

被験者の避難行動特性を反映させた避難行動シミュレーションモデルの開発

山口大学工学部 正会員 ○瀧本浩一
山口大学大学院 正会員 三浦房紀
(株) 富士通山口情報 井町倫子

1. はじめに

現在、災害時の人間行動予測に関するコンピュータによる避難行動シミュレーション^{1),2)}が行われている。これは主に避難計画等に用いられており、一般市民が自分の行動を再現してすることで避難行動の傾向や、特性を知るといった教育的側面からは使用されていないのが現状である。

そこで、本稿では被験者が避難シミュレータの操作を行い、そこから得られる避難行動の特性を用いて様々な構造物に対して避難シミュレーションが行える、避難行動シミュレーションソフトウェアの開発を試みたので報告する。

2. ソフトウェア開発の概要

本システムは避難シミュレータ、避難シミュレーションから構成され、避難シミュレータとそれに付属するアンケートから被験者の行動特性を抽出し、それを用いて避難行動の再現を避難シミュレーションで行う。

2.1 避難シミュレーションの開発(図-1の③)

開発する避難シミュレーションは、大きくわけて、空間モデル、火災モデル、避難者モデル(避難者)からなる。

避難行動に影響を与える、人間の経験、心理状態、性格から個人の違いを表すため、各項目ごとにコード列状に記述し、その区別を0～4までの値で示す。コードの内容を図-2に示す。ここで、EおよびFは位寄らの避難行動モデル³⁾に関する研究を参考に避難者の第一避難行動を決めている。これは先に述べる避難シミュレータにより抽出し、GとHは被験者によるアンケートにより抽出する。

避難者の移動には、横山らが提案した式(1)を用い⁴⁾、ポテンシャル分布の各ノードにおける値のみを計算し、値が小さい方へ移動するとした。これにより最適な出口への避難を再現することができる。

$$\Omega = - \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k} \quad (1)$$

ここに、

R_k : 避難者の位置から k 番目の非常口までの距離

n : 非常口の数

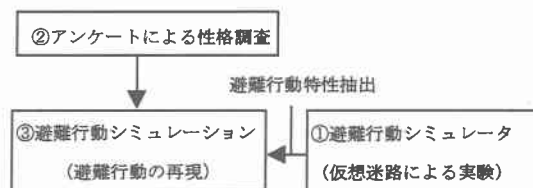


図-1 システムの構成

A	B	C	D	E	F	G	H	I
---	---	---	---	---	---	---	---	---

- A : 火災を感知したかどうか
 B : 生命に危険を及ぼす煙(炎)にまかれた時間
 C : その場所の土地かがあるかどうか
 D : 出口へ到達したかどうか
 E : 自分が入ってきた出入口へ向かうかどうか
 F : 周りの人が向かう方へ行くかどうか
 G : 火災状況に対してどのような判断をするのか
 H : 環境の異変に対して鈍感なのか敏感なのか
 I : 避難に失敗したかどうか

図-2 避難者のコードの内容

火災発生前の避難者モデルには上記のポテンシャル値をランダムに与えて歩行させる。その際の歩行速度は人間の標準速度 1.3m/s とした。発生後は出火点のノードのポテンシャルを最大の 0 とし、火災感知後、避難者モデルは歩行速度を 2.3m/s に上げ、それぞれのコードの値に従って避難行動をとる。ここで、C が 1 (土地勘がある) ならば、式(1)に従うものとし、0 (土地勘がない) ならば第一避難行動 (コード E または F) をとるが、それらに該当しない避難者モデルにはポテンシャル値をランダムに与えて探索歩行を表現する。さらに、煙にまかれた時間が 30 秒以上で G が 0 (冷静な判断をする者) ならば、そのまま同じ避難行動をとるが、1 (慌てる者) ならば、探索歩行に変える。また、火災感知は、H が 0 (鈍感な者) ならば、出火点を見通せる通路や交

差点にきた時または煙にまかれるとし、1(敏感な者)の場合は火災発生直後とする。なお、避難者モデルが煙にまかれると歩行速度が減少し、90秒後に死亡する。

2.2 避難シミュレータの開発の概要(図-1 ①)

