

平成22年5月24日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19760355

研究課題名（和文）マルチエージェントアプローチによる交通情報共有の効果分析

研究課題名（英文）

The Impact analysis of sharing traffic information using multi-agent simulation

研究代表者

菊池 輝（KIKUCHI AKIRA）

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00343236

研究成果の概要（和文）：本研究では、意思決定者間の相互作用を記述することができるマルチエージェントシミュレーションモデルを用いて、情報を共有することによって交通状況がどのように変わっていくのか、個人にとってどのような効果があるのかを分析した。情報の種類、有無によってエージェントのグループ化を行い、その存在割合を変化させた。

情報を持つグループの割合が増加するにつれ、システム全体として効率的に利用が行われるようになること、逆にその割合が少ないほど個人としては、情報を持つことによる大きな時間短縮効果が得られるということが示された。

研究成果の概要（英文）：In this research, we analyzed how traffic situation changes and how each agent is affected by sharing traffic information by using multi-agent simulation which can describe interaction between decision makers. We grouped the agent by the type of information and by whether they have information or not, and changed the percentage of the number of the agents of each group.

We showed that as the number of having-information agents increases, traffic situation is improved, and the less the percentage of having-information agents, the bigger travel time advantage having-information agents take.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	540,000	3,440,000

研究分野：交通計画

科研費の分科・細目：土木工学，土木計画学・交通工学

キーワード：交通情報提供，マルチエージェント，経路選択問題

1. 研究開始当初の背景

道路交通システムにおける，ドライバーへ

の個別交通情報提供が実用化されている．カーナビゲーションや VICS（Vehicle

Information and Communication System) サービスの普及に加え, GPS (Global Positioning System) の精度の向上, 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. 個別交通情報提供はドライバーを適切な経路に誘導することが目的の一つであり, 各ドライバーの旅行時間の短縮や, ドライバーの効用の最大化を目指している. しかし, 実旅行時間情報による経路推奨は, 結果として推奨された経路の混雑を招き, 道路交通システム全体としての効率を下げたしまい, その結果個人の効用も低下する場合もある. この現象は個別情報が提供されるドライバーの比率が高くなるほど見られる. このような予期せぬ混雑の発生は, 道路交通のみならず, 大規模テーマパーク等でも観測されているため, 一般的な解決法が強く求められている.

一方, 研究代表者は, 旅行時間の不確実性(変動)とドライバーの認知や行動について分析を行ってきた. 実際に経験する所要時間の不確実性と, 認知する所要時間の不確実性との関係に着目し, 実際の行動は歪んだ認知をもとに行われ, 馴化(Habituation)という状態に到達することを明らかにした. この馴化状態から脱し, 歪んだ認知を修正するためには, 交通情報提供は有効なツールであるが, 上述の問題を回避し, 効果的な経路誘導を行う交通情報とはどのようなものだろうか.

2. 研究の目的

本研究では, 前述の疑問に対し, グループレベルの協調的な学習を促す情報に着目する. 個々のドライバーの効用のみを考慮して情報を提供するのではなく, 他のドライバーから収集された経路情報をグループレベルで共有し, ドライバー間の相互作用を考慮に入れた交通情報を提供することにより, ドライバーの効果的な学習(すなわち認知の修正)を促し, システム全体としても望ましい状態へ誘導することを目標とする.

3. 研究の方法

(1)数値実験

まず, マルチエージェントシミュレーションの開発と分析, すなわち純粋な数値実験を行う. ここでは, エージェントを情報提供方針により以下の2つのグループに分ける. いずれのグループにおいても, 各エージェントは, 学習した各々の認知旅行時間と提供された交通情報に基づき経路を決定する.

(a)自己学習グループ: 従来型の個別情報が提供される

(b)情報共有グループ: グループ内で経路情報が共有される

さらに(b)については, 次のような2つのグ

ループを設定する.

(b1)単純情報グループ: 提供される情報は, 単純な両経路の実所要時間とする

(b2)優秀情報グループ: 提供される情報は, これまでに所要時間の短い経路を数多く選択したエージェントが保有する認知所要時間とする.

