RTミドルウエア講習会

日時：2014年6月26日
場所：中央大学

第1部 OpenRTM-aistの概要

（独）産業技術総合研究所
知能システム研究部門
ディペンダブルシステム研究グループ
原　功

RTとは?

- RT = Robot Technology　cf. IT
  - ≠Real-time
  - 単体のロボットだけでなく、さまざまなロボット技術に基づく機能要素をも含む (センサ、アクチュエータ, 制御スキーム、アルゴリズム、etc….)

産総研版RTミドルウエア

OpenRTM-aist

- RT-Middleware
  - RT要素のインテグレーションのためのミドルウエア
- RT-Component
  - RT-Middlewareにおけるソフトウエアの基本単位

RTミドルウエアとは

Joystick

Joystick
software

Robot Arm
Control software

Robot Arm

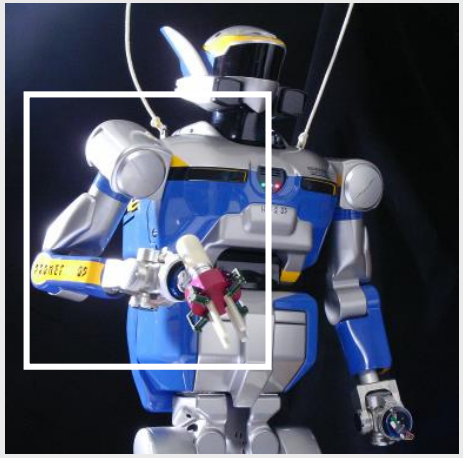
互換性のあるインターフェース同士は接続可能

RTミドルウエアとは

Joystick

Joystick
software

Humanoid's Arm
Control software



Humanoid's Arm

Robot Arm
Control software

Robot Arm

ロボットによって、インターフェースは色々
互換性が無ければつながらない

RTミドルウエア

RTミドルウエアは別々に作られたソフトウエアモジュール同士を繋ぐための共通インターフェースを提供する

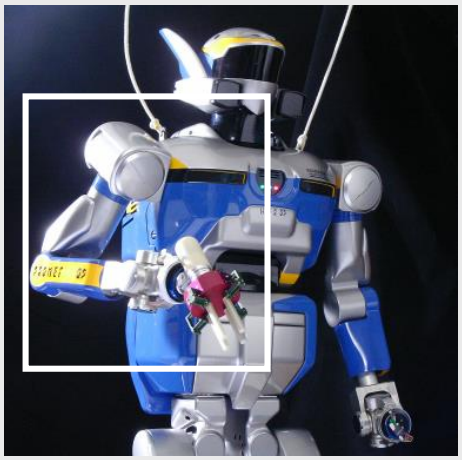
Joystick

Joystick software

compatible arm interfaces

Arm A Control software

Arm B Control software



Humanoid's Arm

Robot Arm

ソフトウエアの再利用性の向上
RTシステム構築が容易になる

ミドルウエア、コンポーネント、etc…

- ミドルウエア
  - OSとアプリケーション層の中間に位置し、特定の用途に対して利便性、抽象化向上のために種々の機能を提供するソフトウエア
  - 例：RDBMS、ORB等。定義は結構曖昧
- 分散オブジェクト（ミドルウエア）
  - 分散環境において、リモートのオブジェクトに対して透過的アクセスを提供する仕組み
  - 例：CORBA、Java RMI、DCOM等
- コンポーネント
  - 再利用可能なソフトウエアの断片（例えばモジュール）であり、内部の詳細機能にアクセスするための（シンタクス・セマンティクスともにきちんと定義された）インターフェースセットをもち、外部に対してはそのインターフェースを介してある種の機能を提供するモジュール。
- CBSD（Component Based Software Development）
  - ソフトウエア・システムを構築する際の基本構成要素をコンポーネントとして構成するソフトウエア開発手法

モジュール化のメリット

- 再利用性の向上
  - 同じコンポーネントをいろいろなシステムに使いまわせる
- 選択肢の多様化
  - 同じ機能を持つ複数のモジュールを試すことができる
- 柔軟性の向上
  - モジュール接続構成かえるだけで様々なシステムを構築できる
- 信頼性の向上
  - モジュール単位でテスト可能なため信頼性が向上する
- 堅牢性の向上
  - システムがモジュールで分割されているので、一つの問題が全体に波及しにくい

RTコンポーネント化のメリット

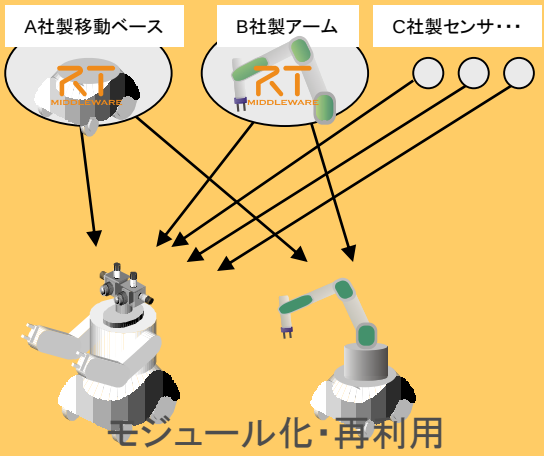
モジュール化のメリットに加えて

- ソフトウエアパターンを提供
  - ロボットに特有のソフトウエアパターンを提供することで、体系的なシステム構築が可能
- フレームワークの提供
  - フレームワークが提供されているので、コアのロジックに集中できる
- 分散ミドルウエア
  - ロボット体内LANやネットワークロボットなど、分散システムを容易に構築可能

