

交通流における経路情報の共有に基づいた経路選択の効果の検証

山下 倫央 和泉 潔 車谷 浩一

産業技術総合研究所 サイバーアシスト研究センター
〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6

E-mail: tomohisa@carc.aist.go.jp, kiyoshi@ni.aist.go.jp, k.kurumatani@aist.go.jp

あらまし 本論文では、道路交通システムにおける経路決定行動に着目し、各個人とシステム全体の効率を向上させることを目的として、経路情報を共有する経路決定戦略を提案する。マルチエージェントシミュレーションを用いて、目的地まで4つの経路がある単純な道路網と放射環状網において提案した経路情報共有戦略の効果を検証する。シミュレーションの結果から、i) 単純な道路網において提案した経路情報共有戦略はそれを用いるドライバーとシステム全体の効率の向上が可能であり、ii) 放射環状網において、最短時間経路を取る戦略と経路情報を共有する戦略の選択に関して、社会的ジレンマが発生することを確認した。

キーワード 道路交通システム、群ユーザ、経路選択、情報共有

Analysis of Effect of Route Information Sharing for Reducing Traffic Congestion

Tomohisa YAMASHITA, Kiyoshi IZUMI, and Koichi KURUMATANI

Cyber Assist Research Center
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Aomi 2-41-6, Koto-ku, Tokyo 135-0064, Japan

E-mail: tomohisa@carc.aist.go.jp, kiyoshi@ni.aist.go.jp, k.kurumatani@aist.go.jp

Abstract In this research, our aim is to reduce traffic congestion for the benefit of both individuals and society as a whole. To attain our purpose, we propose a simple route guidance mechanism with route information sharing. Through multiagent simulation, we examine the effect of our proposed mechanism. Our simulation results that i) our proposed mechanism improves efficiency for the drivers who use it and the entire system in a simple road network, and ii) the social dilemma in route choice behaviors occurs in a radial and ring network.

Key words Transportation Systems, Mass User, Route Choice, Information Sharing

1. ま え が き

近年、道路交通システムにおけるユビキタス計算環境が整いつつある。カーナビゲーションシステムの急速な普及、GPS (Global Positioning System) の精度の向上、VICS (Vehicle Information and Communication System) サービスの開始 [13]、車載センサーや通信デバイスの発展が背景として挙げられる。1996年に開始されたVICSに情報提供サービスによって、ドライバーはVICS対応型のカーナビゲーションシステムを通じて高速道路や主要幹線道路の混雑情報の入手が可能となった。

このような道路交通システムのユビキタス計算環境を用いて実現されるサービスの一つとして、出発地点から目的地点までのナビゲーションが挙げられる。効果的なナビゲーション

システムの構築に関する研究が近年盛んにおこなわれている [4], [8]。一般に、ナビゲーションシステムは旅行時間や移動距離の短縮といったそれを使用する個人の効用の最大化のみを目指しており、システム全体としての混雑緩和は考慮に入られていない。しかし、従来研究において、旅行時間を短縮させるための現在の混雑情報に基づく経路の推奨は混雑を発生させてシステム全体の効率を下げてしまい、その結果個人の効用も下がってしまうことが明らかにされている [7], [10], [12]。通常、カーナビゲーションシステムは現在の道路の混雑状況に基づいて旅行時間を短縮する経路をドライバーに推奨する。しかし、多くのドライバーが推奨経路を同時に選択すると、車両がその経路に集中し、混雑が発生してしまう。現在空いている経路を選択しても、その経路に到着するまでに時間遅れを伴っているた

め、経路選択後に発生する混雑を回避できない。その結果、ナビゲーションシステムがドライバーの旅行時間を短縮するために経路を推奨したにもかかわらず、その経路で混雑が発生してしまいドライバーは長い旅行時間を費やさなければならない。さらに、カーナビゲーションによる推奨経路を選択するドライバーの数が増加するに連れて、推奨経路における混雑は急速に悪化してしまう。カーナビゲーションが急速に普及し、提供される交通情報の精緻化が進む現状を踏まえると、これは深刻な問題である。この予期しない混雑の発生は道路交通システムにおける車両流に留まらず、大規模テーマパーク [3] やイベントホール [9] の人流においても観察されているため、一般的な解決方法が強く求められている。

