

大都市における車両走行時間を短縮する 交通信号制御および経路案内方式の提案

徐家興^{1,a)} 孫為華² 柴田直樹¹ 伊藤実¹

概要：近年、大都市で渋滞を引き起こす原因の一つとして非合理的な交通信号サイクルが挙げられる。これを改善するために、一定速度で走行する車両は連続する交差点を常に青信号で通過できる技術 GreenWave が提案されている。本稿では GreenWave をベースに、信号制御方式 GreenSwirl および経路案内方式 GreenDrive を提案する。提案手法では複数の GreenWave 道路を渦巻き状に発生させ、GreenDrive 案内方式で道路を通過する時間を見積もり、車両の平均走行時間を最小化する。提案手法の性能を評価するために交通流シミュレータ SUMO を用いてシミュレーションを行った。ニューヨーク市マンハッタン島の道路網で車両の走行時間短縮効果を計測した結果、従来の手法と比べて提案手法は平均 10~60%程度、平均走行時間が短縮できたことを確認した。

1. 研究背景

近年、大都市で深刻な交通渋滞が社会的問題となっている。特に渋滞を引き起こす原因の一つとして非合理的な交通信号サイクルがある。多くの研究が交通渋滞を緩和させ、車両走行効率を向上することを目的としている。

1.1 動的経路案内 (DRG, Dynamic Route Guidance)

利用者の所在地から行き先までの経路を解析し、一定の尺度において最も有利となる経路を案内する手法である。最短距離経路を案内する方法がよく利用されているが、多く車両が同じ経路を利用し、信号待ちにより、交通渋滞を引き起こす問題点があるそのため、全車両が最短距離経路を走行しても走行時間がかえって延長する可能性がある。経路間の交通量バランスを考慮するために、動的利用者最適配分 DUA (Dynamic User Assignment) が提案されている [1]。この手法では、ある選択確率に従って各車両に経路を案内し、各経路の走行時間を調査することを繰り返すことで交通量配分の効果を達成することができる。この手法は経路間で交通量をバランスすることができるが、利用者の視点で最適化を行っていないため、長い走行時間を有する経路を強いられる利用者が発生するなど、利用者を受け入れられにくい。

1.2 交通信号制御 (TSC, Traffic Signal Control)

車両の到着時間を把握できる前提において、車両が青信号に遭遇しやすいように交通信号を制御する手法である。交通信号制御手法の中で、実現可能性が最も高いのは、GreenWave 法である。GreenWave 法 [2] とは、一定速度で走行する車両は連続する交差点を常に青信号で通過できる技術である。赤信号での停止時間を減らし、車両の走行時間を短縮することができ、すでに多くの国で実験運用が行われている。問題点は、幹線道路のみに生成されるため、対向車線と横断道路の妨害、入口と出口の渋滞を引き起こすことが挙げられる。これにより、交通量の不均衡が引き起こされるため、広域な渋滞発生につながり、期待されたほど顕著な効果は表れていない。

また、既存の研究では、交通信号制御または経路案内のいずれかのみ焦点を当てており、交通信号制御と経路案内を組み合わせた手法は、筆者らの知る限り存在しない。

2. 提案手法

本稿では大規模都市の交通渋滞を緩和させ、車両の平均走行時間を短縮させることを目的とし、都市全体を一つの道路システムとした交通信号制御方式 GreenSwirl を提案する。交通トラフィックの特性に着目し、複数の GreenWave 道路を連結させ、都市のどこにも行きやすい道路システムを生成する。さらに、最短距離ではなく、車両の走行所要時間を見積もり、走行時間最短経路を案内する GreenDrive を併用することで、最大多数の車両の走行時間を短縮させる。

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Graduate School of Information Science

