

LINUX

- ❖ 从Linux编程的基础讲起，引导读者快速入门
- ❖ 全面细致讲解Linux编程的核心技术
- ❖ 实例丰富、代码分析详尽



编程技术 详解

杜华 编著



Linux



附源代码光盘

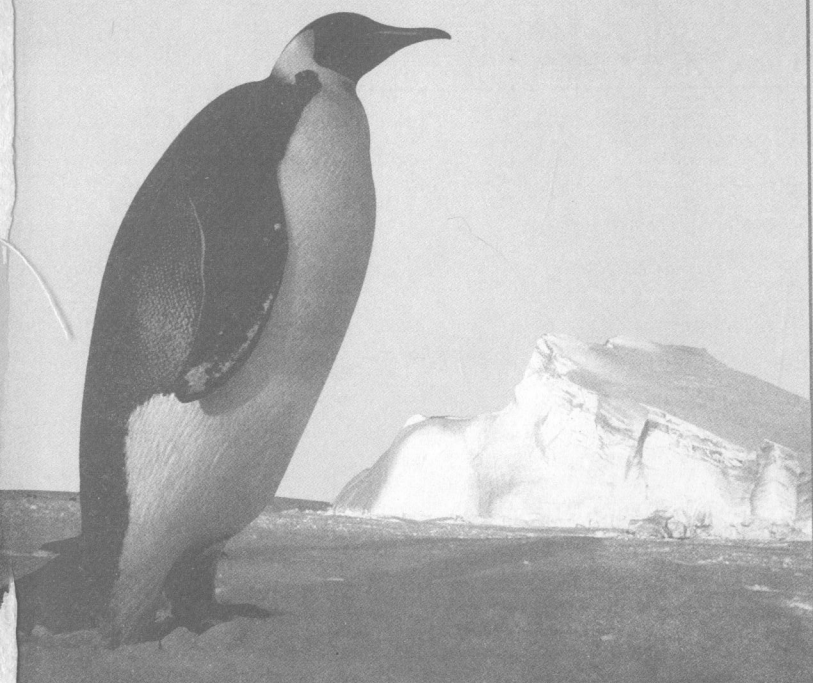
 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

LINUX

编程技术 详解

杜华 编著

Linux



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

Linux 编程技术详解 / 杜华编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.11
ISBN 978-7-115-16679-1

I. L… II. 杜… III. Linux 操作系统—程序设计 IV. TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 124333 号

内 容 提 要

本书全面介绍了 Linux 编程相关的知识, 内容涵盖 Linux 基本知识、如何建立 Linux 开发环境、Linux 开发工具、Linux 文件系统、文件 I/O 操作、设备文件、进程与进程环境、守护进程、基本进程间通信方法、管道与命名管道、POSIX IPC、Linux 下的多线程、Linux 网络编程、网络嗅探器、Linux 图形界面开发基础、GTK+ 图形界面编程、界面布局与按钮构件、GTK 常用构件、对话框、菜单与工具条等。

本书力求以全面的内容及丰富的实例来指导读者了解和掌握 Linux 编程的方方面面, 书中提供了大量的实例, 使读者加深对于所介绍知识的理解, 这些实例对于实际的项目开发同样有很强的参考价值。

本书通俗易懂, 适合 Linux 编程的初学者、Linux 程序员以及高校计算机相关专业的师生参考使用。

Linux 编程技术详解

◆ 编 著 杜 华

责任编辑 黄 焱

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 33.5

字数: 789 千字

印数: 1—5 000 册

2007 年 11 月第 1 版

2007 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16679-1/TP

定价: 59.00 元(附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

前 言

近年来,随着 Linux 系统功能越来越强大, Linux 系统已经逐渐占领原有的 UNIX 服务器市场,企业需要大量的 Linux 程序开发人员。本书正是针对这一需求而编写的,是一本 Linux 系统下程序开发的入门书籍。