RTミドルウェアの目的

モジュール化による問題解決

コストの問題

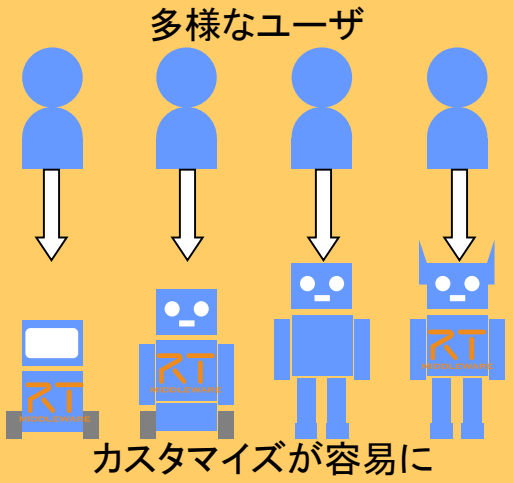


ロボットの低コスト化

技術の問題

最新技術を利用可能

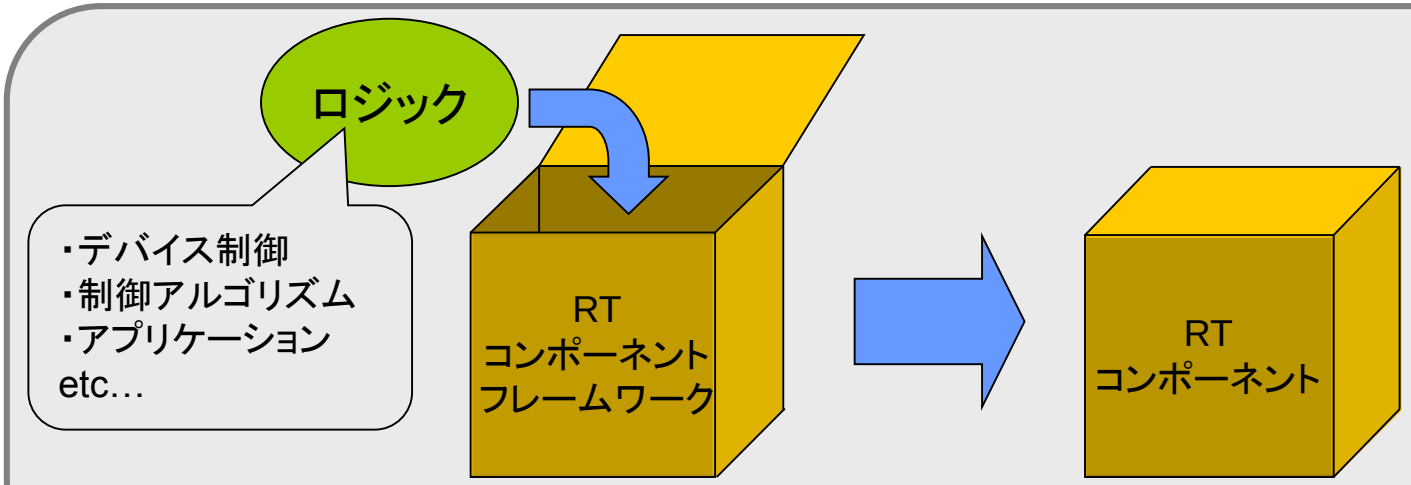
ニーズの問題



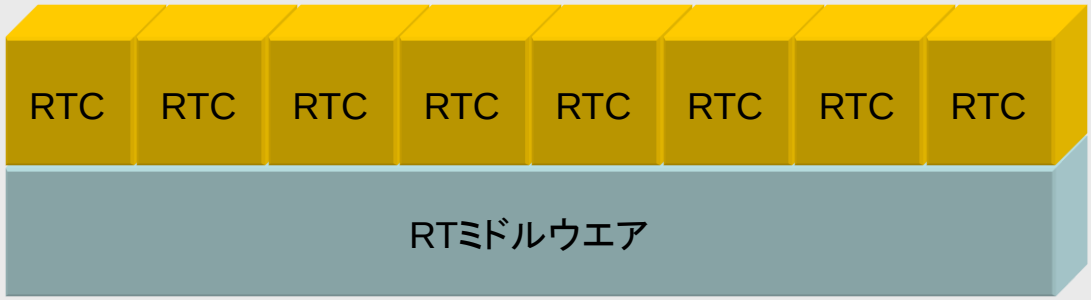
多様なニーズに対応

ロボットシステムインテグレーションのイノベーション

RTミドルウエアとRTコンポーネント



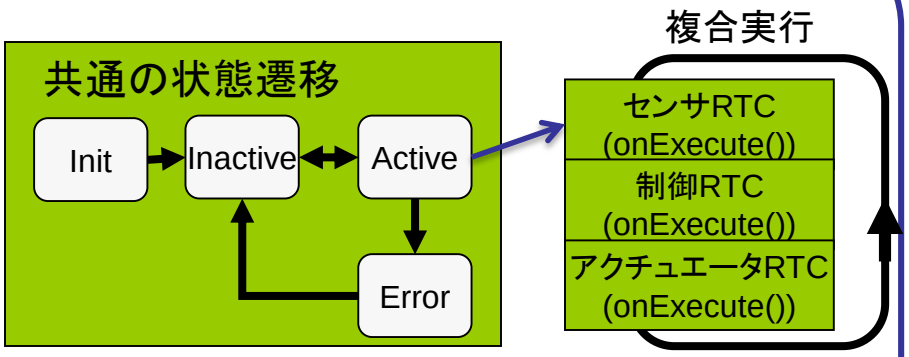
ロジックを箱（フレームワーク）に入れたもの＝RTコンポーネント（RTC）



RTCの実行環境（OSのようなもの）＝RTミドルウエア（RTM）
※RTCはネットワーク上に分散可能

RTコンポーネントの主な機能

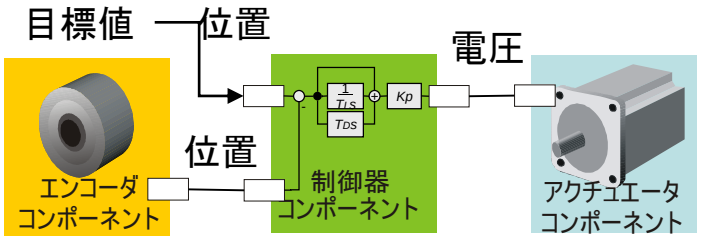
アクティビティ・実行コンテキスト



ライフサイクルの管理・コアロジックの実行

データポート

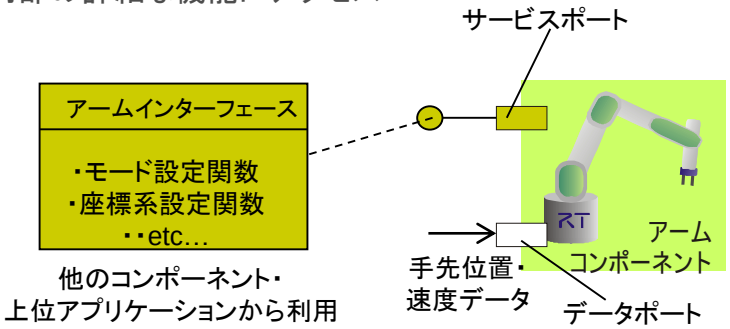
- データ指向ポート
- 連続的なデータの送受信
- 同じデータ型のポート同士接続可能
- 動的に接続・切断可能



