Hibikino-Musashi@Home:
ホームサービスロボット開発学生プロジェクトの紹介

18/09/14 ROSCon JP 2018

Hibikino-Musashi@Home
九州工業大学 田向研究室
○石田 裕太郎

hma@brain.kyutech.ac.jp

Hibikino-Musashi@Home

Kyutech
Kyushu Institute of Technology

今日紹介するロボット

RoboCup@Homeに参戦するホームサービスロボット

Eix@

HW: 九工大
SW: 九工大

2018年
日本大会優勝

HSR

HW: TOYOTA
SW: 九工大

2017年
2018年
世界大会優勝

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

まずは動画で紹介: 食器の片付け

人間の生活環境で，日常生活を手助け

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

チームの紹介

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

Hibikino-Musashi@Home

家庭用サービスロボットの開発を行う学生プロジェクト

メンバ	27名（B:4名，M:17名，D:4名，教員2名）
所属	九州工業大学大学院生命体工学研究科
目的	RoboCup@Homeに参加 研究成果を実装するロボットプラットフォームの開発 ロボット教育教材の製作

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

RoboCup@Homeの紹介

RoboCup@Home

家庭用サービスロボットのコンペティションとしては世界最大規模
（2018年大会: **31チームの参加**）

社会貢献

- ✓ 実用的なホームサービスロボットを実現する
- ✓ 9つのシチュエーション（タスク）を解決する

ルール

- ✓ タスクは毎年難易度が上がる
- ✓ 最新の研究トピックが含まれる

タスクの達成度によってスコアがつけられる

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

重視される点・難しさ

重視される点

- ✓ Human-robot interaction
- ✓ Computer vision
- ✓ Object manipulation

- ✓ Mapping and navigation
- ✓ Standardization
- ✓ System Integration

難しさ: ロバスト性

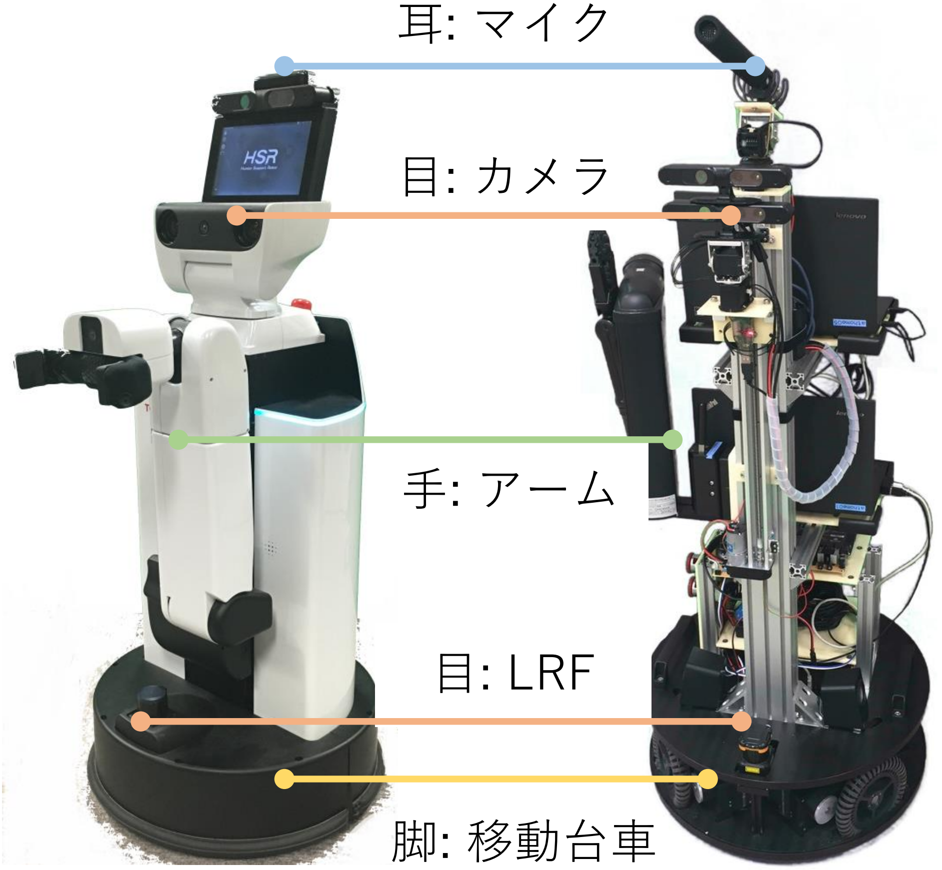
- ✓ タスクに用いられる環境は標準化されていない
- ✓ 各タスク1～3回程度しか挑戦できない

