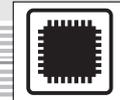


ソフト・マクロのCPUでLinuxを動かす (前編)



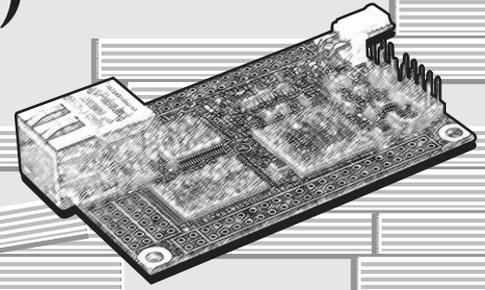
デバイスの記事



システムの記事

FPGAベースの ボード・コンピュータを設計する

川岡 圭一



筆者らは、FPGAをベースとしたボード・コンピュータを開発しました。開発期間やコストを重視し、量産向けの低価格FPGAを活用しました。ソフト・マクロのCPUである「Micro Blaze」を装着し、OSとしてLinuxを動作させています。今回は、このシステムのハードウェア設計について解説します。ソフト・マクロのCPUの特徴を生かしつつ、Linuxを動作させることを考慮して設計を進めました。なお、Linuxを動作させる方法については、後編で解説します。 (筆者)

半導体業界は目覚ましい技術革新を続けています。最近では、大規模なFPGAが非常に低コストで入手できるようになりました。マイクロプロセッサを組み込んだシステムLSIでさえも一つのFPGAで実現できます。多大な初期費用(開発費)を支払う必要はありません。

FPGAをシステムLSIとして使用するとき利用できる要素の一つとして、ソフト・マクロのマイクロプロセッサ(以降、「ソフト・プロセッサ」と呼ぶ)が挙げられます。これは、FPGAの内部論理を活用してマイクロプロセッサの機能を実現するものです。最近ではFPGAに汎用CPUを外付けするよりも、1個のFPGAを使用してソフト・プロセッサを組み込むほうがコスト的に有利になる場合も出てきています。

1. 組み込みボードの多様なニーズ

従来の組み込み機器向けの汎用CPUは、内蔵されている周辺I/Oが固定されています。これは設計しようとするアプリケーションに対して、最適な構成にはならないことを意味します。時にはハードウェア開発者またはソフトウェア開発者が職人技のようにくふうを凝らすことさえありま

す。かといって、独自に専用のマイクロプロセッサを開発することは、現実的でない場合がほとんどです。

このような問題を解決する一つの手段がFPGAです。FPGAとソフト・プロセッサを組み合わせることで、周辺I/Oをカスタマイズしたマイクロプロセッサになります。アドレス割り付けやI/Oピンを、アプリケーションにとってつこう良く設定することができます。

組み込み機器を開発するうえでは、ソフトウェアについても考えなくてはなりません。これについては、広く使われているOSを搭載することで、既存のデバイス・ドライバや通信プロトコル、音声や画像のエンコーダ/デコーダ、ファイル・システムなどの資産を利用することができます。

組み込み機器では、長期にわたる安定供給が必須条件の一つです。汎用CPUを用いる場合、部品の製造中止などを見越して、多量の部品在庫を抱える必要がありました。同等品が見つかったとしても、ソフトウェアの変更が必要になる場合がほとんどです。最悪の場合、システム全体の再

