

エージェントモデルを用いた避難シミュレータの試作

3J-8

床原勝 藤田茂 菅原研次

千葉工業大学情報工学科

1. はじめに

災害時に起こり得る様々な現象に対し、効果的な避難計画を策定するためには、人間の避難行動をできる限り正確に推定し、把握することが必要になる。従来、これらの避難シミュレータは統計的手法を用いて行われてきた。しかしながら、人間は何らかの意志を持つ自律的主体であり、人間個々の行動はそれまでの経験知識や情報処理能力に基づき決定される。また、災害時には他の人間との間で様々な相互作用が起こることが十分考えられる。これらの現象は避難計画を策定する上で非常に重要な要因となる。しかしながら、従来の統計的なアプローチではマクロな特性の解析が行えるもののこれらのミクロな現象を表現することはできない。

このような問題を解決するために、本研究では人間をエージェントとみなすことで自律的動作を実現する。また、変化する環境の中で集団としての人間行動を観察することのできる避難シミュレータを作成することを目的とする。本稿では、そのエージェントモデルを提案し、その例について述べる。

2. モデル表現

避難シミュレータを作成するにおいて、人間の自律的動作を実現するために以下のようなモデルを定義する。複数のエージェント、オブジェクトが存在する2次元格子状空間を世界 W とし、以下のように表す。

$$W = \langle \text{Agent, Object, Environment} \rangle$$

Agentはエージェント個々の集合、Objectはオブジェクト個々の集合、Environmentはその環境を表す。更に、個々のエージェントは以下の形式で記述される。

$$\text{agent-}N = \{ \text{name, point, state, Action, Internal} \}$$

nameはエージェントの識別子、pointはエージェントの現在位置、stateはエージェントの状態、Actionはプリミティブとなる動作の集合、Internalはエージェントに関する内部情報を表す。エージェントはInternalの情報に基づき自ら動作を決定し、その結果stateが変化していく。また、個々のオブジェクトは以下のように記述される。

$$\text{object-}N = \{ \text{name, point, state, method} \}$$

nameはオブジェクトの識別子、pointはオブジェクトの現在位置、stateはオブジェクトの状態、methodはオブジェクトの持つメソッドを表す。次に世界的环境を以下のように定義する。

$$\text{Environment} = \{ \text{time, map, event, Env_const} \}$$

timeは世界の時間の定義、mapは平面空間の大きさや、ある特定の場所についての座標情報などの世界に関する情報を持つ。eventは世界に起こり得るイベント、Env_constは世界に関する制約の集合を表す。以上に示した3項目でエージェントが自律的動作を行える環境を定義した。

3. 避難問題の設定

前章で定義したモデルを避難問題へ適応する。避難問題とは地震災害時における避難を扱い、例えば以下のような時系列を想定する（図1）[1]。

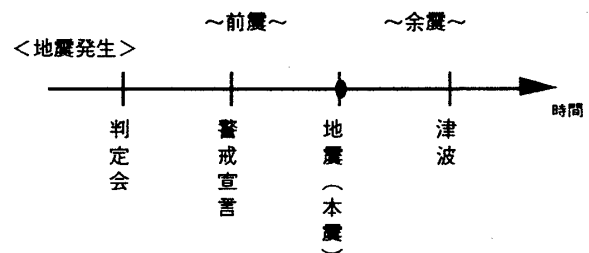


図1 地震災害時の流れ

まず地震発生と共に判定会が召集され、その結果警戒宣言が発令される。設定された場所は海岸近くであり、地震の規模によっては津波も襲う。地震、津波はいつ起こるか予測することはできず、判定会や警戒宣言の前に起こることも十分考えられる。人間に被害を及ぼすものは津波以外にも家屋の倒壊、火災や地盤沈下などの様々な場合が想定される[1]。これらの災害に対する正確な避難計画を作成支援することが避難シミュレータの目的である。

4. 避難問題への適応

4.1 エージェントの状態遷移

避難問題において、人間の動作をモデル化したエージェントは次のような状態遷移を示す（図2）。daily_lifeは日常状態を表し、エージェントの初期状態となる。地震が起こる（EQ）ことで初めて状態遷移を起こす。get_infoは情報獲得状態であり、情報を獲得すると避難する必要があるかどうか

Agent-based simulator for escaping behavior

Masaru Tokohara, Shigeru Fujita, Kenji Sugawara,
Dept. Computer Science, Chiba Institute of Technology

かを判断する。planningはget_infoで獲得した情報をもとに避難行動計画を作成する。moveはplanningで決定されたプランに基づき動作を決定していく。この状態でプラン変更が必要な程の環境の変化が起こると再びget_infoで情報獲得する。

