



Quince@RoboCupRescue/WRS におけるROS活用

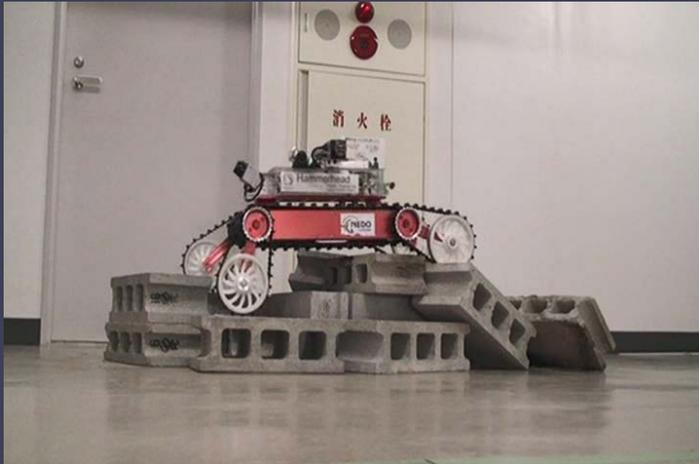
岡田佳都（東北大学／理研AIPセンター）
小島匠太郎（東北大学）
水野直希（東北大学）

はじめに

自己紹介: 岡田 佳都

- 東北大学 大学院情報科学研究科 田所研 助教
- 理研 革新知能統合研究センター 客員研究員

普段の研究:



災害対応ロボットの操縦支援
(Okada, 2010)



球殻ドローンによるインフラ点検
(左: 水谷, 2013; 右: 坂井, 2018)



Go through narrow space 800(W)×300(H)mm



usr: **yoshito-okada** & org: **yoshito-n-students**

RoboCupRescue / WRS

■ RoboCupRescue:

災害対応性能を競うロボコン (2006~/毎年開催)

■ World Robot Summit (プラント災害予防チャレンジ):

プラントにおける日常点検性能/災害対応性能を競うロボコン
(2018.10 プレ大会, 2020 本大会)

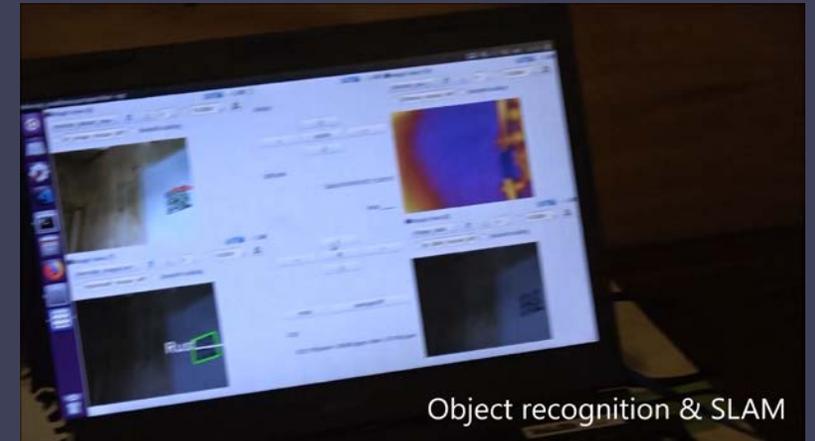
要求性能の例 (共通):



不整地走行 (ガレキや階段想定)



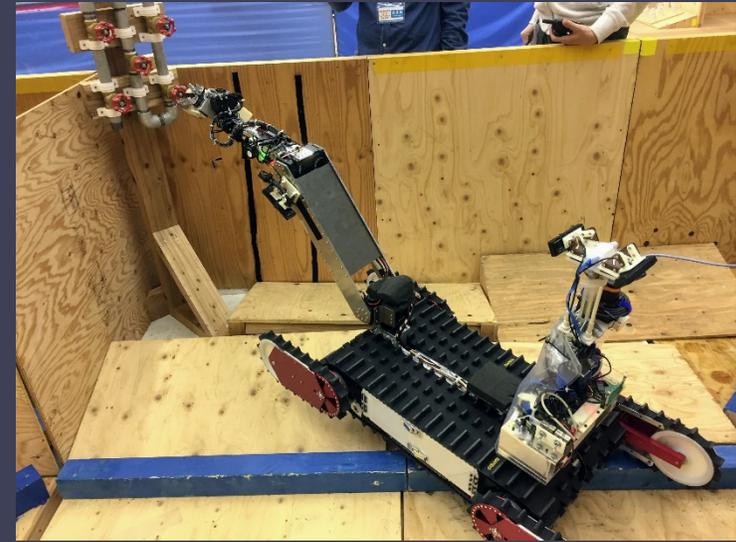
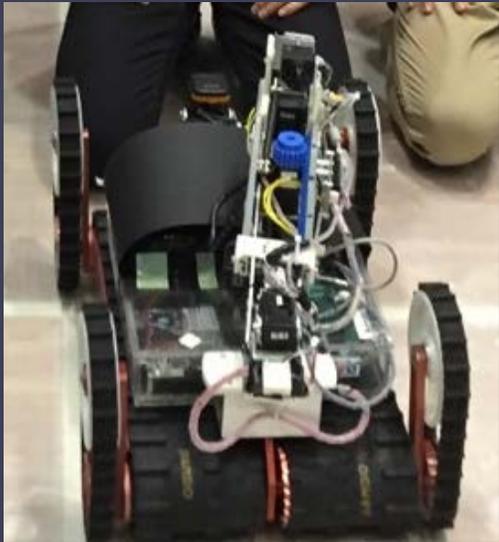
物体操作 (補修やバルブ操作想定)



