

计算机网络

一种开源的设计实现方法

(中国台湾) Ying-Dar Lin Ren-Hung Hwang (美) Fred Baker 著

陈向阳 吴云韬 徐莹 译

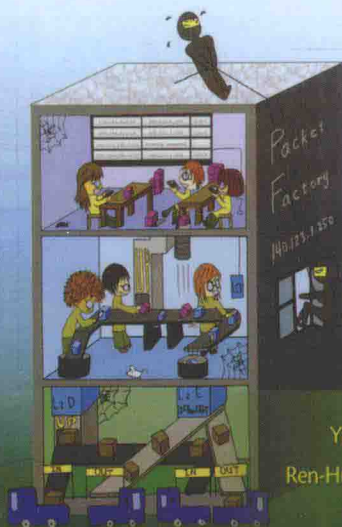
李琼 审校

Computer Networks

An Open Source Approach

Computer Networks

An Open Source Approach



Ying-Dar Lin
Ren-Hung Hwang
Fred Baker



机械工业出版社
China Machine Press

计 算 机 科 学 丛

计算机网络

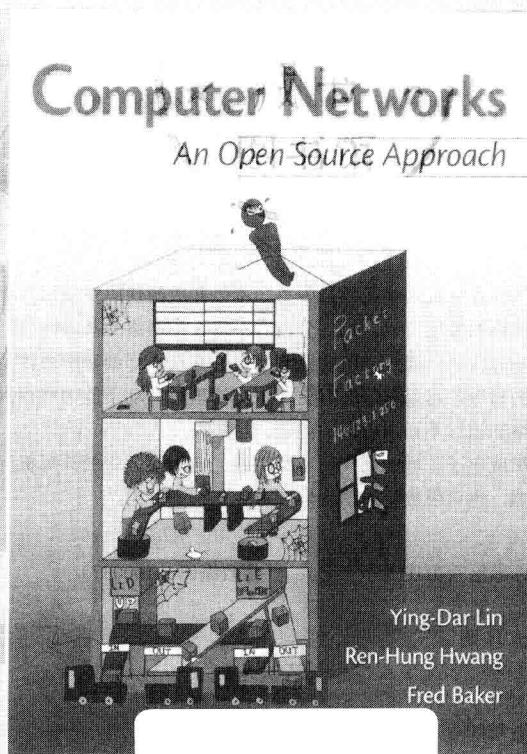
一种开源的设计实现方法

(中国台湾) Ying-Dar Lin Ren-Hung Hwang (美) Fred Baker 著

陈向阳 吴云韬 徐莹 译

李琼 审校

Computer Networks
An Open Source Approach



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络: 一种开源的设计实现方法 / (中国台湾) 林盈达, (中国台湾) 黄仁兹, (美) 贝克 (Baker, F.) 著; 陈向阳等译. —北京: 机械工业出版社, 2013.6

(计算机科学丛书)

书名原文: Computer Networks: An Open Source Approach

ISBN 978-7-111-42604-2

I. 计… II. ①林… ②黄… ③贝… ④陈… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 108358 号

版权所有 · 侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号: 图字: 01-2011-5061

Ying-Dar Lin, Ren-Hung Hwang, Fred Baker. Computer Networks: An Open Source Approach (ISBN:978-0-07-337624-0).

Copyright © 2012 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2014 by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔 (亚洲) 教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内 (不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾) 销售。

版权 © 2014 由麦格劳-希尔 (亚洲) 教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

本书是目前国内外出版的计算机网络类教材中第一本以开放源代码实现形式介绍网络及应用问题的教科书。本书自底向上介绍网络的各层协议, 每部分内容不仅介绍网络的基本概念、原理, 而且还介绍网络的实现原理并给出实现的开源代码。通过 56 个开源网络的实现, 详细讲解协议及设计的实现方法。学生通过实际动手和本书的全面指导, 可以对网络有更加深刻的理解, 动手能力将得到实质性的提高, 可以有效解决学生学习计算机网络知识后不知所以然的问题。

本书可作为计算机科学或电子工程的高年级本科生或一年级研究生的计算机网络教材, 还可以作为计算机网络教师的教学参考书, 也可供数据通信行业的专业工程师使用。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 盛思源

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·30.75 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-42604-2

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭示了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起到积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，我们就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力，我们与Pearson, McGraw-Hill, Elsevier, MIT, John Wiley & Sons, Cengage等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从他们现有的数百种教材中甄选出Andrew S. Tanenbaum, Bjarne Stroustrup, Brian W. Kernighan, Dennis Ritchie, Jim Gray, Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman, Abraham Silberschatz, William Stallings, Donald E. Knuth, John L. Hennessy, Larry L. Peterson等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及珍藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专程为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近两百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着计算机科学与技术专业学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都将步入一个新的阶段，我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方式如下：

