

時間的交通分散及び交通情報に基づく 経路計画による渋滞緩和効果の検証

上原 和樹^{1,a)} 赤嶺 有平¹ 遠藤 聡志¹ 根路 銘 もえ子²

概要: 交通渋滞は経済損失を引き起こすだけでなく、環境に対しても悪影響を及ぼすなど深刻な問題となっている。近年、スマートフォンなどの携帯情報端末の普及により位置情報の取得や道路情報の共有が安価に実現でき、それらを活用した渋滞緩和の方策について期待が高まっている。本稿では、プローブカー等による所要時間のリアルタイムデータの推定や過去の蓄積データが利用可能である状況を想定し、適切な出発時刻と経路の提供により車両を時間的、空間的に分散する手法を提案する。さらに、パーソントリップ調査に基づく実データを用いたシミュレーション実験を行うことで提案手法の効果について検証する。

1. はじめに

交通渋滞は全国各地で発生する重大な社会問題であり、経済損失に加えて騒音やCO₂排出など環境問題を引き起こす要因ともなっている。特に軌道交通が十分に供給できない地方都市では陸上交通の大部分を道路に依存しているが、渋滞によるバスの利便性低下に伴ってバス離れが加速するという負の循環に陥っている。今後、大幅な道路の拡張が望めない現状において、既存の道路を効率よく利用することが重要でありITS(Intelligent Transport System, 高度交通システム)を活用した交通負荷分散に期待が持たれている。

近年はスマートフォンのような移動型情報端末が普及し、位置情報の取得や通信による情報共有の実現が容易となっている。そこで、これらのデバイスを活用して渋滞情報を共有し迂回を促す手法が注目を集めているが、道路ネットワークの負荷が交通容量上限に近い状態においては迂回による二次的な渋滞の発生や迂回経路が存在しない状況が起こり得る。そのため、経路の分散のみでは旅行時間の短縮効果はあまり期待できないと考えられる。

一方でピーク時の交通容量が上限近いような地域であってもその前後の時間帯においては交通容量に空きがあることが多く、出発時刻のシフトによりピーク時の交通量を減少させることが可能であると期待できる。

本論文では、前述のような交通量のピーク時（特に制約

の厳しい通勤・通学時）に焦点をあてた渋滞緩和策について論じる。スマートフォンなどの端末により所要時間のリアルタイムデータ及び蓄積データの共有が可能な状況を想定し、これらの情報を活用することで利用者（以下、「利用者」と記述した場合は自動車の利用者を指す）に具体的な出発時刻及び経路を提示することで時差出勤及び通学を促すシステムを提案する。さらに、マルチエージェントシステムによる交通シミュレータを用いた導入効果の評価実験について報告する。

これまで、リアルタイム所要時間の共有を想定した研究報告においては、仮想ネットワークに対して乱数により決定された出発地、到着地間の交通需要を用いたシミュレーション評価が行われている([1], [2])。仮想データを用いたシミュレーション評価においては、交通量、道路の交通容量の設定等により一意な結果が得られず、またこれらのパラメータが結果に与える影響が大きいという問題があるが、実データを用いたシミュレーション実験はほとんど行われていないようである[3]。そこで、本研究では、国土院発行の電子地図データ及びパーソントリップ調査に基づく交通需要を入力データとして利用することで実環境に近いシミュレーションを行う。地域データは、交通渋滞が深刻な社会問題となっている沖縄県那覇市及びその通勤圏をモデルに作成した。

沖縄県は軌道交通がほとんどないため、都市部における渋滞が深刻な問題となっており、交通渋滞の緩和策が強く求められている。県民一人あたりの渋滞損失額は全国4位となっており、那覇都市圏の混雑時平均旅行速度は、大都市以下となっている。また、バス路線が不便なため利用率が低く、県民の62%が自動車通勤である。さらに、車両

¹ 琉球大学
University of the Ryukyus

² 沖縄国際大学
Okinawa International University

a) k138671@ie.u-ryukyu.ac.jp



図 1 シミュレーションで利用する道路ネットワーク

Fig. 1 the road network of south central Okinawa used by the simulations

1 台あたりの道路面積が全国平均の約半分である上、依然として車両台数は増加傾向にある。そのため、常に道路整備が追いつかない状況にあり既存道路の有効活用が必要となっている。一方、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。

2. 交通シミュレータ

2.1 地域データ

シミュレーションに用いた地域データは、那覇通勤圏の市町村をモデルとして構築した(表 1)。本論文では、那覇市内へのトリップ数が比較的多いうるま市以南の沖縄本島中南部の市町村を那覇通勤圏と表現している。

