

第7回（社）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

7th SICE System Integration Division  
Annual Conference

SICE  
SI 2006

講演概要集

**SICE**<sup>®</sup>



2006. 12. 14-17 札幌コンベンションセンター

# 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

鈴木 喬<sup>1</sup>, 大原 賢一<sup>2</sup>, 安藤 慶昭<sup>3</sup>, 大場 光太郎<sup>3</sup>, 谷江 和雄<sup>1</sup>

## Distributed Control of Robot Functions using RT-Middleware

○Takashi SUZUKI<sup>1</sup>, Kenichi OHARA<sup>2</sup>, Noriaki ANDO<sup>3</sup>, Kohtaro OHBA<sup>3</sup>, and Kazuo TANIE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京 Tokyo Metropolitan University    <sup>2</sup> 筑波大学 University of Tsukuba

<sup>3</sup> 産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science And Technology (AIST)

**Abstract**—In the ubiquitous robot system, various embedded devices(ex. sensors, actuators, and computers) are distributed and networked. Ubiquitous Functions Activation Module(UFAM) has been developed in our research group as one of key device for ubiquitous robots. UFAM has a relatively low performance micro processor, therefore light weight middleware is needed for improving reusability. In this paper, the application of RTC-Lite to UFAM is discussed.

**Key Words:** Ubiquitous Robotics, Ubiquitous Functions Activation Module, RTC-Lite, RT-Middleware

### 1. はじめに

我々は、コンピュータやセンサ、さらにはアクチュエータなどのロボットを構成する機能要素を空間内に分散配置することにより人やパーソナルロボットに対して情報的かつ物理的な支援をする“ユビキタス・ロボット”を提案している[1]。ユビキタス・ロボットでは、多くのセンサやアクチュエータ等が分散配置され、それらがネットワークを介して結びついたシステムになる。これらを管理・統合するには、柔軟かつ拡張性の高いソフトウェアが必要となる。このような観点から、我々はユビキタス・ロボットへの RT ミドルウェア[2,3]の適用を行ってきた[4]。

ユビキタス・ロボットの枠組みでは、空間に分散される機能要素はリソースの乏しいデバイス (ex. Microchip PIC, ルネサス H8 等) であると想定される。そこで、このようなリソースの乏しいデバイスを RT ミドルウェアネットワークに参加させる枠組みとして軽量コンポーネント (RTC-Lite) を提案し、PIC と H8 に対して実装を行った[4]。しかしながら、ユビキタス・ロボットでは、無線ネットワークノードのようなコミュニケーションデバイス(空間機能モジュール:UFAM)を用いた各機能要素の協調も議論されている[1]。このような無線ネットワークノードを用いることで、ロボット要素の増設等に柔軟に対応できる。このような観点から、無線ネットワークノードを RT ミドルウェアネットワークに組み込むことは有用であると考えられる。

本稿では、UFAM に対して RTC-Lite を適用する事で、無線ネットワークに対しての RTC-Lite の有効性を検証する。その上で、RTC-Lite に必要な機能について議論を行い、RTC-Lite の機能拡張及び変更について考察する。

### 2. 軽量版コンポーネント: RTC-Lite

ここでは、リソースの乏しい小型デバイスが 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 について言及する。さらに、無線ネットワークノードに対して RTC-Lite を適用する上での問題点を整理し、RTC-Lite の機能拡張及び改良について提案する。

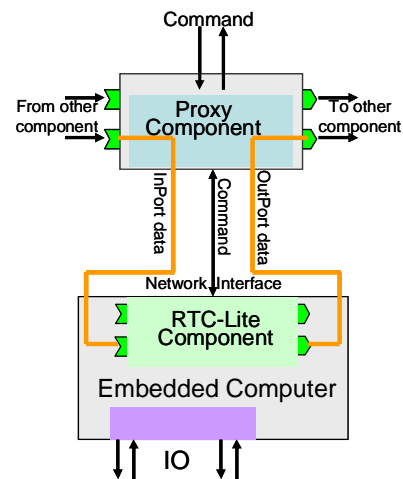


Fig.1 RTComponent Lite and Proxy Component

### 2.1 現状の RTC-Lite

リソースの乏しいデバイスに対し、現状の CORBA に依存した RT ミドルウェアをそのまま実装することは出来ない。これらを RT ミドルウェアネットワークに参加させる枠組みとして、我々は RTC-Lite を提案した[4]。

RTC-Lite は従来の RT コンポーネントをサーバ上で動作するプロキシコンポーネントとデバイス上に実装される RTC-Lite コンポーネントの二つに切り分ける事で (図 1), RT ミドルウェアネットワークに参加する手法である。図 2 にプロキシコンポーネントとデバイス上のプログラム間のプロトコルを示す。

### 2.2 空間機能モジュールへの適用

#### 2.2.1 空間機能モジュール

我々は、空間に分散された機能要素の協調する為の手段として、無線通信機能とシンプルな入出力機能を有したコミュニケーションデバイス: 空間機能モジュール (UFAM) を提案している。UFAM の概観を図 3 に、UFAM の仕様を表 1 に示す。このような仕様をもつ UFAM では、低消費電力 (3V

Header 1byte	Cmnd0 1byte	Cmnd1 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	引数をマーシャリングしたデータ
Parity	パリティ

Fig.2 RTC-Lite Protocol

のボタン電池で約1年駆動), 入出力機能, 無線の送受信機能, 長い通信距離(約10メートル)といった機能を実現している. こういった無線ネットワークノードに対して, RTC-Liteを適用する事で, RTミドルウェアネットワークに参加する為の方法を提案する.

