7N-08

地下街避難における誘導と情報伝達が避難行動に及ぼす影響

本多　雄大†　　須貝　康雄†

千葉大学大学院工学研究科†

1. はじめに

本研究では，地下街を対象とした群衆避難シミュレーションを行い，誘導や避難者間の情報伝達が避難行動に及ぼす影響について検証した。地下街を対象とした避難シミュレーションは従来から様々なモデルが提案されているが，前提として全ての避難者が地下街の構造をよく知っており，最寄りの出口まで迷わず向かうと仮定している研究が多い，そこで本研究では著者ら[1]が提案している階層型マップを用いた避難シミュレーションモデルを拡張し，出口までの経路に不案内な避難者の多様な避難経路を再現することにより，実際の災害時により近い状況で実験を行った。

2. 階層型マップを用いた避難シミュレーションモデル

階層型マップを用いた避難モデルについて説明する。このモデルでは，対象空間をいくつかの空間に分割し，各空間をノードで置き換え，隣接するノード同士をリンクで接続し，ネットワークとして表したマクロマップと，対象空間をセルに分割し，所属するノードやそのノードに隣接しているノードへ向かうための方向などの情報を各セルに持たせたミクロマップの二つのマップを用いてモデル化している。避難者は自身のいるセルが属するノードを認識し，マクロマップ上で隣接しているノード群の中からランダムに一つ選び，次に進むノードとする。そして，各ステップにおいてミクロマップに格納されている情報から次に進むべきミクロマップ上のセルを選択し，移動を繰り返す。これを出口ノードに到達するまで繰り返す。

3. 提案モデル

本研究では上記モデルに誘導員の存在，避難者間の情報伝達，火災や落下物などによる通行不可能空間の発生，店舗から通路へのエージェントの流入などの機能を導入し，実験を行った。以下，それぞれについて説明する。

Effect of guidance and information transmission on evacuation behavior in the underground mall
†Honda Yuta , Sugai Yasuo
†Graduate School of Engineering, Chiba University

3.1 誘導員の誘導の仕方

誘導員は，地下街全体の構造を熟知し，現在いる地点から最寄りの出口までの経路を既知と仮定する。また，誘導員は自身から 5m の範囲にいる避難者エージェントに経路情報，通行不可能ノードの情報を伝達することができる。経路情報とは「現在のノードから次に向かうべきノード番号」とし，通行不可能ノードの情報とは，「通行不可能状態であるノード番号」とする。経路情報を受けた避難者は被誘導状態となり，次に向かうノードを補正する。ノードを移動すると被誘導状態は解除され，再び誘導員に誘導されるまで次ノードの選択はランダムに行う。また，誘導員の動き方について，自身も出口へ避難しながら誘導する「先導型」と，自身の周囲に避難者が 5 人以下となるまで停止して誘導する「後続型」，シミュレーション終了まで常に停止して誘導する「固定型」の 3 種類を想定する。

3.2 避難者間の情報伝達

避難者は，自身の周囲 1m の範囲にいる他の歩行者に通行不可能ノードの情報を伝達できる。また，自身が被誘導状態の場合は経路情報も伝達できる。

3.3 通行不可能空間の発生

シミュレーション開始直後に予め指定したノードを通行不可能ノードとする。避難者や誘導員は当初は通行不可能ノードの情報を持っておらず，誤って通行不可能ノードに移動した場合，初めてそのノードが通行不可能であることを認識し，通行不可能ノードの情報を得る。その後，元のノードに戻り，新たに経路を再探索する。また，通行不可能ノードの情報は他のエージェントに伝達できる。情報を受けたエージェントが誘導員の場合，そのノードを用いずにたどり着ける最寄りの出口までの経路を再計算するが，避難者の場合，地下街の構造に詳しくないという前提であるため，仮に通行不可能ノードに向かおうとしていた場合でも特に経路の変更は行わない。しかし，その情報をさらに誘導員へ伝達し，誘導員が経路を変更した場合その誘導に従う。

3.4 店舗から通路への流入

本研究では対象空間に存在する店舗数に応じて

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

流入口のセルを用意し，各ステップにおいて確率 0.1 でそのセルに新たなエージェントを配置することにより疑似的に店舗から通路への流入を再現する。また，実験によっては誘導員を「平時は店舗で働く従業員などが緊急時に誘導員の役割を担う者」と想定し，流入するエージェントの内，一定の確率で誘導員を混在させた。

4. 計算機実験

東京駅に隣接している「八重洲地下街」を模したマップを対象空間とし，避難誘導シミュレーションを行う。対象空間とそのエリア分け，ノード番号の振り分けを図 1 に示す(エリア毎に色分けしている)。また，隣接するエリア同士をリンクで接続し，マクロマップとして表し，図 2 に有向グラフとして示す。