ノード数	639
リンク数	2006
リンク総延長	376 km
総トリップ数	1455525

表 1 地域データのパラメータ

Table 1 Specifications of the model used by the traffic simulation

2.2 道路モデル

道路網データは、国土地理院発行の数値地図 1/25000 を基に構築し、道路幅などの情報を基に手作業で通勤に影響が少ないと思われる小路を削除したものをを用いた(図 1)。自由流速度、交通容量などの属性は「第 3 回沖縄本島中南部都市圏 パーソントリップ調査報告書 [4] (以下、PT 報告書)」を参考に設定した。

2.3 交通需要の推定

交通需要は、PT 報告書の調査時に作成されたマスターデータより自家用車及び貨物車のトリップを抽出し作成した。旅行目的は限定せず全目的としている。車両の流入及び流出が行われるセントロイドは、特定のノードを作成せ

ず高速道路を除く全ノードから車両の流入出が行われることとした。マスターデータには、出発地及び到着地の情報(以下、OD)がゾーンと呼ばれる調査単位(地域区分)で記述されておりゾーンより詳細な位置は不明なため、ゾーン内では一様分布していると想定し配分を行った。実際の交通需要は、所要時間等に依存して変動するとされるが、需要に変動を与えるほどの大きな所要時間の変化はおきないと考え OD 交通量を固定として扱う。出発時刻は、マスターデータに従う。

2.4 経路配分

本研究では、OD 間経路交通量は、利用者均衡配分及び積み重ねによる方法 [6] により決定する。高速道路は、旅行時間に利用コストを時間換算したものを上乗せすることで表現した。

2.5 車両追従モデル

交通流は、ドライバーの振るまいをモデル化した Driver-Vehicle Unit(DVU) を構成要素としたマルチ・エージェント・システムとして表現される。本シミュレータにおける DVU は、Gazis-Heman-Rothery モデル [7] をベースとして先行車両が居ない場合の加速項と先行車両への衝突を防ぐ減速項を追加したモデルである。これまで、現実に即した様々なモデル [8] が提唱されているが、本研究は局所的な渋滞箇所の推定ではなく広域的な旅行時間の推定を目的とするため計算負荷を考慮してシンプルなモデルを採用した。DVU は、以下の 3 つの振る舞いをモデル化している。

- 加速状態 前方に十分な空きがあれば最大加速度 A_1 で加速する。
- 減速状態 前方に車両が接近している場合、衝突しないように減速時の最大加速度 A_2 で減速する。
- 追従状態 前方の車間距離が適切な場合、前方車両の速度 $x_0(t)$ に近づける。

渋滞波を再現するための反応遅れ時間 T を導入し、加速度 $\ddot{x}_1(t+T)$ は次のようになる。

$$\ddot{x}_1(t+T) = aA_1 + bA_2 + (1-a-b)f \quad (1)$$

$$f = \alpha \frac{\{\dot{x}_1(t)\}^m}{g^l} (\dot{x}_0(t) - \dot{x}_1(t)) \quad (2)$$

$$a = R\left(\frac{g - D(\dot{x}_0(t), \dot{x}_1(t) + A_1)}{\beta_1}\right) \quad (3)$$

$$b = R\left(\{D(\dot{x}_0(t), \dot{x}_1(t)) - g\} \frac{\dot{x}_1(t)}{\gamma}\right) \quad (4)$$

$$g = x_0(t) - x_1(t) \quad (5)$$

$$R(y) = \begin{cases} 0 & (y < 0) \\ 1 & (y > 1) \\ y & (other) \end{cases} \quad (6)$$

ここで、 $x_0(t), x_1(t)$ は、前方車両の位置、自車の位置、 A_1, A_2 は、加速時の最大加速度、減速時の最大加速度を表

す。 $D(x_0, x_1)$ は、速度 x_1 の車両が加速度 A_2 で減速する前方の速度 x_0 の車両に対して安全に停止可能な車間距離、 $m, l, \alpha, \beta_1, \beta_2, \gamma$ は、パラメータである。

2.6 交差点モデル

交差点の処理には、全車両が一時停止し、右左折直進に関係なく進行先の路線が開いていれば自由に流入できる交差点モデルを用いた。この方法では、信号の切り替えが発生しないため切り替えタイミングに渋滞状況が影響される事が無い。通常、交差点には信号機が設置されており時分割で路線間の接続が変化する。信号機のタイミングによって交通渋滞の発生箇所・規模が大きく変化するため、信号による制御を用いる場合は、切り替えタイミングについて慎重に検討する必要がある。さらに、右左折専用信号機や時差式信号機など様々な方式が混在するため、実世界の全ての信号機を正確に再現するのは非常に困難である。

