの行動を決定する。
- (4) 車両群はあらかじめ加減速し、合流車両が合流できるスペースを確保する。
- (5) 合流車両は合流地点で空いているスペースに合流する。

4 評価方法

4.1 概要

協調型自動運転車を一車線高速道路上で走行させ、交通量ごとにシミュレーションを行い、パラメータを変化させ、効率的な協調行動を検討する。変化させるパラメータを表 1 に示す。ここでは、効率的とは交通の流れに対する指標であり、全ての車両の旅行時間の平均が短いこととする。そして、従来の手動運転と比較し、提案手法の有用性を検討する。本研究において、交通量を表 1 のように定義する。これらの交通量は同じ高速道路の環境で手動運転を再現した場合のシミュレーションを行うことで定める。

4.2 前提条件

シミュレーションは以下の前提条件を持つ。

- 一車線高速道路を想定する。

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻

表 1 交通量の定義

交通状態名	交通量	1 時間当たりの交通量 (台)
快走状態	車両の減速がない	900
中間状態	快走状態と渋滞状態の間	1200
渋滞状態	合流地点までの車両の速度が時速 40km 以下	2000

表 2 提案手法の結果

	効率性
快走状態	手動運転と変化なし
中間状態	ある
渋滞状態	ある

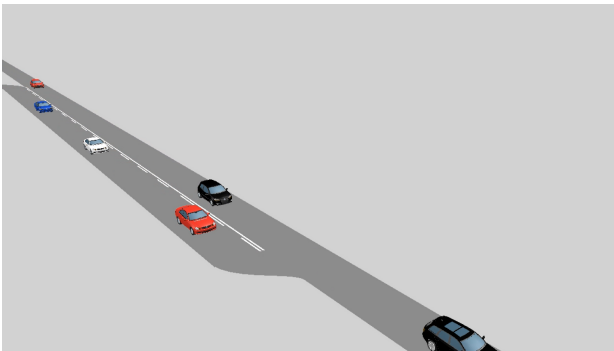


図 2 Vissim シミュレーション画面

- 通信を 0.1 秒おきに行い、周辺の車両情報を得る。
- 全ての車両は通信可能車両とする。
- 全ての車両は同一の普通自動車とする。
- 車車間通信の情報誤りは考慮しない。
- 全ての車両は制限速度以下で走行している。

4.3 交通流シミュレーション作成

交通流シミュレータ Vissim[3] を用いて、高速道路での合流についてシミュレーションする。Vissim とはドイツ PTV Group 社が開発したミクロ交通シミュレータである。交通流シミュレーションでは車両の移動に関するさまざまな事象を扱うことができる。図 2 のように、シミュレータ上で想定する交通環境を構築し、検証を行う。本研究では、シミュレーター上で一車線高速道路を再現し、全ての車両の出発地点から目的地点に到着するまでの旅行時間の平均を算出する。

4.4 パラメータ

交通量ごとにシミュレーションを行い、以下の項目を変化させる。

- 合流車両が割り込む前後の車両の選択
- 協調行動を始める開始地点の位置
- 車両群の加減速
- 協調行動をとる車両数

4.5 結果

表 2 に交通量ごとの手動運転と比較した提案手法の効率性の結果を示した。快走状態では手動運転との変化がなかったが、中間状態と渋滞状態では提案手法の方が効率的な結果となった。

5 考察

評価結果より、中間状態と渋滞状態の交通量の場合では提案手法による効率性の向上を確認した。これは事前の加減速により、合流地点付近での車両の急激な減速が起こりにくくなり、車両間距離が縮まりにくくなったため、結果的に渋滞緩和に繋がった。快走状態の交通量の場合、提案手法と手動運転の効率性の変化はない。これは車両数が少ないため、提案手法が行うスペースの確保を行わなくてもスペースが空いているため、提案手法の協調行動回数が少ないためだと考えられる。

6 まとめ

本研究では、高速道路の合流地点における後続車両の急な減速が引き起こす渋滞発生の問題を解決するため、協調型自動運転における渋滞緩和手法を提案した。今回は車両の事前の加減速に着目したため、追い越し車線への回避が可能な二車線以上の高速道路は考慮せず、一車線高速道路を想定としたシミュレーションを行った。一車線高速道路での合流地点付近における、交通量ごとに適した車両群の最適な協調行動パターンを導いた。これにより、一車線高速道路の合流地点付近での渋滞緩和が可能となる。前提条件として全ての車両が通信可能であるとしたが、通信障害により、通信不可能な車両が現れる場合がある。そのような状況では協調行動が理想通りにとれず、渋滞緩和に繋がらない可能性がある。今後の課題として、通信不可能な車両が存在する状況でも、車両群の協調行動が渋滞緩和につながるような協調行動手法の提案が必要となってくる。

参考文献

- [1] NEXCO 西日本:渋滞原因解説一状況, NEXCO 西日本 (オンライン), 入手先
< http://www.w-nexco.co.jp/forecast/trafficjam_comment/ > (参照 2018-05-14).
- [2] 国土交通省道路局: 道路交通の円滑化, 国土交通省道路局 (オンライン), 入手先
< <http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/Top03-01-01.html> > (参照 2018-05-14).
- [3] PTV Vissim:Transport planning traffic engineering and traffic simulation, PTV Vissim(オンライン), 入手先
< <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/> > (参照 2018-05-14).