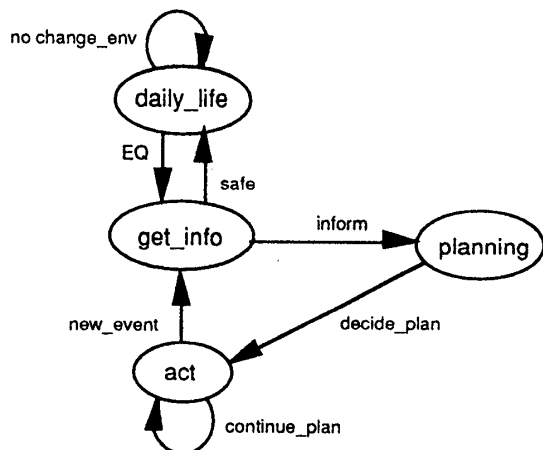


図2 エージェントの状態遷移図

4.2 避難モデル

地震災害を想定した避難問題へモデルを適応する。以下にエージェントの記述例を示す。

agent-1 = { 'Person1', 2@3, state, Action, Internal }
エージェントの状態を表すstateは

state = <'daily_life', 'get_info', 'planning', 'act'>
となる。前節で述べた状態遷移に基づき決定される。エージェントの動作集合Actionは

Action = { rotate(d), forward(n), get_info, inform }
となる。rotate(d)はd(±90,180)度回転, forward(n)はnマス前進, get_infoは情報を獲得, informは情報を提供することを表す。これはプランのプリミティブとなる。エージェントの内部情報Internalは以下のように記述される。

Internal = { mental, goal, position, child, knowledge, Plan }

ただし, mentalはエージェントの心理を表す。

mental = <'optimism', 'middle', 'pessimism'>
optimismは楽観的, pessimismは悲観的, middleはその中間を表す。このmentalはプランニングに影響を与える。goalはエージェントの目的を表す。

goal = <'goHome', 'goKG', 'goRefuge',

'goHome with:', 'goKG with:', 'goRefuge with:'>

goHome, goKG, goRefugeはそれぞれ家, 幼稚園, 避難所に向かうことを表す。それにwithが付くと, その後に続くものを所持しながら目的地に向かうことを表している。positionは位置情報を持つ。

position = <'Home', 'Company', 'KG', 'Refuge', 'Road'>

Homeは自宅, Companyは会社, KGは幼稚園, Ref-

ugeは避難所, Roadは道路上にいることを表す。子供の有無を表すchildは以下のように定義する。

child = <'exist', 'not exist'>

エージェントの知識であるknowledgeは

knowledge = { meta, plan_choice, geography }

と記述される。metaはメタ知識, plan_choiceはプラン選択知識, geographyは地理的情報を表す。候補となるプランの集合Planは

Plan = { plan-1, plan-2, ..., plan-n }

と表す。更に個々のプランは

plan-N = { Task, Plan_const, plan_factor }

と記述することができる。Taskはタスクの集合, Plan_constはプラン生成時の制約, plan_factorはプラン決定の要因の集合を表す。Taskの要素となる個々のタスクtask-Nは

Task-N = < go:, go: with:, get_info from:, inform to: >
と表すことができる。

5. 試作

現在, このモデルに従いWS上で試作を進めている。その画面例を示す。

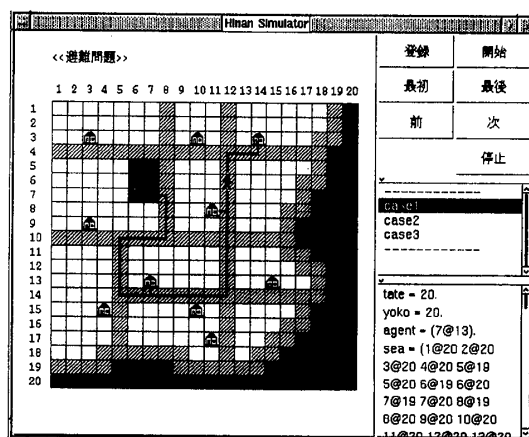


図3 避難シミュレータの試作画面

6. まとめ

従来の統計的手法のアプローチではマクロな行動の解析はできるものの個々の人間のミクロな動作が記述できなかった。そこで, 本研究ではエージェントの自律性を用いることで避難シミュレータにおける人間の行動を表現した。また, そのエージェントモデルを提案し, その例題の記述を行なった。

参考文献

- [1] 岡部慶三 (研究代表者), 災害警報の伝達とその効果に関する研究, 文部省科学研究費・自然災害特別研究研究成果・自然災害科学総合研究班, No.A-59-5, (1984)