ただし、一時停止のみでモデル化すると交差点の交通容量が過大評価となるため、本シミュレータでは交差点における遅れ時間 D_{sig} を導入する。あるリンクに対して自由流速度 v_{max} で走行した場合の所要時間 t_{min} に遅れ時間 D_{sig} を加えた時間 $t_{min} + D_{sig}$ よりも早く交差点に到達した場合、 $t_{min} + D_{sig}$ に達するまで一時停止させる。本研究では、全ての交差点について遅れ時間 $D_{sig} = 30$ とした。将来的には、Webster's two term formula[9]に従って交差点毎の待ち時間を算出することが望ましいと考えられる。

2.7 現況再現性評価

用意した地域データに対して、リンク交通量、OD 旅行時間、時間帯別平均旅行時間、時間帯別 OD 旅行時間の4項目についてPT 調査との相関を確認することで現況再現性の評価を行った。

2.7.1 リンク交通量

2.1 節で述べたシミュレーション環境下で利用者均衡配分を用いて推定したリンク交通量と平成17年度道路交通センサスの一般交通量調査(24時間)結果の相関を図2に示す。相関係数は0.95でありリンク交通量に関して良好な推定結果が得られた。利用者均衡配分は、TDMを利用しない一般車両(4.1.1節におけるUEモデル)の経路を決定するためネットワーク全体の交通負荷や平均旅行時間、渋滞発生箇所などに大きな影響を与える。したがって、リンク交通量の実観測データとの相関は、シミュレーションの精度を表す良い指標となる。

2.7.2 OD 旅行時間

図3に、午前7時30分から午前8時30分までに到着した車両のシミュレーションにおける旅行時間とPT調査結果との相関を示す。同時間帯に到着する各車両の旅行時間について、調査結果、シミュレーション結果をそれぞれ縦軸、横軸としてプロットした。相関係数：0.79、平均誤差

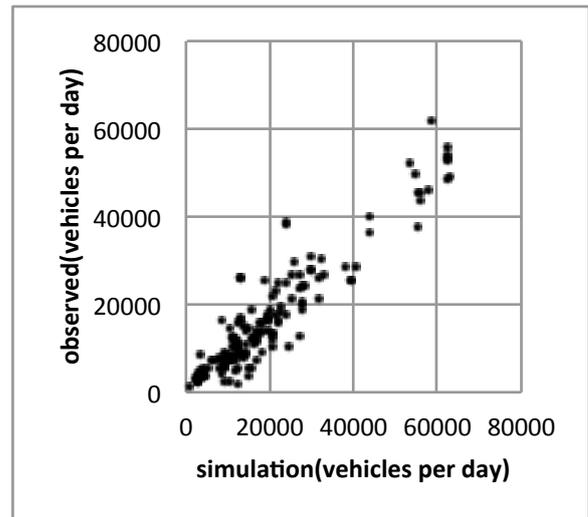


図2 道路交通センサスのリンク交通量との相関
 Fig. 2 Correlation between estimated and observed link traffic

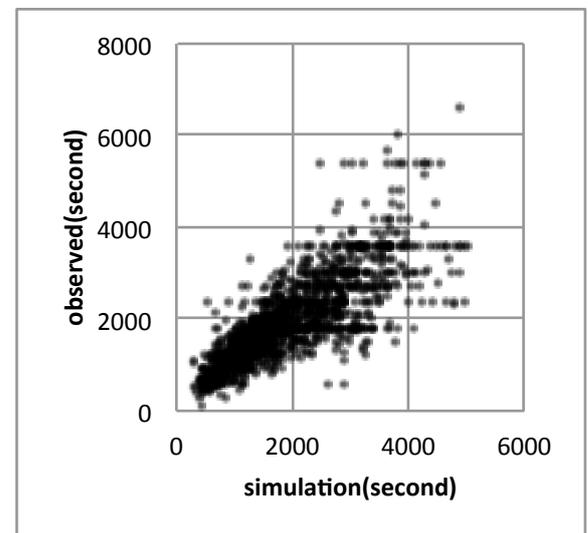


図3 ピーク時間帯におけるOD旅行時間の相関(7:30-8:30)
 Fig. 3 Correlation between estimated and observed trip-time in peak time

率：0.24であり、おおむね良い相関を示している。PT調査における旅行時間は、アンケート調査によるものであるため旅行時間の精度にばらつきがあることに注意する必要がある。同時間帯はもっとも交通量の多い時間帯であるため、当該時間帯の旅行時間の再現性が高いという結果は、マルチエージェントシミュレーションにおける交通容量が適切に設定されていることを示している。

2.7.3 時間帯別平均旅行時間

時間帯別の平均旅行時間の推定値と測定値(パーソントリップ調査結果より作成)を図4に示す。ピーク時の旅行時間が若干過大であるものの概ね一致している。ピーク時間帯外の旅行時間の再現性は、自由流旅行速度及び交差点の遅れ時間に対する感度が高いため、これらのパラメータに対する評価と考えることが出来る。

