

Addison
Wesley

TURING

图灵原版计算机科学系列

UNIX

网络编程

卷1：套接字联网API

英文版·第3版

UNIX Network Programming
Volume 1: The Sockets Networking API, *Third Edition*

W. Richard Stevens
[美] Bill Fenner 著
Andrew M. Rudoff

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵原版计算机科学系列

UNIX

网络编程

卷1：套接字联网API

英文版·第3版

UNIX Network Programming

Volume 1: The Sockets Networking API, *Third Edition*

W. Richard Stevens

[美] Bill Fenner 著

Andrew M. Rudoff

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

UNIX网络编程=UNIX Network Programming: 第3版. 第1卷,套接字联网API; 英文/ (美) 史蒂文斯 (Stevens,W.R.), (美) 芬纳 (Fenner,B.), (美) 鲁道夫 (Rudoff,A.M.) 著. —北京: 人民邮电出版社, 2009.11

(图灵原版计算机科学系列)

ISBN 978-7-115-21509-3

I. ①U… II. ①史… ②芬… ③鲁… III. ①UNIX操作系统—程序设计—英文 IV. ①TP316.81

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第171915号

内 容 提 要

本书是一部UNIX网络编程的经典之作。书中全面深入地介绍了如何使用套接字API进行网络编程。全书不但介绍了基本编程内容,还涵盖了与套接字编程相关的高级主题,对于客户/服务器程序的各种设计方法也作了完整的探讨,最后还深入分析了流这种设备驱动机制。

本书内容详尽且具权威性,几乎每章都提供精选的习题,并提供了部分习题的答案,是网络研究和开发人员理想的参考书。

图灵原版计算机科学系列

UNIX网络编程 卷1: 套接字联网API (英文版·第3版)

-
- ◆ 著 [美] W. Richard Stevens Bill Fenner Andrew M. Rudoff
责任编辑 杨海玲
 - ◆ 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>
北京市艺辉印刷有限公司
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 63.5
字数: 1215千字 2009年11月第1版
印数: 1-2500册 2009年11月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2009-5713号

ISBN 978-7-115-21509-3

定价: 129.00元

读者服务热线: (010) 51095186 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

版 权 声 明

Original edition, entitled *UNIX Network Programming, Volume 1: The Sockets Networking API, Third Edition*, 9780131411555 by W. Richard Stevens, Bill Fenner, and Andrew M. Rudoff, published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, Copyright © 2004 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

China edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and POSTS & TELECOM PRESS Copyright © 2009.

This edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in the People's Republic of China excluding Hong Kong, Macao and Taiwan.

本书英文版由Pearson Education Asia Ltd. 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

仅限于中华人民共和国境内（香港、澳门特别行政区和台湾地区除外）销售发行。

本书封面贴有Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。

Forward

序

本书的第1版本于1990年问世，并迅速成为程序员学习网络编程的权威参考书。时至今日，计算机网络技术已发生了翻天覆地的变化。只要看看第1版给出的用于征集反馈意见的地址（“uunet!hsi!netbook”）就一目了然了。（有多少读者能看出这是20世纪80年代很流行的UUCP拨号网络的地址？）

现在UUCP网络已经很罕见了，而无线网络等新技术则变得无处不在！在这种背景下，新的网络协议和编程范型业已开发出来，但程序员却苦于找不到一本好的参考书来学习这些复杂的新技术。

这本书填补了这一空白。拥有本书旧版的读者一定想要一个新的版本来学习新的编程方法，了解IPv6等下一代协议方面的新内容。所有人都非常期待本书，因为它完美地结合了实践经验、历史视角以及在本领域浸淫多年才能获得的透彻理解。

阅读本书是一种享受，我收获颇丰。相信大家定会有同感。

Sam Leffler

Preface

前言

概述

本书面向的读者是那些希望自己编写的程序能使用称为套接字 (socket) 的API进行彼此通信的人。有些读者可能已经非常熟悉套接字了，因为这个模型几乎已经成了网络编程的同义词，但有些读者可能仍需要从头开始学习。本书想达到的目标是向大家提供网络编程指导。这些内容不仅适用于专业人士，也适用于初学者；不仅适用于维护已有代码，也适用于开发新的网络应用程序；此外，还适用于那些只是想了解一下自己系统中网络组件的工作原理的人。

