

適応的マルチエージェントを用いた災害時における交通情報提供に関する影響評価

金沢大学工学部

○ 矢島 梓

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 晶一郎

1. はじめに

我が国は、関東大震災、阪神・淡路大震災をはじめ多くの地震による被害を経験してきた地震国である。今日も東海地震、東南海地震、南海地震をはじめとした大地震発生の可能性が指摘されている。このような中で、大地震の発生に備えて市街地を改善し、被害を最小限に抑えるための防災計画や対策が求められている。

大地震が起きた場合の被害として、道路が損傷し通行止めが起こることが考えられる。そのため道路の連結性能が低下し、大規模な交通渋滞が発生する。渋滞が発生することにより、地震時の救急活動や物資の輸送、人々の移動などに多大な損失が生じる。したがって、この損失を最小限に抑えることが重要である。そのために、地震時に交通規制情報を提供することは交通渋滞の解消や道路の信頼性向上に非常に役立つと考えられる。そこで、本研究では、交通規制情報を一人一人に提供することが交通ネットワークの状況にどのような影響を与えるかを把握することを目的とする。

しかし、実社会における交通システムでは、個々の要素の行動から単純に集団全体の動きを予測することは困難である。そこで、マルチエージェントシステムを用いたシミュレーションが有効となる。交通システムで考えれば、一台だけ自動車が存在する場合は、その自動車の自由に目的地に行くことが出来る。しかし、多くの自動車が存在する場合は、各自動車は、周囲の自動車の動きに従って目的地に向かう。つまり、多数の自動車の流れを見たときは、一台の自動車とは異なりそれらは集団として複雑に振舞う。このように、多数の要素からなり全体として複雑な現象を創発するシステムを複雑系といい、交通システムはそのひとつである。そのような、複雑系をシミュレートするためにマルチエージェントシステムが用いられ、これをマルチエージェントシミュレーションという。

本研究では、ドライバーをエージェントとして、マルチエージェントシステムを用いてシミュレーションを行う。地震が発生し交通規制がなされた場合、ドライバー一人一人に関して出発地から目的地までの経路選択に関するシミュレーションを行う。その時に、地震発生による各経路の交通規制情報をドライバーに与

え、経路選択に関する影響を調べる。交通規制情報を与えることによる影響や、どのような情報を与えることが、旅行時間が均衡状態に近づくのに影響があるかを検討することを本研究の目的とする。

2. 交通シミュレーションモデルの提案

本研究で提案したシミュレーションモデルは、「交通流モデル」と「経路選択モデル」で構成される。

(1) 交通流モデル

交通流モデルでは、BPR 関数を用い、交通量から旅行時間を算出する。

$$\text{BPR 関数: } t = t_f \left(1 + \alpha \cdot \left(\frac{q}{C} \right)^\beta \right) \quad (1)$$

t_f : 経路 f の自由走行時間

C : 経路の交通容量

q : 交通量

α, β : BPR 関数のパラメータ

(2) 経路選択モデル

ドライバー一人一人の過去の経験と前日の経験と交通情報をふまえた経路選択戦略の評価値が、最も大きい値の経路選択戦略をそれぞれドライバーが選択する。選択した経路選択戦略の *if-then* ルールにより、経路が選択される。

1) *if-then* ルール

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。条件部に示す前日までの走行してきた経路から、その日に選択する経路を決定するものである。ドライバーは、前日までの m 日間の選択した経路を記憶しているとするので、*if-then* ルールは 4^m 個存在する。(経路は 1~4 までであるとき、 $m=1\sim6$ でシミュレーションを行う。)

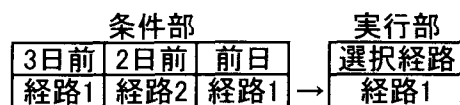


図 1. *if-then* ルールの例 ($m=3$ のとき)

2) 経路選択戦略

各経路選択戦略内には 4^m 個の *if-then* ルールが含まれている。経路選択戦略の総数は 4^m 個であるが、ドライバーはそのうちの n 個を持っているとする。

