

マルチエージェントを用いた災害後の交通行動シミュレーションに関する研究

東京都市大学大学院工学研究科 学生会員 ○菊池 弘太
 電力中央研究所 正会員 梶谷 義雄
 東京都市大学工学部都市基盤工学科 非会員 佐相 圭吾
 東京都市大学大学院工学研究科 正会員 吉田 郁政

1. はじめに

近年引き起こされた大規模災害では、交通網の麻痺によって迅速に災害対応を行うことができず、被害が拡大するといった事例が見られている。例えば、平成7年に発生した阪神・淡路大震災では、大規模な交通渋滞が緊急車両の通行を阻害し消防活動への影響が大きかったことが報告されている¹⁾。このような被害拡大を防ぎ、人命や社会経済への影響を可能な限り軽減するためには、適切な代替経路・交通規制の設定や帰宅困難者への公共サービスの提供を行うなどの交通のマネジメントが必要である。

しかし、災害時は道路や公共交通機関の機能麻痺が発生し、かつ普段とは異なる動機による人々の移動行動が行われるため、四段階推計法に代表される需要予測や、交通量均衡配分モデルのような平常時に用いる一般的な手法を災害時にも適用するのは困難である。そこで本研究では、災害状況下において各個人が自律的に判断する行動様式を含めたシミュレーションモデルによるアプローチを試み、災害時の交通渋滞予測のための基礎的なシミュレーションモデルを提案する。

2. シミュレーションモデルの概要

(1) マルチエージェントシステム

人々の移動行動とそれによって引き起こされる現象を再現するために、構成要素同士の相互作用やそれに伴う現象の再現に適したマルチエージェントシステム(以下、MAS)の手法を活用することとした。MASとは一般的に、エージェントと呼ばれる自立した個々の主体が多数集まり、相互に依存し合っているシステムのことである²⁾。

(2) 二種類の空間スケール

大規模な災害が発生した場合、その範囲は非常に広く、そのすべてを詳細にシミュレーションすることは非常に難しい。そのため本研究では主要な幹線道路及び交通量の多い道路のみをモデル化し、都市

間の移動を扱う広範囲のシミュレーション(図-2の(1)広域空間)と幹線道路から詳細な街路までを設定し、都市内の個別の目的地への移動を再現する詳細なシミュレーション(図-2の(2)狭域空間)の二つの異なる空間スケールを持つモデルを作成し、この二つの空間スケールを相互リンクさせることで、効率化を試みた。なお、広域空間では新潟県の大部分を対象として都市・地域間の移動を再現、狭域空間では長岡市の中心部を対象とし、都市内の移動を再現する。ノード数は広域空間が55、狭域空間が1132、リンク数は広域空間が93、狭域空間が1854である。

(3) 移動速度

広域空間ではリンクパフォーマンス関数³⁾の考え方にに基づき式(1)に従うように設定、一方、狭域空間では追従挙動追従挙動(前方の車両との車間距離と自車の速度・加速度を調整する行動)により速度が規定されるとの推定の下、文献^{4,5)}等を参考にエージェントが車頭距離(車間距離に自車長を加えた値)に応じて変化させるよう式(2)を定め

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{c_a} \right)^\beta \right\} \quad (1)$$

ここで、 t_a :旅行時間、 t_{a0} :自由旅行時間、 x_a :リンク交通量 c_a :交通容量、 α, β :0.48, 2.82

$$v = \begin{cases} 1.0 & ; s < 7.5 \\ 34.8 \log s - 70.6 & ; 7.5 \leq s < 23.75 \\ 21.5 \log s - 15.0 & ; 23.75 \leq s < 40 \\ 65.0 & ; s \geq 40 \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $s = h + d$ 、 d :車間距離(m)、 h :自車両の車長(m)、 s :車頭距離(m)、 v :速度(km/h)

