

災害救助シミュレータにおけるエージェントのシミュレータ間の移動プロトコルについて

岡谷 賢[†] 高橋 友一[‡] 四倉 茂[‡]

名城大学理工学部情報工学科[†]

名城大学大学院理工学研究科[‡]

1 背景

災害救助シミュレーションはいろいろな局面での利用が考えられており、その局面にあった解像度をもつシミュレータが開発されている[2], [3]。以下のシナリオをシミュレーションするには、建物内部の人の動きから救急隊の交通流までシミュレーションする必要がある。

シナリオ 1

1. 大都市で災害が発生する
2. 市民が様々な建物から避難を開始する
3. 救急隊が現場にかけつける
4. 建物に入り人の状況を確認する
5. 建物から市民が避難できたら、救急隊は避難できたことを情報統括本部に報告する

建物内の人のシミュレータでは、3D 物理エンジンを用いた災害救助シミュレータがある。他のエージェントとの接触も考慮されている。一方都市サイズ交通シミュレータでは、ネットワークモデルを用いたシミュレータがある。位置の表現方法はノード間の位置を一次元値で持っている。建物のような複雑な構造は定義できないが、道路上の交通流の制限や渋滞の状況はシミュレーションできる。

シナリオの 1、2 に関しては 2 つのシミュレーション (RCRS-USARSim) を組み合わせて実行する例がある[1]。本研究ではシナリオの 3、4 にも対処する方法を報告する。

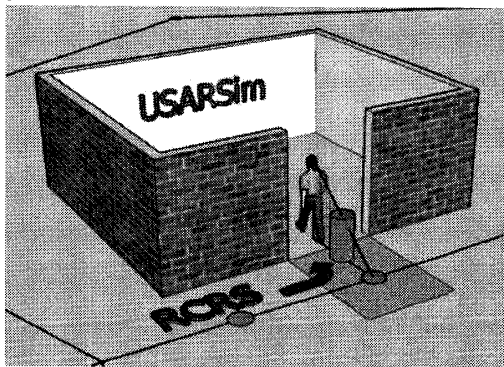


図 1 RCRS から USARSim への移動のイメージ (地面の直線は道路、丸は RCRS でのエージェント、人は USARSim でのエージェントを表す)

2 広範囲で詳細なモデルを用いたシミュレーション

図 1 はエージェントが建物に入るときにネットワークモデルの交通シミュレータから freespace モデルの動きシミュレータへの移動のイメージを示す。

解像度が異なる状況を含むシナリオをシミュレーションするにあたり以下の問題がある。

- 3D 物理エンジンを用いたシミュレータは、メモリ、CPU の負荷が大きいので、都市レベルの範囲をシミュレーションすることはできない。
- 建物内を freespace モデルを用いたシミュレータ、建物外をネットワークモデルを用いたシミュレータで管理し、それぞれのシミュレータ間の移動を管理する機能が必要になる。

3 複数のシステムのエージェント情報管理

1 つのエージェントが 2 つのシステムに関与する際そのエージェントのシステム間の移動に際し、エージェントの情報を管理する必要がある。

方法 1. エージェント情報が常に RCRS 存在する方法で、RCRS から USARSim へ移動するときは RCRS 内のエージェントの情報は残したまま USARSim 内に同じエージェントを作成する。USARSim から RCRS へ移動するときは、USARSim 内のエージェント情報を削除する。

方法 2. エージェント情報はどちらか一方のシミュレータにしか属さない。移動時に移動元のシミュレータからはエージェント情報を削除する。

方法 1 の場合、移動時にエージェントの全ての属性値を送らなくてよいので、移動時の通信負荷は小さいが、エージェントが USARSim 内にいる場合エージェント情報は 2 箇所存在し、使用メモリに無駄がある。方法 2 の場合データの送受信が双方向に発生するため、通信ポート等を管理する必要がある。今回は方法 1 で実装する。

4 エージェント移動の管理方法

4.1 プロパティの追加

上記のようにエージェント情報を管理する場合、エージェントが USARSim で活動を始めると、RCRS 内と USARSim 内に同一のエージェントが存在することになる。エージェントが USARSim で活動中、RCRS 内部のプロパティ値に変更があってはならないことから RCRS 内で Agent に新たなプロパティを持たせその値によりどちらのシミュレータで管理されているかを判断する。

4.2 シミュレータ間移動コマンド追加

経路計画とシミュレータ間移動要求を同時にらせるコマンドを作成した。(図 2)

時刻 A エージェントは RCRS の道路上にいることを示している。ここで、建物の前のノードを通過して建

Agent management protocols for agent based evacuation system

[†]Meijo University, Department of Information Engineering

[‡]Meijo University, Graduate School of Science & Technology

物に入る（経路+移動）命令を出す。
 時刻B エージェントはノードに到達する。
 時刻C （RCRS の次回ステップ開始時刻）USARSim で
 の活動を開始する。

