

那覇通勤圏における交通シミュレーションを用いた 車々間通信と VICS の比較

The comparison between inter-vehicle communications and VICS
using traffic simulation based on commutable area of Naha city

赤嶺 有平^{*1}
Yuhei Akamine

遠藤 聡志^{*1}
Satoshi Endo

岡崎 威生^{*1}
Takeo Okazaki

當間 愛晃^{*1}
Naruaki Toma

根路銘 もえ子^{*2}
Moeko Nerome

^{*1} 琉球大学工学部
Faculty of Engineering, Univ. of Ryukyus

^{*2} 沖縄国際大学経済学部
College of Economics, Okinawa International University

This paper shows and discusses the result of comparison and evaluation of efficacy to reduce traffic congestion between two traffic information-gathering methods, which are VICS and a method using inter-vehicle communication. The latter method estimates degree of traffic congestion with propagating information of traveling time and route history of each car using inter-vehicle communication. The advantage of the method is to need no infrastructure such as sensors on the roads. However, the method produces less effect in the environment of fewer vehicles using the method. In this research, the authors developed a traffic simulator based on the road network of commutable area of Naha city and origin-destinations data of the road traffic census in 2005.

1. はじめに

高度道路情報システムの発達により、リアルタイムに計測された渋滞情報を基に迂回路を提示することで、道路の負荷分散を行うための議論が活発になっている[1][2]。渋滞情報の取得方法としては、道路交通情報通信システム(以後、VICS)が全国的に普及しているが、VICS に頼らない手法として自車両の走行履歴から得られる情報を基に渋滞を推測し、車両間の近距離通信によりその情報を伝搬させることで、センサや基地局などのインフラコストを必要としない手法(本論文では、Traffic Information gathering with inter-vehicle communication より TIGI と記す)が提案されている(参考文献)。しかしながら、TIGI は、ある程度普及していないと十分な効果が現れない(情報を近距離アドホック通信により伝搬させるため、互換性のあるシステムを搭載した車両が近距離にある程度以上存在することが必要となる)ことから、実証実験が難しく、実用化には至っていない。

本研究の目的は、交通シミュレータ上に VICS、TIGI それぞれを用いて実装したシステムを構築し、VICS の配信頻度、TIGI の車両数などのパラメータが渋滞回避性能に与える影響を調べることで、両手法の特性を明らかにする事である。

2. 渋滞回避モデル

シミュレーションでは、渋滞回避処理を「渋滞情報収集」、「迂回路探索」の2層に分離して実装した。渋滞情報収集処理によって取得した渋滞情報を基に、経路再探索を行い動的に経路を変更しながら目的地へ走行する。渋滞情報収集の手法として以下の2つのモデルを実装した。

2.1 VICS モデル

VICS モデルでは、路上に設置されたセンサからの情報を基にその路線の平均速度を推定し、各路線の平均速度を配信センタに集積、配信する。実世界では、センサの設置されていない路線の速度は検出できないが、本研究では簡単のため各路線に一つだけセンサが設置されているものとした。

VICS は通常、センサが設置されている地点を通過した車両速度の測定を数分間行い、統計処理により得られた値を基に渋滞長を推測する。本研究における VICS モデルでは、各路線に一つだけ設置されたセンサ位置を通過する車両の平均速度をその路線全体の平均速度として一定間隔で全車両に一斉配信する。シミュレーションでは、実際のセンサと異なり完全に正確な速度の測定が行われる。

2.2 車々間通信(TIGI)モデル

TIGI では、車両が過去に通過した路線における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。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、交差点を通過する際に、前回ノード通過時からの経過時間を計測し記録する。次に、そのノードに向かって走行する通信可能範囲内の車両と通信を行い、速度情報を交換する。その際、更新時刻のより新しい情報を採用する。更新された路線の情報のみを送受信することで通信量を大きく減らすことができる。

3. 交通シミュレータ

本研究では、VICS や TIGI の細部まで調整可能とするため、セルオートマトン法によるマイクロシミュレーションをベースに筆者らが独自に開発したシミュレータを用いた。開発したシミュレータは、以下の仕様を満たす。

- 車両は、前方の車間距離を保ち、確率的に加速する
- 路線は一車線以上の車線をもつ
- 交差点には信号が無く、必ず一時停止した後、進行先の路線に侵入する。直進及び右左折の区別はしない
- 車両は、目的地までの経路情報を保持する。経路情報は、走行中に再探索できる
- VICS 車両は、全路線の渋滞状況を取得できる
- TIGI 車両は、他の車両と渋滞情報を共有できる。

3.1 入力データ

シミュレーションで用いる道路交通網は、恒常的に渋滞が発生し、県民一人あたりの渋滞損失額が全国4位となっている沖

沖縄県は、島嶼県のため県外からの車両の流入がなく、大都市圏より交通網の規模が小さいためシミュレーション実験に適していると考えられる。また、軌道交通が那覇市のごく一部にのみだけ存在するため県民の大部分が車により通勤していることから、交通手段の配分を考慮する必要がないことも利点である。道路網データは、那覇通勤圏内の国土地理院発行の数値地図 1/25000 を基に構築し、手作業により通勤に影響が少ないと思われる主要路線以外の小路を削除したものをを用いた。

OD データは、2007 年度「沖縄県における自動車 OD 調査報告書(集計編)」を基に設定した。

3.2 経路配分

本研究では、VICS、TIGI の渋滞回避性能を「渋滞回避システムを利用する車両とそうでない車両を比較してどの程度旅行時間が短縮されるか」を基準として評価した。これらの渋滞回避システムを利用しない車両は、経路探索を行わないため予め固定された経路を設定しておく必要がある。今回は、道路行政における交通量推定で用いられる利用者均衡配分を利用して経路設定を行った。