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

要素技術の紹介

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

HSR・Exi@の主要機能



音声インタラクション

- 音声認識
- 言語理解
- 音声合成

画像処理

- 物体検出
- 人物検出・認識
- 物体認識（Deep Learning）
- 人物追跡

ロボットアーム制御

- ARマーカ認識
- 把持経路設計

移動台車制御

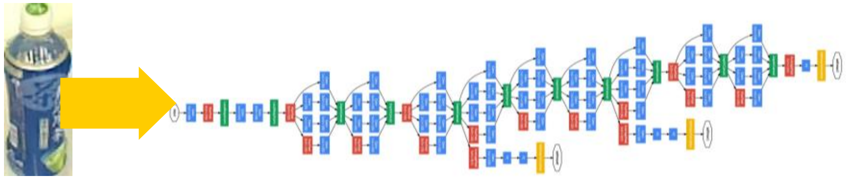
- SLAM
- 移動経路設計

©Tamukoh Lab. Kyutech, Japan

画像処理

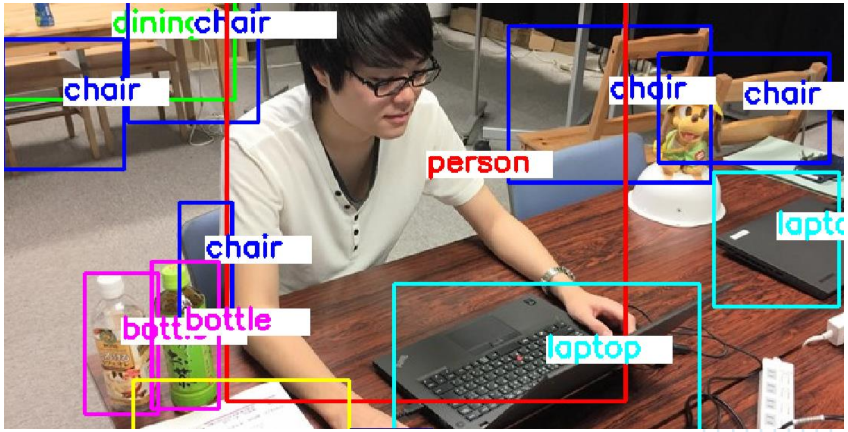
Object Recognition

PCL[1]による物体検出
Caffe[2]による物体認識



- ✓ 自前のデータセットを作成
- ✓ ネットワークはGoogLeNet[3]
- ✓ ネットワークの精度は99%[4]

YOLO[5]によるカテゴリ認識



- ✓ 組み込みGPUに実装

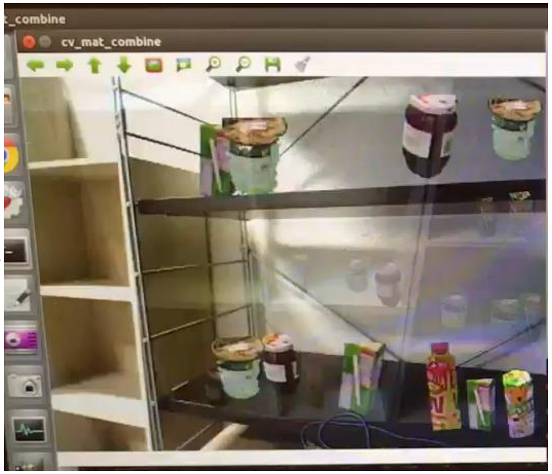
Specific Objects ⟷ Generic Objects

[1] Point Cloud Library, http://pointclouds.org/
[2] Caffe, http://caffe.berkeleyvision.org/
[3] C. Szegedy, et al., arXiv:1409.4842, 2014.
[4] Y. Ishida, et al., 第34回日本ロボット学会学術講演会, 2016.
[5] J. Redmon, et al., arXiv:1612.08242, 2016.

Deep Learning用データセットを半自動生成

生活雑貨シーン画像データセット (14万枚)

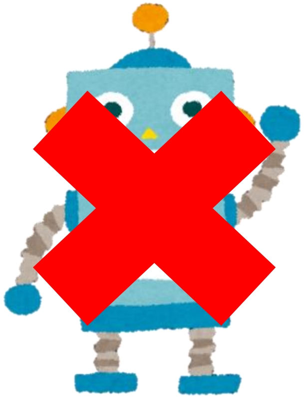
Chroma key

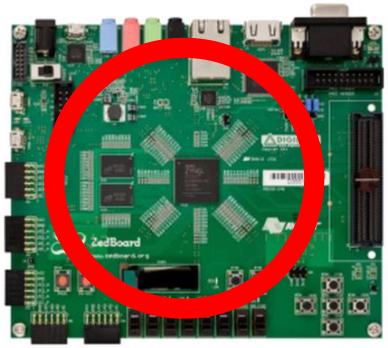


約4時間で
学習可能

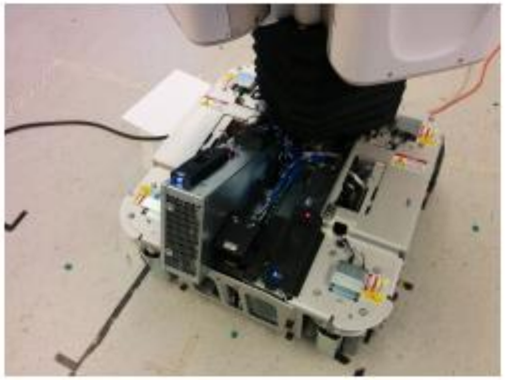
煩雑な人手によるアノテーションを完全に排除

ハードウェアアクセラレータと
ロボットアプリケーション
（デジタル回路で効率的に知的処理）





ロボットの演算環境



~1 kW

~20 W

~1 W

<< 1 W

https://roscon.ros.org/2017/presentations/ROSCon%202017%20Opening%20Remarks.pdf
ROSCon 2017 Opening Remarksより引用

求められる性能:

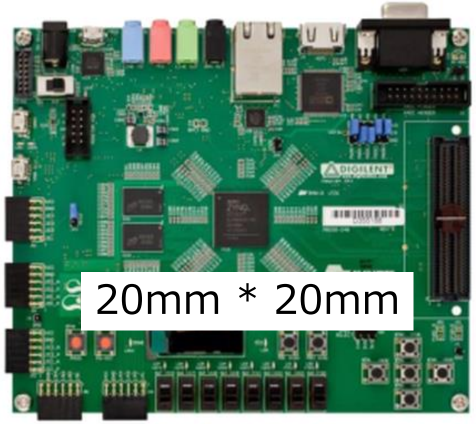
- ✓ 低消費電力
- ✓ 低排熱

求められるアプリケーション

- ✓ 深層学習（演算量が多い）
- ✓ SLAM

ロボット向けアクセラレータとは

FPGA（Field Programmable Gate Array）



- 再構成可能なデジタル回路
- 高速・低消費電力・低排熱で組み込み向け
- 知的処理を実装可能（深層学習など[6]）

CPU，GPU（Graphics Processing Unit），FPGAの比較[7]

