

個人の状態や環境を考慮した避難経路動的指示システム

深谷 亮[†] 相場 亮[‡]

芝浦工業大学大学院工学研究科[§]

1. 研究背景

狭い土地に人口が集中する大都市では、大規模なビルやタワーを利用することで問題の解決を図っている。しかしながら、これらの大規模な建築物での火災による死傷者の数は増加の一途を辿っており、2005 年度の火災による死傷者数は 839 人に達している。近年にも雑居ビルの問題点が明らかになった新宿歌舞伎町の雑居ビル火災や圧縮陳列などの問題が発覚したドン・キホーテ放火事件などが発生しており、多数の死傷者が発生している。このように、これからは高密度・高層化が続いていくと考えられる日本の居住事情においては、火災防止や円滑な避難活動の必要性は益々高まっていくと考える。

しかし、現在行われている火災対策の手法は、火災の検知や消火などの対火、燃えにくい材質で建築をするなどの防火などの手法が主であり、実際に火災が発生した後の、避難に直接かかわる対策は少ない。また、建築基準法には「建築物は 2 つの避難経路を確保しなければならない」程度の規定しかないため、避難経路の設置は設計者の裁量に委ねられている。

これらのことから、現在のところ、火災が発生した後に有効な火災対策は不十分であるといえる。

2. 研究の目的

山室[1]は小松[2]の研究を踏まえ、火災時に動的に避難経路を設定する最適避難経路動適設定を実現したシミュレータのアルゴリズムを提唱した。また、南ら[3]はマルチエージェントを用いて避難シミュレーションを行い、実世界における実験結果を解析し、再現することが可能になった。

しかし、先行研究では車椅子利用者などの避難者毎の能力の違いが考慮されておらず、また、出口に避難者が殺到し、順番待ちが発生する状況などは考慮されていない。

そこで、本研究では山室のシミュレータを利用し、避難に影響を与えると推察した要因を設定し、実際にその要因がどれだけ影響を与えたかを観察し、有益な避難方法を模索、検証する。

3. 避難に影響を与える要因

今回の実験では、以下に示すいくつかの要因が避難に影響を与えると推察し、それぞれのパラメータを変化させながらシミュレーションを繰り返すことで、実際の影響を観察する。

3.1 歩行速度

避難者が車椅子利用者など、歩行者に比べて移動速度が劣る者がいる場合、速度が遅い者を優先的に近い出口に誘導し、速い者を遠くの出口に誘導する。

3.2 混雑度

先行研究では出口にたどり着いた場合は即時脱出できていたが、現実には一つの出口に避難者が殺到し、より悲惨な事故が起きた場合がある。そこで、もっとも近い出口が混雑している場合、別の近い出口に誘導する。

3.3 誘導のタイミング

先行研究では避難する方向を曲がり角に差し掛かるときに指示していた。本研究では、曲がり角以外の直線の途中でも指示するパターンや、常に指示し続けるなどのパターンを試す。

4. 避難経路探索

避難経路誘導は最も正しい避難経路を最適避難経路として数学的に導き出し、避難者に指示をし、実際に避難行動を取らせる。

最適避難経路は「火を避けつつ、同時にその場所にいる避難者にとって最も近い非常口にいたる避難経路」のことである。「火を避けつつ」というのは、火からの距離に応じて通路の選考度に重みをつけることで表す。

この最適避難経路は、最短経路問題として扱い、Dijkstra 法を用いて求める。

Escape route dynamic instruction system that considered individual state and environment

[†] Ryo Fukaya

[‡] Akira Aiba

[§] Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology

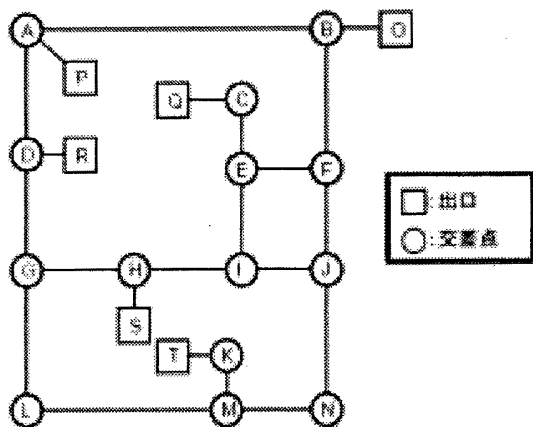


図1. モデル空間のノード・エッジグラフ (小松 2003)

