

実践的 PowerPC 活用テクニック



第3回

玄箱のブート・ローダに U-Boot を移植する

戸田 聡

最近を組み込み Linux という言葉をよく聞くようになり、組み込み Linux 対応の評価キットの数も増えてきています。「玄人志向」の KURO-BOX(玄箱)や「挑戦者」の白箱^{注1}のように、一般のユーザがカスタマイズして使用できる組み込み Linux 製品も2万円前後で発売されるようになりました。これが普及に一役かっているのではないのでしょうか。

カスタマイズができると言っても、ブート・ローダやカーネルの変更まで容易にできるようになっている製品は少ないようです。実際の玄箱は、フラッシュ ROM の中にブート・ローダとカーネルが入っています。そのため、JTAG デバッガのようなフラッシュ ROM を書き換えられるようなツールを持っていないユーザがフラッシュ ROM の書き換えに失敗すると、カーネルが起動しなくなってしまい、復帰する手立てがなくなってしまいます。

ユーザがカスタマイズできる組み込み Linux ボードという貴重な製品を、隅々までいじり倒したいという要求は当然あると思います。そこで今回は、組み込みの世界で有名な高性能ブート・ローダ Das U-Boot を移植して、フラッシュ ROM 内のカーネルを起動するのではなく、ネットワーク経由やハード・ディスクから OS をブートできるようにしたいと思います。

U-Boot の使用方法などは参考文献(2)やほかの記事、および書籍を参考にしてください。本稿ではギガビット版の KURO-

BOX(KURO-BOX/HG, 以下では「玄箱」と表記)に U-Boot 1.1.3 を移植するまでを説明します。

1. U-Boot の移植準備と玄箱の起動シーケンス

玄箱のシステム構成

現在、玄箱シリーズには2機種あり、その違いは CPU の動作クロック周波数と搭載 SDRAM のメモリ容量、そして Ethernet の伝送速度の3点です。

表1に玄箱シリーズのシステム構成を示します。CPUとして PowerPC の MPC8241 が搭載されています。CPU 内蔵の PCI ホスト・コントローラによる PCI バス上には IDE コントローラや Ethernet コントローラ、USB ホスト・コントローラが接続されています。

準備するもの

U-Boot の移植を行うために次の四つのものを準備します。

(1) KURO-BOX/HG 本体の改造

U-Boot の起動メッセージが見られるように、シリアル・コンソールを取り付けます。シリアル・コンソール取り付けの改造方法については、参考文献(4)などを参照してください。

(2) カーネル/ブート・ローダのソース・コード

カーネルのソース・コードは玄箱の付属 CD-ROM に含まれていませんが、玄人志向にソース・コードを請求すれば実費(1,000円)で入手できます(2007年2月現在)。

ブート・ローダのソース・コードはカーネルのソース・コードに含まれているので、入手したソース・コードを参考にして、U-Boot に玄箱の設定を追加していくことにしましょう。

(3) コンパイラ

U-Boot のコンパイルに使用するコンパイラには、玄箱付属 CD-ROM に収録されている gcc-2.95.3(玄箱上で動作)というソフトウェアを使用します。

(4) フラッシュ ROM 書き換え用 JTAG デバッガ

フラッシュ ROM の書き換えには JTAG デバッガを使用します。今回は丸文のご厚意で、Metrowerks 社製の USB TAP を借りることができました。これを使用して移植を進めることにします。また、USB TAP の使用にも同社製の Code Warrior が必要です。

表1 KURO-BOX と KURO-BOX/HG のシステム構成

	KURO-BOX	KURO-BOX/HG
CPU	MPC8241	
クロック周波数	200MHz	266MHz
フラッシュ ROM	4M バイト	
SDRAM	64M バイト	128M バイト
IDE コントローラ	SiI0680A(Silicon Image 社製)	
Ethernet コントローラ	AN983B (ADMtek 社製)	RTL8110S-32 (Realtek 社製)
USB ホスト・ コントローラ	μ PD720101G (NEC エレクトロニクス製)	

注1: 「挑戦者」はアイ・オー・データ機器のブランド。白箱は挑戦者のファイル・サーバ「GLAN Tank(SOTO-HDLGW)」。詳細については、以下の Web サイトを参照。http://supertank.iodata.jp/products/sotohdlgw/

```
+KuroBox_config: unconfig
+ @./mkconfig $(_config=) ppc mpc824x kurobox
```