演算性能

×1(CPU)，×14(GPU)，×228(FPGA)　速度比

×1(CPU)，×25(GPU)，×584(FPGA)　単位電力比

開発工数

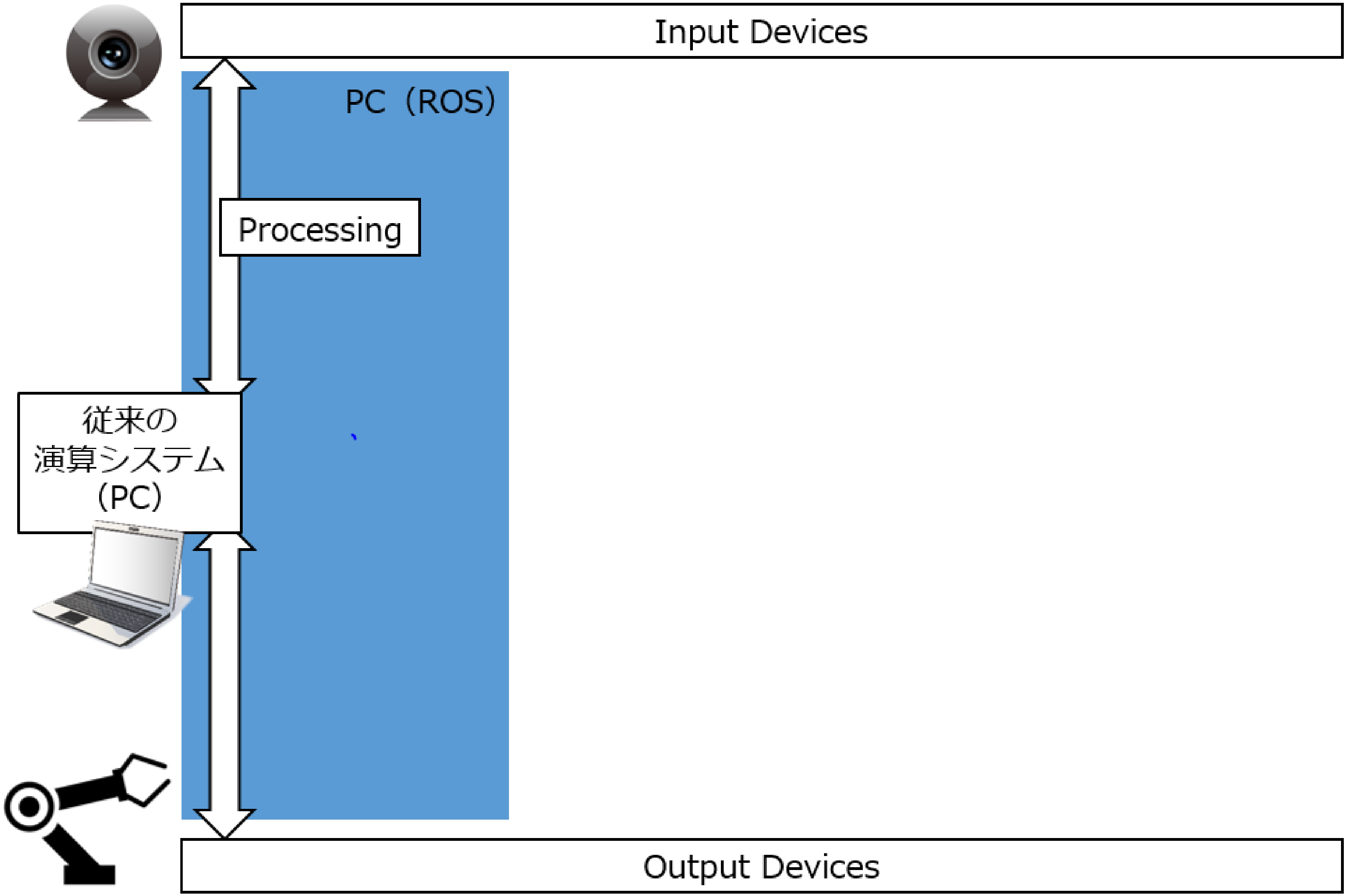
1 Day(CPU)，45(GPU)，300(FPGA)

