

RT ミドルウェアの産業応用を目的とした  
エンジニアリングサンプルの開発

解説ドキュメント  
(YAMAHA 版)

第 1.0 版

最終更新日 2014 年 4 月 30 日

## 更新履歴

版数	改版日	改版内容	備考
1.0	2014/4/30	初版作成	

## 目次

更新履歴 .....	1
1 はじめに .....	3
2 ハードウェアの仕様 .....	4
2.1 使用するハードウェアのリスト .....	4
3 ソフトウェアの仕様 .....	6
3.1 使用するソフトウェアのリスト .....	6
3.2 RTC の解説 .....	7
3.2.1 産業用ロボット関連 RTC .....	8
3.2.2 デジタル I/O インタフェースモジュール関連 RTC .....	9
3.2.3 USB カメラ関連 RTC .....	11
3.2.4 統括制御関連 RTC .....	12
4 RT システムの構成 .....	16
4.1 画像処理を利用したピック & プレースシステム .....	16
5 おわりに .....	19
謝辞 .....	20

## 1 はじめに

本パッケージは、2013 国際ロボット展 NEDO ブース展示作品「RT ミドルウェアを用いたエンジニアリングサンプル」および SI2013・RT ミドルウェアコンテスト 2013 応募作品「RT ミドルウェアの産業応用を目的としたエンジニアリングサンプルの開発」のロボットシステムにおいて、使用する産業用ロボットをヤマハ発動機株式会社製の 2 軸直交座標型産業用ロボット(T412BK-200, T512BK-100)に変更したもので、本書はエンジニアリングサンプルの全体のシステム構成や個々のハードウェア・ソフトウェア構成を解説したドキュメントです。

本書に関連する文書として、導入マニュアルと操作マニュアルがあります。

導入マニュアルは、本作品を実施するために必要なハードウェアとソフトウェアの導入手順を示したマニュアルです。

操作マニュアルは、導入マニュアルに従い構築した環境を実際に動作させるための操作手順を示したマニュアルです。

両文書とも、本書とともにぜひご覧ください。

## 2 ハードウェアの仕様

### 2.1 使用するハードウェアのリスト

画像処理を用いてピック&プレースを行うハードウェア環境を図 2.1.1 に示します。また、使用するハードウェアのリストを表 2.1.1 に示します。



図 2.1.1 画像処理を用いてピック&プレースを行うためのハードウェア環境  
(定盤上に構築)

表 2.1.1 図 2.1.1 に使用したハードウェアのリスト

品名	メーカ	型番など	数量	合計金額
主なハードウェア本体				
直交座標型2軸産業用ロボット	ヤマハ発動機株式会社	T412BK-200, T512BK-100	1	¥276,990
1軸ハンド	オリエンタルモーター株式会社	MHB4-C	1	¥13,125
ベルトコンベア	株式会社バイナス	BSU-1006S	1	¥141,750
USBカメラ	株式会社ロジクール	LogiCool® HD Pro WebCam 920	1	¥9,480
ハンド・ベルトコンベア制御用デジタルI/Oインタフェース				
デジタルI/Oインタフェース	株式会社インタフェース	PCI-2826CV	1	¥27,121
インタフェース端子台	株式会社インタフェース	TNS-9600	1	¥15,435
端子台用96ピンケーブル	株式会社インタフェース	ECO-6620	1	¥8,085
産業用ロボット・ハンド治具				
治具など外注費	株式会社小野電機製作所 外注	-	1	¥25,095
アルミフレーム4040タイプ 定寸品	株式会社MonotaRO(大阪魂)	4040-300L	9	¥5,651
アルミフレーム4040タイプ 定寸品	株式会社MonotaRO(大阪魂)	4040-450L	3	¥2,822
アルミフレーム4040タイプ 定寸品	株式会社MonotaRO(大阪魂)	4040-600L	4	¥5,019
ワンタッチジョイント PJ型	株式会社MonotaRO(大阪魂)	PJ-80AT	14	¥8,644
アルミフレーム用ナット・ホルダーセット	株式会社MonotaRO(大阪魂)	N8ABSH	1	¥914
スタッドボルト	株式会社スーパーツール	FTN20125	4	¥1,945
フランジナット	株式会社スーパーツール	20M-FN	4	¥2,352
定盤などロボット 固定用台座	-	研究室に既存のものを再利用	-	¥0
ハンド制御用電子部品・機器				
ビニルキャブタイヤ丸型コード VCTF	株式会社テイク	VCTF0.3×2芯	1	¥2,234
コモン端子台	株式会社ミスミ	MW-COM-P10N10	1	¥2,329
銅線用 裸圧着端子(Y形)先開形	株式会社ニチフ	Q3Y-3	1	¥466
絶縁キャップ 赤	株式会社ニチフ	TIC1.25R	1	¥234
絶縁キャップ 黒	株式会社ニチフ	TIC1.25BLK	1	¥234
標準電源ユニットタイプ(出力24V)	コーセル株式会社	R100U-24-N	1	¥7,794
電源コード 3ピン	行田電線株式会社	YP3N VCTF3x0.75SQ	1	¥673
銅線	-	-	-	¥0
パソコン環境				
パソコン	デル株式会社	Dell Vostro 420	1	¥120,000
RS232Cケーブル	-	研究室に既存のものを再利用	1	¥0
その他				
電源タップ	-	概算	1	¥1,500
樹脂ロッド 外径仕上(ワーク)	株式会社ミスミ	RDJJ25-40, 直径25mm高さ40mm	1	¥640
総額: 680,532円				