本研究では、ナビゲーションによる混雑の発生を回避するために、我々は群ユーザ支援 [5], [6] という新たな視点から、この問題の解決を目指す。従来の個人ユーザ支援が単に個人ユーザの効用のみを考慮してサービスをおこなうのに比べて、群ユーザ支援は複数のユーザ間の相互作用も考慮に入れてサービスをおこなう。群ユーザ支援は各個人の効用とシステム全体の効用の増加の両方を目指しており、個人ユーザ支援の単純な重ね合わせではない。群ユーザ支援はユーザ間の譲り合いや合意形成を導くための社会的な調整である [5]。先に挙げた例において、各ドライバーに対する経路の推奨によって個人の効用とシステム全体の効用の双方が減少してしまう場合があることを示した。このような状況において、我々は群ユーザ支援を用いて、ユーザ間で移動経路に関する調整をおこない目的地までの特定の経路への集中を防ぎ、システム全体としての混雑を減少させ、各ドライバーの移動効率を向上させることを目指す。

本研究ではこの目的を達成するために、ドライバー間に相互的な譲り合いを実現する経路決定戦略の提案をおこなう。経路の推奨によって発生する混雑の原因は通過する予定の経路に着くまでに時間遅れがあるにもかかわらず、現在の混雑状況によって経路を決定することである。現在は空いている、これから他のドライバーが集中する経路が事前に分かっていたら、その経路を避けるドライバーも現れ、集中を回避できると考えられる。そこで経路情報サーバを用いた通過予定の経路の共有を考える。通過する予定の経路を経路情報サーバに通知し、サーバはその情報から各リンクの混雑度を見積もり、その情報をドライバーに通知するという経路情報共有する経路決定戦略を提案する。

提案した戦略の効果を検証するために、ドライバーの効用に関して、i) 提案した経路決定戦略を使用するドライバーが増加するに従って、出発地点から目的地までの移動効率が単調に増加するか、ii) 提案した経路決定戦略を用いるドライバーの移動効率が他の経路決定戦略を用いるドライバーに比べて常に優れているか、という2点に着目する。一つ目は、提案した経路決定戦略が普及するに連れて、システム全体の効率を向上させる続けるための条件を表している。二つ目は、経路決定戦略の実現する移動効率に基づいてドライバーが経路決定戦略を選択した場合に、提案した経路決定戦略が選ばれるために必要な条件を表している。

従来研究において、経路決定戦略の効果を検証するために用いられる道路網に関しては、目的地まで複数の経路から一つを選択するという単純な道路網が、実際に存在する複雑な道路網を取り上げた研究が多く、道路網の構造と混雑情報の提供による混雑の発生の関係を論じた研究は少ない。そのため、目的地まで単純な道路網と放射環状網の二つの道路網において、提案した経路決定戦略の導入の結果を比較し、その効果を検証する。

2. シミュレーションモデル

2.1 交通流モデル

本研究で、ミクロレベルの経路選択行動とマクロレベルの混雑の発生の関係を検証するために、できる限りシンプルな交通流モデルを構築する。そのために、信号(赤信号での停車)、交差点での右折車待ち、交差点以外でのUターン、複数車線、追い越し、行き止まり、という要素を考慮に入れない。

交差点をノード、交差点間の道路をリンクとし、さらにリンクをいくつかのブロックに分割する。1ブロックの長さは、車両が自由流速度 V_f で1シミュレーションステップを走行した距離に等しい [2], [11]。リンクをブロックに分割した後、各ブロックに交通流の下流側から上流側に順に番号を割り当てる(式1)。i番目のブロックに関して、ブロック長 L_i 、車両数 N_i 、車両速度 V_i 、車両密度 K_i を定義する。ここで、ブロックiの車両密度 K_i は $\frac{N_i}{L_i}$ である。ブロックiにおける車両速度 V_i は、車両密度 K_i を用いたグリーンシールドの関係式を拡張した式(1)に基づいて更新される。

$$V_i = \max(V_f(1 - \frac{K_i}{K_{jam}}, V_{min}) \quad (1)$$

式(1)において、 K_{jam} は飽和密度である。現実的には渋滞が発生していても車両は僅かながら前進しているので、ブロックiでの最小移動速度を V_{min} とする。

