

重庆理工大学/电气学院

CHONGQING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

嵌入式Linux系统开发教程

—基于ARM处理器通用平台 (arm9-arm11- cortexA系列)

丛超

2025年4月





1

关于这门课程

2

课程与作业要求

3

环境搭建

4

Linux概述



01

关于这门课程

□ 教育背景

- 2002-2006, 湖南大学自动化专业 本科
- 2006-2009, 中国科学院信息与通信工程 硕士
- 2020-2023, 陆军军医大学 人工智能与医学图像处理 博士

□ 工作经验

- 2009-2013, 东芝医疗中国, 北京, 算法工程师
- 2013-至今, 重庆理工大学
- 2017-2018, 韩国高等科学院, 韩国, 访问学者
- 2018-2019, 约翰斯霍普金斯大学, 美国, 访问学者



□ 嵌入式Linux系统开发教程

- 1) 专业基础课
- 2) 交叉学科：电子科学与技术+计算机科学与技术

□ 课程安排

- 1) 32学时理论课程
- 2) 16学时实践环节

□ 实验安排：

- 1) 16学时实践环节
- 2) 15-18周开展



课程描述

- 以嵌入式Linux为核心，介绍从Linux基础知识到高级内核开发的完整技术体系。
- 涵盖嵌入式系统概述、Linux命令与脚本、程序编译调试、C语言高级编程技术、文件与进程管理、多线程及网络编程，以及BootLoader、内核模块和设备驱动开发
- 理论知识结合实际案例和代码示例。



第一部分（第1~3章）

侧重于嵌入式Linux基础和系统管理，包括嵌入式系统概述、Linux基本命令与服务器配置、Shell脚本编程和Linux环境下的程序编译调试，提供了Linux入门所需的基础知识和操作技能。



第二部分（第4~9章）

围绕Linux环境下的C语言进阶编程及系统级编程技术展开，涵盖了C语言核心内容、文件I/O操作、进程控制、多线程、进程间通信和网络编程，帮助读者深入理解并掌握嵌入式Linux环境中的软件开发技术。



第三部分（第10~15章）

聚焦于内核开发和设备驱动，系统讲解了内核开发的基本知识、BootLoader启动原理与U-boot配置流程，以及字符设备、块设备和网络设备驱动的设计与实现方法，是嵌入式Linux高级应用与开发的重要组成部分。

课程目的



认知什么是嵌入式
系统以及开发流程



Linux使用方法



完成在Linux应用
编程（驱动开发，
测试验证）



□ 助教：张学伟 (892249501@qq.com)