3) 経路選択戦略の評価値

経路選択戦略の評価値とは各経路選択戦略がどれほどうまく働くかを表す指標である。以下の式においてドライバーの使用した経路選択戦略のみ毎日更新される。

$$p_i^j = c \cdot p_{i-1}^j + (1-c) \cdot g_{i-1} \quad (2)$$

p_i^j : i 日目の経路選択戦略 j の評価値

c : $0 < c < 1$ の一様乱数パラメータで、各ドライバーによって異なる。

g_{i-1} : 前日の走行結果によるルールを評価する値で、経路選択戦略内の *if-then* ルールが、

$\left\{ \begin{array}{l} \text{最短経路だった場合 : } g_{i-1} = +1.0 \\ \text{最短経路でなかった場合 : } g_{i-1} = -1.0 \end{array} \right.$ とする。

また、本研究では各ドライバーに情報を与える意味で、与えたい交通情報に当てはまる経路を選択する経路選択戦略の評価値を更新する。式(3)の計算で更新する。(前日の旅行時間が最小であった経路情報を与えたい場合、前日の旅行時間が最小であったのは経路1とすると、経路1を選択する経路選択戦略に対して経路選択戦略の評価値を式(3)で更新する)

$$p_i^j = k \cdot p_{i-1}^j + (1-k) \cdot q_{i-1} \quad (3)$$

k : 各ドライバーの情報に対する信用度を示す。一様乱数パラメータで、各ドライバーによって異なる。

q_{i-1} : i 日目の情報の信頼度を示す。

3. 交通シミュレーションの方法

(1) 交通シミュレーションの概要

仮想的な1OD4リンクのネットワークに対して、地震が発生した場合にネットワークに交通規制がなされる。そこで、交通規制情報をドライバーに提供し、自動車の交通行動をシミュレーションする。経路選択に関して、交通情報と過去の経験から経路選択を行うものとしている。

(2) シミュレーションの仮定条件

- ・ ドライバーの目的は、目的地に早く到着することであり、選択してきた経路の中での最短経路を走行するものとする。
- ・ 地震が発生した場合、表1で示すような交通規制が行われるものとする。経路1は交通容量が減少し、経路2は、通行止めとなり、経路3は、旅行時間の増大する。

	地震前		地震後	
	交通容量 C	旅行時間 t_i	交通容量 C	旅行時間 t_i
経路1	200	20	100	20
経路2	100	10	通行止め	
経路3	100	10	100	20
経路4	200	20	200	20

表1 地震発生前後における各経路の諸条件

(3) シミュレーション期間

1. 平常時 (旅行時間が均衡状態になるまで)
2. 地震発生 (交通規制が発生) ~6ヶ月間
交通規制情報を信頼度を段階的に上げながら、ドライバーに与え、シミュレーションを行う。

(4) 交通情報の提供のあり方

- ・ 交通規制に関する情報
通行止めの情報を提供する。
- ・ 旅行時間に関する情報
前日の旅行時間が最小であった経路の情報を提供する。
過去の旅行時間が最小であった経路の情報を提供する。
- ・ 交通量に関する情報
どういった情報が、旅行時間が均衡状況になるのに有効かを検討する。

(5) 交通情報の与え方

地震発生直後は確かな交通規制情報が与えられるとは考えにくい。そのため、本研究では、情報の信頼度をパラメータとして設定し、日数を重ねるうち段階的に情報の信頼度が高くなっていくとする。

また、交通情報を信用する人、信用しない人の違いを表現するために情報の信用度というパラメータを設ける。

4. おわりに

ドライバーに与える情報の内容を変え、それぞれについてシミュレーションを行う。提供する情報の内容の違い、精度などがどのような影響を及ぼすかを検討する。それにより、どのような情報を、どれだけの量、いつ提供すればよいかを検討することができる。シミュレーション結果、ドライバーの交通行動の比較などは、講演時に発表する。

参考文献

- 1) 佐藤達生, 中山晶一郎, 高山純一: 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, 平成16年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集第4部, pp.383-384
- 2) 小林慧美, 中山晶一郎, 高山純一: 適応的マルチエージェントを用いた災害時における交通シミュレーションモデル, 平成16年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集第4部, pp.423-424