↑ CPUアーキテクチャを指定
↑ CPUを指定
↑ board/以下のボード名を指定

図1 Makefile に玄箱用のコードを追加

u-boot-1.1.3/Makefile 内の MPC824x Systems 設定(960 行目近辺)に追加。

今回はフリースケール・セミコンダクタ・ジャパンの試用版を使用します。

市販の JTAG デバッガを使わずにできるだけ安価にフラッシュ ROM を書き換えたいという場合は、参考文献(3)や(4)で紹介している各種ツールや方法もあります。

玄箱の起動シーケンスを確認

さて、玄箱のカーネル・ソース・コードの CPU 初期化処理部分を見ると、Freescale Semiconductor 社の Sandpoint X3 システムをベースにしていることが分かります。玄箱に組み込まれているブート・ローダは独自のもので、カーネル・ソース・コード内にコードが含まれています。U-Boot を玄箱に移植する前に、カーネル・ソース・コードから起動シーケンスを確認します。ブート・ローダを構成しているファイルは次の通りです。

- arch/ppc/boot/sandpoint/head.S
- arch/ppc/boot/common/misc-common.c
- arch/ppc/boot/common/misc-simple.c
- arch/ppc/boot/common/ns16550.c
- arch/ppc/boot/common/string.S
- arch/ppc/boot/kernel/melco_hwctl.c

上記ファイルが行っている起動シーケンスとレジスタ設定手順は、大まかに述べると次の通りです。

- (1) MPC8241 のキャッシュ初期化
- (2) MPC8241 の PCI バス初期化
- (3) MPC8241 のメモリ・クロック・ドライバ設定
- (4) MPC8241 のメモリを有効化
- (5) メモリ上にブート・ローダ(自分自身)をコピーして実行
- (6) フラッシュ ROM 内のカーネル・イメージ(gzip 圧縮)と RAM ディスク・イメージをメモリにコピー
- (7) メモリ上のカーネル・イメージを展開
- (8) 電源制御マイコンにコードを送信
- (9) 展開したカーネル・イメージの先頭アドレスにジャンプ

U-Boot 移植の流れ

以上で U-Boot の移植準備が整いました。今度は次の手順で U-Boot の移植を行っていきます。

- (1) 玄箱用の設定ファイルの作成
- (2) SDRAM & フラッシュ ROM の設定

```
%cd u-boot-1.1.3/include/configs/
%cp -a Sandpoint8245.h KuroBox.h
```

↑ u-boot-1.1.3/Makefile で指定した KuroBox_config の KuroBox と合わせる

図2 玄箱用のコンフィグレーション・ファイル作成

```
%cd u-boot-1.1.3/board
%cp -a sandpoint kurobox
%cd kurobox
%mv sandpoint.c kurobox.c
```

↑ ディレクトリ名と同じにする

図3 玄箱用の初期化コード・ファイル作成

- (3) PCI デバイスの設定
- (4) ネットワーク・ドライバの設定
- (5) IDE コントローラの設定
- (6) シリアル・ポートの設定
- (7) スイッチとウォッチドッグ・タイマの設定
- (8) U-Boot のコンパイル
- (9) コンパイルとフラッシュ ROM 書き換え

2. 玄箱固有の設定ファイルの作成

U-Boot を玄箱に移植するには、玄箱用の各種設定やドライバを作成する必要があります。U-Boot は移植性が高くなるように CPU 固有のコードとボード固有のコードと汎用ドライバに分かれているので、玄箱用のコンフィグレーションを簡単に作成することができます。

今回の U-Boot 移植は玄箱のカーネル・ソース・コードと同じように、CPU は MPC8245、ボード情報は Sandpoint システムをベースに作成することにします。具体的にはディレクトリ board/ 以下に玄箱の初期化コードを作成していきます。

まず、玄箱用の U-Boot をコンパイルできるように、u-boot-1.1.3/Makefile に玄箱用のコードを加えます(図1)。

次に、玄箱用の設定を記載したコンフィグレーション・ファイルを u-boot-1.1.3/include/configs/ 以下に作成します。ここで注意が必要です。作成するファイル名は、上位の Makefile で指定した `_config` の と同じ名称にする必要があるのです。一からファイルを作成するのは非常に手間がかかるので、ここでは、Sandpoint 用のファイルをコピーして修正を加えることにします(図2)。

続いて玄箱用の初期化コードを含めたボード設定ファイルを作成します。これも同じように、Sandpoint 用の設定ファイルをコピーし、修正を加えることにします(図3)。