4. 評価実験

以上のシミュレータ及び入力データを利用して、VICS、TIGI 両手法の性能評価を行った。特に記載のない場合は、VICS モデルの配信間隔は5分、TIGI モデルの通信範囲は 400m である。また、VICS 混在比 $n\%$ とは、全車両中の $n\%$ が VICS モデルであることを示している。それ以外は、非搭載車両である。

4.1 実験1: 混在比に対する渋滞回避性能の変化

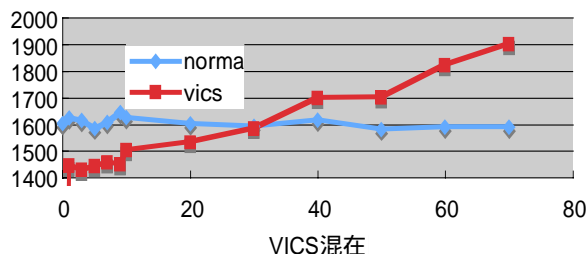


図1 VICS 混在比 0%-70%の時の平均旅行時間

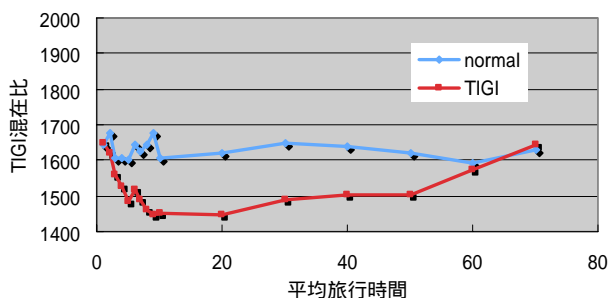


図2 TIGI 混在比 0%-70%の時の平均旅行時間

図1より、混在比30%付近で VICS モデルと非搭載モデルの旅行時間が逆転していることがわかる。VICS モデルは、センサ設置地点を通過する車両の速度を一定期間測定しその平均速度を全車両に一斉に配信する。また、一地点の通過速度を基に平均速度を推定するため誤差が含まれる。すなわち、誤差のある測定値が遅れて一斉に配信されることになる。そのため、同じ目的地へ向かう2つの路線のうち一方が渋滞し、一方が空いている時、渋滞路線を走行予定の多くの車両が一斉に空いて

いる路線へと迂回する。すると、渋滞していた方の路線は、渋滞が解消されるが次の配信まではもう一方の路線へ迂回し続けるため2次渋滞が発生すると考えられる。

図2から TIGI モデルでは、混合比の増加による性能低下が VICS と比較して少ないことがわかる。TIGI モデルは、一斉配信ではなく近くの路線の情報ほど早く更新されるため VICS の様な2次渋滞が発生し難いと考えられる。

4.2 実験2: VICS の配信頻度に対する性能の変化

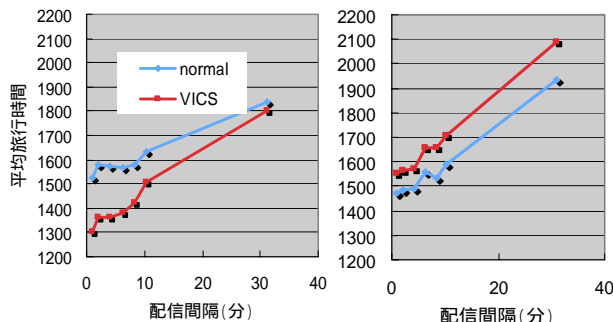


図3 VICS 混在比 10%(左図)及び 50%(右図)において配信頻度を1分から30分に変化させた場合の旅行時間

上図左の VICS モデルが 10%存在している場合の結果より、配信間隔を短くするほど渋滞回避性能が向上している事がわかる。一方、50%存在する場合は、測定値に含まれる誤差の影響が大きくなるため配信間隔の効果が現れていない。

4.3 実験3: TIGI の通信範囲に対する性能の変化

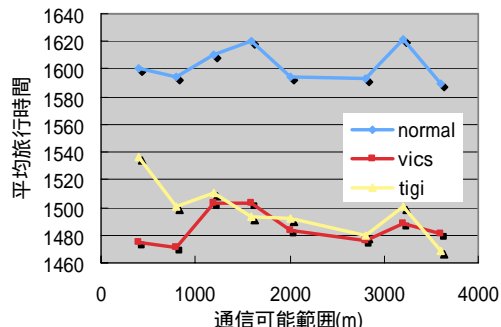


図4 TIGI 混在比 10%において通信範囲を 400m-3.6km まで変化させた場合の旅行時間

TIGI は、通信範囲が広いほど多くの車両と更新可能となるため性能が向上するが通信量及び接続先が増加するため実現可能な通信範囲は限られる。

5. おわりに

代表的な渋滞情報取得手段である VICS とインフラを必要としない TIGI の渋滞回避性能をシミュレーションにより評価した。VICS は、搭載車両が少ない場合は有効だが、一定以上存在すると性能が悪化するが、TIGI は逆の結果となった。TIGI で取得できない路線の情報を VICS で補完することでさらに性能が向上する可能性がある。

参考文献

- [1] 日産自動車株式会社: <http://drive.nissan-carwings.com/sky/>
- [2] 本田技研工業株式会社: <http://www.premium-club.jp/>
- [3] 寺内隆志, 柴田直樹, 安本慶一, 東野輝夫, 伊藤実: 渋滞緩和を目的とした車車間通信による混雑状況の伝播方式, 情報処理学会研究報告. ITS, 社団法人情報処理学会 2005