

組み込みシステム開発評価キット用 オリジナル・ブートルoaderの作成

横田 敬久

組み込みシステム開発評価キットはEthernetやIDE、MMCカード・インターフェースなどに対応している。本ボード1枚でさまざまなデバイスからのブートを試すことができる。ここではTFTPによるネットワーク・ブート、MMCカードやHDDのFATファイル・システムからのブート、そしてCD-ROMなどで使われるISO9660に対応したブートルoaderを作成する。
(編集部)

1. オリジナル・ブートルoaderの仕様

シンプルなオリジナル・ブートルoaderを作る

ここでは組み込みシステム開発評価キット(写真1)をターゲット・ボードとして、各種媒体から起動プログラムをロードできるオリジナルのブートルoaderを作成します。

ブートルoaderの基本設計方針として、次のようなものを考えました。

1) 特定のブート・デバイスに特化したシンプル設計

組み込みシステム開発評価キット(以下評価キット)は、EthernetやIDE、MMCカードなどさまざまなデバイスが接続可能です。高機能なブートルoaderは、ネットワークやストレージ・デバイスなどさまざまなデバイスからの起動に対応しているものが多く、デバイスごとにドライバ部分

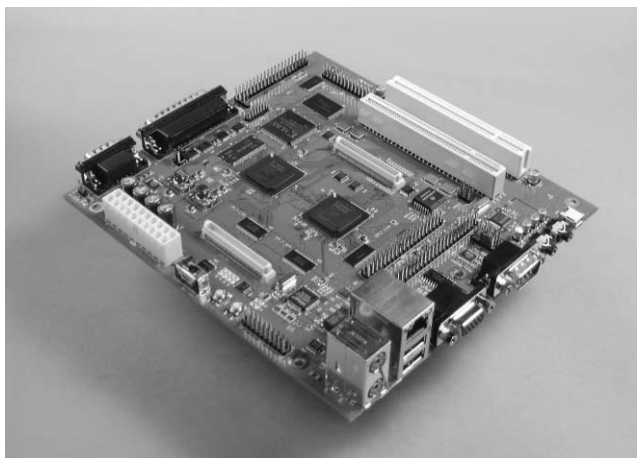


写真1 組み込みシステム開発評価キットの外観

を用意して本評価ボードに移植するという方法があります。

しかし、ブートルoaderの学習や評価という点を考えると、より機能を絞ったシンプルなブートルoaderも必要だと考えます。

2) 機種依存部以外はC言語で記述し移植性を確保

本評価キットでは、FPGAにソフトCPUコアを実装することにより、各種CPUアーキテクチャのシステムを構築することができます。また近日発売予定のオプションCPUカードをスタック接続することにより、既存のCPUをFPGAに外付けしてシステムを構築することも可能です。このように、さまざまなCPUアーキテクチャを使う点が特徴として挙げられます。

そこで作成するブートルoaderも、可能な限り移植性を考慮してC言語で記述することにします。

対象CPUとブート・デバイス

とはいうものの、時間的な問題や筆者の得意/不得意もあるので、今回はまず次のCPUに対応したブートルoaderを作成しました。

- ソフトCPUコア(評価キット単体で動作可能)
... MicroBlaze(Xilinx社)
- 外付けCPU(オプションCPU接続時)
... SH-4A(ルネサステクノロジ)

またブート・デバイスとしては、評価キットに実装されているバス/インターフェースから、次のものを想定しました。

- TCP/IPネットワーク... TFTPおよびDHCP対応
- MMCカード..... FAT12/16対応
- IDE/ATA HDDデバイス... FAT12/16/32対応



● ATAPI CD-ROM/DVD-ROM デバイス... ISO9660

シンプルなブートローダを考えているので、ネットワーク・ブートなら TFTP ブート機能のみ、IDE ハード・ディスク・ドライブ(HDD)なら FAT ブートのみと、それぞれのブート・デバイスごとにサンプルのブートローダを作成しています。

ブートローダの仕様

高機能なブートローダの場合、起動直後にブート・デバイスやファイル名などを選択可能なメニューが表示可能、または設定ファイルなどで変更できるものがあります。しかし今回はシンプルさを追求し、ブート・デバイスのセレクト・メニューなどは実装しません。