□ QQ群：年级群

□ 网盘：

<https://pan.baidu.com/s/1neTGamYAsAXGou20s5djDA?pwd=qtz2>





02

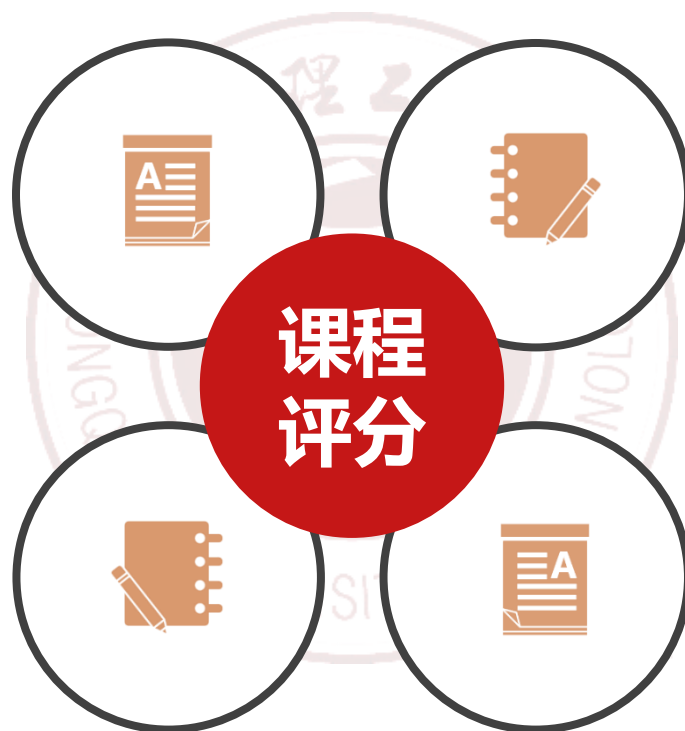
课程与作业要求

课堂参与：20%

按时出勤，积极参与课堂讨论和互动，能够主动回答问题或提出疑问。
根据课堂表现，包括回答问题、参与互动讨论、提出建设性观点的质量和数量进行评分。

平时作业：20%

布置定期的书面或编程作业，学生需按时完成并提交。作业内容涉及课堂讲授的知识点，教师根据作业完成的正确性、规范性、提交及时性以及解题思路清晰度给予评分。



期末测试：40%

课程结束后组织闭卷考试或上机编程测试。
测试内容涵盖理论知识、编程能力、解决实际问题能力。评分依据答题准确率、知识掌握程度、思路完整性和代码质量。

实验：20%

根据教材涉及的技术内容，安排相关的实验实践课程，需要独立完成实验操作，并提交实验报告或代码成果。评分依据为实验过程的规范性、操作技能掌握情况、代码实现质量和实验报告撰写的完整性与准确性。

□ 作业要求:

- 提交电子档作业到助教邮箱 (892249501@qq.com)

- 提交格式:

邮件标题: [CommSoft25]学号_姓名_第N次作业

邮件内容: 程序代码、运行程序成功的截图或拍照

- 提交时间: 不晚于下周本节课程



03

环境搭建

□ 虚拟机安装

- 下载地址: <https://support.broadcom.com/group/ecx/free-downloads>
- 网友安装步骤: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/698116508>



□ 操作系统安装-Ubuntu

- 下载地址: <https://cn.ubuntu.com/download>






04

Linux概述

• Linux系统概述

1991年, Linux诞生了, Linux 是 UNIX 操作系统的一个克隆系统, 但是Linux是开源的。那时候它只是一个系统内核, 没有与之配套的应用软件, 这时候 Linux 和 GNU一拍即合, 就有了我们现在使用的操作系统, GNU奠定了Linux用户基础和开发环境。

Where LINUX started

- Linus Torvalds: announced the Linux project (1991)
 - high cost of Sun's Unix
- Parallel: 386BSD
- Linux has Internet capability & X (1993)
- GNU toolkit  Richard Stallman & FSF
- "20 years of open-source software in different UNIX platforms"
- A "cheap UNIX system for everyone"



Linus Benedict Torvalds

• Linux时间线

1991年初

林纳斯·托瓦兹开始在一台386sx兼容微机上学习minix操作系统。

1991年10月

林纳斯·托瓦兹在comp.os.minix新闻组上发布消息，正式向外宣布Linux内核的诞生

1992 年

Linux与其他GNU软件结合，完全自由的操作系统正式诞生。该操作系统往往被称为“GNU/Linux”

1993年

大约有100余名程序员参与了Linux内核代码编写/修改工作，其中核心组由5人组成，此时Linux 0.99的代码大约有十万行，用户大约有10万左右。

1994年3月

Linux1.0发布，代码量17万行，当时是按照完全自由免费的协议发布，随后正式采用GPL协议。

Linux主要特性

01

Linux是一个基于文件的操作系统

操作系统需要和硬件进行交互, 对应Linux来说这些硬件都是文件, 比如: 操作系统会将 硬盘, 鼠标, 键盘, 显示屏等抽象成一个设备文件来进行管理

02

Linux 操作系统是自由软件, 是免费的, 并且公开源代码

03

可以同时登陆多个用户, 并且每个用户可以同时运行多个应用程序

04

提供了友好的图形用户界面, 操作简单, 易于快速上手 支持多平台 (这里指的是基于不同CPU架构的平台, 比如国产Linux使用的龙芯等)