本书试图帮助读者接触并进入 Linux 奇妙的编程世界。即使没有任何的 Linux 使用经验,只要您对 C 或 C++编程有所了解(书中前几章的例程使用 C++语言编写),就可以轻松地学习 Linux 系统下的程序开发。

本书有什么与众不同之处

考虑到初学者对 Linux 系统的接受程度,本书用了一定的篇幅来介绍 Linux 系统开发环境的搭建以及如何使用虚拟机在 Windows 平台上实现 Linux 开发,使初学者可以在熟悉的 Windows 环境里较快地了解 Linux 平台上的软件开发流程。

为了使读者加深对系统调用和函数的理解,本书中对这些函数都给出了详细的实例。通过实际的代码,使读者尽快熟悉函数的功能和使用方法。

本书在选择实例时,特别针对同一个问题使用不同的方法来解决,让读者对比不同解决方法,加深对知识的理解。本书条理清楚,章节按照 Linux 编程的几大部分来进行划分,读者可以轻松地阅读其中的任意章节。

本书的主要内容

本书主要包括以下的内容。

第 1 章介绍了 Linux 系统的一些基本知识,涉及 Linux 的历史、Linux 与 UNIX 的关系、Linux 所遵循的 POSIX 标准及 Linux Standard Base 项目等。

第 2 章介绍了 Linux 系统的开发环境、主流的 Linux 版本(如 Fedora Core 6 和 Ubuntu)的安装,同时,还介绍了虚拟机的相关内容。

第 3 章介绍了 Linux 系统中的一些开发工具的使用。本章介绍了 Linux 系统中的文本编辑器和常用的源代码阅读工具,并对 GNU GCC、GNU Make 和调试工具的使用进行了简单介绍。

第 4 章介绍了 Linux 的文件系统,主要涉及对文件和目录的操作。

第 5 章主要介绍了 Linux 系统文件 I/O 的相关知识。

第 6 章介绍了 Linux 系统中设备文件的相关操作。首先介绍了设备文件的基本知识,然后介绍了 Linux 系统中终端设备控制和串口通信的具体实现,最后介绍了如何在 Linux 系统中实现对音频设备的控制。

第 7 章主要介绍了 Linux 系统的进程与进程环境的相关知识。首先,介绍了进程的分类



和进程的基本知识，然后介绍了 Linux 系统中与进程相关的系统调用，最后介绍了僵尸进程的概念以及如何清除僵尸进程。

第 8 章介绍了守护进程的相关知识。首先介绍了守护进程的创建以及如何在守护进程中实现日志功能，然后给出一个综合的实例，使读者加深理解。

第 9 章介绍了进程间通信的基本方法，介绍了 Linux 系统中信号的知识，并通过用户邮件自动检测这一综合实例，说明在程序中如何捕获信号，并实现对应的处理。

第 10 章介绍了管道和命名管道，详细介绍了管道与命名管道的使用，并给出了使用管道实现 Shell 重定向的实例，使读者加深对管道的理解。

第 11 章介绍了 POSIX IPC 的基本知识。POSIX IPC 中定义了消息队列、信号量和共享内存 3 种进程间的通信方式，为了使读者加深理解，每节都给出了具体的使用实例。

第 12 章介绍了 Linux 多线程编程的基本知识。首先介绍了线程的基本概念，然后介绍了在 Linux 系统中如何创建线程及退出线程，并简单介绍了线程管理和修改线程属性的相关知识，最后介绍了如何实现线程同步以及如何使用互斥锁。

第 13 章介绍了 Linux 的网络编程。首先介绍了使用套接字编程的基本知识，然后介绍了面向连接的套接字通信和面向无连接的套接字通信，最后讲解了如何使用 `select` 函数实现对多路网络通信的监听。

第 14 章介绍了网络嗅探器的实现。首先介绍了嗅探器工作的基本原理，然后通过对 Wireshark (Ethereal) 使用的介绍，让读者对嗅探器有个初步的印象，最后介绍了 `libpcap` 开发包的使用。

