

迂回行動を考慮した自動車避難シミュレーションに関する研究 STUDY OF THE CAR EVACUATION SIMULATION CONSIDERING A DETOUR BEHAVIOR

○佐藤寛深¹ 登川幸生²
*Hiromi Sato¹, Sachio Togawa²

After the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011, it is verified that about two thirds of the evacuees used their cars at that time. So we carried out the simulation with MAS to set the new behavioral rules thinking to take a detour against traditional behavioral rules and reproduce the conditions on the automotive evacuation which are more realistic in this study. As a result, we came to a conclusion that it is possible to simulate with new rules to reproduce a more realistic situation, and reports this.

1. 研究背景および目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、街や人に多くの被害をもたらしたとともに、様々な教訓や発見を得ることができた。その発見の一つに、津波からの自動車避難の重要性が挙げられる。震災以前まで、多くの自治体が原則徒歩による避難を設定していたが、岩手、宮城、福島の前3県における避難者の約3分の2が自動車避難を行っていた。また、低地沿岸域から高台への避難において、要援護者や高齢者の徒歩避難には限界がある事などの問題点が挙げられた。これにより、現在では自動車による避難を考慮した避難計画の検討が行われるようになってきている。^[1]

一方、マルチエージェントシステム（以下、MAS）を用いた避難シミュレーションに関する研究は進められており^{[2][3][4]}、筆者ら^[5]は津波発生時における自動車避難について、渋滞による避難への影響を検討するため、MASによる自動車避難シミュレーションを行った。このシミュレーションでは、エージェントが各出発開始地点から各避難施設まで予め算出した最短経路を通るものであり、これによって防災計画策定などにおける有用性を示した。実際に自動車が一斉に避難する際、多数の場所で渋滞が発生するものと考えられ、またドライバーが前方に渋滞を確認した場合、最短経路ではなく渋滞を回避しようとする行動は生じ得るものである。そこで、より現実的な自動車避難の状況を再現するには、渋滞を回避するために迂回行動をとるという事を考慮する必要があると考えた。

本研究では、MASによるシミュレーションについて、従来の行動ルール^[2]（以下、経路固定ルール）に対して迂回行動を考慮した新たな行動ルール（以下、渋滞回避ルール）を設定し、より現実的な自動車避難の状況を再現することを目的とする。

2. 対象地域

本研究における対象地域として、静岡県浜松市西区舞阪町周辺（以下、舞阪地区）を設定した。また、シミュレーションにおいてエージェントが避難完了となる地点（以下、避難完了地点）については、静岡県第4次地震被害想定^[6]による最大浸水深が2m以下となる東海道新幹線線路より北に至った先の交差点とした。

3. MASのルール設定

MASの基本的なアルゴリズムは従来のものと同様であり、対象地域の道路ネットワークなどはGISによって管理した。また、各出発地点ノードには予め避難完了地点への最短経路を設定した。

経路固定ルールによるシミュレーションでは、エージェントが各出発地点ノードより避難完了地点ノードを目指して出発し、リンク、すなわち経路を通して次のノードにたどり着くと、そのノードに与えられている避難完了地点ノードへの最短経路を選択する設定となっている。渋滞回避ルールによるシミュレーションでは、より現実的な状況を再現するために、前方の経路にエージェントの滞留、すなわち渋滞が見られた場合、迂回行動を行うために渋滞している経路以外の迂回経路を選択する設定を行った。迂回経路が複数存在する場合、前方車両が迂回した経路に追従するという行動も考えられるが、現実の状況では非常時ということや、目標地点や道の選択において意思決定に明確な判断基準がないことから、ランダムによって進行路を決定することにし、その際逆戻りする経路は選択しないこととした。また、迂回経路が存在しない場合、経路選択が行われずにそのまま進行するか、渋滞が緩和するまでその地点で停止する事にした。

1：日大理工・院（前）・海建 2：日大理工・教員・海建

4. 舞阪地区におけるシミュレーション

4. 1. 概要

舞阪地区において、経路固定及び渋滞回避ルールを設定した MAS による津波発生時の自動車避難シミュレーションを行う。また、経路固定ルールとの比較も行い、渋滞回避ルールによって再現した現実的な状況に妥当性があるかを検討する。

4. 2. 手法

MAS に関するアルゴリズムやルールは前述した通りであり、各出発地点ノードから、2 台のエージェントが出發するよう設定した。また、各エージェントには予め入力されている避難目標地点以外の地点のデータを付加した。これは、迂回した結果当初の避難完了地点とは別の地点に向かう可能性を考慮したためである。

