

# ISI Rescue

## ～ エージェント間協調に基づく大規模災害救助～

伊藤 孝行\*

Ranjit Nair<sup>+</sup>

Stacy Marsella<sup>+</sup>

Milind Tambe<sup>+</sup>

\* 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学教育研究センター,

<sup>+</sup>University of Southern California/Information Sciences Institute (USC/ISI)

e-mail: itota@jaist.ac.jp, {nair,marsella,tambe}@isi.edu

## 1 はじめに

本稿では, Robocup Japan Open のレスキュー部門における, ISI Rescue チーム [1] のエージェントが用いるアルゴリズムに関して述べる. ここでは, 特に, 消防エージェントの協調アルゴリズムについて述べる. ISI Rescue では, 消防エージェントのアルゴリズムとして, 以下の (1) および (2) の二つのアルゴリズムを用いる. (1) エージェントが互いに完全に自律的に消防活動を行う完全自律型アルゴリズム. (2) 組み合わせオークションに基づいて動的にタスク割当を行う協調アルゴリズム. 本研究では, 大規模災害における消防活動のための協調アルゴリズムとして, 以上の二つのアルゴリズムのどちらが適しているかを比較・検討している.

## 2 アルゴリズムの概要

### 2.1 完全自律型アルゴリズム

完全自律型アルゴリズムでは, エージェントは, まったく通信をしない. 各エージェントは, 各タイムステップで, まず, 火のついた建築物を探す. 次に, 最も距離の近い建築物を目標として設定する. そして, 探索アルゴリズムを用いて, 目標までの, 最適と思われる道順を探索する. 最後に, その道順に従って目標まで移動する. 目標は, 毎タイムステップにおいて変更され得る. 探索アルゴリズムは, AI における基本的な探索アルゴリズムである  $A^*$  アルゴリズムを基に実装されている.  $A^*$  アルゴリズムにおいて, ヒューリスティック値は, 目的までのマンハッタン距離とする.

### 2.2 組み合わせオークションに基づく協調アルゴリズム

組み合わせオークション [2] は, 複数財を対象としたオークションアルゴリズムの一つである. 組み合わせオークションでは, 1つの入札は, 複数の財を組み合わせた財の集合に, 入札額を添付したものとなる. 入札者は, 自分の評価に基づき, 複数の入札を生成し, オークションに渡す. オークションは, 複数の入札の中から「すべての財を含み」, かつ「入札同士が同じ財を含まない」, ように, 落札すべき入札の集合を選択する. 問題は, オークションが, 落札すべき入札

集合を選択する時, 財の数に対して指数爆発的な組み合わせが存在するという点である. この問題は, 組み合わせオークションにおける勝者決定問題と呼ばれる.

ISI Rescue では, 消火すべき建築物を消防エージェントに適切に割り当てるために, 組み合わせオークションを用いる. 消防センターがオークションに, 消防エージェントが入札者, および, 消火すべき建築物が財となる. 問題は消火対象となる建築物の数が多くなればなるほど, 勝者決定において, タスクの割当の計算が複雑になる点である. そこで, ISI Rescue では, 入札者の側で前もってある程度の建築物の数を減らしている.

具体的な手順の概要は以下の通りである. まず, 消防エージェントが, 自分の視界内の火のついた建物(目標と呼ぶ)をいくつか探す. そして, 目標を回る道順を調べる. 目標が複数ある場合, 複数の道順があり得るので, 道順を短いものから複数個選択する. そして, 1つの道順を1つの入札として, 消防センターに送付する. 消防センターは, 複数の道順のなかからなるべく多くの火を消火できる組み合わせを選択し, 選択した組み合わせをすべての消防エージェントに送信する.

## 3 おわりに

本稿では, Robocup Japan Open におけるレスキュー部門における ISI Rescue チームのためのエージェント間の協調アルゴリズムを述べた. 目標となる火のついた建造物の数が大きくない場合, 組み合わせオークションに基づく協調アルゴリズムは有利である. 一方, 目標となる火のついた建造物の数が大きくなった場合, 完全自律型のアルゴリズムが有利である.

## 参考文献

- [1] R. Nair, T. Ito, M. Tambe, and S. Marsella.: "Robocup Rescue: A Proposal and Preliminary Experiences," In the *Proc. of the 4th International Conference on Multiagent Systems (ICMAS'2000) Workshop on Robocup Rescue*, pp.69-75, 2000.
- [2] T. Sandholm.: "An Algorithm for Optimal Winner Determination in Combinatorial Auctions," In the *Proc. of 16th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'99)*, pp. 542-547, 1999.