

M-027

マルチエージェント・シミュレーションによる 局所通信型渋滞緩和モデルの評価

The Evaluation of The Traffic Congestion Reduction Model based on Local Communications using Multi Agent System

赤嶺 有平⁺ 當間 愛晃⁺ 遠藤 聡志⁺
Yuhei Akamine, Naruaki Toma and Satoshi Endo

1. はじめに

本稿では、マルチエージェントシステムを基に構築した交通シミュレータを用いて行った、車々間通信を想定した局所通信型渋滞緩和モデルの評価実験について述べる。渋滞緩和のための交通情報の共有手法として代表的なものに現行で提供されている VICS[1]がある。VICS は、道路上に設置されたセンサにより取得された交通情報をセンターに集約し、ラジオ放送を用いて各車両に配信するシステムである。VICS は、センサからの情報を基に渋滞状況を判断するためセンサが設置されていない路線の情報を得ることはできない。また、同一の情報を全車両に配信するため渋滞を回避した車両が別の路線に集中し二次的な渋滞を起こす可能性が指摘されている。

一方、走行中の車両間で直接通信し情報交換を行う車々通信が注目されており、同技術を用いた渋滞緩和手法の提案が行われている[2][3]。実社会において実証実験を行うには、相当数の車両に車々間通信装置およびカーナビゲーションシステム(以後、カーナビと記す)を搭載する必要があるためコスト的に困難である。そこで、本研究では、実際の都市の電子地図から構築した仮想道路網と、GIS から得られる情報を基に生成した擬似交通需要を用いて構築した交通シミュレータに、カーナビなしの車両モデル、VICS 車両モデル、車両間の局所的な通信により渋滞を回避する車両モデル(以後、IVCR)を走行させ、それぞれの旅行時間等を計測し、IVC モデルの評価を行った。

2. 車々間通信による渋滞緩和モデル

本節では、実験に用いた IVCR について述べる。IVCR は、各車両が過去に通過した路線における実走行速度を記録しておき、交差点ですれ違う車両に対して送信する。ある車両の視点から見ると、対向車線を走行する車両は進行方向の道路に関する速度情報を持っている可能性が高いと考えられるため、対向車線を走行する車両とのみ通信を行う。

各車両は、道路網情報を有向グラフとして保有している。交差点をノードとし、交差点間の路線をエッジとして表現する(図1)。上下合わせて2車線の路線は逆向きの2つのエッジで構成される。各エッジは、推定走行時間を重みとしてもっており、総走行時間が最短となる経路がドライバーに提示される。出発時点では、3節で述べるカーナビ非搭載車両の経路探索に用いられる重みと同じものが記録されている。これは、過去の走行によって得られた道路の実走行時間を利用することを想定している。

各車両は、ノード(交差点)を通過する際に、前回ノードを通過した時からの経過時間を計測し、エッジの重みを更新及び更新時刻の記録を行う。次に、そのノードに向かって走行する通信可能距離内の車両と通信を行い、エッジ情報を交換する(図

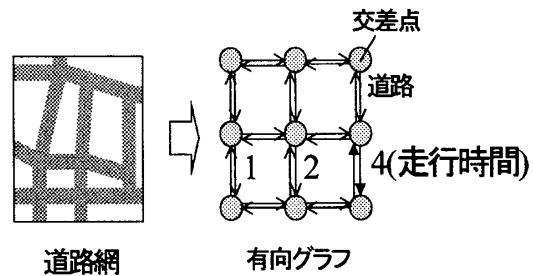


図1 車両が保有する道路情報

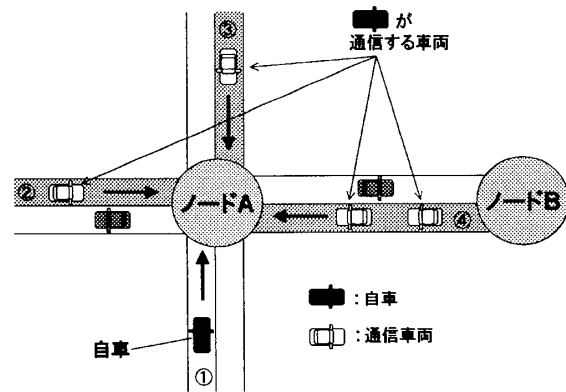


図2 情報交換を行う車両

2). その際、更新時刻のより新しい情報を採用する。車両は、対向車線の渋滞状況を直接計測することは出来ないが、交差点における情報交換により取得できる。したがって、交差点ですれ違う車両(すなわち通信相手)は、自車の進行方向の交通状況を保有している可能性が高い。

3. マルチエージェントシステムによる交通シミュレータ

IVCR を実装した車両のシミュレートを行うため、車両をエージェントとしてマルチエージェントシステムとして道路交通網をモデル化した交通シミュレータを実装した。交通流は、Nagel-Schrechenberg のモデルを基礎とした交通モデルで表現されており、車線数、最高速度が考慮されている。

シミュレータにおける各車両は、出発地点、到着地点および経路情報を持っており、VICS や車車間通信によって更新される。カーナビ非搭載車両は、分割配分[4]によって得られた経路情報を利用する。分割配分は、実務で用いられてきた手法であり、「ドライバーは、旅行時間が最短になる経路を選択する」という仮定に基づいている。また、カーナビ搭載車両と異なり、走行中に経路を変更することはない。