物体検出 & 地図生成

チーム紹介: Quix

- 東北大田所研の学生を中心にしたチーム
- 2015年からROSを段階的に導入し、開発や統合を加速



2015

- ROSは操縦卓のみ
- 関節角指令の5自由度アーム (非ROS)

2017

- ROSをロボットにも導入
- 2015版アームの引き継ぎに失敗

2018

- 2017から多くの引き継ぎ
- 手先位置司令の6自由度アーム

QuinceにおけるROS活用

(自家製パッケージ紹介)



: githubで公開されているパッケージ
(発表者製はorganization省略)



: ROS標準パッケージ

Quinceのハード構成

アーム

- 全長1.2m
- 7自由度 (グリッパ1自由度含)

内界センサ

- IMU x1
- エンコーダ・電流センサ (各モータ)
- 電圧センサ (バッテリー)

クローラ

- クローラベルト x2系統 (左右)
- サブクローラ (取付軸に1自由度) x4

外界センサ

- RGBカメラ (前・後・肘・手先) x4
- 測域センサ (地図生成用) x1
- 熱画像カメラ・CO2センサ・マイク

- W450 x L700 x H500mm
(アーム, サブクローラを畳んだ状態)
- 40kg

クローラ: Maxon Motors & EPOS4

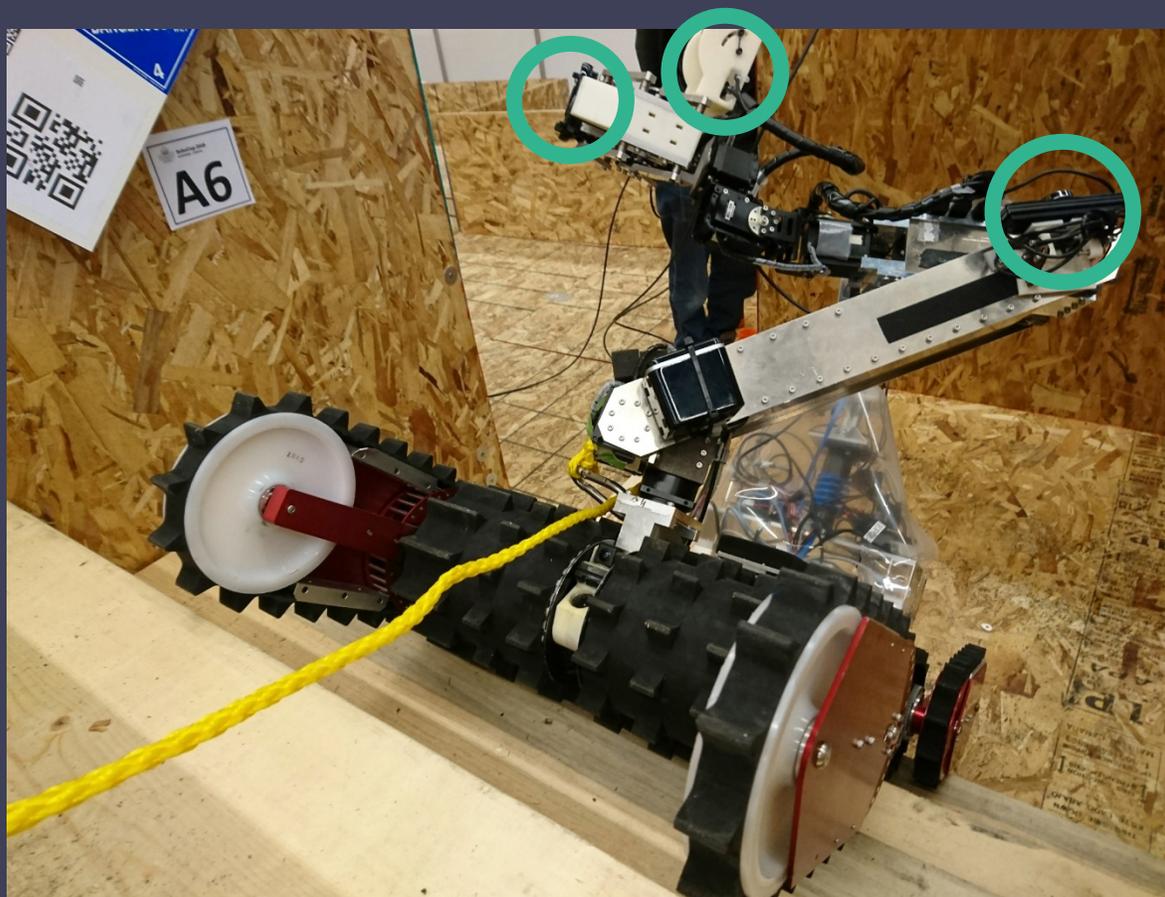


- クローラベルトとサブクローラ取付軸はMaxon製モータ(各100W)とドライバ(EPOS4)で駆動
- クローラベルトは速度制御, サブクローラ角は位置制御

 **eposx_hardware** (forked from RIVeR-Lab/epos_hardware)

- ros_control準拠
- EPOS/EPOS2/EPOS4
- USB/RS242/CANOpen
- 位置/速度/電流制御のオンライン切替
- 制御目標値の上下限のオンライン変更 ( dynamic_joint_limits_interface)

アーム: 6関節を逆運動学で操縦



ハードウェア

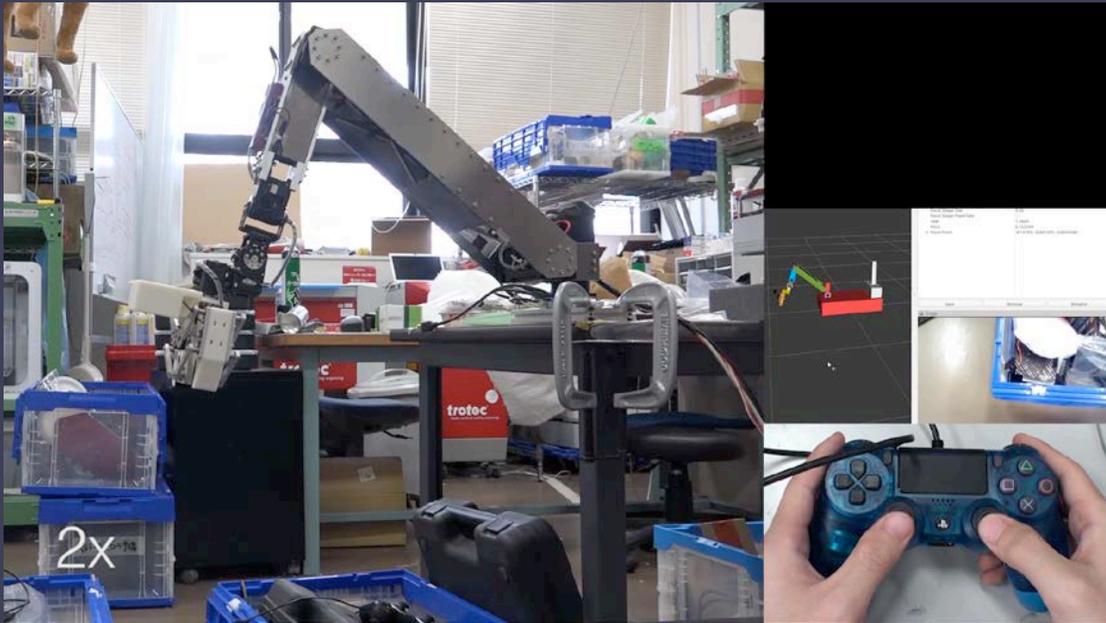
- Dynamixel Pro x3
- MX-106 x3 (+グリッパに1個)
- RGBカメラ x3