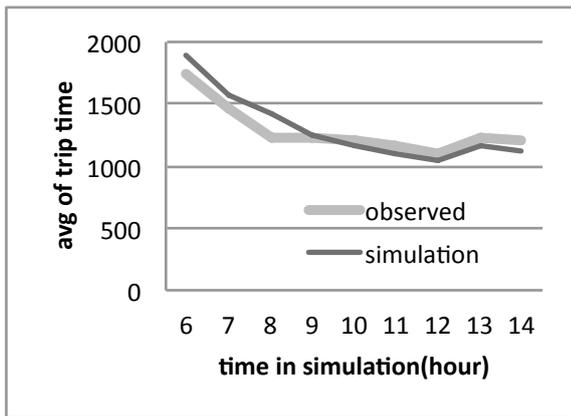


図 4 時間帯別平均旅行時間
Fig. 4 Hourly mean trip time

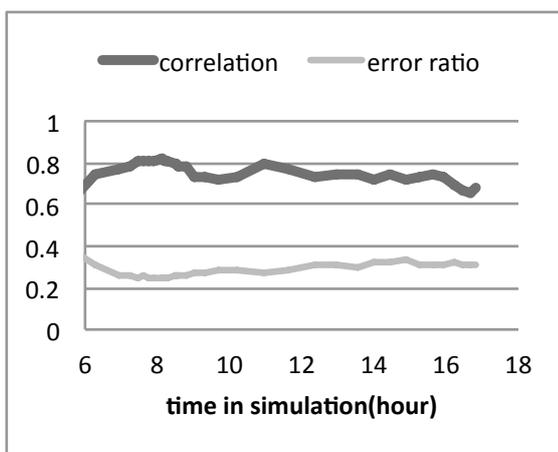


図 5 時系列 OD 旅行時間の相関及び誤差率
Fig. 5 Time series correlation coefficient of OD trip time

2.7.4 時系列 OD 旅行時間の相関

図 5 は、シミュレーション中に現在時刻から 1 時間以内に到着した車両の旅行時間と PT 報告書の測定値に対する相関係数及び平均誤差率を時系列にプロットしたグラフである。相関係数は、終日 0.70 前後で安定しており、良好な相関を示している。平均誤差率は、0.30 前後で推移していることから推定値と測定値に大きな乖離がない結果となっている。ピーク時間帯、ピーク時間外共に相関係数が安定して推移していることから、道路の交通容量、自由流旅行速度、交差点遅れ時間の設定が適切であることがわかる。

3. 交通需要マネジメント手法

交通需要マネジメント (Transportation Demand Management, TDM) とは、自動車や公共交通の利用効率を高めるために交通行動の変更を利用者に促す政策であり、既存の交通インフラの利用効率を改善することで混雑の解消を狙うものである。利用者のある交通行動の変化を促すことにより様々な方策が実施されている。本研究では、「時間帯の変更」及び「経路の変更」を利用者に促す手法を提案する。

3.1 提案手法

本研究では、利用者の合理的な判断により経路及び時間帯の変更を促すための情報提示方法を検討した。経路の変更に関しては、これまで様々な研究において仮定されているように、現状よりも所要時間が短い経路を提示することで利用者はその経路を選択するであろうことを期待する。しかしながら、時間帯の変更を促す場合、変更できる余地は限られていると考えられるので、利用者が選択可能な範囲内で出発時刻の提示を行うことが重要である。例えば、朝の通勤時間帯を想定した場合、一般に出発時刻を早めるほど交通量が減少し所要時間が短くなるが、対価として利用者の自由時間を失うことになる。従って、失われる自由時間の許容範囲について検討する必要がある。一方、出発時刻を遅らせることが出来れば自由時間を失うことなく所要時間の減少が期待できるが、(出勤時に限って言えば) 通常は始業時間に合わせて出発時刻を決定していると考えられるため後方への調整は困難である。

そこで、本研究では、利用者が受け入れ可能な出発時差の評価指標として所要時間の短縮時間との比較により時差を決定する手法を提案する。提案手法は、移動中の時間とそれ以外の時間は等価ではなく、移動していない時間の方がより価値が高いと判断する人が多いであろうとの仮定に基づいている。すなわち、以下の条件を満たす場合に、時間帯の変更を受け入れると想定する。

$$x < \alpha y \quad (7)$$

ここで、 x は本来出発すべき時間との時差、 y は、時差 x で出発することで短縮される所要時間、 α は、移動時とそれ以外の時間における時間価値の係数である。