书中的所有示例都是在Unix系统上测试通过的真实的、可运行的代码。但是，考虑到许多非Unix的操作系统也支持套接字API，因而我们选取的示例与所讲述的一般性概念，在很大程度上是与操作系统无关的。几乎每种操作系统都提供了大量的网络应用程序，如网页浏览器、电子邮件客户端、文件共享服务器等。我们按常规的划分方法把这些应用程序分为客户程序和服务器程序，并在书中多次编写了相应的小型示例。

面向Unix介绍网络编程自然免不了要介绍Unix本身和TCP/IP的相关背景知识。需要更详尽的背景知识时，我们会指引读者查阅其他书籍。本书中经常提到以下4本书，我们将其简记如下：

- APUE: *Advanced Programming in the UNIX Environment* [Stevens 1992]；
- TCPv1: *TCP/IP Illustrated, Volume 1* [Stevens 1994]；
- TCPv2: *TCP/IP Illustrated, Volume 2* [Wright and Stevens 1995]；
- TCPv3: *TCP/IP Illustrated, Volume 3* [Stevens 1996]。

其中TCPv2包含了与本书内容密切相关的细节，它描述并给出了套接字API中网络编程函数 (socket、bind、connect等) 的真实4.4BSD实现。如果已经理解某个特性的实现，那么在应用程序中使用该特性就更有意义了。

与第2版的区别

从20世纪80年代开始，套接字就差不多是现在这个样子了。时至今日，套接字仍然是网络

API的首选，其最初的设计的确值得称道。因此，当读者发现我们对出版于1998年的第2版又做了不少改动时，可能会觉得惊讶。本书中所做的改动归纳如下。

- 新版本包含了IPv6的最新信息。在第2版出版时，IPv6尚处于草案阶段，这些年来已经有所发展。
- 更新了全部函数和示例的描述，以反映最新的POSIX规范（POSIX 1003.1-2001），即 *Single Unix Specification Version 3*。
- 删去了X/Open传输接口（XTI）的内容。这个API已经不常用了，连最新的POSIX规范也不再提到。
- 删去了事务TCP协议（T/TCP）的内容。
- 新增了三章用于描述一种相对较新的传输协议——SCTP。这个可靠的面向消息的协议能够在两个端点之间提供多个流，并为多归属技术提供传输层支持。该协议最初是为了在因特网上传输电话信号而设计的，但它的一些特性可以用于许多应用。
- 新增一章描述密钥管理套接字，该套接字可用于网际协议安全（IPsec）和其他网络安全服务。
- 第2版中使用的机器及Unix变体都按最新版本更新，示例也根据机器的特性做了修改。许多情况下，修改示例是因为操作系统厂商修正了程序缺陷或者新增了特性。但读者可以想见，新的缺陷总能不时地被发现。本书中用于测试示例的机器如下：
 - 运行MacOS/X 10.2.6的Apple Power PC；
 - 运行HP-UX 11i 的HP PA-RISC；
 - 运行AIX 5.1的IBM Power PC；
 - 运行FreeBSD 4.8的Intel x86；
 - 运行Linux 2.4.7的Intel x86；
 - 运行FreeBSD 5.1的Sun SPARC；
 - 运行Solaris 9的Sun SPARC。

这些机器的具体用法见图1-16。

本系列的第2卷（《UNIX网络编程 卷2：进程间通信》）基于本卷的内容进一步讨论了消息传递、同步、共享内存及远程过程调用。

如何使用本书

本书既可以作为网络编程的教程，也可以作为有经验的程序员的参考书。用作网络编程的教程或入门级教材时，重点应放在第二部分（第3章至第11章），然后可以看看其他感兴趣的专题。第二部分包含了TCP和UDP的基本套接字函数，以及SCTP、I/O多路复用、套接字选项和基本名字与地址的转换。所有读者都应该阅读第1章，尤其是1.4节，介绍了一些贯穿全书的包装函数。读者可以根据自身的知识背景，选读第2章，或许还有附录A。第三部分的大多数章节可以