※RoboCup用にCO₂センサ, スピーカも搭載

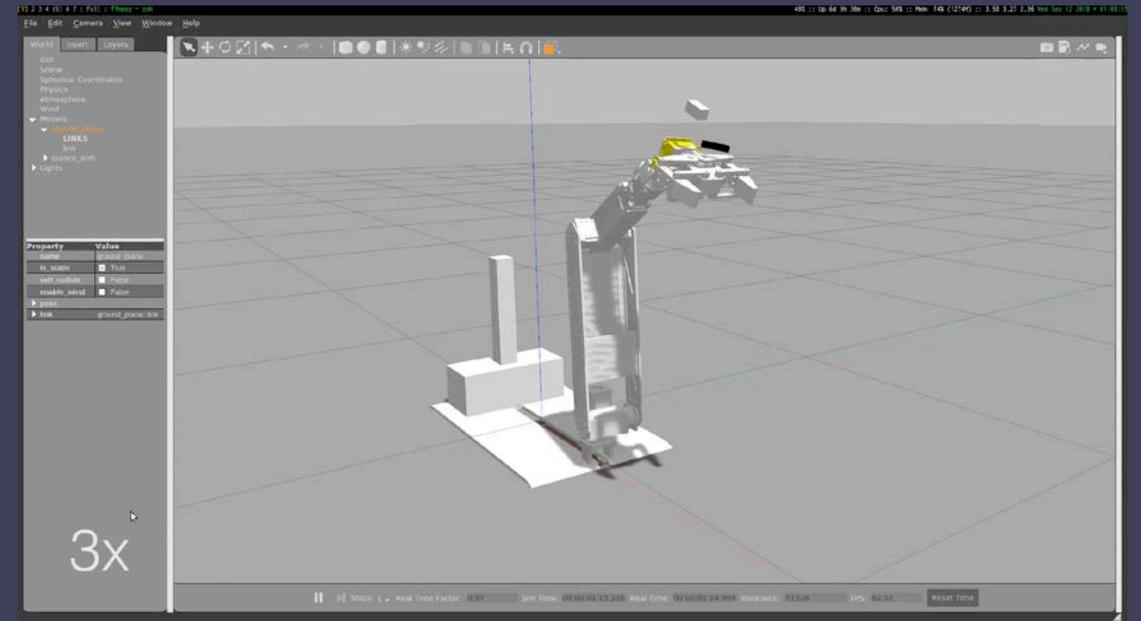
ソフトウェア

-  MoveIt!
 - 逆運動学を用いた目標手先位置への軌道計画
- mofpy (自家製)
 - Joy → Twistやサービス等, 何にでも変換
- twist_jogger (自家製)
 - Twist → 各ジョイント角度指令に変換
-  resibots/dynamixel_control_hw
 - ros_control準拠のDynamixelドライバ

