

高等学校计算机专业规划教材

Linux操作系统 基础、原理与应用

张 玲 编著

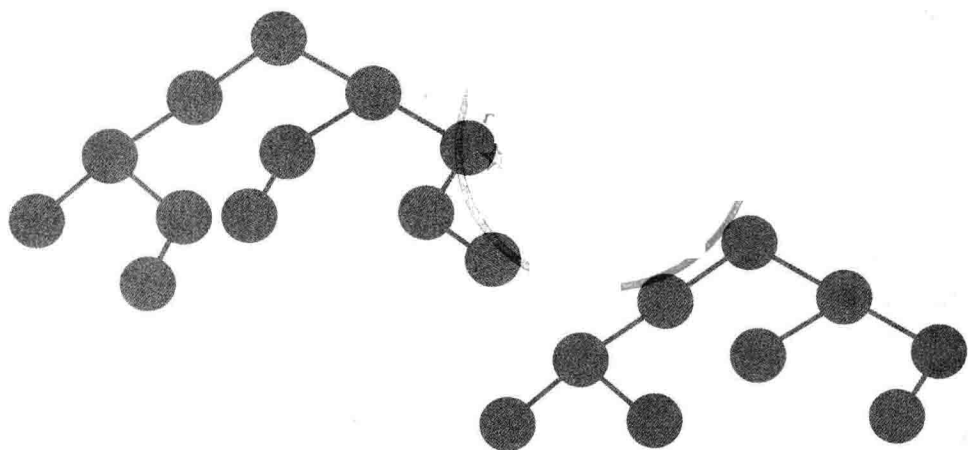
清华大学出版社



高等学校计算机专业规划教材

Linux操作系统 基础、原理与应用

张 玲 编著



清华大学出版社

内 容 简 介

本书以理论结合实践,注重应用为原则,全面、系统地讲述操作系统的基本原理,并将其与 Linux 的实现和应用技术紧密结合。全书内容分为 3 个部分:第 1 部分为基础篇,内容包括 Linux 系统概述、Linux 系统的操作基础、vi 文本编辑器的使用以及 Linux C 编程基础;第 2 部分为原理篇,介绍操作系统的基本原理和 Linux 内核实现技术,内容包括进程管理、存储管理、文件管理、设备管理和操作系统接口;第 3 部分为应用篇,内容包括 Shell 程序设计、Linux 系统管理以及网络与通信应用。

本书文字通俗易懂、举例充分、内容循序渐进,书中配有难度适中且实用性强的示例和习题,可以帮助读者加深对操作系统原理的理解,同时掌握 Linux 操作系统的应用技术和基本开发技能。本书适合作为高等院校计算机专业和 Information 类专业本科生操作系统课程的教材,也可作为 Linux 应用开发人员的自学教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Linux 操作系统:基础、原理与应用/张玲编著.--北京:清华大学出版社,2014

高等学校计算机专业规划教材

ISBN 978-7-302-34333-2

I. ①L… II. ①张… III. ①Linux 操作系统 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 255016 号

责任编辑:龙启铭 顾 冰

封面设计:何凤霞

责任校对:李建庄

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.25 字 数:602 千字

版 次:2014 年 2 月第 1 版 印 次:2014 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

产品编号:041772-01



Linux 是一个优秀的操作系统,它具有强大的功能、出色的性能以及良好的兼容性、可靠性和可移植性,应用前景十分广阔。

Linux 的优秀品质来源于 UNIX 系统。不同的是,Linux 是一个源代码开放的操作系统,并且可以在简单且硬件成本低廉的环境下运行。因此,Linux 正越来越多地取代 UNIX 而成为操作系统的分析实例,这给操作系统的学习带来了一种新的途径。结合 Linux 学习操作系统,不仅可以通过其源代码了解操作系统的实现技术,使抽象的理论和概念具体化,还可同时掌握一门实用操作系统的应用技术。

本书从计算机应用的角度出发,全面系统地介绍操作系统的基本原理与概念,并把它与 Linux 应用实践紧密结合在一起,在阐明基本概念和原理的前提下,重点介绍应用技术。本书注重内容的先进性和实用性,舍弃了过时的或非主流的技术与概念,力求反映当代操作系统的先进技术和思想,以及 Linux 最新内核的技术特色。

