

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)

NEDO 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト

2012 年 2 月 24 日



【改版履歴】

日付	版番号	改版ページ	改版内容
2012. 2. 24	1. 0	全ページ	新規作成

【本書の利用にあたって】

本書は、クリエイティブ・コモンズ 表示 2.1 ライセンスの下に提供される。

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.1/jp/>)



【本書の策定メンバー】

(敬称略、五十音順)

小笠原哲也 (東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻)

奥田晴久 (三菱電機株式会社)

河井良浩 (独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門 タスクビジョン研究グループ)

菅原淳 (株式会社東芝)

中本啓之 (株式会社セック 開発本部 第四開発部)

二宮恒樹 (富士ソフト株式会社 ロボット事業グループ 商品開発ユニット)

野田哲男 (三菱電機株式会社)

(所属は 2012 年 2 月 24 日現在)

目次

1	はじめに	1
1.1	対象機能の概要	1
1.2	標準システム構成	3
2	本書を読む上での注意	4
2.1	基本方針	4
2.2	フォーマットと表現方法	4
2.2.1	型定義	4
2.2.2	インタフェース定義	4
2.3	本仕様書における前提条件	4
3	名前空間定義	5
4	データ型定義	5
4.1	標準型	5
4.1.1	RTC::TimedDoubleSeq	5
4.2	型宣言	5
5	共通インタフェース定義	6
5.1	データポート	6
5.1.1	作業対象物認識結果インタフェース	6
5.2	サービスポート	8
5.2.1	RecognitionService	8
6	共通インタフェースを利用したシステム構成例	9
6.1	オープンソース版作業対象認識モジュール群「OpenVGR」	9
6.2	エッジベース二次元対象物認識モジュール	10
6.3	部分エッジ画像認識モジュール	11
6.4	頭部ステレオカメラを用いた双腕ロボットによるマニピュレーション作業	12
7	CORBA IDL	14
7.1	Vision.idl	14
8	参考文献	15

表目次

表 4.1 RTC::TimedDoubleSeq.....	5
表 5.1 認識結果詳細	6
表 5.2 RecognitionService	8

図目次

図 1.1 作業系画像認識機能共通インタフェースの使用シーン例	1
図 1.2 作業系画像認識機能共通インタフェースの使用シーン例	2
図 1.3 作業系画像認識機能共通インタフェースを使用したシステム例	3
図 5.1 作業対象物認識結果インタフェース.....	7
図 5.2 RecognitionService インタフェース	8
図 6.1 作業対象物認識コンポーネント適用例	9
図 6.2 オープンソース版作業対象認識モジュール群	9
図 6.5 作業対象物認識コンポーネント適用例	10
図 6.6 エッジベース二次元対象物認識モジュール.....	10
図 6.7 作業対象物認識コンポーネント適用例	11
図 6.8 部分エッジ画像認識モジュール	11
図 6.3 作業対象物認識コンポーネント適用例	12
図 6.4 頭部ステレオカメラを用いた双腕ロボットによるマニピュレーション作業モジュール群	13

1 はじめに

近年、ロボットの開発を効率化するためにコンポーネントベースのミドルウェア開発が盛んになっている。コンポーネントベースのミドルウェア開発において、インタフェースの共通化は、コンポーネントの相互接続性や相互運用性を確保するうえで非常に重要である。このような背景に基づき、本書では、カメラなどを使用して計測した距離画像から、作業対象物を認識するためのインタフェースの共通仕様を定義する。

本共通インタフェースを規定することにより、指定された対象物の位置・姿勢情報を共通化することができるため、対象物認識処理を独立化することができ、必要に応じて再利用や入れ替えが容易になるといったメリットが期待できる。

1.1 対象機能の概要

本仕様書では、ロボットシステムがカメラなどを使用して取得した情報から、対象物の位置・姿勢を認識する認識モジュールの認識結果を伝達するための共通インタフェースを規定している。