Dijkstra 法は特定の点からの最短経路・最短距離を求める方法である。n 個の点 (集合 N) からなるネットワーク上で、枝 (i, j) の距離が d_{ij} で与えられている。視点 s から点 j までの最短距離を v_j その路の直前の点を p_j とする。始点 s から v_j の小さい順に点 j へ枝を伸ばしていけば、このネットワークの最短経路を発見できる。

先行研究では Dijkstra 法を利用し、以下のようにして最適避難経路を導出しており、本研究でも基本的に同様の方法を用いる。

- ①: 建造物の地図をシミュレータ上へのマップデータとしてインプットする
- ②: モデル平面図からノード・エッジグラフを作成
- ③: 危険度パラメータの算出
- ④: ダイクストラ法を用いた最短経路算出
- ⑤: 全ノードは任意の方向に避難案内を掲示

5. シミュレータの設定

先行研究で使用されたシミュレータはセル・オートマトン型マルチエージェントシミュレータ『KK-MAS』(構造計画研究所)がプラットフォームとなっている。今回の実験でも基本的にそれを踏襲し、以下のようにセルやエージェントなどを設定する予定である。

5.1 エージェントの種類

先行研究ではエージェントには「避難者エージェント」「火エージェント」「焦げエージェント」があった。

避難者エージェントはシミュレータにおいて避難行動を行うエージェントのことであり、所

定の移動アルゴリズムに従って移動を行う。

火エージェントはシミュレータにおける火災を示すエージェントである。毎ステップ延焼を試み、隣接したセルに類焼を起こす。

焦げエージェントはそのセルが焼き尽くされたことを表し、避難者の通行を妨げたり、視界を塞いだりする。

5.2 セルのサイズ

1セル当たりの大きさは一辺あたりの長さが50センチメートルの正方形とし、1セルにはエージェントは1体しか入れない。

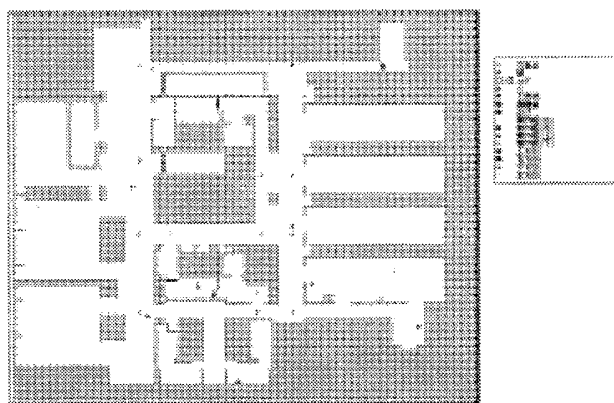


図2. モデル平面図 (小松 2003)

6. 今後の展望

今後は、火災時の危険として重要な要素である、煙を導入することができないかを検討していく。また、火エージェントの類焼の仕方など、よりリアリティのあるシミュレータを構築するための情報を収集したい。それ以外にも、実際に実験を行うにあたり、想定している要因以外に影響を与える要因はないか、考える。

その後、実際に実験を行い、影響の度合いを調査し、各要因についてより良い避難方法などを考察する。また、可能であればその避難方法の妥当性などを検証したい。

参考文献

- [1] 山室裕太, 『避難経路動的設定災害シミュレーション』(芝浦工業大学)
- [2] 小松祥平, 『災害時における避難経路動的設定シミュレーション』(東京工科大学)
- [3] 南一久, 村上陽平, 河添智幸, 石田亨, 『マルチエージェントシステムによる避難シミュレーション』, 第16回人工知能学会全国大会