＊Smith-Waterman algorithm
によるベンチマークテスト

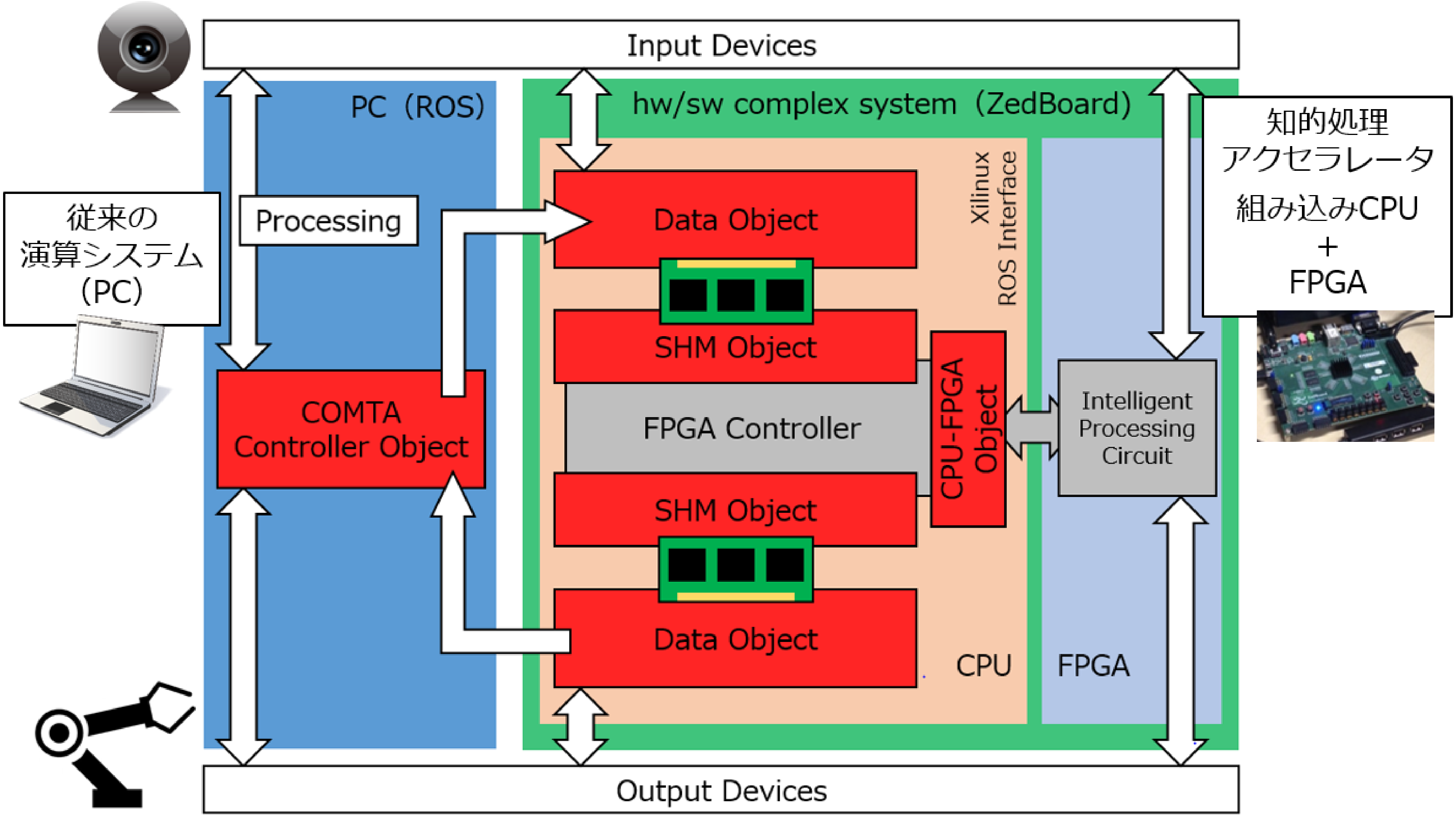
✓ 良い回路には良い職人が必要
✓ インタフェースを記述するのは煩雑

[6] 中原啓貴, 他, リコンフ研究会, 2018. [7] K. Benkrid, Reconfigurable Computing, 2012.

提案システム: COMTA (Connective Object for Middleware To Accelerator) (1)

