

地震時避難行動予測のためのモデル自動構築とマルチエージェントシミュレーション

(株)日本旅行 非会員 宮嶋 宙
 東京大学大学院 正会員 ○堀 宗朗
 東京大学大学院 正会員 小国 健二

1. はじめに

都市のバリアフリー化が進められているが、法律制定に伴う環境整備は通常利用が原則である。災害発生時の利用のため環境整備は考えられていない。地震時に逃げ場の限られた密集空間からの避難する場合、人的損害が生じる可能性は懸念され、状況での安全性は検討の必要がある。

上記を背景に、多様な群集が雑然と避難する状況を解析できるマルチエージェントシミュレーション法を開発している。「見る」「考える」「動く」の三つの機能を持つエージェントが、外部の環境を判断し、他のエージェントを追い越しあるいは停止をしながら自律的に動くものである。

シミュレーション手法の開発に関し、以下の二点を報告する。第一はエージェントの移動速度である。これは、シミュレーションの重要なパラメータであり、地震時の群集避難を撮影したビデオ画像を画像解析し、人々の歩行速度の分布を求め、これを移動速度の分布とした。第二はシミュレーションの解析モデルの自動構築である。街路や地下街のデジタルデータを、解析モデルに自動変換する手法を開発した。

2. 緊急時歩行速度の抽出

ビデオ動画の画像解析では、毎秒30枚撮影されるデジタル画像を使う。1フレーム目において対象となる人の適当な5×5ピクセルの部分ターゲットとし、そのRGB(red, green, blue)情報を得る。解析を簡略化するためこれをグレースケール情報に変換し、マッチング法を適用して2フレーム移行でのターゲットの位置を求める。

地震時の群集行動に関するデータはない。2003年5月26日に発生した宮城県沖地震の際に繁華街で人々

が避難する様子を撮影したビデオ画像をNHKより入手した。前述のマッチング法を使って画像を解析し、歩行速度を抽出することを試みた。ビデオ画像を図1に、15人に対して行った画像解析の結果を表1に示す。図1にはターゲットの軌跡も示している。

平均歩行速度は約4[m]、標準偏差は毎秒1[m]である。人間の平均の歩行速度が毎秒1.3[m]程度であるため、表1に示された速度は大分速いことがわかる。しかし「全速力で走って逃げる」ということではないようである。速い人と遅い人の差は大きく避難行動の仕方に大きな違いがあることが伺える。

3. 避難経路モデルの自動構築

避難経路モデルの自動構築の成否は、部材情報から必要な情報のみを抽出することが鍵となる。CADやGISデータに示される構造物の領域から、部材から構成される構造部が占める領域を取り除くと、その空いた領域が避難経路に対応する。構造設計に使われるというデータの性質から避難経路そのものの情報が指定されていないが、部材を避難経路の境界とすることができる。以下にモデル構築のアルゴリズムを示す(図2参照)。



図1 宮城県沖地震の際に撮影されたビデオ画像

キーワード: 緊急時歩行速度, 画像解析, 自動構築, マルチエージェントシミュレーション

連絡先: 東京大学地震研究所(〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1 TEL:03-5841-5756)

表 1 抽出した歩行速度(15 人分)

male	speed [m/s]	female	speed [m/s]
A	5.9	A	3.1
B	3.3	B	3.2
C	5.9	C	4.0
D	3.0	D	4.2
E	4.5	E	2.7
F	3.0	F	3.0
G	3.9	G	2.8
H	3.0		

アルゴリズムの妥当性を示すため街区の GIS を基に避難経路モデルの自動構築を試みた。その成果を図 3 に示す。500m 四方の細い路地まで構築することができた。

4. 大街区からの避難行動シミュレーション

2.で歩行速度の改良を行ったエージェントと、3.で構築された大街区の避難経路モデルを用いて避難行動シミュレーションを行った。エージェント数は500人と5000人、そのうち2割が遅いエージェント(歩行速度が一般者の80%)である。出口は対象領域から出るすべての道の先に設けた。結果を図4に示す。

この図は横軸が対象領域からの避難完了時間、縦軸が全エージェントに対する避難を完了したエージェントの割合である。平均歩行速度で迷わず避難したときの分布が理想直線である。これより避難完了時間は遅いエージェントの影響は小さく、出口が迷わず迷走することが避難完了時間に大きな影響を与えることがわかる。つまり、避難行動においては、複雑な群集構造に拘るよりも出口へと導く誘導が避難完了時間の短縮に効果的であると考えられる。

5. まとめ

エージェントの移動速度に緊急時の人の歩行速度を使い、デジタルデータから自動構築された避難経路モデルを使って、多様な群衆が雑然と避難する状況のシミュレーションを行った。避難完了時間という指標を使って、誘導が重要であることが示された。

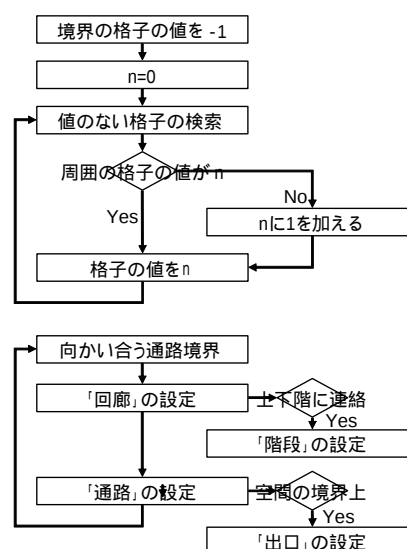


図 2 自動構築のアルゴリズム

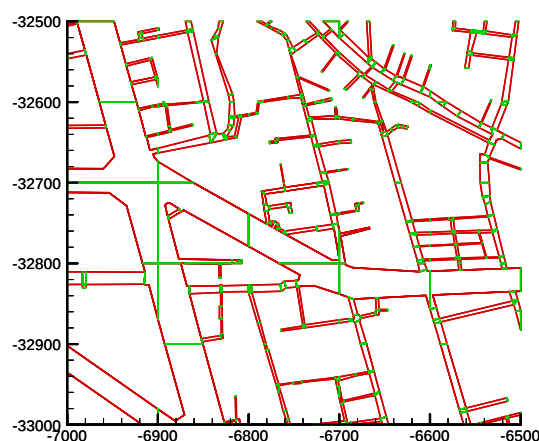


図 3. 大街区の避難経路モデル

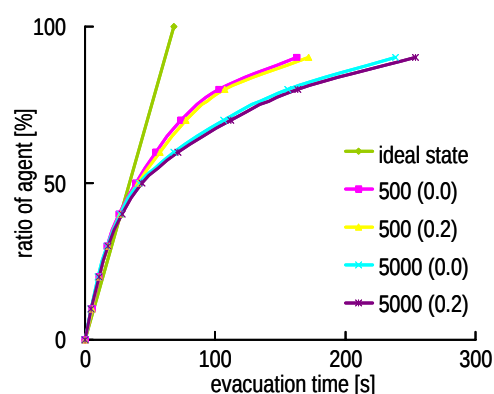


図 4. 割合別避難完了時間分布

参考文献

宮嶋宙:地震時避難行動予測のためのモデル自動構築とマルチエージェントシミュレーション, 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士論文, 2007.