

低消費電力ロボット応用の為の FPGAコンポーネント化技術の 研究開発

研究代表者：大川 猛

宇都宮大学大学院工学研究科 情報システム科学専攻



本研究開発は、総務省SCOPE（受付番号152103014）の委託を受けたものです。

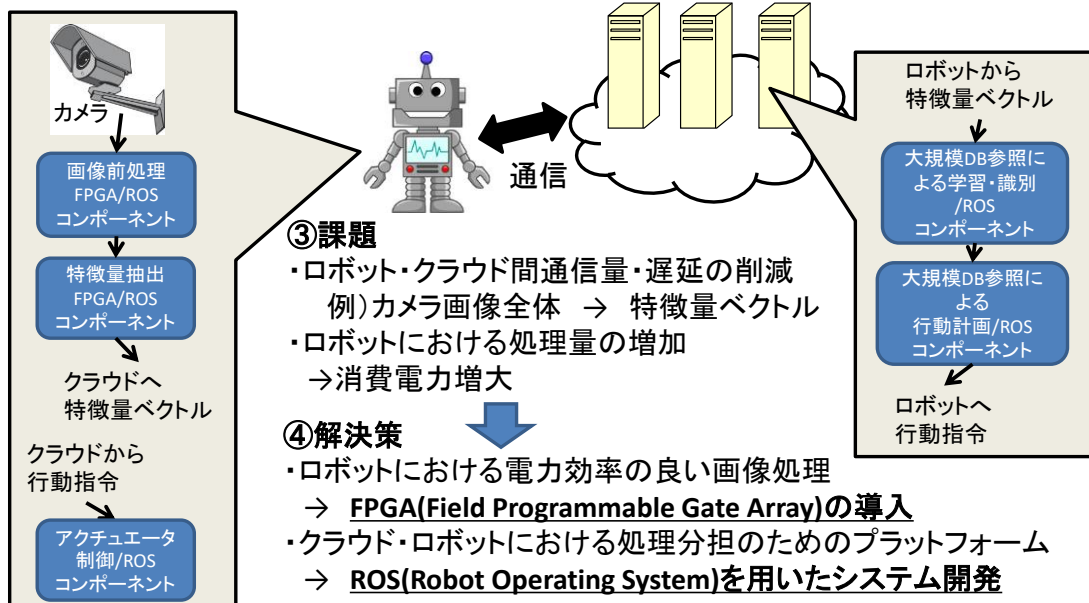
研究開発の内容

①目的

高齢者・障がい者が自立した生活を
過ごすことを可能とするための
日常生活支援ロボットの実現
→カメラ画像をもとにした状況認識・行動計画

②実現手段

ロボットとクラウドの連携
・クラウド計算資源の利活用
・大容量DB(ビッグデータ)の参照
による学習・認識・推論・行動計画



キー: ROS準拠FPGAコンポーネント技術の開発

研究開発の成果概要： ROS準拠FPGAコンポーネント(部品)技術

電力効率の高いFPGA

(Field Programmable Gate Array)の活用

任意の論理回路をプログラム可能なLSI

→ソフトウェアでは時間がかかる画像認識処理を、
ハードウェア化、高速化・低消費電力化

ロボットへのFPGA導入の課題

低い設計生産性 = 困難なFPGA開発

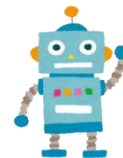
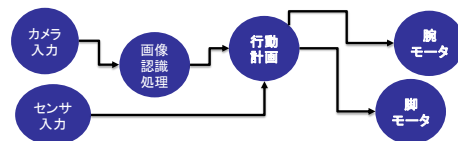
- ・ HDLもしくは回路化前提のC言語
- ・ 長いコンパイル時間



ROS (Robot Operating System)に準拠

Ubuntu Linuxでのロボットソフト開発環境

- ・ 複数の部品(ノード)が分散処理
 - ・ 多くの部品がオープンソースで提供
- 世界の知的ロボット開発の標準
例) カメラ、モータ制御、画像処理



本研究の成果

従来技術の問題点であった、**FPGAをロボットシステムへ導入する開発を容易化**することに成功した。

従来は、**FPGAを使用できるのはハードウェア・ソフトウェア両方の知識を持つ技術者に限られていた**が、FPGAをROS*ノードとして動作させイーサネット経由でアクセス可能としたため**容易にロボットシステムに導入することが可能**となった。

研究成果

プログラマブルSoCを用いた 画像認識処理ROSコンポーネント

コンポーネント事例：

画像処理ラベリングROSコンポーネント



ターゲット：Xilinx社Zynq
ARMプロセッサ+ FPGA
が1チップ化
1画素1クロック処理
→ARMより**約26倍**高速に処理可能

ROS準拠FPGAコンポーネント 自動生成環境 (cReComp) の実現

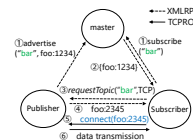
入力：FPGAアプリケーション回路 (Verilog)
および設定ファイル
出力：ROSノード (Python/C++および通信回路)

回路入力・ROSノード自動生成→**開発容易化**

通信を含めた全体性能：**約1.7倍の高速化**
(ARMソフトウェアと比較)

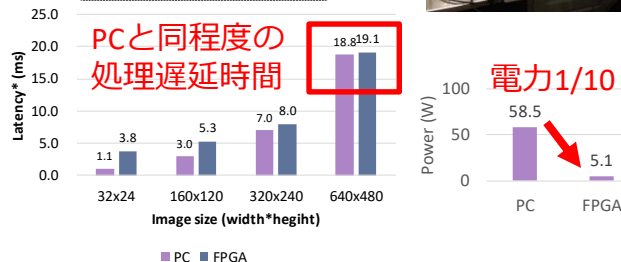
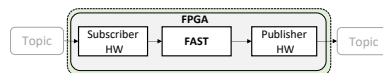
ハードウェアTCP/IP通信による低遅延 画像認識処理ROSコンポーネント

ハードウェア化の方針 検討：ROSノード間の通 信パケット内容の分析



方針：**TCPROSプロトコルのデータ通信のみ**を
ハードウェアTCP/IP(SiTCP)を用いて高性能化
利点：1ポート・1セッションのTCP/IPスタックで
ROSノードを実現可能 (**省ハードウェアコスト**)

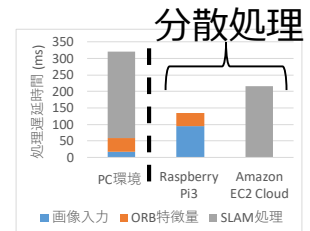
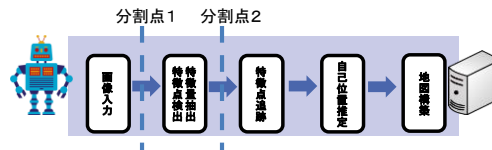
画像処理：FAST特徴点検出 回路の処理性能・電力評価



通信を含めた性能電力比：**10倍以上**

今後の研究開発成果の展開 及び波及効果創出への取り組み

- 応用：知的な判断が必要なロボットに適用
- 分野：産業機械（製品検査など）や自動運転の画像認識
- 進行中の研究開発：分散処理VisualSLAMシステムの構築
 - ロボット本体(ROS準拠FPGA)：画像からの特徴点抽出
 - クラウドサーバ：特徴点情報に基づく地図構築



成果公表

- 論文誌・学会・研究会、産学連携のための各種展示会での発表
- ROS開発者会議（ROSCon2017・IROS2017併設）での発表→世界に発信

