



Linux 专家之路



Linux

网络编程技术

天夜创作室 编著 雨人科技 策划

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn



附光盘
CD-ROM

YuRen

Linux 专家之路



Linux

网络编程技术

天夜创作室 编著 雨人科技 策划

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Linux 网络编程技术/天夜创作室编著.—北京:人民邮电出版社,2001.11

(Linux 专家之路)

ISBN 7-115-09727-5

I.L... II.天... III.①Linux 操作系统—基本知识②计算机网络—程序设计 IV.TP393.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 074379 号

内 容 提 要

本书详尽而细致地介绍了在 Linux 操作系统下进行网络编程所需要的各种知识,对网络编程的模型和原理、套接字函数的使用方法、多线程和多进程的结构以及大型网络应用程序的设计方法等进行了全面的讲解。书中还穿插了大量的实例程序,并配以说明,更加方便读者的学习和理解。

本书内容的精心安排、简洁的措辞、丰富的实例可以使初学者迅速掌握 Linux 网络编程的技术,同时, Linux 的高级程序员也可以从中得到一些启示,从而最大限度地发挥 Linux 程序的潜能。本书适用于各种 Linux 网络程序的开发维护人员。

MS186106
Linux 专家之路

Linux 网络编程技术

- ◆ 编 著 天夜创作室
策 划 雨人科技
责任编辑 张瑞喜
执行编辑 郭立罡
- ◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
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:27.75
字数:674 千字
印数:1-5 000 册

2001 年 11 月第 1 版

2001 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09727-5/TP·2519

定价:48.00 元(附光盘)

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

Linux 是目前唯一可以从网上或其他途径自由获得的免费操作系统软件，它符合 POSIX 标准，具有为多个用户提供多任务、多进程的功能。TCP/IP 协议从一开始就被集成到了 Linux 系统之中，并且是经过重新编写的。现在，TCP/IP 已成为 Linux 系统中最健壮、速度最快和最可靠的部分，这也是 Linux 系统之所以成功的关键因素。

自由利用的操作系统源程序和强大的网络功能激发了 Linux 编程爱好者的学习热情，特别是在网络应用日益增多的今天，许多朋友非常渴望掌握基于 Linux 平台的网络编程技术。目前，在网上已经出现了许多研究和探讨 Linux 系统及网络编程技术的站点，市场上也有一些介绍 Linux 网络编程技术的书籍，但是还缺少一本通过大量实例由浅入深地讲述 Linux 网络编程的指导性书籍，本书正是基于这种背景而编写的。

全书分 3 篇（基础知识篇、应用提高篇、深入实例篇），共 13 章。

第 1 篇包括 6 章，介绍了 Linux 操作系统和 TCP/IP 协议的相关知识、客户机/服务器通信模型及基本套接字函数的使用、进程控制、域名与套接字选项和 UDP 数据报的知识。读者可以通过第 1 篇的学习，掌握最基本的网络编程技术。

第 2 篇包括第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章。这部分内容包括进程间通信与同步、高级套接字函数、系统 I/O 模型和带外数据等。本篇以第 1 篇的知识为基础，进一步阐述了 Linux 网络编程常涉及的相关知识，对于希望编写较高级网络程序的读者来说，掌握这部分内容是必要的。

第 3 篇是本书的深入实例部分，包括 3 章内容。本篇讲述了 Linux 环境下多线程编程和原始套接字编程的相关知识，并在最后一章提供了一个 Linux 网络编程的综合性实例，供有一定基础的读者在编程实践中选用。

本书最大的特点是边阐述编程的基本概念和原理，边通过实例来具体说明相关函数调用的方法，书中所选实例大部分是作者多年从事 Linux 平台网络编程实践的经验和总结，在每章的最后还提供了一些习题，供读者练习并巩固已学知识。

总之本书涵盖了 Linux 网络编程的绝大部分技术内容，对于初步接触 Linux 环境编程的读者来说是一本很好的入门参考书，对于有一定网络编程基础并想进一步深入提高的读者来说，也会有实践方面的参考价值。

