

II-32

メッシュデータを用いた津波来襲時の人間避難行動シミュレーション

東北大学工学部 学生員 ○藤原 誠

東北大学大学院 正 員 今村文彦

1. はじめに

沿岸地域における防災地域計画・避難システムを構築するには、津波来襲時の人間行動を的確に把握・予測することが必要不可欠である。そこで最近では、コンピュータを用いて避難行動をシミュレートし、津波来襲時の人間行動を予測しようとする試みがなされている。その1つであるネットワークモデルを用いたシミュレーションは有効であるが、他のモデル（例えば津波の遡上計算モデルなど）とは連動することが難しいことや避難経路を限定してしまうという課題がある。本研究ではそれらを解決するために、モデルの改良を試み、仙台港周辺地域への適用を検討した。

2. シミュレーションモデルについて

2. 1. 経路選択のためのポテンシャルモデル

メッシュデータを用いたシミュレーションでの経路選択として、室内の避難シミュレーションで用いられる目黒ら¹⁾のポテンシャルモデルを用いる。ポテンシャルモデルでは、対象空間は大きさ $dx \times dy$ のメッシュに区切られており、以下の式 (1) で表される。

$$\Omega_N(X, t) = \sum_j \Omega_{Nj}(X, t) + \sum_i \Omega_{Ni}(X, t) + \sum_l \delta_{Nl}(t) \Omega_{Nl}(X, t) \quad (1)$$

ただし、

$\Omega_N(X, t)$: 場所 X ・時刻 t における、避難者 N に対するポテンシャル分布

$\sum_j \Omega_{Nj}(X, t)$: 全避難者に共通する要因による、場所 X ・時刻 t における避難行動への影響を表すポテンシャル分布

$\sum_i \Omega_{Ni}(X, t)$: 避難者 N の場所 X ・時刻 t における個人特性の差異を表すポテンシャル分布

$\sum_l \delta_{Nl}(t) \Omega_{Nl}(X, t)$: 災害要因による、場所 X ・時刻 t における避難者 N に対するポテンシャル分布

各避難者はこのようにして決められた対象空間において、各時間ステップにおいて周囲の8つのメッシュからポテンシャルの一番低いところを選んで進み（図1）、最終的に目的地に到達するようになっている。

2. 2. 今回のモデルについて

今回目的地までの距離を共通要因のポテンシャルと

した。また、障害物の境界には、距離のオーダーよりも大きなポテンシャルを与え、避難者が障害物を透過するのを防いだ。障害物の境界を判断するには、レーザープロファイルによる標高データを用いた。

避難者は最初、どこかのメッシュ上の中心（初期位置（図2））にいる。そして移動を開始して避難者は自分が避難地に到着したかを確認する。まだ避難地（目的地（図2））にたどり着いていないとわかった避難者は、次に目指すべきメッシュを選択するが、ポテンシャルモデルの考え方に基づき、避難者はよりポテンシャルの小さいメッシュを選択する。さらに選択したメッシュの中心まで避難していき、再びメッシュの中心にたどり着いたら、避難地に到着したかを確認した後、同様に次のメッシュを選択する。このような一連の作業を繰り返し、避難地に到着したところで避難完了とする（図3）。また、速度と位置の関係を図4に示す。また、レーザープロファイルデータでは入らずメッシュのポテンシャルとならないフェンス情報をメッシュ間に加えた。

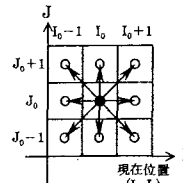


図1 ポテンシャルモデルにおけるメッシュの選択

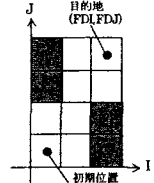
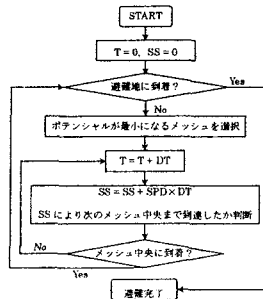