隣接するブロックiとブロックi+1における車両位置の更新は以下のようにおこなわれる。最初に、各ブロックの車両速度が式(1)に基づいて求められる。図1に示されているように、各車両の移動の計算が下流側のブロックから上流側に向かっておこなわれる。ブロックiにいる各車両は移動速度 V_i に基づいて前進する。車両jがブロックi+1からブロックiに移動する時は、車両速度は V_{i+1} から V_i に変更される。もしブロックi+1にいる車両jがブロックiに移ろうとした時にブロックiの車両密度 K_i が飽和密度 K_{jam} を超えている場合は、ブロックi+1からブロックiに入ることはできない。この場合、車両jはそれ以上前進することができず、ブロックi+1の先頭に留まる。車両 j_2 の前にいる車両 j_1 の移動の計算が終わった後、もし車両 j_1 が車両 j_2 の移動速度 V_{i+1} での前進可能距離よりも近くにいた場合、車両 j_2 は車両 j_1 に最低車間距離まで近づくと、車両 j_2 がさらに前進するのに十分な移動速度を持っていたとしても、車両 j_1 の後ろに留まる。全車両の位置の更新後、各ブロックでの移動速度が車両密度を用いた式(1)に基づいて更新される。次のステップにおいて、各車両は現在の移動速度によらず、直ちに更新された移動速度 V_i まで加速または減速する。

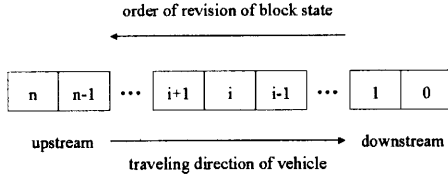


図1 車両の進行方向とブロックの状態更新の順序

2.2 経路選択戦略

次にドライバーが経路選択に用いる戦略について説明する。出発地点から目的地までの経路選択の方法に関して、3種類の経路選択戦略を用意する。各戦略の詳細を以下に述べる。

2.2.1 最短距離経路戦略

最短距離経路戦略 SD(shortest distance route) を用いるドライバーは目的地から出発地点までの経路長を最短にする経路を選択する。この戦略を用いるドライバーは現在の混雑情報を使用していないので、地図しか持っていないドライバーに相当する。

2.2.2 最短時間経路戦略

最短時間経路戦略 ST(shortest time route) を用いるドライバーは現在の混雑状況に基づいて経路を選択する。ST 戦略を用いるドライバーは、地図情報だけでなく車載機を通じて道路交通情報センター (e.g. VICS センター) から受け取った道路網全体の混雑情報に基づいて経路を決定するドライバーに相当する。戦略 ST を用いるドライバーは、道路網の全ブロックの車両密度を車載機を通じて知ることができる。各ブロックの車両密度に基づいて、以下のように経路を決定する。

車両密度 K_i を用いて式 (1) から、各ブロックの移動速度を算出する。次に、ブロック i の通過時間をブロック長 L_i と移動速度 V_i から算出する。リンク l の期待通過時間 (expected travel time) ETT_l をリンク l の含んでいる全ブロックの通過時間の総和とする。ST 戦略を用いるドライバーは、交差点を通過する度に現在地点から目的地までの期待通過時間を最小化する経路を再探索し、経路を変更する。

2.2.3 経路情報共有戦略

情報共有戦略 RIS(shortest time route with route information sharing) を用いるドライバーは地図情報と現在の混雑情報に加えて、RIS 戦略を用いる他のドライバーの選択した経路の集積的な情報に基づいて経路を選択する。RIS 戦略を用いるドライバーも ST 戦略を用いるドライバーと同様に、交差点を通過する度に最新の交通情報に基づき経路を探索し、経路を再決定する。ST 戦略と RIS 戦略の違いは、RIS 戦略が経路情報サーバを通じて出発地点から目的地までの経路を共有することである。