作業系画像認識機能共通インタフェースを実装した RT コンポーネントの使用シーンの一例を以下に示す。



図 1.1 作業系画像認識機能共通インタフェースの使用シーン例

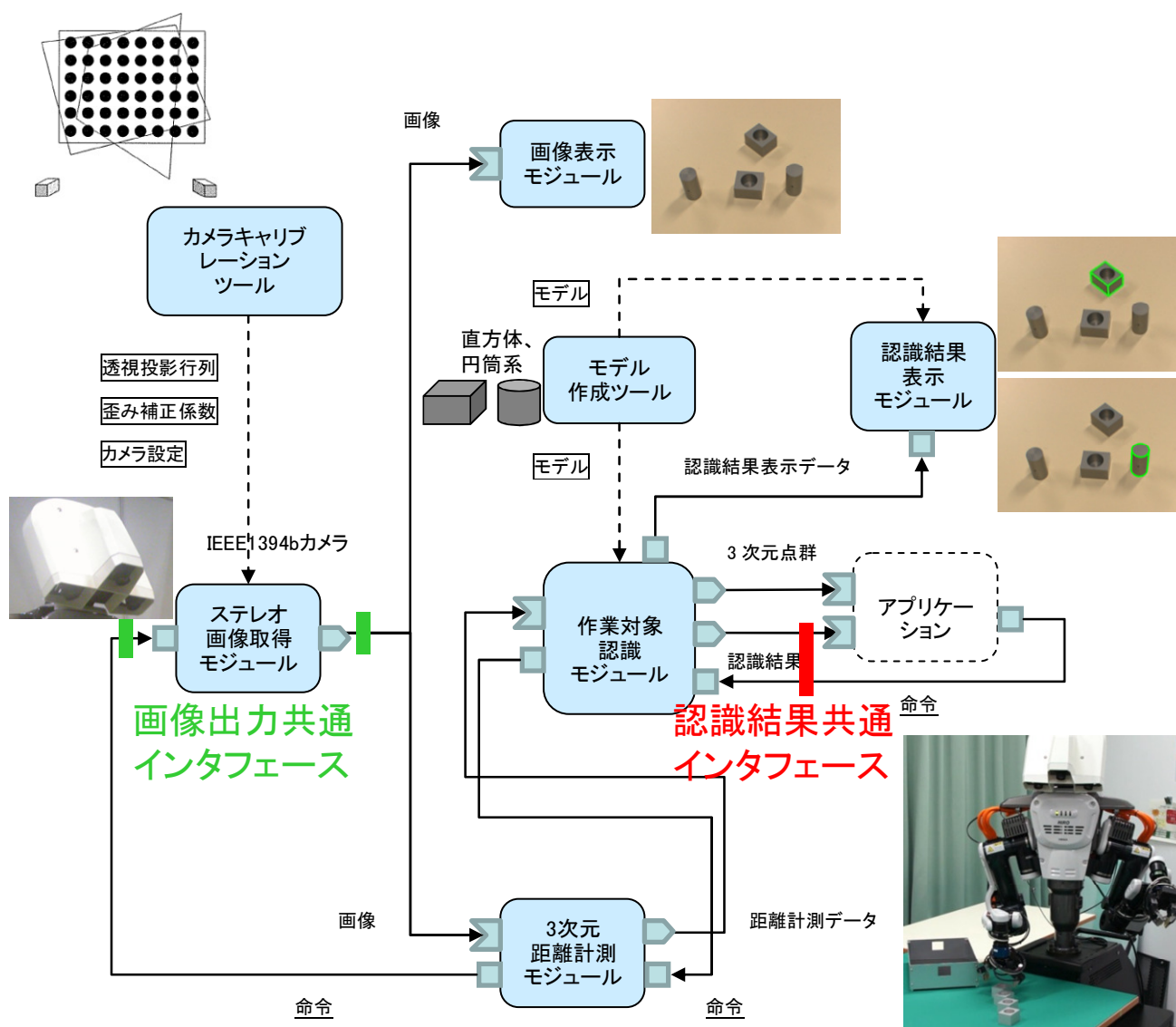


図 1.2 作業系画像認識機能共通インタフェースの使用シーン例

1.2 標準システム構成

作業系画像認識機能共通インタフェースを利用した標準的なシステム構成例を以下に示す。

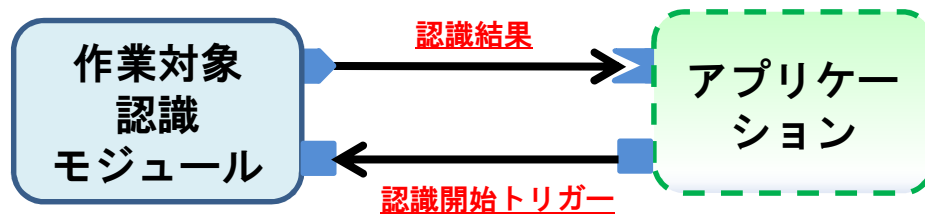


図 1.3 作業系画像認識機能共通インタフェースを使用したシステム例

本仕様書中では、上図中の「作業対象認識モジュール」を対象としており、このモジュールの入出力情報を規定している。具体的には、認識処理の出力データとなる「認識結果」のデータ形式と、外部コンポーネントから「作業対象認識モジュール」に認識処理を指示するためのインタフェースを規定している。

なお、「作業対象認識モジュール」の上位系については特に規定はしていないが、「3次元距離計測モジュール」が受け取る「画像データ」の形式については、カメラ機能共通インタフェースで規定されているものを利用する事を推奨する。

2 本書を読む上での注意

2.1 基本方針

インタフェース仕様の共通化は、仕様に合致しないコンポーネントを排除するため、時に開発内容を制限してしまうこともある。本仕様では、そのような制限を低減するために、以下のような方針で共通インタフェース仕様を定義する。

- 最低限のインタフェース仕様の定義:コンポーネントを相互接続・相互運用するために必要な最低限のインタフェース仕様のみを定義する。開発の制約となる仕様は最低限にとどめ、その他の部分は開発者が自由に拡張することができるようにする。
- 任意の機能の定義:いくつかの機能については実装を任意とする。実装された場合は、本書に書かれた仕様に準拠することを要求するが、実装をするかどうかは任意であり、それを実装していなかったからといって共通インタフェース仕様から外れるものとはしない。