本书分为 3 个部分,包括基础篇、原理篇和应用篇,循序渐进地引导读者理解和掌握操作系统的原理以及 Linux 系统的实现和应用技术。

基础篇的目的是帮助读者认识操作系统和 Linux,熟悉 Linux 环境并掌握一些基本的操作。基础篇包括第 1~4 章。第 1 章介绍操作系统的概况、Linux 系统的起源、特点以及现状等,使读者能够从总体上对 Linux 系统有所了解;第 2 章介绍 Linux 系统的使用基础,包括登录与退出以及常用的 Shell 命令,重点介绍 Linux 系统的文件和目录的基本操作;第 3 章介绍 vi 文本编辑器的使用方法,因为它是从事实验、开发和系统管理的基本工具;第 4 章介绍在 Linux 系统上进行 C 程序开发的基本方法与工具。

原理篇介绍操作系统的原理以及 Linux 内核的实现技术。原理篇包括第 5~9 章,分别对应操作系统的 5 大功能,即进程管理、存储管理、文件管理、设备管理以及操作系统接口。各章均是先介绍操作系统有关方面的原理、概念和技术,然后针对 Linux 2.6 版内核分析具体的实现技术。在内容上突出对基本原理和概念的分析,并注重解释它们的实际意义。

应用篇针对 Linux 系统开发、系统管理和网络应用技术进行介绍。应用篇包括第 10~12 章。第 10 章介绍 Shell 程序设计技术;第 11 章介绍 Linux 系统管理技术;第 12 章介绍 TCP/IP 网络的基础知识和 Linux 的网络应用技术。通过这部分内容的学习,读者能够掌握在 Linux 下开展工作的



的基本方法和手段,更加有效和自如地使用 Linux。

本书安排了丰富的示例,直观地演示出 Linux 操作系统的各种功能、特色和操作。示例程序均按照实用性和可操作性设计,避免使用晦涩或偏僻的用法,所有示例程序均调试无误。运行这些示例可以加深读者对课程内容的理解,增加对 Linux 系统的体会,并熟悉正确的系统操作手法。建议教师采用虚拟机(如 VMware)的方式在教学机上安装 Linux,这样可以方便地切换到 Linux 系统,对教材中的示例进行课堂示范。使用虚拟机安装 Linux 的另一个好处是可以在一台机器上演示网络应用的示例。

本书面向高等院校计算机应用相关专业的学生,要求读者具有计算机软硬件方面的初步知识和 C 语言基础。本书将操作系统原理与 Linux 操作系统应用合为一体,不需要另外开设操作系统先修课程。教材内容适合安排 50~60 学时数,教师可以根据课程大纲和学时数的需求对内容进行选择。

感谢参考资料的作者、编者以及 Internet 上的许多无名作者,他们为本书的写作提供了极有价值的信息资源。感谢为此书付出过辛勤劳动的人,希望我们的努力能对所有渴望学习和应用 Linux 操作系统的读者有所帮助。由于编写时间仓促,加之水平所限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2014 年 1 月



第 1 部分 基础篇

第 1 章 操作系统概述 /3

1.1 认识操作系统	3
1.1.1 操作系统的概念	3
1.1.2 操作系统的功能	4
1.2 操作系统的发展与现状	5
1.2.1 操作系统的发展	5
1.2.2 操作系统的分类与现状	7
1.3 Linux 操作系统概述	10
1.3.1 Linux 的发展背景与历史	10
1.3.2 Linux 操作系统的特点	13
1.3.3 Linux 操作系统的组成	13
1.3.4 Linux 操作系统的版本	14
1.3.5 Linux 操作系统的应用与发展	16
习题	17

第 2 章 Linux 操作基础 /18

2.1 Linux 基本操作	18
2.1.1 登录	18
2.1.2 修改口令	19
2.1.3 退出	20
2.1.4 系统的关闭与重启	20
2.2 Linux 命令	20
2.2.1 命令的格式	21
2.2.2 命令的输入与执行	21
2.2.3 几个简单命令	22
2.2.4 联机帮助	25
2.3 Linux 文件操作	25
2.3.1 Linux 系统的文件	26
2.3.2 Linux 系统的目录	31



2.3.3	常用的目录操作命令	33
2.3.4	常用的文件操作命令	37
2.4	输入/输出重定向	53
2.4.1	命令的输入与输出	53
2.4.2	输入重定向	54
2.4.3	输出重定向	55
2.4.4	管道	59
	习题	61