华章网站：www.hzbook.com

电子邮件：hzjsj@hzbook.com

联系电话：(010) 88379604

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037



华章教育

华章科技图书出版中心

Ying-Dar Lin、Ren-Hung Hwang 和 Fred Baker 等人的《计算机网络：一种开源的设计实现方法》一书全面覆盖了计算机网络所涉及的内容，包括与技术相关的以及技术之外的内容，并探讨了计算机网络的最新进展和研究成果，既是一本不可多得的教科书，同时又是一本全面翔实的技术手册。它是目前国内外出版的计算机网络教材中第一本以开放源代码实现方法讨论网络层及其应用和相关实现问题的教科书。本书通过提供 56 个开放源代码的形式，缩短了理论知识与实际动手能力之间的差距。学生通过实际动手并在本书的全面指导下进行学习就可以对网络有更加深刻的理解，动手能力也将得到实质性的提高。目前有关计算机网络的几本国内外经典教材各有千秋，本书则是其中将理论知识与实际代码结合最紧密的，因此可以有效解决目前网络课程教学中所面临的学生虽然学习过计算机网络相应课程但知其然不知其所以然的问题。所以，本书首先是广大计算机网络教师手边不可多得的教学参考书。其次对于立志网络教学方法改革的教师可选做教材，那么就可以结合基本理论的开放源代码的实际项目实现，提高学生阅读代码的能力以及网络编程的能力和参与项目的能力。总之，高等院校计算机网络相关专业的学生、研究生、科研人员以及有一定基础的非专业人士都能够从本书中获益良多。虽然本书涉及的内容比较专业，但语言通俗易懂、内容由浅入深、结构层次清晰，而且使用了大量的图形和开放源代码帮助读者理解书中的内容。我们相信本书会给读者带来全新的感受与体验。

本书共分 8 章，分别介绍计算机网络基础知识、物理层、链路层、网络层、传输层、应用层、服务质量和网络安全的主体。4 个附录内容则是为了便于不熟悉 Linux 的读者阅读本书而提供的必要知识。

我们接受机械工业出版社的委托翻译本书，一方面是为了丰富国内有关计算机网络方面的教材，同时也可以在学习先进知识从而促进相应的科研工作。本书由武汉工程大学计算机科学与工程学院陈向阳、吴云韬以及湖北省档案局徐莹负责翻译，刘军、徐清、蹇贝、费藤、周开武、周洁、孙克华、於照、杜婷、罗雅丹、张敏等对本书的翻译提供了一定的帮助，在此特别致以衷心的感谢！本书的翻译得到了武汉工程大学研究生教材建设项目的资助，还得到了湖北省教育科学“十二五”规划 2013 年度立项课题“地方性高校新兴交叉学科建设的研究——以网络科学为例（项目编号 2013B060）”的资助。

在翻译时，因为本书涉及广泛的领域，具体包括应用数学、计算机科学、计算机应用、密码学、网络工程等领域，挑战在所难免。虽然我们花了大量的时间和精力来翻译本书，但仍可能存在错误和不到之处。如果在使用本书时发现我们翻译中的疏漏和错误或者有更好的建议，敬请联系译者（xian-gyangchensun@yahoo.com 和 xychensun@aliyun.com）。我们期望与您一起努力，共同做好计算机网络的教学和研究。

译者

2013 年 12 月

网络课程的发展趋势

计算机网络中的技术已经经历了很多代的演变。许多技术失败了或逐渐消失了，而有些技术流行起来，还有些技术目前正在孕育即将面市。由 TCP/IP 驱动的因特网技术目前成为主流。因此，计算机网络课程内容组织的一个明显趋势就是围绕 TCP/IP 来进行，再加上一些更底层的链路技术和许多上层应用，同时也删去了一些过时技术的详细介绍，或许要解释它们为什么会过时。

计算机网络教科书也已经经历了多次演变，从传统的并且有时枯燥的协议描述到应用驱动的自顶向下的实现方法和系统化的实现方法。趋势之一就是除了解释协议行为如何工作外，更多地解释为什么会这样，以便读者可以更好地理解各种协议的设计。当然，演变还在继续。

设计与实现之间的差距

另外一个不那么明显的趋势就是为协议的描述添加了实用特色。其他教科书的读者可能不知道协议设计在哪里以及如何实现。最终只会让读者在进入研究生院做研究时，往往只会采用仿真的方法对性能进行评估，而不是使用具有真实基准测试的实际实现。那么当他们毕业后工作时就又要从头开始学习实现环境、技巧和相关问题。很显然采用这些教科书培训过的学生在理论知识和技能之间必然存在很大差距。这种差距可以很容易用从开源社区获得的正在使用的代码来弥补。

