

使用 Busybox 制作 Cramfs 根文件系统

陈立定, 杨俊辉, 陈伟欣

(华南理工大学 自动化科学与工程学院, 广东 广州 510641)

摘要:根文件系统是构建嵌入式 Linux 系统的重要组成部分,在嵌入式应用中,硬件资源也相对有限,因此使用短小精悍的文件系统是必然的选择。讨论了 Busybox 及 Cramfs 的特点,并详细介绍用 Busybox 制作嵌入式根文件 Cramfs 的一般步骤。所制作的 Cramfs 文件系统能正常运行,为创建 jffs2, yaffs 等文件系统提供了参考。

关键词:Busybox; 嵌入式 Linux; 根文件系统; Cramfs

中图分类号:TP316.2

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)04-0146-03

Use Busybox to Make Cramfs Root Filesystem

CHEN Li-ding, YANG Jun-hui, CHEN Wei-xin

(College of Automation Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract:Root file system is an important component of building Linux embedded system. In embedded applications, hardware resources are relatively limited, so a dapper file system is a good choice. Briefly discussed the characteristics of Cramfs and Busybox, delivers a normal method to make Cramfs root filesystem with busybox, and provides a reference to create such as jffs2, yaffs root filesystem.

Key words:Busybox; embedded Linux; root filesystem; Cramfs

1 嵌入式根文件系统

嵌入式 Linux 系统一般由包括引导加载程序、Linux 内核、文件系统、应用程序四部分组成^[1]。根文件系统作为其中的一个重要组成部分,是内核启动时加载的第一个文件系统,主要是为内核的启动提供各种工具软件、库文件、脚本、配置文件等并可以作为存储读写数据的区域。在嵌入式 Linux 应用中,主要的存储设备为 RAM(DRAM, SDRAM)和 ROM(常采用 Flash 存储器),常用的基于存储设备的文件系统类型包括:jffs2, yaffs, cramfs, romfs, ramdisk, ramfs/tmpfs 等^[2]。

2 Cramfs 简介

在嵌入式的环境之下,要求尽量节省系统硬件资源,特别是内存 RAM 和外存 Flash 资源都需要节约使用^[3]。如果使用基于 RAM 的文件系统,比如 ramdisk,则在系统运行加载文件系统时,需要把存储在 Flash

上的文件系统影像文件解压到内存 RAM 中,构建起 ramdisk 环境,这样才能可以正常运行系统程序与应用程序。这样一来,系统在运行时就会占用很大的空间,包括存放文件系统影像文件的 Flash 空间和存放解压后文件系统代码的 RAM 空间。这不符合节省系统硬件资源的要求。因此,使用基于 ROM 的文件系统是解决这个问题的一种方式,比如 jffs2, Cramfs 都是不错的选择。

Cramfs 是 Linux 的创始人 Linus Torvalds 撰写的只具备基本特性的文件系统。Cramfs 是个极其简单、经过压缩以及只读的文件系统,主要用于嵌入式系统。

Cramfs 是个压缩的文件系统,其压缩比可以高达 2:1,可以为嵌入式系统节省大量的 Flash 存储空间,同时在运行的时候它并无需一次性地将文件系统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的时候,立即计算出该数据在 Cramfs 中的位置,将其实时地解压缩到内存之中,然后通过访问内存来获取文件系统中需要读取的数据。Cramfs 中的解压缩连同解压缩之后的内存中数据存放位置都是由 Cramfs 文件系统本身进行维护的,用户无需了解具体的实现过程,因此这种方式增强了透明度,对开发人员来说,既方便,又节省了存储空间^[4]。

收稿日期:2008-07-07

基金项目:广东省科学计划资助项目(2006B12301002)

作者简介:陈立定(1964-),男,湖北天门人,副教授,硕士生导师,研究方向为网络化控制系统理论与应用、现场总线及其应用和智能化集成系统的研究。

Cramfs 除了具备上述所说的特性外,它还有以下几个方面的限制^[5]:

- (1) 每个文件最大不超过 16MB。
- (2) 不提供“.”(当前)或“..”(上一级)目录条目。
- (3) 文件的 UID 字段具有 16 位的宽度,GID 字段具有 8 位的宽度。一般的文件系统通常会支持宽度 16 或 32 位的 UID 和 GID 字段。Cramfs 的 GID 字段被截短为较低的 8 位,建立在它上面的 GID 字段的最大值为 255。
- (4) Cramfs 中,不会保存文件的时间戳(timestamps)信息。当然,正在使用的文件由于 inode 保存在内存中,因此其时间能够暂时地变更为最新时间,但是不会保存到 Cramfs 文件系统中去。
- (5) 只有内存分页大小为 4096 字节的内核(PAGE_CACHE_SIZE 为 4096 的值必须设为 4096)才可以读取 Cramfs 的影像。
- (6) 支持硬链接,但是无论是否经过链接,所以文件的链接计数皆为 1,即使有多个文件系统项目指向一个文件,该文件的链接计数也还是 1。

