

当研究室での RTミドルウェアの取り組み

埼玉大学 琴坂信哉
RTMサマーキャンプ2016

2015Aug01@産総研

自己紹介

- 埼玉大学 琴坂信哉
- 計算機的自己紹介
 - 「ラジオの製作」付録 実物大TK-80(の写真)で人生を狂わされた一人
 - その前までは、単なるラジオ少年
 - 最初の計算機は、intel 4004
 - すぐにMC6809 4MHz, HD68000(Sマスク)-10MHzへ(高校3年生)
 - 河口洋一郎先生の作品に心酔, 再現を目指すためにアフィン変換等3D CG技術を学ぶ
 - 上記のMPU上で, Forth, C言語処理系を構築
 - 8インチFDも使っていました

自己紹介

🌐 計算機的自己紹介

🌐 機械振興協会技術研究所時代

🌐 最初に触った計算機(OSが搭載された計算機)が,
SONY NEWS+X10+Ethernet ver.1(学部3年生)

🌐 *ファイルって何ですか?の状態で,触ったOSがUNIXでした.
研究所のイエローケーブルの敷設をまかされる

🌐 K&Rとman(英語)で,UNIXとC言語を学ぶ

🌐 依頼されてXWindow 10で動くDTPソフトを作る

🌐 卒論で,4万行弱の文字認識ソフトを作成

🌐 大学に戻る

自己紹介

🌐 計算機的自己紹介

🌐 大学に戻る

- 🌐 Sun SPARC Station1, VAX Station, Micro VAX IIなど
- 🌐 いくつかの大学研究室のネットワーク構築を経験
- 🌐 依頼されて敷設されたばかりの大学のFDDIリングを攻撃. 落ちた(私のせい?), 10台のEWSを1週間負荷テスト(修論の計算とも言う)を実施
- 🌐 オムロンのLUNAの管理者, MAP機器のインターオペラビリティテストのバイト






🌐 理研に

- 🌐 Sun3に, NCSA httpdをインストール. 理研で二つ目のWebサーバ立ち上げ. ntt.jpに数十サイトくらいしか登録されていなかった時代
- 🌐 電総研で, 河口先生に出会う. 7年後, ATRで再会!


自己紹介

RTM的自己紹介

RTM歴

-  確か2001年か2002年に最初のインストール
-  ー> 神徳さんにいろいろ文句を言う
-  その後, しばらくblank
 -  2007年くらいに再度トライするものの...
-  2010年頃から再度トライver.2

RTMコンテスト

-  最優秀賞2回
 -  RTMコンテスト2013, RTMコンテスト2015
-  SICE学術奨励賞(技術奨励賞)も頂きました

これまでのRTM関連

- 入門者用RTM学習キット
 - RTM+安価な移動ロボット(リファレンスハードに準じるI/Fをソフト的に実現)
- RTMの産業応用を目指して
 - RTM+産業用ロボット=エンジニアリングサンプル
 - 共通インターフェースのメンテ
 - 産業人向け人材育成教材の開発と実施
- RTMを活用した学習教材の開発
 - USB一本だけで起動できるRTM環境+学習教材

これまでのRTM関連

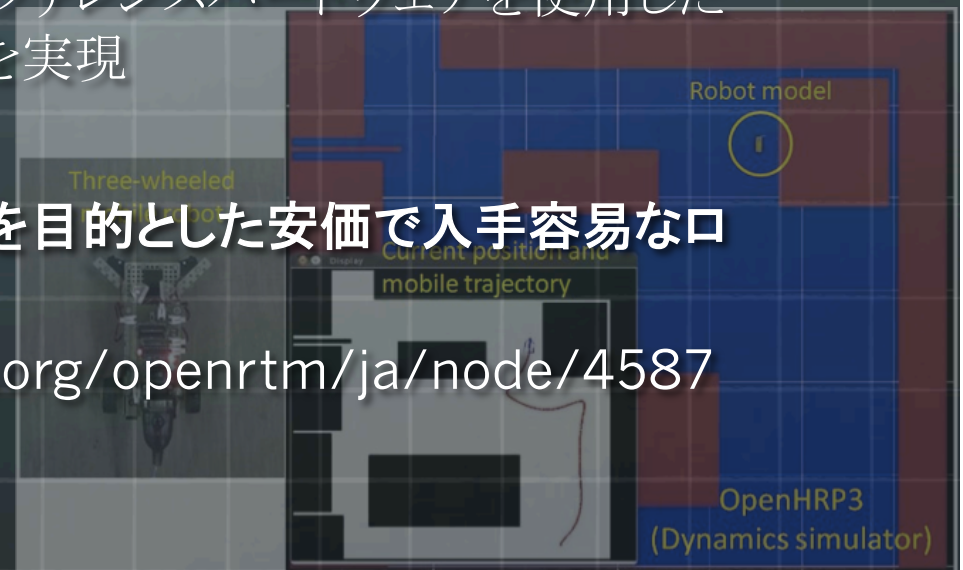
🌐 入門者用RTM学習キット

- 🌐 RTM+安価な移動ロボット(リファレンスハードに準じるI/Fをソフト的に実現)
 - 🌐 RTミドルウェアの導入教育を目的とした安価&入手容易&多人数向け&初心者向けのRTミドルウェア学習環境
 - 🌐 移動能力に関しては, リファレンスハードウェアを使用した場合と同等の学習環境を実現

