

清水建設(株)大崎研究室
清水建設(株)大崎研究室

正会員○大槻 明 海老原学
岩城英朗

1. はじめに

近年ウォーターフロント開発計画や大深度地下開発計画などの大規模な都市開発計画に感心が高まっているが、これらの開発に伴いその中で生活している人の防災上の安全性を評価する必要性が生じている。震災時に群衆が構造物内でどのような避難行動を取るかを評価するため、人間行動シミュレーションの構築を試みているが¹⁾、今回は人間の避難行動の方向決定に確信度を併用した分類型推論²⁾を用いたモデルの構築を行った。本シミュレーションの構築にはオブジェクト指向型言語 (Smalltalk-80) の環境を用いており、本モデルは図-1に示すような空間モデル、シナリオモデルならびに人間モデルから構成されている。

2. 空間のモデル化

空間モデルはノードおよびリンクを中心としたフローオブジェクトに代表される。図-2に各オブジェクトならびに各変数の対応関係を示す。各ノードはノードオブジェクトとして定義されており、人間が避難する際に必要な移動目標となる出口、戸、誘導灯等(ターゲットオブジェクト)の情報ははじめ各種情報をインスタンス変数として持っている。空間を構成しているノードとリンクは各部屋および各通路単位でグループ化されている。このため、人間が避難するために必要とされる情報を空間に対する自分の位置関係から見わたせる領域(人間の可視領域)を考慮し、収集することを可能としている。

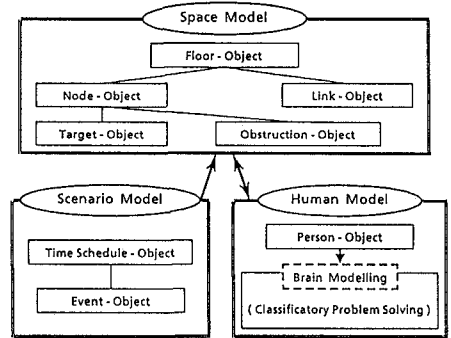


図-1 人間行動モデルの概念図

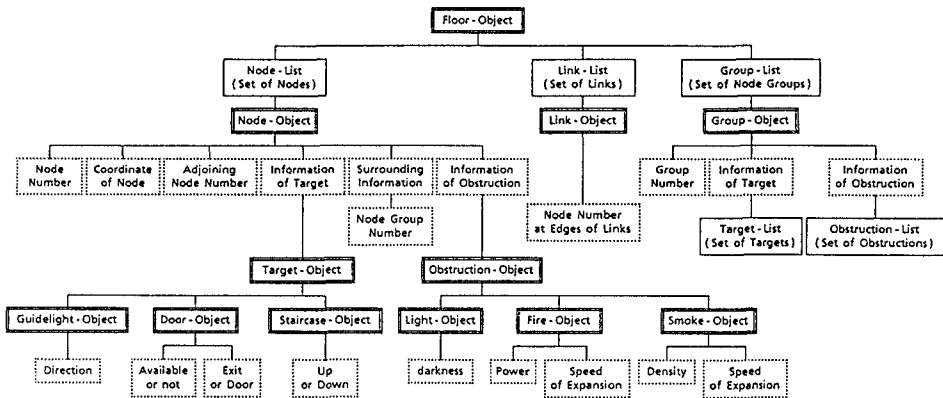


図-2 フローオブジェクトの階層構造

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を作成する。このオブジェクトは、時間経過に応じて空間モデルの任意ノードに対して想定されたイベントの発生、拡大を働きかける。この様にして、災害が及ぼす人間の避難行動への影響も考察できるようにした。

4. 人間のモデル化

人間モデルは空間モデルのノードから移動目標、障害物等の情報を収集し、図-3に示す概念に従ってそれぞれの対象物の確信度を評価する。図-4に示されたスペシャリスト(ツリーの枝分かれ部分)は下位のスペシャリストの情報と自分自身のルールに基づいて避難方向に対する確信度を設定し、推論が進められる。この推論では、障害の程度、目標の優先度(外的要因)および人間モデルの心理状態(内的要因)を基に分類型推論を適用して確信度の高い目標を選定している。例えば、外的要因に対しては、まず出口や階段などの最下位のスペシャリストが個別に確信度の評価を行い、次に上位のスペシャリストは下位で評価された確信度に優先度を加味して上位における確信度を求めている。最終の結果は外的要因と内的要因から導かれた確信度を総合的に評価し、避難方向が決定される。

5. 適用例

適用例として、図-5に示すように地震後の火災に伴う煙の拡大に対して地下街から地上に向かって群衆が階段を利用して避難する様子をシミュレーションした。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人間心理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。今後本モデルを拡張しより実際に即した検討を考えている。

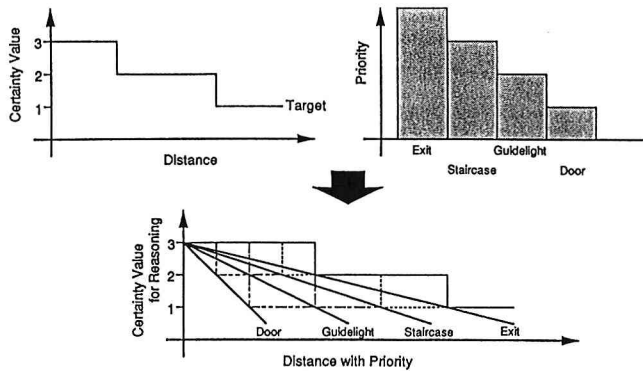


図-3 目標物に対する優先度の評価例

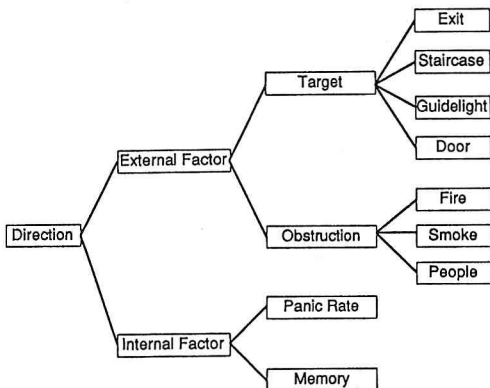


図-4 避難方向決定のための分類型推論ツリー

Screendump:

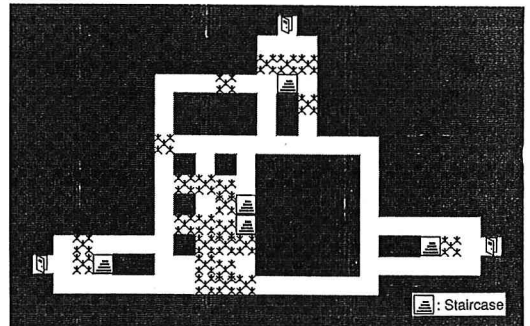


図-5 地下街におけるシミュレーション適用例

参考文献 1) 大槻明,海老原学『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』土木学会第44回年次講演会第1部門(1989) 2) A. Ohtsuki, M. Ebihara and H. Iwaki, Simulation for human behavior at emergency evacuation in underground structure, 4th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering(1991.7)