以上の各グループが占める割合を様々な変化させた数値実験を行うことで, 個別情報や情報共有がシステム全体に与える影響を把握する. なお選択経路数は2とした.

(2)被験者実験

共有情報と個別情報が同時に提供される場合に, ドライバーはどちらの情報をどのような場面で参照するのか, を探るために, (1)で開発したエージェントシミュレータに被験者が同時に参加する実験を行った.

4. 研究成果

(1)数値実験

エージェント400人の600回繰り返し計算を行った. 学習は回数を重ねるごとに更新されにくくなっていくことを考え, 認知所要時間更新率及び戦略評価値更新率にはステップパラメータを導入した.

以下, 自己学習グループと単純グループの比較と単純情報グループと優秀情報グループの比較の結果を示す.

①自己学習グループと単純情報グループ

自己学習グループと単純情報グループのみを存在させ, その構成比率を変えて実験を行った. 図1は, 最終回の全エージェントの所要時間の総和を総所要時間とし, 自己学習グループの割合と総所要時間との関係を表したものである. 図1よりシステムをマクロな視点からみたとき, 自己学習グループの割合がある一定値を超えると, その増加に伴い総所要時間が大きく増加することがわかる. また, 表1, 2からわかるように, 情報を持つ単純情報グループがある一定数以上存在するときに経路の所要時間は均等し, 総所要時間の観点からしても, 効率的にシステムが利用されている. 次に各エージェントの認知所要時間というミクロな視点から考察を行うと, その分布図は図2のようになる. それぞれ自己学習グループと単純情報グループが50%ずつ共存している時の認知所要時間と優秀情報グループのみの時の認知所要時間である. 自己学習グループは非利用経路に関する情報がなく認知所要時間が更新されないので認知所要時間が偏り(図2右上), エージェントの経路が変更されにくくなる. そのため, 自己学習グループのみが存在する時は, 経路の所要時間が均衡しない. また, 図2に見られるように, 初回はランダムに与えていた認知所要時間が経験を通しての学習の結果600

回時には二つの固まりに収束している。自己学習グループ、単純情報グループともに、二つの固まりに収束しているが、自己学習グループより単純情報グループの方が同じグループ内での分散が小さくなっている。これは与えられた情報により、経路所要時間という環境をより現実によく認知できているということがわかる。

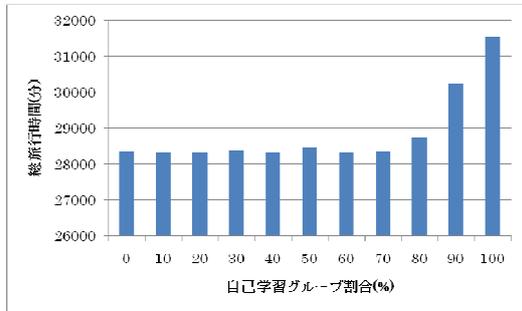


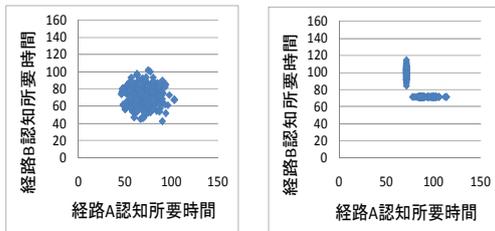
図1 自己学習グループ割合と最終回総所要時間の関係

表1 最終回時経路所要時間

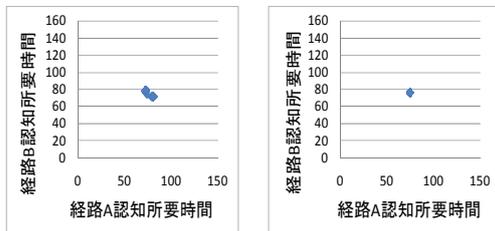
	自己学習グループのみの時	単純情報グループ共存時
経路A所要時間	91.982	71.076
経路B所要時間	45.092	70.552

表2 総所要時間平均

	自己学習グループのみの時	単純情報グループ共存時
総所要時間平均(分)	37,233.68	28,428.86



(全グループの0回) (自己学習グループ)



(単純情報グループ) (優秀情報グループ)

