

D-032

時間経過の中での実データと仮想データの統合 Integration Of Real-data And Virtual-data In The Course Of Time

山本 大輔†
Daisuke Yamamoto

島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

地震などの災害が発生すると、人はパニック状態に陥る。二次災害として火災が発生すると事態はさらに深刻な状況になる。これまで災害時の避難行動についてのシミュレーションについての研究はある[1][2]が、時々刻々と変化する状況に対応して避難方式を提示するためのオンライン・シミュレーションについての研究はない。本論文ではこのような状況の中で火災や人の流れをシミュレーションし、分かりやすく避難経路を提示することを考える。シミュレーションをリアルタイムで行うという点がこの研究の大きな特徴である。これにより状況の変化に柔軟に対応した避難経路の提示が可能になる。

2. 災害発生時の避難誘導

2.1 現在のシミュレーションツールの問題点

現在のシミュレーションツールはオフラインで計算するものがほとんどで、その場でデータを活用できない。今回のような災害について考えるとそれでは不十分である。刻々と変化する状況を考慮したより正確なシミュレーションを行う必要がある。

2.2 意思決定の必要性和目標

生命に関わる避難誘導を行うためには意思決定が重要になる。今回開発するツールによって意思決定の自動化を目指す。しかし計算機ではどうしても判断できない状況が出てくる。どの避難経路にもリスクある場合には、最終的な意思決定は人間にゆだねるべきである。

本研究では安全で効率の良い避難誘導を目標とする。避難経路の提示を行い混乱を最小限に抑えるようにする。

2.3 最優先事項

シミュレーションを行う上で優先すべき事項が存在する。避難誘導のさいに最優先すべき事項は、妊婦や車椅子を使用している方などの避難経路の選定である。このような人々には最短の避難路を優先的に割り当て、災害時には通常使用しないエレベータの使用を特別に許可する。また補助が必要な場合は、周囲の人の協力を得る。

なお、属性の取得のためには各自にハンディキャップなどの情報を記録した RFID のタグを所持させる。このタグに記録したデータをビル内のいたるところに設置してある、UHF 帯を使用する RFID リーダを使ってデータを読み込ませることにより実現する。その属性をもとに特別な処置が必要かどうかを判断する。

3. 時間経過の中での意思決定支援

3.1 データ表現

シミュレーションを行う建物に対してメッシュのモデルを考える。建物を 1 メートル程度ごとに格子状に区切る。

その区切られた各区画には、そこに入ることのできる収容人数とそこを通るさいの危険度を記述する。数値は 0 から 100 の間で、高いほど危険であることを表している。また各人をオブジェクト化して考える。このオブジェクトに含める属性を以下に示す。

- ・ 区画 ID
- ・ 移動速度
- ・ 許容危険度
- ・ 属性(ハンディキャップの有無)

区画 ID は各人が存在する場所であり階と階内での区間の位置の組で表現される。許容危険度は各人が通ることができる危険度を表している。危険度はある場所が火災や煙の被害によりどれくらい通るのが困難かを示す。

3.2 複数の近未来

図 1 の各数値は危険度を表している。この図のように、建物内の各区間の危険度を示した図を危険度マップと呼ぶことにする。その危険度は、火災が発生しやすい場所などの危険因子を含む箇所で、大・中・小の事故をそれぞれ想定することによりあらかじめ求めておく。さらに複数の避難経路も想定しておき、これらの組み合わせで複数の近未来を作成する。その様子を下記の図 2 に示す。

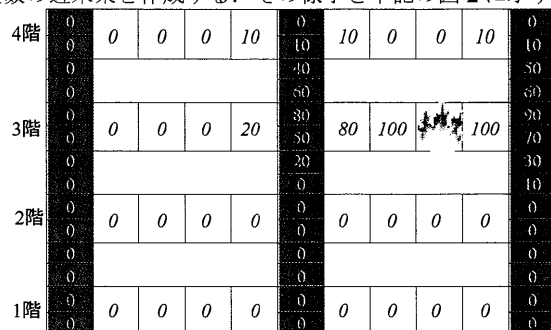
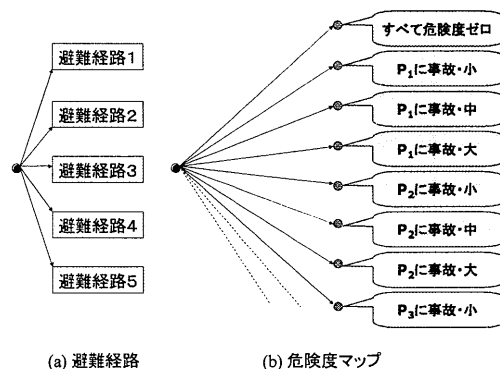