ハンドの開閉やベルトコンベアの ON/OFF, ベルトコンベアのセンサ監視のために利用したデジタル I/O インタフェースを用いた電気配線図を以下に示します. なお, この配線図のほかの情報については導入マニュアルを参照してください.

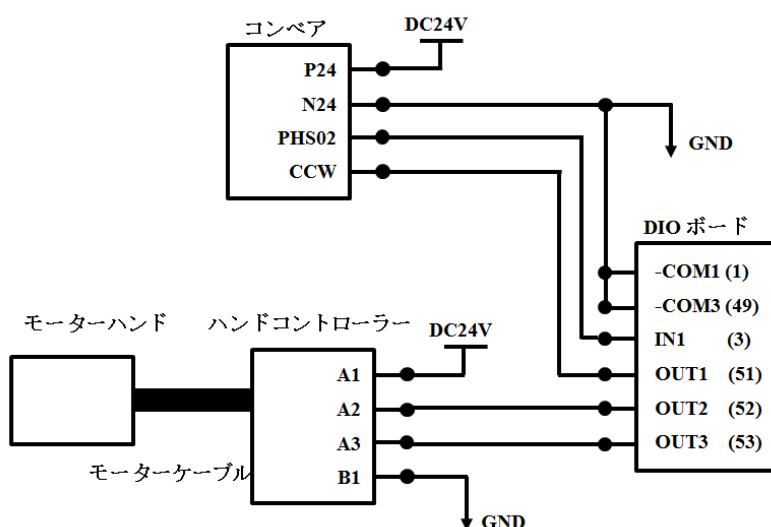


図 2.1.3 デジタル I/O インタフェースを用いた電気配線図

### 3 ソフトウェアの仕様

#### 3.1 使用するソフトウェアのリスト

使用するソフトウェアのリストを表 3.1.1 に示します。

表 3.1.1 使用するソフトウェアのリスト

名称	バージョン	メーカ	概要
OS			
Windows7	SP1	Microsoft	OS
RTミドルウェア「OpenRTM-aist」			
OpenRTM-aist 1.1.0 C++版	1.1.0-RELEASE	産業技術総合研究所	C++言語版のRTミドルウェア
OpenRTM-aist 1.1.0-RC1 Python版	1.1.0-RC1	産業技術総合研究所	Python言語版のRTミドルウェア
OpenRTM-aist関連ソフトウェア・ツール・ライブラリ			
Java Development Kit (JDK) 32bit	7u45	-	OpenRTPに必要
Cmake 2.8	2.8.8	-	RTCのC++用プロジェクト作成に必要
Doxygen	1.8.1	-	RTCのビルドに必要
Python 2.6 (32bit)	2.6.6	-	OpenRTM-aist Python版に必要
PyYAML	3.10.	-	rtshellに必要
OpenRTP 1.1.0-RC4	1.1.0-RC4	産業技術総合研究所	RTCBuilderやRTSystemEditorを含むOpenRTM-aist用ツールの総称
rtshell	3.1.0	産業技術総合研究所	RTCやRTシステムをシェルから管理するOpenRTM-aist用のツール
rtctree	3.1.0	産業技術総合研究所	rtshellに必要
rtsprofile	3.1.0	産業技術総合研究所	rtshellに必要
MSVCR71.dll, MSVCP71.dll	-	Microsoft	rtshell, OpenRTM-aistPython版に必要
Microsoft Visual Studio C++ 2010	C++ 2010	Microsoft	今回使用するロボットシステムを改良する場合統合開発環境として必要。Expressでも可
OpenCV 2.2	2.2.	-	東芝製画像処理RTCを使用するために必要
RTC (RTコンポーネント)			
RTM_ORiN_Converter_YAMAHA	1.0.0	埼玉大学	ヤマハ発動機製2軸直交座標型産業用ロボットを制御
RobotOperationCommandRTC	1.0.0	埼玉大学	ロボットアーム共通I/F中レベルコマンドと共通コマンドを送信
DIOInterfaceModuleRTC	1.0.0	埼玉大学	デジタルI/OインタフェースPCI-2826CV制御
TimedBooleanSeqOutRTC	1.0.0	埼玉大学	コンフィギュレーション上で入力された10進数の数値を2進数に変換しTimedBooleanSeq形式で出力
PartialEdgeComp	1.0.	株式会社東芝	USBカメラで物体の部分的な曲線を検出し、その物体の図心(単位: pixel)を出力
PartialEdgeConsumerComp	1.0.	株式会社東芝	PartialEdgeCompのテスト用
CenteroidViewerRTC	1.0.0	埼玉大学	PartialEdgeCompから入力された図心の数値(単位: pixel)をコンソール上に表示
IntegratedControlRTC	1.0.0	埼玉大学	システムの入力情報を統括し、ロボットへの指令値を出力
その他ソフトウェア			
ORiN2 SDK	2.1.15	株式会社デンソーウェーブ	ORiN2の仕様に基づいたアプリケーションプログラムやプロバイダを開発するためのソフトウェアツールキット
GPC-2000	2.80.46	株式会社インタフェース	デジタルI/Oインタフェース用Windowsドライバやサンプルアプリケーション
Webcamソフトウェアアプリケーション	-	株式会社ロジクール	ロジクール製USBカメラ用ソフトウェアアプリケーション

なお、これらの入手先については、「EngineeringSampleYAMAHA>Document」フォルダ内の「導入マニュアル\_YAMAHA 版.pdf」に記載してあります。

