

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06239

研究課題名(和文)交通流の円滑化のための交差点付近の車群形成とインフラ協調型制御

研究課題名(英文)Cooperative control using infrastructure for smooth traffic flow around intersections

研究代表者

向井 正和 (Mukai, Masakazu)

工学院大学・工学部・准教授

研究者番号：50404059

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、交差点エリアで車群を形成して、信号機と連動した制御を行うことで、交通流を円滑にすることを目的とする。具体的には、1.対象エリアの車両をグループ化し車群を形成する手法、2.グループ化するための車両の制御方法、3.交通流の円滑化のための制御方法、の3つを研究した。交通流シミュレータを使用し計算機シミュレーションを行うことで、1, 2, 3の手法の効果を検証し、車群を形成して信号機と連動させて制御すると全く制御しない場合と比べて車両の燃費を良くできる場合があることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、交差点エリアで車群を形成して、信号機と連動した制御を行うことで、交通の流れを円滑にすることを目的とする。具体的には、1.対象エリアの車両をグループ化し車群を形成する手法、2.グループ化するための車両の制御方法、3.交通流の円滑化のための制御方法、の3つを研究した。交通流シミュレータを使用しシミュレーションを行ったところ、グループ化をすることで交通の流れが良くなり省燃費化することができた。持続可能な社会の実現に向けて、高度な交通システムの制御ができていることが確認できた。

研究成果の概要(英文)：In this study, a grouping method for autonomous vehicles around intersection area is considered. The following 3 steps are considered: 1. grouping algorithm, 2. adaptive cruise control method for making the group, 3. traffic control method for improving fuel consumption.

Traffic simulation is carried out to confirm the effect of the proposed method. The simulation result shows that the proposed method reduce the fuel consumption with respect to the non-control case.

研究分野：制御工学

キーワード：交通システム 制御工学 自動車 少燃費化

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年,国内外でスマートシティの研究に注目が集まり,高度交通システムの研究が行われている.スマートな社会の実現のためには交通システムの高度化の重要性は高い.一方で,自動運転の研究開発が行われ,自動化が進められている.交差点は自動運転化がまだ難しい部分として知られているが,高度道路交通システム(ITS)技術の発展により,ITS技術を活用すれば交差点と連動した自動運転が考えることができる状況である.

2. 研究の目的

自動車の自動運転に注目が集まっているが,都市の交差点における渋滞と交通事故の問題に対しては,インフラ強調型の交通システムに対する制御を考えることが重要である.本研究では,交差点エリアで車群を形成して,信号機と連動した制御を行うことで,交通流を円滑にすることを目的とする.具体的には,1対象エリアの車両をグループ化し車群を形成する方法,2グループ化するための車両の制御方法,3交通流の円滑化のための制御方法,の3つを明らかにする.この研究により交通システムの高効率化による利便性向上,環境への負荷を軽減,さらに交差点の安全性の向上が期待できる.

3. 研究の方法

本研究で明らかにすることは3つある.まず,車両のグループ分けの方法,次にグループごとにまとめて車群を形成するための制御方法,最後に車群が信号機とどのように連動するかという連動制御の方法である.以下,課題として個別に説明する.

課題1 グループ分けアルゴリズム

図1のような交差点前のエリアを考え,無理なく車群が形成できるグループ分けの手法を確立する.距離の余裕と時間の余裕の観点から,それらを制約条件として最適化問題としての定式化を行う.また,その実行可能性の検討から,車両を認識するセンサの位置,分解能などの必要性能を明らかにする.ただし,後述の課題3で信号機と連動制御する場合に,アルゴリズムの修正を行う.

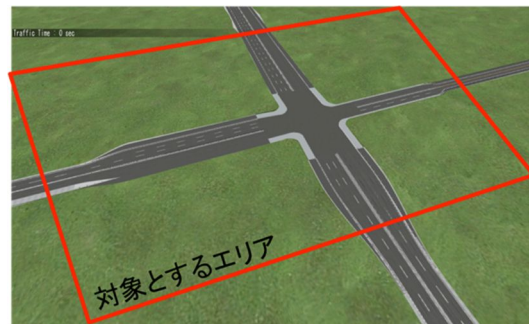


図1 交差点付近の制御対象エリア

課題2 車群形成のための制御法

課題1で分けたグループで車群を自動運転で形成する制御手法を構成する.この自動運転の局面では,ドライバーが恐怖を感じないような違和感のない軌道で車群形成を実現する制御方法を明らかにする.すでに実用化されている自動車間追従制御(ACC制御)を用いれば,前方車との車間距離を指定して車群を形成可能であると考えられるが,各車両の車間距離目標値を決定する手法はまだ,明らかでないので,グループごとの各車両に,適切な車間距離を与え,車群を形成する手法を明らかにする.