4. GISに基づく交通需要の推定

本研究では、道路交通シミュレータ上で発生する交通需要を現実に近いものとするため、GISに基づく交通需要の推定を行った。用いたGISデータは以下の2つである。

- 字丁目毎の人口および就業者数
- 字丁目の境界線

さらに、総走行車両数の推定のため以下の統計情報を用いた。

- 那覇市の就業者数
- 沖縄県における通勤の交通手段の割合
- 沖縄県における交通需要の時間分布

朝の通勤時間帯には、人口密度の高い地区から就業者密度の高い地区への移動が起きると推測されるので、発生交通量を地区毎の人口でランダムに配置し、集中交通量は就業者数でランダムに配置した。

5. 実験

那覇市主要道路の地図をもとに構築した道路交通シミュレータ上に、カーナビ非搭載車両(STATIC)、VICS付カーナビ(VICS)、車々間通信によるカーナビ(IVCR)のいずれかを搭載した車両を4節に基づく交通需要分布により流入させ、各カーナビの搭載割合を変化させて実験を行った。詳細は、以下のとおりである。

- 総走行車両数：65588台
- VICSの配信頻度：5分に1回
- 道路のノード(交差点)数：257
- 道路の総延長：68464セル
- 道路のエッジ数：752
- エッジの平均長：91セル

5.1 結果

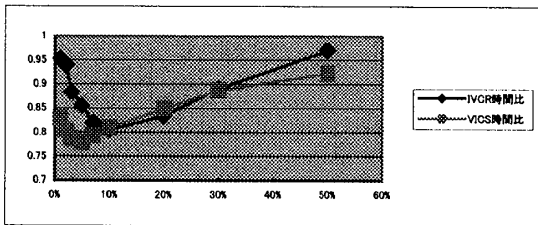


図3 STATICに対する旅行時間比

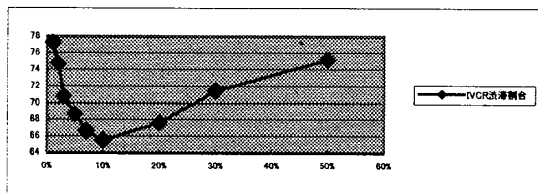


図4 渋滞に巻き込まれた時間割合

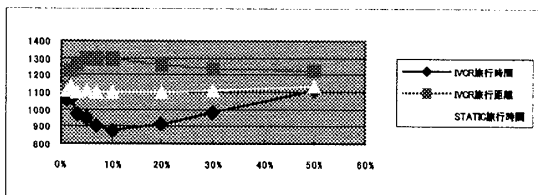


図5 IVCRの存在割合に対する旅行時間・距離の変化

図3は、IVCR, VICSをそれぞれ存在比率を変化させてシミュレートし、STATICに対する平均旅行時間の比率をプロットしたものである。

IVCRは、VICSと比較して旅行時間が短縮される傾向が見られた。また、平均旅行距離が増加し渋滞に巻き込まれている時間が減少している(図4, 5)ことから、迂回することで渋滞を回避していることがわかる。

また、存在割合を極端に増やした場合、STATICと比較して旅行時間が長くなった。これは、両手法とも迂回先で二次渋滞が発生しているためと考えられる。ただし、IVCRのほうが、VICSと比較して情報の更新頻度が高いため二次渋滞の発生は少ない。また、VICSで配信される情報は全路線の情報が含まれており且つディレイのないリアルタイムな情報であるため現実のVICSよりも高性能である。

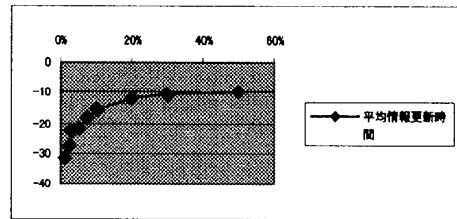


図5 到着車両の平均情報更新時刻 (到着時刻に対する相対時間)

図5は、到着車両の平均情報更新時刻を調べたものである。台数が増加するほど、情報の鮮度が向上している事がわかる。また、50%付近で頭打ちになっている。

6. まとめ

本研究では、実際の都市(那覇市)の電子地図から構築した道路交通シミュレータ上に、統計情報に基づき推測した交通需要を発生させ、経路を動的に変化させない車両、VICSを想定した放送により渋滞情報を取得するカーナビ搭載車両、IVCモデルのカーナビ搭載車両について交通シミュレーションを行い、IVCモデルの評価を行った。那覇市の道路網は、迂回路が少ない上、中心地区に交通量が集中するためIVCモデルにとって不利な環境だが、VICSと比較しても良い結果が得られた。また、存在割合7%付近からIVCRの優位性が現れておりカーナビの出荷台数が2600万台を突破している[5]ことを考慮すると、十分実用化の可能性があると考えられる。さらに、今回実験に用いたモデルは、走行時間を交換するだけの非常に単純なモデルであり、VICSと組み合わせることなどの手法を用いることで性能向上の余地は十分にある。

参考文献

[1] <http://www.vics.or.jp/>
 [2] ITS車々通信技術, <http://unit.aist.go.jp/is/main/OHPaper/oh2004/le/22tsugawa-s.pdf>
 [3] 山下, 和泉, 車谷, 中島: "協調カーナビによる道路交通流の円滑化", 情報処理学会研究報告「知能と複雑系」, 2004-ICS-139(24), 2005
 [4] 道路交通需要予測の理論と適用, 第1編, 土木学会
 [5] カーナビ・VICSの出荷台数, <http://www.its.go.jp/ITS/j-html/ITSinJapan/navi.html>