

The 25th Annual Conference of
the Robotics Society of Japan



第25回 日本ロボット学会 学術講演会

講演概要集

- 会期 ▶ 2007年9月13 ~ 15日
- 会場 ▶ 千葉工業大学津田沼キャンパス
- 主催 ▶ (社)日本ロボット学会

OMG モデルに準拠した軽量 RT コンポーネント： RTComponent-Lite-0.4.0 の開発

鈴木喬(首都大) 大原賢一(産総研) 安藤慶昭(産総研)

和田一義(首都大) 大場光太郎(産総研) 谷江和雄(首都大)

The implementation of RTComponent-Lite-0.4.0 based on the OMG RTC

*Takashi SUZUKI, Tokyo Met. Univ. Kenichi OHARA, AIST, Noriaki ANDO, AIST,

Kazuyoshi WADA, Tokyo Met. Univ. Kotaro OHBA, AIST, Kazuo TANIE, Tokyo Met. Univ.

Abstract - In ubiquitous robot system with various sensors and actuators, many embedded devices are distributed on network. In such system, more light-weight middleware is needed. we proposed new framework "RT-Component-Lite". In this paper, new version of RTComponent-Lite based on OpenRTM-aist-0.4.0 and new functions of RTComponent-Lite are proposed.

Key Words: RT (Robot Technology), Middleware, RT-Middleware, embedded device, RTC-Lite

1. はじめに

著者らは、ロボット機能要素をRTコンポーネントと呼ばれる構成要素としてモジュール化し、その組み合わせによりロボットシステムを容易に構築する為のプラットフォームとしてRTミドルウェアを提案してきた。また、その実装OpenRTM-aist-0.2.0および、OMG標準[1]に準拠した実装OpenRTM-aist-0.4.0[2]を公開してきた。

一方、RTミドルウェアの応用として、多数のセンサ等を分散配置し、人やロボットに対するサービスを提供する知能化空間等が考えられる。こうしたシステムにおいては一般に、分散されるモジュールの粒度は小さく、その制御にはリソースの乏しい組み込みCPUが利用されることが多い[3]。

著者らは、直接RTミドルウェアを動作させることが困難なリソースの乏しいCPUを持つデバイスでも他のRTコンポーネントと協調させる方法としてRTComponent-Liteを提案してきた[4]。

本稿では、OpenRTM-aist-0.4.0において大幅な変更が加えられたオブジェクトモデルに対応したRTC-Liteを実装すると共に、組込機器特有の問題を解決するために追加された新たな機能とその有効性を示す。

2. 軽量版コンポーネント:RTC-Lite の概要

CORBA上に実装されたRTミドルウェアでは、リソースの乏しいデバイス上にそのまま実装することは困難であった。そこで、筆者らは、こうした組込み機器でもRTミドルウェアネットワークに参加する枠組みとしてRTC-Liteを提案してきた[4]。

RTC-Liteは、従来のRTコンポーネントを、図1のように2つのパート、1)サーバ上で動作するプロキシコンポーネントと、2)デバイス上に実装される

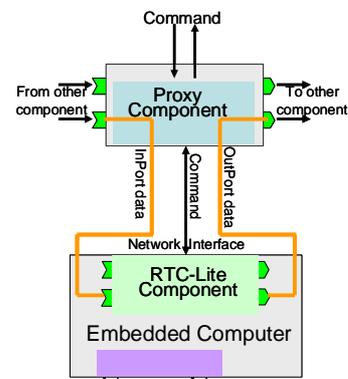


Fig.1 RTC-Lite and Proxy Component

Header 1byte	Cmdnd0 1byte	Cmdnd1 1byte	Data 0~Nbyte	Checksum 1byte
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-------------------

Header	ヘッダ
Command0	RTCオブジェクト選択コマンド
Command1	オブジェクトコマンド
Data	引数をマージングしたデータ
Parity	パリティ