4. 3. 実施および考察

図-1, 2, 3 に、シミュレーション開始から 1 秒, 250 秒, 500 秒時点の状況を示した。

図-1 は、シミュレーション開始から 1 秒時点の状況であり、この時点では経路固定及び渋滞回避ルールにおける違いはない。続いて図-2 は、250 秒時点における状況であるが、経路固定ルールの状況を見ると、避難完了地点に到達したエージェントは存在しているが、渋滞が発生している箇所がある。これに対して渋滞回避ルールでは、当初の避難完了地点以外の地点に到達しているエージェントが存在している他に、青丸で囲った箇所を見ると、エージェントが渋滞を回避して迂回行動をとっていることが分かる。図-3 は、500 秒時点における状況であるが、経路固定及び渋滞回避ルールの緑丸で示した箇所を比較しても渋滞量に差があることが分かる。

全エージェントが避難完了地点までに到達した避難完了時間は、経路固定ルールでは 2263 秒であったのに対し、渋滞回避ルールでは 1440 秒となった。これは、渋滞回避ルールのエージェントが迂回行動をとったことによって、経路固定ルールにおいて渋滞の列に並んでいたエージェントの避難完了時間が短時間になったということが考えられる。現実的な状況においても、迂回行動をとる場合は多くなると考えられるため、渋滞回避ルールによるシミュレーション結果は、より現実的な状況の再現ができたといえる。

5. 結論

本研究では、MAS によるシミュレーションについて、経路固定ルールに対して迂回行動を考慮した渋滞回避ルールを設定することで、より現実的な状況の再現ができた。

参考文献

- [1] 中央防災会議：防災基本計画の修正案新旧対照表, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/31/pdf/31_siryol-2.pdf, (2015 年 1 月 17 日)
- [2] 藤岡 他：津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価, 日本建築学会計画系論文集, 第 562 号, PP.231-236, 2002.12.
- [3] 斎藤 他：マルチエージェントシステムを用いた津波からの避難シミュレーション-奥尻島青苗地区を例として-, 日本建築学会計画系論文集, 第 562 号, PP.231-236, 2002.12.
- [4] 池部 他：MAS による防災意識を考慮した避難行動シミュレーション-津久見市保戸島を対象として-, 日本建築学会九州支部研究報告, 第 53 号, PP.293-296, 2014.3.
- [5] 登川 他：低地沿岸域における津波発生時の自動車避難経路に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.59~60, 2014.09
- [6] 静岡県：第 4 次地震被害想定, <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei>, (2015 年 1 月 17 日)

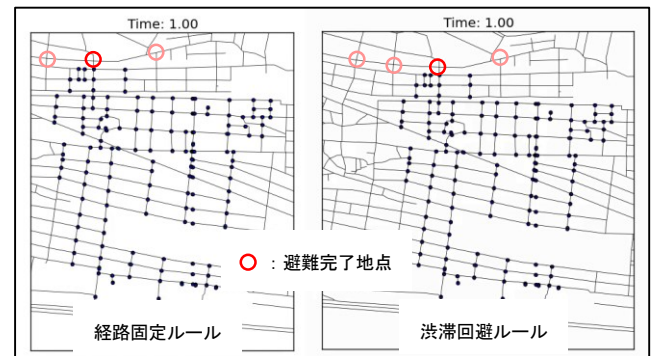


図-1 シミュレーション開始 1 秒時点

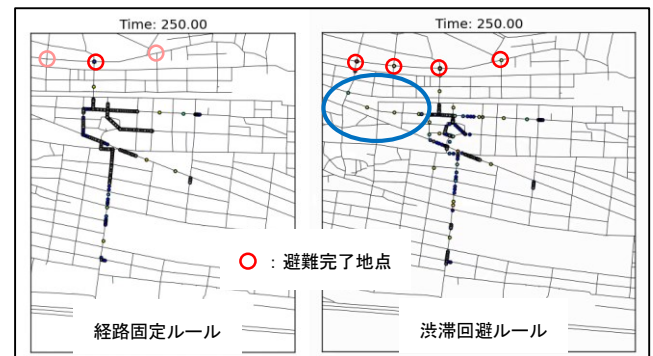


図-2 シミュレーション開始 250 秒時点

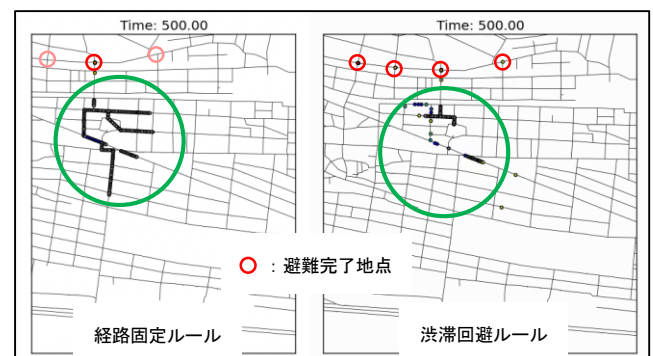


図-3 シミュレーション開始 500 秒時点