🌐 RTMコンテスト2011

- 🌐 「RTミドルウェアの学習を目的とした安価で入手容易なロボット上での実行環境」
- 🌐 <http://www.openrtm.org/openrtm/ja/node/4587>

* 極力, コンポーネント再利用



これまでのRTM関連

● 入門

この作品のポイント：

- (1) 極力、コンポーネントの再利用
- (2) 大量のマニュアル群
- (3) 安価で、リファレンスハードとほぼ同じ環境を再現できる（安価なハードorシミュレーション）
- (4) RTMの学習教材というコンセプト



● RTMコン



● 「RTミドルウェアを学習を目的とした安価で入手容易なロボット上での実行環境」



● <http://www.openrtm.org/openrtm/ja/node/4587>

* 極力、コンポーネント再利用



これまでのRTM関連

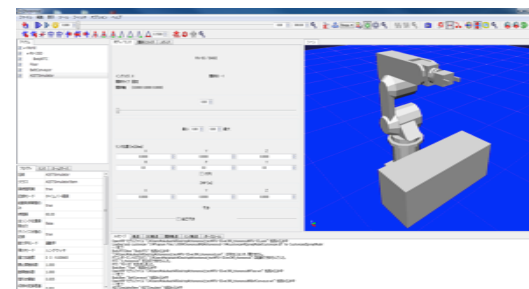
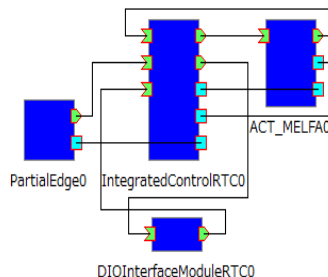
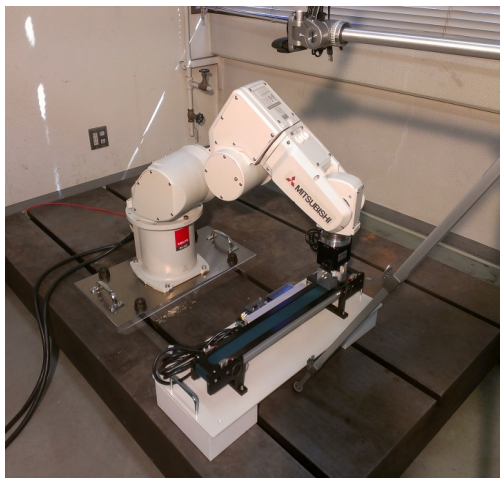
- RTMの産業応用を目指して
 - RTM+産業用ロボット=エンジニアリングサンプル
 - 共通インターフェースのメンテ
 - 産業人向け人材育成教材の開発

RTミドルウェアの産業分野への新展開

RTミドルウェアを用いたエンジニアリングサンプル



概要



実機がない方向け のシミュレーション環境

- 導入マニュアル, 解説ドキュメント, 操作マニュアルを用意
- 独学でRTミドルウェアの産業応用を学ぶことができる
- オープンソースで公開中

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

第1版

最終更新日: 2013年10月23日

概要:

カメラ情報とティーチング情報を利用して、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&プレースを行うRTミドルウェアを用いたエンジニアリングサンプルを構築。

すべて無償で公開。

構築費用: 61万円+6軸垂直多関節ロボット http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/contest2013_1B2-4

問い合わせ先



国立大学法人埼玉大学

RTミドルウェアの産業分野への新展開

RTミドルウェアを用いたエンジニアリングサンプル



概要



最優秀作品

この作品のポイント:

- (1) 産業応用を目標としたオールインワン
- (2) 再利用性の高いコンポーネント群
- (3) 大量のマニュアル群
- (4) 本格的なハードorシミュレーションの選択
- (5) 可能な限り市販品のみでシステムを構成
- (6) エンジニアリングサンプルというコンセプト

概要:

カメラ情報とティーチング情報を用いた産業用ロボットがベルトコンベア上を移動し、対象物に対しピック&プレースを行うRTミドルウェアを用いたエンジニアリングサンプルを構築。

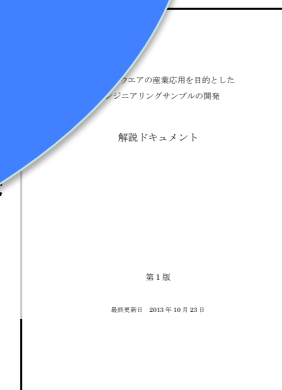
すべて無償で公開。

構築費用：61万円+6軸垂直多関節ロボット http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/contest2013_1B2-4