作成したブートローダの仕様をまとめると次のようになります。

- コマンド・ラインなどのユーザ・インターフェースは一切持たない
- 対象となるデバイスから実行ファイルを読み込んで起動するのみ
- 実行ファイルはバイナリ形式
- 配置先アドレスや IP アドレスなどはマクロで定義する
- デバイス専用のブート領域(MBR など)は使用しない

2. 評価キットのハードウェア構成

図1 にシステム開発評価キットのブロック図を示します。今回想定する CPU は MicroBlaze と SH-4A となります。CPU が異なってもバス/インターフェースなどの I/O 機能は同一のものが使えます。

MicroBlaze 版のハードウェア構成

MicroBlaze では、CPU は A/V プロセッサに実装し 32K バイトのブロック RAM をアドレス 0x00000000 ~ 0x00007FFF に配置し、先頭アドレスをベクタ領域として使います。今回のハードウェア設定では、MicroBlaze の割り込みコントローラとして OPB_INTC を使用します。OPB_INTC は BLANCA システム・バスの割り込みや OPB タイマ、UARTLite の送受信割り込みを管理します。表1 に MicroBlaze 版のメモリ・マップを示します。

一般的な CPU の場合、リセット・ベクタ領域は ROM 空間である必要がありますが、MicroBlaze の場合はブロック RAM を使うのが普通です。名称は RAM となっています

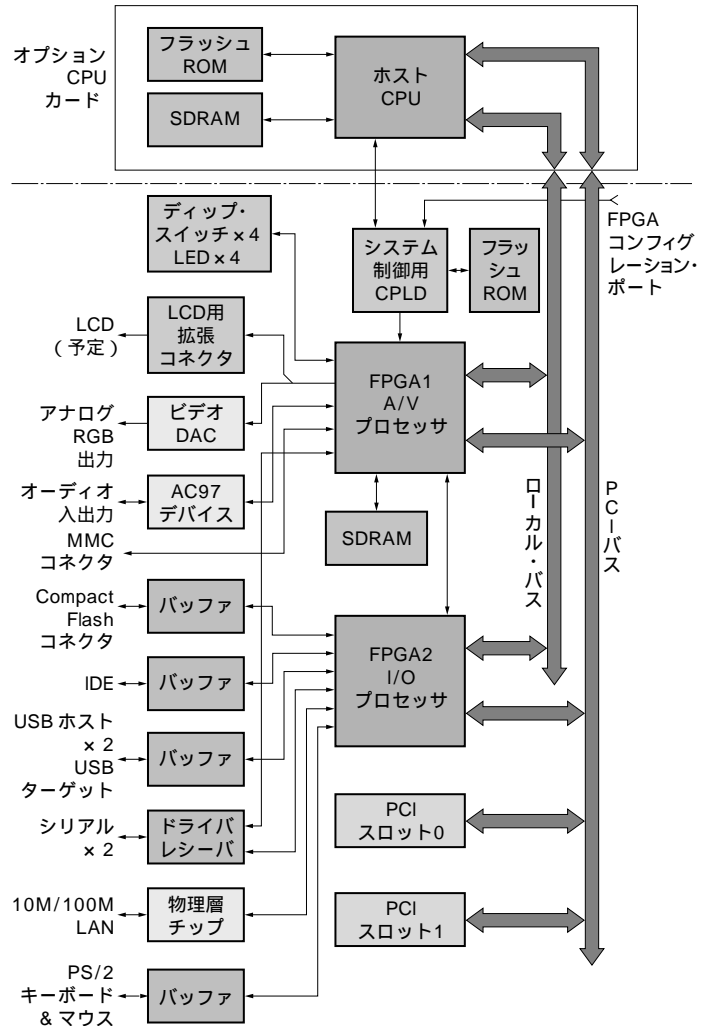


図1 システム開発評価キットのブロック図

表1 MicroBlaze 版のメモリ・マップ

アドレス	用途
0x00000000	ブロック RAM
0x20000000	SDRAM
0x40000000	デバッグ・モジュール
0x40010000	割り込みコントローラ(OPB_INTC) ビット0 BLANCA システム・バス割り込み ビット1 タイマ・コントローラ ビット2 UARTlite コントローラ
0x40020000	タイマ・コントローラ(OPB_TIMER)
0x40030000	UART コントローラ(UARTlite)
0x80000000	A/V プロセッサ空間 (リソース・テーブル先頭アドレス)
0xA0000000	フラッシュ ROM アドレス (0xA0000000 ~ 0xA01FFFFFF をブートローダで使用)
0xB0000000	I/O プロセッサ空間