

ロボット用ミドルウェア

(独)産業技術総合研究所 知能システム研究部門

○末廣尚士、北垣高成、神徳徹雄、尹祐根、安藤慶昭

Middleware for Robot Technology

○Takashi SUEHIRO, Kosei KITAGAKI, Tetsuo KOTOKU, Woo-keun YOON and Noriaki ANDO

Intelligent Systems Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Abstract: This article introduces a middleware for robot technology: OpenRTM (Open Robot Technology Middleware), which we are developing to realize an open framework for modularization of robot technology, and overviews its features.

1. はじめに

一般にミドルウェアといえば、計算機の OS とアプリケーションプログラム間に位置するソフトウェアであり、アプリケーションプログラムの作成や実行を容易にするためのライブラリや GUI 環境などの様々なソフトウェア支援ツールを指す。したがってロボット用ミドルウェアといったとき、まずは、それを使うと「ロボットのアプリケーションプログラム、アプリケーションシステムが簡単に開発できる」ということが期待される。

そのような意味では、ロボットアーム用の制御プログラム、移動ロボット用のナビゲーション、ロボットビジョン用の視覚処理などのライブラリパッケージがロボット用ミドルウェアとして期待されるであろう。しかし、ここで問題になるのが、それらのミドルウェアの汎用性である。つまり、他の開発グループが自分たちのロボットを開発するときにそれらを利用することができるかということである。

実際ロボットシステムは様々なものがある。それを構成する機械的なハードウェアや電気的な接続も様々であり、制御する計算機のアーキテクチャ、OS、計算機言語も様々であり、それぞれのロボット開発グループ自身が使うためだけにミドルウェアを作成するのが精一杯というのが現状であろう。

個々の開発グループ内に留まらずロボットのアプリケーションプログラム、アプリケーションシステムが簡単に開発できるようにするためには、ハードウェアも含めたロボットシステムの構成要素をソフトウェア的にモジュール化し、それらの相互利用を可能とするオープンな枠組みを提供する必要がある。このような相互利用を可能にするというメタなレベルで枠組みを提供することができれば、それぞれが蓄積しているロボット技術をコンポーネント化して提供することで、新しい機能を持ったロボットシステムを簡単に作れるようになる。それにより現在は対応しきれていないユーザごとの個別にニーズに答えることができ、従来は、主に製造業分野に限られていたロボット産業が非製造業分野へと拡大して行くことが期待される。

本稿では、上記の視点からロボット技術のコンポーネント化を実現し相互利用を可能にするために我々が開発しているロボット用ミドルウェア OpenRTM について概要を説明する。

2. ロボット用ミドルウェア： OpenRTM

OpenRTM^{2,3)}は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」

(通称 RT^(注) ミドルウェアプロジェクト、2002-2005)で開発されたものである。その目的は、ロボットシステムを構成する要素を、ソフトウェア的にモジュール化し、それを部品として自由に組み合わせることにより、新しい機能を持ったロボットシステムを容易に構築できるようにするための基礎技術を確立することにある。

OpenRTM の大きな特徴はそのフレームワークとなる仕様と実装とを分離して考えているところにある。OpenRTM の仕様は、ロボットの機能要素を連携させて動作させロボットシステムを構築するための抽象的なインタフェースとその使い方を定める。それを満たすロボットの機能要素を RT コンポーネントと呼ぶ。RT コンポーネントは、その実装手段については規定されていない。仕様を満たしさえすれば RT コンポーネントとして互いに連携させることができる。もちろん仕様のみでは実際の RT コンポーネントを実現することはできない。産総研では、その一つの実装として OpenRTM-aist を作成して、RT コンポーネントの作成・運用を支援している。