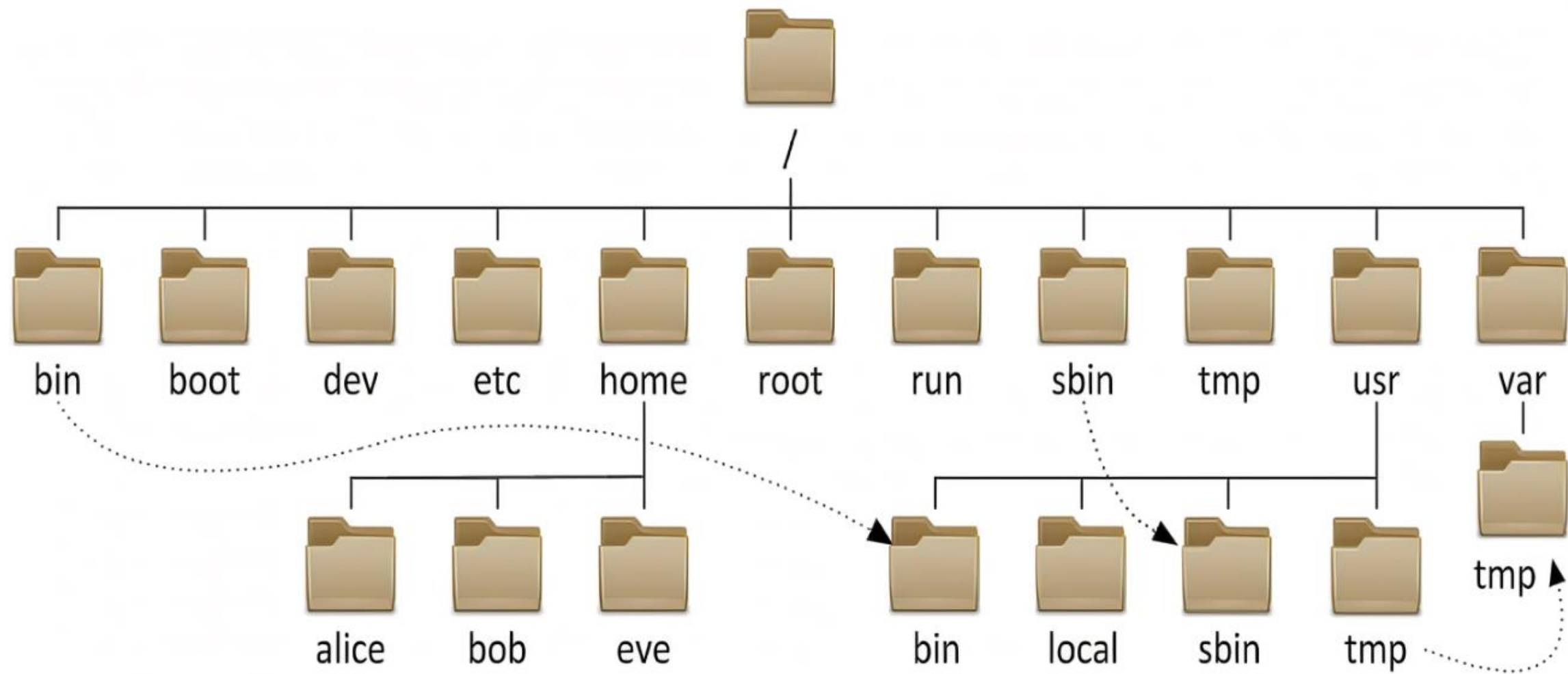
- **Linux** 的发音 – 关于 Linux 的发音有各种说法，主要有两种：
 - 第一种读作 **['linʌks]**，汉语发音：“喱呐科斯”
 - 第二种是按照 Torvalds 的说法，Linux 中 **Li** 中 **i** 的发音 类似于 **Minix** 中 **i** 的发音，而 **nux** 中 **u** 的发音 类似于英文单词 **pronounce** 中第一个 **o** 的发音。根据 Torvalds 对此的解释，依照国际音标其发音为 **['linəks]**。在网络上有 一份 Torvalds 本人说话的音频，音频中的内容为 **“Hello, this is Linus Torvalds, and I pronounce Linux as Linux”**。



torvalds-says-linux - Torvalds

00:00 / 00:05  

Linux目录结构



Linux常用命令

- useradd命令
- 功能：用于添加用户。
- 用法：useradd [选项] 用户名

```
root@ubuntu:~# useradd test
```

```
root@ubuntu:~# passwd test
```

```
Enter new UNIX password:
```

```
Retype new UNIX password:
```

```
passwd: password updated successfully
```

```
root@ubuntu:~#
```