図2 認知所要時間分布図

次に、図3に最終回における経路A利用人数を、図4に最終回における経路A利用割合をそれぞれ示した。まず、図3より、自己学

習グループのみの時を除き、単純情報グループが存在している時は、経路Aの総利用人数に大きな変化は見られないことがわかる。しかし、図4より、その利用割合は単純情報グループと自己学習グループで大きく違い、総じて、自己学習グループが主に経路Aを利用していることがわかる。

これは、自己学習グループは両経路の経路所要時間に関する確かな認知を行えていないために、経路Bに比べ容量が大きく混雑を起しにくい経路Aを利用しやすくなっているためであると示唆される。逆に両経路の情報を得ている単純情報グループは、自己学習グループによる経路利用の偏りを緩和するように経路選択を行っているために、総利用人数としては自己学習グループの割合が変化しても大きく変わらず、効率的にシステムが利用されていることがわかる。

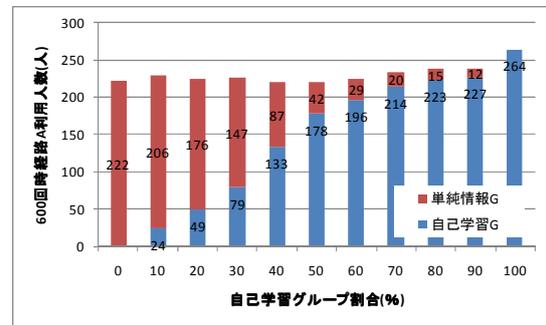


図3 600回時経路A利用人数

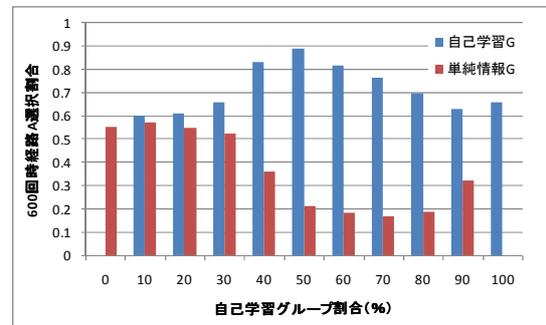


図4 600回時経路A利用割合

②優秀情報グループと単純情報グループ

優秀情報グループと単純情報グループを同時に存在させ、その各グループの割合を変えることで、各グループの平均所要時間がどのように変わってくるのかを見てみたところ、優秀情報グループの割合が少ない時ほど、平均所要時間は小さくなるという結果が得られた(図5)。これは、その情報を共有するものが少なければ少ないほど時間短縮効果が大きくなり、逆に多いとその効果は減少してしまうことを表している。また、認知所要時間に関して、単純情報グループ内の分散も自己学習グループに比べると小さかったが、優秀グループはピンポイントに同じ情報が与え

られるため、同じ認知所要時間を持っているということが図2よりわかる。

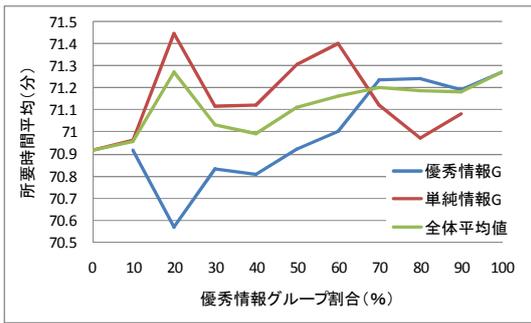


図5 優秀グループ割合とグループ平均所要時間の関係

③まとめ

交通現象における相互作用を考慮するために個々が自律的に学習を行うエージェントから構成されるマルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、異なった情報・戦略を持ったエージェントを導入し、数値実験を行った。その結果、情報を持たないグループのみの時と比較して、情報を持つグループによってシステム全体を改善する効果を持つことが推察されることと、情報を持たないグループは容量が大きく混みにくい経路を利用しやすいということと、情報による時間改善効果はその共有人数によって変わり得るという結果が得られた。

(2)被験者実験

ドライバーは個別情報と共有情報のどちらを参照するのか、を探るために、個別情報と共有情報を同時に被験者に提供し、経路選択を要請する実験を行った。実験群は次のように設定した。