2.1 RT コンポーネント

RT コンポーネントのフレームワークは、RT コンポーネント間の相互接続や再利用性を保証するための最低限のインタフェースの構造を定めるものであり、これを共有することによりそれぞれの RT 技術をモジュール化し、それを互いに共有することが可能となる。RT コンポーネントのフレームワーク自身は、その実装に関しては規定しない。つまり各メーカーは、RT コンポーネントを自分の好きなマシン、OS、言語を用いて実現できる。また、その実装の中身については外部に公開する必要はない。このように RT コンポーネントのフレームワークを共有することにより、実装の中身を公開することなくインタフェースの情報だけでロボットの要素技術を RT コンポーネントとして他者に提供することも可能となる。

RTコンポーネントの基本構造はFig.1 に示すように、コマンドインタフェース入力インタフェース出力インタフェースアクティビティ部から構成される。

アクティビティ部は、サーボ制御やセンサ処理など RT 要素の本来の活動を実現する部分であり、これ自身はインタフェースではない。しかし、この振舞を制御するための共通的なコマンドをコマンドインタフェースでサポートするという

注 ここでいう RT(Robot Technology) とは、「ロボット技術を活用した、実世界に働きかける機能を持つ知能化システム」に関する技術の総称である。すなわち移動ロボットやヒューマノイドロボットといった単体のロボットだけではなく、センサ、アクチュエータを分散配置させ、生活支援や介護を行なうといった一見ロボットには見えないがロボットの技術を広く包含するものである¹⁾。

点で、RT コンポーネントのフレームワークと深く係わっている。入出力インタフェースはアクティビティ部から他の RT コンポーネントと情報をやり取りするのに用いられる。出力インタフェースでは、直接データを要求する pull 型の同期通信とあらかじめサブスクライブすることによる push 型の非同期通信の両方をサポートしている。入力インタフェースは、push 型の非同期通信の受け口で、出力インタフェースへサブスクライブするときに push 先として指定される。コマンドインタフェースでは、コンポーネントの入出力インタフェースなどのコンポーネントに関する情報の取得やアクティビティ部の動作の切替えなど、入出力インタフェースで扱うよりも即応性が低いコンポーネントへの要求を扱う。

従来のネットワークロボット、情報家電や情報化ハウスなど IT 分野を中心として類似のミドルウェアの提案がいくつかなされているが、これらは、主に個々の機器にネットワーク越しにコマンドを送ることやストリーミングを行うことなどを中心に考えられている。OpenRTM では、コマンドフローとデータフローを明示的に分離し機器間の密な連携を意識した設計となっている。ネットワーク上のコンポーネントは互いに他のコンポーネントをあたかも自分の一部の機能であるかのように使用しロボットのサービスを行うことができる。

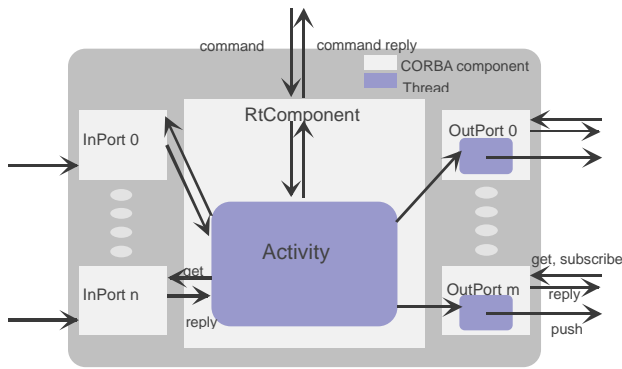


Fig.1 Structure of RT Component

2.2 OpenRTM-aist の概要

我々は OpenRTM の実装として OpenRTM-aist を開発し、以下の機能を実現している。

- ・ RT コンポーネントのプログラム作成支援
- ・ RT コンポーネントの実行支援
- ・ RT コンポーネントの接続、実行管理

以下に、これらの概要を述べる。

(1) RT コンポーネントのプログラム作成支援
RT コンポーネントのプログラム作成支援としては、RtComponent、InPort、OutPort のなどの CORBA オブジェクトの実装、RT コンポーネントのテンプレート生成がある。必要な入出力ポートを指定することにより RT コンポーネントのテンプレートが生成される。テンプレートでは、初期化状態、動作状態、終了処理状態などアクティビティ部の内部状態に応じた中身が空の関数が生成されている。ユーザはそこで実現したい機能をプログラムとして埋めてゆけば良いようになっている。

