

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：14201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16046

研究課題名(和文) GreenSwirl: 車両の走行効率を向上させる交通信号制御手法

研究課題名(英文) GreenSwirl: Combining Traffic Signal Control and Route Guidance for Reducing Traffic Congestion

研究代表者

川井 明(孫為華)(Kawai, Akira)

滋賀大学・経済学部・准教授

研究者番号：40517520

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：交通渋滞を引き起こす原因の一つは非合理的な交通信号サイクルであり、一定速度で走行する車両に連続する交差点を常に青信号で通過させる方式である GreenWave が提案されている。本研究では GreenWave を改善する信号制御方式 GreenSwirl を提案する。GreenSwirl は複数の GreenWave 道路を渦巻状に配置し、車両の出入りをスムーズにする。また、GreenDrive は道路の走行時間を見積もり、車両の走行時間を短縮させる。ニューヨーク市マンハッタン島の道路網を対象に、交通流シミュレータ SUMO を用いたシミュレーションを通して、提案手法の時間短縮効果を確認した。

研究成果の概要(英文)：Inefficient setting of traffic signal cycles is one of the main causes of congestion. GreenWave is a method for controlling traffic signals which allows one-way traffic to pass through a series of intersections without stopping cars at red lights. There are still two problems with GreenWave. It blocks the crossing traffic, and it forms congestion at entry and exit to the roads with GreenWave. We propose GreenSwirl for controlling traffic signals, in combination with a route guidance method GreenDrive. GreenSwirl controls traffic signals for a smooth flow of traffic by making signals turn green when cars arrive, and thus allowing cars to run without stopping on circular routes throughout the city. GreenDrive is a navigation system for optimizing the overall control of the city's traffic. We conducted simulation with the road network of Manhattan Island in New York, and confirmed advantages by our method over existing methods in average travel time, fuel consumption, etc.

研究分野：高度交通システム

キーワード：交通最適化 交通信号制御

1. 研究開始当初の背景

交通渋滞の原因の一つは非合理的な交通信号サイクルである。車両の停止と再発進は、時間浪費のほか、余分の燃料消費も発生する。効率よく制御されている信号とそうでない信号が車両の実効速度や燃費、運転の安全性、さらに運転者の心理に与える影響の違いは大きい。

交通信号制御手法はトラフィックの時間分布を制御する方式であり、GreenWave 法が代表的なものである。

信号周期が適切に制御されている特定な道路を GreenWave 道路と呼ばれ、車群が到着する直前に信号が青になり、車両がほぼ無停止に走行できるようになる。欧米だけでなく、近年自動車公害問題の大きい中国でも重要な推進課題である。

2. 研究の目的

連続する交差点の信号を制御し、一定速度で特定方向を走行する車両に青信号で通過させ、車両の実効走行速度を向上させる信号制御方式は GreenWave と呼ばれる。しかし、GreenWave をそのまま適用すると、反対側車線や直交道路が影響され、広範囲に渋滞が起きる可能性がある。本応募課題では、複数の GreenWave 道路を渦巻状に配置し、循環する海流のように車両を走行させる GreenSwirl 法を考案する。提案手法の目的は、車両走行経路の一部に GreenSwirl 道路を利用させることで、走行時間と燃費を軽減させる。

3. 研究の方法

異なる GreenSwirl 配置パターン(4種)及び異なる道路特徴の都市シナリオ(4種)に対してシミュレーション評価を行い、性能データを集めた。上記のデータを分析し、トラフィックパターンと GreenSwirl 手法の性能との関連性を調べた。道路ごとのトラフィックをベクトル化し、都市全体トラフィックをベクトルの集合として分析する方法を考え、准最適な GreenSwirl 配置と形状を求めた。

4. 研究成果

本研究では信号制御方式 GreenSwirl を提案する。単発の GreenWave 道路に伴う問題を改善するために、GreenSwirl は、図1のように複数の GreenWave 道路を生成し、渦巻状に配置する。これをまず簡単な予備実験で車両の走行をシミュレートしてみた結果、図1の地図において、外周の道路では車両平均速度が速く、周辺の渋滞など GreenWave の問題が起きなかったが、内部の小回り道路では平均速度が低く、渋滞が発生しやすい現象を確認した。この問題を解決するには、交通量を適切に走りやすい外周道路に振り分けながら、個々の車両の走行時間を最小化する経路案内手法が必要である。