Linux常用命令

- useradd命令
- 功能：用于添加用户。
- 用法：useradd [选项] 用户名

```
root@ubuntu:~# useradd test
```

```
root@ubuntu:~# passwd test
```

```
Enter new UNIX password:
```

```
Retype new UNIX password:
```

```
passwd: password updated successfully
```

```
root@ubuntu:~#
```



- ls命令
- 功能：用于查看目录。
- 用法：ls [选项] [目录或文件]

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

Linux文件属性

- 文件属性相关的命令主要是修改用户对文件的操作权限, 文件所有者, 文件所属组的相关信息。
- 在Linux中有三大类用户: 文件所有者, 文件所属组用户, 其他人, 我们可以对同一个文件给这三种人设置不同的操作权限, 用于限制用户对文件的访问。

- 文件所有者

- Linux中的所有的文件都有一个所有者, 就是文件的主人

- 文件所属组

- 文件的主人属于哪个组, 这个文件默认也就属于哪个组
 - 用户组中可以有多个用户, 这些组中的其他用户和所有者的权限可以是不一样的

- 其他人

- 这个用户既不是文件所有者也不是文件所属组中的用户, 就称之为其他人
 - 其他人对文件也可以拥有某些权限

Linux文件类型

在Linux操作系统中,一共有7中文件类型,这7中类型是根据文件属性进行划分的,而不是根据文件后缀划分的。

- 1 **-** : 普通的文件, 在Linux终端中没有执行权限的为白色, 压缩包为红色, 可执行程序为绿色字体
- 2 **d** : 目录(directory), 在Linux终端中为蓝色字体, 如果目录的所有权限都是开放的, 有绿色的背景色
- 3 **l** : 软链接文件(link), 相当于windows中的快捷方式, 在Linux终端中为淡蓝色(青色)字体
- 4 **c** : 字符设备(char), 在Linux终端中为黄色字体
- 5 **b** : 块设备(block), 在Linux终端中为黄色字体
- 6 **p** : 管道文件(pipe), 在Linux终端中为棕黄色字体
- 7 **s** : 本地套接字文件(socket), 在Linux终端中为粉色字体

```
[root@VM-8-14-centos ~/file]# ls -l
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Jan 25 14:29 dir
lrwxrwxrwx 1 root root 15 Jan 25 14:30 link -> /root/file/test
prw-r--r-- 1 root root 0 Jan 25 14:24 pipe
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jan 25 14:23 test
crw-rw-rw- 1 root root 3 Jan 24 17:24 null
crw-r----- 1 root kmem 1 Jan 24 17:24 mem
brw-rw---- 1 root disk 2253 Jan 24 17:24 vda1
srwxrwxrwx 1 root root 0 Jan 24 17:25 yd.socket.server
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jan 25 14:49 haha.tar.gz
-rwxrwxrwx 1 root root 0 Jan 25 14:49 hello
prw-r--r-- 1 root root 0 Jan 25 14:24 pipe-2
drwxrwxrwx 2 root root 4096 Jan 25 15:20 subdir
```