彼此独立地进行阅读。

为了方便读者把本书作为参考书，本书提供了完整的全文索引，并在最后几页总结了每个函数和结构的详细描述在正文中的哪里可以找到。为了给不按顺序阅读本书的读者提供方便，我们在全书中为相关主题提供了大量的交叉引用。

源代码与勘误

书中所有示例的源代码可以从www.unpbook.com获得^①。学习网络编程的最好方法就是下载这些程序，对其进行修改和改进。只有这样实际编写代码才能深入理解有关概念和方法。每章末尾提供了大量的习题，大部分在附录E中给出答案。

本书的最新勘误表也可以在上述网站获取。

致谢

本书第1版和第2版由W. Richard Stevens独立撰写，他不幸于1999年9月1日去世。Richard的著作体现了非常高的水准，被公认为是精炼、详实且极具可读性的艺术作品。在撰写这一修订版的过程中，我们力图保持Richard之前版本的高质量和全面性，这方面的任何不足都完全是新作者的过错。

任何作者的著作离不开家人与朋友的支持。Bill Fenner在此感谢爱妻Peggy（沙滩1/4英里赛冠军）与好友Christopher Boyd在本书撰写过程中承担了全部的家务，还要感谢朋友Jerry Winner，他的激励是无价的。同样地，Andy Rudoff要特别感谢他的妻子Ellen和两个女儿Jo、Katie自始至终的理解与鼓励。没有你们的支持，我们不可能完成本书。

思科公司的Randall Stewart提供了许多SCTP的材料，非常感谢他的巨大贡献。如果缺少了他的工作，本书就不能涵盖这一新颖而有趣的主题。

本书的审稿人给出了宝贵的反馈意见。他们发现了一些错误，指出了一些需要更多解释的地方，并对文字和代码示例提出了一些改进建议。作者在这里对如下审稿人表示感谢：James Carlson、Wu-Chang Feng、Rick Jones、Brian Kernighan、Sam Leffler、John McCann、Craig Metz、Ian Lance Taylor、David Schwartz和Gary Wright。

许多个人及其单位为本书中一些示例的测试提供了帮助，他们义务向我们出借系统、软件或为我们提供系统访问权限。

- IBM奥斯汀实验室的Jessie Haug提供了AIX系统和编译器。
- 惠普公司的Rick Jones和William Gilliam为我们提供了运行HP-UX的多个系统的访问权限。

^①书中所有示例的源代码也可以从图灵网站（www.turingbook.com）本书网页免费注册下载。——编者注

与Addison Wesley出版社的员工合作非常愉快，他们是Noreen Regina、Kathleen Caren、Dan DePasquale和Anthony Gemellaro。要特别感谢本书的编辑Mary Franz。

为了延续Rich Stevens的风格（不过该风格与流行的风格相反），我们用James Clark编写的优秀的Groff包为本书排版，用gpic程序绘制插图（其中用到了许多由Gary Wright编写的宏），用gtbl程序生成了表格，我们为全书添加了索引，并设计了最终的版式。录入源代码时用到了Dave Hanson的loom程序和Gary Wright写的一些脚本。在生成最终索引的过程中，还用到了Jon Bentley与Brian Kernighan编写的一组awk脚本。

