

TURING

图灵程序
设计丛书

图解TCP/IP (第5版)

【日】竹下隆史 村山公保 荒井透 刘田幸雄 著
乌尼日其其格 译



TCP/IP圣经级教材
268张图解轻松入门

原版畅销36万册!



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵程序
设计丛书

图解TCP/IP (第5版)

【日】竹下隆史 村山公保 荒井透 荻田幸雄 著
乌尼日其其格 译



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

图解 TCP/IP: 第 5 版 / (日) 竹下隆史等著; 乌尼日
其其格译. --北京: 人民邮电出版社, 2013. 7

(图灵程序设计丛书)

ISBN 978-7-115-31897-8

I. ①图… II. ①竹… ②乌… III. ①计算机网络—
通信协议 IV. ①TN915. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 111114 号

内 容 提 要

这是一本图文并茂的网络管理技术书籍, 旨在让广大读者理解 TCP/IP 的基本知识、掌握 TCP/IP 的基本技能。

书中讲解了网络基础知识、TCP/IP 基础知识、数据链路、IP 协议、IP 协议相关技术、TCP 与 UDP、路由协议、应用协议、网络安全等内容, 引导读者了解和掌握 TCP/IP, 营造一个安全的、使用放心的网络环境。

本书适合计算机网络的开发、管理人员阅读, 也可作为大专院校相关专业的教学参考书。

-
- ◆ 著 [日] 竹下隆史 村山公保 荒井透 菊田幸雄
译 乌尼日其其格
责任编辑 乐 馨
执行编辑 金松月
责任印制 焦志炜
- ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.5
字数: 525 千字 2013 年 7 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2013 年 7 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2012-3274 号
-

定价: 69.00 元

读者服务热线: (010) 51095186 转 604 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

版 权 声 明

Original Japanese edition

Mastering TCP/IP Nyuumon-hen Dai 5 Han

By Takafumi Takeshita, Yukio Murayama, Toru Arai, Yukio Karita

Copyright©2012 by Takafumi Takeshita, Yukio Murayama, Toru Arai, Yukio Karita

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese Language edition published by POSTS & TELECOM PRESS

Copyright©2013

All rights reserved.

本书中文简体字版由 Ohmsha, 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。

版权所有，侵权必究。

序

信息通信社会这个词俨然已经是现代社会的一个代名词。人们可以使用手机等信息终端随时随地进行交流，而这种环境正是要依赖于网络才得以实现。在这些网络当中，目前使用最为广泛的协议就是 TCP/IP。

在 TCP/IP 出现之前，计算机网络以连接每台计算机进行信息交互为目的，只能在有限的设备之间进行通信。由于可连接的设备有限，因而对网络的使用方法也有很大程度的限制，显然不能与现代网络的便捷性相提并论。正是在这个背景之下，为了能够自由、简单地连接更多的设备，构筑更容易使用的网络，研究人员开发了 TCP/IP。

现在，网络已经不再局限于仅连接计算机了。通过 TCP/IP 还可以连接汽车、数码相机、家用电器等各种不同的设备。目前广泛倡导的计算机系统虚拟化和云计算也都在使用以 TCP/IP 为核心的网络技术。因此，以 TCP/IP 为基础的现代网络技术，已渗透到对各种设备的控制和它们之间的信息传输当中，俨然演变为重要的社会基础设施。

然而，随着网络的发展和普及，也出现了很多新的挑战。面对使用者数量的激增、使用方法的多样化，为了能够在瞬间高效地传送大量数据，有必要研究如何构造一个复杂的网络。甚至，还需要考虑在这样复杂的网络上如何进行严格的路由控制。为了克服这些挑战，人们正致力于提高构建网络的性价比，审时度势地根据市场要求更新网络设备，并为复杂的网络能够稳定运转而开发更好的运维工具。与此同时，还在为尽早培养一批有能力的网络技术人员而不断努力。