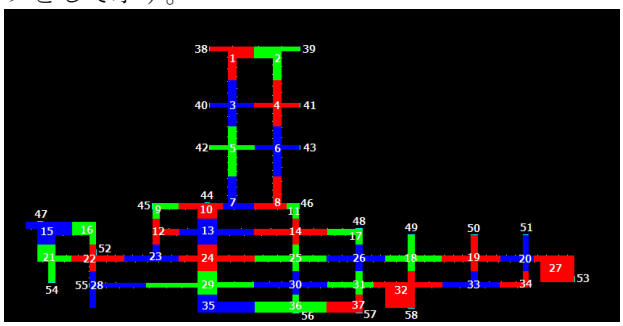

図 1. 対象空間とそのエリア分け

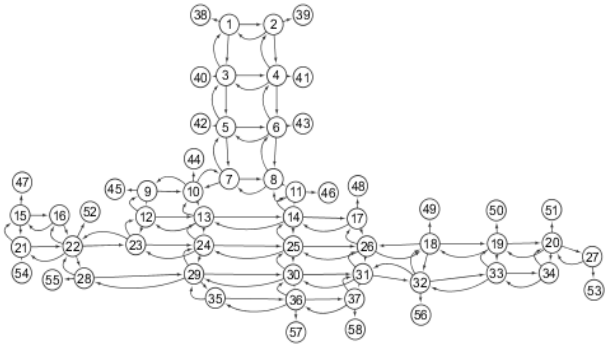

図 2. 対象空間のマクロマップ表現

実験は基本シナリオ，ノード 10 及びそれに隣接する出口ノード 44 を対象とした通行不可能空間発生シナリオについて行い，それぞれのシナリオについて誘導員の配置，動き方，避難者間の情報伝達の有無を変化させ，6 通りの実験を行う。また，全ての実験について 10 通りの初期配置で実験を行い，結果は全て平均を取った。表 1 に基本シナリオで行う実験 1-1～3-2，通行不可能空間発生シナリオで行う実験 4-1～6-2 の設定を示す。実験 1,2,4,5 では，店舗から流入するエージェントのうち確率 0.05 で誘導員エージェントを混在させ，実験 3,6 では地下街マップの交差点部分に一人ずつ誘導員を配置する。また，全ての実験においてエージェント数は初期配置 2500 人，店舗から通路への流入 5000 人，合計 7500 人とした。初期状態の通路部分の人口密度は約 0.3 人/m^2 であり，時間の経過とともに店舗からエージェントが流入する。実験の結果を表 2 に示す。

表 1 変化させる設定

実験番号	配置	動き方	情報伝達
1-1, 4-1	流入	先導型	有
1-2, 4-2	流入	先導型	無
2-1, 5-1	流入	後続型	有
2-2, 5-2	流入	後続型	無
3-1, 6-1	各交差点	固定型	有
3-2, 6-2	各交差点	固定型	無

表 2 実験結果

番号	避難率[%]	避難時間[s]	被誘導率
1-1	99.59	102.27	0.66
1-2	99.52	104.64	0.55
2-1	99.86	99.53	0.63
2-2	99.57	106.42	0.56
3-1	100.0	91.05	0.85
3-2	100.0	93.93	0.81
4-1	99.38	115.21	0.65
4-2	97.90	121.39	0.56
5-1	98.68	114.89	0.67
5-2	90.38	141.24	0.48
6-1	99.99	103.44	0.83
6-2	97.22	116.01	0.62

表の値は全て誘導員を除いた避難者の平均値である。また，避難率は 7 分経過時の全体の避難者に対する避難完了者数の割合であり，被誘導率とは，各避難者が通過したノードのうち，誘導を受けたノード数の割合である。結果から，各実験において避難者間の情報伝達によって避難時間が短縮されること，通行不可能空間発生シナリオにおいては，さらに避難者間情報伝達の影響が大きいことが分かる。また，誘導員の動き方が後続型の場合，避難者間情報伝達の有無による影響を受けやすく，実験 5-2 では実験 4-2 に比べて大きく避難が遅れることが分かった。

5. まとめ

本研究では，地下街を対象とした群衆避難シミュレーションを行い，誘導と情報伝達が避難行動に及ぼす影響を検証した。実験の結果，火災などで一部の通路が通行不可能となる場合，避難者間の情報伝達が避難時間の短縮に重要な役割を担うこと，店舗の従業員などが緊急時に誘導員となる場合，避難者が少なくなるまで立ち止まって誘導するよりもむしろ先導しつつ誘導した方が避難時間を短縮できることが分かった。

参考文献

[1]津田春奈，酒井希友，須貝康雄：階層型マップを用いた建物内群衆避難シミュレーション，SICE 第 40 回知能システムシンポジウム, pp. 377-382(2013)

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.