RTコンポーネントの再利用による ロボットシステム開発

名城大学
理工学部メカトロニクス工学科
准教授　大原　賢一

RTミドルウェアへの要望

システム構築の
工数の削減

研究・開発資産
の蓄積

研究・開発資産
の管理・メンテ
ナンス

最新技術の利用

事例１(書籍片付けロボット)

事例２(給仕ロボット)

RTミドルウェアを取り巻く環境の変化

以前

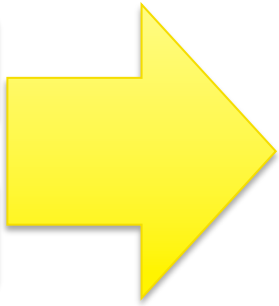
- RTミドルウェアのユーザ：少
- 公開されているRTコンポーネント：少
- 情報源：少

すべての要素をRTコンポーネントにすることで手一杯

現在

NEDO知能化プロジェクトなど

RTミドルウェアの
各種普及活動



- ユーザ数：増
- コンポーネント数：増
- 情報量：増

再利用という観点から
RTミドルウェアを導入するメリットが向上している.

再利用によるロボットシステム構築

メリット

- ソフトウェアの開発にかかる工数削減
  - 本質的な部分に注力出来る.
- 最新の技術が利用可能

デメリット

- 良くも悪くもブラックボックス
- すべてがすんなり動くわけではない
  - 多少動かすことに手間がかかることも.

RTCベースのシステム構築手順例

1. 構築したいシステムの決定
2. コンポーネントを探す.
3. 要求と完全一致の場合，そのRTコンポーネントの要求ハードウェアをそろえる.

OpenRTC-aist(http://openrtc.org/)など,公開されているシステムパッケージに該当するハードウェア環境をそろえる

作業知能モジュールパッケージ

概要

本パッケージは，ロボットに作業をさせる際に必要な基本機能として，対象物を 認識する機能，検出結果に基づいて作業計画を立てる機能，そして実際にロボットを動作させる機能で構成されており，フリーで利用できる各オープンソースソ フトウェアとしてまとめたものです。これを利用することで，例えば，川田工業製の双腕ロボット HironXを用いて，基本的な Pick & Place 作業を行うことができます。

ライセンスについて

パッケージ全体のライセンスは， Eclipse Public License (EPL) と LGPL で構成されています。

特徴

本システムは下図のように対象物の認識（Sense），検出結果に基づく作業計画（Plan），実動作（Act）の 基本（RTC）で構成されます。

要素部品，共通ミドル仕様に準拠していて，開発機関や学つ年モジュールと入れ替えることが容易です。 このため，ユーザが好みのモジュールを選択して目的に合うシステムを構築することができます。 共通ミドル仕様に準拠した包括開発成のモジュール等は， NEDO技術化プロジェクトのコンポーネント集 をご覧ください。

コンポーネントパッケージ一覧

対象物の認識（Sense）

- 作業対象認識モジュール群
  - MeasureVKD (3次元距離計測RTC)

移動知能モジュールパッケージ (OpenNavigation)

概要

本コンポーネント群はOpenHRPのシミュレータを用いて，事体速度を入力とする対向二輪型の移動ロボットを統括に取って走行させる移動機能を統合したモジュール群です。

特徴

- 自己位置検出，走行系，経路計画・起動追従，オペレータ操作の４機能により構成
- 自己位置更新度に応天井ナビゲーションまたはLRFによる自己位置検定機能を選択可能
- ロボットモデルはソフアレンスハードこ有機を使用
- 移動の指令にはジョイスティックによるオペレータ操作および経路計画による製定が可能

自己位置推定関連

- SimViewCam (カメラシミュレーションデータ取得RTC)
- CeilingNavigation （天井ナビゲーション)RTC)
- SimRangeLrg(LRFシミュレーションデータ取得RTC)
- MonteCarloLocalization(LRF 自己位置推定RTC)
- MapManagement(地図管理RTC)
- LocalizeCenter(自己位置収集統定RTC)
- DispPosition (自己位置更新表示RTC)

走行系

- MotorControl(移動台車制御RTC)
- Odometry(オドメトリRTC)
- SwitchInput(RTC自律／操作切替RTC)

経路計画・転換設定

- PathPlanning(経路計画RTC)
- Navigation (ナビゲーションRTC)
- PathFollower(軌道追従RTC)
- PresetKeyInput(ゴール位置入力RTC)
- 経路マップデータ生成ツール（MapManager）

オペレータ操作

- GamePad (ゲームパッドRTC)

コミュニケーション知能モジュールパッケージ OpenHRI

概要

コミュニケーション知能モジュールパッケージ OpenHRIは，音声認識・音声合成・対話制御など，ロボットのコミュニケーション機能の実現に必要な各要素を実現するコンポーネント群です。 フリーで利用できる各オープンソースソフトウェアを使い易いコンポーネントとしてまとめたものです。