除此之外，在网络的使用层面上也出现了新的问题。现代网络中，不论是有意还是无意，有时会因为某些错误的操作或行为对其他网络使用者产生巨大的影响。以窃取信息或诈骗为目的的网站频频出现，蓄意篡改数据以及信息泄露等犯罪行为也在与日俱增。很多情况下，人们可能会认为人性本善，在享受着网络所带来的便捷性的同时，也就降低了对网络犯罪的设防。但是，对于网络供应商而言，他们不得不对各种可能的故障或犯罪进行防范。

因此，为了构造和运营一个安全的、使用户安心的网络环境，理解 TCP/IP 刻不容缓。本书旨在让广大读者理解 TCP/IP 的基本知识，掌握 TCP/IP 的基本技能。

希望本书成为读者朋友们在掌握 TCP/IP 与计算机网络过程中的一块奠基石，对整体把握计算机网络有所帮助。同时，本书若能为 TCP/IP、计算机网络、信息社会安全的发展起到一定的作用，那将是作者的荣幸。

2012 年 2 月

关于第 5 版修订

自 1994 年 6 月《图解 TCP/IP 入门篇》出版以来，该书相继在 1998 年 5 月出版了《图解 TCP/IP 入门篇（第 2 版）》，在 2002 年 2 月出版了《图解 TCP/IP 入门篇（第 3 版）》，在 2007 年 2 月出版了《图解 TCP/IP 入门篇（第 4 版）》。本书是第 5 版。

在 1994 年原书第一次出版时，计算机网络、互联网以及 TCP/IP 还未普及。在随后的普及阶段中，人们主要考虑的是“如何能够不受限制地、更为方便地进行连接”的问题。然而，在计算机网络、互联网已经得到广泛普及的今天，它们的重要性日益提高，人们已不再满足于简单地连接，而是更加注重如何安全地连接、安全地使用网络。

计算机网络、互联网领域的发展依然在继续，新的需求和新的服务不断涌现，今后势必会朝着多样化、复杂化的方向继续发展。而作为支持计算机网络、互联网的 TCP/IP 技术也是如此。它也会随着用户的需求不断进步。

因此，秉承前几版的风格和方向，结合互联网的普及、数据链路的变革以及 TCP/IP 的进步，为适应不断变化的社会网络环境，我们更新了其中部分内容，这本书的第五版才得以问世。

目 录

第 1 章	网络基础知识	1
1.1	计算机网络出现的背景	2
1.1.1	计算机的普及与多样化	2
1.1.2	从独立模式到网络互连模式	2
1.1.3	从计算机通信到信息通信	3
1.1.4	计算机网络的作用	4
1.2	计算机与网络发展的 7 个阶段	5
1.2.1	批处理	5
1.2.2	分时系统	5
1.2.3	计算机之间的通信	6
1.2.4	计算机网络的产生	7
1.2.5	互联网的普及	8
1.2.6	以互联网技术为中心的时代	9
1.2.7	从“单纯建立连接”到“安全建立连接”	9
1.2.8	手握金刚钻的 TCP/IP	10
1.3	协议	11
1.3.1	随处可见的协议	11
1.3.2	协议的必要性	11
1.3.3	协议如同人与人的对话	12
1.3.4	计算机中的协议	13
1.3.5	分组交换协议	14
1.4	协议由谁规定	15
1.4.1	计算机通信的诞生及其标准化	15
1.4.2	协议的标准化	15
1.5	协议分层与 OSI 参考模型	17
1.5.1	协议的分层	17
1.5.2	通过对话理解分层	17
1.5.3	OSI 参考模型	19
1.5.4	OSI 参考模型中各个分层的作用	20
1.6	OSI 参考模型通信处理举例	22
1.6.1	7 层通信	22
1.6.2	会话层以上的处理	22

1.6.3 传输层以下的处理	25
1.7 传输方式的分类	29
1.7.1 面向有连接型与面向无连接型	29
1.7.2 电路交换与分组交换	30
1.7.3 根据接收端数量分类	32
1.8 地址	34
1.8.1 地址的唯一性	34
1.8.2 地址的层次性	35
1.9 网络的构成要素	37
1.9.1 通信媒介与数据链路	37
1.9.2 网卡	39
1.9.3 中继器	39
1.9.4 网桥/2 层交换机	40
1.9.5 路由器/3 层交换机	42
1.9.6 4~7 层交换机	42
1.9.7 网关	43
1.10 现代网络实态	45
1.10.1 网络的构成	45
1.10.2 互联网通信	47
1.10.3 移动通信	47
1.10.4 从信息发布者的角度看网络	49

