

全面、系统、深入探讨Linux环境C程序设计的核心技术与思想
高屋建筑，采用较高难度的复杂案例展示开源软件设计的思想



Linux 环境

C程序设计

徐诚 高莹婷 等编著



DVD-ROM

7小时多媒体语音视频讲解

另外赠送36.5小时Linux专题视频、Ubuntu安装文件

- ◎ 内容全面：涵盖Linux环境C编程的基础知识、高级技术与实践经验
- ◎ 融会贯通：将Linux系统开发技术、C/C++开发技术及软件工程思想结合起来讲解
- ◎ 内容深入：深入介绍GNOME桌面环境下的图形界面开发，代码达到可复用水平
- ◎ 重点突出：深入解析Linux调用函数功能，不用具备操作系统与Linux内核知识即可掌握
- ◎ 实践性强：全书贯穿近200个示例和近100个实例进行讲解，非常实用
- ◎ 案例经典：用较高难度的媒体播放器案例贯穿全书，并提供了大量的开发技巧
- ◎ 视频讲解：专门录制了7小时多媒体教学视频讲解书中的重点内容



Linux 典藏大系

ChinaUnix^{net}



Linux 环境

C程序设计

徐诚 高莹婷 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Linux 操作系统是一种类 UNIX 完整的操作系统,它不仅功能强大、运行稳定,而且用户可免费使用。本书由浅入深,循序渐进地讲授在 Linux 系统下使用 C 语言进行软件开发的方法。全书内容包括 Linux 的基本概念和操作方法、C 语言编程方法、D-BUS 和线程控制、网络协议和 LibCurl 网络编程、数据库 C 语言编程接口,以及 GTK+界面开发技术,并将许多实际程序开发案例贯穿在全书中。为了便于读者学习,本书引入实际应用开发中具有一定难度的项目——多媒体软件的开发,希望读者不但能掌握 Linux 系统 C 语言开发技术,而且还能获得先进的软件工程思想,具备与国际一流的软件工程师共同工作的能力。

本书附带 1 张 DVD 光盘,内容为专门为本书录制的 7 小时教学视频、本书涉及的源代码、Ubuntu 安装光盘的镜像文件和另外赠送的 36.5 小时 Linux 专题学习视频。

本书适合广大软件开发人员、开源软件爱好者和大中专院校学生阅读,尤其适合有一定 C 语言编程技术的人员使用。

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 环境 C 程序设计 / 徐诚等编著. —北京:清华大学出版社, 2010.1

(Linux 典藏大系)

ISBN 978-7-302-20640-8

I. L… II. 徐… III. ①Linux 操作系统-程序设计②C 语言-程序设计 IV. TP316.89 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 123317 号

责任编辑:夏兆彦

责任校对:徐俊伟

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:39.25 字 数:977 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2010 年 1 月第 1 版

印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:69.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:034383-01

前 言

Linux 系统基于开源软件思想所产生，而且促进了开源软件技术的发展，这种先进的软件设计思想引领着全球软件业的变革，为软件技术的发展带来了强劲的动力。随着 Linux 系统的发展和广泛应用，今天的 Linux 系统已经占据了绝大多数嵌入式系统和 PC 服务器的市场份额，其桌面系统的普及率也逐年上升。越来越多的开发者希望了解 Linux 系统开发技术，特别是基于 Linux 系统上最流行的 C 语言开发技术。

为了方便广大读者学习，我们花了近一年时间编撰了这本教程，全面介绍了 Linux 系统上 C 语言开发技术。本书由浅入深，适合各个水平阶段的读者学习。同时我们将 Linux 所依存的开源软件思想介绍给读者，并将其与当前流行的软件工程思想结合，通过案例贯穿于全书。力求使读者学习完本书后，不但能掌握开发技术，还能获得与国际一流的软件工程师共同工作的能力。

作者一直从事技术研究，曾经为《程序员》、《电脑报》和 CSDN 社区翻译和编撰了很多相关的技术文章，但觉得独立的文章对普通读者帮助不大，所以特写本书，希望将自己的经验和更多的读者分享。