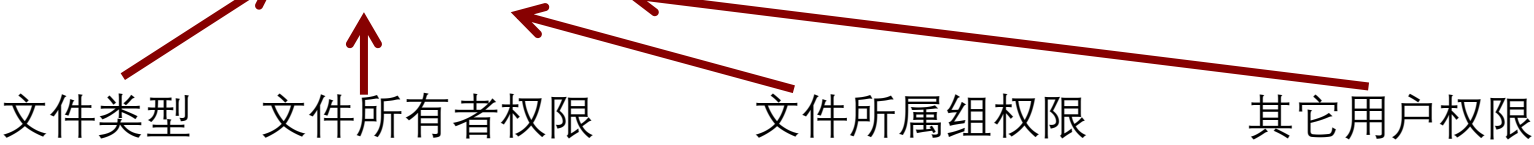


Linux文件权限

• Linux中不同的用户可以对文件拥有不同的操作权限, 权限一共有四种: 读权限, 写权限, 执行权限, 无权限。

- 读权限: 使用 **r** 表示, 即: **read**
- 写权限: 使用 **w** 表示, 即: **write**
- 执行权限: 使用 **x** 表示, 即: **execute**
- 没有任何权限: 使用 **-** 表示

```
drwxrwxr-x 2 congchao congchao 4096 Apr 15 05:33 test123/
drwxr-xr-x 2 congchao congchao 4096 Apr 13 22:46 Videos/
```



- chmod命令
- 功能： 改变访问权限。
- 用法： chmod [who] [+|-|=] [mode] 文件名

- root@ubuntu:/home/linux# chmod g+w hello.c
- root@ubuntu:/home/linux# ls -l
- total 52
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Desktop
- drwxr-xr-x 3 root root 4096 Jan 9 06:05 dir1
- drwxr-xr-x 2 root root 4096 Jan 9 06:04 doc
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Documents
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Downloads
- -rw-r--r-- 1 linux linux 8980 Jan 8 04:56 examples.desktop
- -rw-rw-r-- 1 root root 0 Jan 9 06:07 hello.c
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Music
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Pictures
- drwxr-xr-x 3 linux linux 4096 Jan 9 04:40 Public
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Templates
- drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Videos



- cd命令
 - 功能：用于改变工作目录
- ```
root@ubuntu:/home# cd ..
root@ubuntu:/# cd
root@ubuntu:~# cd /home
root@ubuntu:/home# cd -
/root
root@ubuntu:~# cd /home/linux
root@ubuntu:/home/linux#
```

- cp命令
- 功能：复制命令。
- 用法：cp [选项] 源文件或目录 目标文件或目录

```
root@ubuntu:~# cd ..
```

```
root@ubuntu:/# ls
```

```
bin dev initrd.img lib64 mnt root snap sys var
```

```
boot etc initrd.img.old lost+found opt run srv tmp vmlinuz
```

```
cdrom home lib media proc sbin swapfile usr
```

```
root@ubuntu:/# cp initrd.img /tmp
```

```
root@ubuntu:/# ls /tmp
```

```
config-err-UccBwY
```

```
initrd.img
```

```
ssh-m8hEt1bX2sGd
```



- mv命令
- 功能：移动或更名。
- 用法：mv [选项] 源文件或目录 目标文件或目录

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

```
Desktop Downloads Music Public Videos
```

```
Documents examples.desktop Pictures Templates
```

```
root@ubuntu:/home/linux# mv examples.desktop /home/linux/Public/
```

```
root@ubuntu:/home/linux# ls /home/linux/Public/
```

```
examples.desktop Music
```

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

```
Desktop Documents Downloads Music Pictures Public Templates Videos
```

```
root@ubuntu:/home/linux#
```



- mkdir命令
- 功能：创建目录。
- 用法：mkdir [选项] 目录名

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
Desktop Downloads Music Public Videos
Documents examples.desktop Pictures Templates
root@ubuntu:/home/linux# mkdir doc
root@ubuntu:/home/linux# ls
Desktop Documents examples.desktop Pictures Templates
doc Downloads Music Public Videos
```

- touch命令
- 功能：新建一个不存在的文件或者用来修改文件时间戳
- 用法：touch [选项] 文件

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

```
Desktop doc Downloads Music Public Videos
dir1 Documents examples.desktop Pictures Templates
```

```
root@ubuntu:/home/linux# touch hello.c
```

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

```
Desktop doc Downloads hello.c Pictures Templates
dir1 Documents examples.desktop Music Public Videos
```

