

マルチエージェントシミュレーションによる最適な避難誘導の検討 A study of appropriate evacuation instruction using multi-agent simulation

田中 宏明
Hiroaki Tanaka
広島工業大学情報学部
Email: b211068@cc.it-
hiroshima.ac.jp

藤田 大貴
Daiki Fujita
広島工業大学情報学部
Email: b210095@cc.it-
hiroshima.ac.jp

山岸 秀一
Shuichi Yamagishi
広島工業大学情報学部
Email: s.yamagishi.if@it-
hiroshima.ac.jp

Abstract—It is important to instruct persons to evacuate smoothly and hastily at the time of natural disasters in order to reduce the number of victims. We performed multi-agent simulation to clarify the difference of evacuation behaviors between with and without evacuation instruction. As a result, it was revealed that evacuation instruction is useful to promote evacuation activity especially for the persons of trailing type.

I. はじめに

我が国では、地震を始めとする様々な自然災害が発生し易い。さらに、二次的被害として、パニック状態による怪我や死亡事故も起こり得る。また、避難を迅速に行うことができず、被害に遭うこともある。このような被害を防止するためには、適切な避難誘導を行う必要があると考えられる。しかし、実際に災害状況を模擬した実験を行い検証することは困難であるため、近年、マルチエージェントシミュレーションを用いて避難行動の模擬的検証を行う研究が実施されている[1]。マルチエージェントシミュレーションとは、一定のルールに基づいて行動する要素をエージェントと呼び、このエージェントの相互作用によって全体の動きを再現しようとする手法である。本研究では、このマルチエージェントシミュレーションを用いて、避難誘導がある場合の避難行動を模擬することを目的とする。そして、空間モデルに避難者および誘導者の各エージェントを配置し、複数の避難誘導方法でのシミュレーションを行い、適切な避難誘導の方法を検討・検証する。

II. 研究の概要

マルチエージェントシミュレーションを用いた避難誘導の模擬的検証を、次に示す空間モデルおよびエージェントモデルの設定の元で行う。

A. 空間モデルの設定

二次元格子を利用し、各セルの大きさは Fruin の人体楕円[2]より 60cm×60cm とする。各エージェントは、いずれかのセルに配置されるが、排除体積効果[3]により、同一セルには 1 人しか存在できないものとする。

B. エージェントモデルの設定

避難者および誘導者の 2 種類のエージェントを定義する。各エージェントは、「移動先を選択」し「移動」という行動を繰り返す。エージェントが次のステップで移動しようとするとき、移動先を周囲 4 近傍から選択する。ただし、排除体積効果により、いずれのセルも選択できない場合は、現在のセルに留まるものとする。

(1) 避難者エージェント

「追従型」または「自律型」いずれかの属性を持つものとする。

(i) 追従型

出口の位置を認知しておらず、視野内にいる他のエージェントの動きに追従するものである。なお、視野内に出口を認知した場合には、最短距離で出口に向かう。

(ii) 自律型

出口の位置を認知しており、最短距離で出口に向かう。

(2) 誘導者エージェント

出口の位置を認知していることを前提として、「先導型」または「留まり型」の属性を持つものとする。

(i) 先導型

自ら出口に向かって逃げるが、その際、視野内にいる避難者に出口位置を教えながら逃げる。

(ii) 留まり型

現在位置に留まり、周囲の避難者に出口位置を教え、最後に出口に向かって逃げる。

(3) 視野の設定

エージェントは 5 セル分(3m)の視野を持ち、視野内の他エージェントや出口を認知することが出来る。視野範囲の定義を図 1(a)に示す。

III. 実験と考察

全空間(建造物内を想定)を 50×50 セル(30m×30m)とし、エージェントは合計で 500 人配置する。エージェントの初期配置は、図 1(b)に示すように、各エージェントの周囲四近傍に他のエージェントが存在しないように行う。

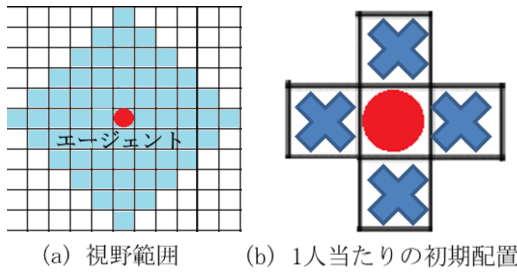


図 1. 設定条件

エージェントの種類とそれぞれの人数の割合を変えて、シミュレーションによる実験を行い、避難の時間と経緯を調べた。なお、エージェント全員の 1 回移動が完了した時点をも 1 ステップとして、全エージェントが出口に到着した場合、もしくは、1000 ステップ (約 9 分) が経過した時点でシミュレーションを終了する。なお、エージェントの動きを 4 km/h とし、1 ステップにかかる時間を、 $4 \text{ [km/h]} / 0.6 \text{ [m]} \div 0.54 \text{ [秒]}$ とした。図 2 は、全員が避難者だけの場合の実験結果である。全員が自律型の避難者の場合は、全員が逃げ切る時間は 209 ステップ (1 分 53 秒) かかる。しかし全員が追従型の場合、1000 ステップかけても 2% しか逃げられないことが分かる。(図 2 では 300 ステップのみ表示)