本书配有光盘。光盘内容包括程序源代码，部分习题参考答案，雨人科技技术支持文档和 sendmail 8.11.1 软件包。

本书由雨人科技策划，天夜创作室编著。在此对所有关心、支持和帮助过本书编写工作的同志表示诚挚的谢意！

书中不足之处敬请读者指正，以便再版时修订。

联系邮件地址：yurennet@263.net

雨人科技网站：www.yurennet.com

编著者
2001年8月

目 录

第 1 篇 基础知识篇

第 1 章 Linux 操作系统概述	3
1.1 Linux 操作系统简介	4
1.1.1 Linux 的来源	4
1.1.2 Linux 的特征	5
1.2 常用的 Linux 命令	6
1.2.1 操作目录和处理文件	6
1.2.2 正文编辑命令 vi	9
1.2.3 进程处理	11
1.2.4 安全与权限设置	12
1.2.5 基本的网络命令	14
1.2.6 联机帮助	16
1.3 文件系统	17
1.3.1 Linux 文件系统概述	18
1.3.2 Linux 文件系统的组成	18
1.3.3 文件系统管理	20
1.3.4 虚拟文件系统 VFS	22
1.3.5 文件系统的相关调用	25
1.3.6 安装和卸载文件系统	27
1.4 Linux 系统的安全性	29
1.4.1 安装和启动安全	29
1.4.2 用户账号与口令	30
1.4.3 文件与系统备份	31
1.4.4 网络服务的安全	32
1.5 小结与练习	33
1.5.1 小结	33
1.5.2 习题与思考	33
第 2 章 TCP/IP 协议	35
2.1 网络传输分层	36
2.1.1 OSI 参考模型	36

2.1.2 TCP/IP 协议簇	37
2.2 IP 协议	39
2.2.1 IP 报文格式	40
2.2.2 IP 地址	42
2.2.3 子网与网络掩码	44
2.2.4 IP 路由	45
2.2.5 IP 层的其他控制协议	46
2.3 差错和控制报文协议 ICMP	47
2.4 TCP 协议	49
2.4.1 TCP 传输原理	49
2.4.2 传输层端口	50
2.4.3 TCP 格式	50
2.4.4 建立一个 TCP 连接	53
2.4.5 TCP 序列号预测	53
2.5 UDP 协议	54
2.5.1 UDP 协议简介	54
2.5.2 何时使用 UDP 协议	55
2.6 小结与练习	56
2.6.1 小结	56
2.6.2 习题与思考	56
第 3 章 网络编程基础	57
3.1 客户端与服务器通信模型	58
3.2 套接字编程基础	59
3.2.1 套接字简介	59
3.2.1 套接字网络编程原理	60
3.2.3 基本套接字函数	62
3.3 完整的读写函数	72
3.4 数据的传递	76
3.4.1 传递整形数据示例	76
3.4.2 传递字符串数据示例	81
3.4.3 数据传递的格式问题	85
3.5 小结与练习	85
3.5.1 小结	85
3.5.2 习题与思考	86
第 4 章 进程控制	87
4.1 进程的概念	88

4.1.1	程序与进程	88
4.1.2	进程控制块 PCB	89
4.1.3	进程的标志	89
4.1.4	多进程程序的特点	92
4.2	用 fork 创建进程	93
4.2.1	Linux 系统描述进程的数据结构	93
4.2.2	fork 调用完成的操作	94
4.2.3	子进程与父进程	95
4.2.4	一个 fork 调用的简单实例	96
4.2.5	fork 调用对文件的共享存取	97
4.3	和进程相关的系统调用	101
4.3.1	Linux 系统调用简介	101
4.3.2	exec 系统调用	101
4.3.3	system 函数调用	104
4.3.4	wait 函数调用	104
4.3.5	waitpid 函数调用	105
4.3.6	setpgrp 函数调用	107
4.3.7	signal 函数调用	107
4.3.8	kill 函数调用	109
4.3.9	alarm 系统调用	110
4.3.10	exit 函数调用	111
4.4	守护进程	112
4.5	多进程编程的技巧	114
4.5.1	程序结构问题	114
4.5.2	选择主体分叉点	114
4.5.3	进程间关系处理	114
4.5.4	进程间通信问题	115
4.6	小结与练习	115
4.6.1	小结	115
4.6.2	习题与思考	115
第 5 章	域名系统与套接字选项	117
5.1	域名系统简介	118
5.1.1	域名	119
5.1.2	名称服务器	120
5.1.3	DNS 客户/服务器机制	120
5.2	域名和 IP 地址的获取	121
5.2.1	通过域名获得 IP 地址	121

5.2.2	通过 IP 地址获取域名信息	123
5.2.3	获取本地主机的域名地址	125
5.2.4	获取套接字本地名和相连的端地址	126
5.2.5	internet 地址操作的函数调用	129
5.3	端口号和服务名的获取	130
5.3.1	通过服务名获取端口号	130
5.3.2	通过端口号获取服务名	131
5.4	其他网络相关信息的获取	132
5.4.1	getprotoent 函数调用	132
5.4.2	getservent 函数调用	134
5.5	套接字选项	136
5.4.1	函数 getsockopt 和 setsockopt	136
5.4.2	通用套接字选项	137
5.4.3	函数 fcntl 和 ioctl	141
5.5	小结与练习	142
5.5.1	小结	142
5.5.2	习题与思考	143
第 6 章	UDP 数据报编程	145
6.1	UDP 数据报编程概述	146
6.2	recvfrom 和 sendto 函数	147
6.3	UDP 服务器的工作特点	149
6.4	UDP 客户机的工作特点	152
6.5	UDP 套接字的连接	156
6.5.1	UDP 套接字如何建立连接	156
6.5.2	数据报发送后情况	158
6.5.3	连接的重设与取消	158
6.6	UDP 应用程序示例	159
6.6.1	发送和接收指定的数据报实例	159
6.6.2	OICQ 的实现原理	163
6.7	UDP 编程的一些常见问题	166
6.7.1	UDP 与 TCP 的比较	166
6.7.2	UDP 缺乏流量控制	166
6.7.3	数据报的丢失问题	167
6.7.4	数据的排序问题	167
6.8	小结与练习	167
6.8.1	小结	167
6.8.2	习题与思考	168