Fig.2 RTC-Lite Protocol

RTC-Lite コンポーネントで構成される。それぞれのパートでは

- 1) 通常の RT コンポーネントとの通信部分
- 2) RT コンポーネントのオブジェクトモデル (In/OutPort や Activity)

が実装されている。RTC-Lite コンポーネントとプロキシコンポーネント間を図2に示す簡易プロトコルで通信することにより、RTC-Lite コンポーネントがあたかも、1つのRTコンポーネントのように振る舞い、RTミドルウェアにより統合可能になる。

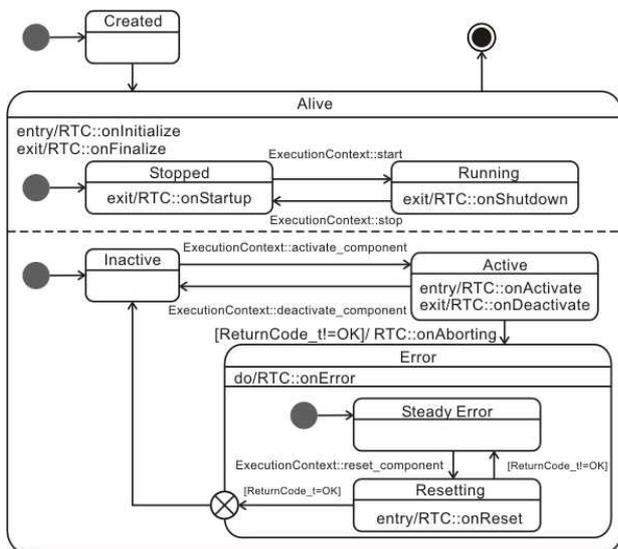


Fig.3 RTC's state machine diagram.

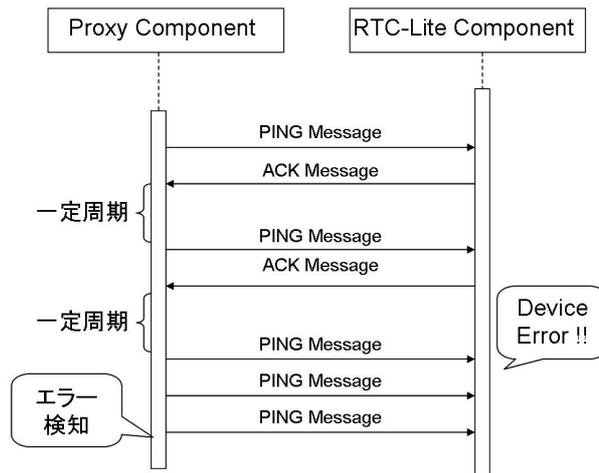


Fig.4 sequence between Proxy component and RTC-Lite component

Table.1 Activity:OpenRTM-aist 0.2.0 and 0.4.0

0.2.0	0.4.0	処理
rtc_init_entry()	onInitialize	初期化処理
rtc_ready_xxx()	なし	
rtc_starting_entry	onActivated	アクティブ化される時1度だけ呼ばれる
rtc_active_entry	なし	
rtc_active_do	onExecute	アクティブ状態時に周期的に呼ばれる
rtc_active_exit	なし	
rtc_stopping_entry	onDeactivated	非アクティブ化される時1度だけ呼ばれる
rtc_aborting_entry	onAborting	ERROR状態に入る前に1度だけ呼ばれる
なし	onReset	resetされる時に1度だけ呼ばれる
rtc_error_entry	なし	
rtc_error_do	onError	ERROR状態のときに周期的に呼ばれる
rtc_error_exit	なし	
rtc_fatal_error_xxx	なし	
rtc_exiting_entry	onFinalize	終了時に1度だけ呼ばれる

上述した考え方に基づき、PICおよびH8といったリソースの乏しいCPU上で動作するRTC-Liteの実装を行い、幾つかのセンサやロボットに適用し有効性を示した[5, 6]。

このたび、OMGの標準仕様に準拠した新たなRTミドルウェア（OpenRTM-aist-0.4.0）がリリースされ、これに伴いRTコンポーネントのオブジェクトモデルが大幅に変更された。

