

DMA回路を自前で記述して回路規模を小さく、バス占有率も下げられる Cyclone V SoCで試す無償版純正PCI Expressコアの使いこなし

川西 紀昭 Noriaki Kawanishi

FPGA開発ツールに標準で添付されているIPコアは、あまり使いものにならないというイメージを持つ人が多いことでしょう。しかしARMプロセッサ・コアや高速トランシーバなどFPGAが高機能化するのに合わせ、開発ツールに無償で添付されるIPコアの完成度も上がってきています。ここではPCI Express対応ボードに、無償IPコアを組み合わせたDMAメモリ転送回路を実装し、その回路規模や転送性能を評価してみます。

1 PCI Expressを例に 無償IPコアを評価してみる

● 無償IPコアはどこまで使えるか

FPGAメーカーから無償で提供されているIPコアの機能も昨今では充実してきており、さらにGUIベースの開発ツールも使いやすくなってきました。しかしIPコアのみでは要求仕様に合わせた最適な設計ができない場合があります。ここではAltera社製Cyclone V SoCを搭載したPCI Expressボードに、DDRメモリ・コントローラやPCI Expressインターフェース、DMAといった一般的によく使用される機能を搭載して、IPコアの性能を確認し、実際に使用する場面を想定した改善を行います。

● 作成するFPGAの機能

FPGAに実装される機能は、一般的に入力データに何らかの処理を施して出力するものがほとんどです。CPUが搭載されたFPGAであっても同様ですが、デー

タ処理を主にCPUで行い、外部とのインターフェースやデータ転送、リアルタイム性や同時動作が必要な機能のみをFPGA部分が行うといった機能分担にすることが多いと思います。

図1の「処理」は実装する機能で異なりますが、データ入出力を行う部分として一般的によく使用されるDMAを用いた図2の構成でサンプルを作成します。CPUのペリフェラルであるUSBやEthernetをデータの受け渡しに使用することも可能ですが、これらではデータ転送にCPUパワーを使用してしまいます。FPGA内に組み込んだDMAを使用することで、CPUに負荷をかけずにDDR3メモリ～PCI Express(以下PCIe)間のデータ転送を行います。

● ターゲット・ハードウェア

ハードウェアはCyclone V SoCを搭載したPCIeボード、ArmFrogs-Blue(ゴフエルテック、旧:ビートシステムサービス)を使用します。ArmFrogs-BlueはAltera社のCyclone V SoCを搭載したカード・エッジのPCIe基板であり、パソコンのマザーボードに搭載して使用できます。また、FPGA部分は独立した基板になっているため、ベース基板を変更することで機能の変更や拡張ができます。

ArmFrogs-Blueの外観を写真1に、主な仕様を表1に示します。なお、本ボードには今回使用しているQuartus IIプロジェクト一式が添付されています。

● 使用する開発ツール

今回使用したFPGAの開発ツールはAltera社のQuartus II Web Edition (Version 15.0)です。ArmFrogs-Blueに搭載されているCyclone V SoCは無償のWeb Editionでサポートされているため、ダウンロードケーブル(USB-Blaster)があれば、FPGAの設計から書き込みができ、組み込みロジック・アナライザのSignalTap II Logic Analyzerも使用できます。

● 使用するIP

IPコアは全てツールに付属する無償版を使用し、GUIベースのツールで接続してサンプルを作成します。使用した主なIPは次の通りです。

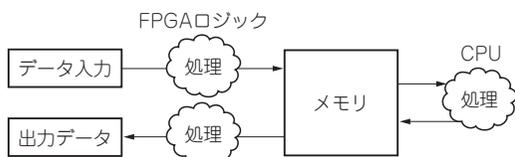


図1 一般的なFPGAの構成

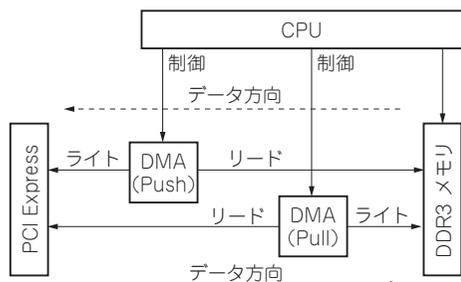


図2 実装する機能