2.2 フォーマットと表現方法

2.2.1 型定義

本仕様書では、型定義を次の表形式を用いて記述する。

表 XX:<型名>

属性		
<要素名>	<要素型>	<内容>
...

2.2.2 インタフェース定義

本仕様書では、インタフェース定義を次の表形式を用いて記述する。

表 XX:<インタフェース名>

メソッド				
<メソッド名>		<戻り値型>	<内容>	
	<方向>	<パラメータ名>	<パラメータ型>	<内容>

<備考>				

2.3 本仕様書における前提条件

特になし。

3 名前空間定義

作業系画像認識機能共通インタフェースでは、固有の名前空間は定義していない。

4 データ型定義

作業系画像認識機能共通インタフェースで使用するデータ型を以下に示す。

4.1 標準型

4.1.1 RTC::TimedDoubleSeq

時刻情報付きの実数データ列を格納するための型。OpenRTM-aist の標準型として BasicDataType.idl 内で定義されている。

表 4.1 RTC::TimedDoubleSeq

属性		
tm	RTC::Time	時刻情報
data	sequence<double>	実数データ列

4.2 型宣言

本仕様書では固有の型宣言の定義は行っていない。

5 共通インタフェース定義

以下に作業系画像認識機能共通インタフェースで使用する共通インタフェースの定義を示す。

5.1 データポート

5.1.1 作業対象物認識結果インタフェース

作業対象認識モジュールが、アプリケーションなどに指定された対象物の認識結果(位置・姿勢)を伝達するためのインタフェースである。

認識結果は、20個の浮動小数点数を1セットとする0セット以上のデータ列であり、RTC::TimedDoubleSeq 型を用いて表現されている。1セット内の各浮動小数点数が表す内容は以下のとおりである。