RTC-LiteはRTコンポーネントのオブジェクトモデルをデバイス側とプロキシ側を適切に分割することで実現されている。新たなオブジェクトモデルに対応するため、モデルの変更点に着目しつつRTC-Liteの構造の再検討を行った。

3. RTC-Lite-0.4.0の概要

3.1 RTC-Lite-0.4.0における変更点

OpenRTM-0.4.0では、主に以下の点の変更及び追加された。

- 1) 内部状態遷移及び実行主体（Execution Context）
- 2) 外部との相互作用を行うPort（データポート/サービスポート）

ここでは特に1)について実装を行なう。

OpenRTM-aist-0.2.0で規定されていたActivityはOMG標準仕様ではComponent Actionと呼ばれ、状態遷移についても変更がなされた。さらに、以前はコンポーネントと一体であった実行主体部分（実装においてはスレッドに相当する部分）がExecution Contextとして明示的に分離された。

図3にOMG標準におけるRTコンポーネントの状態遷移を示す。Execution Contextは、スレッド動作状態に相当するRunning状態と、スレッドの停止状態に相当するStopped状態を持つ。以前定義されていた過渡状態（Initializing, Starting, Stopping, Aborting, Exiting）は縮退し、各状態のアクションは図中のon_initialize, on_activate, on_deactivate, on_aborting, on_finalizeに割り当てられた。Ready, Active, Error状態はそれぞれInactive, Active, Error状態に割り当てられた（表1）。

上述した変更箇所に着目し、図3中の状態遷移モデルをデバイス側で実装可能な形式に移植した。各状態はProxyComponent側の状態遷移にマッピングされている。例えば、通常のRTコンポーネントの操作と同様に、RTコンポーネントを操作するGUI(RTCLink)上でRTC-Liteコンポーネントを操作する(InactiveからActiveにする)とデバイス側に実装されている状態モデルもActiveへと遷移をする。従って、コンポーネントデベロッパはデバイス側に各状態での動作を記述するだけでよい。

3.2 RTC-Lite-0.4.0における追加機能

RTC-Liteを無線ネットワークノードなどに利用することを考えた場合、無線通信のような不安定な通信路では、ノードの通信状態を常に監視する必要がある。そこで、プロキシコンポーネントが定期的にデバイス側の通信状態を監視する機構を新たに追加した。

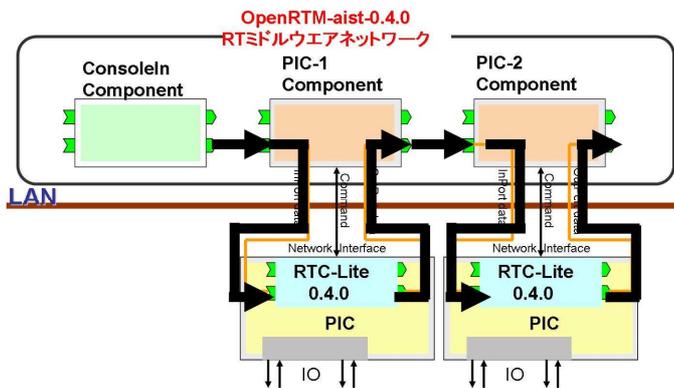
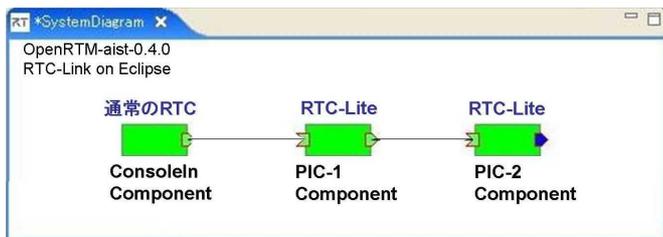


Fig.6 Experimental system (Data flow)