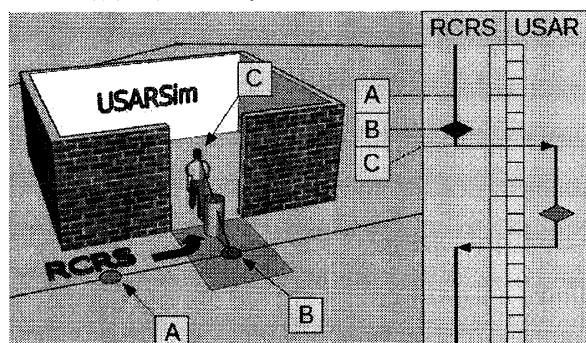


図 2 シミュレータ間の移動の流れ（左がエージェントの動き、右が下方に時間軸をとったエージェントのシミュレータ間移動）

4.3 移動を管理するシミュレータ

上記プロパティ値の変化を交通シミュレータで管理する。これにより、交通渋滞等が原因でシミュレータ間を移動できないような状況が実現できる。新しい構成図を図 3 に示す。Agent のシミュレータ間の移動の流を以下に示す。

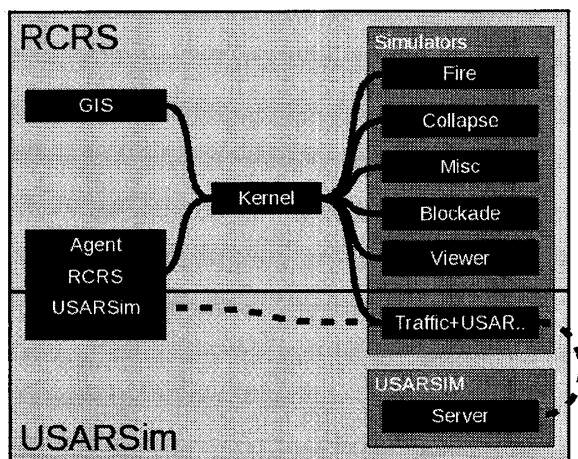


図 3 システム構成（上が RCRS、下が USARSim、実践が RCRS ステップ、破線が USARSim ステップを示す）

1. Agent は Kernel へ建物に入るコマンドを送信する
2. Kernel から Traffic シミュレータに Agent のコマンドを送信する
3. Traffic シミュレータ (Traffic+USAR..) が移動コマンドを受信し、Agent のプロパティ値を変更する
4. Traffic シミュレータが USARSim サーバ上に USARSim エージェントを配置し、サーバとして待機する IP、ポートをカーネル経由で Agent に伝える
5. Traffic シミュレータが Agent からの接続を待機する
6. Agent は受信した IP、ポートに接続し USARSim 内での活動を開始する

4.4 エージェント間通信

RCRS、USARSim はそれぞれのタイムステップで通信する機能を持っている。同じシミュレータに属するエージェント間の通信に関してはそれぞれの機能で通信する。RCRS より USARSim のタイムステップのほうが小さいことから、RCRS から USARSim への通信は RCRS タイムステップで通常通りの方法で通信する。USARSim から RCRS への通信は USARSim を管理するシミュレータで RCRS での 1 ステップ間の通信全てを次の RCRS ステップ開始時に RCRS 側に送信する。

5 試作シミュレータ

5.1 動作させたシナリオ

大勢の人がいる建物で災害が発生した状況で USARSim 内で活動しているエージェントが RCRS へ移動し、避難所まで避難する。

5.2 シナリオの動作結果

左上の丸太のようなものが USARSim 内でのエージェントを模擬したものであり、一定時間が経過した段階で、RCRS 側に移動して避難を開始した。

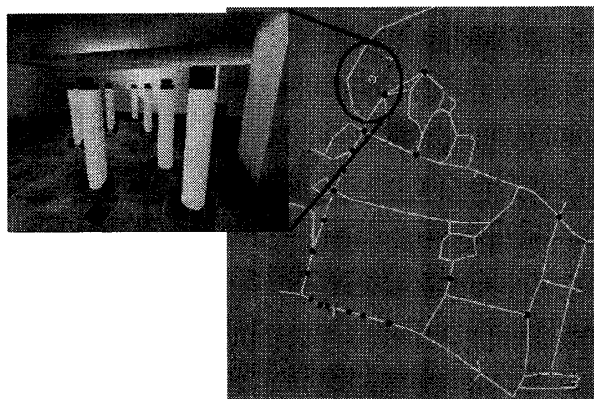


図 4 実行結果（左が USARSim 内のエージェント、右が RCRS 内のエージェントで、USARSim から出てきたエージェントが RCRS 内を逃がっている）

6 考察

今回実装した機能により、エージェントがシミュレータ間を自由に移動できるシミュレーションが実現できるといえる。都市レベルの範囲を建物の構造を考慮したモデルで災害シミュレーションするために、異なる解像度を持つシミュレータを連携させることができるといえる。

7 参考文献

- [1] S.Yotsukura, K.Sato, T.Takahashi; A Framework of Simulation System for Rescue Control/Training Center, SICE Annual Conference 2008, 1A18-2
- [2] S. Balakirsky, C. Scrapper, D. Carpin, M. Lewis; USARSim: A RoboCup Virtual Urban Search and Rescue Competition, SPIE, Vol. 6561 (2007)
- [3] 田所 諭, 北野 宏明; ロボカップレスキュー大規模災害救助への挑戦, 共立出版 (2000)