表 5.1 認識結果詳細

Index	内容	詳細
0	カメラセット ID	撮影を行ったカメラの ID。0以上の整数値である。カメラコンポーネントの作成者が独自に定義可能である。認識処理の入力データとして受け取った情報に設定されている ID をそのまま使用する。
1	モデル ID	認識に用いたモデルの ID。基本的には0以上の整数値を設定するが、-1 が設定された場合には、モデル DB に登録している対象物全てに対して認識を実行する。
2	認識候補番号	認識候補を識別するための番号。0以上の整数値が設定され、有力な候補ほど若い番号が割り当てられる。
3	座標系番号	認識結果値の座標系を表す番号。 0:カメラ座標系、1:ロボット座標系、2:世界座標系
4	認識確度	認識結果の確からしさ。0以上1以下の値が設定され、確からしさが高いほど大きい値が設定される。
5	エラーコード	認識処理時に発生したエラー情報。0以下の整数値が設定される。各エラーコードの意味、分類は以下のとおり。 0:エラーなし -1～ -99:基本動作エラー -100～-199:データ関係エラー -200～-299:通信関係エラー -300～ :コンポーネント作成者定義エラー
6	予備1	予約されたデータ項目であり、コンポーネント作成者が自由に使用可能。
7	予備2	予約されたデータ項目であり、コンポーネント作成者が自由に使用可能。
8～19	位置姿勢情報	認識した対象物の位置・姿勢を3×4の行列形式で表現。位置の単位は mm。各要素の詳細については、以下を参照。

指定された対象物の位置姿勢情報は、以下に示す座標変換行列の要素で表現される。

$$\begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} & Tx \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} & Ty \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} & Tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

上記の座標変換行列は、モデルからオブジェクトへの回転(R)と移動(T)を表しており、位置姿勢情報では以下の順番で格納される。

(第8要素) $R_{00}, R_{01}, R_{02}, Tx, R_{10}, R_{11}, R_{12}, Ty, R_{20}, R_{21}, R_{22}, Tz$ (第19要素)

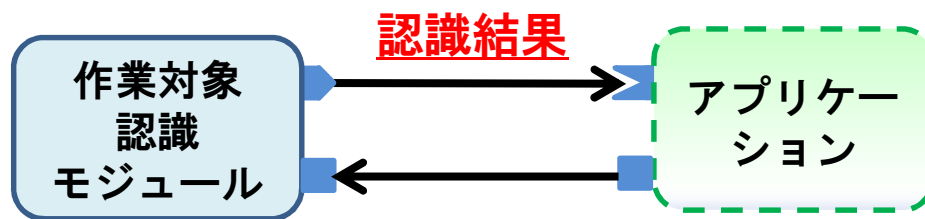


図 5.1 作業対象物認識結果インタフェース

5.2 サービスポート

5.2.1 RecognitionService

アプリケーションなどが、「作業対象認識モジュール」に認識処理を指示するためのインタフェースである。

表 5.2 RecognitionService

メソッド				
getModelID		long	認識対象として設定されているモデルの ID を取得する。	
setModelID		void	新たにモデルを指定し、対象物の認識処理を開始する。	
	in	ModelID	long	認識対象のモデル ID