虽然 Cramfs 的只读属性是它的一大缺陷,使得用户无法对其内容对进扩充,但是其压缩比相当高,速度快,效率高,其只读的特点也有利于保护文件系统免受破坏,提高了系统的可靠性,因此 Cramfs 在嵌入式系统中被广泛应用。

3 Busybox 简介

BusyBox 被称作是嵌入式 Linux 的瑞士军刀,是一个集成了一百多个最常用 Linux 命令和工具的软件,具有实用、短小、稳定等特点^[6]。Busybox 利用 Linux 实用工具中代码大量重复的事实,将重复的代码重新整理,放到一个文件中,减少了多次包含,这样就可以节省系统的空间和提供程序的执行速度,很适合对于资源比较紧张的嵌入式系统使用。当要执行具体的某个命令时,只需要通过不同的符合链接来确定要执行哪个操作,因为所有的命令都是链接到同一个可执行程序 Busybox 的。另外 Busybox 的配置类似 Linux 内核的配置,使用起来也相当方便。接下来介绍编译 Busybox 以及如何生成根文件系统的一般步骤。

4 配置 Busybox

Busybox 的源代码可以到官方网站 <http://www.busybox.net/> 下载,在这里使用的是广嵌提供的源码包 busybox-1.00-pre10.tar.bz2。把它解压到根目录下。

```
# cd /
# tar vxjf busybox-1.00-pre10.tar.bz2
# cd busybox-1.00-pre10
# make menuconfig
```

在配置菜单界面中,有几个选项要注意一下:

- (1) General Configuration→,选择“Support for devfs”选项。现在的 Busybox 新版本去掉了这个选项,通过修改配置文件可以加入。
- (2) Buile Options→,在这项中要选择使用静态库,这样才能把 Busybox 编译成静态链接的可执行文件,运行时才独立于其他函数库。否则必须要其他库文件才能运行,在单个 Linux 内核不能使其正常工作。交叉编译工具的 PREFIX 则根据自己安装的交叉编译工具目录选择路径。图 1 为静态库配置界面。

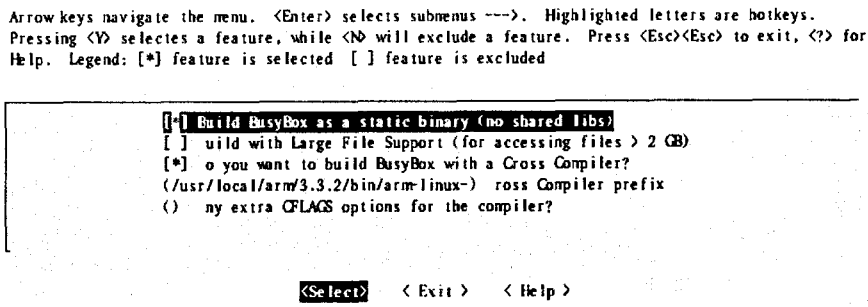


图 1 静态库配置界面

- (3) Another Bourne-like Shell→ Choose your default shell(ash)→,这里应该选中默认 shell:ash,否则不会生成 sh,导致不能解释脚本文件。图 2 为 shell 配置界面。

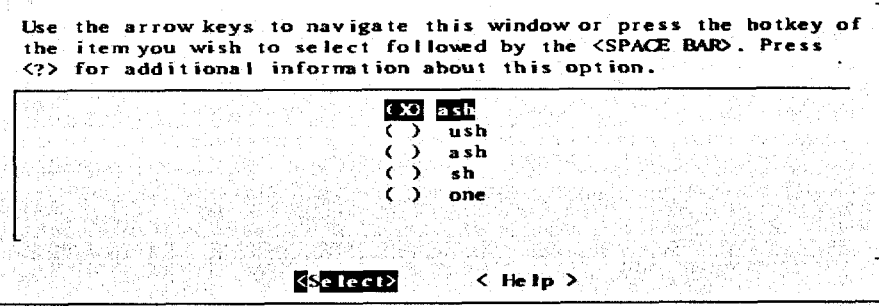


图 2 shell 配置界面

- (4)其他的一些选项默认就可以了,对于那些 Linux 基本命令的选项,则根据自己需要选择。配置好后

退出并保存。

5 编译安装 Busybox

执行

```
# make
# make install
```

Busybox 将在默认的 PREFIX 目录 _install 下面生成 bin、sbin、usr 三个子目录和一个链接文件 linuxrc。

6 生成 Cramfs 根文件系统

以下为生成 Cramfs 根文件系统步骤^[7]。

(1)创建目录 rootfs,把 _install 下面的 bin、sbin、usr 复制到 rootfs 目录下面,并在 rootfs 目录下建立 dev、etc、lib、proc、tmp、var、home 子目录(其实只有 /bin、/dev、/etc、/lib、/sbin、/usr 目录是不可或缺的,其它的目录 /boot、/home、/mnt、/opt、/proc、/root、/tmp、/var 都可以根据需要选择)。在 etc 下面建立目录 init.d 目录。

