

エージェント・プラットフォームを用いたロボット制御システム

外寄 一登 小川 均

立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科

1 はじめに

ロボットは人からの要求や周囲の状況、環境に応じて柔軟に動作する必要がある。スピーシーズ社が提供している SPC-101(図 1)という二足歩行ロボット (以下 SPC)は、本体各部に装備されたサーボ・モータによる柔軟なモーションが行え、胸部・両腕部の LED や音声ファイル再生機能がある。PC から TCP/IP 通信により動作を制御する。この SPC は本研究室が開発した RMotion[1]という SPC の動作のプログラミング環境を提供する Java パッケージセットで制御する事ができる。RMotion の機能として各サーボとその角度、LED、音声ファイルの設定を行い、それらのセットに対して継続時間を与えフレームとして作成し、モーションを制御するプログラムを作成する事ができる。また、SPC の 3DCG によるシミュレーションをする機能があり、実機と同じモーションが 3DCG で再現できる。しかしこの方法では SPC が動作を行う度にプログラムの実行を行うため、動作の数だけプログラムの作成が必要であった。様々な状況に合わせた動作をするためには新たなアプローチが必要である。本研究ではこれらを解決するために、エージェント・プラットフォームを用いたロボット制御システムを開発し、一つのシステムで SPC を制御できるようにした。このシステムをエージェント・ロボット制御システムと呼ぶことにする。本稿ではエージェントにより SPC-101 を制御する方法を提案する。

2 エージェント・ロボット制御システム

2.1 システムの構成

エージェント・ロボット制御システム (図 2) はエージェント・プラットフォーム JADE[2]と SPC を制御する RMotion を融合させて開発した。

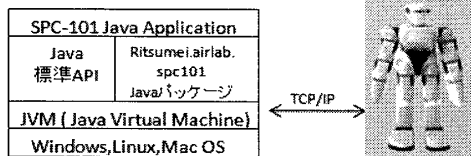


図 1: SPC-101

The operating robot control system which used an Agent Platform

Kazuto Tosaki
Hitoshi Ogawa
Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ

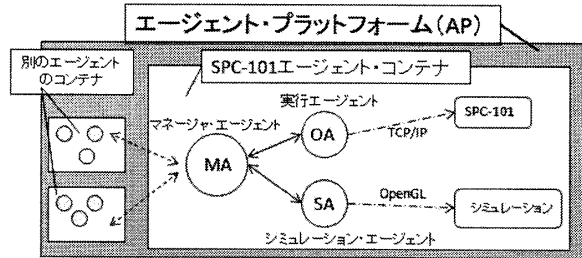


図 2: エージェント・ロボット制御システム

JADE とは FIPA(エージェント標準化団体)仕様の Java エージェントフレームワークである。本システムの基本構成は SPC エージェント・コンテナ内のマネージャ・エージェント(MA)、実行エージェント(OA)、シミュレーション・エージェント(SA)の 3 つのエージェント(2.2 節)から構成される。SPC の数だけ SPC エージェント・コンテナを作成する事で複数台の実機やシミュレーションの同時制御が可能になる。基本的に要求メッセージに対応する動作を行ったり、他エージェントからの情報を基に行動の決定を行う。また、他 SPC エージェントと情報交換することにより共同作業を行う。

2.2 エージェント

SPC エージェント・コンテナの 3 つのエージェントの機能について説明する。

◆ マネージャ・エージェント (MA)

マネージャ・エージェント(MA)は他のコンテナのエージェントとのメッセージの送受信と SPC のモーションの決定を行う。モーションを定義したビヘイビアと呼ばれる内部クラスを複数持ち要求に応じてビヘイビアを選択し、2.4 節のオントロジーを使い OA や SA にモーション実行の要求を行う。

◆ 実行エージェント (OA)

実行エージェント(OA)は MA からモーション実行を要求するメッセージを受信し、SPC の実機による動作の実行を行う。処理が終了すると成功の可否の事実を MA に通知する。

◆ シミュレーション・エージェント (SA)

シミュレーション・エージェント(SA)は OA と同じように MA から要求されたモーションを 3DCG でモーションの再生を行い、処理が終了すると成功の可否の事実を MA に通知する。