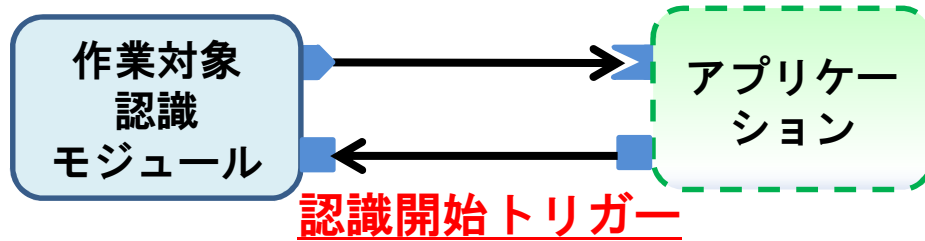


図 5.2 RecognitionService インタフェース

6 共通インタフェースを利用したシステム構成例

6.1 オープンソース版作業対象認識モジュール群「OpenVGR」

○開発者:独立行政法人 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 タスクビジョン研究グループ

○詳細 URL:http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO_Intelligent_PRJ_ID367

○概要

作業系画像認識機能共通インタフェースに準拠した、ステレオカメラを利用し、指定された作業対象物の検出結果(3次元位置・姿勢)を共通形式で出力するモジュール群。

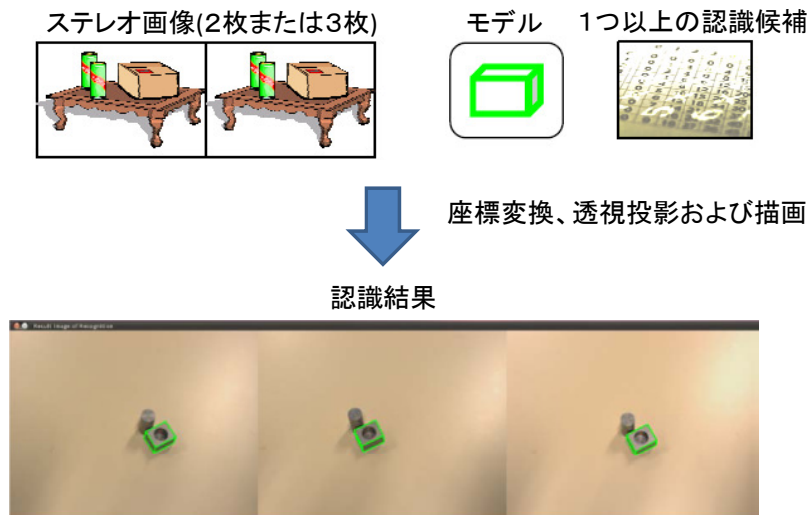


図 6.1 作業対象物認識コンポーネント適用例

本コンポーネントを利用したシステム構成例を以下に示す。図中の赤字の部分、本仕様書で規定している共通インタフェースを使用している部分である。

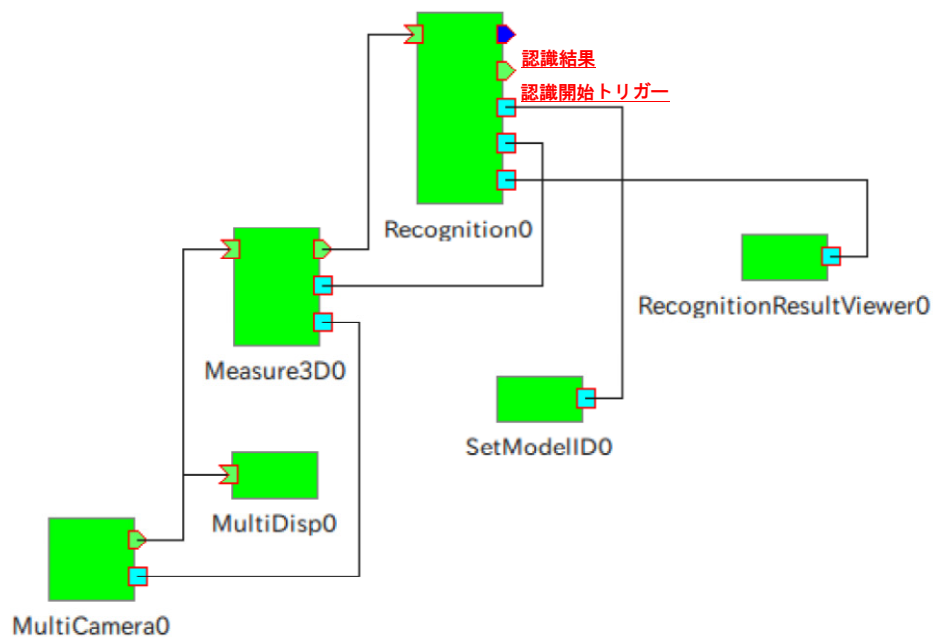


図 6.2 オープンソース版作業対象認識モジュール群

6.2 エッジベース二次元対象物認識モジュール

○開発者: 東京大学 知能機械情報学専攻 情報システム工学研究室

○詳細 URL: http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO_Intelligent_PRJ_HiroAccPri_5002

○概要

作業系画像認識機能共通インタフェースに準拠した、モデルとして与えられたエッジ情報を手掛かりとして、二次元的に対象物の位置と姿勢、スケールを推定するための RT コンポーネント。