3.2 想定する情報提示システム

提案手法は、毎日、同時刻、同経路で通勤または通学するドライバーを利用者として想定している。利用者は、予め出発予定時刻、出発地、到着地をシステムに入力しておく。初回利用時は、情報提示を受けずにこれまで利用していた経路で通勤を行い、基本所要時間を計測する。2回目以降は、3.4 節に述べる手法により式 (7) を満たし、最短時間で移動できると推測される出発時刻及び推定所要時間を携帯端末に提示し、且つ 3.3 節で述べる計測手法により得られる再短時間経路を提示する。

3.3 所要時間の計測

本研究では、スマートフォンに代表される位置情報計測機能付き通信デバイスが普及し、一定割合の車両がプローブカーとしてリンク旅行時間を計測及び情報提供している状況を想定する。1 分毎に交差点を通過する車両のリンク所要時間を集計し平均値がリンク所要時間として共有され

る。一台も車両が通過しなかった場合は、自由旅行時間をリンク所要時間とする。さらに5分毎に集計を行い時間帯別リンク所要時間（蓄積データ）として保存しておき、翌日に時間帯別リンク所要時間の予測値として利用する。

3.4 出発時刻の決定

3.3節で述べたように、プローブカーにより時間帯毎の全リンクの所要時間が測定され記録されているのでこれらの蓄積データを用いることで出発時間帯を変更した場合に得られる所要時間の短縮を予測することが可能である。この時、予測する時刻における経路は蓄積データの同時刻における最短時間経路を選択する。以下に、提示する出発時刻を決定する手順を示す。

- (1) 現在時刻から n 分以内に出発する車両を抜き出す。
- (2) 現在時刻から利用者が入力した出発予定時刻まで p 分刻みで出発時刻を x 分だけ早い方にシフトした場合の所要時間を算出し、3.2節の基本所要時間との差を y とする。ただし、シフト時の所要時間が基本所要時間を上回る場合は、 $y = 0$ とする。
- (3) 式 (7) を満たし、 y が最大となるような x を求める。
- (4) 出発予定時刻を x 分早めた時刻、推定所要時間、推定最短時間経路を利用者に提示する。また、 $n = 30$ (分)、 $p = 5$ (分) とした。

α の値には、議論の余地が大いにあると思われるが実験的に本研究では $\alpha = 2$ とした。

4. シミュレーション実験

4.1 行動変更モデル

利用者の行動変化モデルとして3種類のケースを想定した。詳細を以下に述べる。

4.1.1 利用者均衡モデル (UE)

利用者均衡配分 (User Equilibrium: UE と表記) の結果として得られた経路を選択し、途中で経路の変更は行わない。出発時刻は入力データ (パーソントリップ調査) に従う。UEモデルは、TDMに参加しない一般的な利用者をモデル化したものである。最短経路ではなく、2.4節で述べた均衡状態における経路を選択する。最短経路のみを利用するモデルと比較して、より多くの経路が利用されるので局所的な激しい渋滞が発生しづらくなる。一方、OD間で利用される経路の旅行時間はほぼ等しくなるため、迂回のメリットが失われ、後に述べる動的に経路を選択するモデルの有効性は減少すると考えられる。

利用者均衡配分は、多くの交通シミュレータで利用されており多くの実務において現況再現性の高さが確認されている。従って、より現実に近い交通状況が再現出来る。

4.1.2 最短時間経路モデル (ST)

最短時間経路モデル (Shortest Time Route: ST と表記) の車両は、3.3節で述べた仕組みにより得られたリンク所要

時間から得られる最短時間経路を選択する。交差点に到達する度に経路の再探索を行うので経路が動的に変化する。

4.1.3 時差出勤モデル (SS)

時差出勤モデル (Staggered Shifts: SS と表記) は、TDMによる時差出勤を受け入れている利用者をモデル化したものである。3.1節で述べた手法により提示された時刻に出発する。ただし、正確に提示された時刻に出発する事は現実的ではないので、提示時刻を平均とした正規乱数で得られる時刻に出発する。乱数の標準偏差は試験的に5分とした。出発直前にその時点のリンク所要時間を用いて得られた最短時間経路を選択する。また、時差出勤の効果を確認するためSTモデルと同様に、交差点に到達する度に経路の再探索を行うモデルとした。

4.2 普及に伴う有効性の評価

リンク所要時間を計測するプローブカーが一定割合存在している状況で、ST、SSの存在比率を変更しそれぞれの行動変更モデルの有用性を考察する。プローブカーは、リンク所要時間の計測及び情報提供に同意している車両である。行動変更モデルとは関係なく30%存在している*1とした。SSモデルは、前日の時間帯別リンク旅行時間 (シミュレーションにおいては一つ前のシミュレーション時の旅行時間) を利用するため、試行回数により旅行時間が若干変化する。本実験では、4回試行し平均値を用いた。