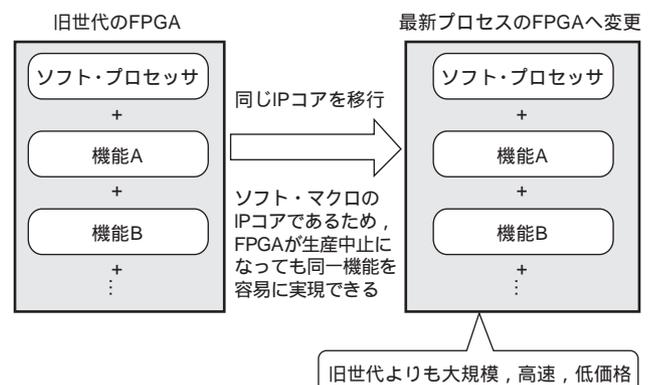


図1 FPGAにソフト・プロセッサを組み込むメリット

使用していたデバイスが生産中止になってしまっても、適当な新しいデバイスに置き換えるだけで、同じ機能を実現できる。

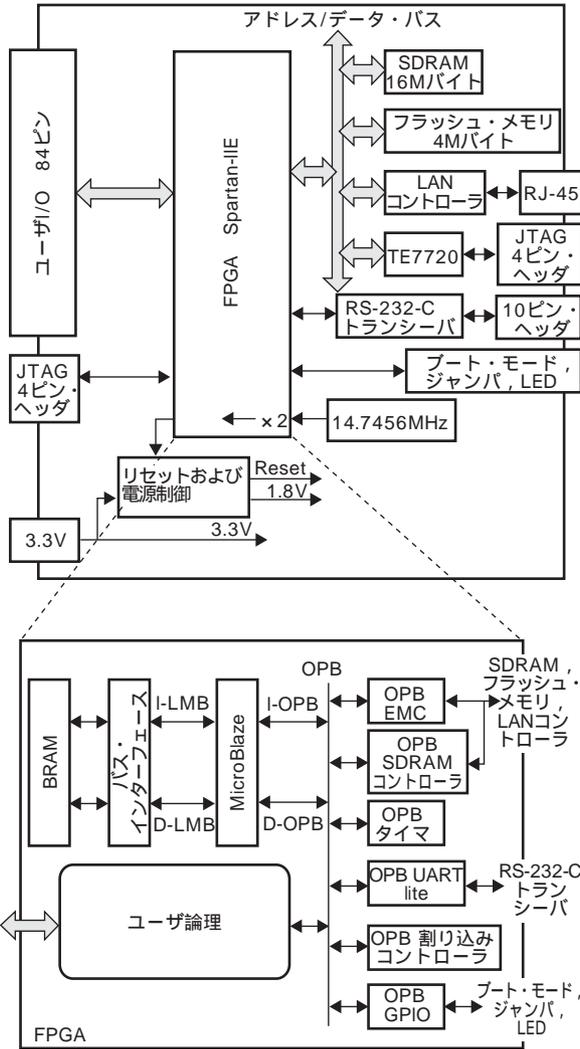


図2 開発したボードのブロック図

FPGAの「Spartan- E」とソフト・プロセッサの「MicroBlaze」を利用して実現したボード・コンピュータである。

設計を迫られることもありましたが、これに対して、ソフト・プロセッサであれば、製造中止になる心配はありません。FPGAは比較的長期間に渡って供給されています。たとえ生産中止になってしまっても、適当な新しいデバイスに置き換えるだけで、同じ機能を実現できます。FPGAは年々大規模化、低価格化、高速化していますが、旧世代の回路と同じ機能を実現するだけなら障害は少ないでしょう(図1)。

ソフト・プロセッサと汎用OSの組み合わせは、組み込み機器で求められる多様なニーズへの対応方法の一つと言えるでしょう。

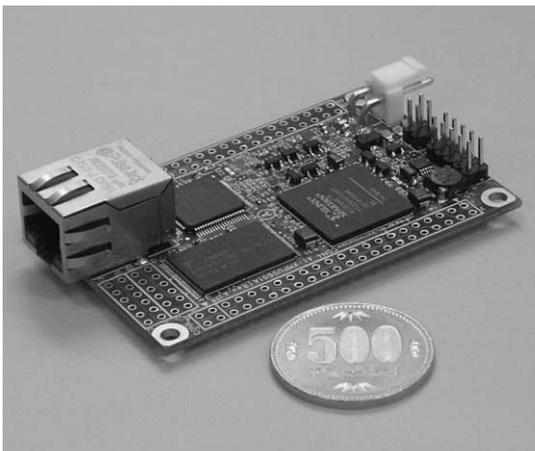
2. Linuxが動作するFPGAボードを作る

今回筆者が開発したボードのブロック図を図2に、外観を写真1に示します。

FPGAには、米国Xilinx社の「Spartan- Eファミリ」を使用します。ソフト・プロセッサとしては同社の「MicroBlaze」を使用します(p.116のコラム「ソフト・プロセッサMicroBlazeについて」を参照)。周辺I/OはMicroBlazeの開発キット「EDK6.1」に付属されているもののみを使用しています。ハードウェア構成は、uCLinuxを動作させることを想定して設計しました。

● メモリ

メモリ・マップを表1に示します。SDRAMを中間部分に独立させたのは、SDRAMの容量が変化してもほかの機能に影響を与えないようにするためです。



(a) 外観

写真1 開発したボードの外観

FPGA	Xilinx Spartan- E(XC2S300E FT256)
CPUコア	MicroBlaze
水晶発振器周波数	14.7456MHz(FPGAの内部で2倍の周波数にて1倍)
メモリ	フラッシュ・メモリ 4Mバイト SDRAM 16Mバイト
コンフィグレーション	フラッシュ・メモリ上に記憶, コントローラ TE7720
JTAG	2ポート(FPGA用, TE7720用)
Ethernet	100Base-TX/10Base-T
シリアル・インターフェース	UART 115.2kbps
タイマ	2チャンネル(1チャンネルはOSで使用)
フリーI/Oピン	84ピン
電源	電圧: 3.3V 消費電流: 200mA(プロセッサ動作時, Ethernet未接続時)
基板サイズ	72mm x 47mm
標準OS	uCLinux-2.4

(b) 仕様の概要