一种开源的实现方法

目前几乎所有正在使用的协议已经在 Linux 操作系统和许多开源软件包中得到实现。Linux 和开源社区正在不断地成长壮大，他们的应用在网络世界中占据着主导。但是，他们所提供的资源还不能被计算机科学，更确切地说是计算机网络中的教科书所阐述。我们预测一种教科书的发展趋势，对于多门课程可以补充支持开放源代码资源以便缩小专业领域知识和动手技能之间的差距。这些课程包括操作系统（利用 Linux 内核实现作为进程管理、内存管理、文件系统管理、I/O 管理等例子）、计算机组成原理（利用 www.opencores.org 中的 verilog 代码作为处理器、内存单元、I/O 设备控制器等的例子）、算法（利用 GNU 库作为经典算法的例子）以及计算机网络（利用开放源代码作为协议实现的例子）。本书将是证明这种发展趋势的一个最早例子。

我们的开放源代码方法通过在协议行为描述中穿插介绍从开放源代码软件包中提取的样例实现来弥补上述差距。这些例子清楚地进行了编号，例如开放源代码实现 3.4。本书中还包括了可以下载完整可用例子的源代码站点，这样学生可以很容易地在因特网上访问这些内容。例如，在解释了路由表查询中的最长前缀匹配概念之后，我们接着演示了路由表是如何组织的（根据前缀长度排序的散列表数组），以及在 Linux 内核中如何实现匹配（如首次匹配，匹配过程是从最长前缀的散列表开始的）。这样就能够讲解路由表查询的设计及其实现，并提供扎实的动手练习项目，例如，描述路由表查询的瓶颈或者修改散列表的实现。我们认为这种穿插介绍方法要比单独采用另外一门课或另外一本教科书

更好。这样做会更加有利于普通学生学习，因为可以将设计与实现结合起来，并且大多数学生并不需要第二门课程。若还需要采用其他教科书，指导教师、助教和学生就必须额外努力去弥补忽略的或者在大多数情况下根本就没有触及的差距。

本书中的协议描述穿插了有代表性的 56 个开放源代码实现，涉及范围包括从编解码器（codec）的 Verilog 或 VHDL 码、调制解调器、CRC32、CSMA/CD 和密码技术，到适配器驱动器的 C 代码、PPP 后台守护程序和驱动程序、最长前缀匹配、IP/TCP/UDP 校验和、NAT、RIP/OSPF/BGP 路由后台守护程序、TCP 慢启动和拥塞避免、套接字（socket），流行的软件包支持 DNS、FTP、SMTP、POP3、SNMP、HTTP、SIP、流、P2P，到 QoS 功能，如流量整形器和调度器，以及安全功能，如防火墙、VPN 和入侵检测。这种系统认知可以通过每个源代码实现最后和每章最后的动手练习得到加强，读者需要运行、搜索、追踪、描述轮廓或修改特定内核代码段、驱动程序或守护程序。学生若具备了这种系统认知和操作技能，加上他们的协议专业领域知识，就能在学术上进行扎实的研究工作并在业界进行扎实的开发任务。

理解协议为什么被设计成某种方式要比了解协议如何工作更加重要

编写本书的理念是理解为什么协议被设计成某种方式要比了解协议如何工作更加重要。在解释有关机制或协议如何工作之前先用图示说明大多数关键概念和基本原理。它们包括无状态、控制平面和数据平面、路由和交换、冲突和广播域、桥接的可扩展性、无类和有类路由、地址翻译和配置、转发与路由、窗口流量控制、RTT 估计、知名端口和动态端口、迭代服务器（又称为循环服务器）和并发服务器、ASCII 应用协议消息、可变长度与固定字段协议消息、透明代理，以及许多其他内容。

曲解与理解一样重要，它们值得特殊处理以便明确标示区分出来。每一章都是先从一般问题开始，然后再提出基本的问题。我们已经添加了行动原则、历史演变和性能问题等工具条。我们以无编号的常见陷阱（读者社区常见的误解）、进一步阅读、常见问题解答（读者预习和复习的大问题），以及一组动手练习和书面练习的小节作为结束。

读者预备的技能

无论指导教师还是学生熟悉 Linux 系统与否都不应该成为采用本书的决定因素。与 Linux 相关的动手练习技巧在附录 B、C、D 中进行了全面介绍。这三个附录会让读者具有足够的动手操作技巧，包括 Linux 内核概述（带有源代码跟踪的指导）、开发工具（vim、gcc、make、gdb、ddd、kgdb、cscope、cvs/svn、gprof/kernprof、busybox、buildroot）、网络工具（host、arp、ifconfig、ping、traceroute、tcpdump、wireshark、netstat、ttcp、webbench、ns、nist-net、nessus）。附录 A 中还有一节向读者介绍开放源代码资源。在第 1 章中还包括有关“数据包的生命历程”一节，它生动地图解了本书的路标。