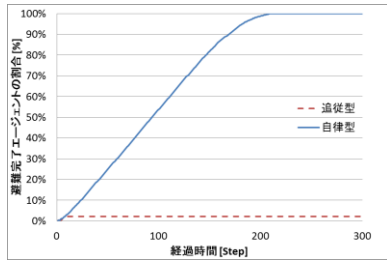


図 2 避難者だけの場合の結果

図 3 は、避難者に誘導者を加えた場合の実験結果である。誘導者は 5 名とし、避難者の内訳を、(a) 自律型が 20% で追従型が 80%、(b) 自律型と追従型が 50% ずつ、(c) 自律型が 70% で追従型が 30%、(d) 自律型が 80% で追従型が 20% とした。これらの結果により、誘導者を配置することで、追従型の避難者の避難を促進できることが分かった。さらに、誘導者についても、留まり型より先導型の方が避難誘導の効率が高かった。また、追従型の避難者の割合が高いほど、先導型の避難者による避難誘導の効率が高くなることも分かった。なお、図 3 の全てのケースでエージェントの 100% 避難が完了できなかったが、これは追従型の避難者の視野に誘導者や自立型の避難者が入らなかったこと、誘導者や自立型の避難者が追従型の避難者に取り囲まれて身動きが取れなくなったためであると考えられる。このことから、迅速な避難誘導には追従型の避難者を減らす手立てと、避難誘導標識など人手によらない避難誘導の方法も検討する必要がある。

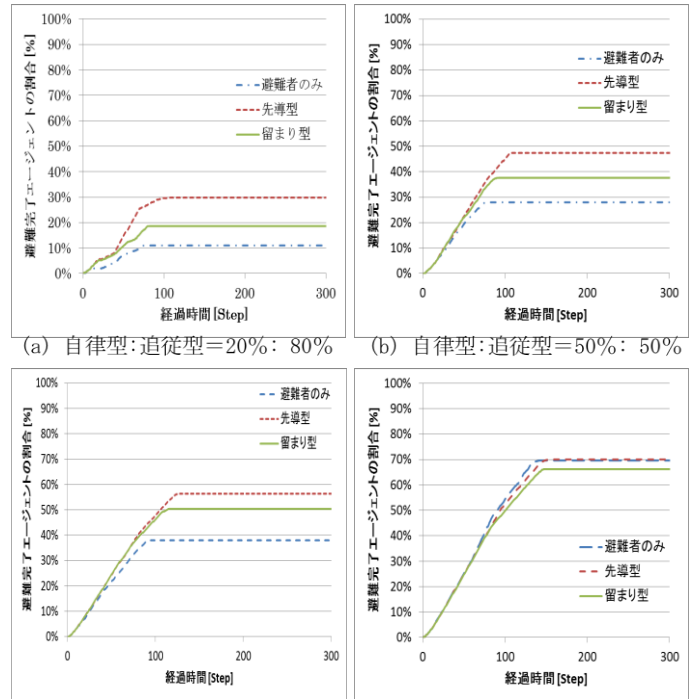


図 3 誘導者+避難者(追従型+自律型)の場合

I. まとめ

マルチエージェントシミュレーションを用いて、災害時の避難行動のシミュレーション実験を行った。エージェントには、避難者 (自律型/追従型) と誘導者 (先導型/留まり型) を設け、それぞれの割合を変化させて実験を行った。その結果、自立型の誘導者を配置することが、最も効果的であることが分かった。そして、その効果の度合は、追従型の避難者の割合が大きいほど高いことも分かった。ただ、追従型の避難者が他のエージェントの避難行動を阻害する問題も浮き彫りになった。従って、避難口を前もって知らせたり誘導標識を設置するなどして、追従型の避難者の数や阻害の程度を減らすことが大切である。今後は、誘導標識や障害物等を設置し、現実に近い環境を整えてのシミュレーションを検討する。

参考文献

- [1] 萩原さなえ他, 「高齢者を含む譲り合いを考慮した避難行動シミュレーションの検討」, 2013 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会公演論文集, pp.87-90, 2013.
- [2] J.J.Fruin 他, 「歩行者の空間」. 鹿島出版 1974.
- [3] 西成活裕, 「渋滞学」, 新潮社, 2006.

問い合わせ先

〒731-5193

広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1

広島工業大学情報学部知的情報システム学科

山岸 秀一