² 滋賀大学
Shiga University

a) jjixing-x@is.naist.jp

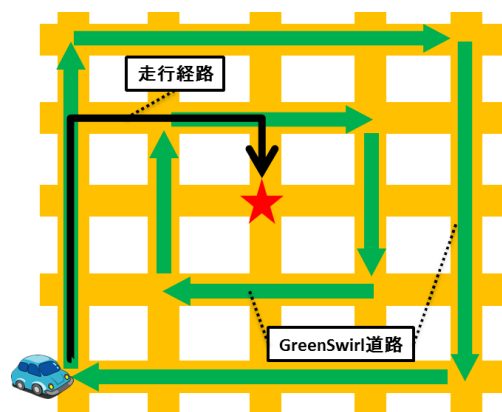


図 1 GreenSwirl のイメージ

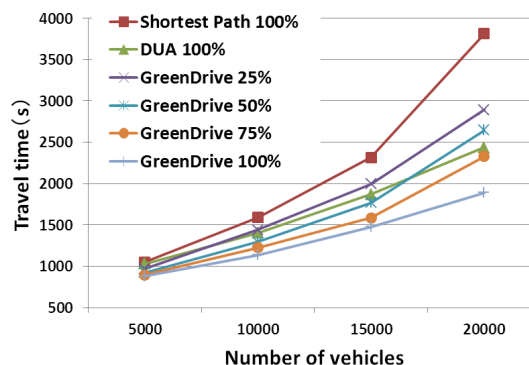


図 2 GreenSwirl を用いた経路案内方式の比較

2.1 信号制御方式 GreenSwirl

信号制御方式 GreenSwirl は複数の GreenWave 道路を渦巻き状に発生させ、それぞれのスタート地点と終着地点を連結し、巨大な循環道路を構築する。この循環道路を GreenSwirl 道路と呼ぶ。GreenSwirl 道路に進入した車両は、渋滞がなければ GreenSwirl 道路を出るまでほぼ無停止で法定速度で走行することが可能となる。GreenSwirl 道路を出る際、目的地に近い場所で降りることで、走行時間の短縮を実現する。大小異なる複数の GreenSwirl 道路を発生させ、車両が適切に優先道路を切り替えることにより、大部分の道なりに GreenSwirl 道路を利用することが可能である (図 1)。

2.2 最短走行時間案内方式 GreenDrive

適切な優先道路の利用率を確保し、交通量を分散させるために、経路案内手法を用いる。GreenDrive は経路を走行する時間を見積もり、車両の平均走行時間を最小化する経路案内手法である。GreenDrive では過去の交通データを利用し、右左折などの影響による交差点を通過時間を考慮することで各道路を通過する見積もり時間を算出する。GreenSwirl 道路に適切に案内することで、車両走行時間を短縮させて交通渋滞を緩和させる効果を達成する。

3. 実験評価

提案手法の性能を評価するために、交通流シミュレータ SUMO と現実の道路網データを用いてシミュレーション評価を行った。ニューヨーク市マンハッタン島の道路網で車両の走行時間短縮効果をシミュレーションにより計測し、提案手法と比較手法を分析した。その結果、図 2 では従来の手法と比べて提案手法は平均 10~60%程度、平均走行時間が短縮されたことを確認した。また、提案経路案内手法の搭載率が低くても、性能が発揮できることを確認した。

4. 現時点で取り組んでいる課題

4.1 異なる道路パターンに対する評価実験

これまでにマンハッタンの地図を利用して評価を行ってきたが、道路パターンとしては単純である。他の大都市の地図 (北京、ロンドンや大阪等) を利用して提案手法の性能の評価を行っている。これらの地図に不規則な細い道路が多く、提案手法をいかに有効に適用する方法について検討している。

4.2 異なるトラフィックパターンに対する評価実験

評価に使われたトラフィックには特段の変化がないパターンである。しかし、本当の都市では、朝ラッシュや夜ラッシュなど、特定の時間帯に特徴的なトラフィックが現れる。時間帯毎に GreenSwirl を切り替える手法の検討も進めている。

4.3 GreenSwirl の自動生成

これまでは GreenSwirl はマニュアルに生成してきた。しかし、本当の都市規模となればマニュアル制御は到底不可能である。また、マニュアル制御の場合、最適な信号パターンの生成は困難であり、トラフィックの機微な変化に対応することはできない。GreenSwirl 自動生成する手法について現在検討している。

参考文献

- [1] M. Behrisch, D. Krajzewicz, P. Wagner, and Yun-Pang Wang, "Comparison of Methods for Increasing the Performance of a DUA Computation," in Proc. of DTA2008 International Symposium on Dynamic Traffic Assignment, No. EPFL-CONF-154987, Jun. 2008.
- [2] A. Warberg, J. Larsen and R. Jrgensen, "Green Wave Traffic Optimization - A Survey," in Informatics and Mathematical Modeling, 2008.