

手動運転車両と自動運転車両の混在環境における渋滞軽減手法

古川義人¹ 徳永雄一² 齋藤正史³ 清原良三⁴

神奈川工科大学大学院¹ 三菱電機² 金沢工業大学³ 神奈川工科大学⁴

1 背景

自動運転技術は交通量の多い都市部において、事故削減・渋滞緩和などの交通改善が期待されている[1]。これは V2X 通信や CACC など通信による情報共有が可能になるためである。つまり、自動運転技術が効果を上げるためには通信可能な車両が一定数必要である。しかし、現状は法律・保険・サービスの確立が不十分であり、自動運転車両が普及するためには多くの時間を要することが予測される。本論文では、自動運転車両が普及する段階での交通流問題に着目し、それを改善するための車両制御方法を提案する。

2 関連研究

和久井ら[2]は交差点における自動運転車両の交通制御手法を提案している。しかし、自動運転車両が完全に普及した環境を仮定したものであった。

宮崎ら[3]は丁字路における交差点制御手法を提案している。自動運転車両の普及段階を想定しているが、通信できる車両に制限があった。

Guni Sharon[4]らは自動運転車両の普及段階を想定した環境での交差点の交通制御手法を提案している。この手法は交差点通過前に交差点の通過軌跡を予約する手法である。しかし、交差点付近の路側機が付近の全ての車両をセンサによって取得できることが前提であった。

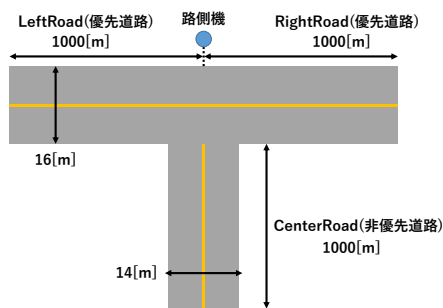


図 1 道路モデル

3 実験

シミュレーション実験を占有率ごとに 10 回ずつ行った。車両の台数は 300 台とした。通信の規格は ARIB T109 を使用した。

3.1 道路モデル

本実験では無信号の丁字路交差点を想定する。交差点の中央には車両間の通信を管理するための路側機が設置される。

3.2 車両モデル

自動運転の普及段階の環境を想定するため、複数の車両モデルと、それらの占有率を定義した。車間時間は車両モデルと個人の操作感覚を再現するためにランダムに設定した。

まず現在の環境に自律運転車両を追加したパターンにより混在環境の問題点を提起する。次に 4 章で説明する提案手法によって改善を図る。次に、より現実的な普及を考慮して、通信が可能な半自動運転車両を追加することで提案手法の評価を行う。

表 1 車両モデル

	手動運転	半自動運転	自律運転
車間時間	表 1	表 1	表 2
通信機能	不可能	可能	可能
操作主体	人間	人間	システム

表 2 人間が必要とする車間時間

車間時間[s]	割合[%]
1.0	12.8
1.5	28.1
2.0	24.7
2.5	14.4
3.0	13.1
3.5	6.8
4.0 以上	0.1

表 3 自律運転車両で必要とする車間時間

車間時間[s]	割合[%]
0.64	50.0
0.78	50.0

The method of reducing congestion in the mixed environment of autonomous and non-autonomous vehicles

- 1 Graduate School of Kanagawa Institute of Technology
- 2 Mitsubishi Electric Co.
- 3 Kanazawa Institute of Technology
- 4 Kanagawa Institute of Technology

表 4 車両の占有率

	占有率[%]		
	手動運転	半自動運転	自律運転
A	100	0	0
B	75	0	25
C	50	0	50
D	0	0	100
E	25	25	50
F	10	40	50