第 15 章介绍了 Linux 图形界面开发的基本知识。首先简单地介绍了 X Window 的基本知识，然后讲解了 Linux 的桌面环境 KDE 和 GNOME 的不同，最后讲解了 Linux 系统下的图形开发包 GTK+ 的安装方法。

第 16 章介绍了 GTK+ 图形界面编程的基本知识。首先给出了一个简单的图形界面程序，然后通过逐步完善，从而引出了 GTK+ 中的信号和事件，最后介绍了如何在程序中添加对事件和信号的处理。

第 17 章介绍了如何使用 GTK+ 实现图形界面的布局以及按钮构件的使用。

第 18 章介绍了 GTK+ 中的常用构件，涉及标签构件、列表构件、编辑构件、组合框构件、框架构件、进度条构件等。

第 19 章介绍了 Linux 系统中对话框的使用。

第 20 章介绍了菜单和工具条的使用。

第 21 章是综合实例部分，实现了一个 `ping` 程序。首先介绍了 `ping` 程序中的反馈信息和 ICMP 协议，然后介绍了 `ping` 程序的基本原理及其具体实现。

本书作者

本书由杜华组织编写，邱哲和张昊对本书的编写给予了大力支持，同时参与编写、资料整理和代码编写的有张金霞、陈冠军、刘冠军、罗思红、孙飞、王朋章、王石磊、王新平、文奇、吴琪、席国庆、谢超文、臧勇、张国强、张家春、郭玉敏、贺道权、胡斯登、江成海、姜海峰、李峥、利建昌、栗菊民、刘波等，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，加之水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。本书责任编辑的联系方法是 huangyan@ptpress.com.cn，欢迎来信交流。

编 者
2007 年 8 月

目 录

第 1 章 Linux 基本知识	1
1.1 Linux 系统概述	2
1.1.1 Linux 的发展历史	2
1.1.2 Linux 与 UNIX 的关系	2
1.1.3 Linux 的发音	3
1.2 POSIX 标准与 Linux Standard Base	3
1.2.1 POSIX 标准	3
1.2.2 Linux Standard Base	3
1.3 GNU 和 GNU 通用公共许可证 (GPL)	4
1.3.1 GNU 介绍	4
1.3.2 GNU 通用公共许可证 (GPL)	4
1.4 内核就是 Linux	4
1.5 文件系统分级结构标准 (FHS)	5
1.5.1 FHS 简介	5
1.5.2 Linux 目录结构	5
1.6 Linux 系统结构	6
1.7 小结	7
第 2 章 Linux 开发环境	9
2.1 Linux 发行版本介绍	10
2.2 Linux 的文件系统	11
2.3 Linux 的 LiveCD	12
2.4 Fedora Core 6 的安装	12
2.4.1 为 Linux 系统预留磁盘空间	13
2.4.2 选择 Fedora Core 的系统语言	14
2.4.3 为 Fedora Core 划分磁盘分区	15
2.4.4 安装 GRUB 菜单并设置网络环境	16
2.4.5 设置时区并定制安装软件	16
2.5 Ubuntu Desktop 6.10 的安装	18
2.5.1 选择系统默认语言并设置时区	18
2.5.2 添加用户并设置磁盘分区	20