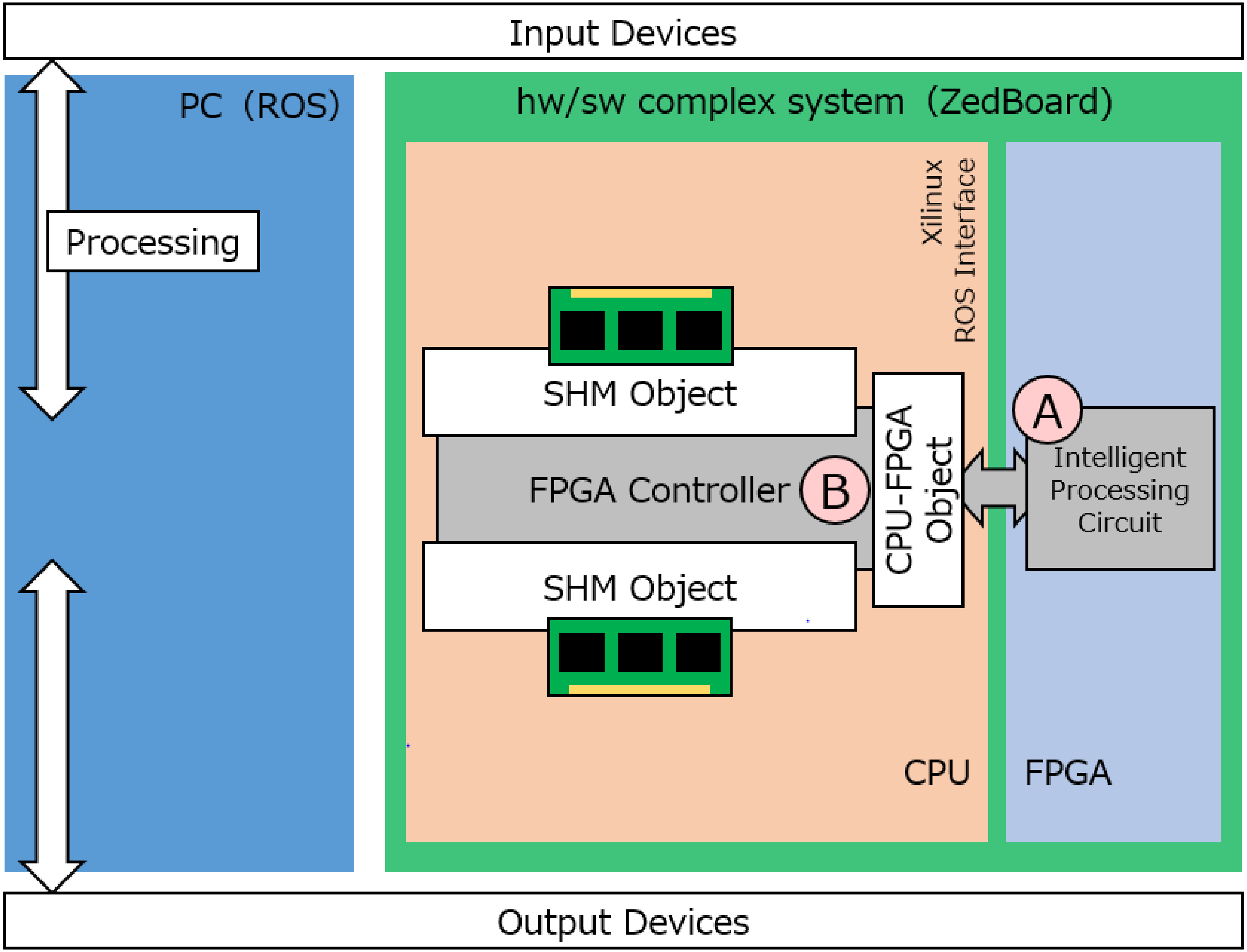


提案システム：COMTA (Connective Object for Middleware To Accelerator) (2)



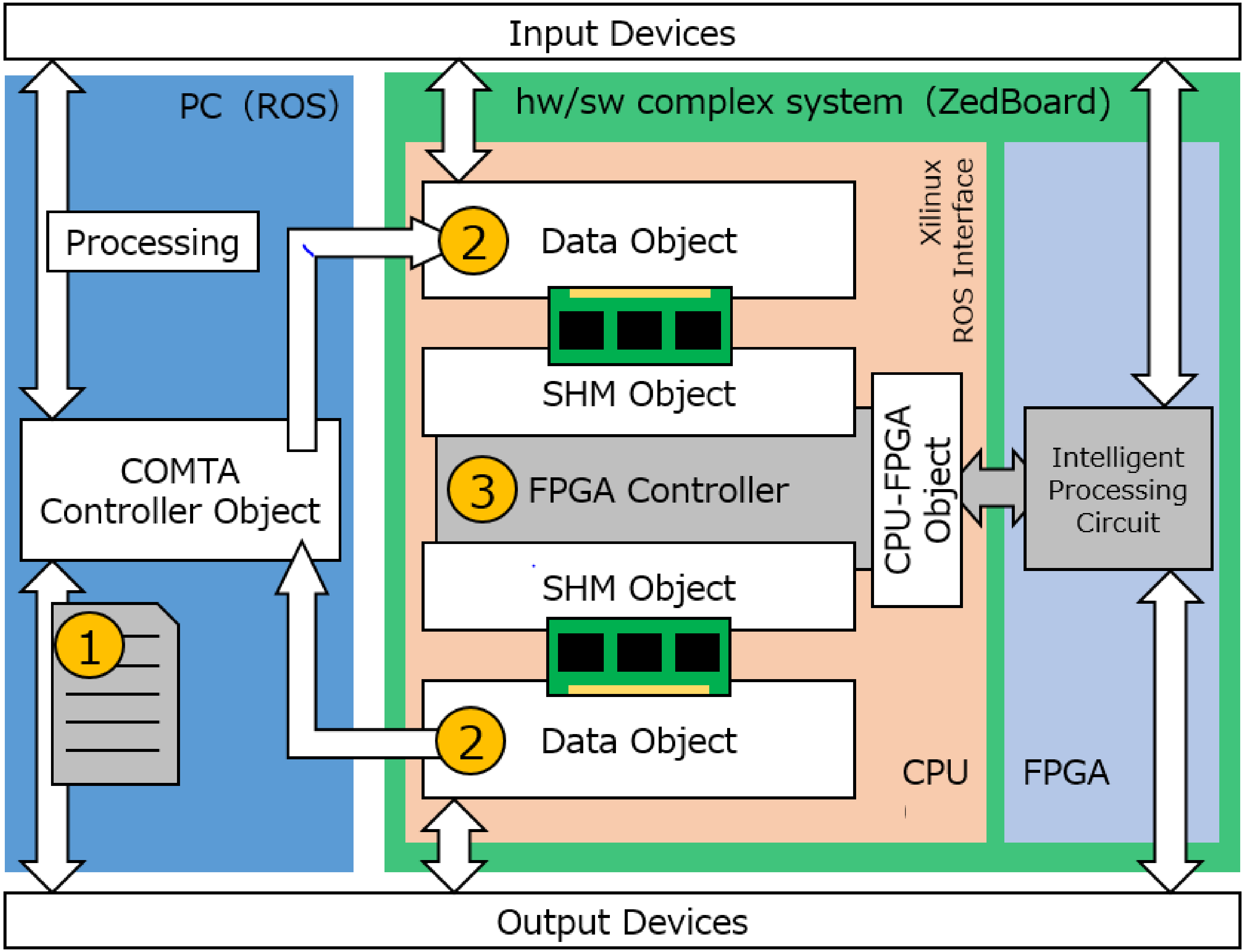
知的処理アクセラレータの導入・Objectによる自動統合

提案システム：COMTA (Connective Object for Middleware To Accelerator) (3)



