

I-514

オブジェクト指向型言語を用いた地震時人間行動シミュレーション

清水建設(株) 大崎研究室 正会員 大槻 明 海老原 学

1. はじめに

複雑化する都市機能の中、震災時にいかに人間が避難行動をするかを評価するため、プロットタイプの人間行動シミュレーションを構築した。このシミュレーションでは、地下街を例にとり、構造物および想定される被害シナリオのモデル化、また人間のモデル化にオブジェクト指向型言語(Smalltalk-80)を、避難の方向判断にファジイ理論を用いた。本避難シミュレーションは図-1に示すように空間のモデル、シナリオのモデルならびに人間のモデルから構成されている。

2. 空間のモデル化

図-2に示すように構造物内部の空間、例えば通路や部屋をノードとリンクでモデル化する。避難の際の移動目標となる出口、戸、誘導灯、階段等はオブジェクト(Target Object)で表現し、それぞれの機能に応じた働きを各オブジェクトに持たせる。火、煙、照明もオブジェクト(Obstruction Object)として取扱い、時間の経過とともに被害状況の拡大を表現する。避難中の人間は、周囲の移動目標や被害状況等の情報を最寄りのノードから収集する。

3. シナリオのモデル化

地震発生・停電・復旧・火災等の被害を想定したシナリオを作成し、各イベントの発生時刻、場所、被害の程度等の情報を持ったオブジェクト(Event Object)を作成する。このオブジェクトは、前述した空間モデルを起動した際、時間の経過に応じて任意ノードに対してイベントの発生、被害の拡大を働きかける。この様にして、震災時の各イベントを任意の条件下で空間モデル中に設定できるようにした。図-3に時間の経過とともに各イベントの構成の一例を示す。

4. 人間のモデル化

避難方向の決定に関しては次の3項目を考慮する。

- ① 現在自分自身の周辺情報からの決定
- ② 今まで避難経路からの決定
- ③ 過去の経験(記憶)に基づいた決定

①の判断では、周辺の戸や誘導灯(Target Object)あるいは火や煙(Obstruction Object)に対して、人がオブジェクトに引き付けられる力あるいは回避しようとする力を生む重み(potential)を定義する。その重みが人に及ぼす影響度は、人とオブジェクトとの距離の2乗に反比例した力(万有引力モデル)として評価した。②の判断では、人は逃げる方向を急には変えることができないという仮定のもと、これまで進んできた方向を次

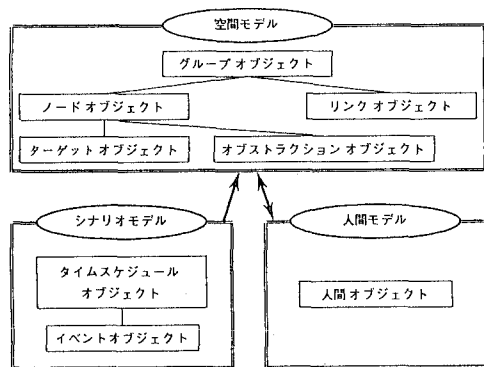


図-1 人間行動シミュレーションモデルの概念図

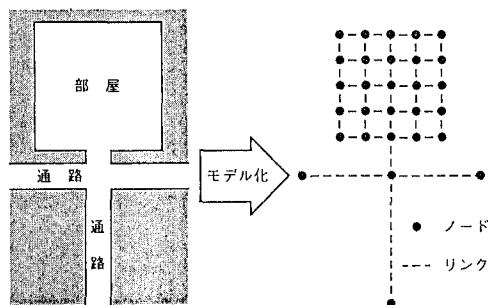


図-2 空間モデルの概念図

地震発生後のシナリオ

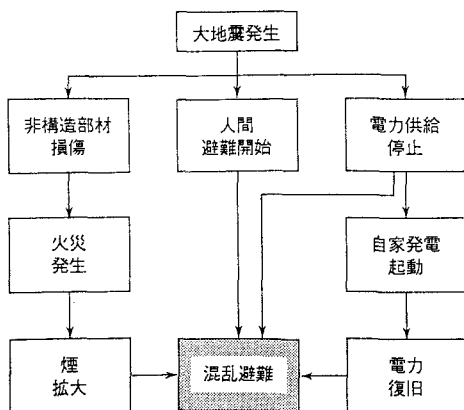


図-3 シナリオモデルの概念図

に逃げる方向を決定するための優先条件として評価する。③の判断では、今までに通過したノードから入手できた情報から決定した重みおよび座標値をリスト構造で保存しておき、任意状況下でそのリストに基づいて①の場合と同様の評価を行う。このリスト構造は人間の記憶の概念に相当する。

