

# 仮想都市空間シミュレータ FreeWalk/Q

京都大学社会情報学専攻 JST デジタルシティプロジェクト ○中西英之, 石田亨, 伊藤英明, 福本 理人

## FreeWalk/Q: Virtual City Space Simulator

Hideyuki Nakanishi, Toru Ishida, Hideaki Ito, and Masahito Fukumoto

Department of Social Informatics, Kyoto University

JST Digital City Project

**Abstract:** Virtual city space FreeWalk simulates urban group behaviors including human users as well as agents. Interaction description language  $Q$  enables simulation designers to supply agents with a 'scenario' of social interaction. According to the scenario,  $Q$  process sends behavioral commands to FreeWalk agents. We developed FreeWalk and  $Q$  for virtual evacuation simulation including social interaction.

### 1. はじめに

仮想空間内で、人間の参加者を含む避難シミュレーションを実施することを目指して、FreeWalk と  $Q$  を開発した。仮想都市空間 FreeWalk は、都市における集団行動をシミュレートする環境で、人間とエージェントの間の社会的インタラクションを扱うことができる。インタラクション設計言語  $Q$  は、シミュレーションの設計者が、エージェント群に社会的インタラクションのシナリオを与えることを可能にする。

### 2. FreeWalk

FreeWalk は、普段生活している空間で発生する集団行動を、社会的インタラクションも含めてシミュレートする仮想空間である。Fig. 1 は、現実の地下鉄のホームを、旅客も含めて再現した仮想空間の写真である。FreeWalk は、空間的コミュニケーションモデルにもとづいて社会的インタラクションをシミュレートすることができ、日常生活でよく見られる行動を再現できる<sup>1)</sup>。従来のマルチユーザ仮想環境と異なる FreeWalk の特徴は、人間との社会的インタラクションが可能な社会的エージェントの存在と<sup>2)</sup>、現実空間を忠実に模した仮想空間を持っていることである。

エージェントも人間も参加可能な、集団行動のシミュレーション環境には、1) 行動に必要な情報源となるオブジェクトが正しく再現された空間、2) 多数のエージェントを効果的に制御する仕組み、3) 人間とエージェントの間のコミュニケーションを支援する機能、が必要である。

#### 1) 情報源としての仮想空間

仮想空間のグラフィックスは、エージェントにとっては無意味だが、人間の参加者にとっては主要な情報源である。特に、サインの可読性は重要である。現実空間にはある非常出口のサインが欠けた仮想空間で行われた避難シミュレーションの結果は、正しくないものになる。FreeWalk の仮想都市空間にある3次元モデルには、現実世界で撮影したテクスチャ画像を貼り付けてある。Fig. 1 の空間内にある案内板などの、行動に大きな影響を与えるサインのテクスチャ画像の質は、十分高くなるよう注意を払った。

#### 2) 低水準の行動のシミュレーション

集団行動を形成する多様な社会的役割を持ったエージェントの行動設計は、多様な行動パターンの記述を必要とし、非常に繁

雑な作業である。FreeWalk は、エージェントの制御を、外部ソフトウェアが順次送り出す指示によって構成される高水準の行動と、FreeWalk に埋め込まれた低水準の行動シミュレーションに分割するインターフェースを持っている。エージェントに目的地を与えると、柱・壁・他のエージェントなどを回避する、といった行動をシミュレートする。ある物体を見たときにある行動を開始するように指示すると、その物体が視野に入ったことに気づく、といった知覚をシミュレートする。エージェントの設計者は、このような低水準のシミュレーション機能を組み合わせて、エージェントの高水準の行動規則を構築できる。この仕組みによって設計者は、効率的に多数のエージェントを制御することができる。

#### 3) 人間エージェント間コミュニケーション

人間とエージェントとの間の音声コミュニケーションをサポートするために、FreeWalk には音声認識エンジン、音声合成エンジン、及び音場生成機能が組み込まれている。また、発話中であることを示すための唇アニメーションと、避難シミュレーションに必要なジェスチャーも取り入れた。人間同士のコミュニケーションでは、声色は個人同定の手段となりうるが、音声合成エンジンの声色はバリエーションが乏しく、個人同定が難しい。そのため、唇のアニメーションは、エージェントを同定する手段としても有効である。



Fig. 1 Virtual subway station in FreeWalk

	Cue	Action	
Motion	? <b>position</b> (get location and orientation) ? <b>observe</b> (observe gestures and actions) ? <b>see</b> (see objects)	Movement	! <b>walk</b> (walk along a route) ! <b>approach</b> (approach to other agents) ! <b>block</b> (block other agents)
		Rotation	! <b>turn</b> (turn a body) ! <b>face</b> (turn a head)
		Gesture	! <b>point</b> (point objects) ! <b>behave</b> (perform some gesture)
		Appearance	! <b>appear</b> (show up) ! <b>disappear</b> (erase itself)
Conversation	? <b>hear</b> (hear voice) ? <b>receive</b> (receive text messages) ? <b>answer</b> (receive an answer to questions)	! <b>speak</b> (speak by voice) ! <b>send</b> (send text messages) ! <b>ask</b> (ask questions)	
Others	? <b>finish</b> (finish asynchronous actions) ? <b>input</b> (key input by users)	! <b>change</b> (mode change) ! <b>finish</b> (stop asynchronous actions) ! <b>output</b> (output logs)	