データ指向通信機能

サービスポート

- 任意に定義可能なインターフェースを持つポート
- 内部の詳細な機能にアクセス

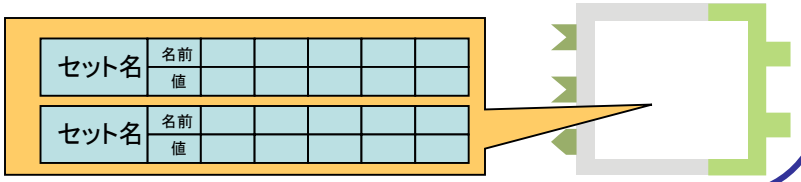


サービス指向相互作用機能

コンフィグレーション

- 内部パラメータを管理
- コンフィギュレーションセット
  - セット名、名前：値のリスト
    - 複数のセットを保持
    - セットを切替可能

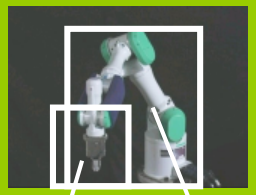
複数のセットを
動作時に
切り替えて
使用可能



RTミドルウエアによるシステム構築例

RTMにより、ネットワーク上に分散するRTCをOS・言語の壁を越えて接続することができる。

ロボットA



RTC | RTC
RTM
Solaris

ロボットB

RTC | RTC
RTM
FreeBSD

ロボットC

RTC | RTC | RTC
RTM
ARTLinux

ネットワーク

Linux
RTM
RTC | RTC

アプリケーション

Windows
RTM
RTC | RTC

操作デバイス

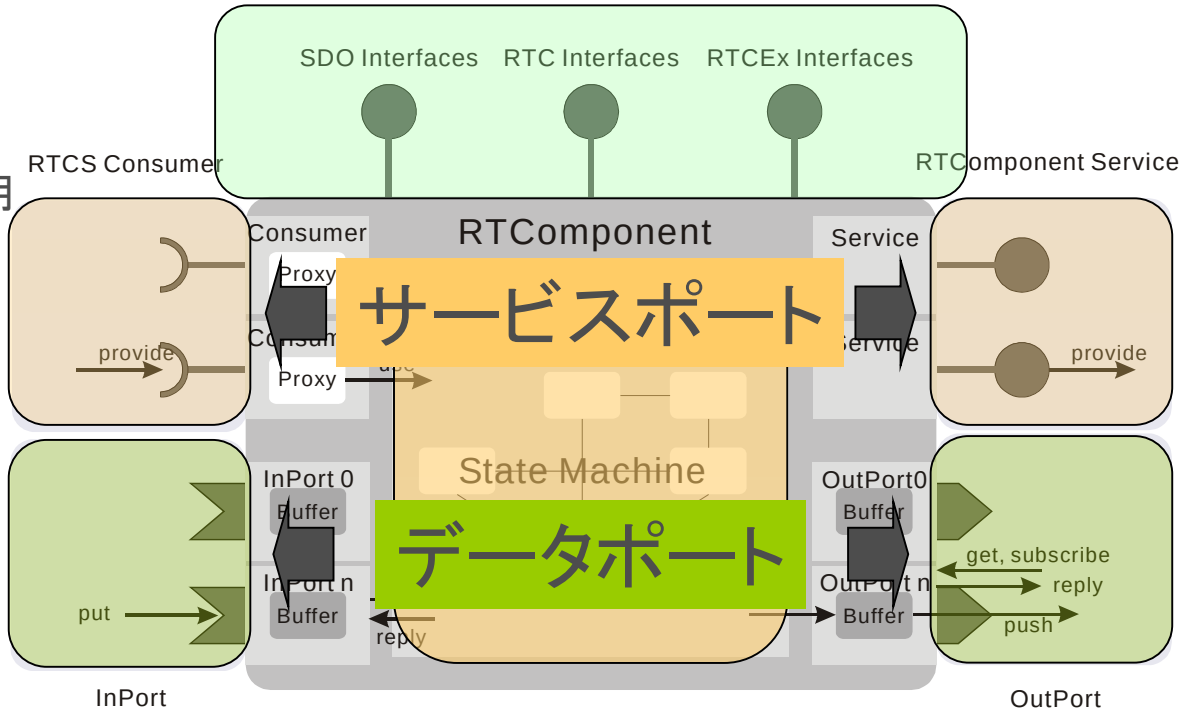
TRON
RTM
RTC | RTC

センサ

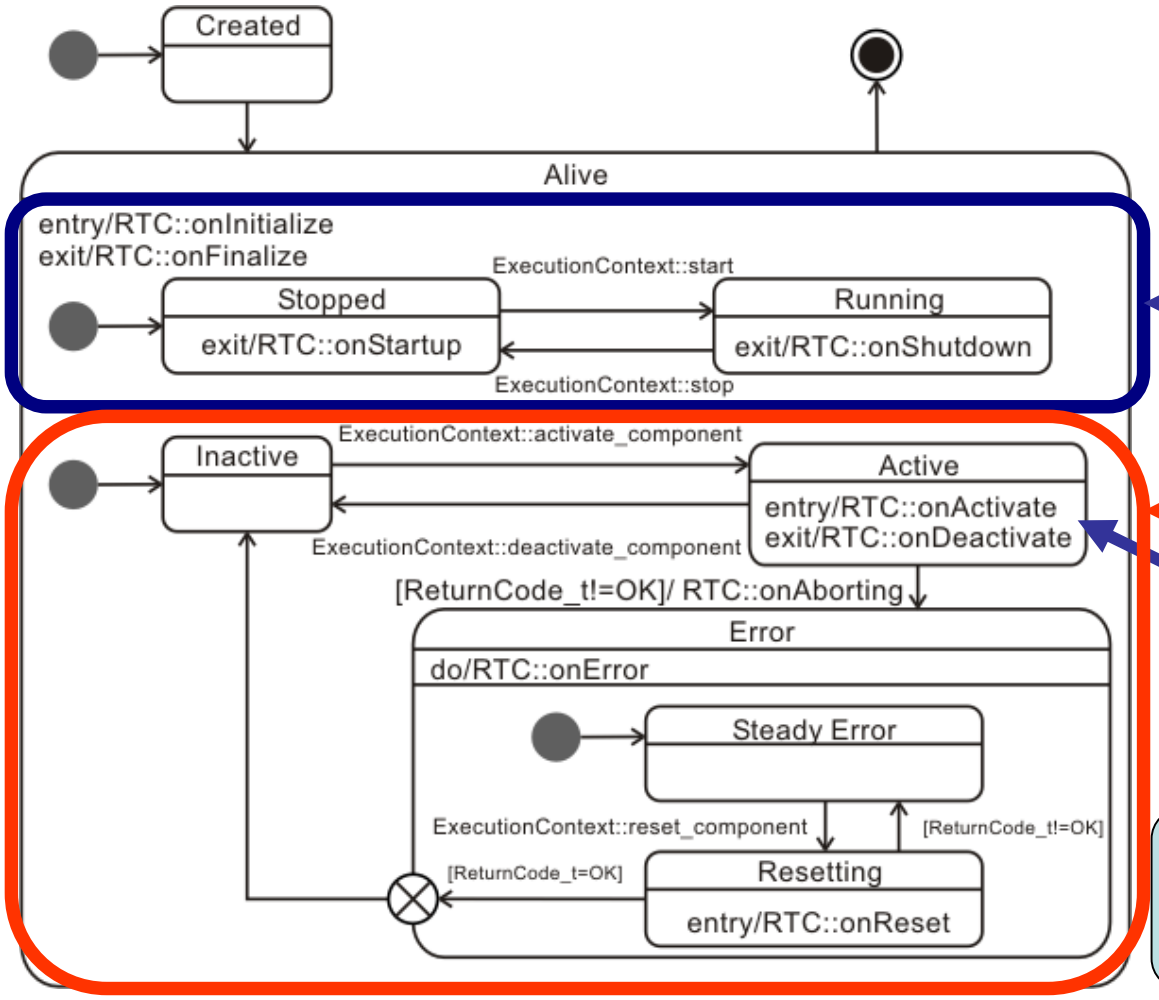
RTC同士の接続は、プログラム実行中に動的に行うことが出来る。

RTコンポーネントアーキテクチャ

- メタ情報取得
  - プロファイル
  - どんなコンポーネントか？
- アクティビティ
  - ユーザ定義ロジックの実行
- データポート
  - Data Centric な相互作用
- サービスポート
  - request/response型相互作用
- コンフィギュレーション
