

基于 PowerPC 8247 的嵌入式 Linux 系统开发^①

Development of Embedded Linux System Based on MPC 8247 Processor of Power PC

张 娟¹ 蒋 瑜² 蹇 柯¹ 文立斌¹ (1.东莞理工学院 城市学院 广东 东莞 523106;

2.成都信息工程学院 软件工程学院 四川 成都 610225)

摘 要: 介绍了嵌入式 PowerPC 处理器芯片 MPC8247 的主要特征。着重阐述了如何在 PowerPC 处理器(以 MPC8247 为例)上开发嵌入式 Linux 系统,主要包括系统总体设计、编译环境开发、目标系统配置、调试环境建立、系统引导模块 U-Boot 修改、内核移植以及文件系统的构建等。基于 PowerPC 处理器的嵌入式 Linux 系统提供了一个小体积、低功耗、具有丰富接口的开发平台,在此平台上可以进行嵌入式 Linux 系统相关项目的验证,延伸和可行性研究。

关键词: PowerPC 处理器 MPC8247 嵌入式系统 Linux

随着嵌入式 Linux 在通信系统中的广泛应用,越来越多的用户都希望基于 Linux 来开发自己的产品,研究者也希望能够搭建一个 Linux 平台来进行相关课题的研究和验证。但是 PowerPC 设计的高门槛和 Linux 软件平台搭建的复杂性往往使的很多用户在选择 PowerPC 时望而却步;从而他们会选择那些门槛低,而性价比与开放程度不高的平台来使用,但这却使得一些研究无法深入,往往效果不理想。

Freescape 作为业界领先的通信处理器厂家,该公司产品以通信外设集成度高,功耗低等卓越的性能赢得市场的亲睐。Freescape PowerPC8247 作为该公司广泛使用的产品之一,是搭建 Linux 平台的最合适的处理器之一。

本文介绍了以 Freescape 公司的高性能嵌入式芯片 PowerPC8247 为处理器的嵌入式系统的总体设计,就硬件到软件的构建方法作了一系列的阐述。

1 MPC8247 构架与系统总体设计简介

PowerPC 是 Linux 较早开始支持的处理器之一。FreeScale 的 QUICC II 家族的 MPC8247 是面向高性能、低功耗、小体积的通信设备而开发的处理器。其内部为双处理器内核,内核频率在 266MHz, CPM、

PCI 最高频率为 200MHz,外部频率为 66MHz,双地址总线,128MB 64 位 SDRAM 内存(可扩展成 256M),此外还有 RS232 串口、10/100M 以太网口以及标准 16 线 JTAG 接口^[1]。

基于 PowerPC 的 Linux 平台分为硬件平台,开发环境系统和软件平台三部分:

(1) 系统硬件平台,主要包含微处理器 PowerPC 8247, SDRAM, Boot Flash, Flash, 网络模块, 串口, 电源模块。

(2) 开发环境系统,包含 GCC 交叉编译系统,连接和 Glibc 库。

(3) 系统软件平台,主要包括 bootloader、Linux kernel 和文件系统的构建。驱动程序包含 CPU 的初始化,串口,网口和相关文件系统所需要的驱动。以下为系统的框图构成^[2]。如图 1 所示。

由上可见,对于构建嵌入式 Linux 平台,由于每个部分都需要自行搭建,这对于将来研究嵌入式系统具有一定的奠定作用。

2 系统硬件设计

MPC8247 开发平台采用 Freescape MPC8247 主处理器,该处理器是 Freescape 为面向 SOHO 网关

^① 收稿时间:2009-05-14

推出的一款处理器。该处理器为高性能 SoC 集成设计，有如下特点：

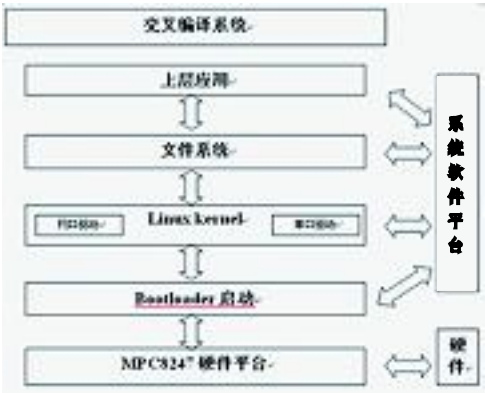


图 1 系统的框图构成

① 内核：为 PowerPC RISK 体系架构，为 G2_LE (MPC603e 系列)内核，266MHZ 主频，16K 字节的指令和数据缓存，MMU。

② 内置系统接口单元(system interface unit (SIU))：包含中断处理器的控制，灵活的内存控制器单元，时钟等单元。

③ 内嵌通信处理单元 (communications processor module (CPM))：包含 3 个网口控制器，2 个串口控制器。

CPM 是 Freescale PowerPC 处理器的一大特色和优势。除了上面提到的网口串口，还有很多特别的外设模块如 HDLC 等，由于该 Linux 平台没有用到，此处就不再列举。