RIS 戦略を用いるドライバーは出発地点から目的地までの最短時間経路を各リンクの期待通過時間に基づいて探索し、その経路を経路情報サーバに通知する。経路情報サーバは RIS 戦略を用いる全てのドライバーから、これから通過する経路を集めて各リンクの通過確信度を算出する。通過確信度はドライバー

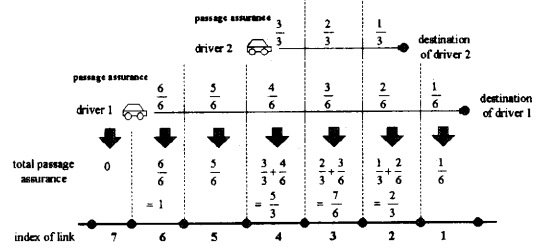


図2 各リンクの総通過確信度の算出例

がこれからその経路を通過する度合いを表しており、高ければ高いほど、その経路を確実に通過することを意味する。ドライバー j のリンク l に対する通過確信度 (passage assurance) $PA_{l,j}$ を以下のように定義する。ある経路が現在地点から目的地までの間に p 個のリンクを含んでいる場合、目的地から出発地点までの各リンクに 1 から p を割り当てる。例えば、目的地を含むリンクには $1/p$ が、現在地点を含むリンクには $1 (=p/p)$ が割り当てられる。さらに、リンク l の総通過確信度 (total passage assurance) TPA_l を、式 (2) で表されるように、RIS 戦略を用いる全ドライバーのリンク l の通過確信度の総和として定義する。

$$TPA_l = \sum_{k \in RIS} PA_{l,k} \quad (2)$$

式 (2) において、 RIS は RIS 戦略を用いるドライバーの集合である。図2は各リンクの総通過確信度の算出例を表している。

経路情報サーバは全リンクの総通過確信度を RIS 戦略を用いるドライバーに配信する。総通過確信度を受け取った RIS 戦略を用いるドライバーは、各リンクの期待混雑度を算出して、現在地点から目的地までの期待混雑度が最小となる経路を探索し、それを選択する。リンク l の期待混雑度 (expected traffic congestion) ETC_l をリンク l の期待通過時間 ETT_l と総通過確信度を用いて、 $ETT_l \times (TPA_l + 1.0)$ と定義する。

3. 計算機実験

3.1 実験設定

提案した RIS 戦略がそれを用いるドライバーの効用とシステム全体の効率に与える効果を検証するため、いくつかの状況においてシミュレーションをおこなう。本論文のシミュレーションでは、SD, ST, RIS の3つの経路決定戦略の比率と道路網の構造に着目する。

3.1.1 戦略の比率

経路決定戦略の比率に関して、次の3つの戦略の比率の組み合わせの設定、case1, case2, case3を用いる。

case1 RIS 戦略の比率を0%に固定。SD 戦略と ST 戦略の比率を100:0から0:100まで10%刻みで変化。

case2 ST 戦略の比率を0%に固定。SD 戦略と RIS 戦略の比率を100:0から0:100まで10%刻みで変化。

case3 ST 戦略の比率を20%で固定。SD 戦略と RIS 戦略の比率を0:80から80:0まで10%刻みで変化。

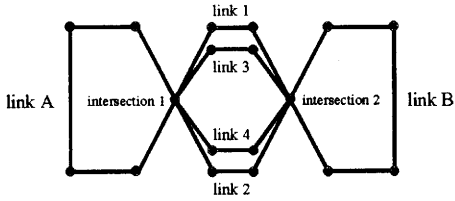


図3 単純な道路網

case1 と case2 は SD 戦略に対する ST 戦略と RIS 戦略の振舞いを比較するために用いる。case3 は将来カーナビゲーションシステムが十分に普及した状態で情報共有戦略が各個人の効用とシステム全体の効率を改善可能かを検証するために用いる。

3.1.2 道路網の構造

道路網の構造に関して、2種類の道路網を用いる。一つは、出発地点から目的地まで4つの経路があり、各ドライバーはそのうち一つを選択するという単純な道路網である。この道路網の構造は、図3に示されており、リンク1とリンク3、リンク2とリンク4は等距離で、リンク1とリンク3はリンク2とリンク4よりも僅かに長い。リンク1~4の交通容量はその他のリンクの1/4である。各ドライバーの出発地点と目的地はリンクAまたはリンクB上のブロックにランダムに割り当てられる。もし、出発地点がリンクA上のブロックの場合、目的地はリンクB上のブロックに割り当てられる。