①～③の処理結果に基づいて最終的に次に避難する方向を推論させることになるが、その処理は図-4に示すフローに従ってファジィ推論法を適用する。なお、他人とのコミュニケーションを表現するため、人と人がある距離以内になった時に相手の記憶リストを相互に参照できるという条件を設けた。

5. 適用例

図-5に示したモデルの場合、①だけの判断基準を用いると人は右に曲ってしまうが、①と②を組み合わせた判断を実行すると図-5に示すように直進する。図-6のモデルでは、人間-2が出口(閉)の利用が不可能であることを認知したため、出口(開)に移動する。途中人間-2は人間-1と出会い、人間-1に出口が利用できないことを知らせ、両者出口(閉)に向かっている。このときの両者のコミュニケーションは③の判断基準によっている。図-1に示す概念に基づいた地下街の避難シミュレーションを考えている。図-7にその適用の一例を示す。

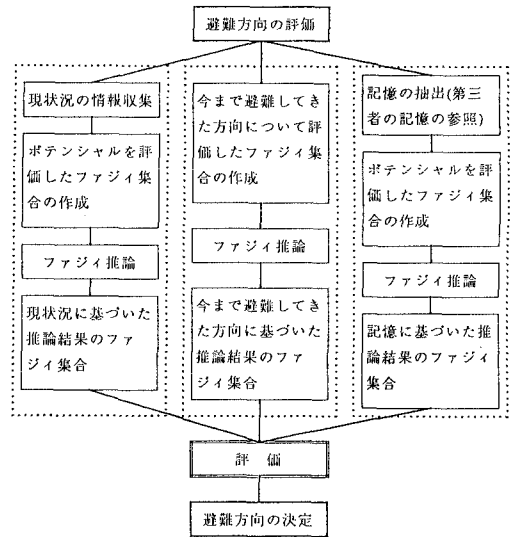
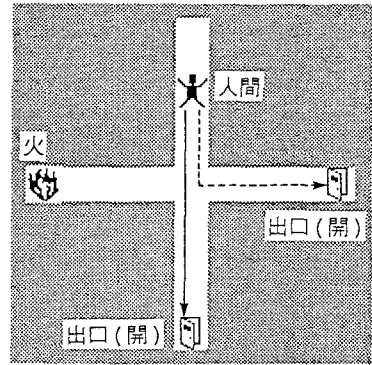
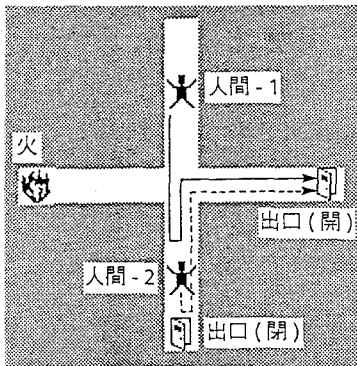


図-4 避難方向決定のフロー図



- ←--- ①の条件だけを用了した場合の避難経路
- ← ①と②の条件を組み合わせた場合の避難経路

図-5 適用例1



- ← 人間-1の避難経路(③の条件も考慮)
- ←--- 人間-2の避難経路

図-6 適用例2

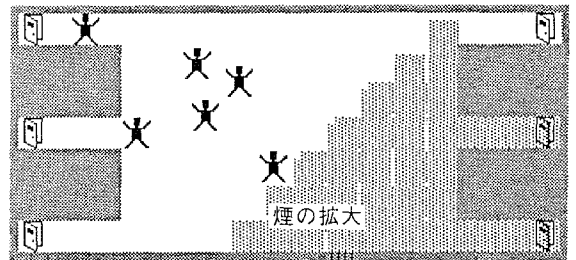


図-7 煙の拡大に伴って地下街を避難する適用例

5. おわりに

図-1に示すようなオブジェクト指向言語で表現した本提案モデルにより、複雑化する都市機能と被害状況を結び付けた人間行動シミュレーションがある程度可能となった。今後、本シミュレーションを拡張し、人間相互の関係に起因するものと思われるリーダーシップの概念やパニックの概念の構築を行い、より実際に即した検討を考えている。