

マルチエージェントモデルを用いた 災害時避難誘導方法検討支援用システムの開発

日大生産工 ○田中 和幸 日大生産工(院) 倉本 健介
日大生産工 古市 昌一

1 まえがき

地震や津波、台風などの大規模災害の発生時、被災地域の住民を迅速に避難させることは、人的被害を低減する上で極めて重要となる。しかし、災害発生時に事前の想定に基づいた避難行動を行った場合にも、想定を超える規模で災害が発生した場合には、大きな被害が生じる[1]。

このことから、想定を超える規模の災害が発生した際には、事前に準備されている避難方法、誘導方法によらず、最新の情報を元にした動的な避難誘導を実施する必要がある。動的な避難誘導を実施するためには、多数の誘導人員に対し最新の情報を提供し、誘導人員はその情報を元に、避難民を誘導する方法などが考えられる。

しかし、情報伝達網の破壊や道路の寸断により、最新の情報を誘導員に提供することが困難な場合や、避難誘導に十分な人員を確保することが困難な場合などが考えられる。

このような状況下で動的な避難誘導を行うために、災害時の情報収集などでの活用が期待されている安価な無人航空機[2]を避難誘導にも導入することが効果的と考えられる。このための基礎研究として、誘導エージェントを柔軟に設定することのできる、マルチエージェントモデルを用いた災害時避難誘導方法検討支援用システム（以下、本提案方式）の試作を行った。本提案方式の模式図を図1に示す。

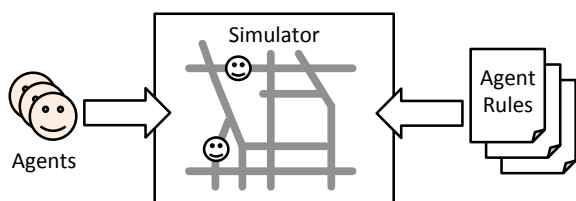


図1 本システム概要

2 従来方式

災害シミュレーションは、災害時における避難民の動きを模擬したものなど多数のシミュレーションが、マルチエージェントシミュレーション

(Multi-Agent Simulation : MAS)などにより行われてきた。松島らは広域避難を再現し、避難者の情報伝達能力を考慮したシミュレーションを行い、避難者の音声による情報共有行動の重要性を示している[3]。

しかし、従来の災害シミュレーションでは、人員による誘導、避難民の動きを模擬したエージェントなど、基本的に現時点で存在する事象のみが想定されており、無人航空機による誘導などのような将来的な要素を考慮したものは少ない。

また、無人航空機による避難誘導を模擬するためには、状況に応じた三次元的な組織的行動を行う必要がある。そのため、複雑かつ組織的な行動を実現するための行動判断ルールを容易に構築可能なフレームワークが必要となる。

3 提案方式

本方式では、当研究室で開発したMAS構築環境FUSE[4]を用い、避難シミュレータを作成し、同じく当研究室で開発した階層型サブゴール生成アルゴリズム（Cascaded Sub-goals Production Algorithm : CaSPA）[4]により、エージェントの行動ルールを設計することで、現実の実装されていない誘導方式を容易に導入することが可能となることを示す。図2にFUSE及びCaSPAを用いた際の、シミュレーションの概要を示す。

図2に示したものは、FUSE及びCaSPAの要素から利用者が使用する部分を大まかに表した図である。この中で、利用者は、Geometryにシミュレーション対象の地形などを読み込むことで、シミュレーション地域をシミュレータ中に再現する。

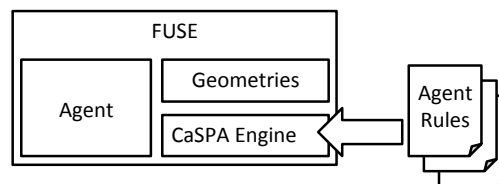


図2 FUSE及びCaSPAの概要

A Development of an Evacuation Guidance Simulation System Based on a Multi-Agent Model

Kazuyuki TANAKA, Kensuke KURAMOTO and Masakazu FURUICHI

また、Agentには、エージェントが取りうる行動を作成し、Agent-Rulesにエージェントの行動判断ルールを記述することで、任意に作成した、エージェントによりシミュレーションを行うことが可能である。