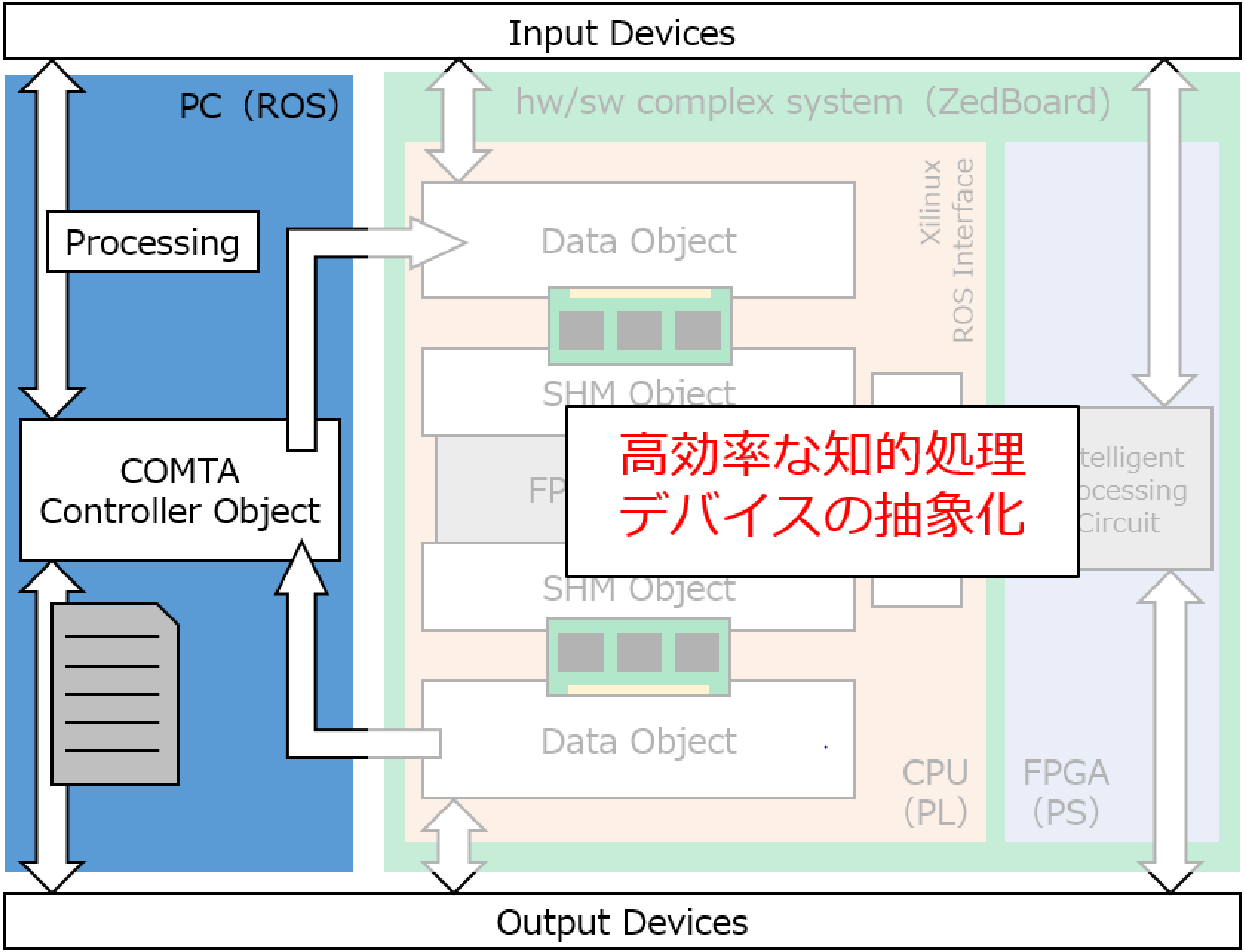
CPU-FPGA通信インタフェース・データ交換機能を提供

提案システム: COMTA (Connective Object for Middleware To Accelerator) (4)



