

SH-2版をXMOSへ移植する

PUPPY倒立振子を並列プロセッサXMOSで実現する

小山尾 登, CSP研究会

本誌2009年11月号と12月号で紹介したCSP (Communicating Sequential Processes) によるプログラムが可能な並列プロセッサXMOSで倒立振子を実現する。

本誌2006年7月号ではSH-2とリアルタイムOS (RTOS) を用いて倒立振子を実現した。これをXMOSの並列に動作するハードウェア・スレッドへ移植する。 (編集部)

はじめに

● XMOS で倒立振子を実現する

昨年開催されたETロボコン^{注1}の題材は倒立振子だった。PUPPY^{注2}やBeauto Balancer^{注3}のような市販の倒立振子もある。Embedded Technology 2009 (ET2009)^{注4}では、XMOSブースで北斗電子の倒立振子ロボットPUPPYのCPUをXMOSに載せ替えてファルクウェア^{注5}がデモンストレーション(注5のリンク先に動画あり)を行っていた。

倒立振子を実現するには単なるライン・トレースとは違って制御工学やリアルタイム制御の知識が必要になる。今回はET2009でデモンストレーションしていたものとは別に、CSP研究会に参加している北海道職業能力開発大学校の中原 博史氏が開発したXMOS版PUPPYをベースにして、XMOSプログラミングの特徴を説明する。

今回紹介するソフトウェアは、中原氏が北斗電子の厚意

によりH8プロセッサ用のPUPPYプログラムを利用して開発したものである。H8プロセッサ用とXMOSプログラムとの対応がわかりやすいように、基本的な関数名をそのまま使用している。また、PUPPYについてはCPUをH8からSH-2に変更した解説記事⁽¹⁾がある。今回は、本誌で公開されたSH-2版のソース・コードをXMOS版のリファレンスとする。

● オリジナルのPUPPY

ETロボコン2009で使用されたMathWorks⁽²⁾によるものはRTOSとサーボ・モータを使ったもので、道具立てが大げさな割に倒立制御モジュールはブラック・ボックスになっている。XMOSの特徴は、ハードに近いFPGAで行うような制御もC言語に近いXC言語で記述できる点にある。同じ倒立ロボットでもETロボコンはON/OFF制御のモデリングを楽しむようなイベントであり、コンセプトが異なる。そのため、倒立振子の制御は単純なON/OFF制御ではなく、制御工学技術者と組み込みソフトウェア技術者の境界領域が混ざったようなところがある。PUPPYはRTOSなしのDCモータ制御である。Beauto BalancerはPUPPYと同じような製品だが、H8に最適化されていてCPUだけをXMOSに変更するのが大変そうである。使用されているVS-WRC003ボードのXMOS版をVstone社^{注6}が作ってくると面白い。PUPPYについては文献(1)でCPUの変更や線形制御について解説されているので技術情報が得やすい利点がある。

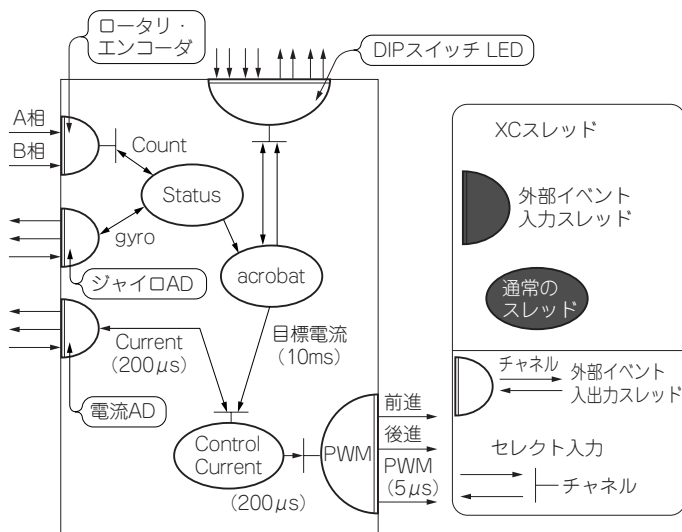


図1 XMOS版PUPPYアーキテクチャ

注1: <http://www.etrobo.jp/ETROB02009/>

注2: <http://www.hokutodenshi.co.jp/7/PUPPY.htm>

注3: <http://www.vstone.co.jp/top/products/robot/beauto/index.html>

注4: <http://www.jasa.or.jp/et/>

注5: <http://fulcware.jp/>