第 2 篇 应用提高篇

第 7 章 进程间通信与同步	171
7.1 信号处理	172
7.1.1 信号的概念	172
7.1.2 Linux 系统支持的信号集	172
7.1.3 信号的捕获与处理	174
7.1.4 信号掩码	176
7.1.5 sigaction 系统调用	177
7.1.6 pause 系统调用	179
7.2 管道	179
7.2.1 管道的概念	179
7.2.2 创建管道	180
7.2.3 其他相关的系统调用	181
7.3 消息队列	183
7.3.1 消息队列的数据结构	183
7.3.2 有关的系统调用	184
7.4 共享内存	188
7.4.1 共享内存的创建	189
7.4.2 有关的系统调用	191
7.5 信号量	194
7.5.1 信号量的基本概念	194
7.5.2 POSIX 无名信号量	195
7.5.3 system V 信号量	196
7.5.4 用信号量解决互斥问题	201
7.6 小结与练习	204
7.6.1 小结	204
7.6.2 习题与思考	205
第 8 章 高级套接字函数	207
8.1 函数 recv 和 send	208
8.1.1 send 的用法	208
8.1.2 recv 的用法	209
8.2 函数 readv 和 writev	211
8.3 函数 recvfrom 和 sendto	214
8.4 函数 recvmsg 和 sendmsg	214
8.5 套接字的关闭	216

8.5.1	用 close 函数关闭套接字	216
8.5.2	shutdown 函数的使用	216
8.6	小结与练习	218
8.6.1	小结	218
8.6.2	习题与思考	218
第 9 章	系统 I/O 与服务器模型	219
9.1	系统 I/O 模型简介	220
9.2	阻塞与非阻塞	221
9.2.1	阻塞套接字的特点	221
9.2.2	阻塞式 I/O 实现超时控制	226
9.2.3	非阻塞套接字	227
9.3	多路复用的 I/O 模型	231
9.3.1	多路复用简介	231
9.3.2	select 函数	232
9.3.3	多路复用 I/O 的应用实例	234
9.4	信号驱动的 I/O 模型	244
9.5	创建 Linux 网络服务器	246
9.5.1	TCP 循环服务器	246
9.5.2	TCP 并发服务器	247
9.5.3	UDP 循环服务器	247
9.5.4	UDP 并发服务器	248
9.5.5	多路复用 I/O 并发服务器	249
9.5.6	一个 TCP 并发服务器实例	249
9.6	小结与练习	252
9.6.1	小结	252
9.6.2	习题与思考	252
第 10 章	带外数据	253
10.1	带外数据概述	254
10.2	带外数据的发送与接收	255
10.2.1	带外数据标志	255
10.2.2	发送带外数据	256
10.2.3	接收带外数据	257
10.2.4	应用程序对带外数据的处理	259
10.2.5	带外数据的覆盖	259
10.3	发送带外数据应用实例	260
10.4	几种接收带外数据的方法	263

10.4.1 通过信号 SIGURG 接收带外数据	263
10.4.2 通过多路复用模型接收带外数据	267
10.4.3 通过检测带外标识接收带外数据	269
10.5 带外数据的覆盖实例	273
10.6 小结与练习	278
10.6.1 小结	278
10.6.2 习题与思考	279
第 3 篇 深入实例篇	
第 11 章 多线程编程	283
11.1 线程的基本概念	284
11.1.1 什么是线程	285
11.1.2 采用多线程的优点	285
11.1.3 线程的结构一览	286
11.1.4 多线程的标准	288
11.2 线程的相关调用	289
11.2.1 创建线程的函数	289
11.2.2 退出线程的函数	290
11.2.3 创建线程的简单实例	290
11.2.4 其他相关的函数调用	292
11.3 线程间的互斥	298
11.3.1 线程互斥的概念	298
11.3.2 相关的函数调用	299
11.4 线程的同步	303
11.4.1 线程同步的概念	303
11.4.2 相关的函数调用	303
11.5 线程的特定数据区	307
11.5.1 线程特定数据区概念	307
11.5.2 相关的函数调用	308
11.5.3 线程特定数据使用的方法	310
11.6 一个多线程扫描端口的实例	311
11.7 小结与练习	316
11.7.1 小结	316
11.7.2 习题与思考	316
第 12 章 原始套接字编程	319
12.1 原始套接字概述	320