プロキシコンポーネントは一定周期ごとにデバイス側に対して PING(ネットワーク疎通を確認する為の信号)を送信する。デバイス側からの応答が無かった場合は複数回 PING を送信し、それでも応答が無かった場合は、デバイス側が致命的なエラー状態と判断する機能である(図 4)。

以前の RTC-Lite はデバイス側がエラーを返すことでプロキシコンポーネントがデバイスのエラーを検知する機能(受動的検知機能)は有していた。追加した機能は、デバイス側がエラーを返すことの出来ないような予期せぬ状態(急に電源が落ちてしまう等)や、通信不可能な状態においてもプロキシコンポーネント側で検知(能動的検知機能)することが可能である。この機能を利用することで、デバイスに致命的なエラーが発生した場合も、RT ミドルウェア上で動的にコンポーネントを削除することが可能となる。さらには、無線ネットワークノードのような不安定なネットワーク上でも、ノード間通信の状態を常に監視することが可能となる。

3.3 RTC-Lite-0.4.0 の動作確認

RTC-Lite-0.4.0 の動作確認の為に簡単な接続実験を行った。コンポーネントは通常の RT コンポーネント「ConsoleInComponent」と、PIC 上に実装した 2 つの RTC-Lite コンポーネントの計 3 つのコンポーネントを図 5 のように接続し実験を行った。

ここで、ConsoleInComponent はコンソールから入力した値を OutPort から出力するコンポーネントであり、検証のため作成した RTC-Lite コンポーネント

は InPort からのデータを OutPort から出力するコンポーネントである。図 6 にコンポーネント間のデータの流れを示す。ConsoleIn コンポーネントから出力されたデータはプロキシコンポーネントの InPort を経由してデバイス側の RTC-Lite コンポーネントが受け取る。受け取ったデータはプロキシコンポーネントを経由して OutPort から出力する。

結果、OpenRTM-0.4.0 上の通常の RT コンポーネントと同等に RTC-Lite コンポーネントが動作することを確認した。

また、追加した機能を検証する為に、RTC-Lite コンポーネント起動中にデバイス側の電源を切断するという実験を行った。デバイス側の電源切断後、プロキシコンポーネント側からデバイスのエラー状態の検出を確認した。

4. 終わりに

本稿では、OMG 標準に準拠した OpenRTM-0.4.0 上に RTC-Lite を移植した RTC-Lite-0.4.0 について述べた。今後は OpenRTM-0.4.0 に実装されている他の機能について検討を行い適宜追加する他、さまざまな組込み機器への実装を行っていく。

参考文献

- [1] 安藤慶昭, 神徳徹雄, 末廣尚士, 北垣高成: "OMG RTC 標準仕様に準拠した RT ミドルウェアの実装 -OpenRTM-aist-0.4.0 の新機能の紹介", 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007, p.1P1-A02, 2007.06
- [2] OpenRTM-aist :<http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM-aist/>
- [3] 大原賢一, 大場光太郎, 金奉根, 谷川民生, 平井成興: "コピキタス・ロボットにおける機能分散に関する検討", 日本ロボット学会学術講演会予稿集, p.2B21, 2005
- [4] 安藤慶昭, 鈴木喬, 稲垣学, 大原賢一, 大場光太郎, 谷江和雄: "組込み機器のための軽量 RT コンポーネント: RTComponent-Lite", 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 2005, pp.969-970, 2005
- [5] 稲垣学, 鈴木喬, 大原賢一, 安藤慶昭, 谷川民生, 大場光太郎, 平井成興, 水川真, 谷江和雄, "RT コンポーネント化された組込み CPU を用いた移動台車制御" SI2005, 2005.12.16
- [6] 鈴木喬, 安藤慶昭, 稲垣学, 大原賢一, 大場光太郎, 谷江和雄: "多様な組込み機器で動作する RTComponent-Lite の開発", 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2006, p.1P1-C35, 2006.06
- [7] 鈴木喬, 大原賢一, 安藤慶昭, 大場光太郎, 谷江和雄: "RT ミドルウェアを適用したロボット機能要素の分散制御", 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 2006(SI2006), p.1B3_6, 2006.12