### 3.2 RTC の解説

本エンジニアリングサンプルで使用する RTC の中で埼玉大学にて新規に開発した RTC について、以下の項目の解説を行います。

- ・概要：仕様・機能についての大まかな解説
- ・RTC カテゴリ：アプリケーション RTC かミドルウェア RTC かハードウェア RTC か
- ・開発環境：OS, RT ミドルウェアのバージョン, RTCBuilder のバージョン, 開発言語, コンパイラ, 依存ライブラリ
- ・ライセンス：RTC のライセンス, 利用しているライブラリ等のライセンス
- ・データポート：ポート名, データ型, データ長, 説明
- ・サービスポート：ポート名, インタフェース型, 説明
- ・コンフィギュレーション：名称, データ型, デフォルト値, 説明

なお、「RTC カテゴリ」とは埼玉大学設計工学研究室が独自に考案した表現であり、以下のように RTC を開発目的別に分類したカテゴリのことを指します。

「ハードウェア RTC」

→ロボット, センサ, アクチュエータ等, 動作させたいハードウェアに依存する RTC

「ミドルウェア RTC」

→画像処理や経路計画, 衝突回避等, 使用するアルゴリズムに依存する RTC

「アプリケーション RTC」

→ピック&プレースやペグインホール, ビンピッキング等, ユーザごとに異なる作業目的を実装するためのプログラミング方法に依存する RTC

または, これらが複合した RTC

以上の項目より, RTC の詳細解説を行います。



### 3.2.1 産業用ロボット関連 RTC

#### (1) OperationCommandRTC

OperationCommandRTC は、ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠 第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」と「中レベル・モーションコマンドインタフェース」に準拠した RTC ヘサースポートより指令を送る RTC です。ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠 第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」と「中レベル・モーションコマンドインタフェース」に準拠しています。

OperationCommandRTC は別途操作マニュアルを用意しております。そのため、本 RTC の解説につきましてはダウンロードした「EngineeringSampleYAMAHA>Document」フォルダ内の「オペレーションコマンド実行 RTC 操作マニュアル.pdf」を参照してください。

#### (2) RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA

RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA は、ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠 第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」と「中レベル・モーションコマンドインタフェース」に準拠した RTC ヘサースポートより指令を受け取り、ヤマハ発動機株式会社製の 2 軸直交座標型産業用ロボットを制御する RTC です。ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠 第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」と「中レベル・モーションコマンドインタフェース」に準拠しています。

RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA は別途操作マニュアルを用意しております。そのため、本 RTC の解説につきましてはダウンロードした「EngineeringSampleYAMAHA>RTC>src > RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA > Document」フォルダ内の「RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA 操作マニュアル.pdf」を参照してください。

