

避難過程における心理特性を考慮した避難行動シミュレーション

山口大学大学院 ○学生員 松本頼一
山口大学大学院 正会員 麻生稔彦
前田建設工業 正会員 佐々野輝敏

1.はじめに

今日では都市システムの高度化・複雑化が進みつつあり、地下空間の利用も増加している。地下空間のような閉鎖空間において災害が発生した場合、人的被害を最小限に留めるために、あらかじめ災害時の人間の行動を予測することが必要である。避難行動過程における避難者の行動は人間の心理特性に強く影響される。このため避難行動は個人によって異なると考えられ、避難行動シミュレーションにも心理特性を考慮する必要がある。そこで、本研究ではファジィ理論を用いることで避難過程における心理特性を考慮した避難シミュレーションの構築を目的とする。

2.シミュレーション手法

本研究では、人の移動にはセルオートマトン法を用い、対象空間を格子状のセルに分割する。人間を直径 0.5m の円とみなし、セルを 0.5m 四方の正方形とする。避難行動は局所近傍則にしたがうものとし、「移動可能セル」、「障害物セル」、「人間」のいずれかの状態をとる。局所近傍則を「近傍8セルの中で、状態量が最も小さいセルを自身の次ステップセルにする」とし、各セルの状態量は「履歴による状態量」、「密度による状態量」、「対象空間による状態量」の3つの状態量の総和とする。なお、避難時の人間の歩行速度を 2.5m/s とし、シミュレーション内では、1秒が5ステップとなる。

心理特性としては、避難行動の際におこりうると考えられる、固着・追従行動を考慮する。ここで、固着行動とは、自分の意思によって次の移動先を決定する行動をいい、追従行動とは、他者の行動に同調し追従する行動をいう。避難シミュレーションフロー図を図-1に示す。

3. ファジィ理論を用いた固着・追従の判定

避難者の行動が固着か追従かを判定するために「固着度」を設定し、ファジィ理論を用いて算出する。本研究では、災害として火災を想定している。各避難者は「自分の行動に対する確信の度合い（確信度）」と「災害に対する恐怖の度合い（恐怖度）」によって固着するか追従するかを決定するものとし、固着度の条件を表-1に示す。固着度の決定要因である確信度と恐怖度も、個人によって感じ方が異なるため、ファジィ理論を用いて算出する。確信度は表-2にしたがって、「自分と同方向の避難者の認識」および「避難開始からの経過時間」により決定する。また、恐怖度は既往の研究を参考に求めることとする。

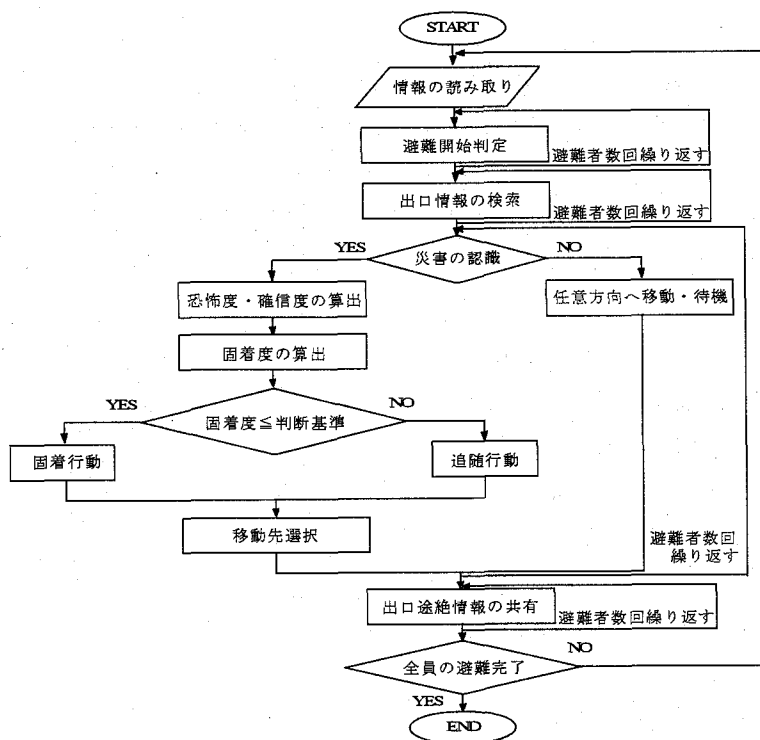


図-1 シミュレーションフロー図

表-1 固着度のファジィルール

		恐怖度	
		高い	低い
確信度	高い	固着度が 高い	固着度が 高い
	低い	固着度が 低い	固着度 中程度

表-2 確信度のファジィルール

		自分と同方向の避難者数	
		多い	少ない
経過時間	長い	少し確信を もてる	確信を もてない
	短い	確信をもてる	少し確信を もてる

4. シミュレーション結果

本研究で提案する方法を用いて、大規模空間における避難行動シミュレーションを、図-2 に示す広島地下街「シャレオ」の東通りを対象として行った。この空間は、34m×

126.5m で出口が 10 箇所存在する空間である。避難者を 400 人とし、2 秒後に火災が中央で発生するものとした。シミュレーションでは、心理特性考慮の有無、使用可能出口数、既知出口数等を種々に組み合わせて行ったが、ここでは表-3 に示す場合の結果を示す。