課題3 信号機連動制御の手法

課題2で構成できた車群に対して,省燃費化を達成するための,車群の信号機現時に対応した走行パターンを生成する方法を明らかにする.最初は,信号機の現時はあらかじめ与えられるものとして,走行パターンを求める手法を考える.続いて,車群と連動して信号機の現時自体を最適に制御する手法を検討し,その手法を明らかにする.続いて,実際の交差点の大きさ,交通量などの情報をシミュレータで再現し,提案手法の効果を確認することで,燃費の軽減効果を明らかにする.

4. 研究成果

交通流シミュレータで仮想的な道路を作成し,手法の検証を行う.2車線一方通行の道路を交差させた信号機のない交差点を作成し,車両のグループ化を適用した場合と適用していない場合の通過する車両の台数を検証した.このとき,横方向の道路に流入する交通量は1500[台/h]で固定し,縦方向の道路に流入する交通量を変化させてそれぞれ10分間シミュレーションを行った.また,車両のグループ化は横方向の道路にのみ適用している.シミュレーション結果を表1に,車両のグループ化を適用した時の交通状況を図2に示す.なお,表1は3回シミュレーションを行った平均の値をとっており,小数点以下は四捨五入している.

表 1 シミュレーション結果

縦方向の 交通量 (台/h)	通過した車両の数(台)			
	車両グループ化あり		車両グループ化なし	
	縦方向	横方向	縦方向	横方向
250	37	197	28	188
500	69	190	36	189
1000	115	200	73	196

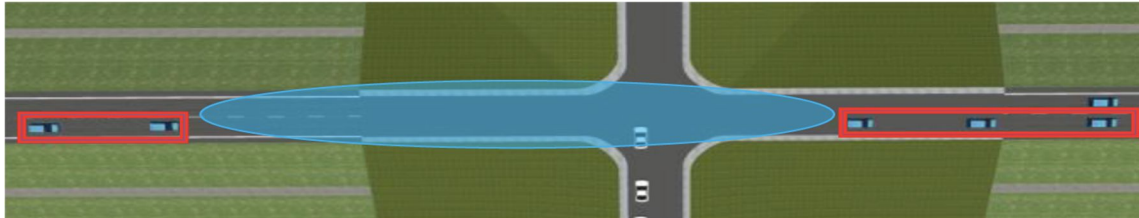


図 2 車両のグループ化適用時の交通状況

表 1 より、車両のグループ化を適用した時のほうが通過した車両の台数が多いことがわかる。これは、車両グループ間に図 2 に示すような間隔が空き、交差する車両が通過できているためであると考えられる。また、適切なパラメータを設定することでさらなる向上が見込める。この区間を信号機の赤時間にする事で縦方向の道路の車両を通すことができるため、信号機との連動でも同様の効果があると考えられる。車両グループを構成するための動作ルールを考え、シミュレーションによって車両のグループ化による渋滞の軽減が可能であることを確認した。さらに、ここにモデル予測制御を用いた信号機や車両制御を導入することでさらなる交通量の増加が見込める。今後は、外部ソフトウェアとの連携によりモデル予測制御などの適用が可能なシミュレーション環境の構築を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 川邊武俊, 向井正和, 溝口佳寛, 小森賢, 平野豊	4. 巻 73
2. 論文標題 自動車の制御とモデリングに向けた他学会交流と産学連携 自動車制御とモデル研究部門委員会活動報告	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自動車技術	6. 最初と最後の頁 112-115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川邊 武俊、向井 正和、小森 賢、平野 豊	4. 巻 58
2. 論文標題 自動車の制御とモデリングの課題解決を目指すSICEの産学連携, 異分野交流	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 33-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11499/sicejl.58.33	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 W. Cao, M. Mukai, and T. Kawabe
2. 発表標題 Merging trajectory generation method using real-time optimization with enhanced robustness against sensor noise
3. 学会等名 24th International Symposium on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 曹文静, 向井正和, 川邊武俊
2. 発表標題 モデル予測制御にもとづく合流制御時に必要な位置計測仕様に関する一考察
3. 学会等名 第6回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kensuke Saito, Masakazu Mukai
2. 発表標題 A study on traffic flow control using traffic simulator UC-win/Road
3. 学会等名 The 36th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M.Mukai, H. Natori, M. Fujita
2. 発表標題 Model predictive control with a mixed integer programming for merging path generation on motor way
3. 学会等名 2017 IEEE Conference on Control Technology and Applications (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 向井正和
2. 発表標題 交通システムの円滑化のためのモデル予測制御
3. 学会等名 産業応用部門2017年度大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 向井正和
2. 発表標題 車両のグループ化とモデル予測制御による交通システム円滑化に関する一考察
3. 学会等名 第60回自動制御連合講演会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----