OpenHRIの詳細につきましては， オフィシャルサイト を参照してください

ライセンスについて

OpenHRIのライセンスは， Eclipse Public License (EPL) です。

EPLは，コードの改変や再配布，型利用形を許可するオープンソースライセンスですが，場合によっては改変内容をライセンス元に開示する必要が生じます。 OpenHRIが内部で用いているそれぞれのソフトウェアについては，各自のライセンスに従います。

コンポーネント一覧

OpenHRIAudioパッケージ

OpenHRIAudioパッケージは，マイクから音声信号を取得，環境の雑音除去，音源方向の同定など音響信号処理などのコンポーネント群です。

- PulseAudioInput (音声取得RTC)
- PulseAudioOutput (音声出力RTC)
- PortAudioInput (音声取得RTC)
- PortAudioOutput (音声出力RTC)
- NoiseReduction (雑音除去RTC)
- EchoSuppressor (エコー除去RTC)
- EchoCanceller (エコー除去RTC)
- ConvFilter (くし形フィルタRTC)
- DSArray (指向性制御RTC)
- BeamForming (指向性制御RTC)
- Mixer (オーディオミキサーRTC)
- SignalGenerator (信号生成RTC)
- WavRecord (音声保存RTC)
- SamplingRateConverter (リップリング周波数変換RTC)

- このコンポーネント群のダウンロードは，OpenHRIオフィシャルサイト <http://openhri.net/download> から お願いいたします。

OpenHRIVoiceパッケージ

OpenHRIVoiceパッケージは，音声認識や音声合成に関する機能のコンポーネント群です。

- JuliusRTC (音声認識RTC)

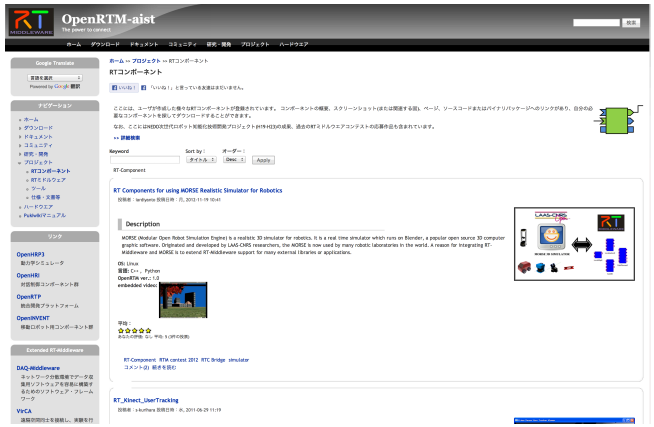
コミュニケーションのパッケージ

作業知能のパッケージ

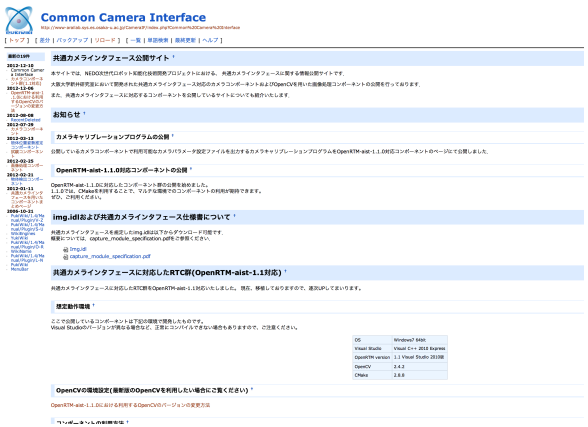
移動知能のパッケージ

RTコンポーネントの探し方

- OpenRTM-aistのサイトで検索する.
  - NEDO知能化プロジェクトの成果やRTミドルウェアコンテスト作品が検索可能
- Google等で検索をかける.
  - RTミドルウェアユーザの公開しているRTCを見つけることが出来る.



OpenRTM-aistのHP



研究室で公開しているHP

ユーザHP

RTCベースのシステム構築手順

1. 構築したいシステムの決定
2. コンポーネントを探す.
3. 適時システムに合わせてカスタマイズ

- 一部のハードウェアは現有の物を使いたい
- アプリケーションを変更したい
- 制御のロジックを変更したい
- ・・・

など

多くの場合は，この手順.

開発事例を通じて，手順を紹介

開発したシステム

音声で指示された対象物を運んでくるシステム

システムの構成

カメラ
(手先)

ロボット
アーム

移動台車

カメラ

リファレンス
ハードウェア
(前川製作所)
現在アールティにて,
OROCHIとして販売中

音声入力用
マイク

マイク

音声認識系RTC

- OpenHRI
  - コミュニケーション用途のRTコンポーネント群

特徴

- マニュアルが整備されている.
- チュートリアルがわかりやすい.
- WindowsやLinuxで利用可能.