### 3.2.2 デジタル I/O インタフェースモジュール関連 RTC

#### (1) DIOInterfaceModuleRTC

DIOInterfaceModuleRTC は、インタフェース株式会社製デジタル I/O インタフェースモジュール PCI-2826CV を制御するための RTC です。データポートより入力された 2 進数の値で 1 だった箇所を ON にします。また、常時デジタル I/O インタフェースを監視し、入力があった場合データポートより 2 進数の値で 1 として出力します。

本 RTC で使用する fbidio.dll は、基本的にインタフェース株式会社製デジタル I/O インタフェースモジュールであればどの型番でも使用可能です。そのため、RTC のソースコードを編集することで他の型番のデジタル I/O インタフェースモジュールにも利用可能です。

以下に、本 RTC の詳細な解説情報を示します。

表 3.2.2.1 基本情報

RTC カテゴリ		ハードウェア RTC
開発環境	OS	Windows7 Professional SP1
	RT ミドルウェア	OpenRTM-aist 1.1.0-RELEASE C++版
	RTCBuilder	OpenRTP 1.1.0-RC2
	開発言語	C++
	コンパイラ	Visual Studio 2010 Professional
	依存ライブラリ	なし
RTC のバージョン		1.0.0
ライセンス		MIT ライセンス

表 3.2.2.2 RTC のデータポート

ポート名	データ型	データ長	説明
digitalInput (InPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースに送る On/OFF 2 進数が入力
digitalOutput (OutPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースから受 け取る ON/OFF 2 進数が出力

表 3.2.2.3 RTC のサービスポート

ポート名	インタフェース型	説明
-	-	サービスポートなし

表 3.2.2.4 RTC のコンフィギュレーション

名称	データ型	デフォルト値	説明
-	-	-	コンフィギュレーションなし

## (2) TimedBooleanSeqOutRTC

TimedBooleanSeqOutRTC は、コンフィギュレーション上で入力された 10 進数の数値を 2 進数に変換し、TimedBooleanSeq 形式で出力する RTC です。32bit まで対応しています。

以下に、本 RTC の詳細な解説情報を示します。

表 3.2.2.5 基本情報

RTC カテゴリ		アプリケーション RTC
開発環境	OS	Windows7 Professional SP1
	RT ミドルウェア	OpenRTM-aist 1.1.0-RELEASE C++版
	RTCBuilder	OpenRTP 1.1.0-RC2
	開発言語	C++
	コンパイラ	Visual Studio 2010 Professional
	依存ライブラリ	なし
RTC のバージョン		1.0.0
ライセンス		MIT ライセンス

表 3.2.2.6 RTC のデータポート

ポート名	データ型	データ長	説明
digitalInput (InPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースから受け取った DIOInterfaceModuleRTC からの出力値が入力
digitalOutput (OutPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースへ送る DIOInterfaceModuleRTC への入力値が出力

表 3.2.2.7 RTC のサービスポート

ポート名	インタフェース型	説明
-	-	サービスポートなし

表 3.2.2.8 RTC のコンフィギュレーション

名称	データ型	デフォルト値	説明
decValue	unsigned long	0	10 進数で表示された DIOInterfaceModuleRTC への出力値。デジタル I/O インタフェースモジュールへ入力したい値を記入

### 3.2.3 USB カメラ関連 RTC

#### (1) CenteroidViewerRTC

CenteroidViewerRTC は、株式会社東芝製部分エッジ画像認識モジュール「PartialEdgeComp」から入力された図心の数値[pixel]をコンソール上に表示する RTC です。作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に準拠しています。

データポートより入力された PartialEdgeComp から出力された対象物の図心認識結果（位置・姿勢）から、図心位置の x 座標と y 座標の値のみ抽出し、コンソール上に表示します。

以下に、本 RTC の詳細な解説情報を示します。

表 3.2.3.1 基本情報

RTC カテゴリ		アプリケーション RTC
開発環境	OS	Windows7 Professional SP1
	RT ミドルウェア	OpenRTM-aist 1.1.0-RELEASE C++版
	RTCBuilder	OpenRTP 1.1.0-RC3
	開発言語	C++
	コンパイラ	Visual Studio 2010 Professional
	依存ライブラリ	なし
RTC のバージョン		1.0.0
ライセンス		MIT ライセンス

表 3.2.3.2 RTC のデータポート

ポート名	データ型	データ長	説明
Position	Timed DoubleSeq	20	PartialEdgeComp から出力された対象となる物体の図心位置姿勢が入力。作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に準拠。