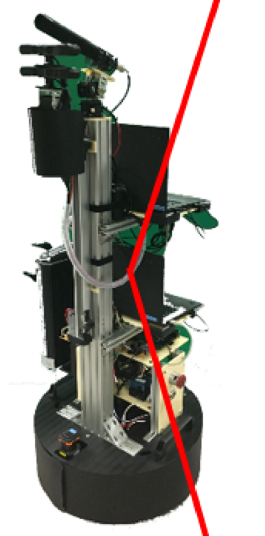
ロボットミドルウェアから知的処理アクセラレータを構築

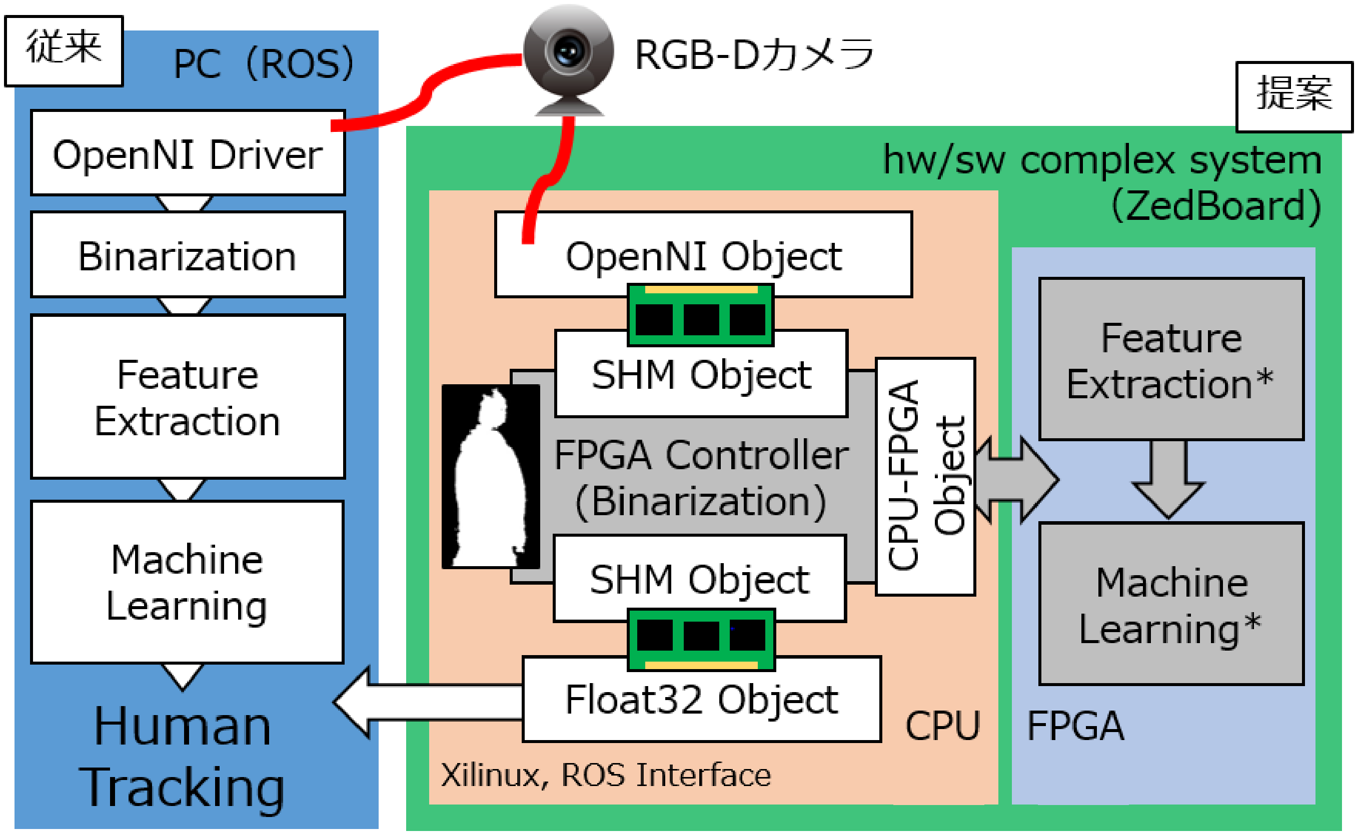
提案システム：COMTA (Connective Object for Middleware To Accelerator) (5)

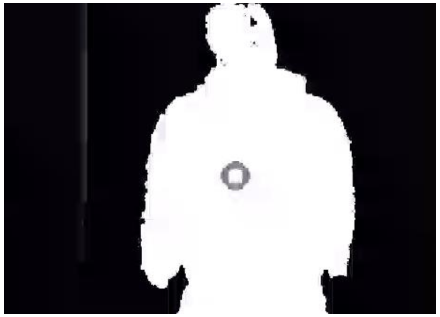


多数のロボット技術者が単純な設計図で使用可能

実験：人物追跡（概要）







検証：

提案システムが高効率（高速・低消費電力）であるか

*専用アルゴリズム・高位合成（Vivado 2016.2）

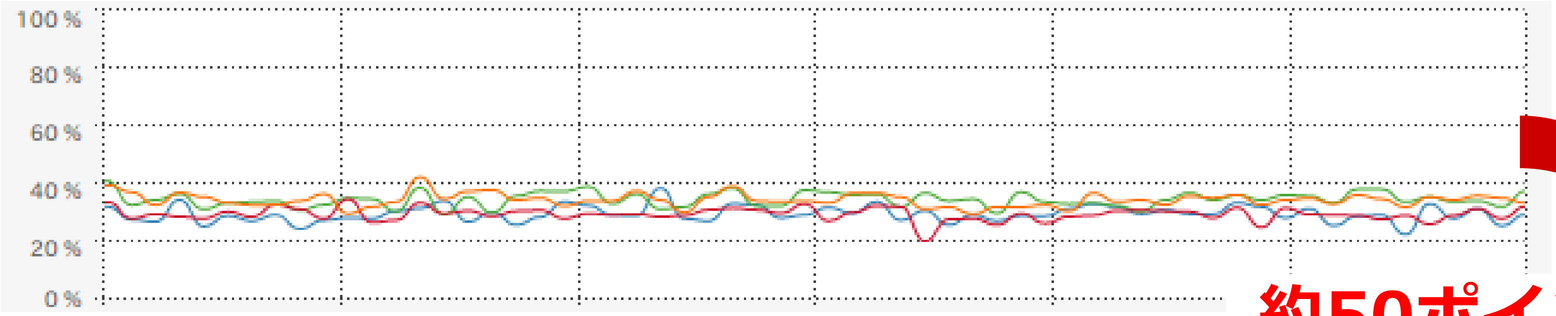
実験: 人物追跡（演算性能）

	PC Core i5-5200U 2.2GHz	Proposed ARM Dual Core 667MHz + FPGA
Frame Rate [fps]	29.06	17.25
Power Consumption [W]	26	4.7
Frame Rate Per Watt [fpspW]	1.12	3.69