欢迎读者以电子邮件的方式反馈意见、提出建议或订正错误。

Bill Fenner

加利福尼亚州伍德赛德市

Andrew M. Rudoff

科罗拉多州博尔德市

2003年10月

authors@unpbook.com

<http://www.unpbook.com>

Contents

目 录

Part 1 Introduction and TCP/IP	1	Chapter 2 The Transport Layer: TOP, UDP, and SCTP	31
简介和TCP/IP		传输层: TCP、UDP和SCTP	
Chapter 1 Introduction	3	2.1 Introduction	31
简介		概述	
1.1 Introduction	3	2.2 The Big Picture	32
概述		全景图	
1.2 A Simple Daytime Client	6	2.3 User Datagram Protocol (UDP)	34
一个简单的时间获取客户程序		用户数据报协议	
1.3 Protocol Independence	10	2.4 Transmission Control Protocol (TCP)	35
协议无关性		传输控制协议	
1.4 Error Handling: Wrapper Functions	11	2.5 Stream Control Transmission Protocol (SCTP)	36
错误处理: 包装函数		流控制传输协议	
1.5 A Simple Daytime Server	13	2.6 TCP Connection Establishment and Termination	37
一个简单的时间获取服务器程序		TCP连接的建立和终止	
1.6 Roadmap to Client/Server Examples in the Text	16	2.7 TIME_WAIT State	43
本书中客户/服务器示例的路线图		TIME_WAIT状态	
1.7 OSI Model	18	2.8 SCTP Association Establishment and Termination	44
OSI模型		SCTP关联的建立和终止	
1.8 BSD Networking History	20	2.9 Port Numbers	50
BSD网络历史		端口号	
1.9 Test Networks and Hosts	22	2.10 TCP Port Numbers and Concurrent Servers	52
测试用网络及主机		TCP端口号与并发服务器	
1.10 Unix Standards	25	2.11 Buffer Sizes and Limitations	55
Unix标准		缓冲区大小及限制	
1.11 64-Bit Architectures	28		
64位体系结构			
1.12 Summary	29		
小结			

2.12	Standard Internet Services	61	4.2	socket Function	95
	标准因特网服务			socket函数	
2.13	Protocol Usage by Common Internet Applications	62	4.3	connect Function	99
	常见因特网应用所用的协议			connect函数	
2.14	Summary	63	4.4	bind Function	101
	小结			bind函数	
Part 2	Elementary Sockets	65	4.5	listen Function.....	104
	基本套接字			listen函数	
Chapter 3	Sockets Introduction	67	4.6	accept Function.....	109
	套接字简介			accept函数	
3.1	Introduction.....	67	4.7	fork and exec Functions	111
	概述			fork和exec函数	
3.2	Socket Address Structures	67	4.8	Concurrent Servers	114
	套接字地址结构			并发服务器	
3.3	Value-Result Arguments	74	4.9	close Function	117
	值-结果参数			close函数	
3.4	Byte Ordering Functions	77	4.10	getsockname and getpeername Functions.....	117
	字节排序函数			getsockname和getpeername函数	
3.5	Byte Manipulation Functions	80	4.11	Summary	120
	字节操纵函数			小结	
3.6	inet_aton, inet_addr, and inet_ntoa Functions	82	Chapter 5	TCP Client/Server Example	121
	inet_aton、inet_addr和inet_ntoa函数			TCP客户/服务器示例	
3.7	inet_pton and inet_ntop Functions	83	5.1	Introduction	121
	inet_pton和inet_ntop函数			概述	
3.8	sock_ntop and Related Functions.....	86	5.2	TCP Echo Server: main Function	122
	sock_ntop和相关函数			TCP回送服务器程序: main函数	
3.9	readn, writen, and readline Functions.....	88	5.3	TCP Echo Server: str_echo Function	123
	readn、writen和readline函数			TCP回送服务器程序: str_echo函数	
3.10	Summary	92	5.4	TCP Echo Client: main Function	124
	小结			TCP回送客户程序: main函数	
Chapter 4	Elementary TCP Sockets	95	5.5	TCP Echo Client: str_cli Function	125
	基本TCP套接字			TCP回送客户程序: str_cli函数	
4.1	Introduction.....	95	5.6	Normal Startup	126
	概述			正常启动	
			5.7	Normal Termination	128
				正常终止	
			5.8	POSIX Signal Handling	129
				POSIX信号处理	

