

FreeWalk/Q: 避難訓練のための仮想都市シミュレータ

FreeWalk/Q: Virtual City Simulator for Evacuation Training

中西 英之¹⁾, 石田 亨^{1,2)}

Hideyuki NAKANISHI and Toru ISHIDA

1) 京都大学大学院 情報学研究科 社会情報学専攻

2) 科学技術振興機構 CREST デジタルシティプロジェクト

Abstract: To conduct virtual group trainings (e.g. evacuation training), we need a group behavior simulation in which users can be involved. Since conventional crowd simulations are useful for analyzing crowd behaviors but unusable for group trainings, we developed a virtual city simulator “FreeWalk/Q”. FreeWalk is a platform where users and software agents can share the same group behavior, the same interaction model, and the same behavioral capability. Q is a language to describe agents’ behavioral rules that define their external roles instead of their internal mechanisms. We used FreeWalk/Q for learning evacuation methods.

Key Words: virtual space, virtual training, social agents, social interaction

1. はじめに

普段行われる避難訓練には, 1)多勢が集まる必要がある, 2)公共空間など実施が困難な場所がある, 3)実際の避難現場は危険だが避難訓練は安全でなければならない, 4)事前に定められた手順を追うだけで意志決定の訓練にはならない, などの問題点がある. 仮想空間はこれらの問題の解決に有効な, 1)ネットワーク越しに参加できる, 2)環境を低コストで準備できる, 3)危険な状況を安全に体験できる, 4)ゲーミング手法を容易に適用できる, などの特徴を持つ.

仮想空間における訓練は, 乗り物の運転など個人タスクにおいては実用化されているが, 避難訓練のような集団タスクにはあまり適用されておらず, 技術的な課題が残っている. 個人タスクの場合は物理シミュレーションにユーザの入力を反映させる仕組みが必要となるが, 集団タスクの場合はこれに加えて集団行動のシミュレーションにユーザが参加する仕組みが必要となる. 既存の群集シミュレーションは分析を目的としているため社会的インタラクションを物理法則で近似することが多く, ユーザ参加は考慮されていない[1,2]. ユーザ参加を実現するには, アバターと同じような振る舞いと反応を示す社会的なエージェント[3]が必要となる. そこでデジタルシティプロジェクト[4]において我々は, 社会的エージェントとユーザの間のインタラクションを記述する言語 Q[5]と, 記述されたインタラクションを実行するプラットフォーム FreeWalk[6]からなる仮想都市シミュレータ FreeWalk/Q を開発した.

2. FreeWalk

仮想訓練に社会的エージェントを用いる研究は既にあるが[7], ユーザとエージェントの能力に差があるためユーザ・エージェント各々の役割を相互に交換できない. そのようなアーキテクチャを避難群集のような大規模集団に適用すると次のような問題が生じる. 1)エージェント用とユーザ用のモジュールが別個に必要となり, システムが複雑化. 2)ユーザとエージェントを自由に置き換えられないので, 参加ユーザの人数変動への対応が困難. 3)シミュレーションのテストにユーザが必要となり不便である.

FreeWalk はユーザとエージェントを区別しない. 歩く・話すといった外界への作用や, 見る・聞くといった外界の知覚を仮想空間内で実行するモジュールを, API および UI から同様に呼び出し可能にした. ユーザは UI を操作して, エージェントは API から制御されて, 仮想空間の中で群集シミュレーションを共有する(図1). この共有は, 以下のように API と UI の連結方法を工夫して実現した.

歩行: UI では移動方向を入力するが, API では目的座標を指定する. そこで, API の中で目的座標から移動方向を割り出すようにし, 移動方向から次の一步を生成する共通の歩行モジュールを FreeWalk に組み込んだ[8].

対話: ユーザは音声で話し, エージェントはテキストで話す. そこで, エージェントとユーザが入り混じった集団の対話を効率良く扱うために, UI 間では音声通信, API 間ではテキスト通信, UI-API 間では音声合成認識エンジンを用いる対話モジュールを設計した.

