

RTミドルウェアサマーキャンプ2014

RTM/ROS相互運用プログラミング環境について

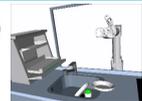
東京大学 情報システム工学研究室

岡田 慧

k-okada@jsk.t.u-tokyo.ac.jp

情報システム工学研究室(JSK)

教授 稲葉雅幸 講師:垣内洋平, 矢口裕明
准教授 岡田慧 助教:野沢峻一, 菅井人仁



MUJIN
出杏光



SCHAFT
中西, 浦田, 西脇



H6 & H7 人型ロボット
1999 加賀美, 西脇



センサ埋め込み肉質外装
2006 吉海



腿駆動ヒューマノイド
2000 水内



PR2ナビゲーション
2011 岡田



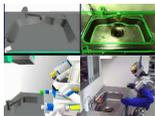
文科省先端融合領域イノベーション創出拠点の形成IRT
2006-花井, 山崎



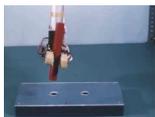
COSMOS:
1981 井上, 小笠原, 松井, 溝口, 稲葉



リモートブレインロボット
1993, 稲葉



生活支援ヒューマノイド
2002 岡田



人口の手の研究
1969 井上博允

VC

OSS

Home Assistance

HRP2 Task Integration

Musculoskeletal Humanoid

Sensor Suit

Sensor Flesh

Remote-Brained Robotics: about 60 robots

HARP: Humanoid Autonomous Robot Project H1-H7

Vision-Based Robotics: Manipulation, Interaction, Navigation

COSMOS: Lisp-based Robot System Integration Environment

1980

1990

2000

2010

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK

ROS & WillowGarage

- WillowGarage (Menlo Park, CA)
 - 2006年 創立
 - 当初は家庭用ロボット, ロボット車, ロボットヨットを目的
 - Founder : S. Hassan : eGroups創業者。Google開発者
 - CEO : S. Cousins : IBM, Xerox研究マネージャ
 - Milestone 1 2008/12/12 3.14km のナビゲーション
 - Milestone 2 2009/6/3 ドアと電源プラグを指して移動
 - Milestone 3 2010/1/22 ROS1.0
 - Milestone 4 2010/6/29 PR2 Beta Program 開始
- ROS (Robot Operating System)
 - = plumbing + tools + capabilities + ecosystem
 - 2007年 Switchyard Stanford AI研
 - M. Quigley が開発を開始
 - 2008年 WillowGarage社がサポート開始
 - B. Gerkey (Stage/Player) が参画
 - 2012年 米国DARPAや欧州プロで採用

2008 K. Wyrobek, E. Berger, H.F.M. Van der Loos, K. Salisbury

ROS利用機関の分布

<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF&msa=0&msid=209668390659853657363.00049c608b78bc7779683>

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK

PR2 Beta Program (2010-2012)

- PR2ロボット(\$400,000相当)を無償提供. 研究成果はオープンソース化. 2ヶ月毎の報告会.
- 78件の応募から11件. 米国7, 欧州3, 日本1.
- ミーティングは世界同時電話会議
 - 14:00 for Berkeley, Stanford, Bosch, USC
 - 17:00 for Georgia Tech, MIT, Penn
 - 23:00 for Freiburg, Leuven, TUM
 - 07:00 for JSK

内容は公開したソフトウェアパッケージを紹介
PR2を購入した機関も参加可能(フランス2ヶ所、北米6ヶ所、英国1ヶ所、韓国1ヶ所、インド1ヶ所)

PR2 Beta Training Workshop (2010/5/24-28)

CoTeSys-ROS Fall School on Cognition-Enabled Mobile Manipulation (2010/11/1-6)

JSK WG Visit

- 2009年3月
- This team spent 4½ days in Willow Garage's lab to connect their existing EusLisp software system with ROS. They were able to come up to speed and make the PR2 do new things in only one week. Arriving at San Francisco International Airport with a basic knowledge of ROS from the online tutorials and an idea of what PR2 might be capable of, they identified, explored and integrated ROS packages such as the navigation stack, face detection, and arm controllers with EusLisp's executive control and existing libraries



Willow Garage to Shut Down? (2013/2/11)

知能ロボットコンサル企業



hiDOF was founded by a group of engineers from Willow Garage seeking to leverage advanced robotic technology and tools for commercial applications.