もう一つの道路網は、図4で示されている放射環状網である。この道路網において全てのリンクは同じ交通容量を持っている。各ドライバーの出発地点は図中のリンクAからリンクH上のブロックにランダムに割り当てられ、目的地は出発地点の放射環状網の中心に対して対称なリンクの上のブロックに割り当てられる。出発地点がリンクBの上のブロックの場合、目的地はリンクF上のブロックに割り当てられる。二つの道路網の詳細は表1に記されている。

最初のステップから1ステップ毎に20台ずつ追加され、目的地に到達した車両は出発地点に戻り、出発地点に到着した車両は再び目的地を目指す。ST戦略やRIS戦略は経路を変えながら出発地点と目的地の往復を続ける。

3.1.3 移動時間効率

異なる状況における結果を比較するために各ドライバーの移動効率を表す指標として旅行時間効率を用いる。理想旅行時間を出発地点から目的地までの最短距離経路を自由流速度で移動した場合の旅行時間とすると、旅行時間効率は目的地への到着までに実際にかかった時間と理想旅行時間の割合と定義できる。旅行時間効率が小さいほど混雑がなく短い距離の経路を移動したことを表している。

3.2 実験結果

各道路網において、case1, case2, case3の戦略の比率を用いたシミュレーションの結果として、各戦略ごとの平均旅行時間効率が図5~10に示されている。図中のグラフにおいて、x軸はST戦略もしくはRIS戦略を用いるドライバーの割合を、y軸は各戦略ごとのドライバーの平均旅行時間効率を表してい

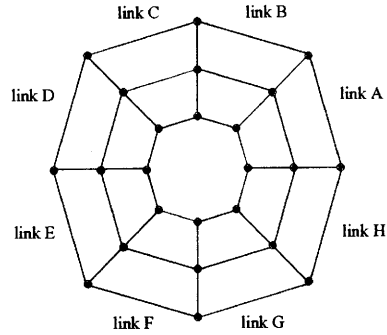


図4 放射環状網

表1 道路網の設定

	simple network	radial and ring network
Number of links	22	40
Number of nodes	18	24
Number of vehicles	1530	1650
Total length (km)	162.9	173.1

る。以下の記述では、RIS戦略を用いるドライバーを単にRIS戦略とする。同様に、SD戦略、ST戦略を用いるドライバーもSD戦略、ST戦略とする。

図5, 6, 7は目的地まで4つの経路を持つ道路網における各戦略の平均旅行時間効率を示している。図5はcase1の結果を表している。ST戦略の割合が増すに連れて、ST戦略の旅行時間効率は増加している。ST戦略が50%以下では、SD戦略の旅行時間効率は減少していくが、50%以上では増加に転じている。50%以上ではSD戦略とST戦略の旅行時間効率はほとんど変わらない。図6はcase2の結果を表している。RIS戦略が30%以上では、その割合が増すに連れて、RIS戦略の旅行時間効率は減少する。SD戦略の旅行時間効率は、RIS戦略が50%になるまで急激に減少するが、それ以降はゆるやかに減少する。70%以上でSD戦略とRIS戦略の旅行時間効率はほとんど変わらない。図7はcase3の結果を表している。RIS戦略の割合が増すに連れて、どの戦略の旅行時間効率も減少する。RIS戦略の割合によらず、3つの戦略の旅行時間効率に大きな差は見られない。

図8, 9, 10は放射環状網における各戦略の平均旅行時間効率を示している。図8, 9における点線は80%以上の車両がデッドロックに巻き込まれて平均旅行時間効率が有効な値ではないことを意味している。^(注1)一度デッドロックに陥ると、車両はそこから抜け出せず、旅行時間効率が正確に計測できない。

図8はcase1の結果を表している。ST戦略が増加するに連れて、ST戦略の旅行時間効率が増加する。SD戦略の旅行時間効率はST戦略が70%を超えるまでは大幅に減少するが、その