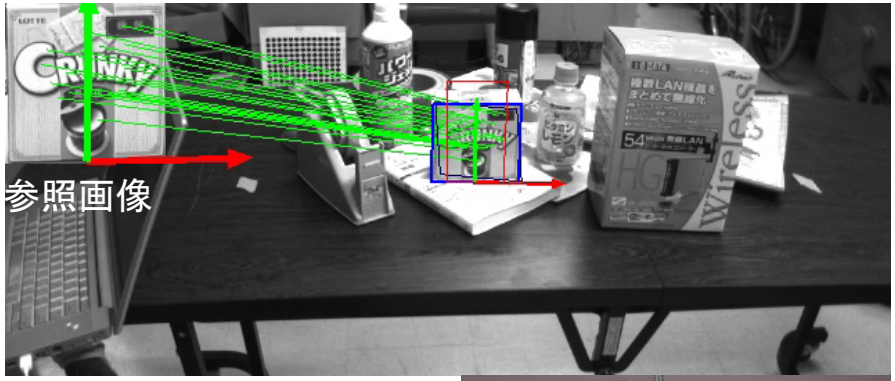
利用しやすいコミュニケーション系RTコンポーネントの代表格

応用事例

- 物体探索システム
- 小型ヒト型ロボットの音声による制御
- モバイルマニピュレータの制御

画像処理系RTC

アピアランスベース物体認識RTC



概要:
参照画像から得られるSIFT特徴量を用いた物体検出にGPUを用いることで、CPUのみを用いた手法と比較して、高速な目標物体の位置及び姿勢を提供する機能を実現する。ステレオカメラ画像と単眼カメラ画像の両方に対応。

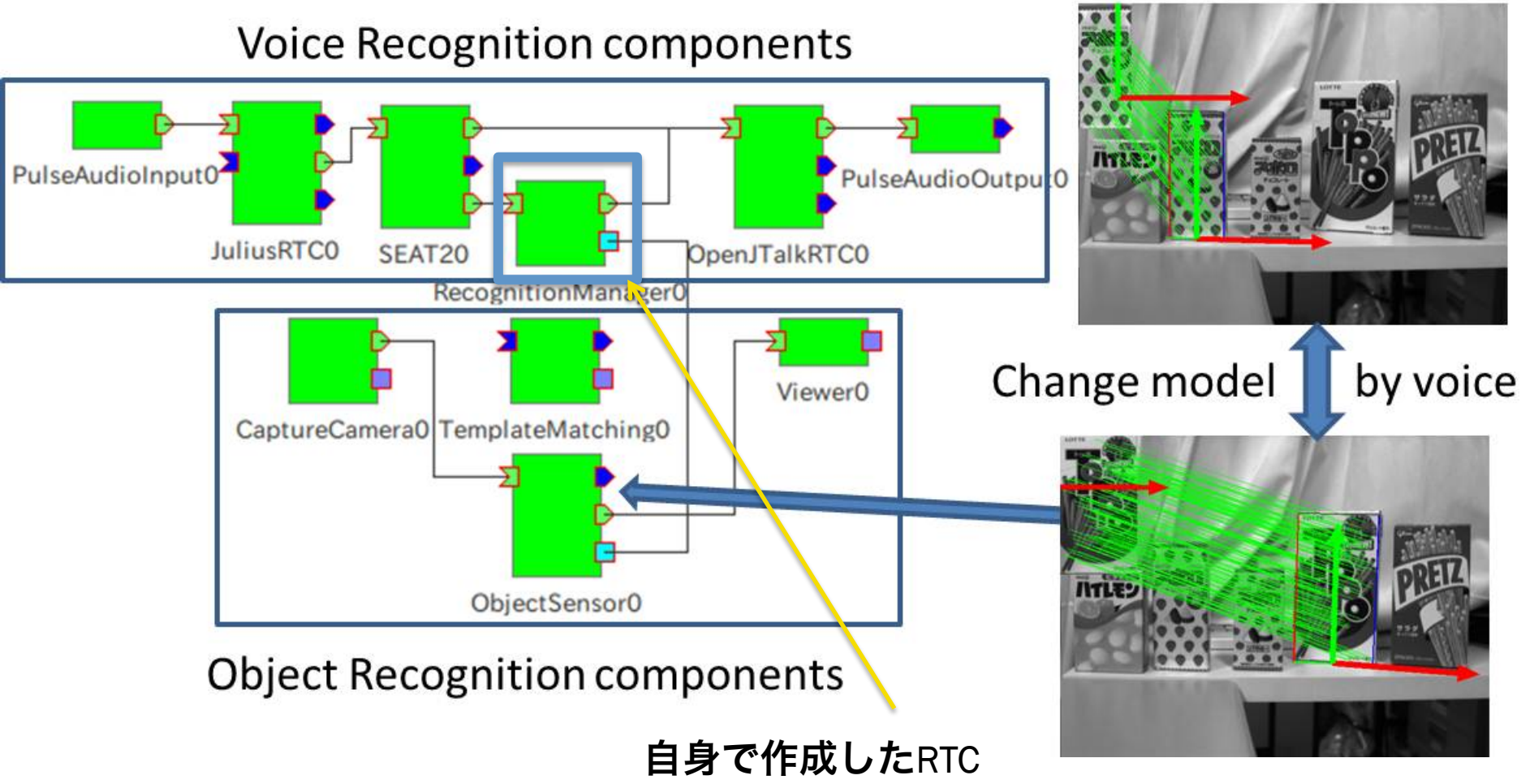
特徴:

- ◆1枚の参照画像のみで、位置姿勢を推定できる
- ◆SIFT特徴によるロバストな推定
- ◆GPUによる高速化
- ◆ステレオカメラにも対応

モデルデータを用いて,
物体の位置・姿勢を推定

カメラは後ほど説明する
共通カメラI/Fに対応したものを利用

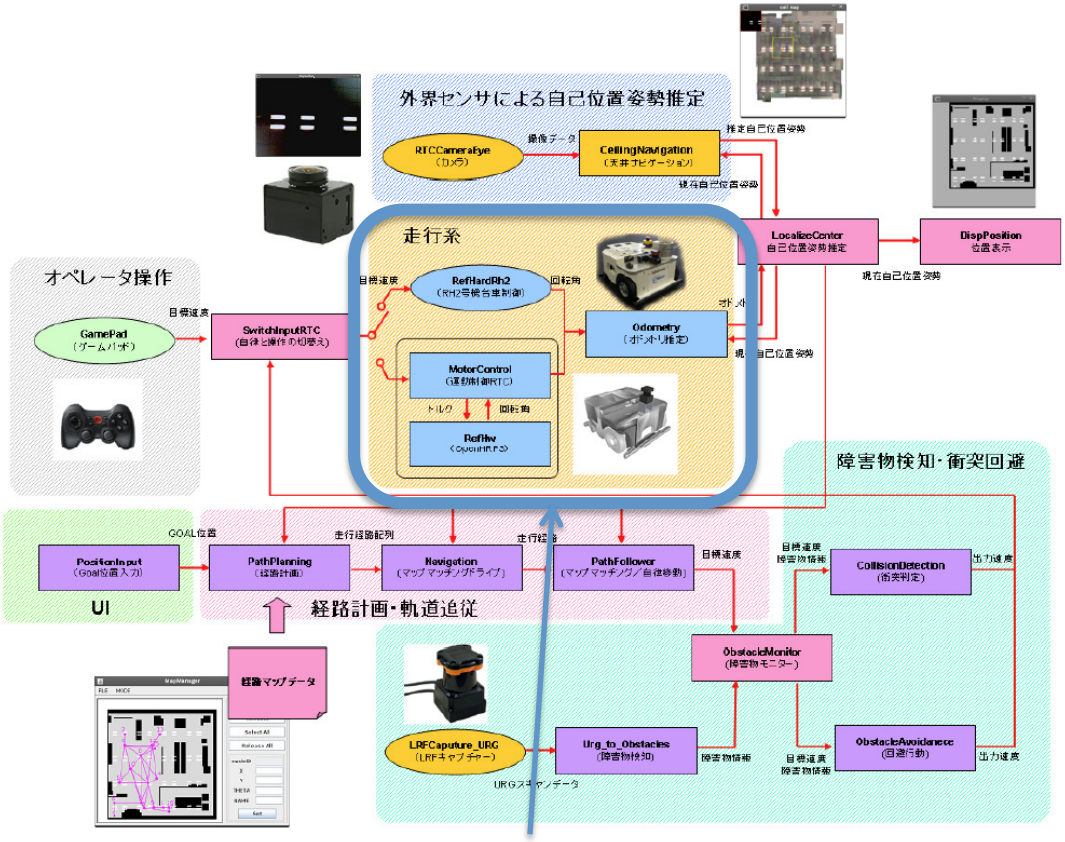
音声認識と画像処理による物体探索



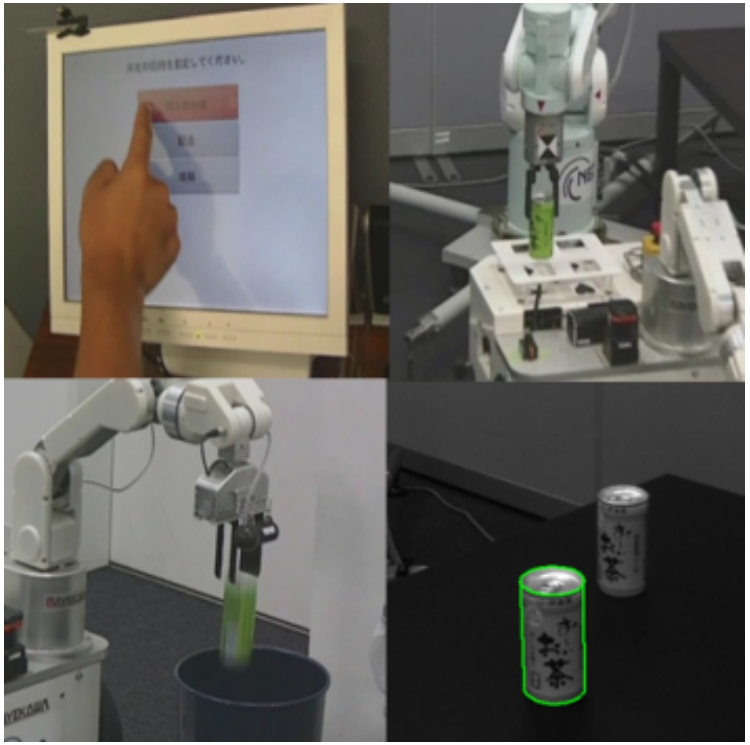
音声認識結果から，物体認識用のモデルデータに変換するコンポーネントのみ作成することで実現可能

