

FPGAを使ってロボットをパワーアップ！

山科 和史 大川 猛 大津 金光 横田 隆史
宇都宮大学大学院情報システム科学専攻



1. 将来必要とされるロボットとその課題

知的コミュニケーションの可能なロボットが求められている
周囲の状況をもとに判断し、自律的な行動を取れること

↓ ロボットへの要求

知的画像処理などの高度な処理 + バッテリ駆動のための電力制約

↓ ロボット開発の課題

電力制約のため高性能なプロセッサは搭載できない
ロボットには高い処理性能が必要 & 開発コストが高い

FPGAを用いてこの問題を解決したい！

2. FPGAを用いてロボットをパワーアップ

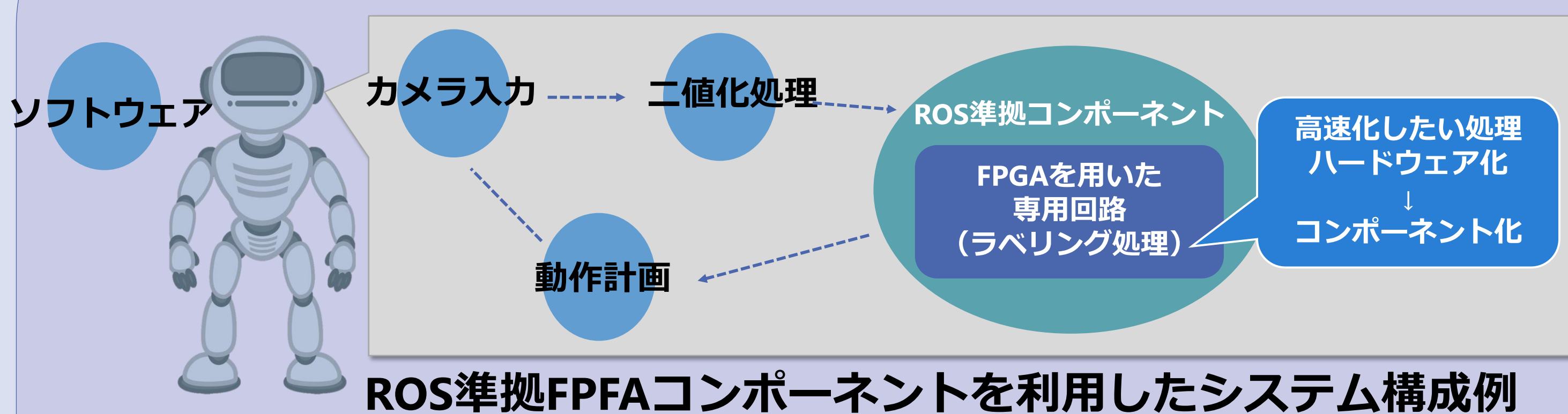
なぜFPGAなのか

FPGAの特徴	ロボット開発に対して有効な点
低消費電力 アプリケーションに特化した最適回路のため、高い電力効率	ロボットの電力制約
並列度が高く高速な処理 画像処理やネットワーク処理などで任意の並列処理が可能	ロボットの要求する高い処理性能

FPGAの課題 → ソフトウェアに比べ、開発コストが大きい

ロボットの開発コスト **大** + FPGAの開発コスト **大** → FPGAを容易に導入できる技術が必要

提案：ROS準拠FPGAコンポーネント



ROS準拠FPGAコンポーネントを利用したシステム構成例

- FPGAのエキスパートが作った回路の再利用性向上
- ロボット開発者がハードウェアとソフトウェアの入出力インターフェイスを新たに開発する必要はない
- **FPGAを用いて高度な処理と低消費電力化を両立したロボットを実現**