在教学中，对降低采用开放源代码实现遇到的障碍也进行了考虑。本书不是采用代码列表和解释，而是在需要时将它结构化组织到概述、框图、数据结构、算法实现和练习中。这样学生和指导教师都易于使用。

教学特点和补充材料

教科书一般都具有很多特点以便帮助读者，具有许多课堂支持材料以便帮助指导教师。本书具有很多特点和课堂支持材料，总结如下：

- 1) 56 个明确编号的关键协议和机制的开放源代码实现。
- 2) 4 个附录分别介绍互联网和开源社区的名人录（重要人物）、Linux 内核概述、开发工具和网络实用工具。
- 3) 逻辑推理协议为什么、哪里以及如何设计和实现。
- 4) 在每章的开头以一般问题作为激励，回答以大的问题作为结尾。
- 5) “数据包的生命历程”从服务器和路由器的角度演示本书的路标并演示如何跟踪代码中的数据包流。
- 6) 在每章最后图解的“常见陷阱”，标示出常见的误解。
- 7) 除了书面练习之外，还有基于 Linux 的动手练习。
- 8) 给出 69 个有关历史演变、原理、行动原则和性能问题的板块。
- 9) 每章最后的常见问题解答有助于读者抓住主要问题回答并便于在读完每一章后进行复习。
- 10) 课堂支持材料，包括 PowerPoint 演讲幻灯片、习题解答，并且在 PowerPoint 中采用的所有教材图片都可以从课本的网站（www.mhhe.com/lin）中找到。

读者和课程路标指南

本书可作为计算机科学或电子工程的高年级本科生或一年级研究生的计算机网络教材，也可供数据通信行业的专业工程师使用。对于本科生的课程，我们建议指导老师仅讲解第 1~6 章。作为研究生的课程，应该讲解所有的章节。对于既要为本科生又要为研究生授课的指导老师，两种其他可能的区别在于研究生课程会有更重的动手练习和额外的阅读作业布置。不管是本科生还是研究生课程，指导教师都可以让学生在几周学习附录以便于熟悉 Linux 及其开发和应用工具。这种熟悉程度既可以通过动手练习测试，也可以通过动手练习作业来检验。在整个课程中，既可以布置书面练习，也可以布置动手练习以便加强知识和技巧的掌握。

本书各章的内容组织如下：

- 第 1 章为网络的需求和原理提供了背景知识，然后给出互联网解决方案来满足由基本原理提出的需求。图示了互联网的设计理念，如无状态的、无连接的，以及端对端参数。在整个过程中，我们介绍了关键概念，包括连接性、可扩展性、资源共享、数据和控制平面、分组与电路交换、延迟、吞吐量、带宽、负载、丢包、抖动、标准和互操作性、路由和分组。接下来，我们将以 Linux 作为互联网解决方案的实现，以便于演示互联网体系结构及其协议在哪里以及如何如何在芯片、驱动程序、内核和后台守护程序中实现。本章最后以本书路标和“数据包的生命历程”的有趣描述作为结束。
- 第 2 章对物理层进行了简洁的论述。本章首先介绍有关模拟和数字信号、有线和无线媒体、编码、调制和多路复用的概念。然后介绍有关编码、调制和多路复用的技术和标准。两个开放源代码实现分别演示了使用 8B/10B 编码和使用 OFDM 的 WLAN PHY 的以太网 PHY 的硬件实现。