```
root@ubuntu:/home/linux# touch -r hello.c dir1.rar
```

```
root@ubuntu:/home/linux# ls -l
```

```
total 68
```

```
drwxr-xr-x 2 linux linux 4096 Jan 8 06:05 Desktop
```

```
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Jan 9 06:05 dir1
```

```
-rw-r--r-- 1 root root 10240 Jan 9 06:07 dir1.rar
```

```
-rwxrw---x 1 root root 0 Jan 9 06:07 hello.c
```

- rm命令
  - 功能：删除文件或目录。
  - 用法：rm [选项] 文件或目录
1. root@ubuntu:/home/linux# ls
  2. 1234 Documents examples.desktop Pictures Templates
  3. Desktop Downloads Music Public Videos
  4. root@ubuntu:/home/linux# rm 1234
  5. root@ubuntu:/home/linux# ls
  6. Desktop Downloads Music Public Videos
  7. Documents examples.desktop Pictures Templates
  8. root@ubuntu:/home/linux#

- df命令
- 功能：查看磁盘使用情况。
- 用法：df [选项]

```
root@ubuntu:/home/linux# df -k
```

| Filesystem | 1K-blocks | Used    | Available | Use% | Mounted on                    |
|------------|-----------|---------|-----------|------|-------------------------------|
| udev       | 1978280   | 0       | 1978280   | 0%   | /dev                          |
| tmpfs      | 401572    | 2020    | 399552    | 1%   | /run                          |
| /dev/sda1  | 41020640  | 6187768 | 32719440  | 16%  | /                             |
| tmpfs      | 2007844   | 0       | 2007844   | 0%   | /dev/shm                      |
| tmpfs      | 5120      | 4       | 5116      | 1%   | /run/lock                     |
| tmpfs      | 2007844   | 0       | 2007844   | 0%   | /sys/fs/cgroup                |
| /dev/loop0 | 35584     | 35584   | 0         | 100% | /snap/gtk-common-themes/319   |
| /dev/loop1 | 13312     | 13312   | 0         | 100% | /snap/gnome-characters/103    |
| /dev/loop2 | 2432      | 2432    | 0         | 100% | /snap/gnome-calculator/180    |
| /dev/loop3 | 89088     | 89088   | 0         | 100% | /snap/core/4917               |
| /dev/loop4 | 14848     | 14848   | 0         | 100% | /snap/gnome-logs/37           |
| /dev/loop5 | 144384    | 144384  | 0         | 100% | /snap/gnome-3-26-1604/70      |
| /dev/loop6 | 3840      | 3840    | 0         | 100% | /snap/gnome-system-monitor/51 |
| tmpfs      | 401568    | 16      | 401552    | 1%   | /run/user/121                 |
| tmpfs      | 401568    | 28      | 401540    | 1%   | /run/user/1000                |

- du命令
- 功能：查看目录大小。
- 用法：du [选项] 目录

```
root@ubuntu:/home/linux# ls
```

```
Desktop doc Downloads hello.c Pictures Templates
dir1 Documents examples.desktop Music Public Videos
```

```
root@ubuntu:/home/linux# du -b dir1
```

```
4096 dir1/dir2
```

```
8192 dir1
```

# Linux其它重要命令

- 压缩/解压缩命令：tar/zip/unzip/
- 查找命令：find/grep/locate



# 作业：

- 1. 安装好VMWare+Ubuntu，以你名字全拼建立一个用户，密码随意。截图。
- 2. 在你的home目录下，建立一个“你的名字+学号”的文件夹，在该文件夹下，建立一个名为“test1”的文件。命令和结果都截图。
- 3. 命令“`chmod 0774 test1`”是什么意思？你对第2步的“test1”执行该命令后，有什么变化？回答问题并截图展示结果。
- 4. 请自学课本P35页，习题4，完成后截图。

重庆理工大学/电气学院

CHONGQING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# 嵌入式Linux系统开发教程

—基于ARM处理器通用平台 (arm9-  
arm11-cortexA系列)