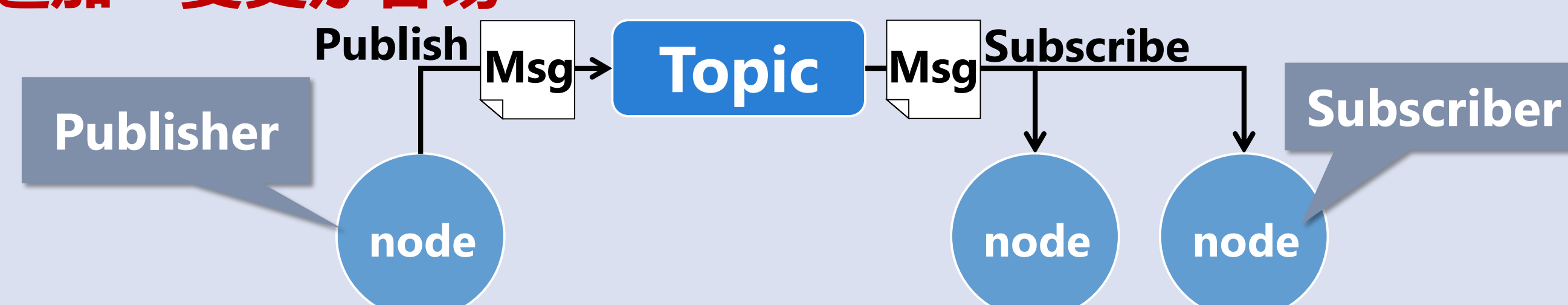
3. ROS (Robot Operating System)

ROSとは？

- 通信レイヤーのフレームワークとロボットソフトウェア開発のためのビルドシステム
- Linux上で動作する
- **Publish(配信)/Subscribe(購読)型メッセージング**

Topic (トピック)	メッセージの分類系統、通信経路
Publisher (配信者)	データを特定のトピックに配信
Subscriber (購読者)	自分の関連のあるトピックからデータを受け取る (購読)

