

避難者の集団心理の影響を考慮した屋内避難シミュレーションの研究

眞野友喜[†] 佐々木晃[†]法政大学情報科学部[†]

1. はじめに

近年様々な大規模災害の危険性が高まっている。例えば内閣府の被害想定等によると、南海トラフ巨大地震は今後30年の間に70%から80%の確率で発生するとされており、発生した際の死者数は最大で約23万人に及ぶとされている。よって災害に対する対策は必要不可欠であり、国や自治体も迅速かつ正確な情報発信や、避難計画の策定、災害対策工事等を行っている。

それらの中で、コンピュータによる避難シミュレーションは有効な災害対策の一つと考えられている。施設の設計時の事前シミュレーション、施設の弱点把握及び避難計画の改善、災害や避難に対する意識喚起等の効果があり、実際に発生させることは不可能な災害をシミュレーション可能となる。そこで本研究では、応用範囲が広く扱いやすい避難シミュレーションシステムについて研究することにした。

2. 目的

本研究の目的は災害対策として実用可能な屋内避難シミュレーションシステムの実現である。そこで避難者の心理的な特徴を取り入れることに着目した。実際に人間が避難する場合、避難者は最短経路で移動するのではなく、より複雑な思考で移動している。この要素を取り入れることでより現実に近い状況でシミュレーションを行うことができると考えた。

また、様々な場所・状況に対応可能であることも目指している。先行研究では避難者の特徴についてのみ検証し、実践的な避難シミュレーションを行うまでは至っていない研究や、特定の目的のみに特化した避難シミュレーションの研究が存在するが、避難者の心理的な特徴を挙動に取り入れつつ、幅広い状況を想定してシミュレーションを行った研究は少ない。そこで本研究では心理的な特徴に加え、幅広い状況を設

定可能なマップ作成機能等の要素をシミュレーション上に導入する。また、前述した通り本システムは幅広い場所・状況に対応可能である事を目標としているため、実用に堪えうるマップ作成機能を搭載する。本システムが対象とする施設の種類としては3階層程度の施設から1部屋レベルまで想定している。設定可能な災害の種類としては、地震、火事等を想定している。

また、作成したシステムについては複数の異なるマップ、条件下において実験を行う。この実験では条件ごとに想定される現象の再現性、新たな知見の有無についての検証を行う。

3. 先行研究

先行研究としては、石田らの集団避難行動を組み込んだシミュレーションツールに関する研究が挙げられる[1]。避難者の集団行動に関する仕組みについては、エージェントの分類、挙動等において本研究の参考としている。しかし後述する経路グラフの有無や、行ったシミュレーションの規模等において本研究とは異なる。

4. 手法

4.1. マルチエージェントシミュレーション

マルチエージェントシミュレーションとは一定の法則に従って自律的に行動する主体であるエージェントを複数行動させ、それらの相互作用から生まれる現象などを模擬的に再現する手法のことである。本研究では、その中でもSocial Force Model[2]を採用した。Social Force Modelとは歩行者間の相互作用等に重点を置いたマルチエージェントシミュレーションの手法の1つである。階段や出入り口付近における避難者のミクロな挙動を再現可能であるため、本研究では取り入れている。

4.2. 経路グラフ

Social Force Modelではエージェントの進路上に障害物がある場合等に障害物に引っかかるなど不自然な挙動となる場合がある。そのため本研究においては、複数の研究において活用されている経路グラフという手法を取り入れた[3]。これは通路上にサブゴールをノードとするグラフを作成し、そのグラフ上を經由してエージェ

A Study of Indoor Evacuation Simulation Considering the Influence of Group Psychology on Evacuees

[†]TOMOKI SHINNO [†]AKIRA SASAKI

[†] Faculty of Computer and Information Sciences, Hosei University

ントが移動することで、障害物を迂回する手法である。実際の例について図1に示す。

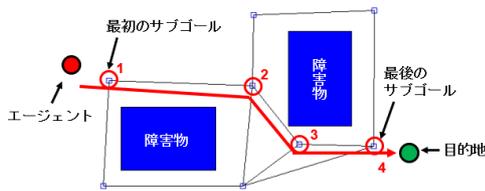


図1 経路グラフの例.