(2)准备启动文件 inittab、fstab、linuxrc、rcS。其中 inittab、fstab 放在 etc 目录下面,rcS 放在 etc/init.d/目录下面,linuxrc 放在 rootfs 目录下面。下面给出一个简单的启动文件配置:

inittab 文件(系统启动后所访问的第一个脚本文件)^[8]:

```
# This is run first except when booting
::sysinit:/etc/init.d/rcS
# Start an "askfirst" shell on the console
#::askfirst:- /bin/bash
::askfirst:- /bin/sh
# Stuff to do when restarting the init process
::restart:/sbin/init
# Stuff to do before rebooting
::ctrlaltdel:/sbin/reboot
::shutdown:/bin/umount -a -r
```

fstab 文件(定义了文件系统的各个“挂载点”,需要与实际的系统相配合):

```
none /proc proc defaults 0 0
none /dev/pts devpts mode=0622 0 0
tmpfs /dev/shm tmpfs defaults 0 0
```

rcS 文件:

```
#! /bin/sh
/bin/mount -a
```

linuxrc 文件:

```
#! /bin/sh
echo "mount /etc as ramfs"
/bin/mount -f -t cramfs -o remount,ro /dev/bon/2 /
```

```
/bin/mount -t ramfs ramfs /var
/bin/mkdir -p /var/tmp
/bin/mkdir -p /var/run
/bin/mkdir -p /var/log
/bin/mkdir -p /var/lock
/bin/mkdir -p /var/empty
# /bin/mount -t usbdevfs none /proc/bus/usb
exec /sbin/init
```

(3)创建节点 console,该节点必须在 dev/目录下面创建。

```
# mknod console c 5 1
```

(4)如果 Busybox 采用了动态链接的方式编译,还需要把 busybox 所需要的动态库:libcrypt.so.1、libc.so.6、ldlinux.so.2 放到 lib 目录中。文中采用的是静态链接,所以可以不用复制库文件。

7 生成根文件系统映像

回到根目录,执行命令 mkcramfs rootfs demo.cramfs,这样就可以生成 Cramfs 文件系统的映像 demo.cramfs。需要说明的是 mkcramfs 命令可以从 <http://sourceforge.net/projects/cramfs/> 下载,同时 mkcramfs 要放到 PC 机 Linux 系统的 /bin/目录下面^[9]。

8 下载执行映像文件

文中使用的是 ARM9 S3C2410 开发板,通过 dnw 把映像文件下载、烧写到开发板 nand flash 中属于文件系统的分区,正常启动界面如图 3 所示。

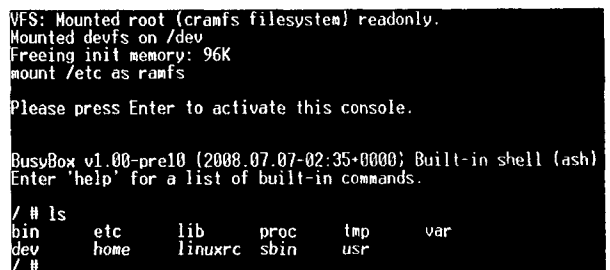


图 3 启动界面

9 结束语

介绍了利用 Busybox 创建嵌入式 Linux 文件系统的一般流程,为创建 jfss2、yaffs 等文件系统提供了参考,它们的创建过程跟 Cramfs 一样,只是在最后生成时用的命令不一样。同时,用 Busybox 创建的 Cramfs 文件系统也能很好解决对于嵌入式系统存储资源相对比较紧张的情况。

(下转第 153 页)

根据资源节点服务器发来的目录信息,建立起一个覆盖所有节点资源数据的统一目录视图,在用户权限认证通过的情况下,用户可以连接到资源节点服务器,获取具体的科技资源数据。