  - ユーザ定義の設定



コンポーネント内の状態遷移



ユーザがあまり
意識しなくてよい部分

コンポーネント開発時に
必要な部分

ActiveDo/RTC::onExecuteはここに入る
（DataFlow型のコンポーネントのとき）

コールバック関数

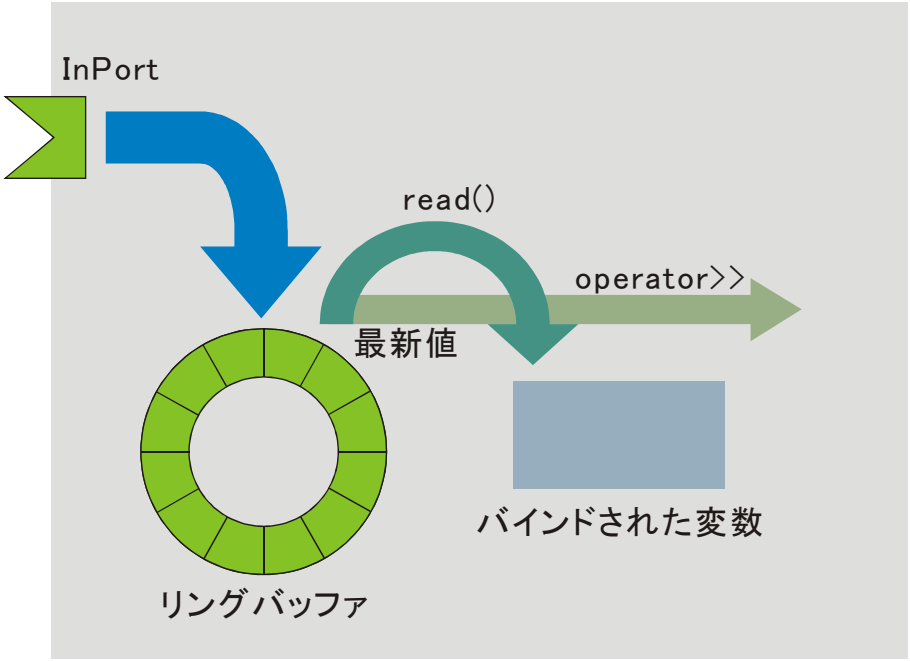
RTCの作成＝コールバック関数に処理を埋め込む

コールバック関数	処理
onInitialize	初期化処理
onActivated	アクティブ化されるとき1度だけ呼ばれる
onExecute	アクティブ状態時に周期的に呼ばれる
onDeactivated	非アクティブ化されるとき1度だけ呼ばれる
onAborting	ERROR状態に入る前に1度だけ呼ばれる
onReset	resetされる時に1度だけ呼ばれる
onError	ERROR状態のときに周期的に呼ばれる
onFinalize	終了時に1度だけ呼ばれる
onStateUpdate	onExecuteの後毎回呼ばれる
onRateChanged	ExecutionContextのrateが変更されたとき1度だけ呼ばれる
onStartup	ExecutionContextが実行を開始するとき1度だけ呼ばれる
onShutdown	ExecutionContextが実行を停止するとき1度だけ呼ばれる

とりあえずは
この5つの関数
を押さえて
おけばOK

InPort

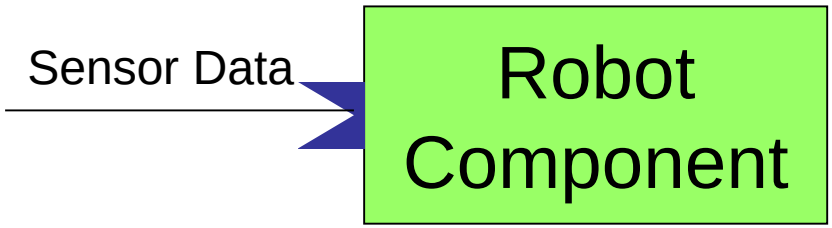
- InPortのテンプレート第2引数：バッファ
  - ユーザ定義のバッファが利用可能
- InPortのメソッド
  - read(): InPort バッファからバインドされた変数へ最新値を読み込む
  - >> : ある変数へ最新値を読み込む



