

災害時の群集避難行動解析における最短経路探索モデルに関する基礎的検討

関東学院大学大学院 学生会員 ○久保 幸奨

関東学院大学 正会員 岸 祐介

関東学院大学 正会員 北原 武嗣

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、岩手県宮古市や宮城県気仙沼市などが波高6m以上の津波に襲われ、大きな範囲で被害が出た¹⁾。また、政府の専門調査会は近い将来、東海・東南海・南海地震のような海洋型地震や首都圏直下型地震など様々な巨大地震が発生すると予測している。これに伴い、津波のみならず災害時における避難行動に関して、事前に把握・検討しておくことが危機管理の上からも重要な課題となる。

本研究では、災害時の群集避難行動として避難者の経路探索行動に着目し、既往の経路探索モデルを用いて群集行動について基礎的な検討を行った。

2. 解析方法

地震時の被災現場は、時間の経過とともに周辺環境が変化するため、避難者は周辺の状況から得られる情報をもとに、適宜行動を決定する必要がある。本研究では、このような避難行動を解析するためマルチエージェントシミュレーションによる検討を行うこととした。解析には汎用マルチエージェントシミュレータ artisoc3.0を使用した。

経路探索のアルゴリズムとしては、ダイクストラ法を採用した。ダイクストラ法とは最短経路問題を効率的に解く、グラフ理論に基づくアルゴリズムである。この手法により、スタートからゴールまでの最短距離とその経路を求めることが可能である。図-1にダイクストラ法による最短経路導出例を示す。

ダイクストラ法では、目的地までの最短距離を「コスト」と定義し、初期値として目的地のコストを0、その他ノードのコストを $+\infty$ （無限大）にしておく。次に目的地を始点とし、コストが最小となる値をノードが保持する距離情報より抽出し、コストの値を更新す

る。これを全てのノードに対して行うか、コストの最小値が $+\infty$ になるまで行う。

3. 経路探索モデルの概要

本研究では、避難シミュレーションを行うにあたり、避難行動を取る歩行者を避難者エージェントとして設定した。対象となる空間は $100 \times 100 \text{ m}^2$ の2次元空間を設定し、マス目に交差する通路を縦横それぞれ4線ずつ設定した。

避難者エージェントには、人体半径を0.3m、移動速度は人間の平均移動速度1.4 m/s、視野半径は2.5m、進行方向の視野角 180° という基礎情報を与え、視野範囲内の他の避難者エージェントおよび障害物エージェントを認識するように設定した。

目的地にはコストを0として与え、他のノードには初期値としてコスト1000を与えた。コストの値はシミュレーション試行中に計算を行い、目的地との距離に応じて変化するように設定した。

避難者エージェントの行動原理としては、初期位置から目的地への経路選択をする際に、避難者エージェントの視野範囲内に存在するノードの示す最短経路に従い、経路探索を行なうものとした。この行動はコストが0の目的地に到達するまで維持される。また、移動中に避難者エージェントの視野範囲内に障害物エージェント、もしくは他の避難者エージェントが存在する場合は、回避行動を取るものとした。

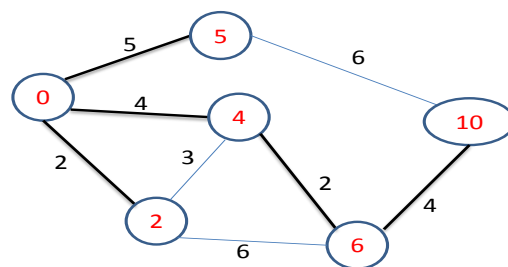


図-1 ダイクストラ法による最短経路導出例

キーワード 避難行動解析, マルチエージェントシミュレーション, ダイクストラ法

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東1-50-1 関東学院大学耐震構造システム研究室 TEL : 045-786-7807

4. 最短経路探索シミュレーション

4.1 検討モデル

最短経路探索モデルの構築にあたって、避難者エージェントの初期位置、目的地、障害物エージェントおよびノードを図-2に示す。

ノードには、自身から特定範囲内にある周囲のノードを抽出し、ダイクストラ法により最短経路を求めながら値を更新させるように設定した。避難者エージェントは経路上に存在するノードから情報を受け取り、それを参照することで最短経路を辿りながら目的地へ移動することが可能になる。図-3に最短経路探索フローを示す。

