

# 嵌入式系统实验

## 第三讲 嵌入式 Linux 组成

杨延军

yangyj.ee@gmail.com

北京大学

2015 年

# 主要内容

1 嵌入式 Linux 文件系统

2 嵌入式 Linux 启动过程

# 内核与文件系统

- 内核与文件系统是相对独立的两个部分
- 文件系统可以保存在内核里：initramfs
- 内核也可以保存在文件系统中
- 嵌入式开发经常使用 NFS 文件系统帮助开发

# 网络文件系统

- NFS 网络文件系统
  - 类似于无盘工作站
  - 开发板的文件系统在开发主机上
  - 开发板和主机都可以修改“共享”的文件但路径不一样
- 配置文件：/etc/exports
- 文件系统的挂载  
`mount 192.168.0.3:/home/sitsang nfs`

# 嵌入式文件系统常用组件

- busybox：嵌入式系统的瑞士军刀  
通过符号链接的方式包含一个系统所必须的全部命令
- uClibc：小型的 C 库，常用于嵌入式系统中
- 图形系统：qte、tinyX 等

# busybox 建立文件系统的过程

- 编译 busybox
  - make menuconfig
  - make install
  - 调整文件系统的目录结构
- 完善文件系统
  - 增加需要的动态链接库文件
  - 编写启动需要的脚本
  - 增加系统必须配置文件（passwd 等）

# busybox 示例

## 非 busybox 文件系统

```
ls /bin -l
total 508
-rwxr-xr-x 1 root root 21156 2010-04-10 20:03 basename
-rwxr-xr-x 3 root root 26356 2010-09-21 15:06 bunzip2
-rwxr-xr-x 3 root root 26356 2010-09-21 15:06 bzip2
-rwxr-xr-x 1 root root 2140 2010-09-21 15:06 bzdiff
```

## busybox 系统

```
ls /bin -l
total 402
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2011-01-18 00:58 awk -> busybox
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2011-01-18 00:58 basename -> busybox
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2011-01-18 00:58 bzip2 -> busybox
```

# 其他建立文件系统的方法

- 修改现有的文件系统  
更新必要的文件，适当调整配置文件和脚本
- 使用文件系统生成工具
  - ScratchBox
  - BuildRoot
  - OpenEmbedded/Yocto



# BuildRoot 介绍

- 提供自动下载/配置/编译/安装的过程
- 自动生成完整的文件系统，直接可以应用
- 采用文本菜单的方式对文件系统进行配置
- 可以生成交叉编译工具或者使用现成的工具
- 支持多种不同平台，支持多种软件包
- 包含 busybox/Qt 等比较大软件的配置
- 方便为软件增加补丁或者增加进行的软件包

# Yocto 介绍

- 类似于 BuildRoot，但功能强大的多
- 基于 meta-data 对软件包和平台进行描述
- 自动生成内核/文件系统/Bootloader 等
- 包含的软件包非常全面，可以生成完整的发行版
- Intel 对 Yocto 的支持力度很大

# 嵌入式 Linux 常用文件系统

- RAM 文件系统
- ROM 文件系统
- JFFS2 文件系统
- YAFFS 文件系统

# JFFS2

- Journaling Flash File System V2
- Flash 设备的写入次数有限  $< 100000$
- 支持 Flash 设备的平衡写入
- 支持文件系统压缩
- 异常断电不会影响数据一致性
- 对 flash 芯片有一定优化
- `mount -o noatime`

# Yaffs

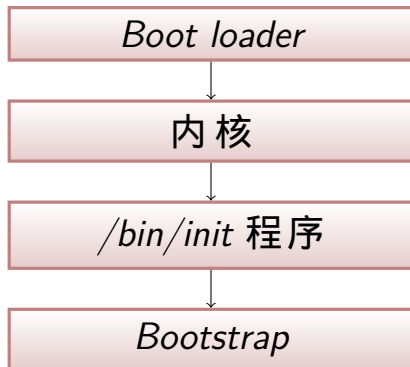
- Yet Another Flash File System
- 在 Android 上使用
- 与 JFFS2 的比较
  - 启动快，所需内存较少
  - Garbage Collection 更简单，更快
  - 不支持压缩，适用比较大的 NAND 设备