ジェスチャー: ユーザが装着する VR インタフェースは抽象度の低い入力をシステムに与えるのに対し, エージェ

```

(scene1
  ((?observe :name Exit :state Open)
   (!approach :to Follower)
   (!speak :to Follower :sentence "Follow me")
   (go scene2)))
(scene2
  ((?position :name Follower :distance Far)
   (!turn :to Follower) (go scene2))
  ((?position :name Follower :distance Near)
   (!walk :to Exit) (go scene2))
  ((?position :name Follower :at Exit)
   (go scene3)))

```

Q シナリオ



FreeWalk シミュレーション



参加ユーザ

図 1 FreeWalk/Q による避難シミュレーション

ントの記述言語は抽象的でないといふものにならない。そこで、抽象度の低い UI 用モジュールと、それらモジュールを呼び出す抽象的な API 用モジュールを実装し、階層的なインタフェースを構築した。

3. Q

エージェントの知的振る舞いは、その内部モデルを高度に作り上げることで達成しようとするのが一般的である [7]。しかしながら、集団全体を知的に振る舞わせるには、各エージェントが自分の役割に従って行動する能力、すなわち外部モデルを設計する必要がある。このような用途に特化した記述言語はこれまで開発されてこなかった。

Q は内部モデルを気にすることなく外部モデルを記述できる言語である。拡張有限状態機械を記述モデルとしており、状態が場面に、入力が知覚に、出力が作用に対応する。これにより、「場面 A で現象 B を観察したら C を行え」といった各状況における特定の行動ルールを蓄積していくことによって役割ごとの振る舞いを定義できる。このルー

ルの蓄積は「インタラクションシナリオ」と呼ばれる。

FreeWalk のエージェントはインタラクションシナリオに従って行動する(図 1)。「?」から始まる単語は知覚コマンドであり、「!」から始まる単語は作用コマンドである。各コマンドが Q の処理系によって解釈されると、対応する FreeWalk の API が呼び出される。処理系はイベント駆動型であり、各場面 (scene) にある複数の知覚コマンドを並行観測した結果によって次に実行するコマンドを決める。

4. おわりに

FreeWalk/Q を用いれば、VRML で仮想都市を構築し Q で群集行動を記述するだけで仮想訓練が可能となる。我々は避難誘導法の研究 [9] にもとづいて図 1 に示す避難シミュレーションを構築し [10]、避難行動を学習させる実験を行い [11]、その有効性を確認している。FreeWalk/Q はオープンソースソフトウェアとして以下で公開中である。

<http://www.digitalcity.jst.go.jp/>

参考文献

- [1] Okazaki, S. and Matsushita, S. A Study of Simulation Model for Pedestrian Movement with Evacuation and Queuing. *International Conference on Engineering for Crowd Safety*, 271-280, 1993.
- [2] Helbing, D., Farkas, I.J. and Vicsek, T. Simulating Dynamical Features of Escape Panic. *Nature*, 407(6803), 487-490, 2000.
- [3] Nakanishi, H., Nakazawa, S., Ishida, T., Takanashi, K. and Isbister, K. Can Software Agents Influence Human Relations? - Balance Theory in Agent-mediated Communities -. *AAMAS2003*, 717-724, 2003.
- [4] Ishida, T. Digital City Kyoto: Social Information Infrastructure for Everyday Life. *Communications of the ACM*, 45(7), 76-81, 2002.
- [5] Ishida, T. Q: A Scenario Description Language for Interactive Agents. *IEEE Computer*, 35(11), 54-59, 2002.
- [6] Nakanishi, H. FreeWalk: A Social Interaction Platform for Group Behavior in a Virtual Space. *International Journal of Human Computer Studies*, 60(4), 421-454, 2004.
- [7] Johnson, W.L., Rickel, J.W. and Lester, J.C. Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 47-78, 2000.
- [8] Tsutsuguchi, K., Shimada, S., Suenaga, Y. Sonehara, N. and Ohtsuka, S. Human Walking Animation based on Foot Reaction Force in the Three-dimensional Virtual World. *Journal of Visualization and Computer Animation*, 11(1), 3-16, 2000.
- [9] Sugiman, T. and Misumi, J. Development of a New Evacuation Method for Emergencies: Control of Collective Behavior by Emergent Small Groups. *Journal of Applied Psychology*, 73(1), 3-10, 1988.
- [10] Murakami, Y., Ishida, T., Kawasoe, T. and Hishiyama, R. Scenario Description for Multi-agent Simulation. *AAMAS2003*, 369-376, 2003.
- [11] Nakanishi, H., Koizumi, S., Ishida, T. and Ito, H. Transcendent Communication: Location-Based Guidance for Large-Scale Public Spaces. *CHI2004*, 655-662, 2004.