(注1): あるリンクの先頭の車両が飽和密度に達しているリンクに進入できず停止して、そのリンクの先頭の車両も同様にして次のリンクに進入できずに停止している。このような状況が環状に発生すると、いつまでもこの状態が解消されない。この状況を我々のモデルではデッドロックとする。

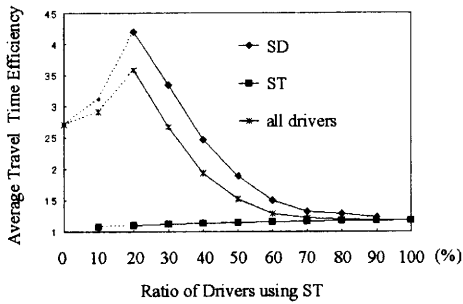


図 5 単純な道路網における case1 での各戦略の平均旅行時間効率

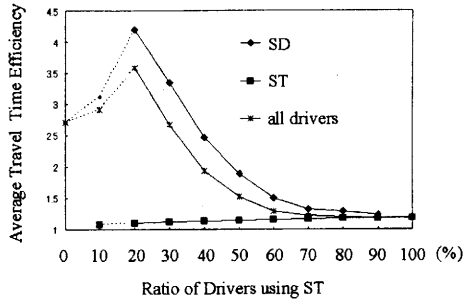


図 8 放射環状網における case1 での各戦略の平均旅行時間効率

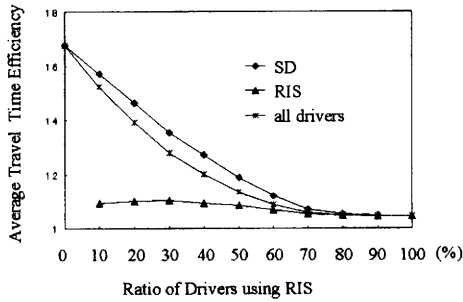


図 6 単純な道路網における case2 での各戦略の平均旅行時間効率

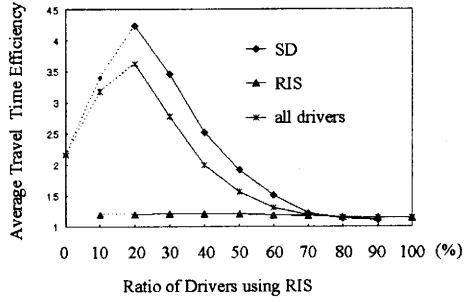


図 9 放射環状網における case2 での各戦略の平均旅行時間効率

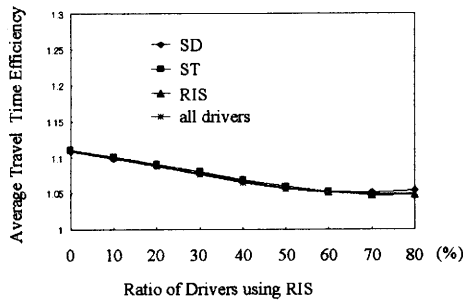


図 7 単純な道路網における case3 での各戦略の平均旅行時間効率

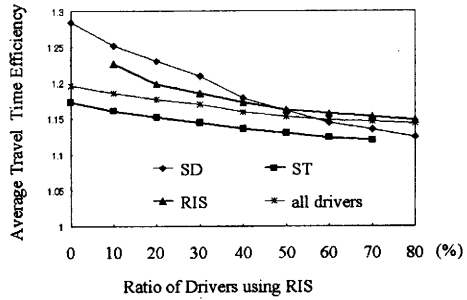


図 10 放射環状網における case3 での各戦略の平均旅行時間効率

後は僅かな減少に留まる。図 9 は case2 の結果を表している。RIS 戦略が増加するに連れて、RIS 戦略の旅行時間効率は減少し続ける。SD 戦略の効率は図 8 と同様に 70% までは大幅に減少するが、その後は僅かな減少に留まる。図 10 は case3 の結果を表している。RIS 戦略が増加するに連れて、全ての戦略の旅行時間効率が減少する。RIS 戦略が 50% まで効率は ST 戦略、RIS 戦略、SD 戦略の順である。それ以降は、ST 戦略、SD 戦略、RIS 戦略の順となる。