モバイルマニピュレータ系RTC

OpenRTC-aistで公開されている来訪者受付システムから流用



走行系部分のみ利用

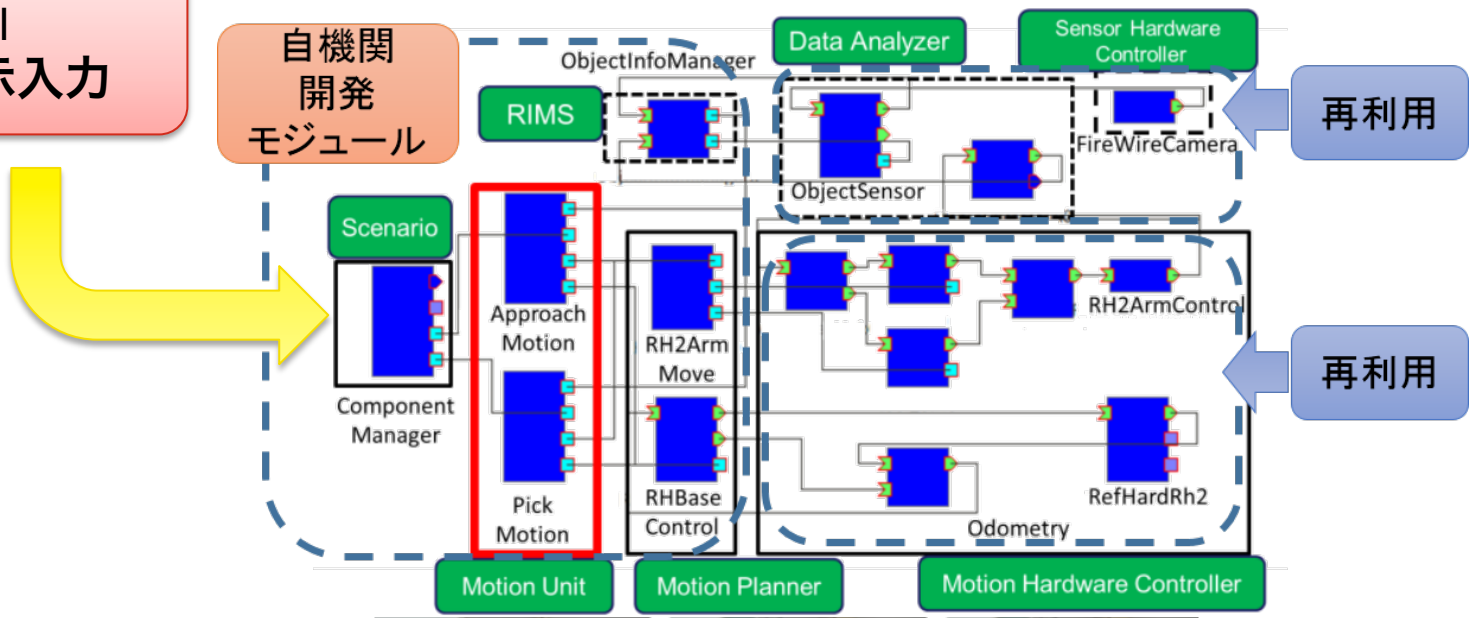


アーム制御部のみ利用

ハードウェアに関連するRTCを用いることで，工数の大幅削減

音声指示による物体操作システム

OpenHRI
を用いた指示入力



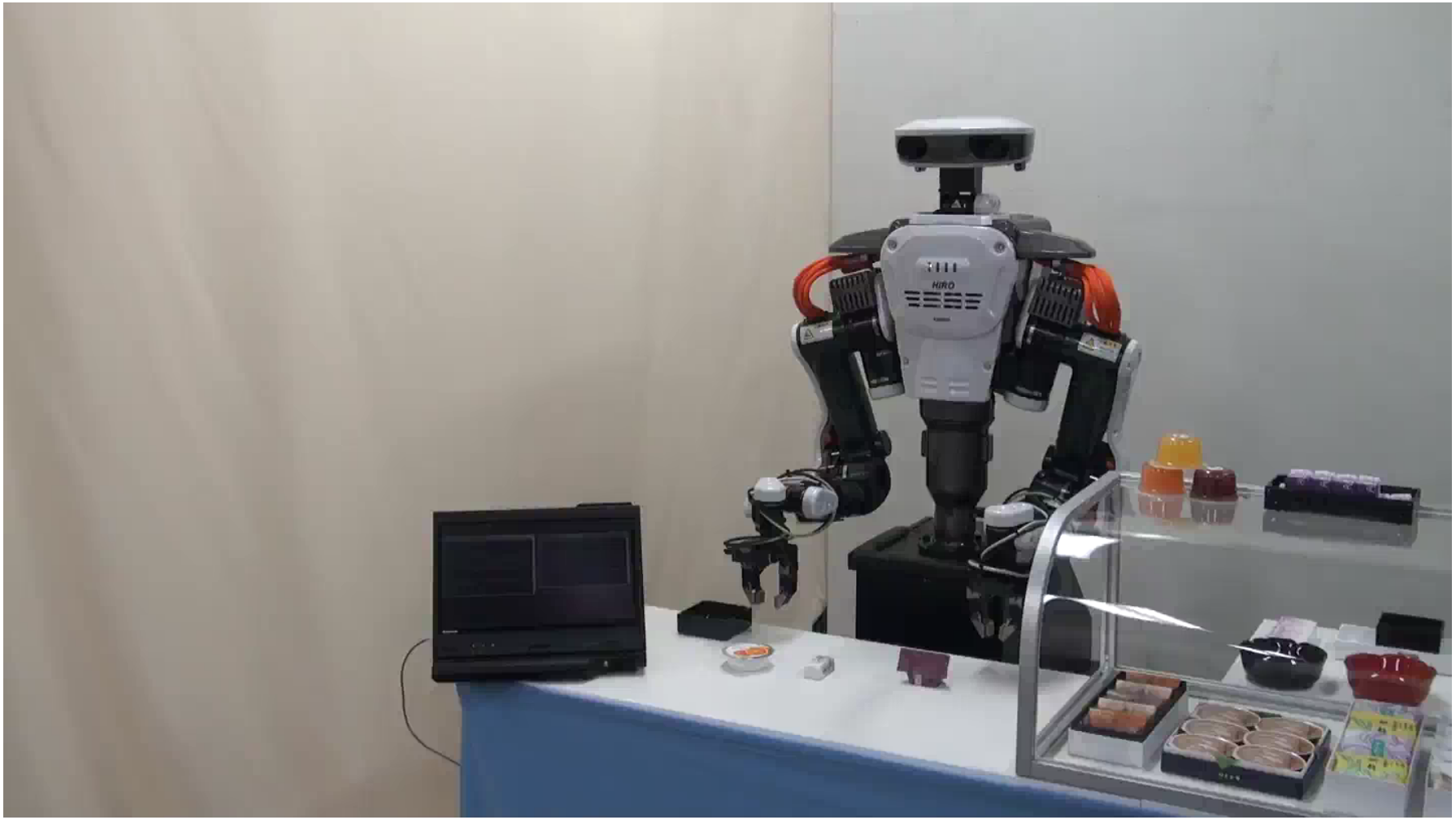
リファレンスハードウェアでのPick-and-Place