3次元避難シミュレータは、人間の第一避難行動を抽出するための仮想迷路を用いた避難実験である。

- ・被験者に、迷路の一つの出入口からこちらが誘導するルートを通ってもらう。
- ・途中で火災が発生し、出口を探し逃げてもらう。
- ・火災が発生し、その時、被験者の前を人間が横切るのを見てもらって出口を探してもらう。

以上の結果からコードE、Fの決定を行う。

なお、コードF、G、Hについてはアンケート(図-1 ②)から決定するが、ここでは紙面の関係上省略する。

3. シミュレーション実験

小学生、中学生、大学生の計50人にシミュレータを使用してもらい、それぞれのコードの決定を行った後に図-3に示す池袋のショッピングセンターをモデルにシミュレーションを行なった。ここで、被験者50人のコードCが0(土地勘がない)の時と、Cが1(土地勘がある)と仮定した場合の2ケースをそれぞれ10回行ない、それらの平均をとった避難完了者数と時間の関係を図-4に示す。また、コードによる差が一番よく現れた、コードCが0と1の時の平均死亡率を図-5に示す。図-4よりCが1の者はCが0の者よりも早く避難に成功し、避難失敗者数が少ない。また、図-5より死亡に関わる避難者の性格は環境の異変に対して鈍感であることがわかる。

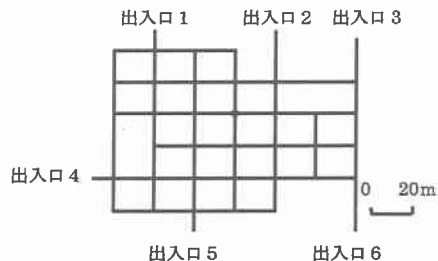


図-3 シミュレーションの地下街モデル

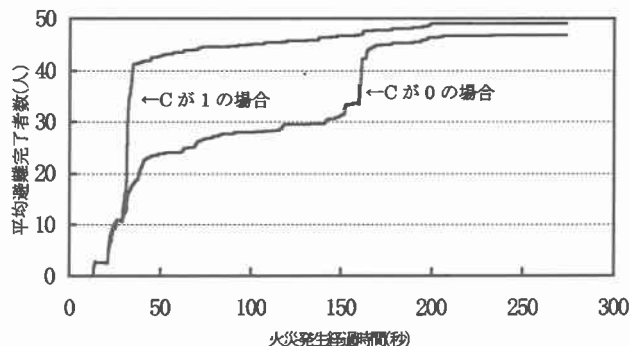


図-4 避難完了者数と時間

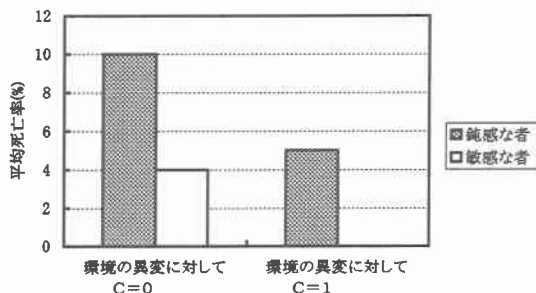


図-5 平均死亡率

4. まとめ

本研究は、被験者の避難行動特性を抽出する避難行動シミュレータおよびその結果を用いて様々な構造物での避難行動を再現できる避難シミュレーションモデルのプロトタイプモデルの開発を行った。これにより、被験者の避難行動を再現することで、災害時の避難行動において被験者自身の弱点を見出すことが期待できる。

今後の課題として現在の段階では避難行動を決定するためのコードが少なことから、コードを追加することで、より人間らしい避難行動を再現できるようにする必要がある。

<<参考文献>>

- 1)大槻 明：オブジェクト指向言語による地下街の地震時避難シミュレーション、コンピュータ・シミュレーション、コンピュータ・エンジニアリング社、Vol. 2-4, pp.78-83, 1991.
- 2)瀧本浩一他：防災要員と避難者の間の情報伝達を考慮に入れた避難行動シミュレーション、土木学会論文集, No.537, pp.257-266, 1996, 4.
- 3)位寄和久：避難行動モデルに関する研究—火災状況の認識と心理状態を考慮したモデルの提案—、日本建築学会論文報告集 第325号, 1983.
- 4)横山秀史他：人間行動：人間シミュレーションによる地下街の安全性評価による研究、地域安全学会論文報告集 No. 3, pp.161-164, 1999