また、狭域空間における速度と車頭距離の関係を図-1に示す。

キーワード エージェントベースモデル、自然災害、帰宅行動

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104

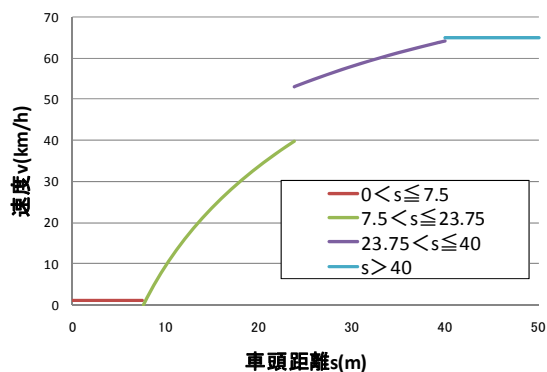


図-1 速度と車頭距離の関係

(4) OD データ

エージェントが移動する際の OD データは平成 12 年度国勢調査⁶⁾(常住地による従業・通学市区町村, 利用交通手段 9 区分)より作成した。従業・通学市区町村をトリップの出発地点とし, 目的地は長岡市中心部の町丁目毎にそれぞれ一箇所を設定した。広域空間の OD 設定においてはノード数が少なく, 用いたデータの枠組みと一致しない場合も多数見受けられたが, その場合は最も近いと考えられるノードを出発地とした。加えて, 市町村の合併や統合などですでに存在しない市町村については現在の市町村に統合しデータを作成した。

またエージェント数については, 長岡市町丁・街区別昼間人口データを参考に配分を行っている。

3. エージェントのルール

エージェントは広域空間のノード上で発生し, 長岡市へ向かって最短経路を移動する。途中, 道路被害があった場合はその道路を迂回し, その道路リンクを除いた最短経路を移動する。また, 移動中は状況に応じて式 (1), (2) に従い速度を変化させる。広域空間上で長岡市に到着したエージェントは順次, 狭域空間へ移動し, それぞれに設定された狭域空間上の目的地へ移動する。なお, 狭域空間上では重なりを防ぐために, 車間距離が 0.5(m) 以下になった場合, その場で移動を停止, 0.5(m) 以上になると移動を再開するように設定している。

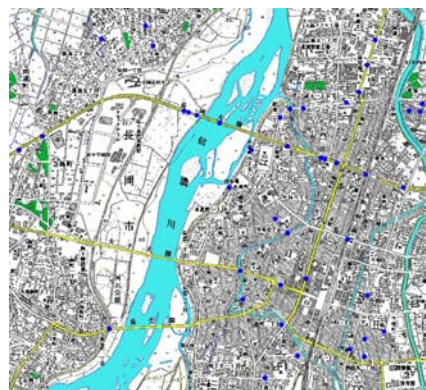
シミュレーション画面の様子を図-2 に示す。またシミュレーション結果の詳細については講演時に改めて述べる。

4. 今後の課題

現在のシミュレーションモデルでは災害時のより複雑な状況を考慮したルールの設定は十分に検討されておらず, 帰宅行動以外のトリップや公共交通機関の利用可能性, 徒歩による帰宅の可能性について



(1) 広域空間



(2) 狭域空間

図-2 シミュレーションの様子

ノード数 : 55
リンク数 : 93
赤い円 :
エージェント

都市間の移動
を再現

ノード数 : 55
リンク数 : 93
青い円 :
エージェント

都市内の移動
を再現

も現状のデータをもとにルールの設定が必要となる。今後データの高精度化も含めて検討を行う予定である。

参考文献

- 1) (財)都市防災美化協会 地域安全学会震災調査研究会:地震災害の教訓, 1.2.5 消火活動の実態, pp.41-48, 1996.3
- 2) 大内東, 山本雅人, 川村秀憲: マルチエージェントシステムの基礎と応用—複雑系工学の計算パラダイム—, コロナ社, 2002.4.26
- 3) 太田勝敏, 古木守靖: 道路交通需要の理論と適用・第Ⅱ編利用者均衡配分モデルの展開, 土木学会, pp.25-37, 2006.7
- 4) 越正毅:「交通工学通論」, pp.109-111, 技術書院, 1989
- 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/-26, 1996
- 6) 独立行政法人統計センター, e-stat 政府統計の総合窓口, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>, 2009.10.