2.5.3	完成系统安装	21
2.6	虚拟机简介与 VMware 的安装	22
2.6.1	VMware 简介	23
2.6.2	Virtual PC 介绍	23
2.6.3	Xen 介绍	24
2.6.4	Linux 平台下 VMware WorkStation 的安装	24
2.7	在 VMware WorkStation 中安装 Linux 系统	30
2.7.1	创建虚拟系统文件	30
2.7.2	配置虚拟系统的硬件环境	32
2.7.3	在虚拟系统中安装 Linux 系统	34
2.7.4	向 VMware 虚拟机添加新硬件	35
2.7.5	在 Linux 中使用新添加的硬件	37
2.8	远程连接 Linux 服务器	40
2.8.1	商业软件开发中的代码控制模式	40
2.8.2	SSH 服务介绍	41
2.8.3	使用 PuTTY 登录 SSH 服务器	42
2.8.4	开放 X Window 远程访问服务	43
2.8.5	在 Window 系统中登录 Linux 图形用户界面	44
2.9	包管理工具 Yum 与 APT	45
2.9.1	Yum 介绍	46
2.9.2	APT 介绍	46
2.9.3	使用 APT 配置开发环境	46
2.10	小结	47
第 3 章	Linux 开发工具	49
3.1	文本编辑器: Vi	50
3.1.1	Vi 编辑器的工作模式	50
3.1.2	Vi 编辑器的基本操作	50
3.1.3	进入插入模式	51
3.1.4	末行模式下的常用命令	52
3.1.5	删除命令	52
3.1.6	搜索及替换命令	52
3.1.7	Vi 加密文件	53
3.1.8	在 Vi 中打开语法加亮和启用自动缩进功能	53
3.2	文本编辑器: Emacs	54
3.2.1	启动和退出 Emacs	54
3.2.2	Emacs 的基本编辑命令	54
3.3	源代码阅读工具: Source Insight	55

3.3.1 在 Windows 平台上的使用	55
3.3.2 在 Linux 平台上的使用	57
3.4 源代码阅读工具: Vim+Taglist+Ctags	57
3.4.1 Taglist 和 Ctags 介绍	57
3.4.2 安装 Tag List 和 Ctags	57
3.4.3 使用 Vim+Taglist+Ctags 阅读代码	60
3.5 源代码阅读工具: Vim+Cscope	62
3.5.1 Cscope 的安装	62
3.5.2 Cscope 的使用	64
3.5.3 Vim+Cscope 的使用	65
3.5.4 Vim+Cscope 阅读代码实例	67
3.6 源代码阅读工具: SlickEdit	68
3.6.1 安装 SlickEdit	68
3.6.2 SlickEdit 的使用	69
3.7 基于 Web 的源代码阅读工具: Linux Cross-Reference	70
3.8 Linux 下的 C/C++ 编译器	71
3.8.1 编译器基础	71
3.8.2 GNU GCC 介绍	71
3.8.3 使用 GCC 编译 C 代码	72
3.8.4 使用 GCC 编译 C++ 代码	73
3.8.5 使用 GCC 控制编译过程	74
3.9 应用 GNU Make 实现项目管理	76
3.9.1 GNU Make 介绍	76
3.9.2 简单 makefile 示例	77
3.9.3 makefile 的语法	78
3.9.4 Make 工作流程	80
3.9.5 makefile 的隐含规则	82
3.9.6 makefile 的模式规则	84
3.10 Linux 下的调试工具	84
3.10.1 GDB 介绍	84
3.10.2 使用 GDB 调试简单的用户程序	85
3.10.3 GDB 常用命令	92
3.10.4 可视化 DDD 调试工具介绍	97
3.10.5 DDD 的安装	98
3.10.6 使用 DDD 调试无运行参数的程序	99
3.10.7 使用 DDD 调试带运行参数的程序	101
3.10.8 GDB 远程调试	102
3.11 小结	103