本书特点

1. 配视频讲解光盘

为了让读者更加快速、直观地学习本书内容，作者专门为本书录制了大量多媒体语音视频进行讲解。读者可以结合视频讲解更高效地学习，学习效果更好。

2. 循序渐进，由浅入深

为了方便读者学习，本书首先让读者了解 Linux，并掌握 Linux 系统开发思想和所需工具及组件。读者在掌握工具的基础上，逐渐学习如何在 Linux 系统下进行 C 语言开发。从而读者可以边学习，边动手，更快地掌握 Linux 系统下进行 C 语言开发各种知识。

3. 技术全面，剖析思想根源

抛开开源思想来研究 Linux 开发技术是徒劳的，开发者仅仅只能掌握表面的开发技术，而不能获得提高软件开发效率与项目成功率的科学方法。我们花费 3 个多月的时间进行前期准备，更新统计了大量的技术信息，并与实际项目开发经验结合，将 Linux 系统开发技术、C/C++ 语言开发技术、软件工程思想融会贯通，将本书撰写成思想和内容都极其丰富的计算机教程。

4. 深入剖析难度案例

本书选择了一些比较难的软件项目作为案例分析，并贯穿全书逐步实现。这些案例包含当前流行的开发技术，并实践了先进的软件设计思想。读者通过学习和实践本书，不但能掌握开发技术，还能获得与国际一流的软件工程师共同工作的能力。

本书内容

第1章：介绍Linux系统的基本概念和安装方法，Linux系统是一个开放的操作系统，理解了GNU项目后可快捷的开发各种软件。在学习的同时，读者可根据自身需要安装Linux操作系统，为实践各种开发技能打好基础。

第2章：详细说明Linux系统的基本操作，其中包括如何登录Linux系统、shell的基本命令和作为shell接口实现形式的控制台与终端。另外本章还介绍了Linux的文件与目录，简单讲解了Linux系统输入与输出的概念。

第3章：讲解Linux系统下编译C和C++语言的编译器GCC和G++的基本概念及操作。介绍怎样与文本编辑器vi的结合，组成最简单的程序开发环境。并通过程序和进程的概念，GCC和G++编译器的设计标准，使读者在深入学习C语言时，正确认识ANSI C标准，避免程序错误的产生。本章的最后介绍GDB调试器，读者还需要在此后的学习中不断摸索该工具的操作方法。

第4章：介绍一些高级的文本编辑器和集成开发环境，读者在学习后面的章节时，可使用集成开发环境编辑和运行程序，在实际操作中积累经验。

第5章：详细介绍C语言的基础知识以及GNU项目为C语言开发提供的丰富的工具，同时引入流程图的概念，流程图能将任何复杂的程序抽象为程序员间通用的符号语言。另外，本章还介绍了算法的概念和软件工程知识，将程序设计和软件开发作为一门工程学对待。为了让读者能体验Linux系统上程序开发的过程，本章最后部分引入一个媒体播放器项目。该项目贯穿全书，逐步实现，帮助读者检验学习成果。

第6章：介绍C语言的基本组成部分。数据类型、运算符和表达式构成了C语言的语法，是熟悉和掌握这些信息是学习C语言的必经之路。

第7章：介绍C语言基本的输入和输出函数、条件控制语句和循环控制语句，通过举例说明这些基本语句的用法，描述出程序的基本结构。从本章开始，将介绍如何设计一个媒体播放器程序，这一课题让初学者望而生畏，但后面章节会根据所学的内容逐步实现该程序，读者也可以先下载Totem电影播放机源代码进行初步的分析，以提高源代码阅读能力。

第8章：主要对C语言中数组和指针的用法进行阐述，数组和指针都是C语言学习的难点，同时也是最能体现C语言功能强大的地方。本章虽不能完全涵盖这些内容，但将在实例程序中对这些问题深入探讨。

第9、10章：具体说明C语言的函数、函数的设计方法及工作原理、字符串处理的各种函数和内存处理函数。

第11章：详细阐述复合数据类型，利用复合数据类型，可设计出队列、链表、堆栈等动态数据结构。

第 12 章：说明 C++ 语言的面向对象程序设计思想和一些新的特性，虽然 C++ 语言并不是本书的重点，但在 Linux 系统程序设计中，特别是 GTK+ 图形化程序设计，使用了大量与面向对象编程有关的思想，学习 C++ 语言对理解这些新的编程思想有极大的帮助。

