

家庭用サービスロボットのための ROS-FPGA 間通信の検討

石田 裕太郎[†] 田中 宙夫^{††} 森江 隆^{††} 田向 権^{††}

[†] 九州工業大学工学部電気電子工学科

^{††} 九州工業大学大学院生命体工学研究科

1. はじめに

近年、家庭や病院といった生活空間で人間をサポートするサービスロボットへの関心が高まっている。サービスロボットでは、ロボットと人間との円滑なコミュニケーションのために画像や音声の知的処理が求められるが、これらは一般に演算量が大きく CPU によるソフトウェア処理では実時間処理が困難なことが多い。また、様々なハードウェアやソフトウェアをロボットへ統合して動作させる必要があるため、開発の効率化のためには、オープンソースの活用やラビッドプロトタイピング環境の構築が必要不可欠である。

ロボカップ@ホームリーグは、国際ロボット競技会であるロボカップの種目の 1 つで、競技を通してサービスロボットの技術向上に貢献することを目指している。我々は、このリーグに HibikinoMusashi@Home というチーム名で参加している。我々チームの問題点は、人物認識などの知的処理の演算量が大きくロボットに搭載可能なノート PC では実時間処理が不可能なこと、ソフトウェアを全て独自開発しているため開発時間が莫大に掛かっていることである。前述の通り、これらの問題は、サービスロボットを開発していく上で一般的な問題になると考えられる。

2. サービスロボット向け組み込み高速演算システム

前述の背景から、我々は、ロボカップ@ホームリーグで使用されるサービスロボット向けの組み込み高速演算システムを構築することを研究目的とする。

まず、提案システムに、ロボットアプリケーション作成を支援するライブラリとツールを持ったミドルウェア ROS (Robot Operating System) [1] を導入する。これにより、世界中で開発されているオープンソースを活用でき、サービスロボット上で動作するアプリケーションを効率良く開発できる。

次に、知的処理の高速化のために、提案システムへ hw/sw 複合体 [2] を導入する。これにより、演算量が大きい知的処理を FPGA (Field Programmable Gate Array) によるハードウェア処理で高速化する。一方で、FPGA をコンピュータシステムへ組み込むためには、ミドルウェア、デバイスドライバ、OS、物理層を含む通信路、論理回路など、様々な知識が必要となり、一般のロボット技術者やプログラマには馴染みがなく簡便な利用は不可能である。そこで本稿では、FPGA の ROS パッケージ化を行う。

図 1 に今回構築した提案システムを示す。ハードウェアとして、ノート PC と FPGA ボード Zedboard を用いた。ノート

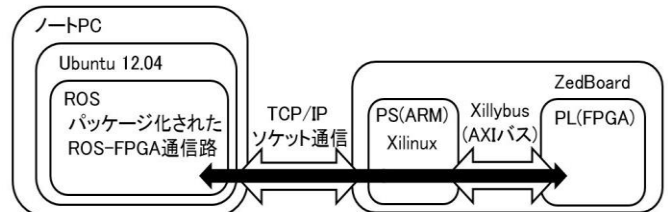


図 1 家庭用ロボット向け組み込み高速演算システム

PC (Ubuntu 12.04) には ROS を導入した。Zedboard には Zynq [3] と呼ばれる SoC (System-on-a-chip) が搭載されており、PS (Processor System, ARM) と PL (Programmable Logic, FPGA) がワンチップに集積されている。

PS には Xillybus 社が提供している Xilinx OS を導入し、PS と PL 間は Xillybus (AXI バス) [4] で接続した。PS, PL 内には ROS からの通信を制御する組込みソフトウェアとハードウェアモジュールを実装した。さらに、ROS と PS 間を TCP/IP のソケット通信で接続した。

本来アプリケーション開発者は、TCP/IP のソケット通信プログラム、ARM-FPGA 間の通信プログラム、FPGA のハードウェアインタフェースを実装する必要があるが、これらを ROS パッケージ化することで、図 1 が示す通り、ROS から FPGA への直接アクセスが可能となった。

3. ROS-FPGA 間通信実験

提案した ROS-FPGA 間通信路を、レイテンシとスループットの観点で評価した。その結果、レイテンシの 10 回平均が 4.7 [ms]、スループットが 101 [byte/s] となった。

現状では Xillybus のミドルウェアに C 言語のファイル入出力関数を使用していることが通信速度のボトルネックになっていると考えられる。

4. まとめ

ROS を用いて FPGA を抽象化した通信路を提案した。しかし、Xillybus のミドルウェアの通信速度がボトルネックになっているので、今後、他の通信方法を考える必要がある。また、実際に@ホームロボットの知的処理に応用していく。

参考文献

- [1] ROS, <http://wiki.ros.org/>, (2015/02/03 アクセス)。
- [2] 田向 権, 他, “インターネットブースター: ネットワーク配信可能な hw/sw 複合体を用いた WEB アプリケーション,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J93-D, no. 10, pp. 2139-2147, 2010。
- [3] Xilinx Inc., <http://www.xilinx.com/>, (2015/02/03 アクセス)。
- [4] Xillybus, <http://xillybus.com/>, (2015/02/03 アクセス)。