消費電力 約82%削減
単位時間・電力あたりの演算性能 3.3倍向上

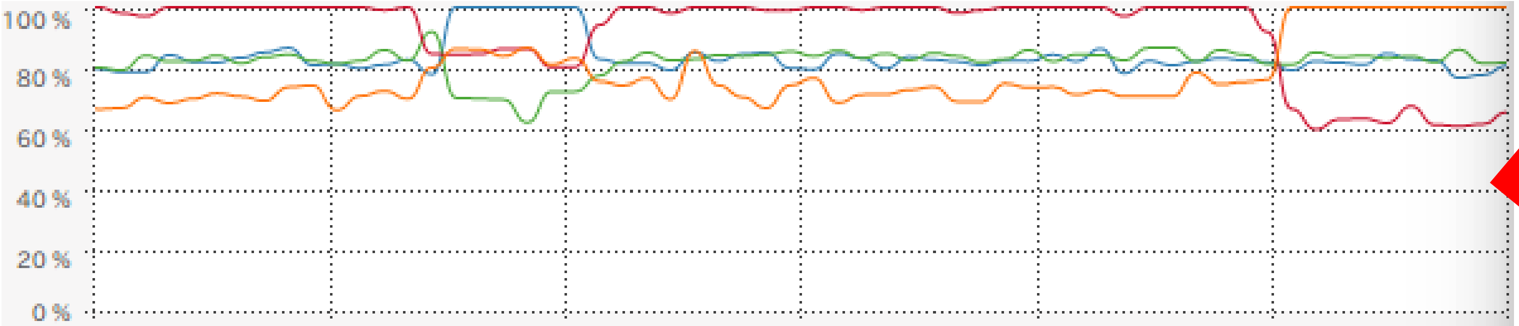
実験：人物追跡（演算負荷）

従来（PC）　アイドリング状態 約30%



約50ポイント増加

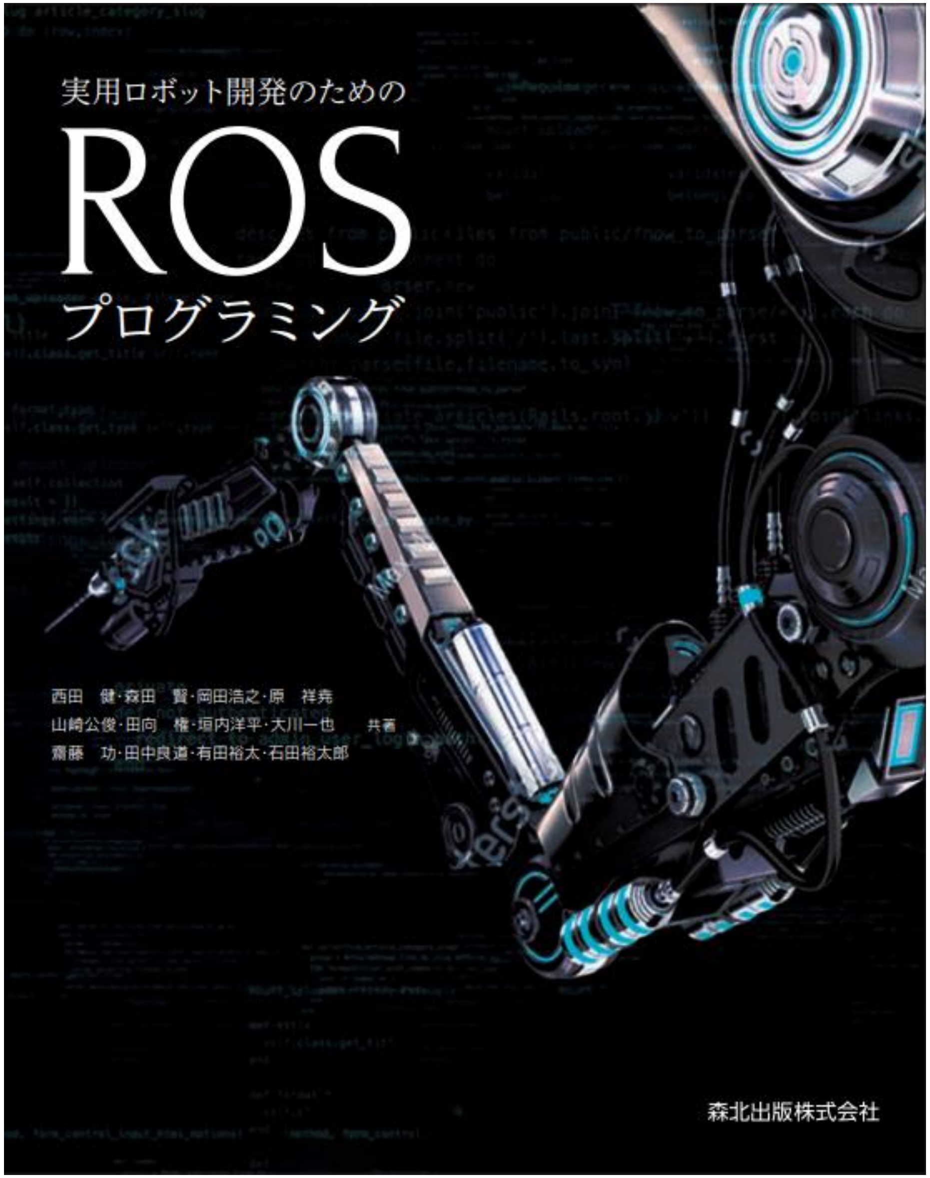
従来（PC）　人物追跡状態 約80%



提案システム（4.7[W]の消費電力増加）で約50ポイントの負荷をオフロード

告知

ROSの本が出版されます



森北出版
「実用ロボット開発のための
ROSプログラミング」

10月中に発売予定！

今日発表した内容も少し掲載

World Robot Summit

World Robot Summit

- 2018年プレ大会
- 2020年本大会
- 4つのカテゴリ
  - ✓ ものづくり
  - ✓ **<u>サービス</u>**
  - ✓ 災害
  - ✓ ジュニア

経済産業省主催

2020年本大会の
エントリーまだ間に合います！

World Robot Summitで検索！