④ JTAG 调试口用来进行板级和软件的调试。

图 2 硬件框图中给出最小单元：

- ① 8MB flash 用于 kernel 和文件系统；
- ② 64MB SDRAM；
- ③ MPC8247 的 SMC1 作为串口终端；
- ④ FEC1,FEC2 及另一个 SCC 共同组成 MPC8247 的 3 个网口，多网口设计主要目标之一是将驱动开发出来，以便将来进行数据路由等相关课题的研究。

⑤ 512 字节 Bootloader NOR Flash，用来存储 Bootloader。由于 Bootloader 开发完成后很少更改，Bootloader 可以用来启动 kernel 烧写程序，故而把它放在一个专门的 flash。这样的话，万一板子上的 kernel 坏了，通过 Bootloader flash 可以重新烧写 kernel 和文件系统。

3 系统软件设计

3.1 编译环境的定制

本平台采用 GCC 来构建交叉编译系统，采用 GCC3.3.2, GLIBC2.3.2。GCC 交叉环境编译系统既可以自行从源代码开始编译^[3]，也可以从编译好的相关发现版本如 Freescale 的 Linux 发行版里得到。

3.2 目标系统资源分配

嵌入式 Linux 系统一般没有硬盘设备，存储空间十分有限，这就要求在 Linux 移植之前，需要对系统硬件地址精心分配，充分合理地利用。根据前面介绍的系统硬件平台，这里给出目标设备的地址分配，如表 1 所示。

表 1 系统的 Memory 地址分配

地址范围	内容	硬件型号
0x0000 0000 – 0x0400 0000	RAM	64M 字节 SDRAM
0xFF78 0000 - 0xFF7F FFFF	U-Boot boot loader	512KB, 29LV040B
0xFF80 0000 - 0xFF8F FFFF	Kernel	1MB, S29GL064M90T
0xFF90 0000 - 0xFFFF FFFF	JFFS2 filesystem	7MB, S29GL064M90T

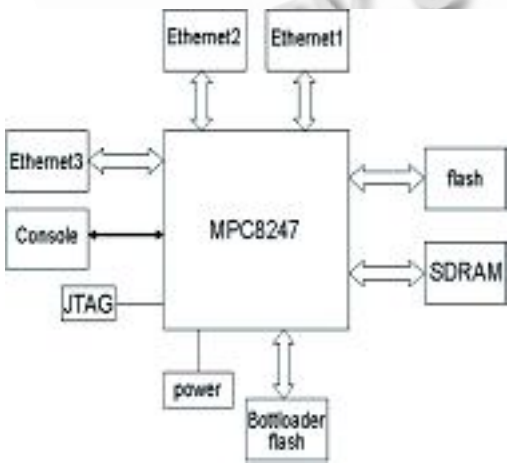


图 2 系统硬件设计框图

在移植 Linux 系统到 PowerPC 平台过程中，有

些关键性的地方需要考虑。

(1) Linux 系统引导模块 U-Boot

在 U-Boot 代码中, 上述地址分配有关的代码设置在 \$(U-Boot)\cpu\mpc8260.c 的代码中实现, 但是该地址的定义在其平台说明头文件中。故增加一个 MPC8247 平台 -MPC8247RPF, 在 \$(u-boot)\include\config 目录下增加一个相应平台配置头文件说明 - MPC8247RPF.h, 将与硬件有关的配置放在此文件中。上述地址分配的配置即在此文件中实现, 定义如下:

```
#define CFG_BR0_PRELIM 0xff780801
/* Bootrom */
```

```
#define CFG_OR0_PRELIM 0xffff80876
```

(2) flash 的地址设定

```
#define CFG_BR4_PRELIM 0xff800801
/* kernel FLASH */
```

```
#define CFG_OR4_PRELIM 0xff800876;
```

以上定义的为 flash 的地址设定, 由 MPC8247 片选 CS0 和 CS4 相关的寄存器设定。

(3) SDRAM 的地址设定

```
#define CFG_SDRAM_BASE 0x00000000
#define CFG_SDRAM_SIZE
64
```

以上定义的为 64M 字节 SDRAM 的地址设定, 由 MPC8247 片选 CS2 相关的寄存器设定。

(4) 引导装载程序和内核移植

在 \$(U-Boot)\board 目录下, 增加新的参考平台目录 mpc8247rpf, 参考其它的 PowerPC 目录, 在该目录下增加对 MPC8247 板级、硬件有关的初始化操作如网口 PHY、SDRAM 等, 该文件命名为 mpc8247cyw.c, 同时在编译选项中增加一个新的硬件参考平台:

```
MPC8247RPF_config: unconfig
```

```
@./mkconfig $(@:_config=) ppc mpc8260
mpc8247cyw
```

