

RoboCup Rescue Simulation のための情報共有ライブラリ

尾橋 大*¹ 川口 裕貴*¹ 堀部 省伍*¹ 太田 健文*² 伊藤 暢浩*¹ 鳥海 不二夫*³
 Dai Obashi Yuuki Kawaguchi Shougo Horibe Takefumi Ohta Nobuhiro Ito Fujio Toriumi

*¹愛知工業大学情報科学部情報科学科 Faculty of Information Science in Aichi Institute of Technology
 *²楽天株式会社 Rakuten, Inc.
 *³東京大学 The University of Tokyo

The aim of the RoboCup Rescue Simulation is to find effective strategies for dealing with disaster situations. The system provides a platform for exploring ideas for a multi-agent system. However, it requires high-level programming skill to develop agents on RCR Simulation because of its complexity.

In this paper, we designed a communication library that supports communication between agents and a command center. By using this library, it is possible to develop a command center that gives orders to agents of various teams.

1. はじめに

近年頻発する自然災害に対する取り組みの一つに RoboCup Rescue Simulation(以下, RCRS)がある。この目的は災害救助を題材にしたマルチエージェントベンチマークを通して AI やロボティクスなどの研究を促進すること、その成果による社会貢献である。

RCRS は消防隊, 救急隊, 土木隊の 3 種類の異種エージェントによる協調行動により, 災害救助を達成する。そのため, RCRS を利用するには 3 種類全てを準備する必要がある。この問題に対処するため, 過去に開発されたソースコードが公開されているが, このソースコードは 3 種類がセットになったもののみであり, その一部の種類のみを抽出して別のソースコードと組み合わせることができない。これは異種エージェント間のプロトコルが自由になっているためである。

また, これにより研究者が RCRS で研究を始める際に, 全てのエージェントを開発する必要があるため, 研究に必要な準備期間が長期に渡ることになる。

そこで本研究では異種エージェント間のプロトコルを提案し, マルチエージェントシステムを通して解決する様々な問題に有効であると考えられる情報共有機能を提供する。

2. RoboCup Rescue Simulation

2.1 RoboCup Rescue Simulation の概要

RCRS とは, 地震災害による火災や建物の倒壊, 道路閉塞が発生した仮想都市において, 災害救助隊が市民の救助や火災の消火および道路閉塞の啓開を行うシミュレーションである。消防隊, 土木隊, 救助隊, それらを統括する指令部を仮想都市に配置し, エージェントとして自律行動を行わせ, 救助戦略や協調行動を通して地震災害の被害の軽減を目指している。

2.2 情報共有の仕様

現在の RCRS の情報共有には無線通信と直接通信の 2 種類が存在する。無線通信は距離に関係なく情報を伝達する方式であるが, 通信はチャンネル数, 帯域幅に制限が設けられており, 無制限な通信は不可能である。現状では開発チームは限られた帯域幅で効率的にメッセージを送る必要がある。

2.3 異種エージェント間の情報共有問題

現在の RCRS の情報共有はバイト情報をメッセージとして通信を行っており, メッセージのフォーマットは開発者に一任されている。そのフォーマットの自由度の高さが異種エージェントによる混成チームの実現を阻害している。

3. 情報共有ライブラリ

3.1 情報共有ライブラリについて

本研究では RCRS に対して, RoboCup Rescue Simulation Communication System ライブラリ [1](以下, RCRSCS ライブラリ)の提案を行う。本ライブラリにより, 異種エージェント間の協調行動を可能とするために, 複数のエージェントによるチームの行動を実現するためのプロトコルと, エージェント個々による行動を実現するプロトコルを提供する。これはマルチエージェントシステムの行動の制御に集中と分散があるため, これを妨げない様にするためである。本研究では, チームの行動を大局的戦略と呼び, 個々の行動を局所的戦略と呼ぶことにする。大局的戦略を担当するエージェントを司令部と呼ぶことにし, 局所的戦略を担当するエージェントは救助部隊と呼ぶことにする。

3.2 ライブラリの概念

本ライブラリで使用されるメッセージは Agent Communication Language の一種である FIPA ACL の概念に基づき構成されている。通信内容は複数の Message で構成されており, 各 Message は MessageType と複数の Data で構成されている。各 Data は DataType と複数の実数値で構成されている。基本的な構造を図 1 に示す。

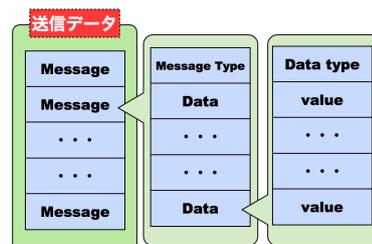


図 1: 送信されるデータの構造

MessageType は大別して 3 種類に分類される。仮想都市か

連絡先: 尾橋 大, 愛知工業大学, 愛知県豊田市八草町八千草 1247, TEL:(0565)48-8121, FAX:(0565)48-0277, b13713bb@aitech.ac.jp

ら得られた情報を表す InformationMessage, 司令部が救助部隊に指令を与える TaskMessage, 与えられた TaskMessage に対して救助部隊が結果の成否を報告する ReportMessage である。各 Message は建物の情報, 閉塞の情報などの詳細な情報に細分化されている。