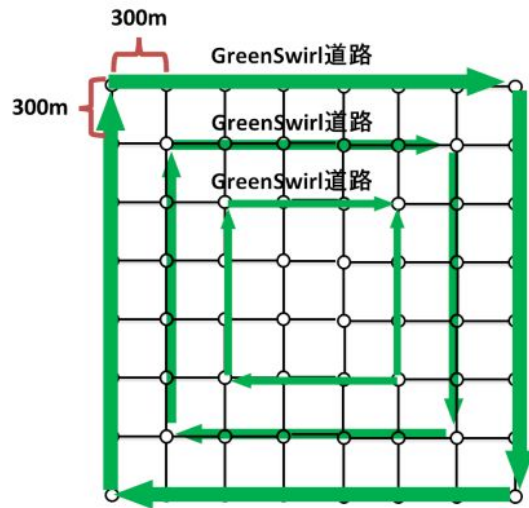


図1

GreenSwirl は複数の GreenWave 道路を渦巻状に発生させ、それぞれのスタート地点と終着地点を連結し、巨大な循環道路を配置する。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できる。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 道路を生成し、車両が適切に優先道路を切り替えることにより、大部分の道のりで GreenSwirl 道路を利用することが可能である。

GreenSwirl 道路を配置する方針は、交通量の大きい区域同士をつなぐ幹線道路の信号を制御し、大多数の車両の流れる方向に有利な信号となるようにすることである。

GreenSwirl 道路の配置：都市や道路の形状、トラフィック特性に対応して異なる形の GreenSwirl 道路を配置する必要がある。例えば、ニューヨーク市マンハッタン島は中心に公園があり、一方通行の道路が多く、車両が直行する幹線道路に集中するという特徴があり、中央の公園付近を速く通過し、幹線道路の交通量を分散するために図2のように GreenSwirl 道路を配置することは一案である。

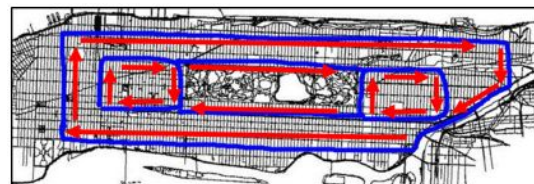


図2

各 GreenSwirl 道路では、優先方向の最初の信号(起点となる信号を適当に定める)を

サイクルベースとし、次の信号をこれと協調するように設定する。図3は信号制御の例である。車両が各道路のセグメントを通過する時間を10sとし、最初の信号S1の青信号が始まる時刻を0sとしている。右左折時、すなわち道路の乗り換え時の信号設定は重要である。たとえば、S3の北行き青信号の時刻を20sとする。車両は無停止で南北通行が可能であり、S3で右折した車両も滞りなく右折していく。このとき、S3交差点の東西方向の制御信号S3は当然赤信号を点灯している。GreenWave方式の場合、東西方向の次の交差点、S4はS3と連動し、右折した車両を停止させることになる。しかし、GreenSwirlでは、S4はS3ではなく、S3と連動させるため、右折車両はS4を無停止で通過可能になる。ほかの右折信号も同様の方法で設定される。

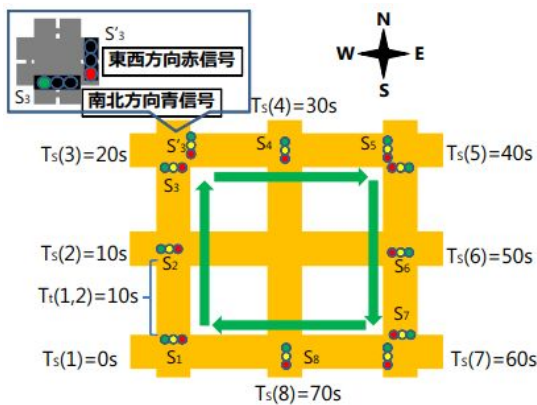
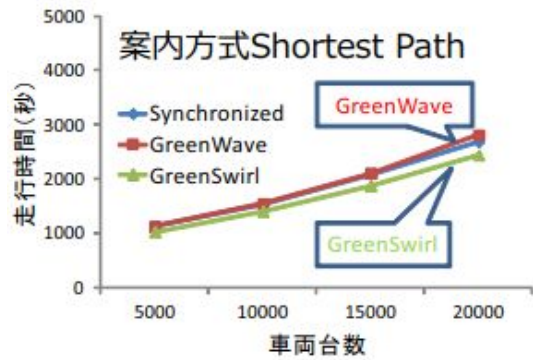