第 3 章 vi 文本编辑器 /64

3.1	vi 文本编辑器概述	64
3.1.1	vi 文本编辑器介绍	64
3.1.2	vi 的工作模式	65
3.1.3	vi 的基本工作流程	66
3.2	vi 基本命令	67
3.2.1	光标定位与移动	67
3.2.2	文本输入与删除	68
3.2.3	文本修改与替换	69
3.2.4	文本拷贝、粘贴与选择	70
3.2.5	撤销与重做	72
3.3	vi 常用末行命令	72
3.3.1	搜索与替换命令	72
3.3.2	文件操作与退出命令	74
3.3.3	其他常用命令	74
	习题	75

第 4 章 Linux C 编程基础 /76

4.1	Linux C 编程方法概述	76
4.2	gcc 编译基础	77
4.2.1	gcc 编译过程	77
4.2.2	gcc 命令	79
4.2.3	gcc 应用举例	80
4.3	C 联机手册	83
	习题	84

第 2 部分 原 理 篇

第 5 章 进程管理 /87

5.1	进程	87
5.1.1	程序的顺序执行与并发执行	87



5.1.2	进程的概念	89
5.1.3	进程控制块	90
5.1.4	Linux 系统中的进程	91
5.2	进程的 运行模式	95
5.2.1	操作系统的内核	95
5.2.2	中断与系统调用	97
5.2.3	进程的 运行模式	97
5.3	进程的 描述与组织	98
5.3.1	进程的资源	98
5.3.2	进程的描述结构	99
5.3.3	进程的组织	100
5.4	进程控制	101
5.4.1	进程控制的功能	101
5.4.2	Linux 系统的进程控制	102
5.4.3	Shell 命令的执行过程	108
5.5	进程调度	109
5.5.1	进程调度的基本原理	109
5.5.2	Linux 系统的进程调度	110
5.5.3	Linux 系统的进程切换	113
5.6	进程的 互斥与同步	115
5.6.1	进程间的制约关系	115
5.6.2	信号量同步机制	117
5.6.3	Linux 的信号量机制	119
5.6.4	死锁问题	119
5.7	进程通信	121
5.7.1	进程通信的方式	121
5.7.2	Linux 信号通信原理	122
5.7.3	Linux 管道通信原理	125
5.8	线程	125
5.8.1	线程的概念	125
5.8.2	线程与进程的比较	126
5.8.3	内核级线程与用户级线程	126
5.8.4	Linux 中的线程	127
	习题	128

第 6 章 存储管理 /129

6.1	存储管理概述	129
6.1.1	内存的分配与回收	129



6.1.2	存储地址变换	129
6.1.3	内存的保护	132
6.1.4	内存的扩充	132
6.2	存储管理方案	133
6.2.1	分区存储管理	133
6.2.2	页式存储管理	135
6.2.3	段式存储管理	137
6.2.4	段页式存储管理	139
6.3	虚拟存储管理	139
6.3.1	虚拟存储技术	139
6.3.2	页式虚拟存储器原理	140
6.4	Linux 的存储管理	143
6.4.1	x86 架构的内存访问机制	143
6.4.2	Linux 内存管理方案	145
6.4.3	进程地址空间的管理	146
6.4.4	内存空间的管理与分配	150
6.4.5	页面的交换	153
	习题	154

第 7 章 文件管理 /156

7.1	文件管理技术	156
7.1.1	文件与文件系统	156
7.1.2	文件的逻辑结构与存取方式	158
7.1.3	文件的物理结构与存储方式	159
7.1.4	文件的共享与保护	163
7.1.5	文件存储空间的管理	164
7.2	Linux 文件系统概述	165
7.2.1	Linux 文件系统的特点	165
7.2.2	Linux 文件系统的结构	165
7.3	Ext 文件系统	167
7.3.1	Ext 文件的结构	167
7.3.2	Ext 文件系统的磁盘布局	173
7.3.3	Ext 文件存储分配策略	178
7.4	虚拟文件系统	178
7.4.1	VFS 的对象	179
7.4.2	VFS 对象的关联结构	182
7.4.3	VFS 与进程的接口	182
7.4.4	VFS 的缓存机制	183