(2) RT コンポーネントの実行支援
OpenRTM-aist においては、RT コンポーネントを起動、停止するなどライフサイクルの管理、コンポーネントを検索するためのネームサーバへの登録などを一括して行うオブジェクトとしてコンポーネントマネージャを提供し、それを用いて RT コンポーネントの実行支援を実現している。また、マネー

ジャは生成したコンポーネントがネットワーク上の他のホストからも検索できるように、CORBA ネーミングサービスへコンポーネントの名前とオブジェクトリファレンスを登録する。

(3) RT コンポーネントの接続・実行管理
OpenRTM-aist には、コンポーネントの起動・接続などを行うための GUI ツール(RTCLink) が用意されている。これを用いることにより、開発段階で様々なコンポーネントをいろいろと組合わせてシステムの動作をチェックすることができる。

3. OpenRTM の応用例

RT コンポーネントを用いたロボットシステムの構築例としての 1 つとして、ロボットの遠隔操縦システムがある。このシステムでは、手先座標系で速度制御されたマニピュレータコンポーネント、マニピュレータ手首の力センサコンポーネント、マニピュレータへの指令を与えるジョイスティックコンポーネントなどのハードウェアと密接に結びついたコンポーネントを制御側をソフトウェアとして実現する制御コンポーネントを介して接続している。これにより力フィードバック制御されたマニピュレータに対してジョイスティックを用いて操縦をすることができる遠隔操縦システムが簡単に構築できている。また、人間型ロボットの腕も同じように RT コンポーネント化することにより同じシステムで遠隔操縦できる (Fig.2)。これらのシステムは、ARTLINUX という実時間 OS を利用することにより実時間制御を行っている。

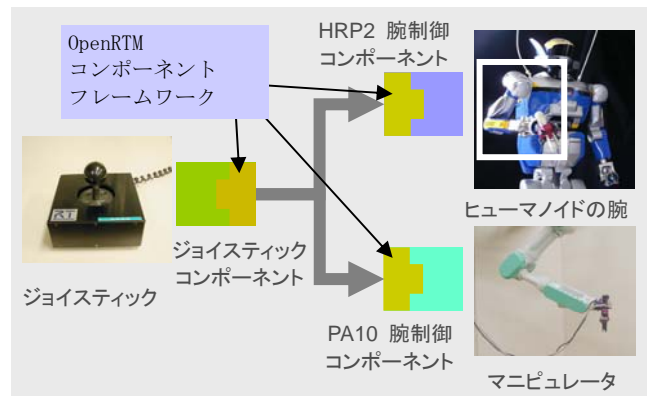


Fig. 2 Tele-operation System using RT Middleware

4. おわりに

本稿で述べた OpenRTM のコアである RT コンポーネントは現在 OMG (Object Management Group) においてその標準仕様を公募により策定しようとしている⁴⁾。標準仕様が制定されれば安定した相互運用性が保障される。今後は、これに基づき、ユーザニーズに応じたロボットシステムが社会に提供され、新しいロボット産業が展開されることを期待したい。

参考文献

- 1) 「平成 12 年度 21 世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」、(社)日本機械工業連合会、(社)日本ロボット工業会、(2001)。
- 2) 北垣、末廣、神徳、平井、谷江: 「RT ミドルウェア技術基盤の研究開発について-ロボット機能発現のために必要な要素技術開発-」、ロボティクスシンポジウム予稿集, pp487-492(2003)
- 3) <http://www.is.aist.go.jp/rt/>, OpenRTM-aist-0.2.0 デベロッパーズガイド、(2004)。
- 4) http://www.omg.org/public_schedule/, Robot Technology Components (RTCs), OMG document ptc/2005-09-01, (2005)。