

無償で使えてよりどりみどり!オープン・ソースIPコアの研究 OpenCoresで公開されている CPUコアいろいろ

横溝 憲治 Kenji Yokomizo

これまで紹介したOpenCoresのIPコアは全て周辺機能コントローラでしたが、それ以外のCPUコアも公開されています。OpenCoresではCPUコアとSystem on a Chipのソース・コードが多数公開されています。うれしいことにハードウェアの情報とともにソフトウェアの開発環境も提供されています。ここでは代表的なCPUコアのプロジェクトを紹介します。

1 OpenCoresのCPUコア

● いろいろなCPUコア・プロジェクト

OpenCoresのサイトにあるプロジェクト・ページのProcessorのカテゴリには、多数のCPUコアが登録されています。またSystem on Chipのカテゴリには、CPUコアとペリフェラルが一緒になったSoC (System on a Chip) のプロジェクトが登録されています。

CPUコアの完成度はプロジェクトによりまちまちですが、OpenCores認定プロジェクト(図1)の完成度は高く、ドキュメントもしっかりと整備されています。表1は代表的なCPUコアおよびSoCのプロジェクトの一覧です。どのプロジェクトもハードウェアの情報だけでなく、ソフトウェア開発環境の構築方法も用意されています。

プロジェクトはおおまかに二つに分類できます。一つは市販プロセッサと命令の互換性を持ったCPUコアで、ARM互換コアやopenMSP430などが該当します。これらのCPUコアのソフトウェア開発は市販プロセッサ用のコンパイラ(gcc)を利用しているので、市販プロセッサ用ソフトウェアやその開発環境を有効活用できます。もう一つはオリジナルのCPUコアでOpenRISCなどが該当します。ソフトウェア開発のために専用コンパイラ(gcc)が用意されています。

Processor					
Project	Files	Statistics	Status	License	
Amber ARM-compatible core	●	Stats	done tbc OCCP	LGPL	
openMSP430	●	Stats	done OCCP	BSD	
OpenRISC_1000	●	Stats	done tbc OCCP	LGPL	
Plasma - most MIPS I(TM) opcodes	●	Stats	done OCCP	Others	
T400 μController	●	Stats	done OCCP	GPL	
T48 μController	●	Stats	done OCCP	GPL	

System on Chip					
Project	Files	Statistics	Status	License	
GECKO3 SoC co-design environment	●	Stats	done tbc OCCP	Others	
minsoc	●	Stats	done tbc OCCP	LGPL	

図1 OpenCores認定プロジェクト

● 対象FPGA評価ボードの利用

登録されているCPUコア全体の傾向として、CPUコアに接続する外部メモリやペリフェラルに合わせたデザインを用意する必要があるため、プロジェクトごとに対象となる評価ボードが限定されています。対象となる評価ボードであればドキュメントに従って作業を進めることでデザインを構築でき、動作させることができます。

ただし、ソース・コードからデザインを構築するので、操作手順が多くなります。例えばOpenRISCやminsocでは、キーボード入力でgnuツールチェーンを操作して開発ツールの構築をし、ハードウェアの論理合成・配置配線、ソフトウェア開発を行います。ドキュメントはgnuツールチェーンの知識があることが前提となって書かれているので、これらの知識がないと操作は難しく感じるかもしれません。

また、ソース・コードやツールはネットから入手するので、ドキュメントと同じバージョンが入手できない場合もあり、そのつど個別の対処が必要になります。

● CPUコアの移植

各CPUコアはHDLで記述されているため、対象外の評価ボードでも使うことが可能です。ただし、移植作業として、ピン配置、クロック周波数やクロック分周の変更、ボード上の周辺回路に合わせたインターフェース回路などの用意が必要です。外部メモリを使う場合はメモリ・コントローラの追加が必要になり、移植作業は簡単ではありません。逆に外部メモリを使わない場合は移植が容易です。

2 実績の多いOpenRISCと筆者一押しのZPUino

● 利用実績の多いOpenRISC

OpenRISCは一番活発なプロジェクトで、専用の開発ボードとともにさまざまな評価ボードで動作実績があります。しかし、回路規模はそれなりに大きく、入門者向けFPGA評価ボードであるMicroBoardやDE0ではサイズ・オーバで実装できません。少し規模の大