7.4.5	文件系统的注册、挂装与卸载	185
7.4.6	文件的操作	185
习题	186
第 8 章	设备管理 /188	
8.1	设备管理概述	188
8.1.1	设备管理的功能	188
8.1.2	设备的分类	189
8.1.3	设备与系统的接口	189
8.1.4	I/O 系统的硬件结构	192
8.1.5	I/O 系统的软件结构	193
8.2	设备管理的相关技术	194
8.2.1	中断技术	194
8.2.2	缓冲与缓存技术	196
8.2.3	DMA 技术	198
8.3	I/O 控制方式	199
8.3.1	程序 I/O 方式	200
8.3.2	中断 I/O 方式	200
8.3.3	DMA 方式	201
8.3.4	通道方式	201
8.4	设备的分配与调度	202
8.4.1	设备分配的基本方法	202
8.4.2	虚拟设备技术	203
8.5	设备的驱动	204
8.5.1	设备的驱动方式	204
8.5.2	驱动程序与中断处理程序	204
8.6	Linux 设备管理	205
8.6.1	Linux 设备管理综述	205
8.6.2	Linux I/O 系统的软件结构	207
8.6.3	Linux 的设备管理机制	208
8.6.4	字符设备的管理与驱动	209
8.6.5	块设备的管理与驱动	211
8.6.6	Linux 的中断处理	217
习题	219
第 9 章	操作系统接口 /220	
9.1	操作系统接口概述	220
9.1.1	作业与作业调度	220



9.1.2	操作系统的接口	221
9.1.3	Linux 系统的接口	222
9.2	Shell 命令接口	222
9.2.1	Shell 界面的组成	222
9.2.2	Shell 的功能	222
9.2.3	Shell 的版本	223
9.2.4	Shell 的工作流程与原理	224
9.3	X 图形窗口接口	225
9.3.1	X Window 系统概述	225
9.3.2	X 系统的体系结构与工作原理	226
9.3.3	X 图形界面的组成	228
9.3.4	X 系统的启动与停止	232
9.3.5	Linux 桌面系统简介	236
9.4	系统调用接口	241
9.4.1	系统调用接口概述	241
9.4.2	系统调用接口的组成	241
9.4.3	系统调用的分类	243
9.4.4	系统调用的执行过程	244
	习题	246

第 3 部分 应用篇

第 10 章 Shell 程序设计 /249

10.1	Shell 语言概述	249
10.1.1	Shell 语言的特点	249
10.1.2	Shell 程序	249
10.1.3	Shell 程序的建立与执行	250
10.2	Shell 特殊字符	251
10.2.1	通配符	251
10.2.2	输入/输出重定向与管道符	252
10.2.3	命令执行控制符	254
10.2.4	命令组合符	255
10.2.5	命令替换符	256
10.2.6	其他元字符	256
10.2.7	元字符的引用	256
10.3	Shell 变量	257
10.3.1	变量的定义与使用	257
10.3.2	变量的作用域	259



10.3.3	变量的分类	261
10.3.4	环境变量	261
10.3.5	特殊变量	264
10.4	Shell 表达式	268
10.4.1	数字运算表达式	268
10.4.2	逻辑测试表达式	269
10.5	Shell 控制结构	272
10.5.1	条件与条件命令	273
10.5.2	分支控制命令	273
10.5.3	循环控制命令	275
10.5.4	退出循环命令	277
10.5.5	退出命令	278
10.6	Shell 程序综合举例	278
	习题	282

第 11 章 Linux 系统管理 /284

11.1	系统管理概述	284
11.1.1	系统管理工作的内容	284
11.1.2	系统管理工具	284
11.1.3	root 的权威性与危险性	285
11.2	启动与关闭系统	285
11.2.1	Linux 系统的初始化机制	285
11.2.2	系统的启动与关闭操作	288
11.3	用户管理	289
11.3.1	用户管理概述	289
11.3.2	用户管理的相关文件	291
11.3.3	用户管理	293
11.3.4	用户组管理	296
11.4	文件系统维护	296
11.4.1	文件系统的目录结构	296
11.4.2	存储设备命名规则	298
11.4.3	划分磁盘分区	300
11.4.4	建立逻辑卷	301
11.4.5	建立文件系统	302
11.4.6	挂装文件系统	303
11.4.7	拆卸文件系统	305
11.4.8	修复文件系统	305
11.5	系统备份	305