第 13 章：主要讲解通过系统调用方式实现的各种文件操作，正确地认识文件概念是掌握 Linux 系统文件操作编程的基础。

第 14 章：以普通文件为例讲解了文件 I/O 操作的各种函数，这一用法是文件 I/O 操作的重点。

第 15 章：阐述进程的基本概念和基本操作方法，讲解与进程操作有关的 Linux 系统调用函数。

第 16 章：本章讲解进程间通信的机制和以管道方式进行进程间通信的相关系统调用函数，同时也介绍基于 D-BUS 消息总线系统实现更为简单方便地进程间通信方式。

第 17 章：说明线程的概念和 POSIX 线程库，除此以外 Linux 还有很多线程的实现形式，每种形式都有其优点和缺点，有的甚至并不完全与 POSIX 标准相兼容。

第 18 章：介绍计算机网络的相关概念，以及使用套接字进行网络间通信的方法及具体适用范围。

第 19 章：阐述函数库实现各种网络应用的方法，并不仅只注意这些函数库的细节，而是希望读者能够通过本章的学习掌握选择函数库和使用函数库的能力。

第 20、21 章：介绍数据库的概念和通过接口访问数据库的方法，以及常用的数据库接口和通过网络连接数据库的方法。

第 22、23、24 章：介绍 Linux 系统的桌面环境和相关的函数库，GTK+ 的常用界面构件和使用界面构件编程的基本方法以及界面布局的基本概念和 GTK+ 界面布局的方法。

第 25 章：详细讲解 GTK+ 信号与事件处理方法和常用的信号与事件。

第 26 章：介绍使用 Glade 设计程序界面的方法，以及使用 libglade 函数库在 C 语言代码中进行代码联编的方法。

第 27 章：通过媒体播放器项目的实例讲解，梳理前面所讲述的知识点，阐述如何利用一个严格的项目管理制度对项目进行规划，并补充媒体播放器未实现的功能，突出实际应用中的各种编程技巧。

适合的读者

- ☐ 软件开发从业人员；
- ☐ 开源软件开发爱好者；
- ☐ 大中专院校计算机及相关专业的学生；
- ☐ 社会培训学生。

本书作者及编委会成员

本书由徐诚、高莹婷主笔编写，其他参与编写和资料整理的人员有武冬、鄧晓娜、孙美芹、卫丽行、尹翠翠、蔡继文、陈晓宇、迟剑、邓薇、郭利魁、金贞姬、李敬才、李萍、

刘敬、陈慧、刘艳飞、吕博、全哲、余勇、宋学江、王浩、王康、王楠、杨宗芳、张严虎、周玉、张平、张靖波。在此一并表示感谢！

本书编委会成员有欧振旭、陈杰、陈冠军、项宇峰、张帆、陈刚、程彩红、毛红娟、聂庆亮、王志娟、武文娟、颜盟盟、姚志娟、尹继平、张昆、张薛。

虽然我们对书中所述的内容都尽量予以核实，并多次进行文字校对，但因时间所限，可能还存在疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 篇 Linux 基础

第 1 章 Linux 系统概述和安装	2
1.1 引言	2
1.1.1 GNU 项目简介	2
1.1.2 Linux 起源	2
1.1.3 Linux 发展现状	3
1.1.4 免费软件与开源软件	4
1.2 Linux 内核与版本	4
1.2.1 Linux 内核介绍	4
1.2.2 Linux 所支持的硬件平台	5
1.2.3 常用 Linux 版本	5
1.3 系统安装	6
1.3.1 安装前准备	7
1.3.2 系统需求	7
1.3.3 硬盘分区	7
1.3.4 图形方式安装 Linux	8
1.3.5 升级最新内核	16
1.3.6 安装中文支持	16
1.4 小结	16
第 2 章 Linux 基本操作	17
2.1 登录	17
2.1.1 shell 程序	17
2.1.2 控制台	17
2.1.3 终端	18
2.2 文件和目录	18
2.2.1 文件系统	19
2.2.2 文件名	20
2.2.3 路径名	20
2.2.4 工作目录	21