実験群0：個別情報を一切提供せず、共有情報のみを一部の被験者に提供する。共有情報に誤差は与えない。

実験群1：共有情報が高精度、個別情報が低精度となるように設定し、両情報を提供する。

実験群2：実験群1とは逆に、共有情報が低精度、個別情報が高精度となるように設定する。

①情報参照度

どの程度情報を参照したかを測定するために、毎回の経路選択後に「1. 経験を重視～5. 情報を重視」の5段階評価で回答を要請した。どの実験群においても、情報参照度の平均値が、5段階の中央値(2.5)より大きくなっていることから、経験よりも情報を重視していることが分かった。

また、情報提供パターンごとに集計を行ったところ、個別情報のみを提供した時よりも、共有情報のみを提供した時の方が、実験群1、2どちらの場合も参照度が高くなっていた。

個別情報の精度が高い実験群2においても、共有情報のみを提供した時の方が、情報参照度が高くなっていた。実験終了後のアンケートにおいて、共有情報と個別情報のどちらを重視したか、を7段階で回答を要請した。結果、どの実験群においても、7段階の中央値(3.5)よりも大きな値を示しており、どの実験群も共有情報の方が重視されていたということが分かった。実験群2においても、共有情報よりも個別情報の方が、精度が高く設定されているにも関わらず、やはり共有情報が重視されている傾向があった。以上から、精度にかかわらず、共有情報という情報の与え方による効果が存在していることが考えられる。

また、情報が終始共有情報のみしか与えられない実験群0の時が最も情報参照度が高くなっていた。これは共有情報という与え方による影響のみならず、より希少性が高まり、参照度が高くなったものと考えられる。

②情報最短経路の選択率

情報提供パターンごとに、情報最短経路の選択率および情報二番目経路選択率を集計した。

選択率は、(それぞれの情報が提供された回数) × (提供されていた人数) を母数とし、そのうち、それぞれの経路を何回選んでいたかを表す割合である。まず、共有情報のみが提供された時に関しては、共有情報が最短となる経路が非常に高い確率で選ばれていることが分かった。これは、人は共有情報に関しては精度に関係なく、参照しやすい傾向があることを示唆している。次に、個別情報のみが提供されている時に関しては、個別情報が最短となる経路はあまり選ばれておらず、個別情報値が二番目に小さい経路がよく選択されていることが見受けられた。このことから個別情報が推奨する経路における混雑を予想し、いわゆる他人の裏読み行動によって、二番目に小さな情報が提供されている経路を選択している可能性が考えられる。

次に、両情報が提供された場合は、共有情報と個別情報が最短を示す経路が異なる状況では共有情報がより参照されていることが分かった。個別情報の精度が高い実験群2に関してもこのことが成り立つことから、精度によらず、情報の与え方により選択のされ方が異なる可能性が示唆された。

③まとめ

本研究の実験結果から、「行動に直接的に及ぼす影響は、個別に与えられる情報の方が、全体に与えられる情報よりも大きい」可能性が示唆された。これは、共有情報が提供されるドライバーのみが参照可能であるという、情報の「限定利用性」という特性が影響していると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① 松下歩・菊池輝・北村隆一：マルチエージェントシミュレーションを用いた交通情報共有化の効果分析，土木計画学研究・論文集，査読有，25，793-800，2008.

〔学会発表〕(計3件)

- ①山本貴之・菊池輝・Petr Senk・北村隆一：交通行動実験における被験者の意思決定分析，土木計画学研究・講演集，39，2009. 6. 14.，徳島大学（徳島県）.

- ②菊池輝・山本貴之・北村隆一：参加型経路選択シミュレーション実験システムの開発，土木計画学研究・講演集，38，2008. 11. 3.，和歌山大学（和歌山県）.

- ③松下歩・菊池輝・北村隆一：マルチエージェントシミュレーションを用いた交通情報共有化の効果分析，土木計画学研究・講演集，36，2007. 11. 25.，八戸工業大学（青森県）.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊池 輝 (KIKUCHI AKIRA)

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00343236