第 2 章 TCP/IP 基础知识 51

2.1 TCP/IP 出现的背景及其历史	52
2.1.1 从军用技术的应用谈起	52
2.1.2 ARPANET 的诞生	53
2.1.3 TCP/IP 的诞生	53
2.1.4 UNIX 系统的普及与互联网的扩张	54
2.1.5 商用互联网服务的启蒙	54
2.2 TCP/IP 的标准化	55
2.2.1 TCP/IP 的具体含义	55
2.2.2 TCP/IP 标准化精髓	55
2.2.3 TCP/IP 规范——RFC	56
2.2.4 TCP/IP 的标准化流程	58
2.2.5 RFC 的获取方法	59
2.3 互联网基础知识	61
2.3.1 互联网定义	61

2.3.2	互联网与 TCP/IP 的关系	61
2.3.3	互联网的结构	61
2.3.4	ISP 和区域网	62
2.4	TCP/IP 协议分层模型	64
2.4.1	TCP/IP 与 OSI 参考模型	64
2.4.2	硬件（物理层）	64
2.4.3	网络接口层（数据链路层）	65
2.4.4	互联网层（网络层）	65
2.4.5	传输层	66
2.4.6	应用层（会话层以上的分层）	66
2.5	TCP/IP 分层模型与通信示例	70
2.5.1	数据包首部	70
2.5.2	发送数据包	71
2.5.3	经过数据链路的包	72
2.5.4	数据包接收处理	73

第 3 章

数据链路

75

3.1	数据链路的作用	76
3.2	数据链路相关技术	78
3.2.1	MAC 地址	78
3.2.2	共享介质型网络	79
3.2.3	非共享介质网络	82
3.2.4	根据 MAC 地址转发	84
3.2.5	环路检测技术	85
3.2.6	VLAN	87
3.3	以太网	89
3.3.1	以太网连接形式	89
3.3.2	以太网的分类	90
3.3.3	以太网的历史	91
3.3.4	以太网帧格式	92
3.4	无线通信	96
3.4.1	无线通信的种类	96
3.4.2	IEEE802.11	96
3.4.3	IEEE802.11b 和 IEEE802.11g	98
3.4.4	IEEE802.11a	98
3.4.5	IEEE802.11n	98
3.4.6	使用无线 LAN 时的注意事项	99
3.4.7	蓝牙	99

3.4.8	WiMAX	99
3.4.9	ZigBee	100
3.5	PPP	101
3.5.1	PPP 定义	101
3.5.2	LCP 与 NCP	101
3.5.3	PPP 的帧格式	102
3.5.4	PPPoE	102
3.6	其他数据链路	103
3.6.1	ATM	103
3.6.2	POS	106
3.6.3	FDDI	106
3.6.4	Token Ring	107
3.6.5	100VG-AnyLAN	107
3.6.6	光纤通道	107
3.6.7	HIPPI	107
3.6.8	IEEE1394	108
3.6.9	HDMI	108
3.6.10	iSCSI	108
3.6.11	InfiniBand	108
3.6.12	DOCSIS	108
3.6.13	高速 PLC	108
3.7	公共网络	110
3.7.1	模拟电话线路	110
3.7.2	移动通信服务	110
3.7.3	ADSL	110
3.7.4	FTTH	111
3.7.5	有线电视	112
3.7.6	专线	112
3.7.7	VPN	113
3.7.8	公共无线 LAN	113
3.7.9	其他公共无线通信服务	114