2.2.5	起始目录	21
2.3	输入和输出	21
2.3.1	文件描述符	21
2.3.2	标准输入、标准输出和标准错误	21
2.3.3	标准输入输出函数	22
2.4	小结	22
第 3 章	Linux GCC/G++编译器与调试器	23
3.1	GCC/G++编译器	23
3.1.1	GCC/G++编译器安装	23
3.1.2	GCC/G++编译命令	23
3.1.3	GCC/G++编译选项	24
3.1.4	GCC/G++编译器执行过程	24
3.2	程序和进程	25
3.2.1	程序	25
3.2.2	进程和 PID	25
3.3	ANSI C 标准	25
3.3.1	函数原型	26
3.3.2	类属指针	26
3.3.3	原始系统数据类型	26
3.4	编译 hello world	26
3.4.1	使用 VI 编写源代码	27
3.4.2	程序的编译与连接	27
3.4.3	使用终端运行程序	28
3.5	GDB 调试器	28
3.5.1	GDB 调试器概述	28
3.5.2	GDB 调试器安装	28
3.5.3	GDB 常用调试命令	29
3.5.4	在 GDB 下运行程序	29
3.5.5	检查数据	29
3.6	小结	30
第 4 章	Linux 开发环境	31
4.1	文本编辑工具	31
4.1.1	VIM 使用方法	31
4.1.2	Emacs 使用方法	32
4.2	集成开发环境	33
4.2.1	Eclipse 介绍	33
4.2.2	Kdevelop 介绍	33
4.3	使用 Eclipse 开发 C/C++语言程序	34
4.3.1	安装与配置 Eclipse	34

4.3.2	Eclipse 界面	34
4.3.3	编译与运行源代码	35
4.3.4	Debug 源代码	36
4.4	小结	37

第 2 篇 C/C++语言基础

第 5 章	C 语言编程基础	40
5.1	程序设计语言的发展	40
5.1.1	机器语言	40
5.1.2	汇编语言	40
5.1.3	高级语言	40
5.2	C 语言的特点	41
5.2.1	C 语言是中级语言	41
5.2.2	C 语言是结构化语言	42
5.2.3	C 语言是程序员的语言	42
5.3	C 语言的程序结构	42
5.3.1	基本程序结构	43
5.3.2	函数库和链接	44
5.3.3	开发一个 C 语言程序	45
5.3.4	C 语言的关键字	45
5.4	算法	46
5.4.1	流程图与算法的结构化描述	46
5.4.2	用 N-S 图描述算法	48
5.4.3	用 PAD 图描述算法	48
5.5	软件工程概览	48
5.5.1	认识软件工程	48
5.5.2	瀑布模型及其改进	50
5.5.3	迭代发布模型	50
5.5.4	朴素软件工程思想	51
5.6	小结	52
第 6 章	数据类型、运算符和表达式	53
6.1	C 语言的数据类型	53
6.1.1	基本类型的字长与范围	53
6.1.2	聚合类型与修饰符	54
6.2	常量与变量	55
6.2.1	标识符命名	55
6.2.2	常量	55

6.2.3	变量	56
6.3	整型数据	56
6.3.1	整型常量	57
6.3.2	整型变量	57
6.4	浮点型数据	58
6.4.1	浮点型常量	58
6.4.2	浮点型变量	58
6.5	字符型数据	58
6.5.1	字符常量	59
6.5.2	字符串常量	59
6.5.3	转义字符	59
6.5.4	符号常量	60
6.5.5	字符变量	60
6.6	运算符	61
6.6.1	算术运算符	61
6.6.2	自增和自减	61
6.6.3	关系和逻辑运算符	62
6.6.4	位操作符	63
6.6.5	问号操作符	63
6.6.6	逗号操作符	64
6.6.7	优先级	64
6.7	表达式	65
6.7.1	表达式中的类型转换	65
6.7.2	构成符 cast	65
6.7.3	空格与括号	65
6.7.4	C 语言中的简写形式	66
6.8	C 语言的预处理命令	66
6.8.1	宏替换命令	66
6.8.2	终止编译命令	67
6.8.3	文件包含命令	67
6.8.4	条件编译命令	68
6.8.5	修改行号命令	69
6.8.6	编译指示命令	70
6.8.7	预定义的宏名	70
6.8.8	注释	71
6.9	小结	71
第 7 章	程序控制结构	72
7.1	程序的 3 种基本结构	72
7.2	数据的输入与输出	72