4.2.1 システム利用者の平均旅行時間

平均旅行時間の変化は、相対的な道路の利用効率の変化を示す重要な指標であるため、図6に、行動変化モデル別、混在率別の平均旅行時間を整理した。SS、STが同時に存在しているのではなく、それぞれが0%から70%存在し残り全てがUEモデルである状況下のSS及びSTモデルの平均旅行時間を示している。混在率0%とは、全てUEモデルで構成される道路状況であり、TDMを導入していない状況での旅行時間となる。グラフから、混在率10%、30%、50%の状況ではSSモデルの利得が大きい事が分かる。また、SS、STモデル共に、混在率が一定以上増加すると旅行時間が改善されない結果となった。

4.2.2 社会全体の平均旅行時間

図7は、前節と同様の統計をシミュレーション中の全ての車両の平均旅行時間について実施したものである。UEモデルのみの平均旅行時間と比較する事で社会全体で得られる利得を考察できる。SSモデルは、システム利用者の利得が混在率の上昇に伴い悪化しているのに対して、社会全体の利得は50%がピークとなっている。

*1 予備実験において、プローブカーの存在割合を10%、30%、50%、70%としてSTモデルの平均旅行時間を算出したところ、旅行時間に殆ど変化が見られなかった事から、本実験では30%存在する状況を想定した。

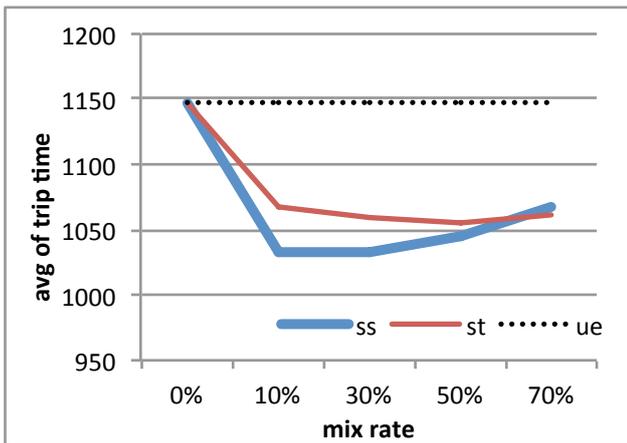


図 6 行動変更モデル別、存在比率に対するシステム利用者平均旅行時間 (秒)

Fig. 6 Mean trip time (second) of each behavior changing model for mix rate

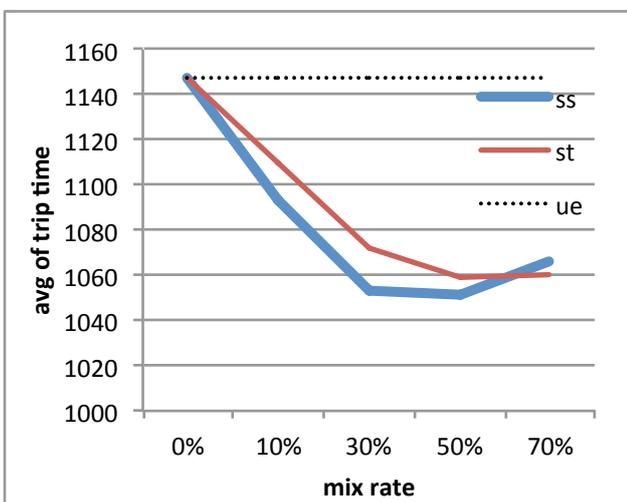


図 7 行動変更モデル別、存在比率に対する全体平均旅行時間 (秒)

4.3 出発時刻繰り上げと平均旅行時間

ST, SS による戦略を用いず、利用者のある割合数に対して出発時刻のみを変更したシミュレーション結果のグラフを図 8 に示す。縦軸は全体の平均旅行時間、横軸は出発時刻を変更する車両の割合を示す。このシミュレーションは、一般的に TDM として行われる時差出勤のモデルとなり、出発時刻を早めることに対する旅行時間の関係を考察することができる。この時、出発時刻を変更する利用者は混雑時間帯の交通量に大きく影響する 7時から 8時の間に出発する車両の中から選択する。シフトする時間を 10分、20分、30分と大きくするにつれ平均旅行時間が減少していることがわかる。同様に、シフトする車両の割合を増加させるにつれ平均旅行時間が減少する。この結果は、シフトする車両数とシフトする時間が大きくなるほど旅行時間が減少することを示す。

