

非自動運転車による自動運転車の隊列走行乱れの収束法

小杉 堯弘[†] 谷井 亮介[†] 原嶋 勝美[†]

大阪工業大学工学部電子情報通信工学科[†]

1 はじめに

今日、自動車産業の発展は凄まじく、特にここ数年は自動運転技術に注力しており、国内外の多くの企業が自動運転事業に取り組んでいる。

高速道路では自動運転車の実用化により、交通渋滞や交通事故の解消が期待されている。したがって、自動運転車がスムーズな走行に有効であることを明らかにすることは有意義である。有効な自動走行法の一つとして隊列走行がある。隊列走行は渋滞の緩和や燃費効率の向上といったメリットが期待できる。一方、法規制の整備、隊列間の割り込みといった課題点がある。2018年度に行われたトラックを用いた高速道路での隊列走行の実証実験でも、隊列間の割り込みを完全に防ぐことはできていない[1]。

そこで本研究では、高速道路において隊列走行している多数の自動運転車列に非自動運転車が混入した場合の、隊列走行の乱れを抑制する手法を提案する。さらにマルチエージェントシミュレーションを用いて有効性を検証する。

2 自動運転と隊列回復手法

日本の国土交通省が試みている自動運転の隊列走行では、先頭の非自動運転車を後続の自動運転車が追従するものである。これに対し本研究では、将来自動運転技術が進化し、自動運転が一般車に広く普及した場合を想定する。したがって隊列全体が自動運転車であるとする。

2.1 隊列走行[2]

本研究における自動運転車は、隊列形成ルールに基づき、自動運転車同士で1列の隊列で走行する。以下にルールの詳細を示す。

・ルール1

追従車が前走車に接近しすぎた場合、追従車は速度を落として車間距離を確保する

・ルール2

隊列を保つための車間距離が確保されている場合、速度を一定に保つ

・ルール3

前走車との車間距離が広すぎる場合、追従車は速度を上げて車間距離を縮め隊列を形成する(車線変更を含む)

2.2 隊列回復手法

次に、隊列内に非自動運転車が混入した場合の隊列回復手法について述べる。

・(A) 隊列分割法

- 図1に示すように、隊列内に非自動運転車が混入した場合、その前後で隊列を分割し走行する。

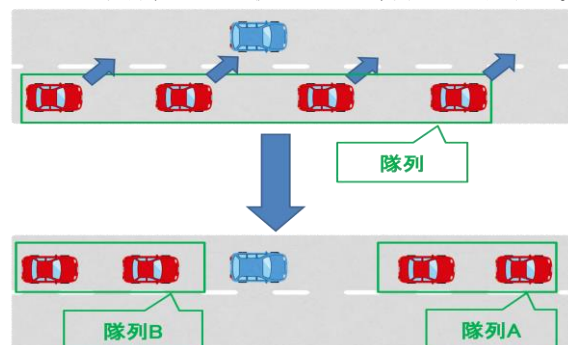


図1: 隊列分割法

本手法では隊列の規模が小さくなるため、それぞれの隊列内での走行がスムーズになり、混入した車の速度に対する影響を減らすことが期待できる。

・(B) 隊列吸収法

- 図2に示すように、非自動運転車が隊列内に混入した場合、非自動運転車が車線変更するまで吸収して隊列走行する。

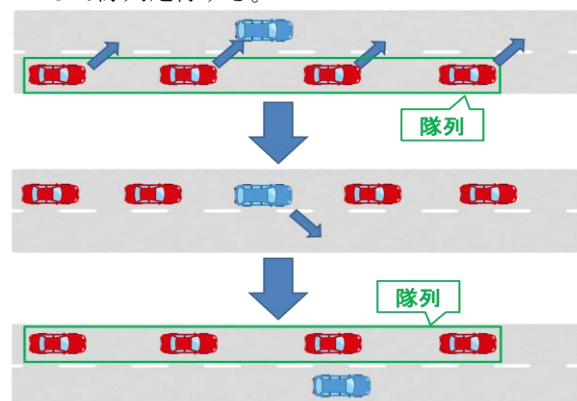


図2: 隊列吸収法

Elimination of turbulence in row running of self-driving cars
by a non-self-driving car
Takahiro Kosugi[†], Ryosuke Tanii[†], Katumi Harashima[†]
Osaka Institute of Technology[†]