7.2.1	scanf()函数	72
7.2.2	printf()函数	74
7.2.3	getchar()函数与 putchar()函数	75
7.3	条件控制语句	76
7.3.1	if 语句	76
7.3.2	switch 语句	77
7.4	循环控制语句	78
7.4.1	while 语句	78
7.4.2	do-while 语句	79
7.4.3	for 语句	80
7.4.4	break 与 continue 语句	80
7.5	媒体播放器——建立程序结构	81
7.5.1	编写伪代码	82
7.5.2	建立媒体播放器程序结构	82
7.6	小结	85
第 8 章	数组与指针	86
8.1	一维数组	86
8.1.1	一维数组的一般形式	86
8.1.2	字符串使用的一维数组	88
8.2	二维数组	89
8.2.1	二维数组的一般形式	89
8.2.2	二维字符串数组	89
8.3	多维数组	90
8.4	指针与指针变量	91
8.5	指针变量的定义与引用	92
8.5.1	指针变量的定义	92
8.5.2	指针变量的引用	93
8.6	指针与数组	94
8.6.1	指针与一维数组	94
8.6.2	指针与二维数组	95
8.6.3	指针与字符串数组	96
8.7	指针的地址分配	96
8.8	指针数组	97
8.9	指向指针的指针	97
8.10	媒体播放器——建立播放列表	98
8.10.1	建立一个播放列表	98
8.10.2	对播放列表排序	103
8.11	小结	104

第9章 函数	105
9.1 函数说明与返回值	105
9.1.1 函数的类型说明	105
9.1.2 返回语句	106
9.2 函数的作用域规则	107
9.2.1 局部变量	107
9.2.2 全局变量	108
9.2.3 动态存储变量	109
9.2.4 静态存储变量	110
9.3 函数的调用与参数	110
9.3.1 形式参数与实际参数	110
9.3.2 赋值调用与引用调用	111
9.4 递归	111
9.5 实现问题	112
9.5.1 参数和通用函数	113
9.5.2 效率	113
9.6 函数库和文件	113
9.6.1 程序文件的大小	114
9.6.2 分类组织文件	114
9.6.3 函数库	115
9.7 main()函数的参数	116
9.8 媒体播放器——建立核心控制模块	117
9.8.1 通过函数传递参数	117
9.8.2 建立媒体播放器核心控制模块	120
9.9 小结	124
第10章 字符及字符串处理	125
10.1 字符编码	125
10.1.1 ASCII 编码	125
10.1.2 Unicode 编码	126
10.2 字符处理库	126
10.3 字符串转换函数	127
10.4 字符串处理函数	129
10.5 字符串比较函数	130
10.6 字符串查找函数	131
10.7 字符串内存函数	132
10.8 字符串其他函数	134
10.9 媒体播放器——实现播放列表检索功能	134
10.9.1 对播放列表中整个字符串进行排序	134
10.9.2 在播放列表中查找字符串	135

10.10 小结	140
第 11 章 结构体与共用体	141
11.1 结构体类型变量的定义和引用	141
11.1.1 结构体类型变量的定义	141
11.1.2 结构体类型变量的引用	142
11.1.3 结构体类型变量的初始化	143
11.2 结构体数组的定义和引用	144
11.3 结构体指针的定义和引用	144
11.3.1 指向结构体类型变量的使用	145
11.3.2 指向结构体类型数组的指针的使用	145
11.4 共用体	146
11.4.1 共用体的定义	146
11.4.2 共用体变量的引用	147
11.5 媒体播放器——建立媒体库	148
11.5.1 设计媒体库中的数据结构	148
11.5.2 媒体库的基本操作	151
11.5.3 添加文件到媒体库	153
11.5.4 在媒体库中查找文件	155
11.5.5 从媒体库删除选定文件	157
11.5.6 从媒体库删除所有文件	158
11.6 小结	158
第 12 章 C++语言编程基础	159
12.1 类和数据抽象	159
12.1.1 用类实现数据抽象	159
12.1.2 类作用域和访问类成员	161
12.1.3 从实现中分离接口	161
12.1.4 控制访问成员	162
12.1.5 构造函数和析构函数	162
12.1.6 const 对象和 const 成员函数	163
12.1.7 friend 对象和 friend 类	163
12.1.8 this 指针	165
12.1.9 动态内存分配	165
12.1.10 static 类成员	165
12.2 C++特性	166
12.2.1 运算符重载	166
12.2.2 继承	167
12.2.3 虚拟函数和多态性	168
12.2.4 流输入与输出	169
12.2.5 模板	169