- 第3章介绍了三种主流链路：PPP、以太网（Ethernet）和WLAN。此外，还描述了蓝牙（Bluetooth）和WiMAX。然后介绍了通过第2层桥接的局域网互联。最后，详细描述了网络接口卡发送和接收分组的适配器驱动程序。给出了包括CRC32和以太网MAC的硬件实现等10个开放源代码实现。
- 第4章讨论了IP层的数据平面和控制平面。数据平面讨论包括IP转发处理、路由表查找、校验和、分段、NAT和有争议的IPv6，而控制平面讨论包括地址管理、错误报告、单播路由和组播路由。详述了路由协议和算法。12个开放源代码实现穿插其中阐述了这些设计是如何实现的。
- 第5章上升到传输层，讲述有关端到端或主机到主机之间的问题。详细讲解了UDP和TCP，特别是有关TCP的设计理念、行为和版本。然后介绍了用于实时多媒体流量的RTP。随后还用专门的一节内容演示了套接字的设计与实现，这里分组在内核空间和用户空间之间复制。给出了10个开放源代码实现。
- 第6章既介绍传统的应用，包括DNS、Mail、FTP、Web和SNMP，也介绍新的应用，包括VoIP、流媒体和P2P应用。对实现这8种应用的开放源代码软件包进行了讨论。
- 第7章介绍了有关QoS的高级话题，讲述了各种流量控制模块，如策略器、整形器、调度器、丢弃器以及许可控制。尽管IntServ和DiffServ标准框架没有得到广泛的部署，但这些流量控制模块中的许多已经嵌入我们日常使用的产品中。因此它们值得专门利用完整的一章来叙述。给出了6个开放源代码实现。
- 第8章深入学习网络安全问题，范围包括访问安全（由TCP/IP防火墙和应用防火墙来保护）、数据安全（由VPN来保护），以及系统安全（由入侵检测和反病毒软件来保护）。既介绍了算法（表查找、加密、认证、深度分组检查），也介绍了标准（3DES、MD5、IPsec）。最后还增加了8个开放源代码实现。

致谢

本书的草稿经历了多次演变和修订。在整个过程中，很多人直接或间接地做出了贡献。首先，许多中国台湾交通大学、中国台湾中正大学以及思科公司的试验室成员和同事为本书贡献了很多想法、例子和代码解释。这里要特别感谢Po-Ching Lin、Shih-Chiang Weafon Tsao、Yi-Neng Lin、Huan-Yun Wei、Ben-Jye Chang、Shun-Lee Stanley Chang、Yuan-Cheng Lai、Jui-Tsun Jason Hung、Shau-Yu Jason Cheng、Chia-Yu Ku、Hsiao-Feng Francis Lu和Frank Lin。没有他们的帮助，我们就不可能将许多有趣的和原创性的思想编入本书。我们还要感谢中国台湾科学委员会（National Science Council, NSC）、工业技术研究院（Industrial Technology Research Institute, ITRI）、D-Link公司、Realtek半导体公司、ZyXEL公司、思科公司以及英特尔公司在过去几年中对我们网络研究工作的支持。

其次，我们感谢以下审阅了全部或者部分手稿的人：Emmanuel Agu，伍斯特理工学院（Worcester Polytechnic University）；Tricha Anjali；伊利诺伊理工大学（Illinois Institute of Technology）；Ladislau Boloni，中佛罗里达大学（University of Central Florida）；Charles Colbourn，亚利桑那州立大学（Arizona State University）；XiaoJiang Du，天普大学（Temple University）；Jiang Guo，加州州立大学洛杉矶分校（California State University, Los Angeles）；Robert Kerbs，加州州立理工大学波莫那分校（California State

Polytechnic University, Pomona); Fang Liu, 德克萨斯大学泛美分校 (The University of Texas-Pan American); Oge Marques, 佛罗里达州大西洋大学 (Florida Atlantic University); Mitchell Neilsen, 堪萨斯州立大学 (Kansas State University); Mahasweta Sarkar, 圣地亚哥州立大学 (San Diego State University); Edwin Sloan, 西尔斯波洛社区学院 (坦帕) (Hillsborough Community College); Ioannis Viniotis, 北卡罗来纳州立大学 (North Carolina State University); Bin Wang, 莱特州立大学 (Wright State University); Daniel Zappala, 杨百翰大学 (Brigham Young University)。还要感谢高雄应用科技大学的王志强, 他从语法上润色了我们的手稿。

最后, 我们要感谢麦格劳 - 希尔公司 (McGraw-Hill) 的员工, 在他们的指导下, 我们顺利通过了编辑和出版阶段。特别感谢全球发行商 Raghu Srinivasan、我们的策划编辑 Lorraine Buczek、出版项目经理 Jane Mohr 以及项目经理 Deepti Narwat, 正是在他们的大力帮助下, 我们得以克服各种挑战。

Ying – Dar Lin (林盈达) 中国台湾交通大学 (NCTU) 计算机科学教授。他于 1993 年从美国加州大学洛杉矶分校 (UCLA) 获得计算机科学博士学位。他曾于 2007—2008 年以休假的形式到位于圣何塞的思科公司作访问学者。自从 2002 年起, 他任网络测试中心 (Network Benchmarking Lab, NBL, www.nbl.org.tw) 主任同时也是 NBL 的创立者, NBL 利用实际通信量来检验网络产品。他还于 2002 年与他人合作共同建立了利基网络有限公司 (L7 Networks Inc.), 该公司后来被 D-Link 公司收购。他的研究兴趣包括网络协议和算法的设计、分析、实现和标杆分析法, 服务质量, 网络安全, 深度分组检验, P2P 网络互联, 以及嵌入式硬件/软件的协同设计。他在“多跳蜂窝”的研究工作被引用过 500 多次。它目前担任《IEEE Communications Magazine》(IEEE 通信杂志)、《IEEE Communications Surveys and Tutorials》(IEEE 通信调查和教程)、《IEEE Communications Letters》(IEEE 通信快报)、《Computer Communications》(计算机通信) 和《Computer Networks》(计算机网络) 的编委。