基本的にOutPortと対になる

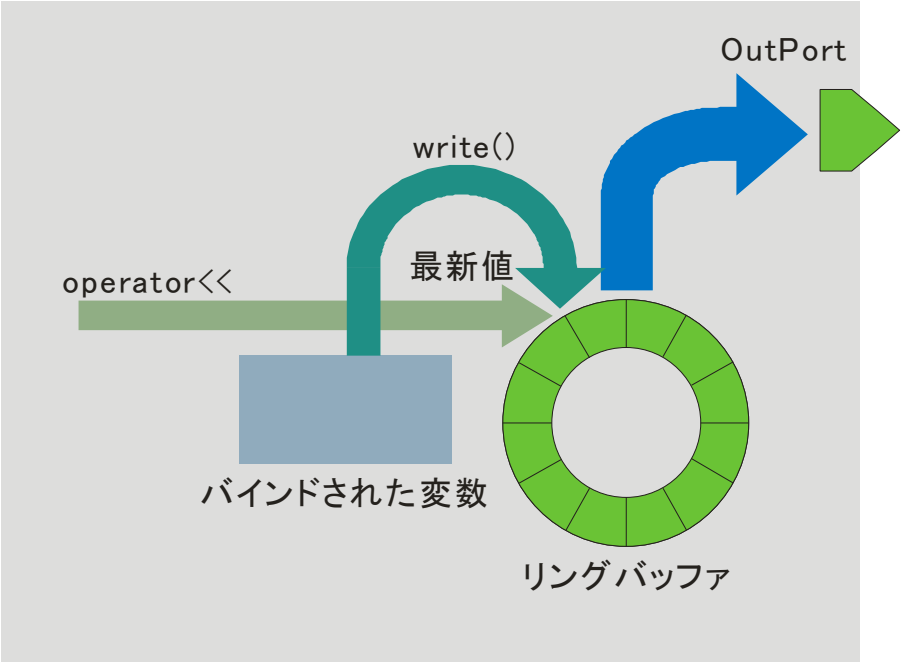
データポートの型を
同じにする必要あり

例



OutPort

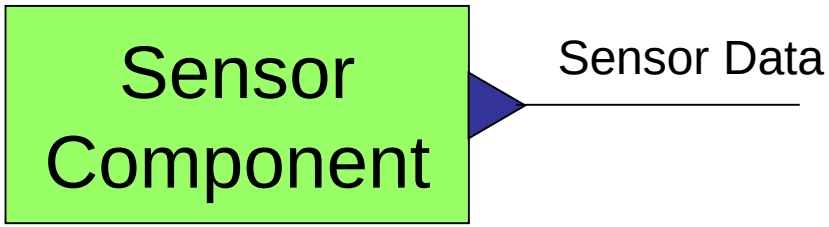
- OutPortのテンプレート第2引数：バッファ
  - ユーザ定義のバッファが利用可能
- OutPortのメソッド
  - write(): OutPort バッファへバインドされた変数の最新値として書き込む
  - >> : ある変数の内容を最新値としてリングバッファに書き込む



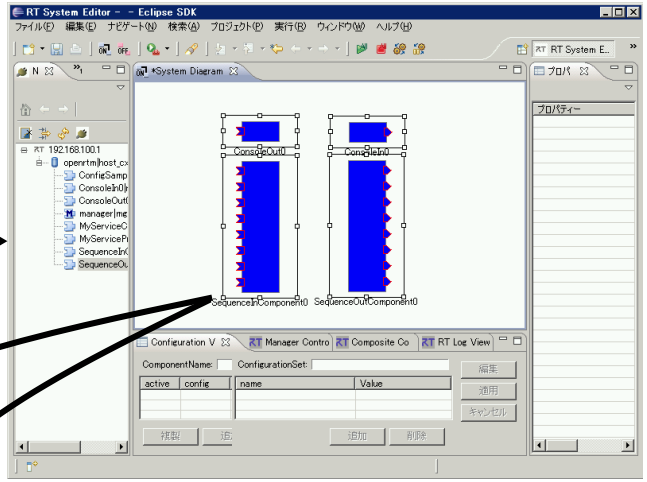
基本的にInPortと対になる

データポートの型を
同じにする必要あり

例



動作シーケンス


RT System Editor - Eclipse SDK
*System Diagram
Configuration V
Manager Contro
Composite Co
RT Log View

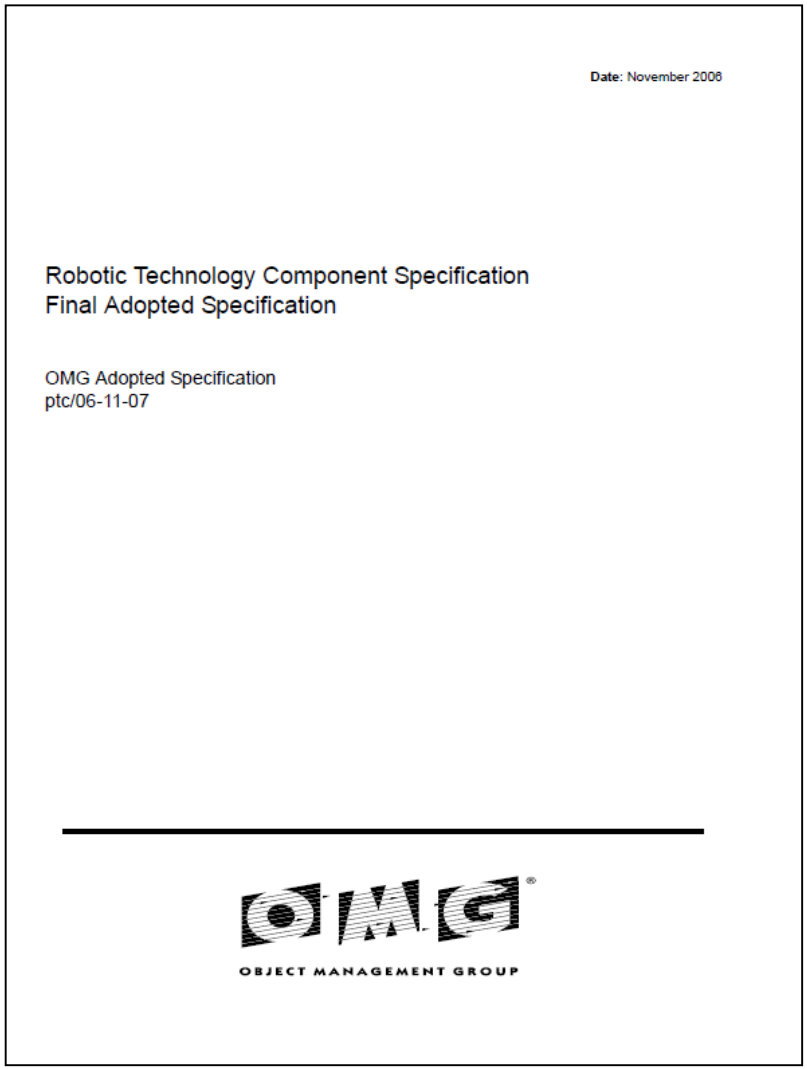
ネームサーバ
③ 参照を取得
④ ポートを接続
① 参照を登録
② 参照を登録

OpenRTM-aist

- コンポーネントフレームワーク+ ミドルウエアライブラリ
- コンポーネントインターフェース:
  - OMG Robotic Technology Component Specification ver1.0 準拠
- OS
  - 公式：Linux, FreeBSD, Windows, Mac OS X, QNX
  - 非公式: uITRON, T-Kernel, VxWorks
- 言語:
  - C++ (1.1.0), Python (1.0.0), Java (1.0.0)
  - .NET (implemented by SEC)
- CPU アーキテクチャ(動作実績):
  - i386, ARM, PPC, SH4
  - PIC, dsPIC, SH2, H8 (RTC-Lite)
- ツール(Eclipse プラグイン)
  - テンプレートソースジェネレータ: rtc-template、RTCBuilder
  - システムインテグレーションツール: RTSystemEditor