12.2.6 异常处理	170
12.3 小结	170

第 3 篇 Linux 系统编程

第 13 章 文件操作	172
13.1 文件属性与权限	172
13.1.1 文件属性	172
13.1.2 文件权限	173
13.1.3 管理文件权限	173
13.2 文件管理	174
13.2.1 系统调用原理	174
13.2.2 打开文件、新建文件和关闭文件操作	174
13.2.3 文件状态和属性操作	177
13.2.4 目录操作	179
13.2.5 删除目录或文件操作	181
13.2.6 错误处理	182
13.3 媒体播放器——增强媒体库功能	182
13.3.1 添加目录到媒体库	183
13.3.2 搜索本地磁盘中所有媒体文件	184
13.4 小结	184
第 14 章 文件 I/O 操作	185
14.1 非缓冲文件操作	185
14.1.1 使用 read() 读取文件	185
14.1.2 使用 write() 写入文件	186
14.1.3 随机读写文件	187
14.2 缓冲文件操作	188
14.2.1 打开与关闭文件流	188
14.2.2 读取与写入文件流	189
14.2.3 文件流的格式化输入与输出	191
14.2.4 文件流的定位操作	192
14.2.5 文件流操作的其他函数	193
14.2.6 文件流操作的错误处理	193
14.3 媒体播放器——完善播放列表	194
14.3.1 读取播放列表文件	194
14.3.2 将播放列表保存为文件	196
14.4 小结	197

第 15 章 进程控制	198
15.1 进程的基本概念	198
15.1.1 进程状态和状态转换	199
15.1.2 进程控制	201
15.1.3 进程调度	202
15.2 进程基本操作	202
15.2.1 fork 系统调用	202
15.2.2 exec 系统调用	204
15.2.3 exit 系统调用	205
15.2.4 wait 系统调用	206
15.2.5 sleep 函数调用	207
15.3 进程的特殊操作	207
15.3.1 获得进程 ID	207
15.3.2 setuid 和 setgid 系统调用	208
15.3.3 setpgrp 和 setpgid 系统调用	208
15.3.4 chdir 系统调用	209
15.3.5 chroot 系统调用	209
15.3.6 nice 系统调用	209
15.4 小结	209
第 16 章 进程间通信	210
16.1 进程间使用管道通信	210
16.1.1 pipe 系统调用	211
16.1.2 dup 系统调用	212
16.2 进程间使用 D-Bus 通信	213
16.2.1 D-Bus 的基本概念	213
16.2.2 D-Bus 的用例	214
16.3 媒体播放器——完善退出和音量控制功能	217
16.3.1 媒体播放器在桌面环境退出时响应	217
16.3.2 调整系统音量	218
16.4 小结	220
第 17 章 线程控制	221
17.1 线程基本概念	221
17.2 线程的实现	221
17.2.1 用户态线程	222
17.2.2 内核态线程	222
17.3 POSIX 线程库	222
17.3.1 创建线程	222
17.3.2 结束线程	223
17.4 同步	226

17.4.1 用信号量进行同步	226
17.4.2 用互斥量进行同步	228
17.5 取消线程	230
17.6 多线程的实现	231
17.7 小结	233

第 4 篇 Linux 网络编程与数据库编程

第 18 章 网络编程基础	236
18.1 计算机网络组成	236
18.1.1 网络结构	236
18.1.2 OSI 参考模型	238
18.1.3 TCP/IP 参考模型	238
18.2 TCP/IP 协议	240
18.2.1 IP 协议与 Internet	240
18.2.2 IP 互联网协议地址	241
18.2.3 TCP 协议	242
18.2.4 UDP 协议	243
18.3 Socket 套接字	244
18.3.1 Socket 套接字简介	244
18.3.2 创建套接字	245
18.3.3 套接字地址	246
18.3.4 套接字的名称	247
18.3.5 创建套接字队列	247
18.3.6 接受连接	248
18.3.7 请求连接	248
18.3.8 关闭连接	249
18.3.9 套接字通信	249
18.4 网络通信	251
18.4.1 查询主机名称	251
18.4.2 Internet 守护进程	253
18.5 小结	254
第 19 章 网络编程函数库	255
19.1 HTTP 与 FTP 函数库	255
19.1.1 libcurl 函数库简介	255
19.1.2 libcurl 中的主要函数	256
19.1.3 使用 libcurl 实现简单的 HTTP 访问	258
19.2 SMTP、POP 与 IMAP 函数库	259
19.2.1 使用 libESMTP 函数库实现电子邮件发送	260