第4章 Linux 文件和目录	105
4.1 Linux 目录	106
4.1.1 Linux 目录的基本概念与设备挂载	106
4.1.2 虚拟文件系统介绍	106
4.1.3 getcwd 函数——获得当前工作目录	107
4.1.4 pathconf 函数——获得系统目录最大长度	109
4.1.5 chdir, fchdir 函数——更改当前工作目录	110
4.1.6 mkdir, rmdir 函数——创建和删除目录	112
4.2 Linux 文件	114
4.2.1 Linux 的文件实现	114
4.2.2 文件描述符与文件指针	115
4.2.3 文件的访问权限	117
4.2.4 stat, fstat, lstat 函数——获得文件信息	118
4.2.5 chmod, fchmod 函数——修改文件权限	123
4.2.6 chown, fchown, lchown 函数——修改文件的拥有者	125
4.2.7 umask 函数	126
4.3 硬链接与符号链接	128
4.3.1 硬链接	129
4.3.2 符号链接	129
4.3.3 创建或删除链接	130
4.3.4 创建和删除符号链接	131
4.4 综合实例：编写自己的 ls 命令	132
4.4.1 ls 命令功能分析	132
4.4.2 具体模块划分	133
4.4.3 目录文件列表获得模块	134
4.4.4 信息输出模块	136
4.4.5 具体代码实现示例	136
4.5 小结	140
第5章 文件 I/O 操作	141
5.1 open 与 close 函数	142
5.1.1 open 函数	142
5.1.2 close 函数	144
5.2 creat 函数	145
5.3 read 与 write 函数	146
5.3.1 read 函数	146
5.3.2 write 函数	148

5.4	lseek 函数	150
5.5	dup 与 dup2 函数	152
5.6	小结	154
第 6 章	设备文件	155
6.1	设备文件简述	156
6.2	Linux 设备驱动工作流程	157
6.3	终端设备	157
6.4	终端控制	159
6.4.1	使用 stty 命令显示终端设置	159
6.4.2	重置终端参数	159
6.4.3	获得当前终端名称	160
6.4.4	使用 tcgetattr 函数与 tcsetattr 函数控制终端	161
6.5	密码输入关闭回显的两种方法	165
6.5.1	使用 curses 库	165
6.5.2	使用 tcgetattr 函数和 tcsetattr 函数	167
6.6	串口通信的基本概念	168
6.6.1	串行通信与串口定义	169
6.6.2	串口通信的基本参数	169
6.7	在 Linux 下进行串口通信	170
6.7.1	打开串口	171
6.7.2	设置串口通信参数	171
6.7.3	读写串口	174
6.7.4	关闭串口	174
6.8	综合实例：串口读写程序示例	175
6.9	音频设备文件编程基础	180
6.9.1	数字音频基础	180
6.9.2	Linux 下的音频设备文件	180
6.9.3	访问音频设备文件基本步骤	181
6.10	让扬声器发声	182
6.11	Linux 下声卡编程	184
6.11.1	播放指定音频文件	184
6.11.2	录制音频文件	186
6.12	小结	188
第 7 章	进程与进程环境	189
7.1	进程分类	190
7.1.1	交互进程	190



7.1.2	批处理进程	190
7.1.3	守护进程	190
7.2	虚拟内存	190
7.2.1	Linux 系统虚拟内存的功能	190
7.2.2	在 Linux 系统中查看虚拟内存的使用	191
7.3	进程内存	192
7.3.1	进程内存结构	192
7.3.2	进程内存结构分析程序示例	193
7.4	进程标识	196
7.4.1	进程 ID 与父进程 ID	196
7.4.2	用户标识 (UID) 和有效用户标识 (EUID)	198
7.4.3	组标识 (GID) 和有效组标识 (EGID)	200
7.5	Linux 进程相关系统调用	201
7.5.1	fork 函数	201
7.5.2	vfork 函数	203
7.5.3	传统 fork 系统调用和 vfork 系统调用的区别	203
7.5.4	fork 函数与 vfork 函数区别示例	203
7.5.5	Linux 系统中实现 fork 系统调用的机制	204
7.5.6	exec 函数族	205
7.5.7	exit、_exit 函数与 return 的不同	207
7.5.8	exit 函数	208
7.5.9	_exit 函数	209
7.5.10	exit 函数与 _exit 函数区别	210
7.5.11	wait 函数	210
7.5.12	使用 kill 函数发送信号	212
7.5.13	用于检测退出状态的宏	214
7.5.14	waitpid 函数	215
7.6	僵尸进程	217
7.7	小结	218
第 8 章	守护进程	219
8.1	守护进程 (daemon) 介绍	220
8.2	创建守护进程	220
8.2.1	实现守护进程的步骤	220
8.2.2	守护进程具体实现	222
8.3	守护进程的日志实现	224
8.3.1	syslogd 守护进程	224
8.3.2	syslogd 守护进程配置文件说明	224