アーム in Action

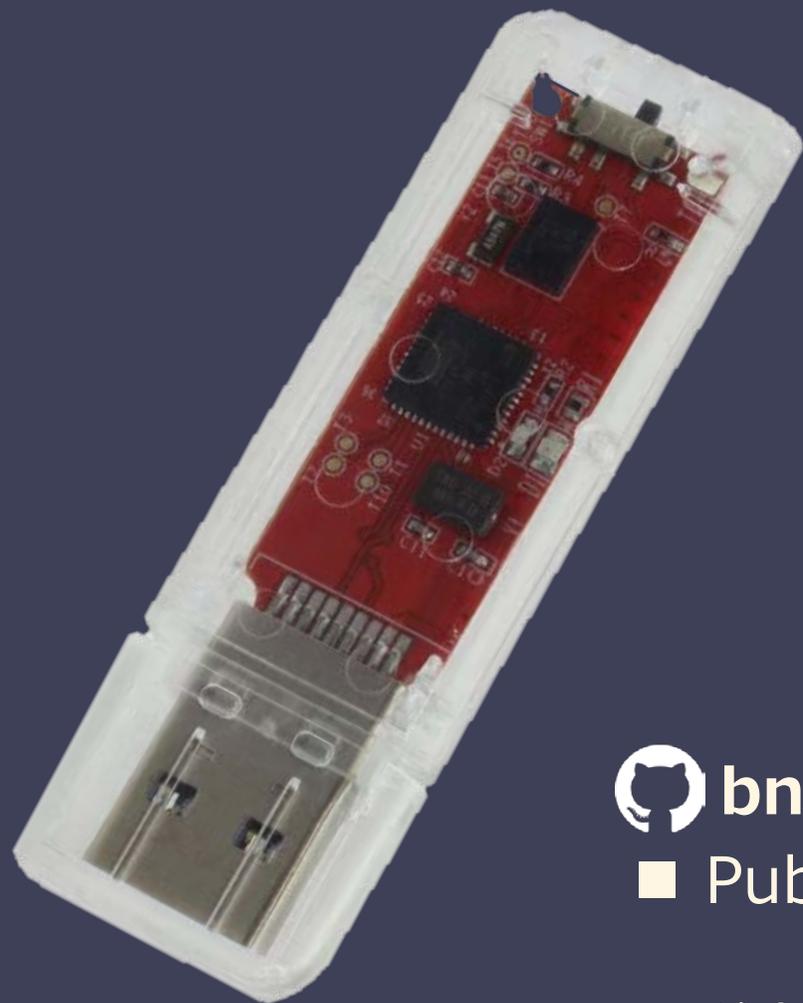


ジョイスティックによる
定型姿勢 + 手先位置指令



Gazeboを使ったアームのシミュレータ

IMU: Bosch BNO055 USB Stick



採用理由

- USB接続型で挿すだけで使える
- USBメモリサイズ
- 姿勢を内部計算 (100Hz)
- 地磁気使用/不使用を選択可
- ¥3,500 @Digikey

注意点

- ファームはProprietary
- 評価用製品

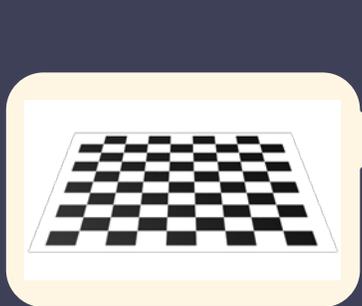
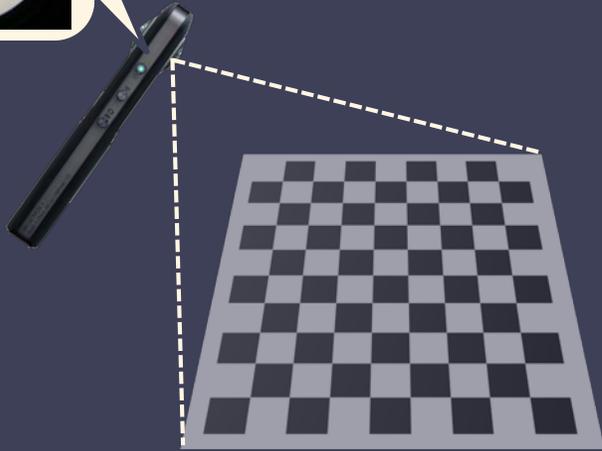
bno055_usb_stick

- Pub: sensor_msgs/IMU, MagneticField, Temperature
geometry_msgs/Pose, TF
- 後挿し・再接続可

カメラ: 任意視点に再投影



① 実カメラの画像を
地形上に投影



② 別視点の仮想カメラの
画像として再投影

開発動機

- ロボット中心線上に遠隔走行用のカメラを置きたいがアームがあり無理
- アラウンドビュー映像が欲しいが高位置にカメラを置きたくない
- 全天球カメラの映像を常にアームの手先が中心になるように切り出したい

...



image_reprojection

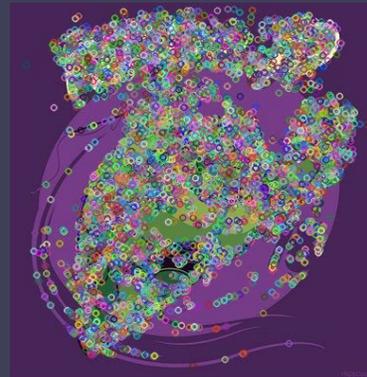
- カメラモデル*: Pinhole, Fisheye
- 地形モデル*: 平面, 球, DEM, Mesh
 - * プラグインで追加可能
- カメラ視点や地形原点はtfベース

ラベル検出: Affine-SIFT (1/2)