5.9 Handling SIGCHLD Signals132	6.7 str_cli Function (Revisited Again)173
处理SIGCHLD信号	三顾str_cli函数
5.10 wait and waitpid Functions135	6.8 TCP Echo Server (Revisited)175
wait和waitpid函数	再访TCP回送服务器程序
5.11 Connection Abort before accept Returns139	6.9 pselect Function 181
accept返回前连接异常中止	pselect函数
5.12 Termination of Server Process141	6.10 poll Function182
服务器进程的终止	poll函数
5.13 SIGPIPE Signal142	6.11 TCP Echo Server (Revisited Again)185
SIGPIPE信号	三顾TCP回送服务器程序
5.14 Crashing of Server Host144	6.12 Summary188
服务器主机崩溃	小结
5.15 Crashing and Rebooting of Server Host144	Chapter 7 Socket Options191
服务器主机崩溃及重启	套接字选项
5.16 Shutdown of Server Host145	7.1 Introduction191
服务器主机关机	概述
5.17 Summary of TCP Example.....146	7.2 getsockopt and setsockopt Functions 192
TCP示例小结	getsockopt和setsockopt函数
5.18 Data Format147	7.3 Checking if an Option Is Supported and Obtaining the Default194
数据格式	检查选项是否被支持并获取默认值
5.19 Summary151	7.4 Socket States198
小结	套接字状态
Chapter 6 I/O Multiplexing: The select and poll Functions153	7.5 Generic Socket Options198
I/O多路复用: select和poll函数	通用套接字选项
6.1 Introduction153	7.6 IPv4 Socket Options214
概述	IPv4套接字选项
6.2 I/O Models154	7.7 ICMPv6 Socket Option216
I/O模型	ICMPv6套接字选项
6.3 select Function 160	7.8 IPv6 Socket Options216
select函数	IPv6套接字选项
6.4 str_cli Function (Revisited)167	7.9 TCP Socket Options219
再访str_cli函数	TCP套接字选项
6.5 Batch Input and Buffering169	7.10 SCTP Socket Options222
批量输入和缓冲	SCTP套接字选项
6.6 shutdown Function 172	7.11 fcntl Function233
shutdown函数	fcntl函数

7.12 Summary	236	8.16 Summary	264
小结		小结	
Chapter 8 Elementary UDP Sockets ...	239	Chapter 9 Elementary SCTP Sockets ...	267
基本UDP套接字		基本SCTP套接字	
8.1 Introduction	239	9.1 Introduction	267
概述		概述	
8.2 recvfrom and sendto Functions	240	9.2 Interface Models	268
recvfrom和sendto函数		接口模型	
8.3 UDP Echo Server: main Function	241	9.3 sctp_bindx Function	272
UDP回送服务器程序: main函数		sctp_bindx函数	
8.4 UDP Echo Server: dg_echo Function	242	9.4 sctp_connectx Function	274
UDP回送服务器程序: dg_echo函数		sctp_connectx函数	
8.5 UDP Echo Client: main Function	244	9.5 sctp_getpaddrs Function	275
UDP回送客户程序: main函数		sctp_getpaddrs函数	
8.6 UDP Echo Client: dg_cli Function	245	9.6 sctp_freepaddrs Function	275
UDP回送客户程序: dg_cli函数		sctp_freepaddrs函数	
8.7 Lost Datagrams	245	9.7 sctp_getladdrs Function	275
数据报的丢失		sctp_getladdrs函数	
8.8 Verifying Received Response	246	9.8 sctp_freeladdrs Function	276
验证接收到的响应		sctp_freeladdrs函数	
8.9 Server Not Running	248	9.9 sctp_sendmsg Function	276
服务器程序未运行		sctp_sendmsg函数	
8.10 Summary of UDP Example	250	9.10 sctp_recvmmsg Function	277
UDP示例小结		sctp_recvmmsg函数	
8.11 connect Function with UDP	252	9.11 sctp_opt_info Function	278
UDP的connect函数		sctp_opt_info函数	
8.12 dg_cli Function (Revisited)	256	9.12 sctp_peeloff Function	278
再论dg_cli函数		sctp_peeloff函数	
8.13 Lack of Flow Control with UDP	257	9.13 shutdown Function	278
UDP缺乏流量控制		shutdown函数	
8.14 Determining Outgoing Interface with UDP	261	9.14 Notifications	280
UDP中的外出接口的确定		通知	
8.15 TCP and UDP Echo Server Using select	262	9.15 Summary	286
使用select函数的TCP和UDP回送服务器程序		小结	
		Chapter 10 SCTP Client/Server Example ...	287
		SCTP客户/服务器示例	
		10.1 Introduction	287
		概述	