第 4 章 IP 协议 115

4.1	IP 即网际协议	116
4.1.1	IP 相当于 OSI 参考模型的第 3 层	116
4.1.2	网络层与数据链路层的关系	116
4.2	IP 基础知识	118
4.2.1	IP 地址属于网络层地址	118

4.2.2	路由控制	118
4.2.3	数据链路的抽象化	121
4.2.4	IP 属于面向无连接型	122
4.3	IP 地址的基础知识	124
4.3.1	IP 地址的定义	124
4.3.2	IP 地址由网络 and 主机两部分标识组成	124
4.3.3	IP 地址的分类	126
4.3.4	广播地址	127
4.3.5	IP 多播	128
4.3.6	子网掩码	130
4.3.7	CIDR 与 VLSM	132
4.3.8	全局地址与私有地址	133
4.3.9	全局地址由谁决定	135
4.4	路由控制	137
4.4.1	IP 地址与路由控制	137
4.4.2	路由控制表的聚合	138
4.5	IP 分割处理与再构成处理	140
4.5.1	数据链路不同, MTU 则相异	140
4.5.2	IP 报文的分片与重组	140
4.5.3	路径 MTU 发现	141
4.6	IPv6	144
4.6.1	IPv6 的必要性	144
4.6.2	IPv6 的特点	144
4.6.3	IPv6 中 IP 地址的标记方法	144
4.6.4	IPv6 地址的结构	145
4.6.5	全局单播地址	146
4.6.6	链路本地单播地址	147
4.6.7	唯一本地地址	147
4.6.8	IPv6 分段处理	147
4.7	IPv4 首部	148
4.8	IPv6 首部格式	153

第 5 章 IP 协议相关技术 157

5.1	仅凭 IP 无法完成通信	158
5.2	DNS	159
5.2.1	IP 地址不便记忆	159

5.2.2	DNS 的产生	159
5.2.3	域名的构成	160
5.2.4	DNS 查询	163
5.2.5	DNS 如同互联网中的分布式数据库	163
5.3	ARP	165
5.3.1	ARP 概要	165
5.3.2	ARP 的工作机制	165
5.3.3	IP 地址和 MAC 地址缺一不可?	166
5.3.4	RARP	167
5.3.5	代理 ARP	168
5.4	ICMP	169
5.4.1	辅助 IP 的 ICMP	169
5.4.2	主要的 ICMP 消息	170
5.4.3	其他 ICMP 消息	173
5.4.4	ICMPv6	173
5.5	DHCP	176
5.5.1	DHCP 实现即插即用	176
5.5.2	DHCP 的工作机制	176
5.5.3	DHCP 中继代理	177
5.6	NAT	179
5.6.1	NAT 定义	179
5.6.2	NAT 的工作机制	179
5.6.3	NAT-PT (NAPT-PT)	180
5.6.4	NAT 的潜在问题	181
5.6.5	解决 NAT 的潜在问题与 NAT 穿越	181
5.7	IP 隧道	183
5.8	其他 IP 相关技术	185
5.8.1	IP 多播相关技术	185
5.8.2	IP 任播	186
5.8.3	通信质量控制	187
5.8.4	显式拥塞通知	189
5.8.5	Mobile IP	190

第 6 章 TCP 与 UDP 193

6.1	传输层的作用	194
6.1.1	传输层定义	194
6.1.2	通信处理	195

6.1.3	两种传输层协议 TCP 和 UDP	195
6.1.4	TCP 与 UDP 区分	196
6.2	端口号	197
6.2.1	端口号定义	197
6.2.2	根据端口号识别应用	197
6.2.3	通过 IP 地址、端口号、协议号进行通信识别	197
6.2.4	端口号如何确定	198
6.2.5	端口号与协议	199
6.3	UDP	202
6.4	TCP	203
6.4.1	TCP 的特点及其目的	204
6.4.2	通过序列号与确认应答提高可靠性	204
6.4.3	重发超时如何确定	206
6.4.4	连接管理	207
6.4.5	TCP 以段为单位发送数据	208
6.4.6	利用窗口控制提高速度	209
6.4.7	窗口控制与重发控制	211
6.4.8	流控制	212
6.4.9	拥塞控制	213
6.4.10	提高网络利用率的规范	215
6.4.11	使用 TCP 的应用	217
6.5	其他传输层协议	218
6.5.1	UDP-Lite	218
6.5.2	SCTP	218
6.5.3	DCCP	219
6.6	UDP 首部的格式	220
6.7	TCP 首部格式	222

