

経路・出発時刻同時選択を考慮した 適応的マルチエージェントによる交通システムモデルに関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 高山 純一
金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 中山 晶一朗
金沢大学大学院自然科学研究科 学生員 ○ 佐藤 達生

1. はじめに

1980年代前半に複雑系の研究が起こり、複雑系の研究手段として、特に、意思決定者としての人間を扱う領域において、マルチエージェントシステムが有効な方法論としてクローズアップされてきた。

一方、我が国では高度経済成長期から社会資本が大量に整備されたことによって人々の生活は豊かになった。その反面モータリゼーションの進展により都市、地方都市部を中心に慢性的な交通渋滞が大きな問題となっている。我が国の交通渋滞による年間の経済損失は12兆円にも及ぶ。そのために交通渋滞を軽減することは非常に重要であり、全国各地で様々な取り組みがなされている。交通渋滞を改善する対策としては、大きくハード対策とソフト対策に分けられるが、近年の厳しい財政状況のため、交通渋滞対策としてハード対策だけでは限界がある。そのために、ハード対策と合わせてソフト対策を行うことが重要であり、TDMの社会実験も全国各地で行われて、その実験結果として交通行動の変更によってトリップ時間の分散効果があることが示された。

また、交通渋滞の多くは通勤時に起こっている。そのために、ロードプライシング、フレックスタイム制などが近年注目されているが、交通需要の分散効果（出発時刻選択問題）に関する理論的な証明や、実ネットワークを用いたシミュレーションは十分には行われていない。そのため、本研究では出発時刻選択を考慮したシミュレーションモデルを構築する。これは、交通需要の基礎研究と位置づけられるが、このような基礎研究が進むことによって、最も交通需要の分散効果が現れる条件や制度、ドライバーにとって最適な情報提供とは何かということにもつながっていき、全国各地で行われている社会実験もより有意義なものにな

っていくと思われる。

実際の交通現象は複雑系と考えられ、個人の効用に対する満足度の違いを表現する手法として、マルチエージェントシステムを取り扱うのは非常に有効である。そして、本研究では、システムの構成要素をエージェントとし、様々な効用を持ったエージェントの経路選択・時間選択行動を表現するシミュレーションモデルを構築することを目的とする。

2. シミュレーションモデルの概要

本シミュレーションモデルは、「交通流モデル」と「出発時刻・経路選択モデル」で構成される。交通流モデルでは、交通量を動的に算出する。

2.1 出発時刻・経路選択モデルの概要

経路選択モデルでは、エージェントは出発時刻と経路を同時に選択する。すなわち、出発時刻選択では表のように複数の時間帯から1つの時間帯を選び、さらに経路を選択する。

表1 時刻選択の例

時間帯 1	AM7:00～7:30
時間帯 2	AM7:30～8:00
時間帯 3	AM8:00～8:30
時間帯 4	AM8:30～9:00

2.1.1 出発時刻・経路選択モデルの仮定条件

- ・エージェントは n 個の if-then ルールを持ち、if-then ルール及びルール評価値に基づいて経路を選択する。
- ・エージェントは効用を最大化するように出発時刻及び経路を走行しようとする行動主体とする。
- ・ネットワークは1OD2リンクとする。

以上を仮定条件とする。また、経路選択モデルの基本的メカニズムは、以下のとおりである。

1) エージェントが選択すべきであった過去の最良の出発時刻と選択経路を情報としてエージェントに与え、その情報と同じ型を持つ if-then ルールが支持する出発時刻と経路が選択される。

2) 合致したルールが複数の場合、ルール評価値が最も大きいルールの支持する出発時刻と経路が選択される。ルール評価値が等しい場合は、等しいルール評価値を持つルールの中からランダムにルールを選び、そのルールが支持する出発時刻と経路が選択される。

2. 1. 2 if-then ルールの構造

if-then ルールは if に対応する条件部と then に対応する実行部から構成される。条件部には、各エージェントが最も満足する時間帯と経路の過去の簡単な情報を表し、実行部はエージェントが選択する出発時刻と経路を表している。if-then ルールでは、例えばエージェント A にとって前日 AM8:00~8:30 の時間帯に経路 1 を走行することが最良の選択であったという情報が与えられたときに、エージェント A が再び AM8:00~8:30 の時間帯に経路 1 を走行しようとする if-then ルールが図 1 である。各エージェントはこのような if-then ルールを n 個持っている。

記憶日数 1 日の場合

前日
選択
AM8:00 R1 → AM8:00 R1

図 1 if-then ルールの例

※AM8:00 は AM8:00~8:30 の時間帯を、R1 は経路 1 を表している。

2. 1. 3 ルール評価値

ルール評価値とは各ルールがどれほどうまく働いたかを表す指標であり、出発時刻選択を考慮したモデルでは、各エージェントの個人の効用、目的地に早く到着した場合の待ち時間による満足度の低下や、遅刻によるペナルティなどを考えることが通説となる。本研究では、このエージェントの効用をルール評価値で表し、日々のマイカー通勤を対象としたドライバーの効用を以下の 3 つと定義する。

- ①, 走行時間の効用
- ②, 早着損失
- ③, 遅刻損失

上記の①~③の効用を t_1, t_2, t_3 とするとエージェントが選択した時刻 t のルール評価値 $f_i^j(t)$ は以下ようになる。

$$f_i^j(t) = f_{i-1}^j(t) + t_1 - t_2 + \alpha \cdot t_3 \quad (1)$$

$f_i^j(t)$: i 日目のルール j のルール評価値

α : パラメータ

エージェントは(1)式によって、使用したルールのルール評価値を日々更新する。(1)式によるルール評価値の更新は、エージェントの学習表している。また、使用しなかったルールは $f_i^j = f_{i-1}^j$ によって更新する。

3. おわりに

本研究では、経路選択モデルによって、エージェントが出発時刻と経路を選択し、交通流モデルによって動的に交通流を取り扱う。そしてその結果、各エージェントの効用をルール評価値の更新式によって日々更新する出発時刻選択モデルを構築する。上記のようにシミュレーションモデルの概要を示したが、現在交通流モデルに関しては、ブロック密度法を取り入れるか旅行時間関数を取り入れるか検討中である。そのため、詳細な出力結果やシミュレーションモデルの変更点は講演時に発表する。

参考文献

- 1) 井料隆雅, 桑原雅夫: 時間均一な混雑料金の利用者行動への影響に関する個人差を考慮した理論的解析, 土木学会第 55 回年次学術講演会, IV-46, 2000.
- 2) 牛若健吾, Metin Senbil, 北村隆一, 菊池輝: 通勤出発時刻選択における基準点の分析: プロスペクトル理論の適用, 土木学会第 58 回年次学術講演会, IV-166, 2003
- 3) 中山晶一朗: 行動主体の認知過程を考慮した交通システムの動的挙動に関する研究, 博士学位論文, pp.111-115, 1999.