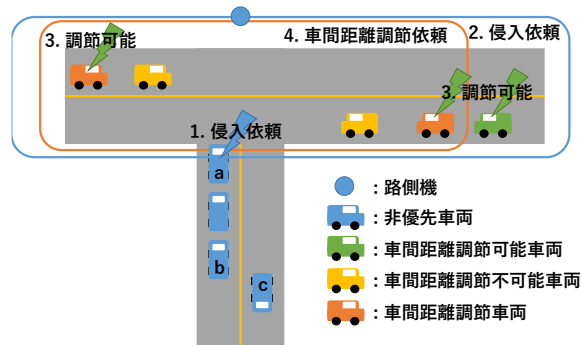


図 2 提案手法

4 提案手法

プロトコルの概要を図 2 に示す。提案手法は以下の流れで実行される。

- (1) 開始条件を満たしたとき、車両は路側機に対して侵入依頼を送信する。
- (2) 路側機は優先道路の車両に対して侵入依頼を送信する。
- (3) 優先道路を走行する車両は自車が車間距離の調節が可能であるかを判断して路側機にその判断を返信する。
- (4) 路側機は返信の中から最も交差点に近い車両を選択して車間距離調節依頼を送信する。
- (5) 調節依頼を受信した車両は車間距離を調節して進入依頼を出した車両を進入させる。

5 実験結果

図 3 は現在の環境に自律運転車両を追加したときの結果とそこに提案手法を適応したときの比較である。現在環境では自律車両の増加に伴い、優先的な Right 道路の効率が向上しているが、その分 Left, Center 道路の効率が低下している。しかし、提案手法を適応させた場合は、Right の効率を下げずに、Left, Center の効率を上げることに成功した。

図 4 は自律運転車両の占有率を 50% に固定した場合の、通信可能な半自動運転車両の増減を比較した結果である。結果から、半自動運転車両が 50% 以上普及した場合より提案手法の効果が見られることが判明した。

6 まとめ

本論文では、今後普及する自動運転技術に関して、普及段階における問題点の提起をした。また、その改善手法として交差点における車両制御方法を提案した。その結果、現在環境で優先されている道路効率を下げることなく他の道路の効率も向上させることに成功した。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K00143 の助成を受けたものです。

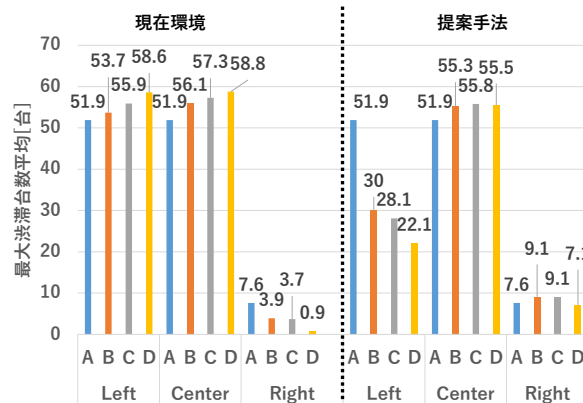


図 3 現状の混在環境(左)と提案手法による混在環境(右)

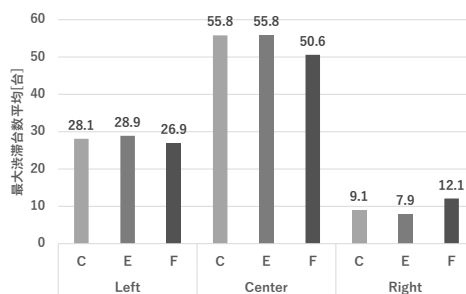


図 4 通信可能車両の増加による効果

参考文献

- [1] 辻野照久, 坪谷剛, ”自動運転自動車の研究開発動向と実現の課題”, 化学技術動向, Vol.133, 1・2号, pp.9-16, Jan.2013
- [2] 和久井祐太, 大野光平, 伊丹誠 “車車間・路車間通信を用いた交差点における渋滞軽減に関する一検討,” 電気学会研究会, vol.25, pp.57-62, 2011.
- [3] 宮崎千尋, 松山聖路, 徳永雄一, 斎藤正史, 清原良三, “自動運転普及期の T 字路におけるドライバ支援方式,” 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ, 2016-ITS-67, no15, pp.1-8, 2016.
- [4] Guni Sharon, Peter Stone, ”A Protocol for Mixed Autonomous and Human-Operated Vehicle at Intersections,” In ABMUS 2017, Sao Paulo, May.2017.