問い合わせ先



国立大学法人埼玉大学



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【RTミドルウェアの実践的展開】

RTMによる人材育成・産学連携の社会実装者を核とした総合的研究開発



ORiNとの連携によるRTミドルウェアの産業適応性の向上

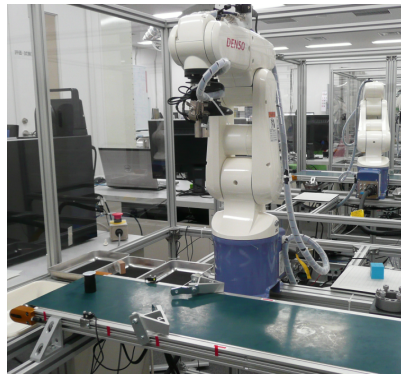


図1 RTM-ORiNコンバータを用いて作成したピック＆プレイス作業を行うロボットシステム

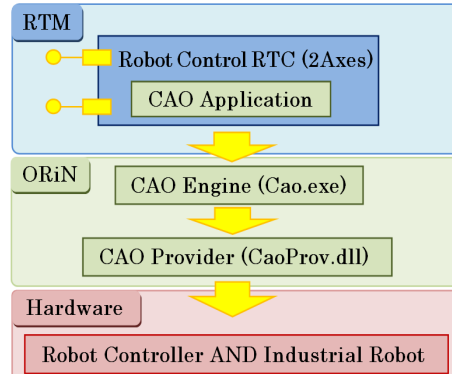


図2 RTM-ORiNコンバータによってPCから産業用ロボットを制御する際の流れ

社会への貢献

ソフトウェアモジュールの交換によって、容易に他メーカーの産業用ロボットに変更可能

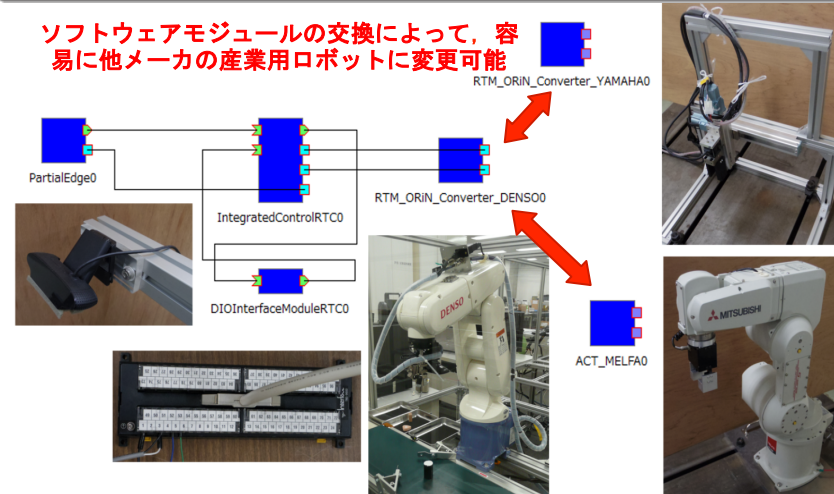


図3 RTミドルウェアとORiNの連携により、変種変量生産に対応できる迅速なロボットシステム構築が可能となる

開発概要：

RTMとORiNを連結するためのRTM-ORiNコンバータを開発

- ◎ロボットアーム制御機能共通インタフェース (SI単位系準拠 第1.0版)に対応
- ◎共通インタフェースの各動作コマンドに対応したCAOアプリケーションを用意
- ◎CAOプロバイダの変更により、種々のメーカーの産業用ロボットに対応

ORiNとの連携により

- ◎RTMの産業機器への接続性を飛躍的に向上
- ◎RTM上で多くの産業機器が使用可能になる

- ◎多種多様な周辺機器を統合したセル生産システムを短時間で構築可能
- ◎特定のメーカーにとらわれず、複数のメーカーの機器を混在して利用できる

問い合わせ先



国立大学法人 埼玉大学大学院 理工学研究科 琴坂信哉
E-mail : openrtm@design.mech.saitama-u.ac.jp

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【RTミドルウェアの実践的展開】

RTMによる人材育成・産学連携の社会実装者を核とした総合的研究開発



ORiNとの連携によるRTミドルウェアの産業適応性の向上

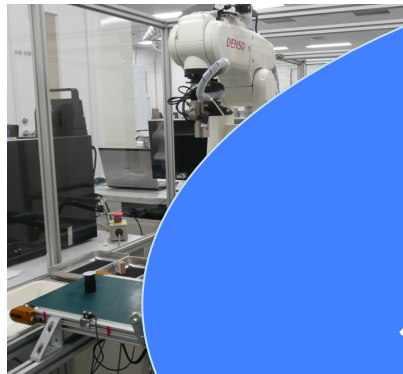


図1 RTM-ORiN連携で作成したピッキングを行うロボット



対応できる

この作品のポイント:

- (1) 産業応用を目標としたオールインワン
- (2) 再利用性を高めるためにハードウェアの抽象化を実現
- (3) 様々なロボットハードを同じソフトで利用可能
- (4) 大量のマニュアル群
- (5) ミドルウェア技術の真骨頂

開発概要:

RTMとORiNを連結するた

- ◎ ロボットアーム制御機能共通インタフェース(SI単位系準拠 第1.0版)に対応
- ◎ 共通インターフェースの各動作コマンドを定義し、CAOアプリケーションを用意
- ◎ CAOプロバイダの変更により、種々のメーカーの産業用ロボットに対応