4. 考 察

提案した RIS 戦略を用いたドライバーとシステム全体の旅行時間効率に対する考察をおこなう。

目的地まで 4 つの経路がある単純な道路網では、RIS 戦略の増加に伴って、RIS 戦略の旅行時間効率も全体の平均旅行時間

効率も改善された。図 5 では、ST 戦略の増加に伴って、前半では SD 戦略の効率は改善しているが、SD 戦略と ST 戦略の旅行時間効率が悪化している。これとは対照的に、図 6 では、RIS 戦略の増加に伴って、SD 戦略と RIS 戦略の旅行時間効率が改善されている。RIS 戦略は一つの経路に集中することなく複数の経路への分散を実現しているためである。

図 7 では、RIS 戦略の増加に伴って、SD 戦略、ST 戦略、RIS 戦略のそれぞれの旅行時間効率が改善されている。RIS 戦略の旅行時間効率が SD 戦略や ST 戦略を上回ることもあるが、その差は僅かである。case3 においても、RIS 戦略は一つの経路に集中することを回避できている。SD 戦略や ST 戦略との相互作用を考慮に入れた場合でも、RIS 戦略は、RIS 戦略同士、また SD 戦略や ST 戦略と相互的な譲り合いを達成している。RIS 戦略の旅行時間効率は、i) RIS 戦略が増加するに従って、旅行

時間効率が単調に増加し、ii) RIS 戦略の旅行時間効率が他の戦略に比べて良い、という2つの条件を満たしている。そのため、目的地まで4つの経路を持つ単純な道路網において、RIS 戦略はそれを用いる個人の効用とシステム全体の効率を向上させることに関して上手く機能していると言える。

放射環状網においても、RIS 戦略の増加に伴って、RIS 戦略の旅行時間効率も全体の平均旅行時間効率も改善されている。図8では、ST 戦略の増加に伴って、SD 戦略の旅行時間効率が改善されているが、ST 戦略の旅行時間効率が悪化している。それに対して、図9では、RIS 戦略の増加に伴って、RIS 戦略の旅行時間効率が改善されている。図10では、RIS 戦略が増加するに従って、どの戦略の旅行時間効率も改善されている。放射環状網でも RIS 戦略は一つの経路(三重の環状経路の最も内側の経路)に集中することを回避している。

ST 戦略と RIS 戦略の旅行時間効率の関係に着目してみると、次の2つの特徴を持っている。i) RIS 戦略が増加するに連れて、ST 戦略と RIS 戦略の旅行時間効率が改善されている。ii) ST 戦略の旅行時間効率は常に RIS 戦略よりも優れている。ここで、協力的行動を RIS 戦略、非協力的行動を ST 戦略とすると、ST 戦略と RIS 戦略の旅行時間効率は社会的ジレンマの条件[1]を満たしている。放射環状網では、RIS 戦略同士では目的地までの距離の短い経路を避けて、遠回りの経路を選択するという相互的な譲り合いが実現され、RIS 戦略が一つの経路に集中することを回避しシステム全体としての旅行時間効率が改善されている。RIS 戦略が増加することで、RIS 戦略は自らの旅行時間効率だけではなく、他の戦略の旅行時間効率も改善している。しかし、RIS 戦略が特定の経路に集中せず分散し、混雑の発生を防いでいるのに対して、SD 戦略や ST 戦略は混雑していない短い経路を通過して RIS 戦略よりも優れた旅行時間効率を実現している。それゆえ、放射環状網において、RIS 戦略はシステム全体の効率の向上に対しては有効に機能するが、RIS 戦略自身の旅行時間効率を最大限にしているとは言い難い。ST 戦略と RIS 戦略を選択可能な場合、ST 戦略を選択することがゲーム理論的に合理的な選択だからである。ただし、全員が ST 戦略を選択した場合、個人としてもシステム全体としても全員が RIS 戦略を選択した場合よりも劣った旅行時間効率が実現してしまう。一般的に、道路は誰でも通行できる非排他性を持つ公共財であるため、SD 戦略や ST 戦略を用いるドライバーが、多くのドライバーが通行を希望する道路を通過し混雑を発生させることを他のドライバーが防ぐことは困難である。そのため、他の戦略によるただ乗りの防止へ向けた RIS 戦略の修正に加えて、社会的ジレンマ構造を打破する新たな戦略や道路の非排他性に適した制度が求められる。