# 主要内容

1 嵌入式 Linux 文件系统

2 嵌入式 Linux 启动过程

# Linux 操作系统启动流程



# Boot loader 基本功能

- 一般是处理器最先执行的代码
- 把 Linux 内核加载到内存并跳转到内核的入口处
- 传递内核参数
- 内核要求：设置 CPU 速度，内存的时序，中断向量，检测 ram 的大小，初始化必要的设备，关闭 MMU 和高速缓存
- 调试要求：Flash 管理，下载内核到目标板，简单的调试功能



# 常用内核参数

- root——指定文件系统位置 ( /dev/nfs )
- rootfstype——文件系统类型
- init——内核启动完成将执行的第一个进程
- console——显示内核信息的终端  
( /dev/ttyS0 )
- mem——内存总量
- ro/rw——根文件系统是只读还是可写
- Documentation/kernel-parameters.txt

# 内核参数设置举例

```
U-boot> setenv bootargs root=/dev/nfs rw \  
nfsroot=192.168.0.101:/home/embedded/armroot/  
ip=192.168.0.100::192.168.0.1:255.255.255.0:\  
embedarm:eth0:off console=ttyS0,115200
```

# 内核启动信息

```
Uncompressing Linux.....
Linux version 2.6.27 (user@Hugo) (gcc version 4.3.2 (crosstool-NG-1.4.1) ) #19
CPU: ARM926EJ-S [41069265] revision 5 (ARMv5TEJ), cr=00053177
Machine: PKU AT91SAM9261 Board
Ignoring unrecognised tag 0x54410008
Memory policy: ECC disabled, Data cache writeback
Clocks: CPU 198 MHz, master 99 MHz, main 18.432 MHz
CPU0: D VIVT write-back cache
CPU0: I cache: 16384 bytes, associativity 4, 32 byte lines, 128 sets
CPU0: D cache: 16384 bytes, associativity 4, 32 byte lines, 128 sets
Built 1 zonelists in Zone order, mobility grouping on. Total pages: 16256
Kernel command line: root=/dev/nfs rw nfsroot=192.168.0.1:/home/sitsang/rootdisk
AT91: 96 gpio irqs in 3 banks
PID hash table entries: 256 (order: 8, 1024 bytes)
Console: colour dummy device 80x30
console [ttyS0] enabled
Dentry cache hash table entries: 8192 (order: 3, 32768 bytes)
Inode-cache hash table entries: 4096 (order: 2, 16384 bytes)
Memory: 64MB = 64MB total
Memory: 61652KB available (2836K code, 234K data, 136K init)
```

# Kernel Panic

- 内核无法正常启动
- 最常见的两个问题

Kernel panic - not syncing: VFS: Unable to mount root fs on unknown-block

Warning: unable to open an initial console, kernel panic

# Init

- 内核参数 `init` 指定 Linux 启动后执行的一个程序
- 一般最先执行的程序为 `/bin/init`
- `init` 程序以 `/etc/inittab` 为配置文件

```
id:3:initdefault
```

```
si::sysinit:/etc/rc.d/init.d/rc sysinit
```

```
1:2345:respawn:/sbin/agetty 38400 tty1
```

# 运行级别和启动脚本

- /etc/rc.d/ 目录，运行级别启动的服务和程序
- /etc/rc.d/init.d/ 目录，服务启动脚本
- /etc/rc[0-6].d 目录
  - K01
  - S01
- /etc/rc.local

# 另外一种格式的 inittab

```
::sysinit:/etc/init.d/rcS
tty0::respawn:-/sbin/getty 38400 tty0
tty2::askfirst:-/bin/sh
::ctrlaltdel:/sbin/reboot
::shutdown:/bin/umount -a -r
::shutdown:/bin/mount / -o remount,ro
```

# 脱机运行设置

- Bootloader 的设置：必须能自动加载操作系统
- 内核和文件系统必须写入到 Flash 中
  - `mkfs.jffs2 -r angstrom/ -e 0x4000 -n -o angstrom.jffs2`
- 文件系统和内核的进一步完善