8.3.3 守护进程日志的实现	227
8.4 Client/Server 工作模式	230
8.5 综合实例：定时执行任务的守护进程	230
8.6 小结	230
第 9 章 基本进程间通信方法	231
9.1 使用文件实现进程互斥	232
9.1.1 使用文件实现进程互斥程序的模块划分	232
9.1.2 使用文件实现进程互斥程序实例	232
9.1.3 程序存在的问题	235
9.2 Linux 文件锁	235
9.2.1 fcntl 函数	235
9.2.2 综合实例：使用 fcntl 实现进程互斥	239
9.2.3 lockf 函数	241
9.2.4 flock 函数	244
9.3 信号的基本概念	244
9.3.1 信号的产生方式	244
9.3.2 捕获信号时的处理	245
9.4 常见信号与信号分类	245
9.4.1 查看 Linux 系统中支持的信号	245
9.4.2 常见信号说明	245
9.4.3 使用信号终止程序的执行	247
9.4.4 信号分类	247
9.5 产生信号	248
9.5.1 kill 函数	248
9.5.2 raise 函数	248
9.5.3 alarm 函数	249
9.6 捕捉或忽略信号	251
9.6.1 signal 函数	251
9.6.2 sigaction 函数	252
9.7 综合实例：实现对用户邮件的自动检测	255
9.7.1 守护进程和信号处理模块	256
9.7.2 新邮件判断模块	258
9.7.3 主函数	259
9.8 小结	260
第 10 章 管道与命名管道	261
10.1 管道	262



10.1.1	管道的基本概念	262
10.1.2	管道读写过程描述	262
10.1.3	pipe 函数与进程间通信	263
10.1.4	使用管道实现进程间的双向通信	265
10.2	综合实例: Shell 管道重定向实现	267
10.2.1	Shell 重定向思想分析	267
10.2.2	类似程序的设计	267
10.3	popen 函数与 pclose 函数	269
10.3.1	popen 函数	269
10.3.2	pclose 函数	269
10.3.3	Shell 管道重定向程序的再实现	271
10.4	命名管道	273
10.4.1	命名管道的基本概念	273
10.4.2	在 Shell 中创建命名管道	273
10.4.3	mkfifo 函数	274
10.5	小结	277
第 11 章	POSIX IPC	279
11.1	基本概念	280
11.1.1	消息队列简介	280
11.1.2	信号量简介	280
11.1.3	共享内存简介	280
11.1.4	IPC 资源	280
11.1.5	IPC 标识符与关键字	281
11.2	基本 IPC 命令	282
11.2.1	ipcs 命令	282
11.2.2	ipcrm 命令	283
11.3	消息队列	284
11.3.1	创建消息队列	284
11.3.2	消息队列中的基本数据结构	286
11.3.3	msgctl 函数	288
11.3.4	msgsnd 函数	291
11.3.5	msgrcv 函数	295
11.4	信号量	297
11.4.1	临界区与信号量、信号量集	298
11.4.2	创建信号量集	298
11.4.3	信号量集中的 semid_ds 数据结构	300
11.4.4	semctl 函数	301