5. まとめ

本論文では、ドライバー間での移動経路に関する調整により特定の経路への集中を防ぎ、システム全体としての混雑を減少させ、各ドライバーの移動効率を向上させることを目指した。提案した経路情報共有戦略がそれを用いるドライバーの移動効率とシステム全体の効率に与える効果を検証するため、3つの経

路決定戦略の比率に関する設定と2つの道路網を用いてシミュレーションをおこなった。シミュレーションの結果から、経路情報を共有する戦略の効果は道路網の構造に依存することを確認した。目的地まで4つの経路がある単純な道路網の場合は、経路情報共有戦略を用いることで個人及びシステム全体として移動効率の向上が期待できる。放射環状網の場合は、最短時間経路戦略と経路情報共有戦略の選択に関して社会的ジレンマが発生するため、経路情報共有戦略を用いるとシステム全体としては移動効率の向上を期待できるが個人としては最短時間経路戦略を用いるよりも劣った移動効率を実現することを確認した。

文 献

- [1] Dawes, R., M.: Social Dilemmas. *Annual Review of Psychology* 31 (1981) 169-193
- [2] Horiguchi, R., Kuwahara, M., Nishikawa, I.: The Model Validation of Traffic Simulation System for Urban Road Networks: 'AVENUE'. In *Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Transport Systems'95 (IV)* (1995) 1977-1982
- [3] Kawamura, H., Kurumatani, K., Ohuchi, A.: Modeling of Theme Park Problem with Multiagent for Mass User Support, In *Working Note of The International Joint Conference of Artificial Intelligence 2003, Workshop on Multiagent for Mass User Support* (2003) 1-7
- [4] Klugl, F., Bazzan, A.L.C., Wahle, J.: Selection of information types based on personal utility: a testbed for traffic information markets. In *Proceedings of the second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent systems* (2003) 377-384
- [5] Kurumatani, K.: Mass User Support by Social Coordination among Users. In *Proceedings of the International Joint Conference of Artificial Intelligence 2003, Workshop on Multiagent for Mass User Support MAMUS-03* (2003) 58-59
- [6] Kurumatani, K.: Social Coordination with Architecture for Ubiquitous Agents: CONSORTS. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce 2003 (CD-ROM)* (2003)
- [7] Mahmassani, H. S., Jayakrishnan, R.: System Performance and User Response under Real-Time Information in a Congested Traffic Corridor. *Transportation Research* 25A(5) (1991) 293-307
- [8] Shiose, T., Onitsuka, T., Taura, T.: Effective Information Provision for Relieving Traffic Congestion. In *Proceedings of 4th International Conference on Intelligence and Multimedia Applications* (2001) 138-142
- [9] Suzuki, R., Arita T.: Effects of Information Sharing on Collective Behaviors in Competitive Populations. In *Proceedings of the Eight International Symposium on Artificial Life and Robotics* (2003) 36-39
- [10] Tanahashi, I., Kitaoka, H., Baba, M., H. Mori, H., Terada, S., Teramoto, E.: NETSTREAM, a Traffic Simulator for Large-scale Road Networks, R & D Review of Toyota CRDL, 37(2) (2002) 47-53 (in Japanese)
- [11] Teramoto, E., Baba, M., Mori, H., Asano, Y., Morita, H.: NETSTREAM: Traffic Simulator for Evaluating Traffic Information Systems. In *Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems '97 (CD-ROM)* (1997)
- [12] Yoshii, T., Akahane, H., Kuwahara, M.: Impacts of the Accuracy of Traffic Information in Dynamic Route Guidance Systems. In *Proceedings of The 3rd Annual World Congress on Intelligent Transport Systems (CD-ROM)* (1996)
- [13] <http://www.vics.or.jp>