10.2	SCTP One-to-Many-Style Streaming Echo Server: main Function288 SCTP一到多式流分回送服务器程序: main函数	11.9	getaddrinfo Function: IPv6322 getaddrinfo函数: IPv6
10.3	SCTP One-to-Many-Style Streaming Echo Client: main Function290 SCTP一到多式流分回送客户程序: main函数	11.10	getaddrinfo Function: Examples ...324 getaddrinfo函数: 示例
10.4	SCTP Streaming Echo Client: str_cli Function292 SCTP流分回送客户程序: str_cli函数	11.11	host_serv Function325 host_serv函数
10.5	Exploring Head-of-Line Blocking293 探究头端阻塞	11.12	tcp_connect Function326 tcp_connect函数
10.6	Controlling the Number of Streams299 控制流的数目	11.13	tcp_listen Function.....330 tcp_listen函数
10.7	Controlling Termination.....300 控制终止	11.14	udp_client Function.....334 udp_client函数
10.8	Summary301 小结	11.15	udp_connect Function 337 udp_connect函数
Chapter 11 Name and Address Conversions303 名字与地址转换		11.16	udp_server Function.....338 udp_server函数
11.1	Introduction.....303 概述	11.17	getnameinfo Function340 getnameinfo函数
11.2	Domain Name System (DNS)303 域名系统	11.18	Re-entrant Functions341 可重入函数
11.3	gethostbyname Function307 gethostbyname函数	11.19	gethostbyname_r and gethostbyaddr_r Functions344 gethostbyname_r和gethostbyaddr_r 函数
11.4	gethostbyaddr Function310 gethostbyaddr函数	11.20	Obsolete IPv6 Address Lookup Functions346 废弃的IPv6地址解析函数
11.5	getservbyname and getservbyport Functions.....311 getservbyname和getservbyport函数	11.21	Other Networking Information348 其他联网信息
11.6	getaddrinfo Function315 getaddrinfo函数	11.22	Summary349 小结
11.7	gai_strerror Function320 gai_strerror函数	Part 3 Advanced Sockets351 高级套接字	
11.8	freeaddrinfo Function.....321 freeaddrinfo函数	Chapter 12 IPv4 and IPv6 Interoperability ...353 IPv4与IPv6的互操作性	
		12.1	Introduction.....353 概述
		12.2	IPv4 Client, IPv6 Server.....354 IPv4客户与IPv6服务器

- 12.3 IPv6 Client, IPv4 Server357
IPv6客户与IPv4服务器
- 12.4 IPv6 Address-Testing Macros360
IPv6地址测试宏
- 12.5 Source Code Portability361
源代码可移植性
- 12.6 Summary362
小结
- Chapter 13 Daemon Processes and the
inetd Superserver363
守护进程和inetd超级服务器程序**
- 13.1 Introduction363
概述
- 13.2 syslogd Daemon364
syslogd守护进程
- 13.3 syslog Function365
syslog函数
- 13.4 daemon_init Function367
daemon_init函数
- 13.5 inetd Daemon371
inetd守护进程
- 13.6 daemon_inetd Function377
daemon_inetd函数
- 13.7 Summary379
小结
- Chapter 14 Advanced I/O Functions381
高级I/O函数**
- 14.1 Introduction381
概述
- 14.2 Socket Timeouts381
套接字超时
- 14.3 recv and send Functions387
recv和send函数
- 14.4 readv and writev Functions389
readv和writev函数
- 14.5 recvmsg and sendmsg Functions390
recvmsg和sendmsg函数
- 14.6 Ancillary Data395
辅助数据
- 14.7 How Much Data Is Queued?398
排队的数据量
- 14.8 Sockets and Standard I/O399
套接字和标准I/O
- 14.9 Advanced Polling402
高级轮询技术
- 14.10 Summary408
小结
- Chapter 15 Unix Domain Protocols411
Unix域协议**
- 15.1 Introduction411
概述
- 15.2 Unix Domain Socket Address
Structure412
Unix域套接字地址结构
- 15.3 socketpair Function414
socketpair函数
- 15.4 Socket Functions415
套接字函数
- 15.5 Unix Domain Stream Client/Server416
Unix域流客户/服务器
- 15.6 Unix Domain Datagram Client/Server418
Unix域数据报客户/服务器
- 15.7 Passing Descriptors420
描述符传递
- 15.8 Receiving Sender Credentials429
接收发送者的凭证
- 15.9 Summary432
小结
- Chapter 16 Nonblocking I/O435
非阻塞I/O**
- 16.1 Introduction435
概述
- 16.2 Nonblocking Reads and Writes: str_cli
Function (Revisited)437
非阻塞读和写: 再论str_cli函数