表 3.2.3.3 RTC のサービスポート

ポート名	インタフェース型	説明
Trigger	RecognitionService	作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に型は準拠していますが、未実装

表 3.2.3.4 RTC のコンフィギュレーション

名称	データ型	デフォルト値	説明
-	-	-	コンフィギュレーションなし

### 3.2.4 統括制御関連 RTC

#### (1) IntegratedControlRTC

IntegratedControlRTC は、システムの入力情報を統括し、ロボットへの指令値を出力する RTC です。ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」と「中レベル・モーションコマンドインタフェース」、作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に準拠しています。

DIOInterfaceModuleRTC, PartialEdgeComp, ACT\_MELFA すべて正しく接続されなければ使用することができません。

また、現状 Choreonoid を用いてシミュレーションを行う場合（つまり、ACT\_MELFA の代わりに ChoreonoidRV3SDControllerRTC と ChoreonoidRV3SDRTC を利用する場合）でも、デジタル I/O インタフェースモジュール及び DIOInterfaceModuleRTC, また、USB カメラ及び PartialEdgeComp を利用する必要があります。その理由は、以下の 2 つです。

- ・Choreonoid にはカメラのシミュレーション環境が用意されていないため
- ・ベルトコンベア及び流れるワークをシミュレートできる環境をこちらが準備していないため

以上より、Choreonoid を用いてシミュレーションを行う場合でも、実環境にデジタル I/O インタフェースモジュールと USB カメラが必要となります。

以下に、本 RTC の詳細な解説情報を示します。

表 3.2.4.1 基本情報

RTC カテゴリ		アプリケーション RTC
開発環境	OS	Windows7 Professional SP1
	RT ミドルウェア	OpenRTM-aist 1.1.0-RELEASE C++版
	RTCBuilder	OpenRTP 1.1.0-RC2
	開発言語	C++
	コンパイラ	Visual Studio 2010 Professional
	依存ライブラリ	なし
RTC のバージョン		1.0.0
ライセンス		MIT ライセンス

表 3.2.4.2 RTC のデータポート

ポート名	データ型	データ長	説明
position	Timed DoubleSeq	20	PartialEdgeComp から出力された対象となる物体の図心位置姿勢が入力。作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に準拠。
digitalInput (InPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースから受け取る On/OFF 2 進数が入力
digitalOutput (OutPort)	Timed BooleanSeq	32	デジタル I/O インタフェースへ送る ON/OFF 2 進数が出力

表 3.2.4.3 RTC のサービスポート

ポート名	インタフェース型	説明
trigger	RecognitionService	作業系画像認識機能共通インタフェース仕様書（第 1.0 版）に型は準拠していますが、未実装
ManipulatorCommon Interface_Common (ServiceConsumer)	JARA_ARM::Manipulator Common Interface_Common	ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠第 1.0 版）の「低・中レベル共通インタフェース」
ManipulatorCommon Interface_Middle (ServiceConsumer)	JARA_ARM::Manipulator Common Interface_Middle	ロボットアーム制御機能共通インタフェース仕様書（SI 単位系準拠第 1.0 版）の「中レベル・モーションコマンドインタフェース」

表 3.2.4.4 RTC のコンフィギュレーション

名称	データ型	デフォルト値	説明
teachingData	std::string	PointData.txt	ティーチングした位置情報が記述してあるテキストファイル. 作成方法は操作マニュアル参照.
camera CalibrationX	long int	320	ワーク位置をキャリブレーションした結果のワーク x 軸図心[pixel]. 操作マニュアル参照.
camera LengthX	double	500.0	カメラ出力画面 X 軸 (横幅) 640[pixel]分の長さ[mm]
camera XLimitMax	long int	680	ワーク探索範囲の X 軸の上限値[pixel]
camera XLimitMin	long int	0	ワーク探索範囲の X 軸の下限値[pixel]
camera YLimitMax	long int	480	ワーク探索範囲の Y 軸の上限値[pixel]
camera YLimitMin	long int	0	ワーク探索範囲の Y 軸の下限値[pixel]
cycleCount	int	0	作業の繰り返し回数

最後に、IntegratedControlRTC の RTC アクティビティごとの正常系での入出力や処理を以下に示します。

・ onInitialize

- ① ポート設定, コンフィギュレーション設定

・ onActivated

- ① テキストファイルより教示点データの読み込み
- ② デジタル I/O インタフェース初期化のため DIOInterfaceModuleRTC へ false を出力
- ③ RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へソフトリミット値設定, 動作速度設定を指令
- ④ RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へサーボ ON を指令
- ⑤ ハンドを開くために DIOInterfaceModuleRTC へ指令値を出力
- ⑥ RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へ原点復帰位置への移動を指令