11.5.1	备份策略	306
11.5.2	备份命令	306
11.6	系统监控	309
11.6.1	监视用户的登录	309
11.6.2	监控进程的运行	310
11.6.3	监视内存的使用	315
11.6.4	监视文件系统的使用	315
11.7	软件安装	317
11.7.1	软件的打包与安装	317
11.7.2	RPM 软件包管理工具	318
11.7.3	YUM 软件包管理工具	321
	习题	322

第 12 章 网络与通信应用 /323

12.1	TCP/IP 网络相关概念	323
12.1.1	TCP/IP 协议概述	323
12.1.2	IP 地址与域名	324
12.1.3	协议端口	325
12.1.4	客户/服务器软件模型	326
12.2	Linux 网络应用技术	327
12.2.1	网络测试	327
12.2.2	网络查询	329
12.2.3	远程执行命令	330
12.2.4	文件传输	332
12.2.5	即时通信	334
12.3	电子邮件	334
12.3.1	电子邮件的结构	335
12.3.2	电子邮件系统的工作原理	335
12.3.3	在 Linux 中使用邮件	337
	习题	339

附录 A Linux 系统的安装 /341

A.1	安装准备	340
A.1.1	获得安装介质	340
A.1.2	确定安装方式	340
A.2	在硬盘分区中安装 Linux 系统	341
A.2.1	安装前准备	341
A.2.2	安装过程	341



A. 2. 3	安装后设置	346
A. 3	在虚拟机中安装 Linux 系统	349
A. 3. 1	虚拟机技术简介	349
A. 3. 2	安装虚拟机软件	350
A. 3. 3	创建虚拟机	350
A. 3. 4	调整虚拟机设置	351
A. 3. 5	在虚拟机中安装和运行 Linux	352

附录 B Linux C 开发工具简介 /355

B. 1	Linux C 开发环境	355
B. 2	Make 工具介绍	357
B. 2. 1	makefile 文件	358
B. 2. 2	make 命令	360
B. 3	调试工具介绍	362
B. 3. 1	gdb 命令	362
B. 3. 2	gdb 的使用	364

参考文献 /371

第 1 部分

基 础 篇

使用计算机必然会接触操作系统。现代操作系统已经发展得十分成熟,使得一般用户都可以轻松地使用计算机。然而,对于要利用计算机进行专业开发和应用的用户来说,需要更深入地理解操作系统的原理和运行机制,这样才能更有效地利用计算机为自己的专业服务。

1.1 认识操作系统

1.1.1 操作系统的概念

计算机系统由硬件和软件两部分组成。硬件是组成一台计算机的各个部件,包括中央处理器(CPU)、内存和设备。软件包括系统软件和应用软件。软件的静态形式是存储在存储设备中的程序、数据和文档信息,其动态形式是运行于 CPU 和内存中的指令流。在计算机系统中,硬件与软件相互依赖:硬件提供了执行计算的能力,软件控制和使用硬件完成特定的计算任务。

从资源的角度看,计算机系统内的所有硬件以及存储设备中的信息都被看作为资源。计算机系统的用户和系统中运行的程序都是这些资源的使用者。计算机系统的资源分为 4 类,如图 1-1 所示。其中,CPU、内存和设备均为硬件资源,而文件则是信息资源。

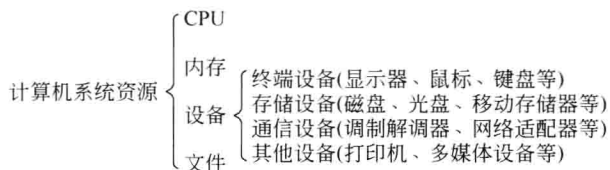


图 1-1 计算机系统的资源

计算机系统是一个十分复杂的系统,包含了数量庞大、种类繁多的资源,用户很难直接操作和管理这些资源。而对资源的调度或使用方法有任何不当都会直接影响系统效能的发挥。因此,如何有效地管理和使用系统资源是计算机系统设计的一个关键问题。目前的解决方案是用软件来完成全部资源的管理工作,这个软件就是操作系统。

操作系统(Operating System, OS)是计算机系统中最基本的软件。它直接管理和控制计算机的资源,合理地调度资源,使之得到充分的利用,并为用户使用这些资源提供一个方便的操作环境和良好的用户界面。