表-3 シミュレーションケース

Case	使用可能出口数	既知出口数	限界不安度	限界固着度
1	全て	全て	0.8	なし
2				なし
3				1.8
4				2.0
5				2.2
6				1.8, 2.0, 2.2 の3段階

Case4 において、図-2 の▲印を初期位置とする人間の心理的变化を図-3 に示す。煙との距離が近いと不安度が急激に増加し、0.8 に達した時点で避難を開始する。避難開始後は自身と同方向に避難している避難者がいるため、自身の行動にある程度の確信を持っているものの、避難開始からの経過時間とともに確信度は減少する。これら恐怖度と確信度の影響による固着度の変化をみると、56step において固着度が限界固着度 2.0 を超えて追従行動に移行している。これは主として恐怖度によるものであり、煙を視認でき周囲の避難者が増加したことによる。このケースでは、400 人中 30 人が追従行動となった。確信度が増加すると固着度の値は減少しており、追従行動に移行しにくい。しかし避難時間が経過するにつれて恐怖度は増加し確信度が減少したため追従行動に移行する。

シミュレーションによって得られた経過時間に対する避難完了率を図-4 に示す。追従行動を全く考慮せず、全員が一斉に避難した Case1 の場合が最も避難完了が速やかである。これは全員が既知の出口、もしくは視認できる出口へ向かって無駄な動きなく避難を行うためであるが、現実的とはいえない。一方、心理特性を考慮した場合には、Case1 に比べ全員が避難を完了するまでに 2 倍以上の時間がかかる。これまで実施されているシミュレーションのほとんどが Case1 であるため、危険側の評価がなされており、本研究により提案するシミュレーションを実施する必要がある。

5. まとめ

災害時の避難過程における避難者の心理的变化を導入した避難シミュレーションを構築した。本研究と比較したところ、従来の避難シミュレーション中では避難時間を過小に算定することが明らかとなった。また、固着・追従を考慮することにより、避難者の心理特性によって変化する避難行動の表現が可能となった。

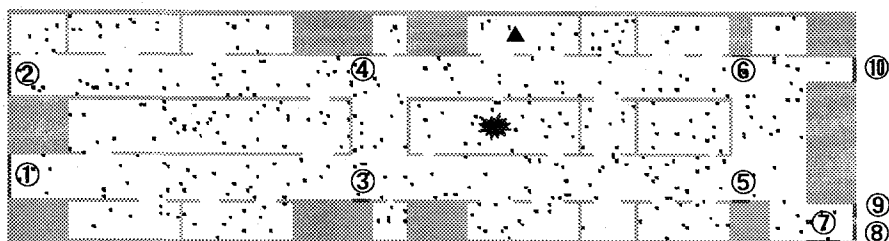
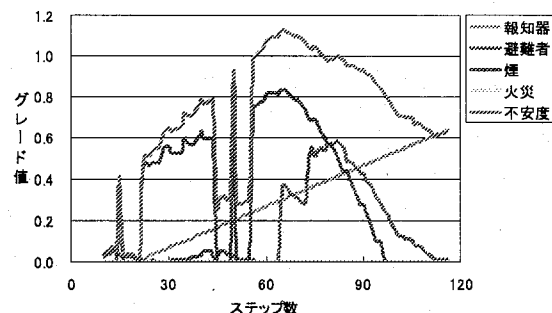
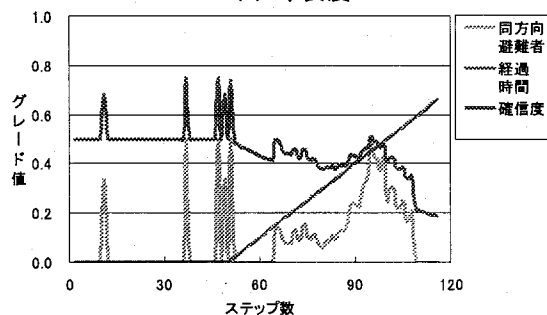


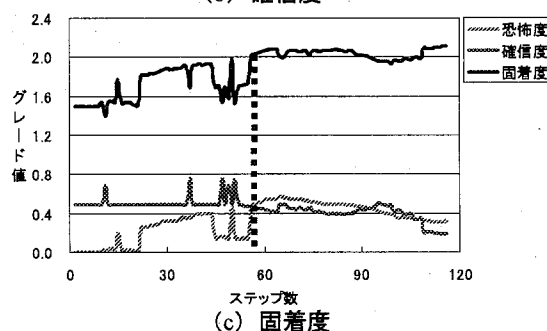
図-2 シミュレーションモデル



(a) 不安度



(b) 確信度



(c) 固着度

図-3 心理変化

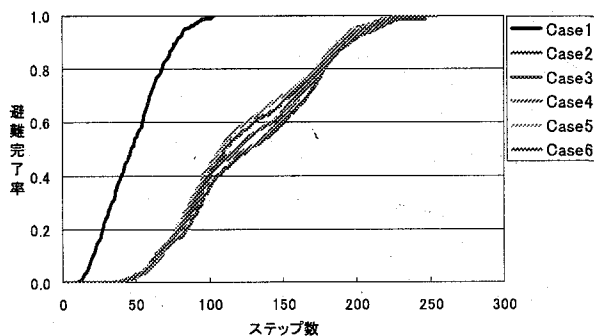


図-4 シミュレーション結果