OMG RTC 標準化

- 2005年9月
  RFP: Robot Technology Components (RTCs) 公開。
- 2006年2月
  Initial Response : PIM and PSM for RTComponent を執筆し提出
  提案者:AIST(日)、RTI(米)
- 2006年4月
  両者の提案を統合した仕様を提案
- 2006年9月
  ABにて承認、事実上の国際標準獲得
  FTFが組織され最終文書化開始
- 2007年8月
  FTFの最後の投票が終了
- 2007年9月
  ABにてFTFの結果を報告
- 2008年4月
  OMG RTC標準仕様公式リリース
- 2010年1月
  OpenRTM-aist-1.0リリース


Date: November 2006

Robotic Technology Component Specification
Final Adopted Specification

OMG Adopted Specification
ptc/06-11-07

OMG
OBJECT MANAGEMENT GROUP

OMG RTC ファミリ

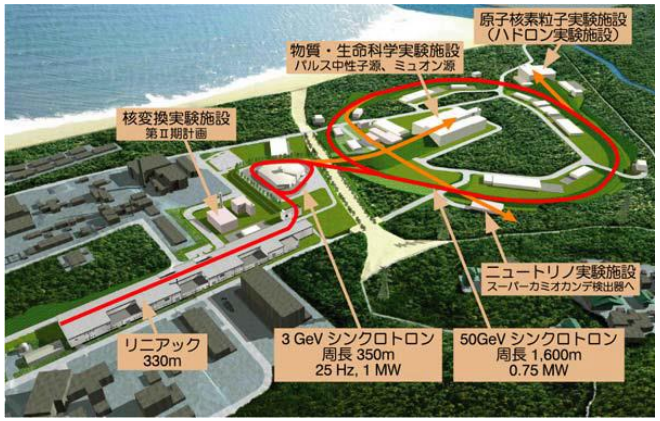
Name	Vendor	Feature
OpenRTM-aist	AIST	C++, Python, Java
OpenRTM.NET	SEC	NET(C#,VB,C++/CLI, F#, etc..)
miniiRTC, microRTC	SEC	CAN・ZigBee等を利用した組込用RTC実装
Dependable RTM	SEC/AIST	機能安全認証(IEC61508) capableなRTM実装
RTC CANOpen	SIT,CiA	CANOpenのためのCiA (Can in automation) におけるRTC標準
PALRO	富士ソフト	小型ヒューマノイドのためのC++ PSM 実装
OPRoS	ETRI	韓国国家プロジェクトでの実装
GostaiRTC	GOSTAI, THALES	ロボット言語上で動作するC++ PSM実装
H-RTM（仮称）	ホンダR&D	OpenRTM-aist互換、FSM型コンポーネントをサポート

同一標準仕様に基づく多様な実装により
- 実装（製品）の継続性を保証
- 実装間での相互利用がより容易に

Success stories

HRP-4: Kawada/AIST

DAQ-Middleware: KEK/J-PARC
KEK: High Energy Accelerator Research Organization
J-PARC: Japan Proton Accelerator Research Complex

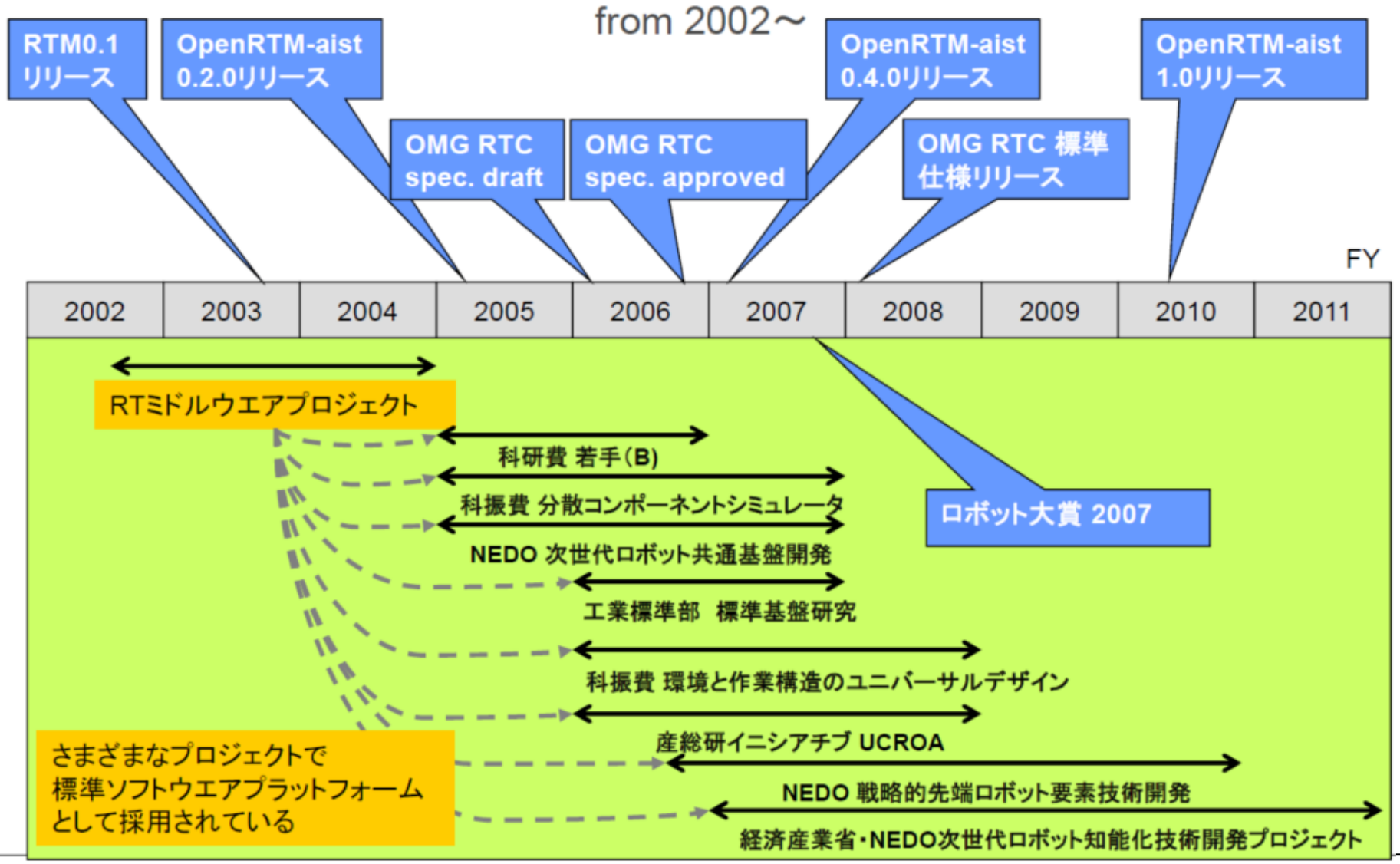


TAIZOU: General Robotics Inc.