図2 初期位置及び目的地



SPD: 避難速度, T: 時間
SS: メッシュ中央から次のメッシュ中央までの移動した距離
DT: シミュレーションでの時間ステップ

図3 避難行動の流れ図

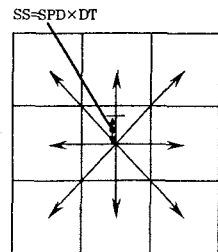


図4 速度と位置

3. 対象地域

本研究では、図 5 に示す仙台市宮城野区仙台港周辺の正方形領域(1[km]×1[km])を対象地域として避難シミュレーションを行う。

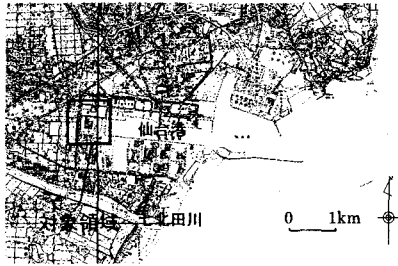


図 5 対象領域 (仙台市宮城野区仙台港周辺)

4. 各項目の設定

4. 1. メッシュデータの作成

メッシュサイズ 2[m]×2[m]の各メッシュの標高には、レーザプロファイルにより計測された各メッシュ四隅の標高データの平均をとって作成したデータを用い、各メッシュには最大で 4 人の避難者が入ることができるものとしている。

4. 2. 避難者情報の作成

避難者の持つパラメータは〔避難開始位置、避難速度、避難開始時刻、避難手段、目指す避難場所〕である。今回用いたデータでは、一律に

- ・避難手段：徒歩
- ・避難先：仙台港中央公園（指定避難場所）

とした。なお、避難速度は、臼澤ら²⁾の年齢別避難速度の報告より算出した値を用い、10～59 歳までの各年齢の避難者が同じ割合で存在するものとした。また、津波来襲時にもっとも浸水する可能性の高い仙台港中央公園東に位置するデッキやトヨタ輸送株式会社モータープール、またイベント時にはたくさんの来客が予想される夢メッセみやぎを避難開始位置とした。

5. シミュレーション結果

設定したデータを用いて、避難シミュレーションを行った。条件および避難時間を表 1 に示す。条件としては、夢メッセみやぎでのイベントの有無により避難者数を変えた。表 1 から、避難者の増加が避難時間及び到達率に影響を与えていることが分かる。図 6 に避難開始位置と避難場所を、図 7 に 1 分後の結果を示す。

表 1 避難者数と避難時間

	イベント開催日			
	人	時間(分)		到達(%)
		最速	平均	
デッキ	10	1.6	1.1	100
トヨタ輸送モータープール	10	3.9	3.2	100
夢メッセみやぎ	200	6.6	3.7	90.4
	非イベント開催日			
	人	時間(分)		到達(%)
		最速	平均	
デッキ	10	1.6	1.1	100
トヨタ輸送モータープール	10	3.9	3.2	100
夢メッセみやぎ	200	5.8	3.5	96.0

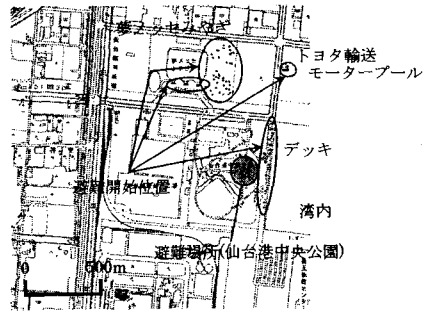


図 6 避難開始位置と避難場所

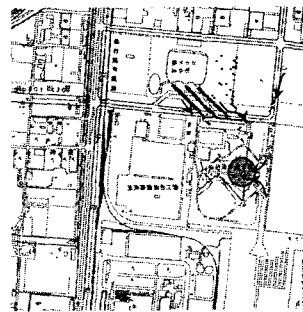


図 7 時間 1 分後の結果

6. おわりに

レーザプロファイルによるメッシュデータと、フェンス情報から、対象地域を表現することができ、またそれらを用いて一定の判断基準を与えることにより、メッシュデータ上で、避難者を自由に移動させることができた。今後、密度が高くなった時の速度低下や混雑を避ける回避行動などの要素を取り入れる必要がある。

参考文献

- 1) 目黒公郎・原田雅也：最適避難誘導のための基礎研究，pp.354-359，地域安全学会論文報告集，pp.354-359，1997.
- 2) 臼澤秀明・今村文彦・首藤伸夫：津波時の避難シミュレーション法の開発，平成 8 年度東北支部技術研究発表会講演概要，pp.430-431，1997.