- Eitan Marder-Eppstein, Wim Meeusse, E. Gil Jone, Vijay Pradeep, Steve Cousins.



基盤ミドルウェア支援財団

Open Source Robotics Foundation, Inc. (OSRF) is an independent non-profit organization founded by members of the global robotics community.

- Brian Gerkey, John Hsu, Roberta Friedman, Nate Koenig, Steffi Paepcke, Morgan Quigley

テレプレゼンス販売企業



Suitable Technologies is a startup working to fulfill the promise of remote presence technology. Our mission is to connect people separated by distance in the most natural way possible.

- Scott Hassan, Josh Tyler, Bo Preising, Milan Bhalala

産業用視覚コンサル企業



Industrial Perception is the second spinoff of Willow Garage where the founders were members of the research and software engineering teams.

- Kurt Konolige, Gary Bradski, Ethan Rublee, Stefan Hinterstoisser, Troy Straszhei



WillowGarage (2006-)
WillowGarage develops hardware and open source software for personal robotics application

- Scott Hassan, Steve Cousins



三次元視覚支援NPO

We are an internationally renowned group of expert scientists and engineers, working together to solve complicated 3D perception problems.

- Radu B. Rusu, David Boardman, Steve Cousins, Frank Dellaert, Anwar Ghuloum, Ken Sprattin

What is ROS exactly?

ROS = 通信ライブラリ + ツール + 基盤 + エコシステム

通信ライブラリ: ROSは分散型計算システムの迅速, 簡易な構築のために設計された出版・購読型のメッセージ通信基盤を提供するものである。

ツール: ROSは分散型計算システムの設定, 起動, 監視, デバッグ, 視覚化, ログ取り, 停止を行う広範囲なツールを提供するものである。

基盤: ROSは移動, 操作, 認識を中心に大量の有用なロボットライブラリ群を提供するものである。

エコシステム: ROSはインテグレーションとドキュメンテーションを中心として大規模なコミュニティによって支えられ, 発展している。ros.orgは世界中の開発者から提供された大量のROSパッケージを見つけて, 習得するためのワンストップサービスである。

Dec 06 '11
Brian Gerkey

<http://answers.ros.org/question/12230/what-is-ros-exactly-middleware-framework-operating>

Complain!!!

1週間のご滞在、本当にご苦労様でした。

初日に、Eric Bergerが、「COMPLAIN IT」と申しておりましたように、ROS、ソフトウェア、ハード、滞在中のプログラムの組み方に関して、よかったGood改善すべき点がある。このようにしたらよいのでは。Improvement & Recommendationと思われたことがあれば、細かいことも含め、お気づきの点をすべてお書きください。

初期のLinuxコミュニティにおけるタコ

<http://archive.linux.or.jp/readme.html#notation> より

- 一般に「タコ」というのは「場違いな未熟者」くらいの 蔑称に近い意味で用いられることが多い言葉ですが、日本の Linux コミュニティでは少々語感が異なっており、「自助努力で頑張る初心者」たちのことを、一種の愛情を込めて「タコ」と呼んできました。
- 自分では全く努力もせず、他人に頼ってばかりで前向きに進もうとしない、そんな「初心者」に対しては、たしかにしてあげられることはありません。しかし、なんとか頑張ってみよう、たとえ間違っていてトライしてみよう、そんなガッツあふれる初心者(タコ)に対しては、先達はみな手を差しのべてきました。
- それどころか、知識や経験が無いために「タコ」が起こす誤操作や誤入力を利用したプログラムのバグ出しやそれに基づく改良、また「タコ」の自助努力の成果としてフリー公開された各種解説/入門文書、そしてこれを読んでもわからなかった「タコ」からの助力による記述の改善、こういった「タコ」たちによる努力は、現在の(日本国内の) Linux の層を形作っている大事な要素でもあります。
- したがって「タコ」という呼び名は、知識やスキル習得のために頑張る初心者へ向けた応援のエールでもあったわけです。

