

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ミクロ・マクロ交通流モデルに基づく最適信号機制御アルゴリズムの提案と検証
Title(English)	
著者(和文)	檀隼人
Author(English)	Hayato Dan
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11925号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:畑中 健志,三平 満司,井村 順一,山北 昌毅,石崎 孝幸,藤田 政之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11925号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

(博士課程)
Doctoral Program

論文要約

THESIS OUTLINE

系・コース： Department of, Graduate major in	システム制御 システム制御	系 コース
学生氏名： Student's Name	檀 隼人	

申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	畑中 健志	
指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)	藤田 政之	

要約

Thesis Outline

都市部における交通渋滞は、経済、環境の両面に与える悪影響が大きく、解決すべき課題とされる。この課題の解決に向けた方策として、効率的な交通流を達成する新たな信号機制御アルゴリズムの提案が挙げられる。これまで提案された信号機制御アルゴリズムでは主に、交通システムの巨視的な挙動を表現するマクロ交通流モデルが用いられていた。一方、近年の通信技術の向上を受けて、個々の車両の挙動を表現するミクロ交通流モデルを用いた信号機制御アルゴリズムの提案もなされはじめた。そこで本論文ではまず、ミクロ交通流モデル、マクロ交通流モデルに基づく信号機制御アルゴリズムをそれぞれ個別に提案する。その後、両者を階層的に統合することで、車両走行速度が高く、停止車両台数の少ない効率的な交通流を達成する信号機制御アルゴリズムを提案する。また、現実的な交通流を再現できるシミュレータを構築し、アルゴリズムの検証を行う。

はじめに、ミクロ交通流モデルに基づく信号機制御アルゴリズムの提案と検証を行う。まず、個々の車両の運動モデルを示し、交差点周囲を走行する複数車両についてこれを統合することでミクロ交通流モデルを導出する。また、導出したミクロ交通流モデル、および信号機が現実的な現示の切り替えを行うという制約の下で、交差点周囲を走行する車両の走行速度を最大化する最適化問題を定式化し、その最適化問題の解に基づいて信号現示を切り替える信号機制御アルゴリズムを提案する。つぎに、複数のソフトウェアを組み合わせ、現実的な環境において信号機制御アルゴリズムの検証を可能とするシミュレータの構築を行う。さらに、構築したシミュレーション環境にて、予め切り替えタイミングが決められた固定アルゴリズムと提案した信号機制御アルゴリズムの制御効果を比較する検証を行い、車両走行速度が向上することを確認する。一方で、停止車両台数が増加することにも言及し、アルゴリズム内に交差点間の協調が考慮されていないことをその原因として示す。

つづいて、示された問題点を受け、交差点間の協調則を含む信号機制御アルゴリズムを新たに提案する。まず、道路上の車両台数の変化を数式モデル化したマクロ交通流モデルに基づき、車両密度の分散を目的とした最適化問題を定式化する。つぎに、定式化した最適化問題を求解する部分的な主双対勾配アルゴリズムを考え、その中に含まれる一部のサブシステムが交通流モデルと一致することを明らかにする。この知見に基づいて、該当部を現実の交通システムに置き換え、残りの部分を信号機制御アルゴリズムとすることで、この両者からなるサイバーフィジカルシステムを提案する。また、このシステムが分散協調制御器として実装できることを示すとともに、システムの最適解への収束性や入出力安定性について理論的に証明する。さらに、構築したシミュレータを用いて、固定アルゴリズムと提案した信号機制御アルゴリズムの制御効果を比較する検証を行い、提案アルゴリズムに内在する協調則によって車両密度の分散が実現できることを確認する。

最後に、ここまでで提案したアルゴリズムを統合し、階層型の信号機制御アルゴリズムを提案する。まず、マクロ交通流モデルを用いたアルゴリズムが与える制御入力を、ミクロ交通流モデルを用いたアルゴリズムが解く最適化問題の制約条件内に組み込むことで、両アルゴリズムを統合する。これにより、協調則を間接的に含み、指摘された問題を解決した信号機制御アルゴリズムの提案が実現される。つぎに、構築したシミュレータを用い、固定アルゴリズム、ミクロ交通流モデルを用いたアルゴリズム、マクロ交通流モデルを用いたアルゴリズム、および両者を階層的に統合したアルゴリズムの4つの制御効果を比較した検証を行う。検証結果を考察し、交通量の偏りや変動が大きい道路ネットワークにおいて、統合したアルゴリズムが他より、車両走行速度が高く、停止車両台数が少ない効率的な交通流を達成することを確認する。