ロボットの制御，画像処理，インタフェースを再利用し，システム構築部のみに注力可能

構築したシステムによるデモ

音声認識RTCと物体認識RTCを再利用

双腕ロボットシステムに，物体認識部と音声認識部を流用



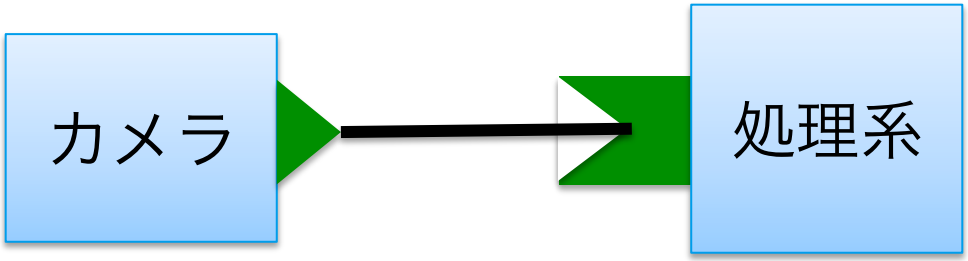
奈良先端大，東京理科大，産総研，阪大の共同開発

再利用性の高いコンポーネント創出に向けた取り組み

共通カメラインタフェース

コンポーネントの再利用性を高めるための，共通（基本）となるコンポーネント間のインタフェースの規定.
NEDO知能化プロジェクトの推奨インタフェースとして位置づけ.