コミュニティ型開発 伽藍とバザール19の教訓より

1. はやめのリリース、ひんぱんなリリース。そして顧客の話をきくこと。
2. ユーザを共同開発者として扱うのは、コードの高速改良と効率よいデバッグのいちばん楽ちんな方法。
3. ベータテストと共同開発者の基盤さえ十分大きければ、ほとんどすべての問題はすぐに見つけだされて、その直し方もだれかにはすぐわかるはず。
 1. 目玉の数さえ十分あれば、どんなバグも深刻ではない
 2. だれかが問題を見つける。そしてそれを理解するのはだれか別の人だよ。そして問題を見つけることのほうがむずかしいとほくが述べたことは記録しておいてね
4. ベータテストをすごく大事な資源であるかのように扱えば、向こうも実際に大事な資源となることで報いてくれる。
5. 何を書けばいいかわかっているのがよいプログラマ。なにを書き直せば(そして使い回せば)いいかわかっているのが、すごいプログラマ。
6. 捨てることをあらかじめ予定しておけ。どうせいやでも捨てることになるんだから(フレッド・ブルックス『人月の神話』第11章)
7. 「完成」(デザイン上の)とは、付け加えるものが何もなくなったときではなく、むしろなにも取り去るものがなくなったとき。
8. あるソフトに興味をなくしたら、最後の仕事としてそれを有能な後継者に引き渡すこと。

The Cathedral and the Bazaar Eric S. Raymond

伽藍とバザール 山形浩生訳 <http://cruel.org/freeware/cathedral.html>より引用

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK

NEDO知能化プロジェクト(2011)における RTM-ROS相互運用方式

- アプリケーション
- 知能モジュール
- ライブラリ
- シミュレータ
- 通信ライブラリ
- デバイスドライバ
- 開発ツール

研究・事業化
RTM知能化の
ターゲット領域

ツール
ROSの得意とす
る領域

WillowGarage社のスライドより. 赤が研究に必要なツール作成等の雑作業. 緑が研究そのもの. 現状は上. 多くの時間をツール作業に費やす. ROSは研究サポートを行うツール (Steve Cousins speaking at Robo Development http://www.willowgarage.com/blog/2008/11/17/steve-cousins-speaking-robo-development-tuesday より)

→ オープンソースツール上にRTM-ROS統合環境を構築

- ねらい1: 世界中の研究成果をOpenRTMロボットに取り込み統合できるように
- ねらい2: RTMモジュールの効率的な開発・保守環境により更なる発展を可能に

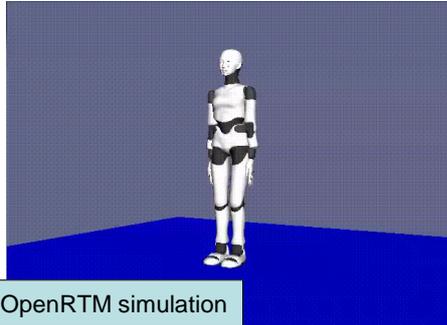
http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK

相互運用環境構築

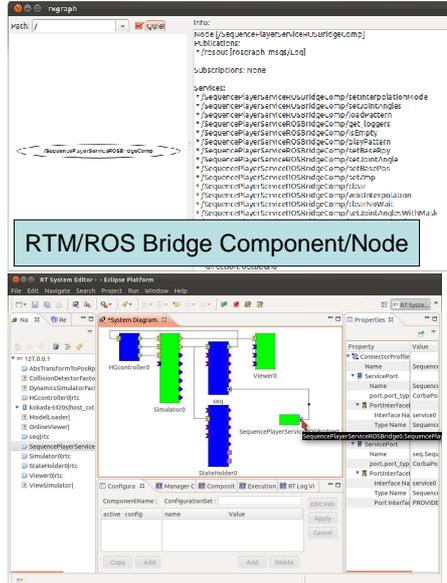
http://wiki.ros.org/rtmros_nextage

```
# Install RTMROS environment
$ sudo sh -c 'echo "deb http://packages.ros.org/ros/ubuntu `lsb_release -cs` main" > /etc/apt/sources.list.d/ros-latest.list'
$ wget http://packages.ros.org/ros.key -O - | sudo apt-key add -
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get ros-hydro-rtmros-nextage
# Launch RTMROS environment
$ source /opt/ros/hydro/setup.bash
$ rtmlaunch nextage_ros_bridge nextage_ros_bridge_simulation.launch
$ roslaunch nextage_moveit_config moveit_planning_execution.launch
```