生産性を飛躍的に向上
産業機器が使用可能になる

- ◎ 多種多様な周辺機器を統合したセル生産システムを短時間で構築可能
- ◎ 特定のメーカーにとらわれず、複数のメーカーの機器を混在して利用できる

問い合わせ先



国立大学法人 埼玉大学大学院 理工学研究科 琴坂信哉
E-mail : openrtm@design.mech.saitama-u.ac.jp

ロボットアーム制御共通 I/Fの改版の仕組み

- みなさんは、共通I/Fを知っていますか？
 - 移動ロボット, ロボットアーム, コミュニケーション, 双腕ロボット, 作業系画像認識, カメラ機能
 - http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/Recommendation_CommonIF
- 時代の要請, 新しい機器の登場等に合わせて, 共通I/Fの仕様を更新, 改変していく必要がある
 - 日本ロボット工業会RTM国際標準化委員会にて
- ロボットアーム制御共通I/Fの更新について
 - スカラロボットへの対応, SI単位系対応, 未実装エラーの定義等
 - http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/contest2013_1B2-5

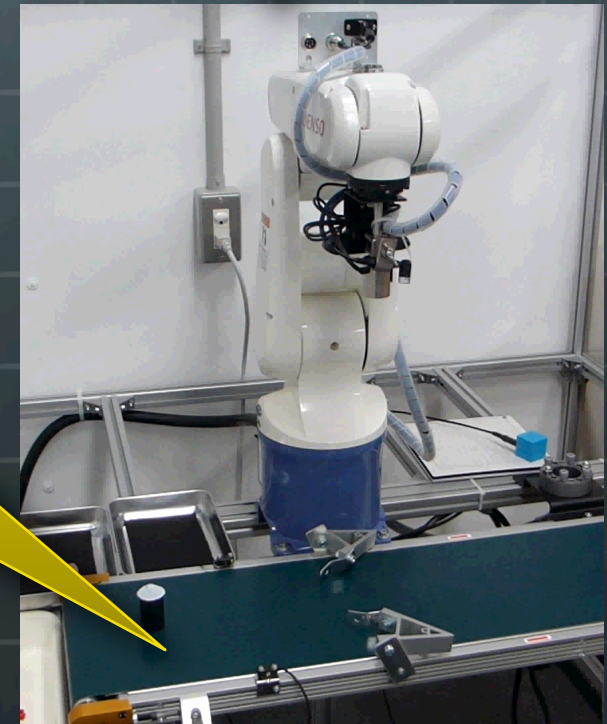
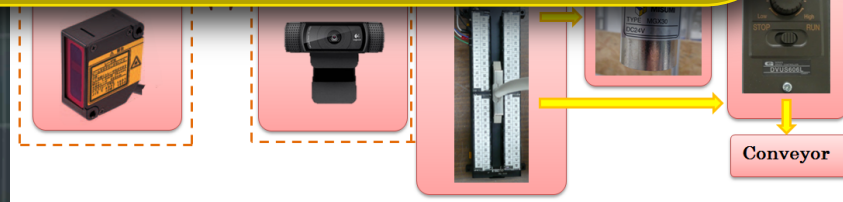
産業用ロボットを中心とするセル生産システムの ORiN-RTM連携アプリケーション開発学習教材 の開発と人材育成講座の実施

- 対象とする作業:ピック&プレイス作業
 - ベルトコンベア上を流れるワークをセンサで認識
 - 認識情報から把持点の教示位置を補正
 - 産業用ロボットによるワークの把持・解放動作
 - ワーク認識用センサの変更

先程のエンジニアリングサンプルを発展させたバージョン

共通I/FのRTCが開発されている産業用ロボット

三菱電機様 MELFA
安川電機様 MOTOMAN
DENSO様 6軸多関節ロボット
ヤマハ発動機様 単軸ロボット



産業用ロボットを中心とするセル生産システムの ORiN-RTM連携アプリケーション開発学習教材 の開発と人材育成講座の実施

🌐 学習教材の目次

- 🌐 第1章:はじめに
- 🌐 第2章:ハードウェア環境の構築
- 🌐 第3章:ソフトウェア環境の構築
- 🌐 第4章:RTMを用いた
ピック&プレイス作業
- 🌐 第5章:ORiNを利用した産業機器
制御用RTCの開発
- 🌐 第6章:ワーク認識用センサの変更
- 🌐 第7章:おわりに

The image shows a preview of the textbook's table of contents and title page. The table of contents is organized into two columns, listing chapters from 1 to 7 with their respective sub-topics. The title page on the right contains the book's title, '産業用ロボットを中心とするセル生産システムのORiN-RTM連携アプリケーション開発 学習教材', the version '第1.0版', the date '最終更新日 2014年11月30日', and the publisher '国立大学法人埼玉大学大学院理工学研究科 設計工学研究室'.