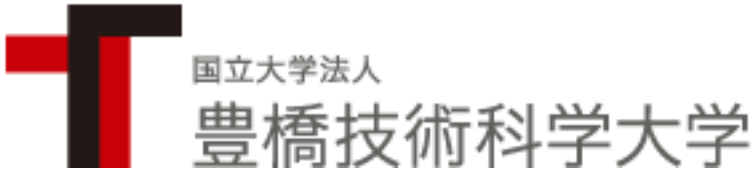
- **カメラと処理系の間のインタフェースを規定**



- **対応コンポーネントの用意**
  - **複数の対応コンポーネント**
  - **ソースの公開**
  - **複数機関によるコンセンサス**

共通カメラインタフェースの普及活動

NEDO知能化PJへの参画機関を中心に
共通カメラインタフェースを採用

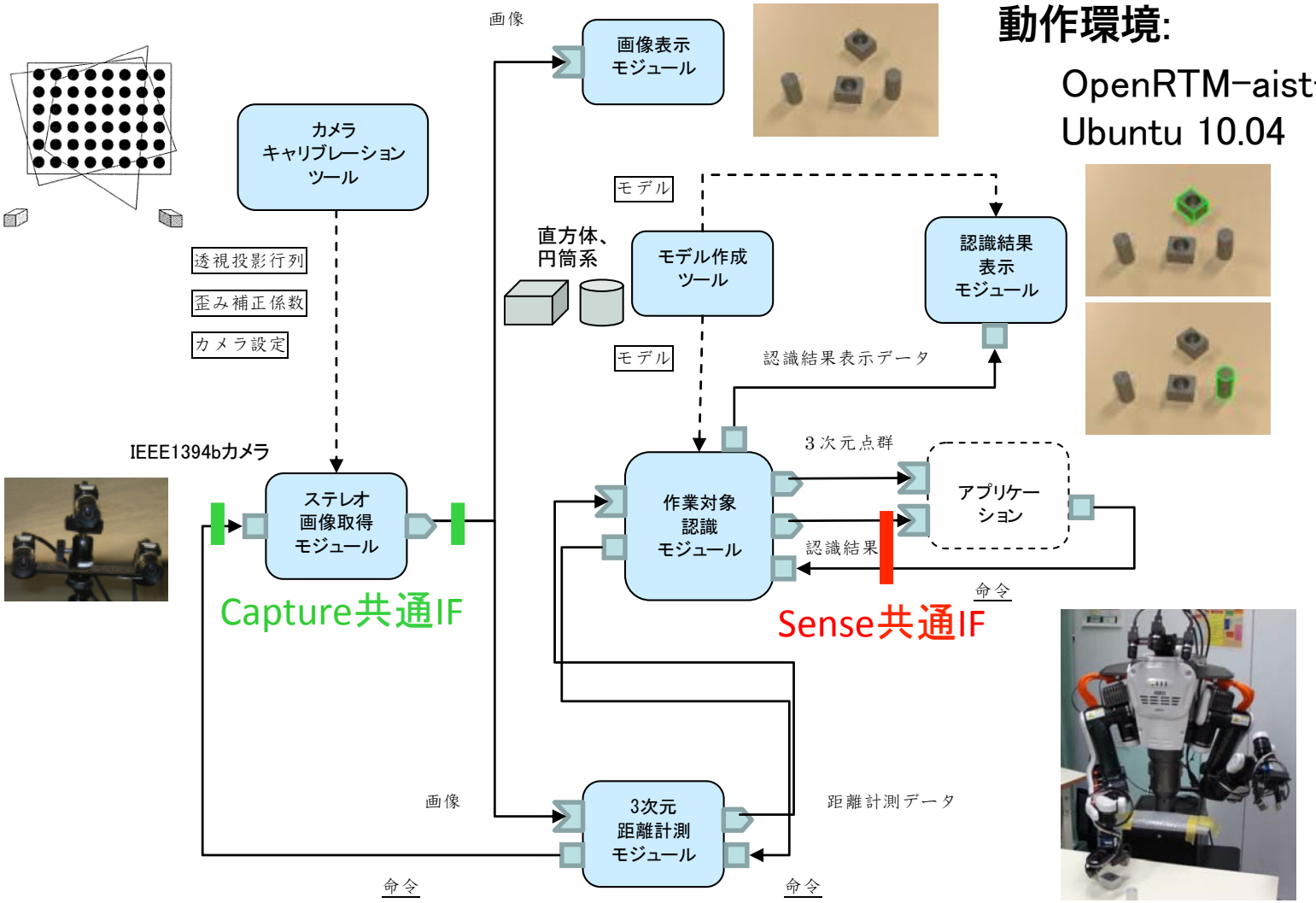


RTミドルウェアコンテストなどでも利用.

**これらの機関で開発されたRTコンポーネントの
相互入れ替えが可能に！！**

共通カメラI/F対応RTC群 OpenVGR

OpenVGRとして，産総研で開発が行われたRTコンポーネント群



動作環境:

OpenRTM-aist-1.0.0[C++]
Ubuntu 10.04

共通カメラI/F対応RTCによる画像処理

画像取得コンポーネント

- CaptureCamera　：WebCamera用
- FireWireCamera_Img：FireWireCamera用
- LoadPicture　：画像ファイル用