HIRO: Kawada/GRX

HRP-4C: Kawada/AIST

RT-Middleware関連プロジェクト



RTミドルウエアの広がり

ダウンロード数

2012年2月現在

	2008	2009	2010	2011	2012	合計
C++	4978	9136	12049	1851	253	28267
Python	728	1686	2387	566	55	5422
Java	643	1130	685	384	46	2888
Tool	3993	6306	3491	967	39	14796
合計	10342	18258	18612	3768	393	51373

ユーザ数

タイプ	登録数
Webページユーザ	988
Webページアクセス	約300 visit/day 約1000 view/day
メーリングリスト	424 人
講習会	のべ約700人
利用組織(Google Map)	46組織

プロジェクト登録数

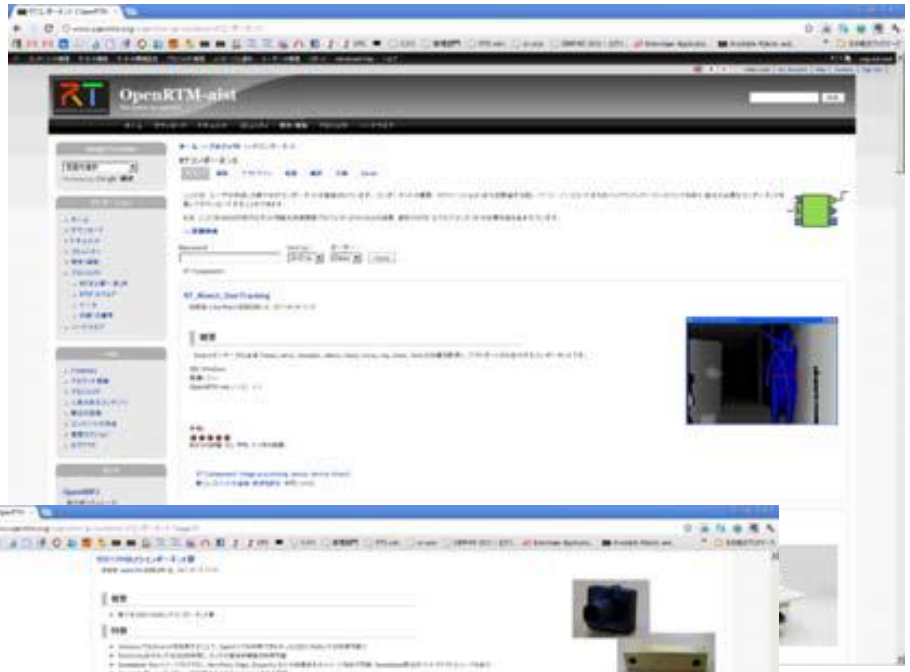
タイプ	登録数
RTコンポーネント群	321
RTミドルウエア	17
ツール	22
仕様・文書	5
ハードウエア	31

OMG RTC規格実装（11種類）

Name	Vendor	Feature
OpenRTM-aist	AIST	C++, Python, Java
OpenRTM.NET	SEC	NET(C#,VB,C++/CLI, F#, etc..)
miniiRTC,microRTC	SEC	CAN・ZigBee等を利用した組込用RTC実装
Dependable RTM	SEC/AIST	機能安全認証(IEC61508) capableなRTM実装
RTC CANOpen	SIT,CiA	CANOpenのためのCiA (Can in automation) におけるRTC標準
PALRO	富士ソフト	小型ヒューマノイドのためのC++ PSM 実装
OPRoS	ETRI	韓国国家プロジェクトでの実装
GostaiRTC	GOSTAI,THALES	ロボット言語上で動作するC++ PSM実装
H-RTM（仮称）	ホンダR&D	OpenRTM-aist互換、FSM型コンポーネントをサポート