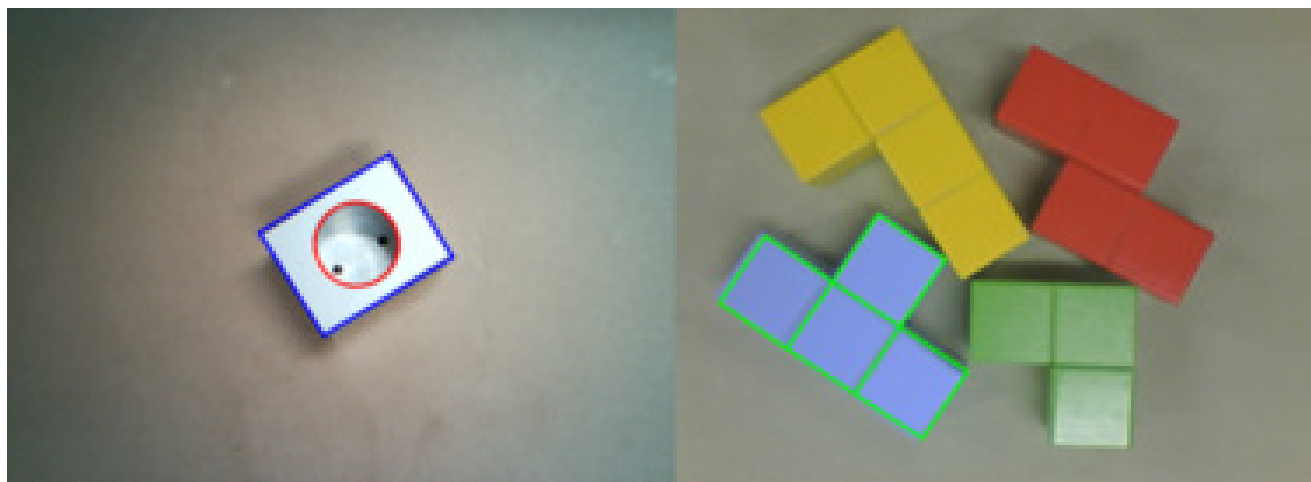


図 6.3 作業対象物認識コンポーネント適用例

本コンポーネントを利用したシステム構成例を以下に示す。図中の赤字の部分、本仕様書で規定している共通インタフェースを使用している部分である。

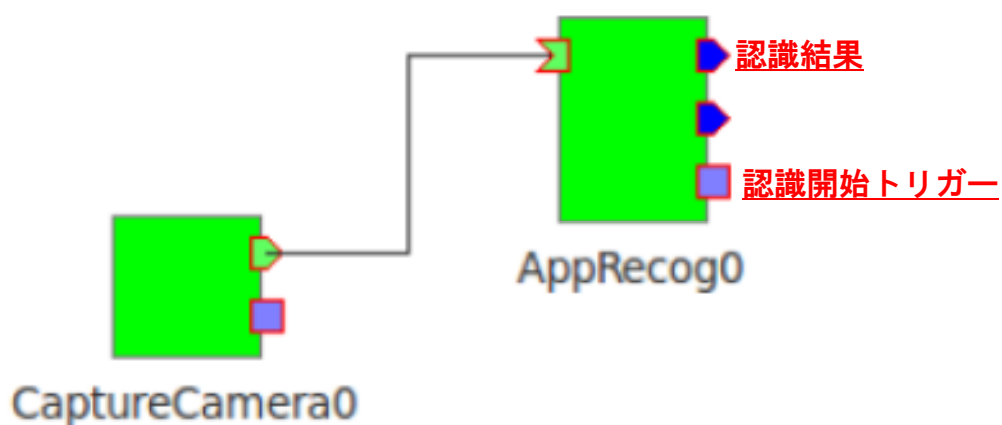


図 6.4 エッジベース二次元対象物認識モジュール

6.3 部分エッジ画像認識モジュール

○開発者:株式会社 東芝 研究開発センター 機械・システムラボラトリー

○詳細 URL:http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO_Intelligent_PRJ_ID235

○概要

作業系画像認識機能共通インタフェースに準拠したカメラで物体(スプーン、ナイフなど)の部分エッジ(曲線)を検出し、予め登録した曲線と照合して、その物体の重心位置・姿勢を算出するための RT コンポーネント。