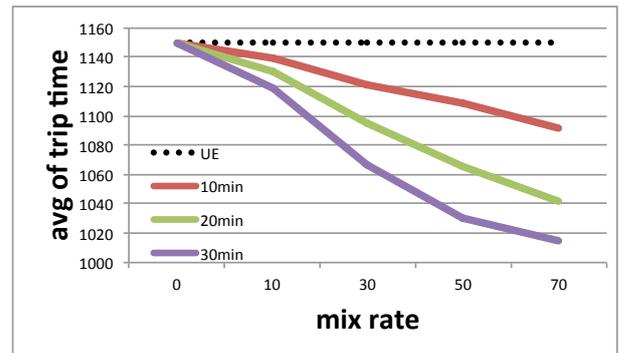


図 8 出発時間変更による時間帯別平均旅行時間 (秒)

Fig. 8 Hourly mean trip time (second) of earlier departure

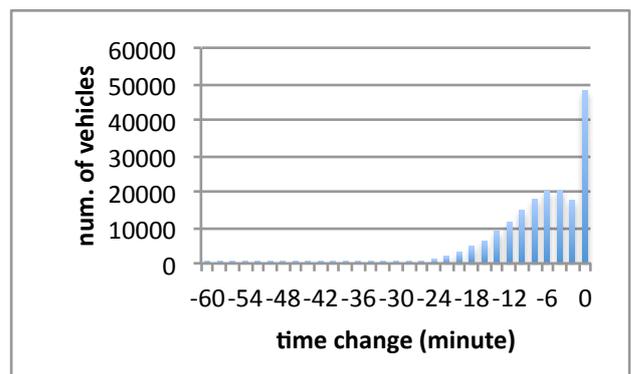


図 9 出発時刻の変化の分布

Fig. 9 Histogram of amount of departure time change for SS

4.4 変更された出発時刻の分布

SS モデルは、出発時刻を変更することで旅行時間の短縮を図るモデルであるが、変更された時間は利用者にとっては損失であるとも考えることもできる。図 9 は、システムの提案時刻を考慮して実際に出発した時差の分布を示す。評価実験では、5分単位で時差出勤を提案するシステムを想定しているが、SS モデルは、システムの提案時刻に対して正規分布の誤差を含む時刻に出発するため、図 9 のような結果となっている。

結果から 5分前後の時差出勤を行った利用者が最も多い事が分かる。一方、24分以上の時差出勤は殆ど行われていない。

5. 考察

図 6, 図 7 は、存在割合が 50%を下回る状況において、SS モデルが ST モデルに対して有効性が高い事を示している。一方で、SS モデルの普及率が 50%を超えると SS モデル利用者の利得が減少し、70%を超えると社会全体の利得が減少する。混在率が高い場合、多くの車両が同一の渋滞情報に基づいて迂回することで、迂回路が渋滞し却って旅行時間が長くなる状況に陥っていると考えられる。従来研究でも同様の報告 [10] があり、経路情報を共有することで副次的な渋滞を回避する試みも行われている [1]。提案手

法においても、同一情報に基づき出発時刻を変更するため同一時間帯に時間的な意味での迂回車両が集中し旅行時間の改善が見られなくなったと考えられる。空間的だけでなく、時間的な集中の回避も今後の課題である。

さらに、図8では戦略を用いずに出発時刻を早めた場合との比較において、僅かな時間差の出勤(通学)を30%の利用者に適用した結果は、70%の利用者の出発時刻を単純に20分早めた場合と同程度の改善を示した。このことから、提案手法による旅行時間の短縮効果は有効であると考えられる。また、提示している時刻の変更は5分前後に収まっていることから現実的に許容できる範囲だと思われる。しかしながら、出発時刻をどの程度まで早めることができるかについては個人個人の時間価値に大きく影響されるため、今後パラメータの妥当性を含め検証する必要がある。

今回、出勤時間帯においては出発時刻を早める方向に対してのみ比較的自由度が高いであろうとの想定で、出発時刻を遅らせることは行わなかった。今後、TDMに対する社会の理解が進みフレックスタイム制を導入する企業が増加するならば、出発時刻を遅らせることによるピークシフトも可能であると考えられる。このような状況を想定した実験についても今後進めていく必要がある。

6. おわりに

本論文では、多数のプロブカーにより旅行時間がある程度推定可能な状況下において、適切な出発時刻及び経路を利用者に提示することで時間・空間的に交通の負荷分散を促す手法を提案した。提案手法の効果を検証するため、空間的な分散のみを行う最短時間経路モデルを用意し、沖縄県那覇市通勤圏をモデルとして構築した地域データを用いたシミュレーション実験により効率性について比較を行った。提案手法の旅行時間の短縮効果、出発時刻の変更の程度について検証することで有効性を確認した。