Table.1 Specification of the UFAM

CPU	PIC16F627A
CLOCK	4MHz
Frequency Band	303.2MHz
Baud rate(RX/TX)	9600bps
I/O Device	Switch, LED
Free I/O port	I/O(4bit)
Battery	3V(Button Type)

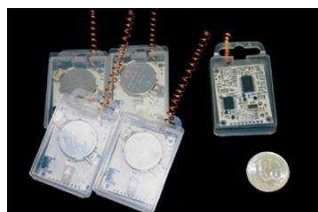


Fig.3 UFAM

### 2.2.2 RTC-Lite For UFAM

UFAMはPCと接続されたシンクノードと, 無線ネットワーク上に分散されたエンドノードで構成する事が出来る. そこで, UFAMに対してRTC-Liteの枠組みを利用したコンポーネントモデルを図4に示す. プロキシコンポーネントはシンクノードをブリッジとして, エンドノードに対しデータを送受信する.

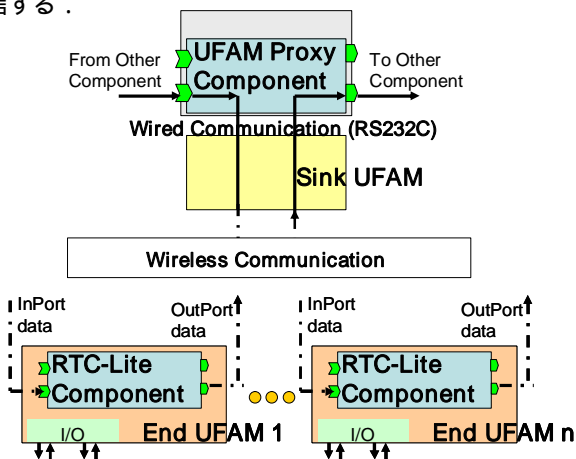


Fig.4 Design of RTC-L for UFAM

UFAMの無線通信は, 有線の通信とは異なり, (1)一度に送る事のできるデータ量に制限がある, (2)信頼性の低い不安定な通信路である, といった特性がある. こうした特性を考慮した上で, RTC-Liteとプロキシコンポーネント間のプロトコルを設計する必要がある. そこで, 図5に示すプロトコルを新たに定めた.

(1)のような理由から, (a), (b)のようにデータ量の多いデータを複数回に分けて送る事が出来るようなプロトコルを新たに定めた. これにより, 一回の送受信のデータ量を制限することが可能である. (c)は, 通常のコマンド送受信時のプロトコルである. また, (2)の理由から(d)のようにエンド

ノードはACKをプロキシコンポーネントに対して返す.

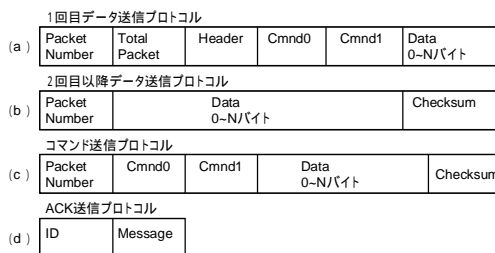


Fig.5 Protocol of RTC-Lite for UFAM

現状のRTC-Liteは, プロキシコンポーネントからの要求に応じてデータを受動的に送受信する仕組みになっており(図6), 能動的にデータを送ることは出来ない. しかしながら, 不安定なネットワーク上で, エンドノードの状態を監視する為には, 能動的なデータ送受信も必要である. また, エンドノードが能動的にデータを送信することが出来ると, 例えば, センサデータをイベントとしてデータを送信することも可能となる. そこで, RTC-Liteの機能として, 能動的なデータ送受信をする仕組みを新たに追加する必要がある.

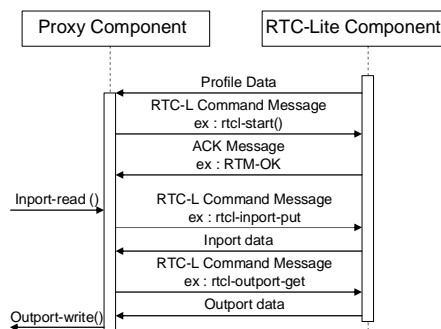


Fig.6 sequence between Proxy component and RTC-L component

以上のような2つの枠組み(Protocol, RTC-Lite機能拡張)でUFAMに対してRTC-Liteを適用することが可能である.

### 3. 終わりに

本稿では, UFAMをRTミドルウェアネットワークに参加させる枠組みについて検討した. 2つの枠組み(Protocol, RTC-Lite機能拡張)でUFAMに対してRTC-Liteを適用することでUFAMはRTミドルウェアネットワークに参加することができ, ネットワーク上の通常のRTコンポーネントと相互接続が可能になる. 今後は実際のデバイスに新たなプロトコルを実装し, パフォーマンスや信頼性の評価を行う.

#### 参考文献

- [1] 大原賢一, 大場光太郎, 金奉根, 谷川民生, 平井成興, “コビキタス・ロボットにおける機能分散に関する検討”, 第23回日本ロボット学会学術講演会予稿集, p.2B21 2005.9
- [2] OpenRTM: [http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM\\_aist\\_Tutorial/](http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM_aist_Tutorial/)
- [3] N.Ando, T.Suehiro, K.Kitagaki, T.Kotoku, and W.K.Yppn, “RT-Middleware: Distributed Component middleware for rt(robot technology)”, Proc.2005 IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems, pp.3555-3560, 2005.
- [4] 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RTCComponent-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2005, p.1P1-C35, 2006.6