図 1 危険度マップ



(a) 避難経路

(b) 危険度マップ

図 2 複数の近未来

3.3 近未来のシミュレーション

作成された近未来のシミュレーションを行う。そこで下記のような制約を設ける。

- ・許容危険度以下の区画しか通れない
- ・区画の収容人数を超えては人を移動しない

災害時の状況は時々刻々変化するため、近視眼的にシミュレーションを行う方が、より正確な結果を得ることができる。

3.4 避難方針の選択

現在の危険箇所だけでシミュレーションを行う。全体の避難の達成度を避難度 E と定義する。 P_i とは建物内のある特定の場所を示す。 $floor()$ という関数は引数で渡された値の場所の人数を返す関数である。

避難度 $E = \sum_{i=1}^n floor(P_i)$ が最小になるような値を求めると、

最適な避難方針が選択される。選択された避難方針にもとづき、避難経路の指示が建物内の人に指示される。

3.5 実データと仮想データの統合

危険箇所は随時変化する。特に火災が発生した場合、危険度マップは大きく描き直される。現状を反映した危険度マップが得られなければ次回シミュレーション時に正しい避難経路を計算することが出来ない。そこで、我々は現在の事故発生状況が悪化することや、新たな事故が発生することも含め、複数の危険度マップを想定する。そのそれぞれに対し、現在選択されている避難経路をもとに近未来の避難状況をシミュレーションにより求める。近未来としては2分先の状況を考えている。このシミュレーション結果のうち2分先の実データとの差が最小であるものを求める。差が最小であるシミュレーションで採用された危険度マップが現状の危険度マップを反映しているものと我々はみなす。

想定される複数の危険度マップを h_j ($j = 0, 1, 2, \dots, m$) とする。 h_j について得られたシミュレーション結果について考えよう。この結果の中での人 P_i について、シミュレーション結果の仮想位置と、2分後の実際の位置の差をとる。

$$D = \sum_{i=1}^n \text{仮想の位置}(P_i) - \text{実際の位置}(P_i)$$

を最小とする h_j を次回のシミュレーション時の危険度マップとして選択する。

4. 適用例

本研究を以下に示すような建物に適用してみた。建物は4階建てで、西・中央・東に階段、西にエレベータがある。図3に災害が発生した直後の現在の状況を示す。階段と階段の間に描かれている記号“●”は人間を表している。今回は4階に13人、3階に7人、2階に9人、1階に10人存在すると仮定する。

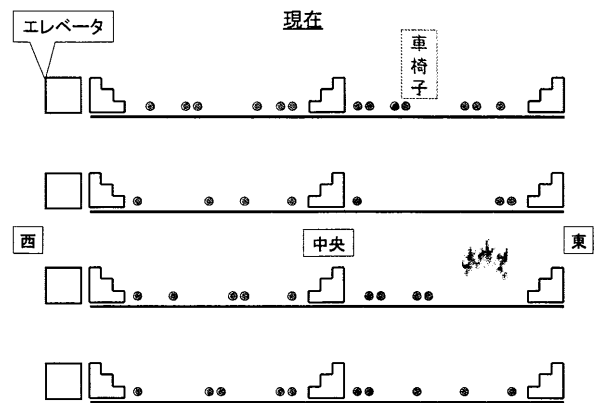


図 3

図4に2分後のシミュレーション結果を示す。まず最優先事項として車椅子の人の避難経路を考える。残りの人もあらかじめ想定しておいた避難経路で逃がす。ここで火災は予想よりも広がってしまい、混雑度の計算により新たな危険度マップが採用される。

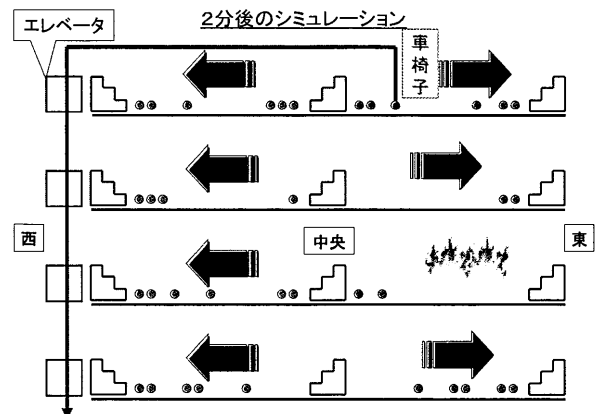


図 4

5. おわりに

本論文では、災害時の避難経路を提示するツールを提案した。これにより、人間の力だけでは考えることの出来ない効率の良い避難が行える。今後はツールを実装する予定である。

参考文献

- [1] 中谷善雄, 荒屋真二: 社会的相互作用を考慮した避難行動の情報处理的シミュレーション・モデル, 情報処理学会
- [2] 中西英之, 小泉智史, 石黒浩, 石田亨: 市民参加による避難シミュレーションに向けて, 人工知能学会誌, Vol.18, No.6, pp.643-648, 2003.

以上