更新履歴	目次
1. はじめに	1. はじめに
2. ハードウェア環境の構築	2.1 使用するハードウェア
2.1 使用するハードウェア	2.2 ハードウェア環境の構築
2.2 ハードウェア環境の構築	2.2.1 産業用ロボットを
2.2.1 産業用ロボットを	2.2.2 組み立て環境
2.2.2 組み立て環境	3. RTM連携アプリケーション
3. RTM連携アプリケーション	3.1 導入するソフトウェア
3.1 導入するソフトウェア	3.2 ソフトウェア環境の構築
3.2 ソフトウェア環境の構築	3.2.1 OSの選択
3.2.1 OSの選択	3.2.2 Visual Studio C#
3.2.2 Visual Studio C#	3.2.3 Java Development
3.2.3 Java Development	3.2.4 Make2.8のインストール
3.2.4 Make2.8のインストール	3.2.5 Doxygenのインストール
3.2.5 Doxygenのインストール	3.2.6 OpenRTM-aist 1.1.
3.2.6 OpenRTM-aist 1.1.	3.2.7 OpenRTP 1.1.0-RG
3.2.7 OpenRTP 1.1.0-RG	3.2.8 OpenCV2.2のイン
3.2.8 OpenCV2.2のイン	3.2.9 DIOボードの接続
3.2.9 DIOボードの接続	3.2.10 Logicon 製USB
3.2.10 Logicon 製USB	3.2.11 ORiN SDKのイン
3.2.11 ORiN SDKのイン	3.2.12 レーザ位置セン
3.2.12 レーザ位置セン	4. RTMを用いたピック&プレ
4. RTMを用いたピック&プレ	4.1 ピック&プレイス作業
4.1 ピック&プレイス作業	4.2 ピック&プレイス作業
4.2 ピック&プレイス作業	4.2.1 RTM_ORiN_Convert
4.2.1 RTM_ORiN_Convert	4.2.2 DIOInterfaceModul
4.2.2 DIOInterfaceModul	4.2.3 PartialEdgeRTC...
4.2.3 PartialEdgeRTC...	4.2.4 CameraPositionCor
4.2.4 CameraPositionCor	4.2.5 IntegratedControl
4.2.5 IntegratedControl	4.3 機器制御用RTCの開発
4.3 機器制御用RTCの開発	4.3.1 機器制御用RTCの
4.3.1 機器制御用RTCの	4.3.2 RTC Builder による
4.3.2 RTC Builder による	4.3.3 Make2.8による