表示コンポーネント

- Viewer　：画像表示

画像処理系コンポーネント

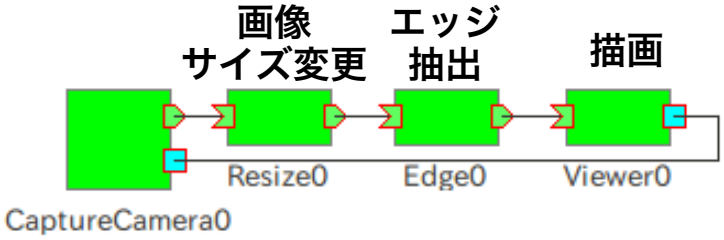
- Threshold　：画像の2値化
- DilationErosion　：バイナリイメージの膨張・収縮
- Edge　：エッジの検出
- Findcontour　：輪郭の検出
- Flip　：画像の上下左右回転
- HoughCircles　：円検出
- Houghline　：直線検出
- Perspective　：遠近投影
- Rotate　：画像角度回転
- Smooth　：画像の平滑化
- Translate　：映像の平行移動
- Template　：パターン認識

- OpenCVによる画像処理機能を持つRTC群
- **各コンポーネントをつなぐだけで簡単に画像処理体験**
- ソースを公開しているため，RTC開発の参考に！

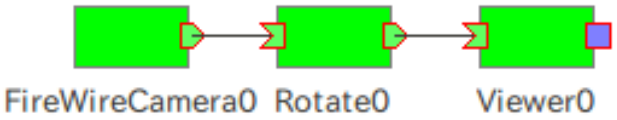
Googleにて，“共通カメラインタフェース”で検索

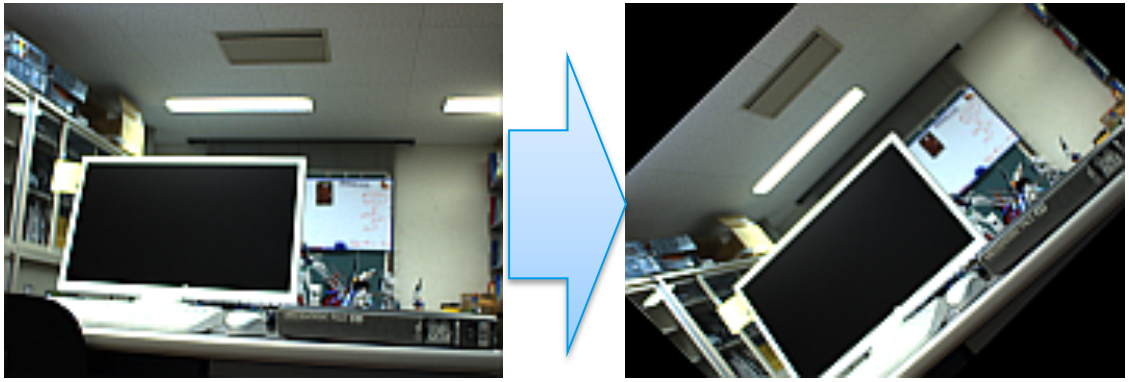
共通カメラI/F対応RTCによる画像処理

WebCamera

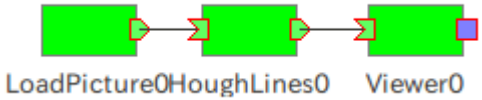


FireWireCamera





LoadPicture



共通カメラI/Fに対応したRTC群

OpenCVの画像圧縮機能(JPEG,PNG)を用いることで，転送速度の向上を試みたRTC群

画像取得コンポーネント

- CaptureCamera　：WebCamera用
- FireWireCamera_Img　：FireWireCamera用
- LoadPicture　：画像ファイル用

表示コンポーネント

- Viewer　：画像表示

画像処理系コンポーネント

- Threshold　：画像の2値化
- DilationErosion　：バイナリイメージの膨張・収縮
- Edge　：エッジの検出
- Findcontour　：輪郭の検出
- Flip　：画像の上下左右回転
- HoughCircles　：円検出
- Houghline　：直線検出
- Perspective　：遠近投影
- Rotate　：画像角度回転
- Smooth　：画像の平滑化
- Translate　：映像の平行移動
- Template　：パターン認識

Googleにて，“共通カメラインタフェース”で検索
“試験コンポーネント”の項目を参照

まとめ

RTミドルウェアを取り巻く環境は変化しており，既存のリソースを再利用という観点から，RTミドルウェアを導入しやすくなってきている．

一方で，開発したソフトウェアリソースの蓄積，質の向上のためにも，ロボットの主要ハードウェアにおいては，RTコンポーネントのインタフェースの共通化が鍵で，今後も継続的取り組みが重要．

告知

RTミドルウェアサマーキャンプ

RTミドルウェアに精通した講師陣の元で，RTミドルウェアを用いたシステム開発を行う合宿形式の企画.

会期：2013年7月29日～8月2日

共同主催：産業技術総合研究所知能システム研究部門，計測自動制御学会SI部門RTシステムインテグレーション部会，ロボットビジネス推進協議会

近日参加募集開始

http://www.openrtm.org/openrtm/ja/tutorial/summercamp2013

or

Google等で，“RTミドルウェアサマーキャンプ2013”で検索