・ onExecute

- ① RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へ初期位置への移動を指令
- ② DIOInterfaceModuleRTC へ指令値を出力し, ベルトコンベアを動作
- ③ PartialEdgeComp より入力されたデータをもとに, カメラによるワーク認識を確認
- ④ DIOInterfaceModuleRTC へ指令値を出力し, ベルトコンベア停止
- ⑤ 教示点でのワーク位置を, カメラ認識によるワーク位置をもとに補正
- ⑥ RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA と DIOInterfaceModuleRTC へ動作指令を送り, ピック & プレース

・ onDeactivated

- ① デジタル I/O インタフェース終了処理のため DIOInterfaceModuleRTC へ false を出力
- ② RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へ原点復帰位置への移動を指令
- ③ RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へサーボ OFF を指令

・ onReset

- ① RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA へアラームクリアを指令



## 4 RT システムの構成

### 4.1 画像処理を利用したピック&プレースシステム

USB カメラによるワークの図心位置情報とティーチングされた位置姿勢を利用して，産業用ロボットがベルトコンベア上を流れるワークに対しピック&プレースを行います．実行中の様子を図 4.1.1 に示します．

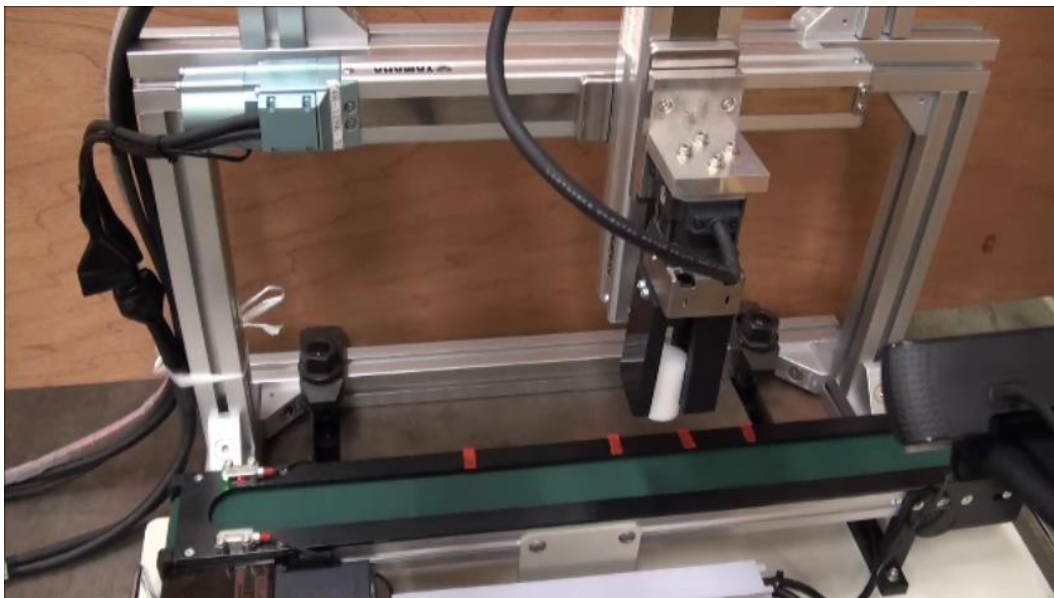


図 4.1.1 「画像処理を利用したピック&プレースシステム」実行中

使用する RTC は IntegratedControlRTC, DIOInterfaceModuleRTC, PartialEdgeComp, RTM\_ORiN\_Converter\_YAMAHA であり，図 4.1.2 のように接続します．