画像特徴による一般的なラベル検出



① 参照画像から
特徴を抽出



③ 特徴を
比較



② 対象画像から
特徴を抽出

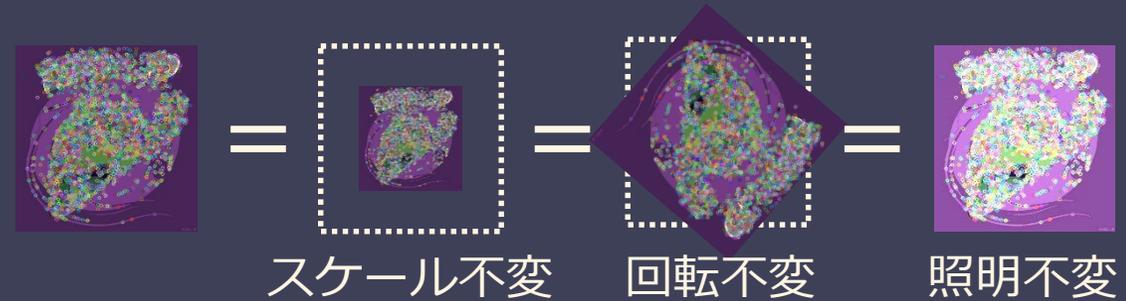


ROSCon JP 2018

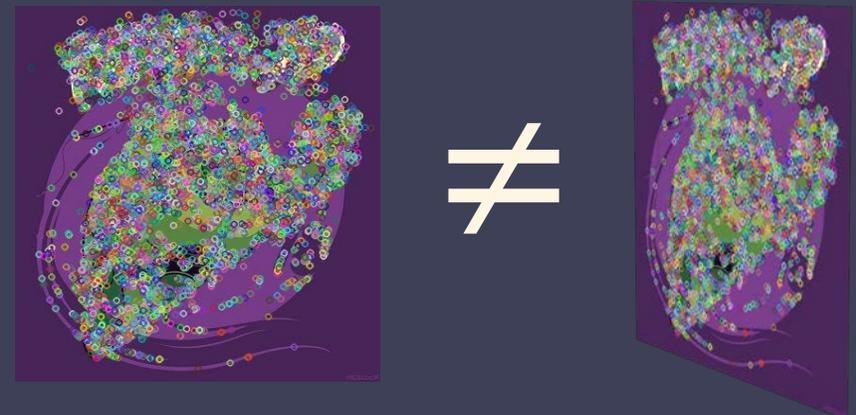
課題: SIFT, SURF等の代表的な特徴は

アフィン不変ではない

(〇〇不変=〇〇が変化しても特徴が不変)



しかし ...

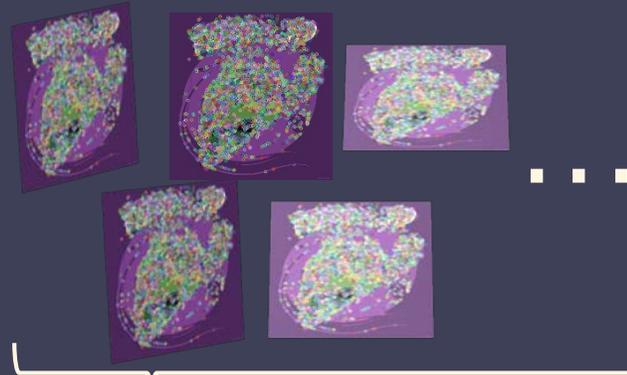


ラベル検出: Affine-SIFT (2/2)

Affine-SIFT (Yu & Morel, 2011)



① 参照画像を様々なアフィン変換し特徴を抽出



③ 特徴を比較



② 対象画像を様々なアフィン変換し特徴を抽出



ROSCon JP 2018

label_detection

- Affine-SIFT実装 (🔗 `affine_invariant_features`) を用いたラベル検出
- SURF, BRISK, AKAZE も利用可能
- 追加コード記述なしで参照特徴の抽出や検出対象の変更が可能