構成機器を短時間で交換
できることを体験可能

人材育成講座の実施



2014年12月18日(木) 東京都立産業技術研究センター様にご協力を得て実施
* 現在, 玉川大学の岡田先生によって, プログラミング講習を継続中

これまでのRTM関連

- 🌐 RTMを活用した学習教材の開発
 - 🌐 USB一本だけで起動できるRTM環境＋学習教材

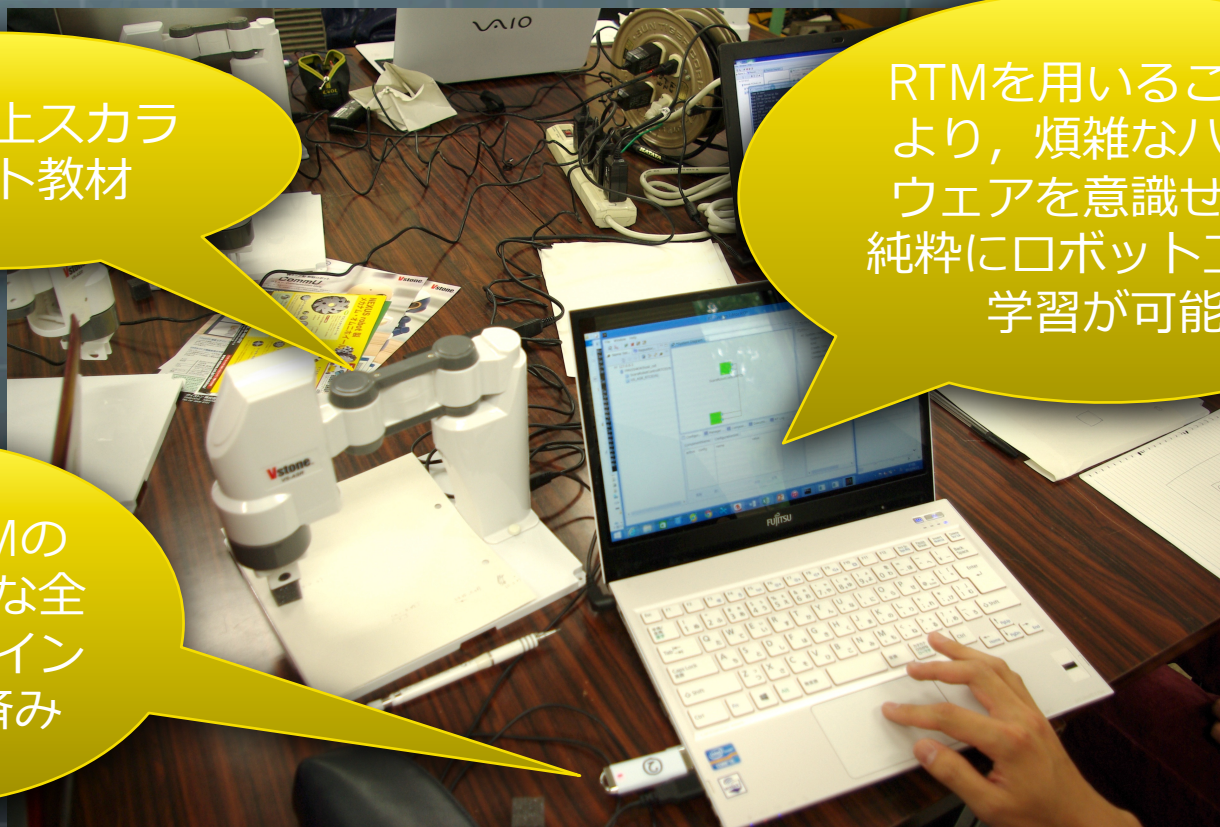
RTミドルウェアを活用したロボット教育ツールの開発

🌐 USB一本でRTミドルウェア環境を動かせる教育ツール

安価な卓上スカラー
ロボット教材

RTMを用いることにより、
煩雑なハードウェアを意識せずに、
純粹にロボット工学の
学習が可能

USBにRTMの
実行に必要な全ての環境がイン
ストール済み



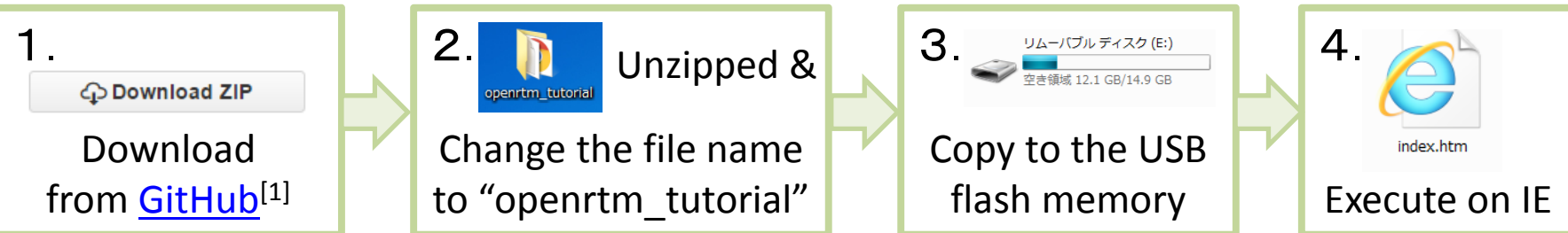
USBメモリに搭載したポータブルRTM環境 を用いたロボット教育ツール

埼玉大学
設計工学研究室

- 既存のOpenRTM Tutorial^[1]に追加する形で製作
 - デバイスドライバインストール不要
 - プログラム実行に必要なファイルを全て同梱
 - CSV形式の記述でオリジナルプログラム作成可能
 - 日本語 / Englishの2バージョンを用意

USBメモリ1本で簡単に試せる！！

□ 使用手順(4ステップ)



□ 対応OS : Windows 7/8

※ USBメモリのドライブ名「F:¥」の必要有

Special Thanks to (INPO):

ヴィストン株式会社様, 東京オープンソースロボティクス協会様, 国立研究開発法人産業技術総合研究所 原様

[1] https://github.com/tork-a/openrtm_tutorial



Fig. 1 Academic SCARA Robot

2.2 Run programs in the tutorial

1. Run `./demo/OpenCvRtmDemo/0_StartDemo.bat` by clicking on the link below. If it doesn't work, run it manually from *Explorer*.

`./demo/ScaraRobotDemo/1_StartDemo.bat`

The coordinate system of the SCARA robot is shown in Fig. 1.



Fig. 2 SCARA Robot Tutorial



Fig. 3 Demo (Sample.csv)