Ren – Hung Hwang (黄仁炫) 中国台湾中正大学计算机科学系特聘研究教授, 并任清江学习中心主任。他于 1993 年在马萨诸塞大学阿默斯特分校获得计算机科学博士学位。他曾发表过 150 余篇有关计算机网络的国际会议论文。他的研究兴趣包括沉浸计算、P2P 网络、下一代无线网络以及网络教育。他担任 2009 年度在中国台湾高雄市举办的第十届普适系统、算法和网络研讨会的程序委员会主席。他目前任《Journal of Information Science and Engineering》(信息科学与工程杂志) 的编委。他曾经荣获中国台湾中正大学 2002 年度杰出教学奖, 并获得中国台湾教育部门 1998—2001 年通信网络课件杰出设计奖。他目前还任 TWNIC IP 委员会以及中国台湾“中华工程教育学会”(IEET) 认证规划与程序委员会的委员。

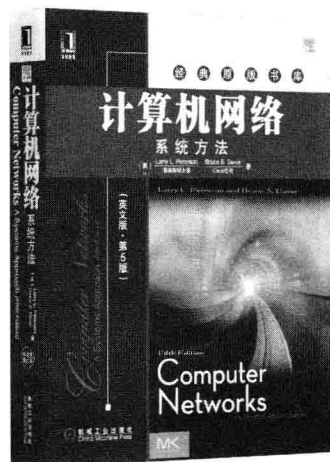
Fred Baker (弗雷德·贝克) 自 20 世纪 70 年代末期, 一直活跃于网络和通信行业中, 曾先后任职于 CDC、Vitalink 和 ACC。他目前是思科系统公司的会员。他于 1996—2001 年曾担任 IETF 主席。他已经主持了很多 IETF 工作组, 包括 Bridge MIB、DS1/DS3 MIB、ISDN MIB、PPP 扩展、IEPREP 和 IPv6 运行, 并且从 1996—2002 年服务于互联网架构委员会。他曾经与人合著或编辑过大约 40 个 RFC 并对其他 RFC 也做出过贡献。具体项目包括网络管理、OSPF 和 RIPv2 路由、服务质量 (使用集成服务或差分服务模型)、合法拦截、互联网上基于优先的服务等。此外, 他还于 2002—2008 年作为互联网协会理事会 (Board of Trustees of the Internet Society) 的会员, 并于 2002—2006 年期间担任主席。他还是联邦通信委员会技术咨询委员会 (Technical Advisory Council of the Federal Communications Commission) 的前会员。他当前是 IETF 中 IPv6 运行工作组的联合主席, 并且是互联网工程任务组行政监督委员会 (Internet Engineering Task Force Administrative Oversight Committee) 的会员。

推荐阅读



TCP/IP详解 卷1：协议（英文版·第2版）

作者：Kevin R. Fall 等 ISBN：978-7-111-38228-7 定价：129.00元



计算机网络：系统方法（英文版·第5版）

作者：Larry L. Peterson 等 ISBN：978-7-111-37720-7 定价：139.00元



计算机网络教程：自顶向下方法（英文版）

作者：Behrouz A. Forouzan 等 ISBN：978-7-111-37430-5 定价：79.00元



计算机网络（英文版·第5版）

作者：Andrew S. Tanenbaum 等 ISBN：978-7-111-35925-8 定价：99.00元

推荐阅读



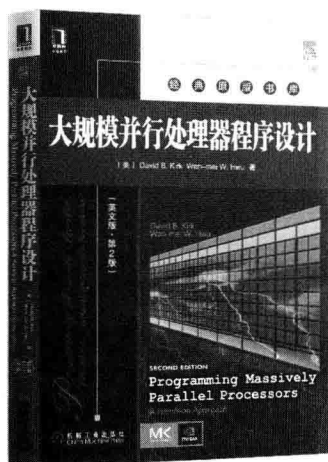
云计算与分布式系统：从并行处理到物联网

作者：(美) Kai Hwang 等 ISBN: 978-7-111-41065-2 定价: 85.00元



嵌入式系统导论：CPS方法

作者：(美) Edward Ashford Lee 等 ISBN: 978-7-111-36021-6 定价: 55.00元



大规模并行处理器程序设计 (英文版·第2版)