表 1. 本システムが使用するパフォーマティブ

種類	意味
INFORM	情報 (事実) の通知
REQUEST	実行の依頼
REFUSE	実行の拒否
FAILURE	実行結果の失敗

2.3 メッセージ

エージェント間の通信は JADE の ACL メッセージと呼ばれるパラメータ構造のメッセージを使用する。パラメータには FIPA で定義されたメッセージの種類を表すパフォーマティブ(表 1), メッセージの詳細を単語や文章で記述するコンテンツ, 送信者名, 受信者名などがある。パフォーマティブの名前をとって INFORM メッセージなどと呼び, エージェントはこれらのパラメータからメッセージの内容を理解し処理をする。MA と他のコンテナのエージェント間では INFORM メッセージの送受信により会話が行われる。コンテンツには要求内容や会話文, あいさつ文が含まれる。MA は受信した INFORM メッセージの送信者名とコンテンツの内容からどのモーションや処理を行うかの判断を行う。MA から OA や SA に送られるモーションの要求メッセージはモーションの要求を行う REQUEST メッセージが使われる。コンテンツにはビヘイビアで定義されたモーションのオントロジー(2.4 節)を含み, モーションの実行要求を行う。モーションの実行が成功すると OA や SA から MA に INFORM メッセージとしてモーションの終了通知が送られ, SPC に何らかの異常があり実行が失敗した場合にはコンテンツにエラー文を含んだ FAILURE メッセージや REFUSE メッセージが MA に送られ警告を行う。

2.4 オントロジー

JADE のオントロジー機能は ACL メッセージのコンテンツの詳細度を高くすることができる。オントロジーは要素を階層構造で定義し, 本システムでは MA から OA や SA に送る REQUEST メッセージのコンテンツにビヘイビアで決定したモーションを記述するために用いる。図 3 のように RMotion の制御プログラムをそれぞれ一つの要素として下位層に置き, 上位層でそのフレームをポーズの順番毎に格納してモーションをオントロジーとして定義している。

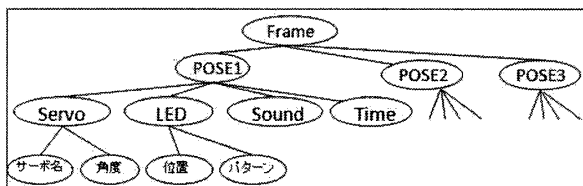


図 3 : 本システムのオントロジー

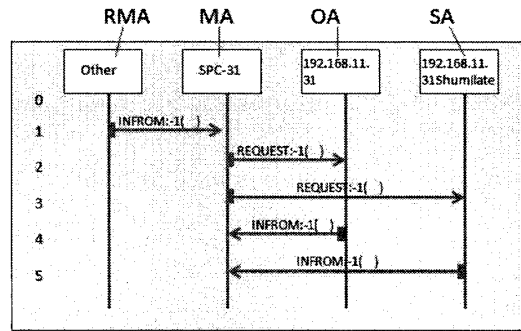


図 4 : エージェントによる制御の流れ

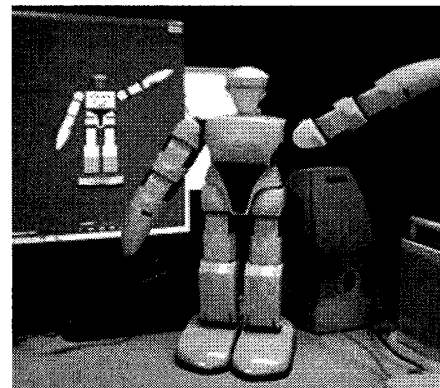


図 5 : SPC-101 とシミュレータの動作

3 動作の検証

動作の検証として, RMA[2]から MA に動作要求のメッセージを送り SPC-101 と実機とシミュレーションをエージェントで同時に制御してみた。図 4 はコンテナ内のエージェントのメッセージの流れを RMA のスニフ機能で可視化したものである。MA でメッセージが受信され, OA と SA にモーションの要求が行われ実機とシミュレーションが動作したことを確認した。(図 5)

4 おわりに

本研究のシステムにより, 一つのシステム上で SPC-101 の様々な動作を柔軟に制御できるようになった。コンテナ毎に SPC や他のシステムのエージェントを用意することで, 複数台の実機やシミュレーションの同時制御や情報家電やシステムとの連携が可能になった。また, メッセージに周囲の状況などの内容を含める事により, SPC を様々な状況に対して制御する事が可能となった。エージェントを利用する事でロボットを利用した様々なサービスの実現の可能性を探る事ができる。

参考文献

[1] ritsumeai.airlab.spc101 Java パッケージ
http://www.airlab.ics.ritsumeai.ac.jp/robot_platform/
 [2] Fabio Luigi Bellifemine, Giovanni Caire, Dominic Greenwood (2007), Developing Multi-Agent Systems with JADE, Wiley.