

No. 04-4

ROBOMECH'04

2004 JSME Conference on Robotics and Mechatronics

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2004
【安心・安全な環境のための“スーパーものづくり”】

2004年6月18日(金)～20日(日)
名城大学(名古屋市天白区)

講演概要集



主催：社団法人 日本機械学会
ロボティクス・メカトロニクス部門



RT 複合コンポーネントおよびリアルタイムコンポーネントの実装 -RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発 (その 7)-

安藤慶昭 (産総研), 末廣尚士 (産総研), 北垣高成 (産総研)
神徳徹雄 (産総研), 尹祐根 (産総研)

Implementation of RT conjugated components and realtime component R & D of RT Middleware Fundamental Functions (Part 7)

*Noriaki ANDO (AIST), Takashi SUEHIRO (AIST), Kosei KITAGAKI (AIST),
Tetsuo KOTOKU (AIST) and Woo-keun YOON (AIST)

Abstract— We have developed a framework of RT-component which promotes application of Robot Technology (RT) in various field. In robot application, it is indispensable that two or more RT-components synchronize and work in the real time. In this paper, we propose an architecture to realize conjugated components working in a real-time thread.

Key Words: RT(Robot Technology), software component, middleware, robot system

1. はじめに

RT システムの構築を容易にするプラットフォーム、RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発を行っている。RT ミドルウェアは、ロボットシステムを構成するロボット技術要素 (Robot Technology, RT¹) をソフトウェア的にモジュール化するものである。モジュールの組み合わせにより、より複雑な機能を実現するシステムを構築し、ロボット技術の新たな応用分野を開拓することを目指している。

RT ミドルウェアは、既存のロボット技術を部品化し再利用を促進するための

- コンポーネントフレームワーク、
- 標準的に再利用されるソフトウェア部品群、
- ライブラリ群、
- 標準サービス群

などから構成される (図 1)。

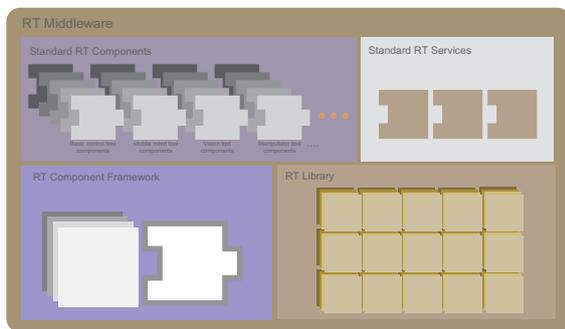


Fig.1 RT ミドルウェア

現在開発中のコンポーネントフレームワーク (=RT コンポーネント) には複数の機能が含まれている。本稿ではその内、複数のコンポーネントを協調させて利用するための機能に関する議論を行う。さらに、同一 CPU

¹RT (Robotic 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。移動ロボット、マニピュレータなどロボット単体のみならず、知能化空間など一見ロボットには見えないシステムも、RT の集合体とみなす¹⁾。

上で実行される複数のコンポーネントを同期させてリアルタイム化する手法に関して検討、プロトタイプを実装することで実現可能性の検証を行う。

2. RT コンポーネント

図 2 に RT コンポーネントのアーキテクチャを示す。

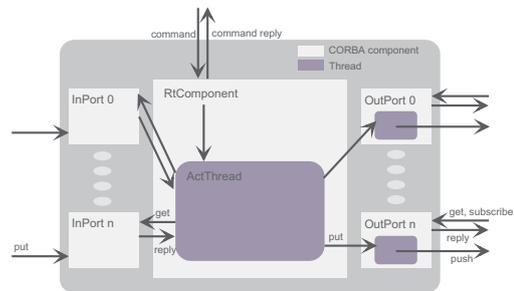


Fig.2 RT コンポーネント

RT コンポーネントはいくつかのオブジェクトから構成されており、大きく分けると以下の 3 つの部分から成る。

RtComponent RT コンポーネントの本体であり、外部とのやり取りを行うオブジェクトを持つ。処理の本質的部分は、アクティビティと呼ばれスレッドとして他とは独立に動作する。

InPort 他の RT コンポーネントからの出力を受け取りハンドリングする入力ポート。外部からデータを受け取り、適当に処理する。InPort の動作は数種類考えられ²⁾、それぞれの“実装”を用意することで実現する。

OutPort オブジェクト 他の RT コンポーネントへ処理結果を渡す出力ポート。受け取る側のコンポーネントから値を取得する pull 型のデータ出力と、サブスクライブすることにより受け取り側へ能動的にデータを送る push 型の動作がある。