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/



OpenRTM simulation



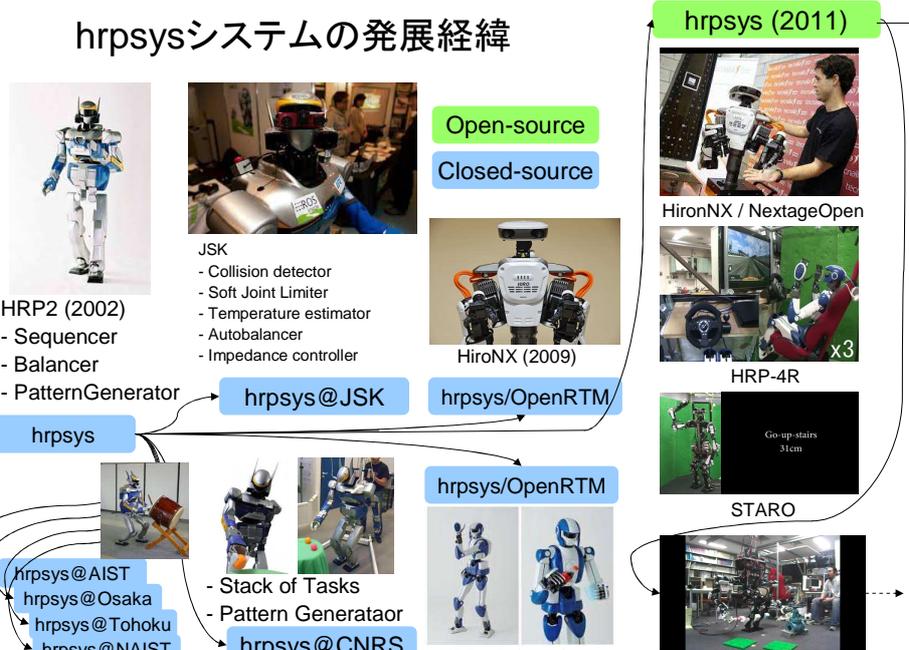
RTM/ROS Bridge Component/Node

```

$ rtmLaunch hrpsys_ros_bridge samplerobot.launch
Example code to send walking pattern from rosservice command
$ roslaunch hrpsys_ros_bridge test-samplerobot.py
  
```

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/

hrpsysシステムの発展経緯



hrpsys (2011)

Open-source

Closed-source

HRP2 (2002)

- Sequencer
- Balancer
- PatternGenerator

JSK

- Collision detector
- Soft Joint Limiter
- Temperature estimator
- Autobalancer
- Impedance controller

hrpsys@AIST

hrpsys@Osaka

hrpsys@Tohoku

hrpsys@NAIST

hrpsys@JSK

hrpsys/OpenRTM

HiroNX (2009)

hrpsys/OpenRTM

HRP-4R (2010)

STARO

Go-up-stairs 31cm

Prototype-1

HironNX / NextageOpen

HRP-4R x3

http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/ JSK

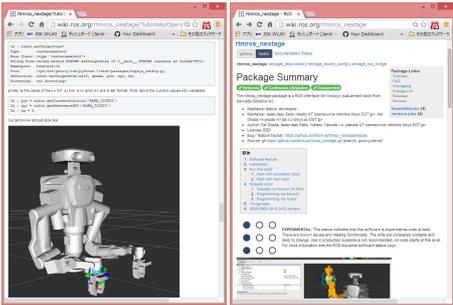


Tokyo Open Source Robotics Kyokai Association

- 東京オープンソースロボティクス協会 (TORK)
- 設立 2013年8月8日
- 理事
 - Isaac Saito: 元Willow Garage インターン
 - 安田 恒: Y.O Systems 元CEO
 - 岡田 慧 :
- START@JSKプロジェクトの開発成果の事業化
 - 知能ロボットソフトウェアの産業展開によるオープンイノベーション拠点の創出
- 日本の ROS コミュニティの支援
 - ros.org 訪問者数 2013年8月
 - 1. US 37.7k, 2. Germany 19.7k, 3. China 7.8k, Japan 7.7k.
- オープンソースロボットシステムの技術支援
- オープンソースロボットシステムの教育とセミナー
- オープンソースロボットシステムに基づく事業創造