送信される情報は所定のアルゴリズムに従ってビットシーケンスに変換を行い, 情報の圧縮, 復元を行っている。

3.3 問題点の分析

プロトタイプである RCRSCS ライブラリ [1] に対して問題点を分析した結果, 以下の3点の問題点が判明した。

- RCRSCS ライブラリに関するドキュメントの不足
- 現状の Message の種類では大局的戦略の表現が不十分
- RCRSCS-v1.0 に残留する多数の不具合

本研究は以上の問題点を全て解決した RCRSCS ライブラリの開発を行う。

3.4 通信に用いるメッセージの考察

前述の InformationMessage, ReportMessage は既存のメッセージを使用することにより過不足なく情報を伝えることが可能であった。しかし, TaskMessage に関しては, 既存のメッセージでは消火, 被災者の救助, 閉塞の除去の3種類しか存在しておらず, 前項の通り大局的戦略の表現が不十分であった。

ライブラリで表現可能な大局的戦略を拡張するため, 以下の2つのメッセージの追加を行った。

- ScoutAreaTaskMessage
救助部隊に任意の地域を偵察させる指令
- DecideLeaderTaskMessage
司令部が存在しない状況下において, ライブラリにおける大局的戦略と局所的戦略の分離を成立させるため, 救助部隊に司令部の役割を委譲する指令

4. 検証手法・評価考察

4.1 検証手法

異種エージェントによる混成チームで正常に RCRSCS ライブラリが動作しているかどうかの検証を行う。対話が成立している場合, TaskMessage と ReportMessage の送受信の回数が一致する。

RCRSCS の実装例として開発を行った通信ライブラリを用いたサンプルエージェントと, 開発チームの異なる混合エージェントの2種類を用いて RCRS 上でシミュレーションを行い, それぞれのチームにおける TaskMessage と ReportMessage の送受信の回数を記録する。

4.2 検証環境

エージェントアルゴリズム

サンプルエージェントのアルゴリズムはサーバパッケージに梱包されているサンプルエージェントに, 視界情報を通信ライブラリによって共有する通信アルゴリズムを追加したものである。

司令部は, 一定ステップ毎に TaskMessage を直属のエージェントの中から一様に選択して TaskMessage を送信するといったアルゴリズムである。混合エージェントは, 通信ライブラリを使用した他大学のチームが開発したエージェントを組み合わせで編成した。編成は表1に示す。

表 1: 混合エージェントの編成

エージェントタイプ	開発団体 (チーム名)
消防隊	芝浦工業大学 (SIT)
土木隊	名古屋工業大学 (NAITO-Rescue)
救急隊	立命館大学 (Ri-one9G)
消防指令部	愛知工業大学 (AIT-Rescue)
土木指令部	大阪工業大学 (OIT-DACSL)
救急指令部	立命館大学 (Ri-one8G)

災害環境

シミュレーションで利用する地図は RCRS の世界大会でも実際に使用されている VC (Virtual City) で行う。シミュレーションの初期状態は世界大会で実際に用いられたものを使用する。通信環境に関しては十分に通信が行うことが可能な程度の広い帯域を用意しシミュレーションを行う。シミュレーションのステップ数は世界大会に準拠し, 300 ステップとする。

4.3 検証結果・考察

前項の設定で検証を行った結果を表2に示す。

表 2: 検証結果

チーム	ReportMessage 数/TaskMessage 数
サンプルエージェント	100 / 136
混成エージェント	73 / 98

表2は, シミュレーション全体でエージェントが300ステップ中に送信した TaskMessage と ReportMessage の総数である。この表より, 本通信ライブラリは異なる開発チームからなる混成チームであっても, 正常な協調行動をとることが確認することができる。他のパターンで行った場合も同様の結果が得られると考えられる。Report 数と Task 数の数値が一致しない原因は, TaskMessage の遂行中にエージェントの HP が0になってしまい, 通信が不可能となった場合と, Task の遂行中にシミュレーション終了となる300ステップを迎えたことに起因するものであった。

5. まとめ・今後の課題

5.1 まとめ

本研究では異種エージェント間の協調行動を可能にするための RCRSCS ライブラリの実装, 及び提案を行った。RCRSCS ライブラリを使用することにより, 異種エージェントによる混成チームでも, ある程度の協調行動をとる事が可能になった。これにより, 新規参入者は開発したい種類のエージェント開発のみに注力することが可能となり, 研究用のテストベッドとして RCRS を利用することが容易となることも予想される。

5.2 今後の課題

今回は, 既存の大局的戦略を実行することが充分可能になる様な TaskMessage を模索し追加を行ったが, 依然として現状のライブラリだけでは実現不可能な大局的戦略が存在する可能性が残る。実現不可能な大局的戦略を実現可能とするために, 今後新たなメッセージを追加する検討が引き続き必要である。

参考文献

- [1] 太田健文, 災害救助シミュレータにおけるエージェント設計支援システムの提案, 名古屋大学 (2012)