プロジェクトページ

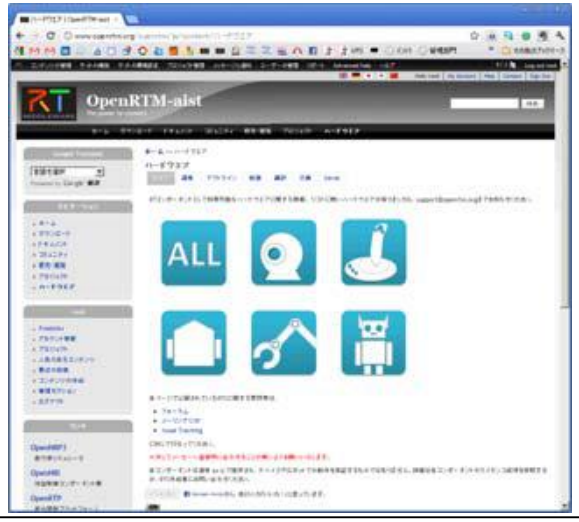
- ユーザが自分の作品を登録
- 他のユーザの作ったRTCを探すことができる

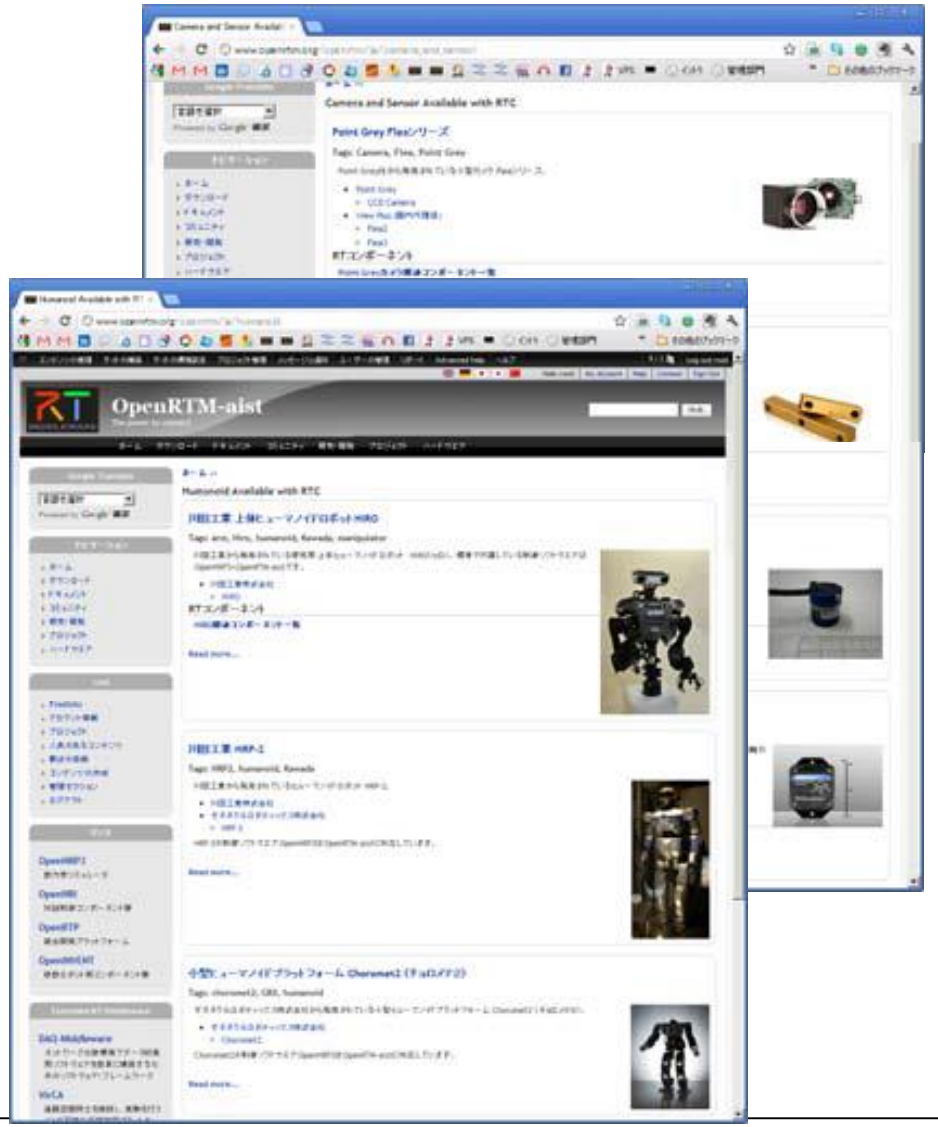


タイプ	登録数
RTコンポーネント群	321
RTミドルウエア	17
ツール	22
仕様・文書	5
ハードウエア	31

ハードウエア集

- OpenRTMで利用可能なハードウエアのリスト
- ハードウエアを利用するために利用できるコンポーネントのリスト





NEDO RTコンポーネント集

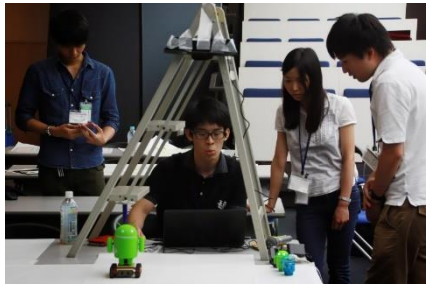
- www.openrtm.org に NEDO知能化PJ成果物の特別ページを設置
  - ツール
  - 作業知能モジュール
  - 移動知能モジュール
  - 対話知能モジュール
  - 商用ライセンスモジュール

  の5カテゴリに分けて掲載

サマーキャンプ

- 毎年夏に1週間開催
- 今年：8月4日～8月8日
- 募集人数：10名程度
- 場所：産総研つくばセンター
- 参加費：無料（ただし，宿泊費や食事代は参加者の自己負担．産総研の宿泊施設を安価で提供できる予定です）
- 座学と実習を1週間行い、最後にそれぞれが成果を発表
- 産総研内のさくら館に宿泊しながら夜通し？コーディングを行う！




RTミドルウエアコンテスト

- SICE SI（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）のセッションとして開催
  - エントリー〆切：8月22日
  - 講演原稿〆切：9月26日
  - ソフトウエア登録：12月初旬ごろ
  - 発表・授賞式：12月15日（月）～17日（水）　於：東京ビッグサイト

- 2013年度実績
- 応募数：22件
  - 計測自動制御学会 学会RTミドルウエア賞（副賞10万円）
  - 奨励賞（賞品協賛）：2件
  - 奨励賞（団体協賛）：12件
  - 奨励賞（個人協賛）：9件
- 詳細はWebページ：openrtm.org
  - コミュニティー→イベントをご覧ください

ROS

ROSの良い点

- UNIXユーザに受けるツール（特にCUI）が豊富
- 独自のパッケージ管理システムを持つ
- ノード（コンポーネント）の質、量ともに十分
  - WGが直接品質を管理しているノードが多数
- ユーザ数が多い
- メーリングリストなどの議論がオープンで活発
- 英語のドキュメントが豊富

ROSの問題点

- Ubuntu以外の対応が今一つ
  - Windows対応はいろいろな人が試したがいまだに公式には含まれない
- コアライブラリの仕様が固まっていない
  - 他の言語で実装する際の妨げ
  - サードパーティー実装が出にくい
  - 品質を保証しづらい

OpenRTM

OpenRTMの良い点

- 対応OS・言語の種類が多い
  - Windows、UNIX、uITRON、T-Kernel、VxWorks、QNX
  - Windowsでネイティブ動作する
- GUIツールがあるので初心者向き
- 仕様が標準化されている
  - OMGに参加すればだれでも変更可
  - サードパーティー実装が作りやすい
  - すでに10程度の実装あり
- コンポーネントモデルが明確
  - オブジェクト指向、UML・SysMLとの相性が良い
  - モデルベース開発
- IEC61508機能安全認証取得
  - RTMSafety

OpenRTMの問題点

- コンポーネントの数が少ない
- パッケージ管理システムがない
- CUIツールが少ない
  - UNIXユーザ受けしない
- ユーザ数が少ない
- 英語のドキュメントが少ない
- 知名度が低い
- 開発速度が遅い
  - 現在は開発者一人

提言

- 自前主義はやめよう！！
  - 書きたてのコードより、いろいろな人に何万回も実行されたコードのほうが動くコードである！！
  - 自分にとって本質的でない部分は任せて、本当にやりたい部分・やるべき部分のコードを書こう！！
  - 誰かがリリースしたプログラムは一度は動いたことがあるプログラムである！！
  - 人のコードを読むのが面倒だからと捨ててしまうのはもったいない！！
- オープンソースにコミットしよう！！
  - 臆せずMLやフォーラムで質問しよう！！
  - どんなに初歩的な質問でも他の人にとっては価値ある情報である。
  - 要望を積極的にあげよう！！
  - できればデバッグしてパッチを送ろう！