4. 3. 避難者の挙動

本研究では前述した通り、避難者の集団心理や所持している情報量による行動原理の違いに着目する。個々の避難者には同調性バイアス、正常性バイアスと言った心理的な傾向や、パニックと言った現象が発生しうる。これらを自然に表現可能なエージェントの意思決定手法を、本システムでは取り入れている。これらの特徴について以下で説明する。

同調性バイアスとは周囲と同じ行動を取ろうとする心理傾向であり、本システムでは避難者をリーダーとフォロワーの2種類に分類することで取り入れている[4]。リーダーは目的地までの最短経路に関する情報を保持しており、最初に目的地に向かって移動する。フォロワーは目的地に関する情報を十分に保持しておらず、リーダーやそれに追従する避難者が視界内に居る場合、それらに従って行動し、グループを形成する。視界内にそれらが居ない場合は断片的な情報に従う、もしくはランダムに移動を行う。

避難者は、危険から脱出する方法はあるが、自分が脱出できる保証は無いと思込んでいる等の条件下でパニック状態に陥る可能性がある。本システムでは避難者ごとに現在のパニック傾向を表すパラメータを設定し、パニック傾向が高い避難者に働く避難者間の斥力を小さくする等の調整を行い、出口付近の群衆に突進する等の非論理的な行動を取る傾向を取り入れている。しかし、正常性バイアスというリスクを過小評価する傾向により避難者はパニックに陥りにくい傾向がある。そこで、災害初期はパニック度上昇を抑制する等の調整を行っている。

4. 4. マップ作成・イベント設定機能

本システムのマップ作成画面では複数階層・平面の壁、障害物からなるマップをマウス、GUIを用いて作成可能である。また、避難者等エージェントの初期配置設定も可能である。

また、本システムでは地震・停電等の災害等による特殊な影響をシミュレーション上に再現するためにイベント機能を作成した。イベント設定画面では避難者の視界変更など複数の効果

からなるイベントを作成し、それらイベントのセットを設定・保存可能である。

5. 実験と考察

前述した手法・機能を取り入れたプロトタイプの実装を行い、複数の場面を想定して実験を行った。実験では1階層からなる商業施設を想定した大小2つのマップで行った。

避難者のうちリーダーが80%と多数を占める状況とフォロワーが80%と多数を占める状況を想定し、結果を比較したところ、前者の状況ではほぼすべての避難者が、後者の状況でも半数以上の避難者が最短経路を移動、もしくはリーダーに追従して行動した。よって、想定通り避難者の同調性バイアスをシミュレートすることができた。また、後者の状況では避難者全員が避難完了するまでにかかる時間が前者に比べ長い傾向となった。また、この傾向は大きいマップでより顕著であった。これは避難完了までの時間に幅がある、リーダーや集団を追従していないフォロワーによるものであると考えられる。

次に避難者のパニック度が上昇した場合を想定して実験を行った。その結果、この状況ではパニック度が低い場合と比べて脱出口等の避難者が滞留している部分において避難者の密度が上昇する、群衆に突進し衝突する避難者といった現象がより多く見られた。これらの現象はパニック状態の避難者の特徴とある程度合致していると考えられる。これはパニック傾向にある避難者の移動速度上昇、避難者同士の斥力の減少により発生していると考えられる。

今後の課題としてはイベント設定機能等のカスタマイズ性が挙げられる。現状ではイベントは複数の用意された効果を組み合わせで作成できるのみでありイベントの効果や避難者の特殊な挙動についてユーザが追加可能にすることでより広い状況に対応できると考えられる。

文 献

- [1] 石田龍星, 秋吉政徳, "集団避難行動モデルを組み込んだマルチエージェントシミュレーションツール", 2019年度人工知能学会全国大会, 2019.
- [2] 磯崎勝吾, 中辻隆, "Social Force Modelを基にした歩行者の避難シミュレーションモデルに関する研究", 平成21年度土木学会北海道支部論文報告集, 第66号, 2009.
- [3] 豊岡祥亮, 山本晃成, "ソーシャルフォースモデルシミュレーションにおける経路計算手法の改良", 第18回社会システム部会研究会, 2019.
- [4] 鶴島彰, "避難意思決定モデルと Social Force Model の統合 - 出口選択の Symmetry Breaking に与える影響 -", 第81回全国大会講演論文集, 2019.