编译时首先 make MPC8247RPF_config, 然后

再 make all。编译完成的 U-Boot.bin 文件可以烧写到 512K 字节的 29LV040B flash 上。由于该片 flash 采取插座的方式, 故可以方便取下, 用独立的烧写器烧写, 然后再放到板子上。该操作很容易进行, 也无需担心一次更改操作不成功。

在 U-Boot 移植完成后, 就可进行 kernel 的移植。同样在 kernel 的配置文件中增加 MPC8247RPF 的支持。对于 MPC8247 的支持可以参考 2.6.18 版本, 其中 kernel 对于 MPC8272 CPU 的支持, 主要更改是增加 MPC8247 的板子选项支持, 和对网口 MII 接口有关配置的更改^[4]。

更改完以后可以利用下面命令进行编译: make ulmage

产生的 ulmage 即为 MPC8247 平台的 Linux kernel 映像。可以通过 U-Boot 把该映像通过 TFTP 传送到板子上进行调试或烧写到板子的 Flash 上去。

(5) 文件系统的构建

Linux 的启动需要文件系统的支持, 如前所述, 我们采用 JFFS2 的文件系统, 可以通过如下过程构建:

```
mkdir jffs2root
```

```
cd jffs2root
```

把所有需要的/bin, /etc, /usr/bin, /sbin/ 可执行文件和 /dev 的节点文件以及 Glibc 相应的库, 拷贝到 jffs2root 目录下面。用如下命令生成 JFFS2 文件系统的映像:

```
./mkfs.jffs2 -e 0x04000000 -p
-o ../jffs.image
```

上面显示了 mkfs.jffs2 的典型用法: -e 选项确定闪存的擦除扇区大小(通常是 64 千字节); -p 选项用来在映像的剩余空间用零填充; -o 选项用于输出文件^[5], 通常是 JFFS2 文件系统映像, 在本例中是 jffs.image。一旦创建了 JFFS2 文件系统, 它就被装入闪存中适当的位置(引导装载程序告知内核查找文件系统的地址)以便内核能挂装它。

一个完整的基于 PowerPC 的 Linux 最小平台便被搭建起来。

4 总结

本文根据 PowerPC 的特性, 将一个基于 Linux 的嵌入式研究平台从硬件开发, 引导装载程序, kernel, 文件系统的构建, 以及平台建立和研究的意义作了一个系统的论述。该平台的建立过程也就是嵌入式 Linux 的研究过程, 它同时也使得对嵌入 Linux 的架构、构建过程和应用有了真正深入的理解, 它每个过程都值得深入的研究和进一步的阐述, 可从中总结出研究成果, 广泛应用到相关的行业中。

由上面的叙述可以看出, 构建一个完整的嵌入式 Linux 平台虽然比较复杂的, 但是通过这个平台的搭建, 可以进行一些相关课题的研究。诸如: CPU 体系结构和操作系统的啮合关系, 嵌入式操作系统的文件系统的研究, 嵌入式 Linux 网络性能的分析, 嵌入式操作系统的实时性研究, Linux 的终端机制研究和有关 Linux kernel 系统调度, 内存管理的研究, 或者文件系统有关应用级的课题的研究等等^[6]。也可以据此开发出一些产品, 把该硬件和软件平台改造成一个符

合有关标准的模块。而这些研究项目都是可以在该平台上进行验证, 延伸和可行性研究。这也正是开发性的 PowerPC 体系结构和 Linux 两者结合给研究带来的最大好处。

参考文献

- 1 Freescale Semiconductor Inc.MPC8247 power QUICC II tech-nical summary.2007.<http://www.freescale.com/>
- 2 肖国强,尹建章.基于 PXA250 的嵌入式 Linux 系统.计算机工程与设计, 2004,25(5):814-816.
- 3 Yaghmour K,蒋大伟.建构嵌入式 Linux 系统.台北:O'Reilly 出版社, 2004.269-274.
- 4 吴育凡,李仁发,李宗伯.基于 ML403 开发板的嵌入式 Linux 移植.计算机工程与设计, 2007,28(13):3168-3171.
- 5 毛德操,胡希明.Linux 内核源代码情景分析.杭州:浙江大学出版社, 2001.
- 6 邹思轶.嵌入式 Linux 设计与应用.北京:清华大学出版社, 2006. 中国科学院软件研究所 <http://www.c-s-a.org.cn>