Table. 1 Cues and actions for FreeWalk

### 3. $Q$

インタラクション設計言語  $Q^3$  は、エージェントの内部メカニズムの記述を目的としたものではなく、エージェント(あるいは、エージェント群)に対し、人間(あるいは、エージェント)が外部から与えるシナリオを記述するためのものである。したがって  $Q$  は、各々のエージェントがどのようなプログラミング言語を用いて記述されているのか関知しない。エージェントの動作を詳細に記述する「JAVA 言語呼び出し」のような、直接実行を想定した機能もない。 $Q$  は、外界を観測しイベントを待ち受けるキュー(合図、あるいは、手がかりと訳されることが多い)と外界への作用を表すアクションを組み合わせてイベントドリブンのルールを記述できる。また、複数のイベントを同時に待ち受けるガード付きコマンドを用いて、プロダクションシステムを記述できる。さらに、拡張有限状態機械に基づいて状態の遷移を記述できる。 $Q$  は、Scheme を母言語としているため、上記の言語機能以外に Scheme の言語機能をシナリオ内で自由に使うことができる。

シナリオの記述は以下のように進められる。まず、シナリオライター(計算機科学の非専門家であることが多い)とエージェントシステム開発者(計算機科学の専門家)が協議し、キューとアクションを両者のインタフェースとして定める。Table. 1 は、避難シミュレーションで用いているキューとアクションである。

つぎに、シナリオライターは、合意したキューとアクションを用いて、 $Q$  の構文を使いながらシナリオを記述する。一方、エージェントシステム開発者は、協議の結果として定めたキューとアクションを実装する。エージェントシステムのユーザと開発者のインタフェースを規定できることが、 $Q$  を導入する最大の効果である。

現在、我々は、応用ドメイン(たとえば、避難シミュレーション)に特有のインタラクション・パターンを抽出し、Excel のフォームとしてユーザに提供する試みを進めている。この Excel のフォームは IPC (Interaction Pattern Card) とよばれる。IPC を使うユーザは、もはや  $Q$  の構文則を知る必要すらくなく、協議の結果定めたキューとアクションをカードの中に記述するだけで、複雑なシミュレーションを実行できるようになる。

将来には、エージェントが複数のシナリオを異なる依頼者から同時に受け取ることを可能とする予定である。それらが矛盾していれば、すべてを実行することはできない。よく設計されたエージェントは、複数のシナリオを整合させるよう試み、それが不可能と知れば依頼元に調整を求めるだろう。また、シナリオライターは計

算機科学の非専門家であるため、 $Q$  言語で書かれたシナリオには誤りが含まれることを覚悟しなければならない。エージェントは、誤りを含むシナリオを頑健に実行することを要求される。

### 4. おわりに

FreeWalk と  $Q$  が連携することで避難シミュレーションが可能になる。シミュレーションのシナリオを  $Q$  言語処理系が解釈し、FreeWalk のインタフェースを呼び出してエージェントを制御する。FreeWalk の仮想空間の中では、各エージェントが他のエージェントや人間が操作するアバターに対して、観察したり、近づいたり、話しかけたり、聞いたり、といった行動を取る。

従来のほとんどの危機管理シミュレーションの機能は、可視化や、モデル計算である。それらのシミュレータは、災害現場にいる人々の社会的インタラクションの影響を無視している。FreeWalk/ $Q$  は社会的インタラクションを危機管理シミュレーションに導入する。

また、FreeWalk と  $Q$  はシミュレーションだけでなく、訓練にも有効であり、インターネット上に仮想的な災害現場を設けることを可能にし、人々はその現場に自宅から入ることができる。参加者の不足はエージェントで補うことができる。空間の 3 次元モデルとエージェントの行動を修正するだけで、災害現場の状況を変えることができる。

### 謝辞

本研究は、CREST「デジタルシティのユニバーサルデザイン」の一部として進行中のものである。

### 参考文献

- 1) H. Nakanishi, C. Yoshida, T. Nishimura, and T. Ishida, FreeWalk: A 3D Virtual Space for Casual Meetings, *IEEE MultiMedia*, Vol.6, No.2, pp.20-28 (1999)
- 2) K. Isbister, H. Nakanishi, T. Ishida, and C. Nass: Helper Agent: Designing an Assistant for Human-Human Interaction in a Virtual Meeting Space, *CHI-2000*, pp.57-64 (2000)
- 3) T. Ishida:  $Q$ : A Scenario Description Language for Interactive Agents, *IEEE Computer*, Vol.35, No.10, pp.54-59 (2002)