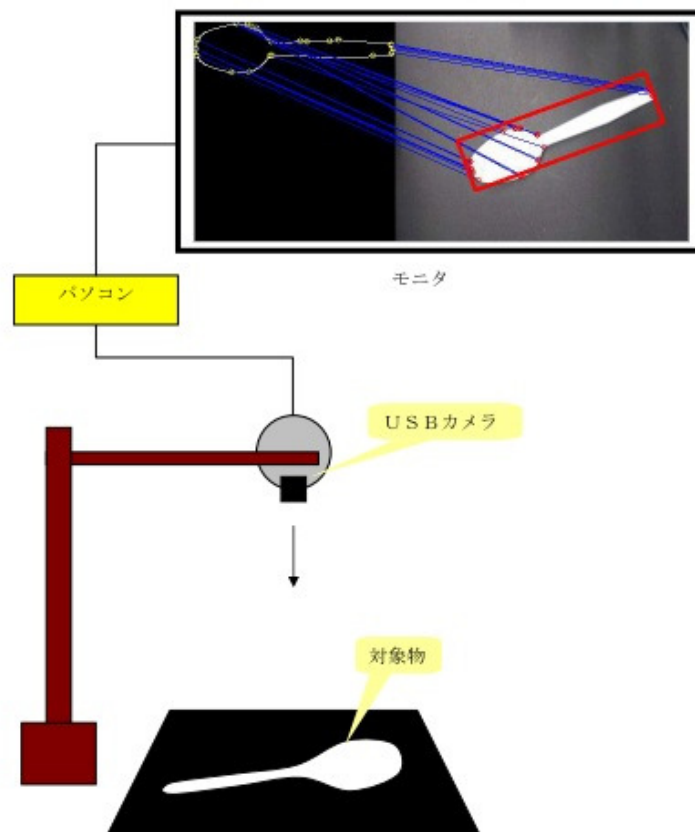


図 1 本RTCのハードウェア構成図

図 6.5 作業対象物認識コンポーネント適用例

本コンポーネントを利用したシステム構成例を以下に示す。図中の赤字の部分、本仕様書で規定している共通インタフェースを使用している部分である。

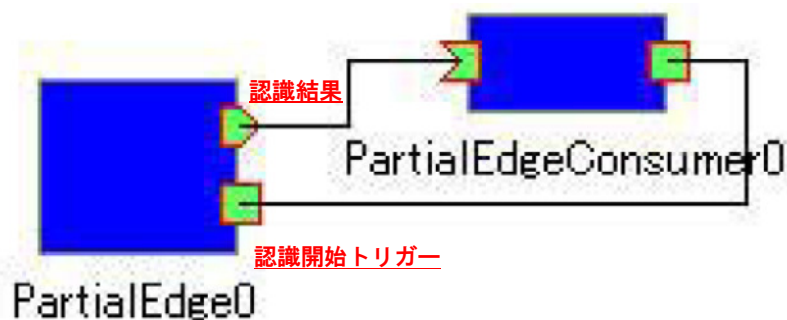


図 6.6 部分エッジ画像認識モジュール

6.4 頭部ステレオカメラを用いた双腕ロボットによるマニピュレーション作業

○開発者:独立行政法人 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 タスクビジョン研究グループ

○詳細 URL:http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO_Intelligent_PRJ_HiroAccPri_1001

○概要

双腕ロボットを用いて工場での部品整理をイメージしたサービスを行うための RT コンポーネント群。作業台に置かれた部品を状況に応じて再配置し、個々の部品を検出して双腕を活かして箱に整理して入れ、双腕で別の場所に運ぶ Pick&Place 作業を行うものである。