USBメモリに搭載したポータブルRTM 環境を用いたロボット教育ツール

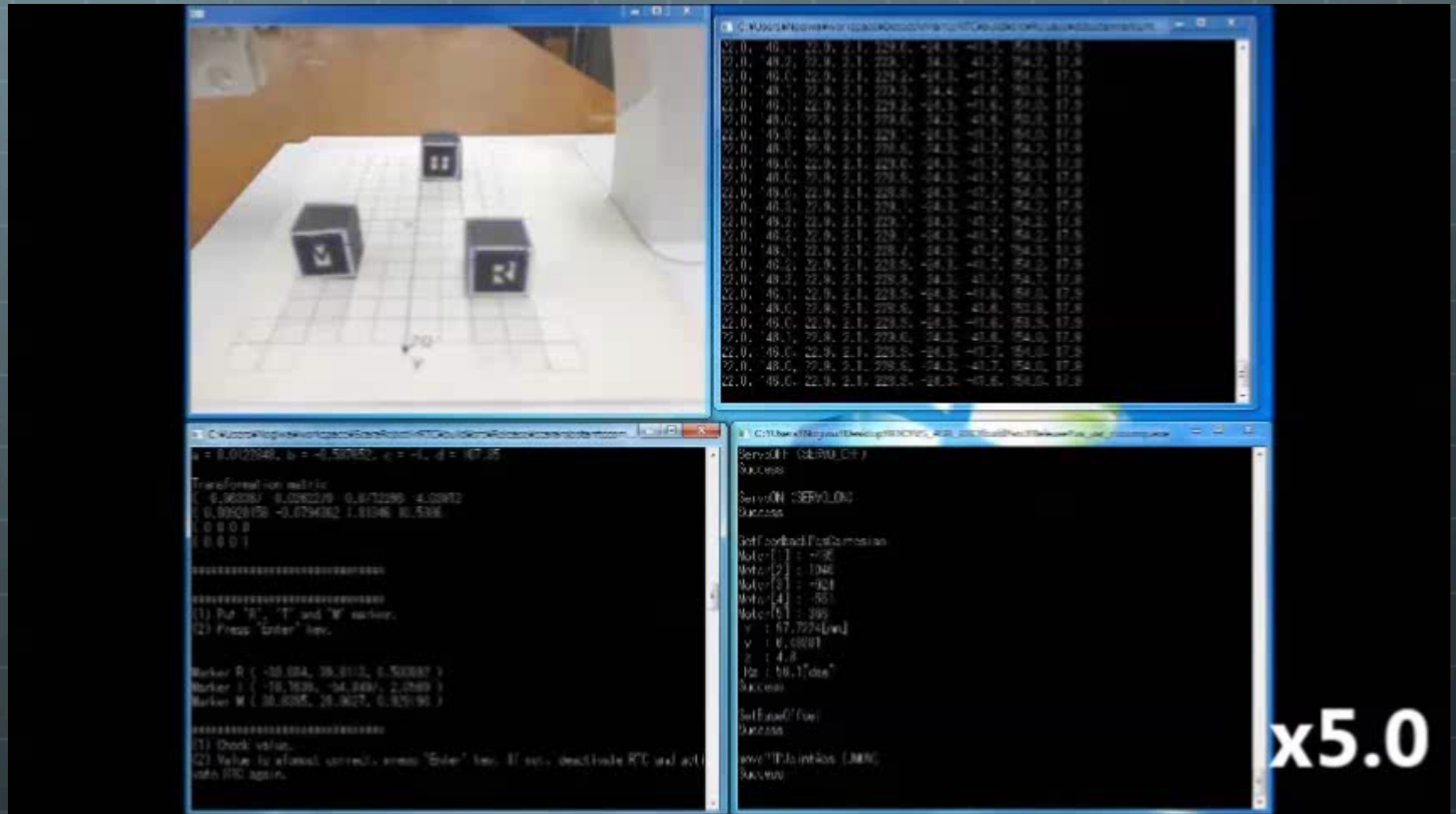


1) USBメモリをパソコンに差します。

このUSBが欲しい人！

- スカラロボット分が無いバージョンは, Githubに
 - https://github.com/tork-a/openrtm_tutorial
- スカラロボットバージョンも含めて, 公開中
 - VISTON社製アカデミックスカラロボットは, ネット価格で3万8千円(税抜き)
- **自分の作ったRTコンポーネントを, このUSBに入れて, 自慢して回ろう**
 - オリジナルコンポーネントの追加のためのマニュアルも配布中
 - ARToolKitを用いたパレタイジングデモ
 - 産業用ロボットでも同じソフトが使える

AR Took kitを用いたパ レタイジングデモ



x5.0

このUSBが欲しい人！



スカラ



最優秀賞受賞作品

この作品のポイント：

- (1) 安価のロボットで、RTMを学習
- (2) 大量のマニュアル群
- (3) 産ロボも動く
- (4) ポータブルというコンセプト

万



自分の作

慢して回ろう

に入れて、自



オリジナルコンテンツの追加のためのマニュアルも配布中



ARToolKitを用いたパレタイジングデモ



産業用ロボットでも同じソフトが使える

琴坂的史観

RTMができたワケ

- 1980年代, 90年代には
 - ロボット用ライブラリの開発
 - 目標:ハードに依存しないソフトウェアの実現
 - ロボット用GUIの提案
 - 目標:ハードに依存しないロボットの使い勝手の実現
- **すぐに陳腐化**
 - 計算機の性能向上+OSを常に更新し続けるビジネスモデル
 - ハードもOSが更新されると使えなくなってしまう..
 - 大学が開発するソフト・ハードでは, 継続的な更新が困難
 - 日本の研究システムでは, 継続的なメンテにお金は出ない
- どうしたらよいのか?

琴坂的史観2

RTMができたワケ

🌐 2000年頃

- 🌐 OSに依存しない, ハードに依存しない, アプリケーションに依存しないとは何か?
 - 🌐 ハードに依存しないこと, 汎用性があること
 - 🌐 それが, ミドルウェア技術. その実態は, インターフェースの規格化
- 🌐 そもそも, 何故, 必要なのか?
 - 🌐 ロボット用ソフトウェアの開発の効率化
 - 🌐 「使い回しをしたい」, 「似て非なるソフトの開発の手間を省きたい」, 「高度なプログラムを簡単に使いたい」
 - 🌐 ソフト開発からサービスの開発へ軸足を移したい
 - 🌐 現在では, 通信, DB, 携帯電話, システム運用などでミドルウェア技術が使われている