4.2 解析結果

本シミュレーションではダイクストラ法により最短経路が導かれる過程を可視化した。図-4に最短経路の導出過程を示す。図-4では、対象空間内にある全ノードに対してダイクストラ法により最短距離を求め、未確定なノードが無くなるまで繰り返すことにより、目的地から全てのノードへの最短距離が確定されている。

避難者エージェントは上記の方法より求まった最短経路を辿り、目的地へ向かうものとする。図-4には、避難者エージェントが最短経路探索より目的地まで向かった経路も示している。ダイクストラ法で求めた最短経路を避難者エージェントが参照し移動することで、最短経路探索の様子を再現できたと考えられる。しかし、経路を選択する避難者エージェントの一部が、集団で同一の経路を辿る傾向があり、一部の経路に滞留が生じてしまうケースも見られた。

5. まとめ

本研究では、マルチエージェントモデルを用いて避難者エージェントの経路探索に着目し、ダイクストラ法による避難者の経路探索行動について基礎的な検討を行なった。シミュレーションの結果、ダイクストラ法を適用することにより、全てのノードから目的地までの最短距離を求めることが可能になった。また、避難者エージェントが近隣のノードに示される最短経路を参照しながら移動することにより、初期位置から最短距離で目的地に到達する様子を再現できた。

今回の解析では、一部の避難者エージェントが集団で同じ経路を選択する傾向があり、その経路に滞留が

生じるケースが見られたため、分岐点における経路選択を周辺状況に合わせて決定させ、効率的な避難経路探索が行えるように改善する必要があるといえる。

本モデルを用いた災害避難シミュレーションを今後実施していく予定である。

謝辞：H23年度科研費（基盤研究(B)，課題番22310114，代表：伊津野和行）の助成を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害報告書，2011.05-20
URL: <http://committees.jsce.or.jp/report/node/43>

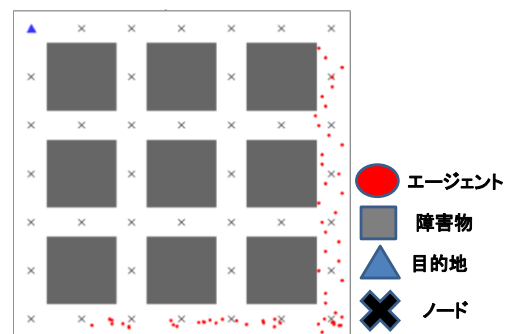


図-2 検討モデルの初期配置

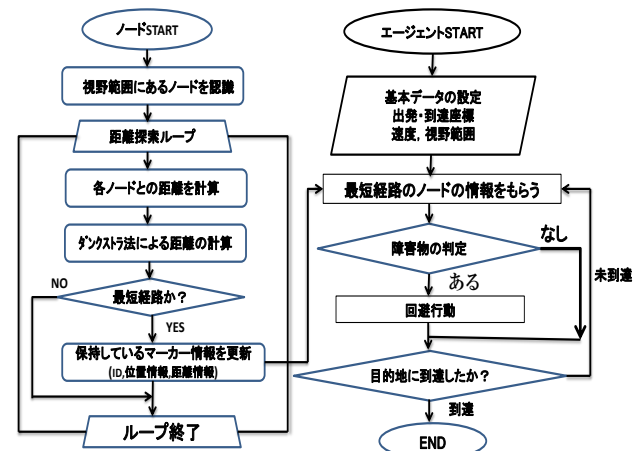


図-3 最短経路フロー

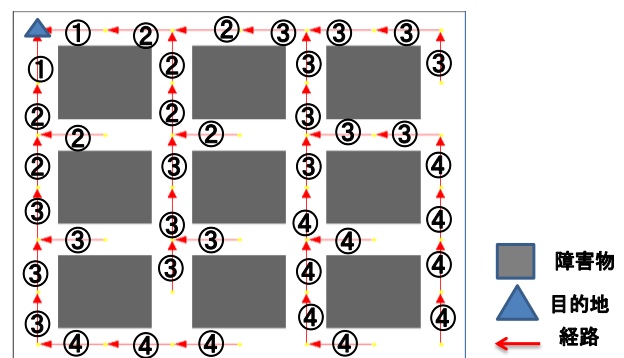


図-4 最短経路の導出過程