作者：(美) David B. Kirk 等 ISBN: 978-7-111-41629-6 定价: 79.00元



多处理器编程的艺术 (修订版)

作者：(美) Maurice Herlihy 等 ISBN: 978-7-111-41858-0 定价: 69.00元

出版者的话

译者序

前言

作者简介

第 1 章 基础知识	1
1.1 计算机网络互联的需求	1
1.1.1 连通性:节点、链路、路径	1
1.1.2 可扩展性:节点的数量	4
1.1.3 资源共享	4
1.2 基本原理	6
1.2.1 性能测量	6
1.2.2 控制平面上的操作	9
1.2.3 数据平面上的操作	10
1.2.4 互操作性	12
1.3 互联网体系结构	13
1.3.1 连通性解决方案	13
1.3.2 可扩展性解决方案	15
1.3.3 资源共享的解决方案	17
1.3.4 控制平面和数据平面操作	18
1.4 开放源代码实现	19
1.4.1 开放与封闭	19
1.4.2 Linux 系统中的软件 体系结构	20
1.4.3 Linux 内核	22
1.4.4 客户端和守护进程服务器	22
1.4.5 接口驱动程序	23
1.4.6 设备控制器	23
1.5 本书路标:数据包的生命历程	24
1.5.1 数据包数据结构: sk_buff	24
1.5.2 在 Web 服务器中数据包的生命历程	25

1.5.3 数据包在网关中的 生命周期	26
1.6 总结	29
演变的沙漏	29
常见陷阱	29
进一步阅读	30
常见问题解答	32
练习	33
第 2 章 物理层	36
2.1 一般性问题	36
2.1.1 数据和信号:模拟的 或数字的	37
2.1.2 发送和接收流	39
2.1.3 传输:线路编码和 数字调制	40
2.1.4 传输损失	41
2.2 介质	42
2.2.1 有线介质	42
2.2.2 无线介质	45
2.3 信息编码和基带传输	46
2.3.1 信源编码和信道编码	46
2.3.2 线路编码	46
2.4 数字调制和多路复用	54
2.4.1 通带调制	54
2.4.2 多路复用	61
2.5 高级主题	62
2.5.1 扩频	63
2.5.2 单载波与多载波	69
2.5.3 多输入、多输出	70
2.6 总结	77
常见陷阱	77
进一步阅读	78
常见问题解答	80

练习	81
第3章 链路层	83
3.1 一般问题	84
3.1.1 成帧	84
3.1.2 寻址	85
3.1.3 差错控制和可靠性	86
3.1.4 流量控制	90
3.1.5 介质访问控制	90
3.1.6 桥接	91
3.1.7 链路层的数据包流	91
3.2 点到点协议	93
3.2.1 高级数据链路控制	93
3.2.2 点到点协议	95
3.2.3 因特网协议控制协议	96
3.2.4 以太网上的 PPP (PPPoE)	98
3.3 以太网 (IEEE 802.3)	98
3.3.1 以太网的演变: 蓝图	98
3.3.2 以太网 MAC	100
3.3.3 以太网的精选主题	109
3.4 无线链路	112
3.4.1 IEEE 802.11 无线局域网	112
3.4.2 蓝牙技术	119
3.4.3 WiMAX 技术	121
3.5 桥接	124
3.5.1 自学习	125
3.5.2 生成树协议	128
3.5.3 虚拟局域网	130
3.6 网络接口的设备驱动程序	133
3.6.1 设备驱动程序的概念	133
3.6.2 在 Linux 设备驱动程序 中如何与硬件通信	134
3.7 总结	140
常见陷阱	140
进一步阅读	142
常见问题解答	144
练习	145

第4章 互联网协议层	147
4.1 一般问题	147
4.1.1 连通性问题	147
4.1.2 可扩展性问题	148
4.1.3 资源共享问题	149
4.1.4 IP 层协议和分组流概述	149
4.2 数据平面协议: 互联网协议	152
4.2.1 互联网协议版本 4	152
4.2.2 网络地址翻译	162
4.3 互联网协议版本 6	169
4.3.1 IPv6 头部格式	170
4.3.2 IPv6 扩展头部	171
4.3.3 IPv6 中的分段	171
4.3.4 IPv6 地址的表示法	172
4.3.5 IPv6 地址空间分配	172
4.3.6 自动配置	174
4.3.7 从 IPv4 到 IPv6 的迁移	174
4.4 控制平面协议: 地址管理	175
4.4.1 地址解析协议	175
4.4.2 动态主机配置	177
4.5 控制平面协议: 错误报告	181
4.6 控制平面协议: 路由	184
4.6.1 路由原理	184
4.6.2 域内路由	192
4.6.3 域间路由	200
4.7 组播路由	204
4.7.1 将复杂性迁移到路由器	204
4.7.2 组成员管理	205
4.7.3 组播路由协议	206
4.7.4 域间组播	212
4.8 总结	214
常见陷阱	214
进一步阅读	215
常见问题解答	218
练习	220
第5章 传输层	224
5.1 一般问题	224