11.4.5 信号量集操作	305
11.5 共享内存	309
11.5.1 创建共享内存	309
11.5.2 共享内存的基本数据结构	312
11.5.3 shmctl 函数	313
11.5.4 shmat 函数	316
11.5.5 shmdt 函数	317
11.6 小结	320
第 12 章 Linux 系统下的多线程	321
12.1 多线程简介	322
12.1.1 线程的基本概念	322
12.1.2 线程分类	322
12.1.3 多进程 VS 多线程	322
12.2 创建线程与退出线程	323
12.2.1 pthread_create 函数	323
12.2.2 pthread_exit 函数	324
12.3 基本线程管理	325
12.4 线程属性	327
12.4.1 初始化线程属性	327
12.4.2 设置和获得线程分离状态	328
12.4.3 设置和获得线程属性对象的作用域	329
12.4.4 设置和获得线程属性对象的继承性	330
12.4.5 设置和获得线程属性对象的调度策略	331
12.4.6 设置和获得线程属性对象的调度参数	332
12.4.7 实例：设置线程优先级	332
12.5 线程同步	335
12.6 互斥锁	336
12.6.1 创建互斥锁	336
12.6.2 互斥锁的加锁	337
12.6.3 互斥锁的解锁	338
12.7 线程同步实例	338
12.8 小结	340
第 13 章 Linux 网络编程	341
13.1 套接字编程基础	342
13.1.1 套接字与端口	342
13.1.2 套接字编程相关数据结构	343



13.1.3	套接字类型	343
13.1.4	big-endian 与 little-endian	343
13.2	面向连接的套接字通信	345
13.2.1	工作流程	346
13.2.2	socket 函数	346
13.2.3	bind 函数	348
13.2.4	listen 函数	349
13.2.5	accept 函数	349
13.2.6	connect 函数	350
13.2.7	发送与接收数据	351
13.2.8	关闭套接字	353
13.3	UNIX domain 中面向连接通信实现实例	353
13.3.1	服务器端实现	354
13.3.2	客户端实现	355
13.3.3	程序运行结果分析	356
13.4	Internet domain 中面向连接通信实现实例	357
13.4.1	服务器端实现	357
13.4.2	客户端实现	360
13.5	无连接的套接字通信	362
13.5.1	工作流程	362
13.5.2	recvfrom 函数	363
13.5.3	sendto 函数	363
13.6	UNIX domain 中面向无连接通信实现实例	364
13.6.1	服务器端实现	364
13.6.2	客户端实现	365
13.6.3	程序执行结果	367
13.7	Internet domain 中面向无连接通信实现实例	367
13.7.1	服务器端实现	367
13.7.2	客户端实现	369
13.7.3	程序执行结果	370
13.8	使用 select 实现多路 I/O 复用	371
13.9	网络的多路 I/O 复用实现实例	373
13.10	小结	376

第 14 章 网络嗅探器 377

14.1	网络嗅探器的基本原理	378
14.1.1	共享型以太网	378
14.1.2	交换型以太网	378

14.1.3	网卡的工作模式	379
14.1.4	网络嗅探器工作流程	379
14.2	Wireshark (Ethereal) 介绍	379
14.2.1	Wireshark (Ethereal) 简介	380
14.2.2	Wireshark (Ethereal) 的使用	380
14.3	libpcap 介绍与安装	381
14.3.1	libpcap 介绍	381
14.3.2	配置编译环境	381
14.3.3	编译 libpcap	382
14.3.4	安装编译出的文件	382
14.4	使用 libpcap 开发网络嗅探器	383
14.4.1	确定捕获网络数据包的网卡	383
14.4.2	打开网络设备	386
14.4.3	设置过滤条件	387
14.4.4	获取数据包	388
14.4.5	关闭网络设备	394
14.5	基于 libpcap 的网络嗅探器实例	395
14.6	小结	405
第 15 章	Linux 图形界面开发基础	407
15.1	X Window 系统简介	408
15.1.1	X Window 的历史	408
15.1.2	X Window 体系结构	408
15.2	Linux 桌面环境	409
15.2.1	KDE	409
15.2.2	GNOME	409
15.3	Linux 下的图形开发包	410
15.3.1	GTK+简介	410
15.3.2	GTK+的安装	411
15.4	小结	412
第 16 章	GTK+图形界面编程	413
16.1	编写简单的图形界面程序	414
16.1.1	简单 GTK+程序示例	414
16.1.2	程序分析	414
16.1.3	设置窗口属性	416
16.2	GTK+的信号与事件	417
16.2.1	GTK+信号	418