ユーザは任意の入出力ポートを定義し、アクティビティに主たる処理を記述することにより、既存のソフ

トウェア資源を容易にコンポーネント化することが出来る。

2.1 アクティビティ状態遷移

図 4 にアクティビティ部の状態遷移を示す。アクティビティの状態には、init, ready, active, error, terminate の 5 つの状態がある。

init 初期化状態。ここでコンポーネントの各種初期化を行う。たとえば、センサの初期化、モータドライバの初期化あるいはコントローラの値の初期化などはここで行う。

ready コンポーネントがアクティブになる前の状態。他のコンポーネントとの接続などはこの状態で行う。

active コンポーネントがアクティブの状態。コンポーネントは他のコンポーネントからのデータを受け取り、処理しあるいは出力する。

error 何らかのエラー状態（ハード、ソフトともに）になるとこの状態に遷移する。他のコンポーネントとの通信は停止される。

terminate コンポーネントの終了処理を行う状態。適切な終了処理が行われた後にコンポーネントは停止する。

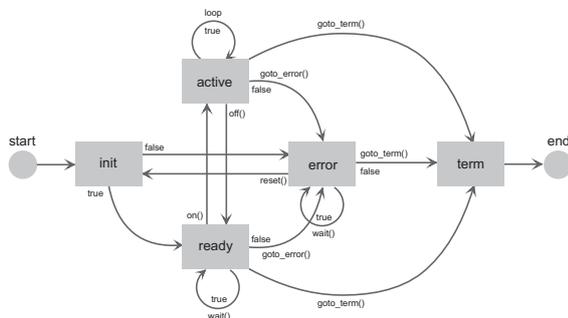


Fig.3 アクティビティ状態遷移

3. 複数のコンポーネントの協調

これまで、上記のコンポーネントフレームワークに基づいて、我々はいくつかのコンポーネントを実際作成し、実際のロボットを動作させるなどして検証を行ってきた³⁾。ロボット用プログラムにおいては、各種処理をリアルタイム動作させる必要が様々な場面で発生する。我々は、いくつかのコンポーネントのアクティビティを ART-Linux を用いてリアルタイム化し動作させ、単一コンポーネントレベルでのリアルタイム化も容易に可能であることも確認した。

しかしながら、コンポーネントの粒度によっては複数のコンポーネントを多数同期させリアルタイム化する必要がある。たとえば、マニピュレータと力センサをそれぞれ個別のコンポーネントとし、これら二つのコンポーネントを用いてマニピュレータの力制御を行おうとする場合には、現在の枠組みでは安定な力制御を行うことは出来ない。RT ミドルウェアは、まったく個別に作成されたコンポーネント同士を組み合わせる一つの RT システムが容易に構築できることを目指しており、複数のコンポーネントを同期させてリアルタイムで動作させる必要がある。

4. コンポーネントマネージャ

複数のコンポーネントのアクティビティを一つのリアルタイムループで実行する方法として、我々はコンポーネントをプラグインとして扱い、単一リアルタイムスレッドで実行する方法を提案する。そのための枠組みとして、コンポーネントマネージャを導入する。コンポーネントマネージャの機能で、本稿に関係あるものとしては以下のものが挙げられる。

- コンポーネントオブジェクトのロード
- コンポーネントのインスタンス化
- アクティビティスレッドの制御

5. リアルタイムスレッド

ここでは、アクティビティスレッドの制御機能として、コンポーネントを一つのリアルタイムスレッドで実行する枠組みのプロトタイプを ART-Linux 上に実装した。

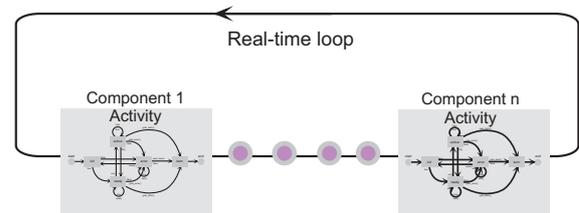


Fig.4 複合コンポーネントとリアルタイムスレッド

実験では空のアクティビティをスレッド内に順次組み込み、本機構のオーバーヘッドを推定する簡単な実験を行った。1ms のリアルタイムループのスレッドに、順次アクティビティを組み込んだ結果、70 個の空のアクティビティを実行した際の 1000 回あたりの平均ループ時間は 999.713 μ s、標準偏差は 0.486 μ s であった。71 以上のアクティビティを実行すると、1000 回あたりの平均ループ時間はおおよそ 1000 μ s であったものの、標準偏差は 31.61 μ s となり、性能の劣化が見られた。実際の使用に際しては、各アクティビティの実行時間の合計が、ループ時間内である必要があり、同時実行されるコンポーネント数も数個程度であることが想定されるため、モノリシックにプログラムを構成した際との性能差はほとんど無視できるものと考えられる。

6. おわりに

本稿では、複数の RT コンポーネントを複合コンポーネントとして利用するためのアーキテクチャについて検討を行った。また、プロトタイプを実装し、同一プロセス内で実行されるコンポーネントが単一リアルタイムスレッド内でリアルタイム動作させることにより有効性を確認した。今後は、リアルタイムスレッドはじめとする、複数のコンポーネントを統括するコンポーネントマネージャの実装を行い、実際のハードウェアを用いて実験を行い、実際の実時間制御等での利用可能性を検討する。

参考文献

- 1) 「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”, ロボティックスンポジア予稿集, pp.487-492, 2003.
- 3) 安藤, 末廣, 北垣, 神徳, 尹, 「RT 要素のモジュール化および RT コンポーネントの実装」, ロボティックスンポジア予稿集, pp.288-293, 2004.