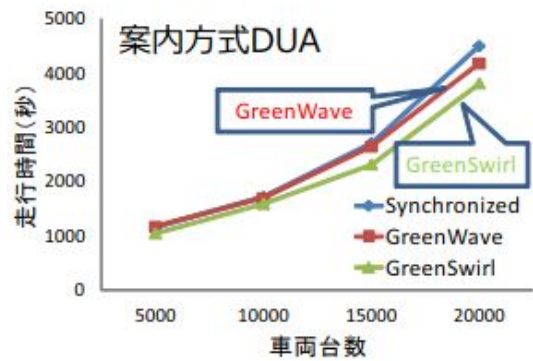
図3

本研究では、交通渋滞を緩和させ、車両走行時間を最小化させることを目的とした。GreenWaveをベースに、交通信号制御方式GreenSwirlを提案した。GreenSwirlは複数のGreenWave道路を渦巻き状に発生させ、巨大な循環道路（GreenSwirl道路）を構築する。GreenSwirl道路に進入した車両は、渋滞がなければほぼ無停止で走行できる。GreenSwirl道路の最適な利用率を確保し、車両走行時間を短縮するために、経路案内機能も必要である。また、各道路を通過する時間を見積もり、各車両に最短時間経路を案内する。

ニューヨーク市マンハッタン島の地図を基に交通流シミュレータSUMOを用いて評価シミュレーションを行い、複数の経路案内方式を用いた結果、交通トラフィック処理能力において、GreenSwirlはGreenWaveと比べて、平均走行時間を約10%-25%短縮し、また、経路案内機能による車両案内は、提案手法はDUAより、平均走行時間を約10%-29%短縮したことが分かった。(図4)



(a) Shortest Path 経路案内の時



(b) DUA 経路案内の時

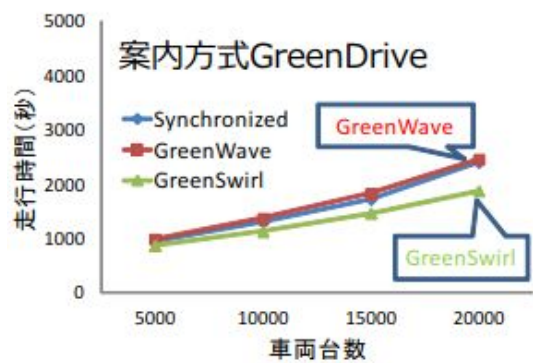


図4

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

上田 知幸, 柴田 直樹, 川井 明, 伊藤 実, “EVTour: 電気自動車の乗換スケジューリング法の提案と性能評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.58, No.2, pp.308-319, 2017.2.

〔学会発表〕(計3件)

Akira Kawai, “Approach traffic congestion problems”, 2018 International Conference for Leading and Young Computer

Scientists (IC-LYCS 2018), 2018.02.11.
(Okinawa) (Outstanding Research
Achievement and Contribution to IC-LYCS
2018 Invited Presentation.)

陳 鈞, 谷口 伸一, 川井 明, “ ソーシャ
ル・キャピタルを利用した高齢者見守りシス
テム”, マルチメディア, 分散, 協調とモバ
イルシンポジウム 2017 (DICOMO2017),
pp.753-760, 2017.06.29, 北海道定山溪.

陳 鈞, 谷口 伸一, 川井 明, “ ソーシャル
キャピタルに着目した高齢者支援システム ”,
EiC 電子情報通信学会 2017 年総合大会 情
報・システムソサイエティ特別企画学生ポス
ターセッション予稿集, p.12,
2017.03.22~23. 名古屋

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川井明 (Kawai, Akira)
滋賀大学データサイエンス学部・准教授
研究者番号 : 40517520

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :

(4) 研究協力者

()