ROSを用いた システム統合のポイント4点

ターミナルマルチプレクサを使用した 起動シーケンス

Quince操縦用ターミナル

```
ros@resq-thinkpad-k270:~/ros/workspaces/quince$ roslaunch quince_base.launch quince_base.launch
... Logging to /home/resq/.ros/log/cae2704a-b5de-11e8-af59-b88cf65449e/roslaunch-resq-thinkPad-K270-7
198.log
Checking log directory for disk usage. This may take awhile.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is ~1GB.

sacro: Traditional processing is deprecated. Switch to --inorder processing!
To check for compatibility of your document, use option --check-order.
For more info, see http://wiki.ros.org/macrosProcessing_Order
sacro.py is deprecated; please use sacro instead
started roslaunch server http://127.0.0.1:46468/
remote[172.16.31.18-0]: starting roslaunch
remote[172.16.31.18-0]: creating ssh connection to 172.16.31.18:22, user[quince3]

ROS_IP="127.0.0.1"
ROS_MASTER_URI="http://localhost:11311"
resq@resq-thinkPad-K270:~/ros/workspaces/quince$ roslaunch arm_launch.gaze_tuner.launch
roslaunch arm_launch.gaze_tuner.launch
... Logging to /home/resq/.ros/log/cb07bc4c-b5de-11e8-af59-b88cf65449e/roslaunch-resq-thinkPad-K270-7
484.log
Checking log directory for disk usage. This may take awhile.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is ~1GB.

started roslaunch server http://127.0.0.1:38775/
remote[172.16.71.48-0]: starting roslaunch
remote[172.16.71.48-0]: creating ssh connection to 172.16.71.48:22, user[quince_camera]

 sourcing catkin_workspace/Quince
rosmaster machine is set to default
ROS_IP="127.0.0.1"
ROS_MASTER_URI="http://localhost:11311"
resq@resq-thinkPad-K270:~/ros/workspaces/quince$ roslaunch camera_launch.all_camera.launch
... Logging to /home/resq/.ros/log/cb281578-b5de-11e8-af59-b88cf65449e/roslaunch-resq-thinkPad-K270-7
539.log
Checking log directory for disk usage. This may take awhile.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is ~1GB.

started roslaunch server http://127.0.0.1:45561/
remote[172.16.71.48-0]: starting roslaunch
remote[172.16.71.48-0]: creating ssh connection to 172.16.71.48:22, user[quince_camera]

SUMMARY
=====
PARAMETERS
 * /rosdistro: kinetic
 * /rosversion: 1.12.13

NODES
  / rviz_robocup (rviz/rviz)

auto-starting new master
process[rosmaster]: started with pid [17727]
```

目的

- エラー発生時に問題が生じた機能のみ再起動できる構成

方法

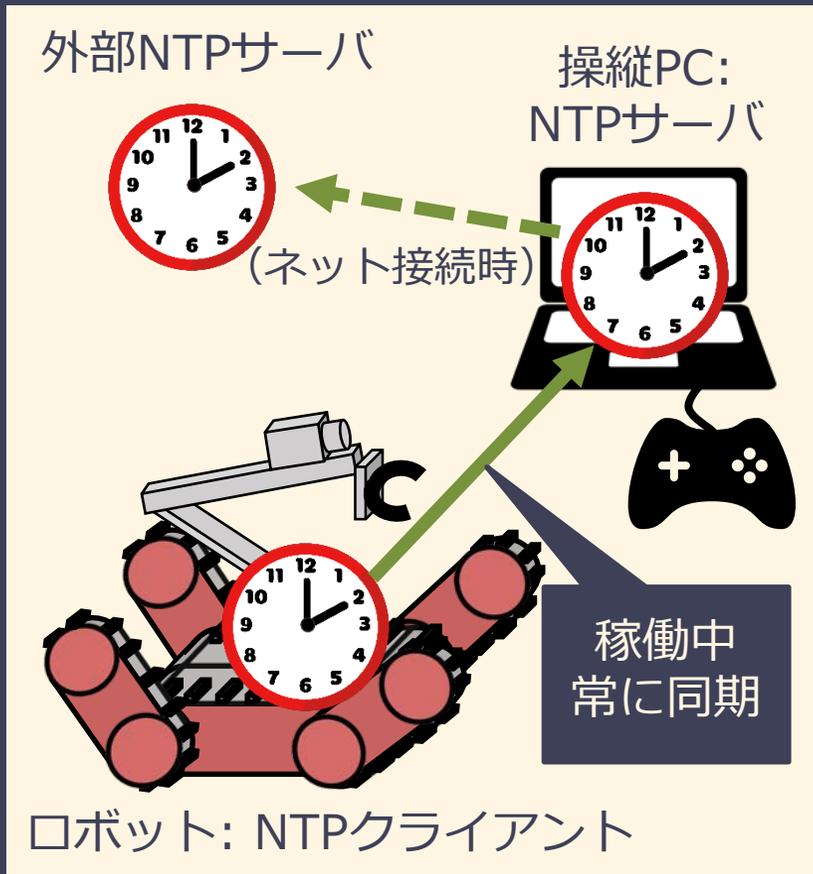
- 機能ごとにターミナルを分割してlaunchを実行
- スクリプトによりターミナル分割と実行を自動化