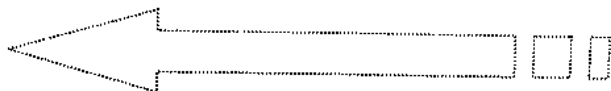
12.2	创建原始套接字	320
12.3	发送和接收数据包	322
12.4	产生欺骗的 IP 数据包	323
12.5	Ping 应用程序分析	327
12.5.1	Ping 命令的功能	327
12.5.2	Ping 程序的设计实现	328
12.5.3	Ping 命令攻击目标机器	334
12.6	小结与练习	337
12.6.1	小结	337
12.6.2	习题与思考	337
第 13 章	综合实例——网络业务系统模拟	339
13.1	银行业务系统背景	340
13.1.1	银行业务系统遵循的原则	340
13.1.2	银行业务系统的特点	340
13.2	总体设计方案	341
13.2.1	系统构成	341
13.2.2	功能说明	342
13.3	详细设计方案（网络编程部分）	343
13.3.1	系统网络拓扑结构图	343
13.3.2	程序流程介绍	344
13.3.3	功能模块的划分	345
13.4	源代码解析	346
13.4.1	相关的头文件	346
13.4.2	公用函数的说明	349
13.4.3	地市服务器通信模块	361
13.4.4	与对方前置机通信模块	378
13.4.5	前置机处理模块	395
13.5	小结与练习	417
13.5.1	小结	417
13.5.2	习题与思考	418
附录	部分习题参考答案	419

第1篇

基础知识篇



- 第1章 Linux 操作系统概述
- 第2章 TCP/IP 协议
- 第3章 网络编程基础
- 第4章 进程控制
- 第5章 域名系统与套接字选项
- 第6章 UDP 数据报编程



第1章

Linux 操作系统概述



Linux 操作系统简介

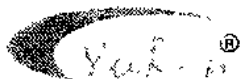
常用的 Linux 命令

文件系统

Linux 系统的安全性

小结与练习





本章首先对 Linux 操作系统做一个简单的介绍,包括 Linux 的来源和发展、Linux 操作系统的主要特征。

随后我们将讲述一些 Linux 常用命令。

由于篇幅的关系,书中无法列出所有 Linux 命令的使用说明,读者在需要使用没有列出的命令时,可以使用“--help”参数查询该命令所附的在线帮助,或者利用命令“man”来查询更详细的使用说明。

接着我们从编程的角度讨论了 Linux 操作系统的核心——文件系统。这部分内容包括文件系统的层次结构、文件系统管理、虚拟文件系统、文件系统的相关调用以及如何安装和卸载文件系统。读者应熟悉 Linux 文件系统的相关内容,这对后面章节内容的理解很重要。

最后根据作者使用 Linux 系统的经验,分几个方面对 Linux 系统的安全性作了分析,并提出了一些读者在编程时容易遇到的 Linux 系统紧急问题的处理方法。

本章要点:

- Linux 操作系统的特征。
- Linux 常用命令用法。
- Linux 文件系统的组成。
- 文件系统管理和相关调用。
- Linux 系统的安全性。

1.1 Linux 操作系统简介

1.1.1 Linux 的来源

Linux 起源于荷兰赫尔辛基大学 (HELSINKI) 计算机系学生 Linus Torvalds 的个人研究项目。Linux 它是一个可用于基于 Intel 的个人计算机上的 UNIX 类操作系统,标志(吉祥物)是一只企鹅,1991 年发行了 Linux 0.11 版本。

近年来, Linux 广泛应用于 Internet, 并得到广大电脑爱好者的不断补充和更新。一些编程人员综合现有的标准 UNIX 系统中出现的大部分应用程序和特点修改并增加了 Linux 的内容。所有主要的窗口管理器已和 Linux 有了接口, Linux 具备所有的 Internet 工具,像 ftp、telnet 和 SLIP, 它也有整套的程序开发工具,像 C++ 编译器和调试器。虽然拥有全部性能, Linux 操作系统依旧保持了“小”、稳定和快速的特点。在最简单的格式下,它的运行仅需 4MB 的内存。

Linux 的很多部分是在 GNU 的通用公共许可证的保护下发布的。这个操作系统是由世界各地的数以百计的程序员设计和实现的,其目的是建立不受任何商品化软件版权的制约、全世界都能自由使用的 UNIX 兼容产品。到现在, Linux 已经是一个在个人计算机和工作站上使用的 UNIX 操作系统,是 UNIX 的免费版本,其基本系统对硬件要求很低,它在很多系统上是相当稳定的。