http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/ JSK

Nextage Open (Kawada Robotics)

http://wiki.ros.org/rtmros_nextage



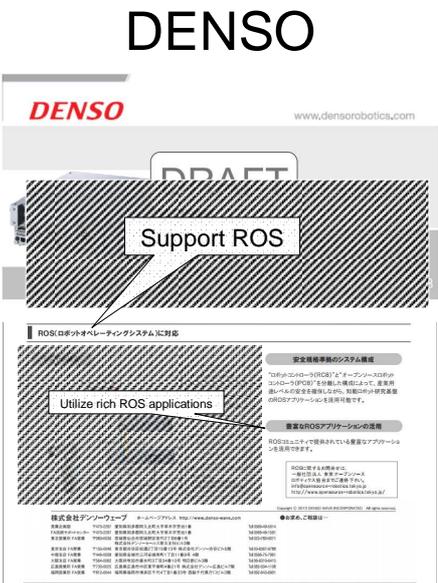
- 次世代製造業のための研究開発プラットフォーム



Movelt + NextageOpen

世界に広がるTROKの顧客

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK



DENSO
www.densorobotics.com

Support ROS

ROSI ロボットオペレーティングシステムに特化

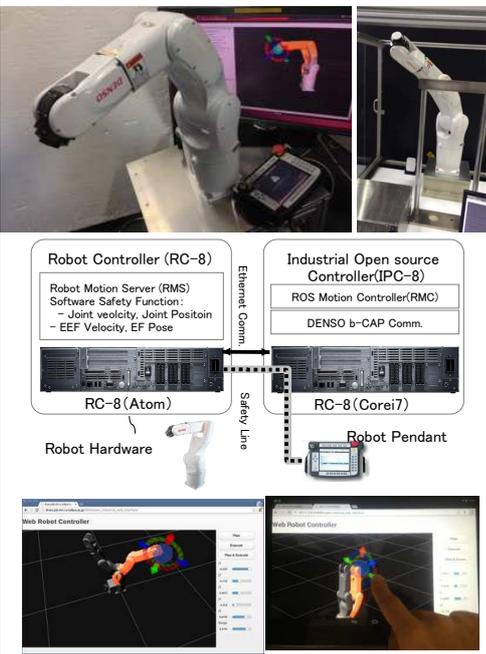
Utilize rich ROS applications

ROSI 対応する機能として
- 動作計画、作業スケジュール管理
- 動作監視、異常検知、安全監視
- 動作データの記録・解析
- 動作データの可視化・共有
- 動作データのバックアップ・復元
- 動作データのセキュリティ

● 対応 OS
- ROS1 (Ubuntu 16.04 LTS, ROS2 (Ubuntu 18.04 LTS))

● 対応ロボット
- DENSO R2000 型ロボット
- DENSO R2000 型ロボット
- DENSO R2000 型ロボット

今秋リリース予定のDENSO新商品



Robot Controller (RC-8)
Robot Motion Server (RMS)
Software Safety Function:
- Joint velocity, Joint Position
- EEF Velocity, EF Pose

Industrial Open source Controller (IPC-8)
ROS Motion Controller (RMC)
DENSO b-CAP Comm.

Ethernet Comm.

Safety Line

Robot Hardware

Robot Pendant

Web Robot Controller

Web UI for Movelt

DENSO

www.densorobotics.com

Support ROS

ROSI ロボットオペレーティングシステムに特化

Utilize rich ROS applications

ROSI 対応する機能として
- 動作計画、作業スケジュール管理
- 動作監視、異常検知、安全監視
- 動作データの記録・解析
- 動作データの可視化・共有
- 動作データのバックアップ・復元
- 動作データのセキュリティ

● 対応 OS
- ROS1 (Ubuntu 16.04 LTS, ROS2 (Ubuntu 18.04 LTS))

● 対応ロボット
- DENSO R2000 型ロボット
- DENSO R2000 型ロボット
- DENSO R2000 型ロボット

今秋リリース予定のDENSO新商品

http://www.jsk.t.u.tokyo.ac.jp/ JSK

まとめ

- COMPLAIN!!!!
- 私からの提案
 - サマーキャンプ中は1日1質問!
 - 講師の先生方に教わった内容もポスト
 - 自分が分からないことは、他の人もわからない