琴坂的史観2

RTMができたワケ

2000年頃

- OSに依存しない、ハードに依存しない、アプリケーションに依存しない

歴史を学ぶ意義

技術の成り立ちを知ることによって、技術の進む方向を知る

- 「使い回し」、「プログラムの開発の手間を省きたい」、「プログラムを簡単に使いたい」
- ソフト開発からサービスの開発へ軸足を移したい
- 現在では、通信、DB、携帯電話、システム運用などでミドルウェア技術が使われている

私の考える「良い」コンポーネントとは

🌐 つながりやすいこと

🌐 理解しやすいインターフェース

- 🌐 合理的, 必要最小限であること

🌐 切れ目の良いインターフェース

- 🌐 使い回しがしやすい切れ目: できるだけ多くのユーザを包含すると同時に, 必要最小限→共通インターフェース

🌐 使い回せること

- 🌐 ロボットの動作ロジック(センシング, 制御, 出力など)の切れ目と同じ(コンポーネント化の粒度)

- 🌐 他のコンポーネントの依存性が低いこと

- 🌐 たくさんのユーザに必要とされること

* コインの裏表

私の考える「良い」コンポーネントとは

- つながりやすいこと

- 理解しやすいこと

重要なポイント

追求すべきは、独自性ではなく、開発の継続性
研究ではなく、開発だから

- 使いやすさ

- ロボット(ソフトウェア)の切り替え(切り替えの粒度)の切れ目と同じ(ソフトウェアの粒度)

- 他のコンポーネントの依存性が低いこと

- たくさんのユーザに必要とされること

* コインの裏表

RTCのプログラミングモデル

■ RTCカテゴライズの提案

アプリケーションRTC:

アプリケーション依存RTC

ミドルウェアRTC:

アルゴリズム依存RTC

ハードウェアRTC:

ハードウェア依存RTC

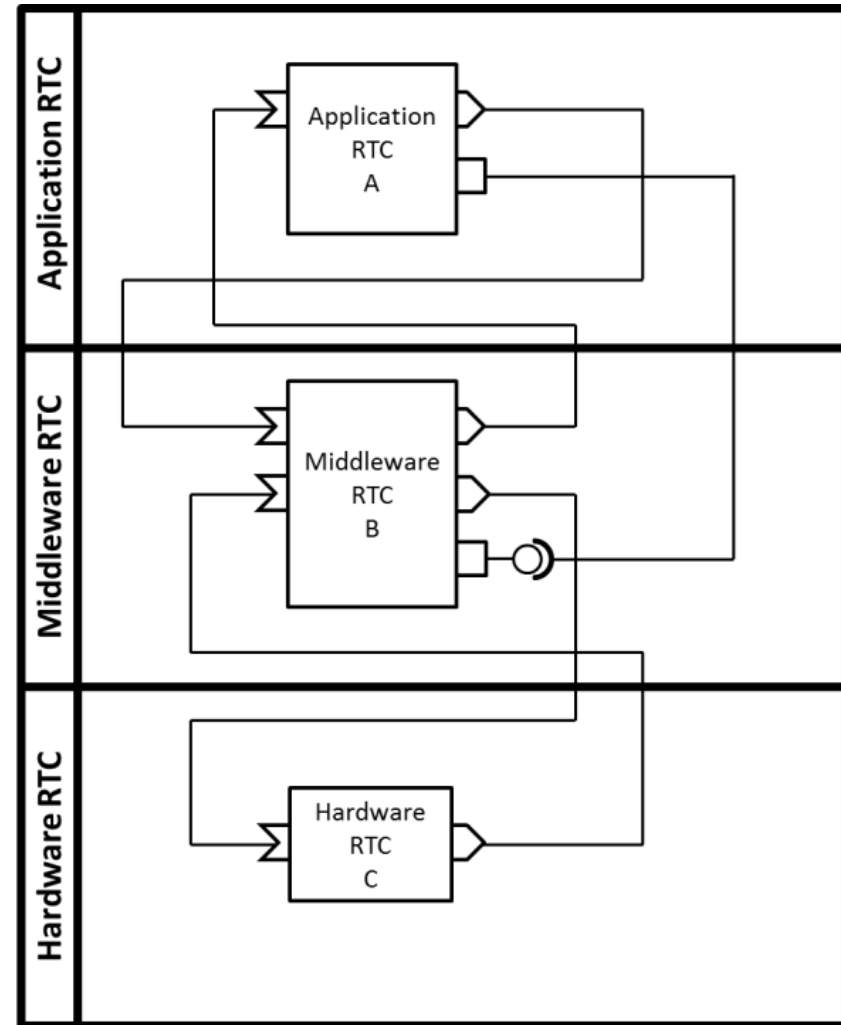


Fig. RTC categorization

* RTCの再利用性向上のためのプログラミングモデル

最後に

本当に大事なものは、ソフト開発ではなく、

サービスの開発です

「それで、ユーザが何ができるようになるのですか？ユーザの何に役立つのですか？」

それは、本当？

ソフトの開発は、手段です。

最後に

独自性のある
サービスを

本当に大事なものは、ソフト開
発ではなく、
サービスの開発です

「それで、ユーザが何ができるようになる
のですか？ユーザの何に役立つのです
か？」

それは、本当？

ソフトの開発は、手段です。