効果

- どの機能にエラーが生じたかひと目で分かる
- 機能ごとの再起動が容易

複数マシンにまたがるシステムの構築: システム時刻の同期

Quinceのシステム時刻同期



情報共有のため時刻同期が必須

- マシン同士で時計がずれるとtfなどが誤動作

Chrony*を用いた時刻同期

- NTPクライアント兼サーバ
- システム起動後, 自動で時刻を同期

* wiki.ros.org/ROS/NetworkSetup

サーバとなるマシン

- より高い頻度で外部ネットワークに接続するマシンをサーバとする
- 実時刻により近い時計に同期するため

複数マシンにまたがるシステムの構築: roscore・ノードを実行するマシンの決め方

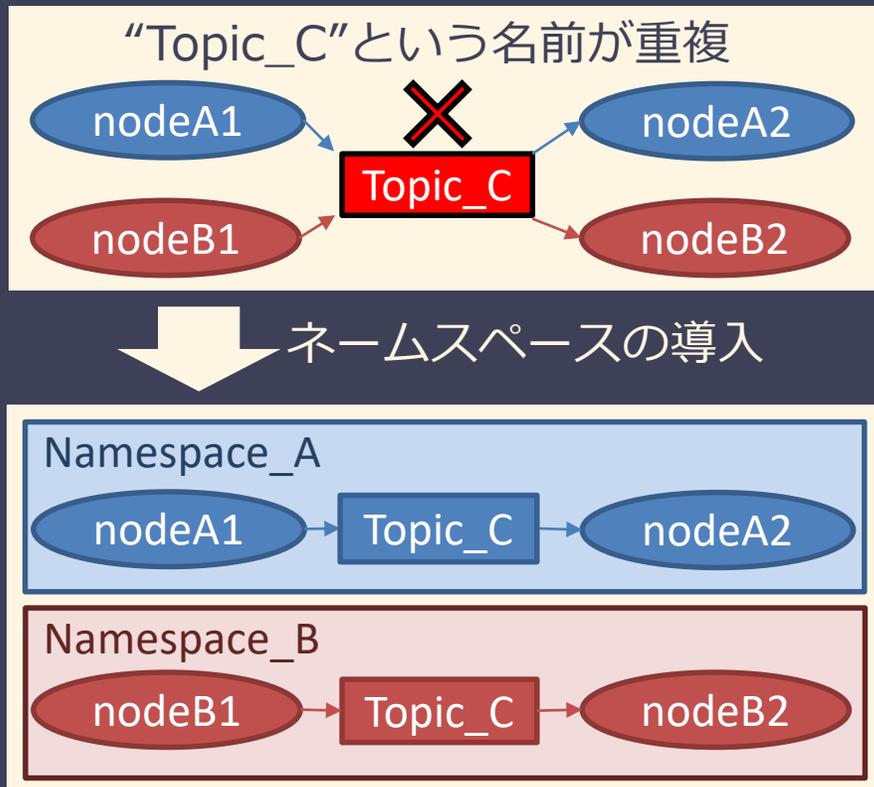
coscoreを実行するマシンの決め方

- システムの基幹となるマシン
- または最初に起動するマシン

ノードを実行するマシンの決め方

- マシンをまたいで共有されるトピックが最小限となるようノードを配置
- 処理にリアルタイム性を要するノードは情報元に近いマシンで起動
ex. 姿勢計算ノードはIMUが接続されているマシンで実行

コンフリクトの解消



複雑なシステムにおける名前のコンフリクト

- ノード・トピックなどの名前がかぶり誤動作の原因となる
- 特に複数人が開発に携わるときに起こりやすい

解決方法

- 機能または場所ごとにネームスペースを分ける
- 要素開発時にabsoluteなトピック名を使用せず統合時にlaunchファイルでネームスペース指定
- tfに関しても~tf_prefixで座標名にネームスペースを付加できる

おわりに

ROSに参加しませんか？

意外と楽

- 一番高いのは最初の心理的ハードル
- 小さなバグ報告や初歩的な質問 (する側/答える側) だけでもOK
- 日本語化も高需要&低難易度
- 公式コミュニティ+githubで完結

メリット

- 開発者や質問者との議論を通じたより深い理解
- 技術力アップ
- エンジニアとしての自己アピール

最後のデモは…



- Organization:** <https://github.com/yoshito-n-students>
- IMU:** https://github.com/yoshito-n-students/bno055_usb_stick
- EPOS:** https://github.com/yoshito-n-students/eposx_hardware
- 仮想カメラ:** https://github.com/yoshito-n-students/image_reprojection
- Affine-SIFT:** https://github.com/yoshito-n-students/affine_invariant_features
- ラベル検出:** https://github.com/yoshito-n-students/label_detection
- サンプルlaunch & デモ:** https://github.com/yoshito-n-students/rosconjp18_demo

ありがとうございました！



usr: **yoshito-okada** & org: **yoshito-n-students**