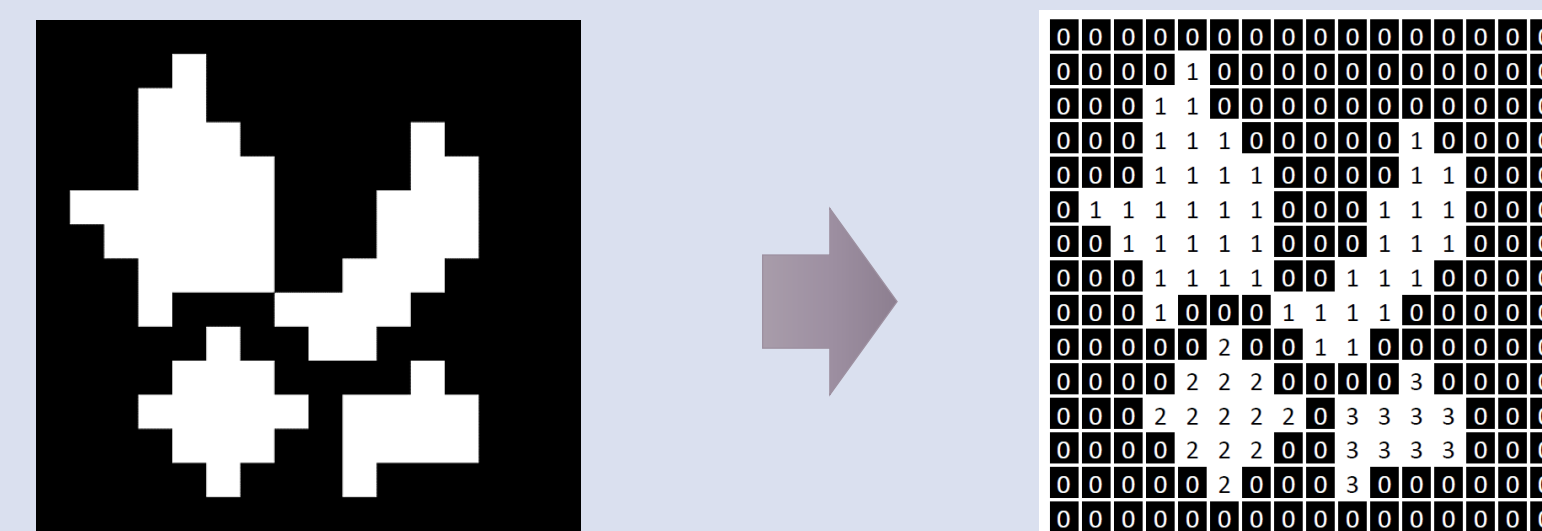
- **プロセス同士の結合性が低くシステムへの機能の追加・変更が容易**



4. 設計事例

ラベリング処理を行うROS準拠FPGAコンポーネント

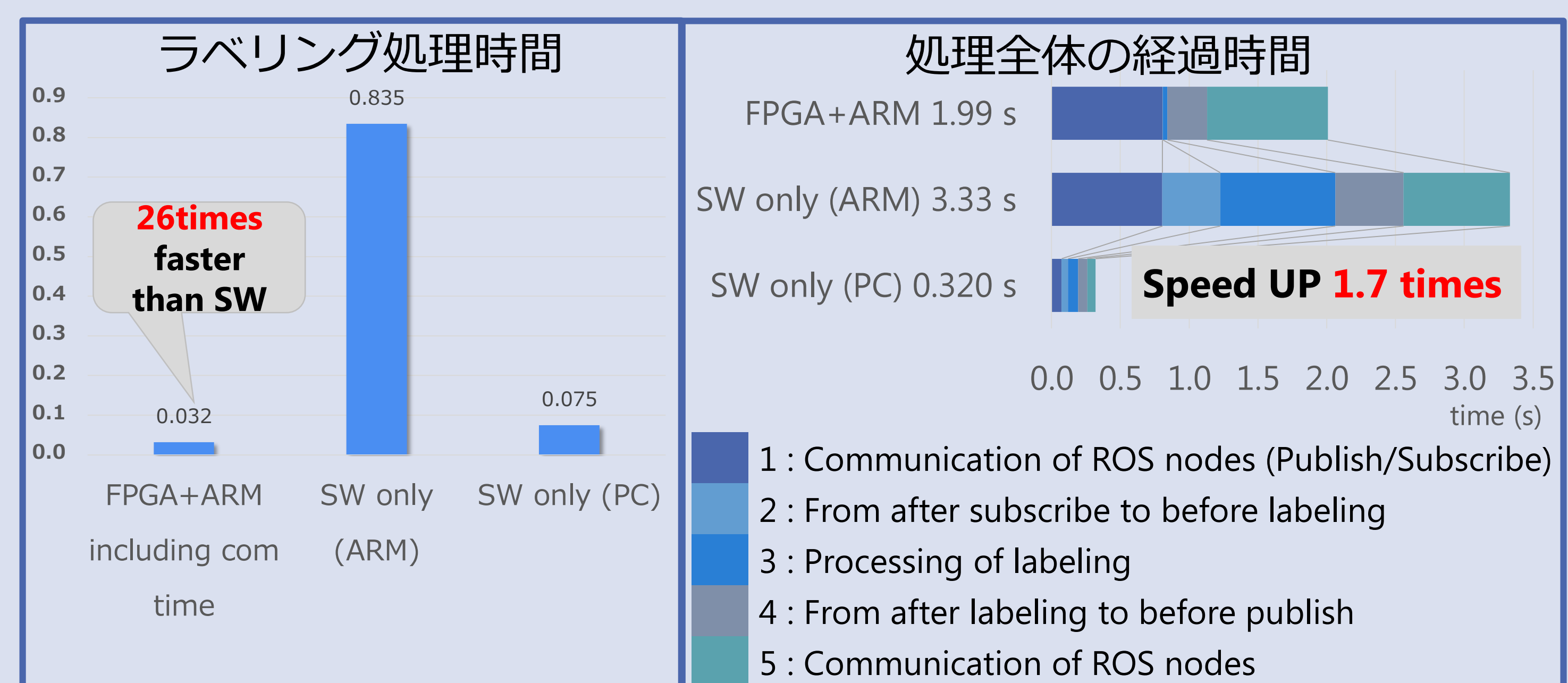
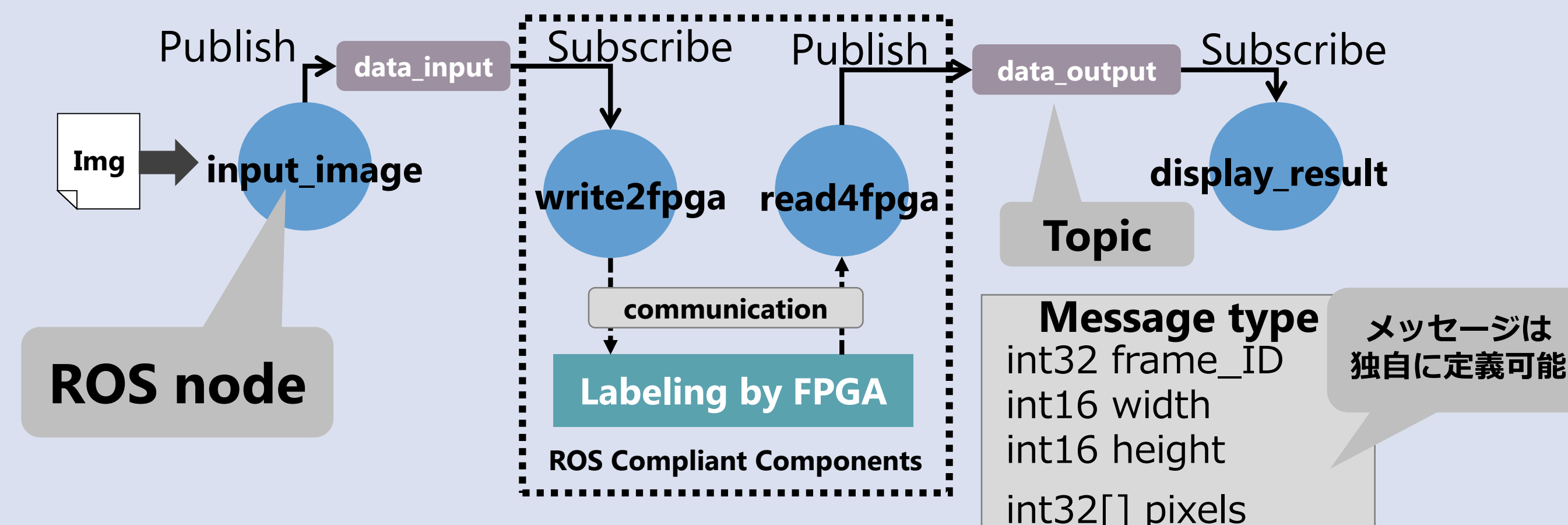
- ラベリング処理
ロボットにおいて対象物の長さや面積、角度などの計測に用いられる



入力画像(横16×縦15ピクセル)

処理結果

ROS準拠FPGAコンポーネントの評価



5. デモシステム紹介

- **機能仕様**
 - Nexus 7からFPGA制御カーを操縦
 - 障害物の前では超音波センサによって停止
- **実装仕様**
 - Android (Nexus7) : ROS Teleop hydro (ROSのリモコンアプリ)
 - FPGA (Zedboard) : LinuxとROSが動作
 - WiFiを使用
 - 操縦に関する通信と指令 : ROSを用いてソフトウェア実装
 - モータ・センサ制御 : FPGAを用いてハードウェア実装