4 試作システム

本提案方式の有用性確認を行うため、無人航空機による避難誘導シミュレーションを、岩手県陸前高田市をモデルに試作した。

4. 1 シミュレーション空間

本提案方式では、国土地理院発行の「数値地図25000（空間データ基盤）」と「基盤地図情報数値標高モデル（SPGIS）」を読み込めるようにシミュレータを設計した。このため、利用者は、国土地理院の発行するデータを入手し、シミュレータに読み込む操作を行うだけで、日本国内における特定地域をシミュレータ上に再現することが可能となる。

4. 2 エージェント

本提案方式では、避難民エージェント（以下避難民）、標識エージェント（以下標識）が存在する。利用者はこれらのエージェントを自由に配置することができ、エージェントの配置やパラメタを記述したシナリオを保存、読み込みを行うことで、繰返しシミュレーションを試行することが可能となる。この他に、エージェントの設計と行動ルールの設計を行うことで、任意のエージェントを追加することが可能となる。

4. 2. 1 エージェントの行動判断

エージェントの行動判断はCaSPAの行動ルールに従って作成した。

作成した避難民の行動ルールの一部を表1に示す。表1の行動ルールのように、エージェントの行動の最小単位をTASKとして定義し、そのTASKを実行するための条件CONDITIONを設定する。TASKに設定されたCONDITIONが全てTrueとなった時、エージェントはACTIONを実行する。

実行可能なTASKが無い場合、CONDITIONに設定されたTASKを生成し、そのTASKを実行することで、生成元のCONDITIONがTrueとなる。

TASK	CONDITION	ACTION
移動する(移動先)	・移動先は安全か？ Unknown 移動する(安全圏の縁) False 移動する(逃げる)	指定されたポイントへ移動
	・移動先へのルートを知っているか？ Unknown なし False 他のエージェントから情報を取得する 標識から情報を取得する	

表1 避難民行動ルールの一例

目的を達成するための条件が確定していない状態、すなわちUnknownの場合、設定されているTASKを生成、実行することにより、条件がTrue、若しくはFalseに決定される。

4. 2. 2 避難民

避難民エージェントは、自身がより安全になるように、自身近傍の避難所へ避難を行おうとする。途中他の避難民エージェント、標識エージェントのいずれかと接触した際は、情報を交換し、より近傍の避難所、あるいは標高の高い避難所を知ることができた場合、より安全となる避難所へ向けて避難を行う。移動先が未知の場合、移動可能な経路の中で最も広く、標高の高い地点へ移動する。

4. 2. 3 標識

標識エージェントは設定された場所にとどまり続け、付近のエージェントに対し、固定の情報を提供する。

5 まとめ及び今後の課題

本稿では、利用者が容易にエージェントを追加し、既存のシミュレーションに存在しなかった誘導法を利用者が容易に設定し、災害時の避難誘導について検討を行うことができることを示し、有効性確認のための試作システムについて述べた。これにより、利用者の考える誘導方法をMAS上で試行することが可能となる。今後は、本提案方式の有用性を評価し、その結果に基づいた改良を行っていき、無人航空機による避難誘導エージェントを導入することが、今後の課題である。

「参考文献」

[1] 内閣府防災情報のページ 過去の災害に学ぶ 特別編
<http://www.bousai.go.jp/kohou/kouho-ubousai/h24/67/past.html>
2014/10/21閲覧

[2] 和田 昭久：“災害監視における小型無人機システムの活用”，建設の施工企画 (716), 39-43, 2009-10-25

[3] 松島弘，アランニャ・クラウス，狩野均：“避難者の情報伝達能力を考慮した広域災害避難シミュレーション”，情報処理学会研究報告. MPS, 数理モデル化と問題解決研究報告 2014-MPS-100(7), 1-6, 2014-09-18

[4] Kensuke Kuramoto , Masakazu Furuichi : "FUSE : A MULTI-AGENT SIMULATION ENVIRONMENT", Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, pp.3982 - 3983