本システムは、頭部ステレオカメラによる部品認識・双腕ロボットでの作業計画・ロボット動作を行うためのモジュール群で構成される。部品認識には、作業系画像認識機能共通インタフェースに準拠した『6.1 オープンソース版作業対象認識モジュール群「OpenVGR」』を利用している。



図 6.7 作業対象物認識コンポーネント適用例

本コンポーネントを利用したシステム構成例を以下に示す。図中の「認識結果共通 IF」の部分で、本仕様書で規定している共通インタフェースを使用している部分である。

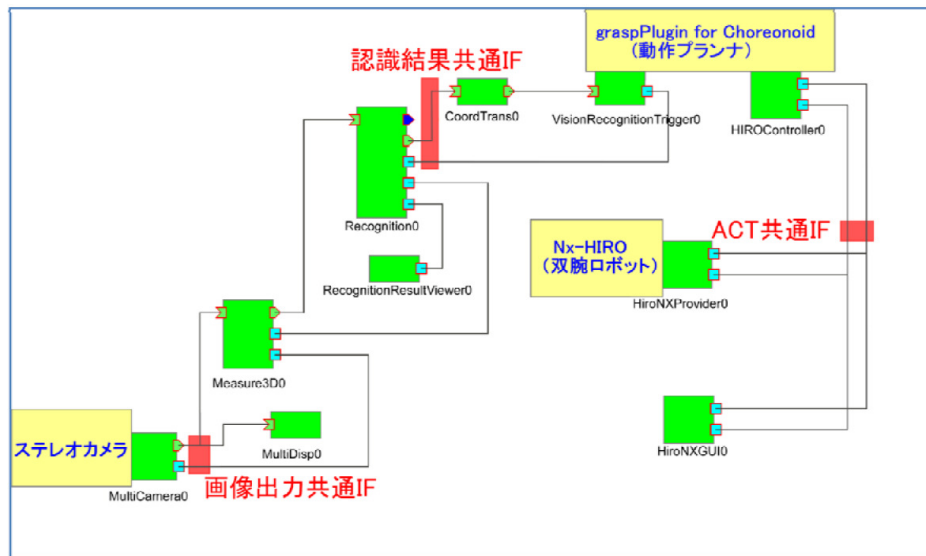


図 6.8 頭部ステレオカメラを用いた双腕ロボットによるマニピュレーション作業モジュール群

7 CORBA IDL

作業系画像認識機能共通インタフェースの IDL 定義を以下に示す。

7.1 Vision.idl

```
#ifndef VISION_IDL
#define VISION_IDL

/* object localization */
interface RecognitionService {
    long getModelID();
    void setModelID(in long ModelID);
};

#endif /* VISION_IDL */
```

8 参考文献

なし