16.3 Nonblocking connect448 非阻塞connect	18.2 Datalink Socket Address Structure486 数据链路套接字地址结构
16.4 Nonblocking connect: Daytime Client449 非阻塞connect: 时间获取客户程序	18.3 Reading and Writing487 读和写
16.5 Nonblocking connect: Web Client.....452 非阻塞connect: Web客户程序	18.4 sysctl Operations495 sysctl操作
16.6 Nonblocking accept461 非阻塞accept	18.5 get_ifi_info Function (Revisited)500 get_ifi_info函数
16.7 Summary463 小结	18.6 Interface Name and Index Functions504 接口名字和索引函数
Chapter 17 ioctl Operations465 ioctl操作	18.7 Summary508 小结
17.1 Introduction.....465 概述	Chapter 19 Key Management Sockets ...511 密钥管理套接字
17.2 ioctl Function.....466 ioctl函数	19.1 Introduction.....511 概述
17.3 Socket Operations466 套接字操作	19.2 Reading and Writing512 读和写
17.4 File Operations468 文件操作	19.3 Dumping the Security Association Database (SADB)514 安全关联数据库的转储
17.5 Interface Configuration468 接口配置	19.4 Creating a Static Security Association (SA)517 创建静态安全关联
17.6 get_ifi_info Function.....469 get_ifi_info函数	19.5 Dynamically Maintaining SAs524 动态维护安全关联
17.7 Interface Operations480 接口操作	19.6 Summary528 小结
17.8 ARP Cache Operations481 ARP高速缓存操作	Chapter 20 Broadcasting529 广播
17.9 Routing Table Operations483 路由表操作	20.1 Introduction.....529 概述
17.10 Summary484 小结	20.2 Broadcast Addresses531 广播地址
Chapter 18 Routing Sockets485 路由套接字	20.3 Unicast versus Broadcast532 单播和广播的比较
18.1 Introduction.....485 概述	

20.4	dg_cli Function Using Broadcasting ...535 使用广播的dg_cli函数	22.1	Introduction.....587 概述
20.5	Race Conditions538 竞争状态	22.2	Receiving Flags, Destination IP Address, and Interface Index588 接收标志、目的IP地址和接口索引
20.6	Summary547 小结	22.3	Datagram Truncation594 数据报截断
Chapter 21	Multicasting549 多播	22.4	When to Use UDP Instead of TCP.....594 何时用UDP代替TCP
21.1	Introduction.....549 概述	22.5	Adding Reliability to a UDP Application597 给UDP应用增加可靠性
21.2	Multicast Addresses549 多播地址	22.6	Binding Interface Addresses608 绑定接口地址
21.3	Multicasting versus Broadcasting on a LAN553 局域网上多播和广播的比较	22.7	Concurrent UDP Servers612 并发UDP服务器
21.4	Multicasting on a WAN556 广域网上的多播	22.8	IPv6 Packet Information.....615 IPv6分组信息
21.5	Source-Specific Multicast558 源特定多播	22.9	IPv6 Path MTU Control618 IPv6路径MTU控制
21.6	Multicast Socket Options559 多播套接字选项	22.10	Summary620 小结
21.7	mcast_join and Related Functions.....565 mcast_join和相关函数	Chapter 23	Advanced SCTP Sockets ...621 高级SCTP套接字
21.8	dg_cli Function Using Multicasting570 使用多播的dg_cli函数	23.1	Introduction.....621 概述
21.9	Receiving IP Multicast Infrastructure Session Announcements571 接收IP多播基础设施会话声明	23.2	An Autoclosing One-to-Many-Style Server621 自动关闭的一到多式服务器程序
21.10	Sending and Receiving575 发送和接收	23.3	Partial Delivery622 部分递送
21.11	Simple Network Time Protocol (SNTP) ...579 简单网络时间协议	23.4	Notifications625 通知
21.12	Summary584 小结	23.5	Unordered Data629 无序的数据
Chapter 22	Advanced UDP Sockets ...587 高级UDP套接字	23.6	Binding a Subset of Addresses630 绑定地址子集