第 7 章

路由协议

227

7.1	路由控制的定义	228
7.1.1	IP 地址与路由控制	228
7.1.2	静态路由与动态路由	228
7.1.3	动态路由的基础	229
7.2	路由控制范围	230
7.2.1	接入互联网的各种组织机构	230
7.2.2	自治系统与路由协议	230

7.2.3 IGP 与 EGP	231
7.3 路由算法	232
7.3.1 距离向量算法	232
7.3.2 链路状态算法	232
7.3.3 主要路由协议	233
7.4 RIP	234
7.4.1 广播路由控制信息	234
7.4.2 根据距离向量确定路由	234
7.4.3 使用子网掩码时的 RIP 处理	235
7.4.4 RIP 中路由变更时的处理	236
7.4.5 RIP2	239
7.5 OSPF	240
7.5.1 OSPF 是链路状态型路由协议	240
7.5.2 OSPF 基础知识	241
7.5.3 OSPF 工作原理概述	242
7.5.4 将区域分层化进行细化管理	243
7.6 BGP	245
7.6.1 BGP 与 AS 号	245
7.6.2 BGP 是路径向量协议	246
7.7 MPLS	248
7.7.1 MPLS 的网络基本动作	249
7.7.2 MPLS 的优点	250

第 8 章	应用协议	251
--------------	-------------	------------

8.1 应用层协议概要	252
8.2 远程登录	253
8.2.1 TELNET	253
8.2.2 SSH	255
8.3 文件传输	256
8.4 电子邮件	260
8.4.1 电子邮件的工作机制	260
8.4.2 邮件地址	261
8.4.3 MIME	262
8.4.4 SMTP	263
8.4.5 POP	265
8.4.6 IMAP	267

8.5	WWW	268
8.5.1	互联网的蓬勃发展	268
8.5.2	WWW 基本概念	268
8.5.3	URI	269
8.5.4	HTML	270
8.5.5	HTTP	272
8.5.6	JavaScript、CGI、Cookie	274
8.6	网络管理	276
8.6.1	SNMP	276
8.6.2	MIB	277
8.6.3	RMON	278
8.6.4	SNMP 应用举例	278
8.7	其他应用层协议	280
8.7.1	多媒体通信实现技术	280
8.7.2	P2P	283
8.7.3	LDAP	283

第 9 章 网络安全 285

9.1	TCP/IP 与网络安全	286
9.2	网络安全构成要素	287
9.2.1	防火墙	287
9.2.2	IDS（入侵检测系统）	288
9.2.3	反病毒/个人防火墙	288
9.3	加密技术基础	290
9.3.1	对称密码体制与公钥密码体制	290
9.3.2	身份认证技术	291
9.4	安全协议	293
9.4.1	IPsec 与 VPN	293
9.4.2	TLS/SSL 与 HTTPS	294
9.4.3	IEEE802.1X	294

附录 297

附 1	互联网上便捷的资源	298
附 1.1	国际	298
附 1.2	日本	299
附 2	IP 地址分类（A、B、C 类）相关基础知识	300

附 2.1	A 类	300
附 2.2	B 类	300
附 2.3	C 类	301
附 3	物理层	302
附 3.1	物理层相关基础知识	302
附 3.2	0/1 编码	302
附 4	传输介质相关基础知识	304
附 4.1	同轴电缆	304
附 4.2	双绞线	304
附 4.3	光纤电缆	306
附 4.4	无线	307
附 5	插页导图	309

第1章

网络基础知识

本章总结了深入理解TCP/IP所必备的基础知识，其中包括计算机与网络发展的历史及其标准化过程、OSI参考模型、网络概念的本质、网络构建的设备等。

7 应用层	<应用层> TELNET, SSH, HTTP, SMTP, POP, SSL/TLS, FTP, MIME, HTML, SNMP, MIB, SIP, RTP ... <传输层> TCP, UDP, UDP-Lite, SCTP, DCCP <网络层> ARP, IPv4, IPv6, ICMP, IPsec 以太网、无线LAN、PPP…… (双绞线电缆、无线、光纤……)
6 表示层	
5 会话层	
4 传输层	
3 网络层	
2 数据链路层	
1 物理层	