本手法では、非自動運転車の速度に応じた走行が必要になる。しかし、混入した非自動運転車が隊列外へ出た際に、直後に元の隊列に戻る事ができる。

3 シミュレーション環境

本研究では、自動運転車の隊列内に非自動運転車が混入した場合の外乱抑制手法の有効性を、マルチエージェントシミュレーションによって検証する。本章ではシミュレーションの詳細について述べる。

3.1 フィールド

自動車が行走する領域をフィールドと呼ぶ。本研究では、自動運転が実用化された高速道路を想定し、走行車線は3車線、インターチェンジのみを設置した簡略なフィールドとする。

3.2 エージェント

フィールド上の自動車をエージェントと呼ぶ。本研究では、自動運転エージェントと非自動運転エージェントの2種類を用いる。非自動運転エージェントは人間が運転している車であり、周囲の状況に応じてそれぞれ独立して走行する。自動運転エージェントは指定の車間距離内に他の自動運転エージェントが存在する場合は隊列走行をする。隊列走行の際、自動運転エージェント間に非自動運転エージェントが混入した場合は2.2の対応をとる。

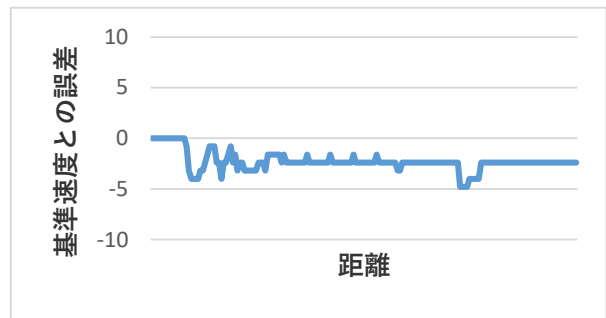
4 実験

定常的な走行状態でそれぞれの隊列再構築手法についてシミュレーションを行った。隊列は4台の自動運転車で構成されているものとする。

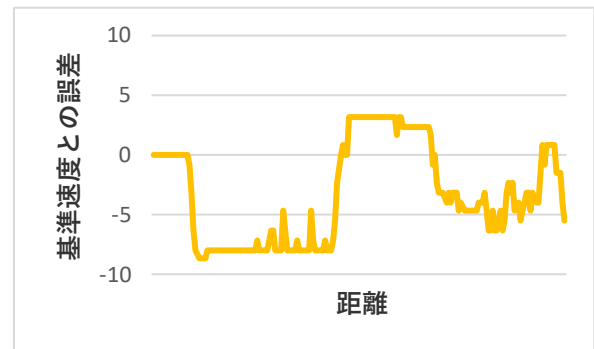
隊列に非自動運転車が混入した際の非自動運転車の直後の自動運転車の速度変化を図3に示した。隊列分割法では速度の変化は小さく、基準速度よりも遅い速度で走行することが多い。隊列に非自動運転車が混入した際、その直後の自動運転車は隊列の先頭車として走行する。したがって、非自動運転車と同様の動きとなるため速度の変動が小さくなった。隊列吸収法では速度の変化が大きい。隊列に非自動運転車が混入した直後は車間距離のため減速し、非自動運転車が車線変更すると空いた車間距離を詰めるために加速していた。したがって、速度の変動が大きくなったと考えられる。以上より、隊列分割法が有効であるといえる。

5 まとめ

本研究では、自動運転車の隊列に非自動運転車が混入した際の隊列回復手法を提案し、有効性を検証した。その結果、単純な車線変更の経路において隊列単位で車線変更をする際は隊列分割法のほうが効果的であることが分かった。今後は複雑な経路や混雑した場合での走行を想定しシミュレーションを構築していく必要がある。



(a) 隊列分割法



(b) 隊列吸収法

図3: 実験結果

参考文献

- [1] 豊田通商株式会社, 平成29年度「高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業:トラックの隊列走行の社会実装に向けた実証」,(2018,3)
- [2] 日産"魚群ルールを適用した集団走行"
<https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/>
(2018.11)