謝辞 本研究は、科研費 若手研究(B)(23760356)の助成を受けたものである。

参考文献

NbG2xF5oBqw

- [1] 山下倫央, 車谷浩一, 中島秀之:交通流の円滑化に向けた協調カーナビの提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 1, pp. 177-188 (2008)
- [2] 金森亮, 高橋淳, 伊藤孝行:自動車交通円滑化のための Anticipatory Stigmergy を用いた予見的経路情報提供手法の提案, 情報処理学会研究報告. ICS, [知能と複雑系], No. 1, pp. 1-6 (2012)
- [3] B. Chen and H. H. Cheng: A review of the applications of agent technology in traffic and transportation systems, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.11, No.2, pp.485-497 (2010)
- [4] 沖縄本島中南部都市圏総合都市交通協議会: 第3回沖縄本島中南部都市圏 パーソントリップ調査報告書 (2009).
- [5] J. Xing, 越正毅:高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集 No.506/IV-26, pp.45-55 (1995).

- [6] 土木学会: 道路交通需要予測の理論と適用 (2006).
- [7] Gazis, D. C., Herman, R. and Rothery, R. W.: Non-linear Follow-the-Leader Models of Traffic Flow, Oper. Res., Vol.9, pp.545-567, 1961.
- [8] 大口敦: 高速道路単路部渋滞発生解析-追従挙動モデルの整理と今後の展望-, Proceedings of JSCE 660, pp. 39-51 (2000).
- [9] 土木学会: 交通ネットワークの均衡分析-最新の理論と解法-, pp. 57 (1998).
- [10] 棚橋巖, 北岡広宣, 馬場美也子: 広域交通流シミュレータ NETSTREAM, 豊田中央研究所 R&D レビュー, Vol.37, No.2, pp.47-53(2002).

正誤表

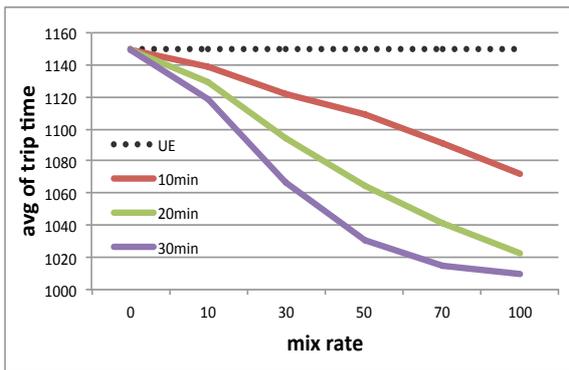
下記の通り、誤りがありましたので訂正してお詫び申し上げます。

正誤箇所 図の誤り

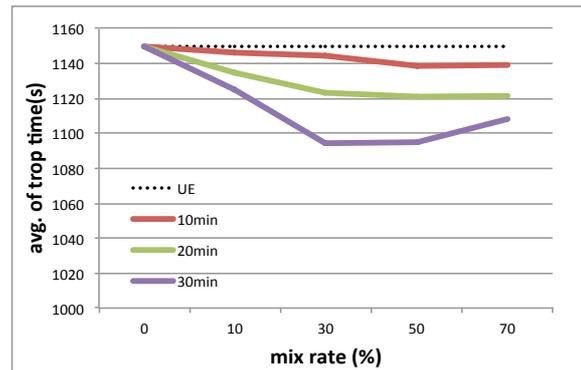
図 8 出発時間変更による時間帯別平均旅行時間（秒）

Fig 8. Hourly mean trip time (second) of earlier departure

(誤)



(正)



正誤箇所 4.3 出発時刻繰り上げと平均旅行時間 9 行目

(誤) シフトする時間を 10 分、20 分、30 分と大きくするにつれ平均旅行時間が減少していることがわかる。同様に、シフトする車両の割合を増加させるにつれ平均旅行時間が減少する。この結果は、シフトする車両数とシフトする時間が大きくなるほど旅行時間が減少することを示す。

(正) シフトする時間を 10 分、20 分、30 分と大きくするにつれ平均旅行時間が減少していることがわかる。さらに、シフトする車両の割合を増加させるにつれ平均旅行時間が減少するが、50%を越えた以降は十分な効果が得られていない。

正誤箇所 5 考察 14 行目

(誤) さらに、図 8 では戦略を用いずに出発時刻を早めた場合との比較において、僅かな時間差の出勤(通学)を 30%の利用者に適用した結果は、70%の利用者の出発時刻を単純に 20 分早めた場合と同程度の改善を示した。このことから、提案手法による旅行時間の短縮効果は有効であると考えられる。

(正) さらに、図 8 では戦略を用いずに出発時刻を早めた場合との比較において、10%の提案システム利用者の社会全体における利得は単純に 30%から 50%の TDM 参加者の出発時刻を 30 分早めた場合と同程度の改善を示した。このことから、提案手法による旅行時間の短縮効果は有効であり、少ないコストでより大きな利得が得られていると考えることができる。