

基于 S3C2410 的 Cramfs 根文件系统的设计*

黄宇东, 杨建华, 陈 安

(华南理工大学 自动化学院, 广东 广州 510640)

摘要: 根文件系统是构建一个嵌入式 Linux 系统的重要组成部分。本文章采用 Cramfs 作为嵌入式 Linux 系统的根文件系统, 讨论了 Cramfs 文件系统的特点, 并详细地说明了在 FS2410 开发板上设计一个 Cramfs 根文件系统的一般步骤。

关键词: S3C2410; Cramfs 根文件系统

中图分类号: TP316.81

文献标识码: B

Design Cramfs root file system based on S3C2410

HUANG Yu Dong, YANG Jian Hua, CHEN An

(Automation College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Root file system is an important component of building embedded Linux system. Using Cramfs as root file system for embedded Linux system, this article discusses the characteristics of Cramfs root file system, and describes the general steps of designing Cramfs root file system on FS2410 in detail.

Key words: S3C2410; Cramfs root file system

随着电子产业和嵌入式设备的不断发展, 基于 ARM 技术的系统设计和开发平台越来越多地在控制领域、消费产品、通信领域等行业中广泛应用。从系统软件结构上看, 基于 ARM 技术的嵌入式 Linux 系统涉及到引导加载程序(Bootloader)、Linux 内核、根文件系统、用户应用程序几部分的设计^[1]。

根文件系统是 Linux/UNIX 系统启动的一个重要组成部分, 也是操作系统正常工作时的必要组成部分。Linux 启动时, 第一个挂载的是根文件系统。若系统不能从指定设备上挂载根文件系统, 则会出错而退出启动。根文件系统包含系统使用的库文件和应用软件, 以及用户的应用程序; 此外, 根文件系统可作为存储数据读写的区域。由于在嵌入式设备中存储资源 RAM 和 Flash 很紧张, 如何有效地使用有限的存储空间是嵌入式开发者必须考虑的, 合适的根文件系统格式是解决这一问题的关键所在。本文讨论了只读压缩 Cramfs 文件系统的特点, 详细地说明了建立一个 Cramfs 根文件系统的一般步骤, 并将构建的 Cramfs 根文件系统烧写到开发板 FS2410 上进行检验。

1 开发环境简介

本系统采用的是宿主机+目标板的开发模式。在宿主主机上安装 VMware 虚拟机, 在虚拟机上安装 Linux 操作系统; 目标板是 FS2410, 采用主频为 203 MHz、基于 ARM920T 内核的处理器 S3C2410, 支持 Nor Flash 和 Nand Flash 两种启动方式, 板载 2MB 的 Nor Flash 和 64MB 的 Nand Flash^[2]。在开发过程中, 通过 USB 接口将目标板跟宿主机连接起来, 将 FS2410 设置为“从 Nand Flash 启动”, 将编译好的引导加载程序(Bootloader)加载到 Nand Flash 的第一扇区, Linux 内核加载到 Nand Flash 的第二扇区, 根文件系统 Cramfs 加载到 Nand Flash 的第三扇区。本文讨论的前提是 Bootloader 和 Linux 内核已完成配置和移植, 着重讨论如何构建一个根文件系统。

2 Cramfs 根文件系统简介

Cramfs(Compressed Rom File System)是一个只读文件系统, 采用了 zlib 压缩, 压缩比一般可以达到 1:2^[2]。在嵌入式的环境下, 内存和外存资源都需要节约使用。Cramfs 是一种压缩格式的文件系统, 它并不需要一次性

* 基金项目: 国家自然科学基金(项目编号: 60835001)

地将文件系统中的所有内容都解压缩到内存之中,而只是在系统需要访问某个位置的数据时,计算出该数据在Cramfs 中的位置,将它实时地解压缩到内存之中,然后通过对内存的访问来获取文件系统中需要读取的数据,因此,Cramfs 根文件系统能大大节省系统资源而又不影响读取文件的速度,非常适合应用于嵌入式系统中^[2]。

3 Cramfs 根文件系统制作

3.1 Cramfs 根文件系统目录

一般来说,一个完整的Cramfs 根文件系统通常包含以下几个目录^[1]:

```
/bin /etc /lib /sbin /proc /dev /Linuxrc /mnt /usr
```

本文要创建的基于ARM 体系的嵌入式根文件系统与通常Linux 主机的根文件系统类似,只是它尽可能精简,仅仅包括系统运行所必须的应用程序、库和相关文件的最小集合。在ARM 平台创建一个根文件系统并不是一件简单的事情,而且也没有通用的方法可以遵循。根据一般需要,结合嵌入式系统的特点,一个根文件系统应该具有以下主要内容^[3]:

(1)库文件。库文件通常放在/lib 目录下,后缀为.so 的是共享库,后缀.a 代表静态库。编译好的应用程序需要共享库才能在ARM 开发板上正常运行。

(2)设备文件。所有的设备文件都在/dev 目录下,实际应用中应根据开发平台的硬件资源添加设备文件,例如添加SD 卡、串口、USB 设备文件等等。

(3)命令工具。命令工具包括系统命令(如ls、vi)、服务器软件(如ftpd)等,放在/bin 或/sbin 目录下,这些程序都是二进制格式的。命令工具可以使用工具包软件来生成,例如BusyBox,这样可以进一步减少所创建的根文件系统的大小。

(4)配置文件。/etc 目录下存放系统启动的一些脚本和服务器配置文件。为了解/etc 目录下的内容,需要对Linux 系统的引导过程有一个清晰的认识。简单地说,Linux 在引导程序(Bootloader)加载initrd 文件,建立一个内存初始化盘,将它安装成根文件系统,然后对根目录下的Linuxrc 文件进行初始化。如果需要在系统启动后自动启动某个应用程序,可以通过linuxrc 脚本直接启动,或在/etc/rc.d/rc.local 脚本中添加命令,通常是在内核命令行参数中指定init=/程序名^[2]。

3.2 Cramfs 根文件系统设计

在引导加载程序中,根文件系统是紧跟Linux 内核放置,由内核加载。Cramfs 根文件系统的基本组成包括初始化程序、Shell 程序、Linux 常用工具、配置文件、链接库和用户应用程序等。本节将介绍设计一个Cramfs 根文件系统的具体方法。

3.2.1 在内核中加入对Cramfs 文件系统的支持

为了在系统中提供Cramfs 文件系统的能力,在配置Linux 内核时必须把支持Cramfs 的选项加入。Linux 可以

以模块的形式加载各种类型的设备驱动,但一般情况下,选择把Cramfs 文件系统静态地编译进内核中^[1]。具体选项配置如下:

在Memory Technology Devices(MTD)选项中进行配置:

```
Memory Technology Device(MTD) support[Y/m/n/?] Y,
内存技术设备支持
```

```
MTD partitioning support [Y/m/n/?] Y,支持 MTD 分区
```

```
Direct char device access to MTD devices[Y/m/n/?] Y,
MTD 字符设备直接访问
```

```
Caching block device access to MTD devices[Y/m/n/?]Y,
MTD 块设备缓冲访问
```

在File Systems 选项中进行配置:

```
Compressed ROM file system support [Y/m/n/?] Y,
ROM 文件系统的支持
```

完成上述配置并编译后,linux 内核便有了支持Cramfs 根文件系统的能力。

3.2.2 拷贝命令工具和链接库

(1)用BusyBox 生成命令工具

BusyBox 是很多标准Linux 工具的一个单个可执行实现,有人将其称为Linux 工具里的瑞士军刀,简单地说BusyBox 就好像是一个大工具箱,它集成压缩了Linux 的许多工具和命令,对于嵌入式系统是一个非常有用的工具。配置BusyBox 最常用的命令是make menuconfig,以下介绍的是必须编译进BusyBox 的功能选项,其他选项可以根据需要自行选择。

Build Options:

```
[*] Build BusyBox as a static binary(no shared libs)
```

这个选项是把BusyBox 编译成静态链接的可执行文件,运行时独立于其他函数库,否则必需其他库文件才能运行,它在单个Linux 内核中不能正常工作,这个选项必须选上。

```
[*] Do you want to build BusyBox with a Cross
Compiler
```

根据开发者的宿主机交叉编译工具的路径,选择实际的交叉编译环境。

Installation Options:

```
[*] don't use /usr
```

这个选项一定要选,否则make install 后BusyBox 将安装在原系统的/usr 下,这将覆盖系统原有的命令。选择这个选项后,make install 后会在BusyBox 目录下生成一个叫_install 的目录,里面有BusyBox 和指向它的链接。

其他选项是一些Linux 命令工具,根据实际需要编译进去。编译BusyBox 后,在_install 目录下生成bin 和sbin 两个目录,在每个目录下都会有许多BusyBox 可执行文件的符号连接,BusyBox 可执行文件存放在bin 目录下,最后将生成的bin 和sbin 两个目录中的内容拷贝到将要制作的根文件系统中相同名称的目录下。

根文件系统是嵌入式系统结构中非常重要的一部分,因为嵌入式系统的存储资源非常有限,如何制作一个大小合适、工作效率高的根文件系统成为能否发挥硬件系统资源优势的一个指标。Cramfs 作为一种压缩格式的文件系统,具有较高的压缩比,节省了存储空间,工作时,不需要一次性将文件系统中的所有内容都解压缩到内存之中,大大节省了内存的消耗,很适合嵌入式系统的场合。

参考文献

- [1] 孙纪坤,张小全.嵌入式 Linux 系统开发技术详解——基于 ARM[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [2] 李亚锋, 欧文盛.ARM 嵌入式 Linux 系统开发从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [3] 孙天泽,袁文莉.嵌入式设计及 Linux 驱动开发指南——基于 ARM9 处理器 (第 2 版)[M].北京:电子工业出版社,2007.

(收稿日期:2009-02-05)

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.chinaaet.com