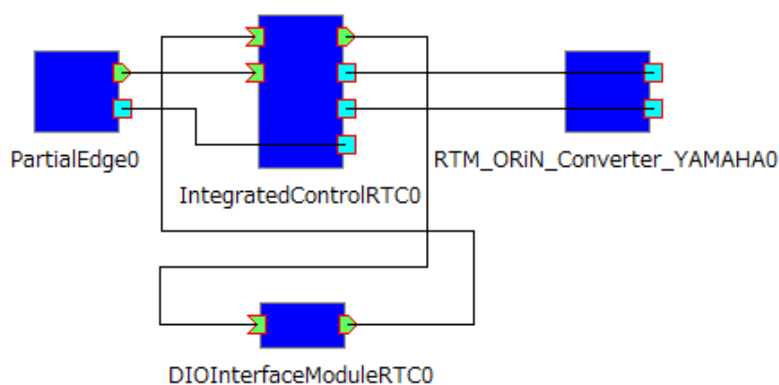


図 4.1.2 「画像処理を利用したピック&プレースシステム」 RTC 接続図

また，Fig.4.1.2 を RTC カテゴリに基づき，RTC 名，ポートの接続図とともに表現した

カテゴリ化図を図 4.1.3 に示す。

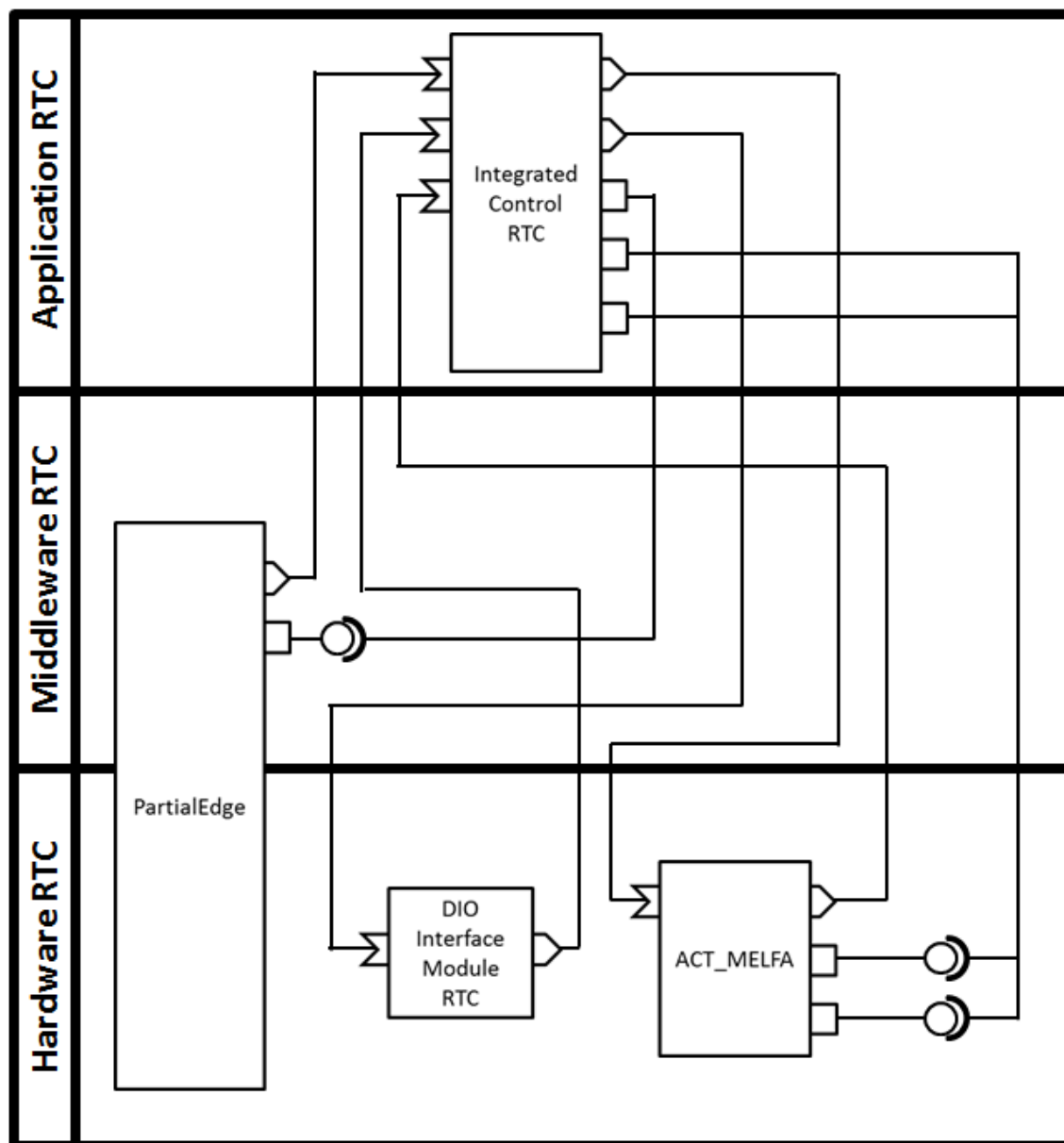


図 4.1.3 「画像処理を利用したピック & プレースシステム」 RTC カテゴリ化

また, RTC 含む全体のシステム構成図を図 4.1.4 に示します。

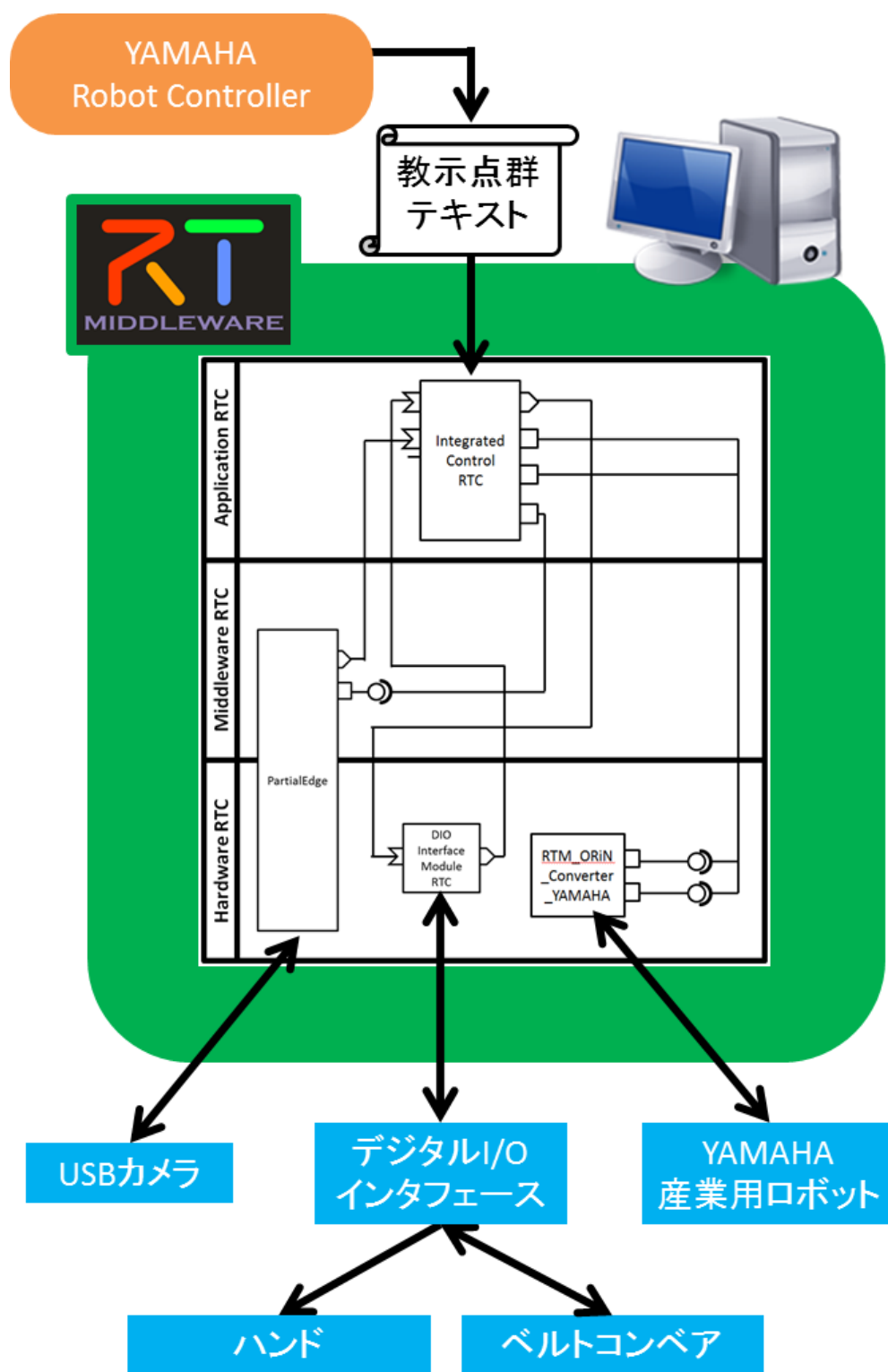


図 4.1.4 システム構成図

## 5 おわりに

内容に問題点や疑問点があった場合、以下の連絡先にてお知らせください。

E-Mail: [openrtm@design.mech.saitama-u.ac.jp](mailto:openrtm@design.mech.saitama-u.ac.jp)

または,

埼玉大学 設計工学研究室

〒338-8570

埼玉県さいたま市桜区下大久保 255

設計工学研究室

URL: <http://design.mech.saitama-u.ac.jp/>

## 謝辞

本書は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「NEDO プロジェクトを核とした人材育成，産学連携等の総合的展開 国富を担うロボット共通基盤技術の社会普及に関する体系的研究・活動」の支援を受けて実施されました．記して感謝の意を表します．