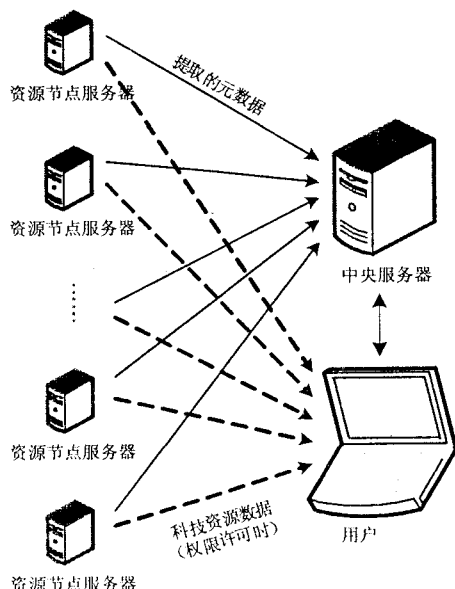


图 6 混合式 P2P 体系结构

3 结束语

结合我国科技资源的建设现状,给出了一种面向科技信息的资源共享服务平台设计方案。系统采用混合式的 P2P 体系结构,满足了科技资源的分布式存储与统一管理的需求,而功能上也覆盖了资源的汇交、加工处理和目录服务等实现资源共享所需的过程。正是在项目实施过程中设计并实现了这一资源共享服务平台,对科技资源的集成与共享服务发挥了重要作用,同时也为其他以科技资源共享为基础的项目提供了软件运行基础。

参考文献:

[1] 科技部,发展改革委,教育部,财政部. 2004-2010 年国家

(上接第 148 页)

参考文献:

[1] Yaghmour K. 构建嵌入式 Linux 系统[M]. 韩存兵,龚波 改编. 北京:中国电力出版社,2004.
 [2] Aleph One Ltd. Embedded Debian, Yaffs: A NAND2Flash Filesystem[OL]. 2002. <http://www.aleph1.co.uk/yaffs/>.
 [3] 熊伟,董金明. 嵌入式 Linux 中根文件系统的实现[J]. 电子测量技术,2007(7):25-30.
 [4] 马忠梅,李善平,康慨,等. ARM & Linux 嵌入式系统教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.

科技基础条件平台建设纲要[EB/OL]. 2004-09-15. [2008-08-01]. <http://www.most.gov.cn/gjkjtcjptjs/zcfg/wj/200409/t20040915-15767.htm>.

[2] 孙晓芬,刘淮松,董晶. 虚拟数据视图的设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2006,22(27):4337-4339.
 [3] 何敬刚,霍宏,方涛. 基于 MVC 模式空间元数据目录服务的实现[J]. 计算机工程与应用,2006(13):165-167.
 [4] Schollmeier R. A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications[C]//In: Proceedings of the First International Conference on Peer-to-Peer Computing. Linkoping, Sweden: IEEE Computer Society,2001.
 [5] Clarke I, Sandberg O, Wiley B, et al. Freenet: A Distributed Anonymous Information Storage and Retrieval System[C]// In Proceedings of the ICSI Workshop on Design Issues in Anonymity and Unobservability. Berkeley, California: [s. n.], 2000.
 [6] Ripeanu M. Peer-to-peer architecture case study: Gnutella network[R]. Technical report. USA: University of Chicago, 2001.
 [7] Napster Inc. The napster homepage [EB/OL]. 2001. In <http://www.napster.com/>.
 [8] Good N S, Krekelberg A. Usability and privacy: a study of Kazaa P2P file-sharing[C]//In Proceedings of the CHI 2003 conference on human factors in computing systems. Fort Lauderdale, Florida: [s. n.], 2003.
 [9] 王珊,张新宇. Peer-to-Peer 数据共享研究[J]. 计算机应用与软件,2003,20(11):1-4.
 [10] Wang Fusheng, Liu Peiya, Pearson J. et al. Experiment Management with Metadata-based Integration for Collaborative Scientific Research[C]//In Proceedings of the 22nd International Conference on Data Engineering. Atlanta, Georgia: [s. n.], 2006.
 [11] Wang Fusheng, Bourgué P E, Hackenberg G. SciPort: an adaptable scientific data integration platform for collaborative scientific research[C]//In Proceedings of the 33rd international conference on Very Large Data Bases. Vienna, Austria: [s. n.], 2007.
 [5] Corbet J, Rubini A, Kroah-Hartman G. LINUX 设备驱动程序[M]. 魏永明,耿岳,钟书毅,译. 北京:中国电力出版社,2006.
 [6] 张方樱. 构建嵌入式 Linux 的根文件系统[J]. 实验室科学, 2007(6):28-30.
 [7] 卢剑翔,刘成安,胡和智,等. 基于 S3C2410 的 Cramfs 根文件系统的移植[J]. 微机计算机信息,2006,22(11):22-25.
 [8] 杨延军. 用 Busybox 制作嵌入式 Linux 的文件系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2005,1:17-19.
 [9] 张勇. 嵌入式 Linux 下 JFFS2 文件系统的实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(4):175-180.