5.1.1 节点到节点与端到端	225	6.1.2 服务器如何启动	278
5.1.2 差错控制和可靠性	226	6.1.3 服务器分类	278
5.1.3 速率控制：流量控制 和拥塞控制	226	6.1.4 应用层协议的特点	282
5.1.4 标准编程接口	227	6.2 域名系统.....	282
5.1.5 传输层分组流	227	6.2.1 简介.....	282
5.2 不可靠的无连接传输：UDP ...	229	6.2.2 域名空间	283
5.2.1 头部格式	229	6.2.3 资源记录	284
5.2.2 差错控制：每个分段的 校验和	230	6.2.4 名字解析	286
5.2.3 承载单播/组播实时流量 ...	231	6.3 电子邮件.....	291
5.3 可靠的面向连接的传输：TCP ...	231	6.3.1 简介.....	291
5.3.1 连接管理	231	6.3.2 互联网邮件标准	292
5.3.2 数据传输的可靠性	234	6.3.3 互联网邮件协议	296
5.3.3 TCP 流量控制	236	6.4 万维网.....	303
5.3.4 TCP 拥塞控制	239	6.4.1 简介.....	303
5.3.5 TCP 头部格式	245	6.4.2 Web 命名和寻址	304
5.3.6 TCP 定时器管理	246	6.4.3 HTML 和 XML	306
5.3.7 TCP 性能问题及增强	249	6.4.4 HTTP	306
5.4 套接字编程接口	258	6.4.5 Web 缓存和代理	309
5.4.1 套接字	258	6.5 文件传输协议	314
5.4.2 通过 UDP 和 TCP 绑定 应用程序	258	6.5.1 简介.....	314
5.4.3 绕过 UDP 和 TCP 传输	263	6.5.2 双连接操作模型： 带外信令	315
5.5 用于实时流量的传输协议	266	6.5.3 FTP 协议消息	316
5.5.1 实时需求	266	6.6 简单网络管理协议	320
5.5.2 标准数据平面协议：RTP ...	268	6.6.1 简介.....	320
5.5.3 标准控制平面协议： RTCP	268	6.6.2 体系结构框架	320
5.6 总结	269	6.6.3 管理信息库	321
常见陷阱	270	6.6.4 SNMP 中的基本操作	324
进一步阅读	270	6.7 VoIP	328
常见问题解答	272	6.7.1 简介.....	328
练习	273	6.7.2 H.323	329
第6章 应用层	276	6.7.3 会话初始化协议	331
6.1 一般问题.....	277	6.8 流媒体.....	336
6.1.1 端口如何工作	278	6.8.1 简介.....	336
		6.8.2 压缩算法	337
		6.8.3 流媒体协议	337
		6.8.4 服务质量和同步机制	339

6.9 对等应用程序	342	练习	388
6.9.1 简介	342	第8章 网络安全	390
6.9.2 P2P 的体系结构	344	8.1 一般问题	390
6.9.3 P2P 应用的性能问题	348	8.1.1 数据安全	390
6.9.4 案例研究: BitTorrent	349	8.1.2 访问安全	391
6.10 总结	354	8.1.3 系统安全	392
常见陷阱	354	8.2 数据安全	392
进一步阅读	355	8.2.1 密码学原理	392
常见问题解答	357	8.2.2 数字签名和消息认证	398
练习	359	8.2.3 链路层隧道	401
第7章 互联网服务质量	361	8.2.4 IP 安全	401
7.1 一般问题	362	8.2.5 传输层安全	404
7.1.1 信令协议	362	8.2.6 VPN 技术的比较	406
7.1.2 QoS 路由	362	8.3 访问安全	407
7.1.3 许可控制	363	8.3.1 简介	407
7.1.4 分组分类	363	8.3.2 网络层/传输层防火墙	407
7.1.5 监管	363	8.3.3 应用层防火墙	410
7.1.6 调度	363	8.4 系统安全	412
7.2 QoS 体系结构	365	8.4.1 信息收集	412
7.2.1 集成服务	365	8.4.2 漏洞利用	412
7.2.2 区分服务	367	8.4.3 恶意代码	415
7.3 QoS 组件的算法	372	8.4.4 典型的防御	417
7.3.1 许可控制	372	8.5 总结	424
7.3.2 流标识	374	常见陷阱	425
7.3.3 令牌桶	375	进一步阅读	426
7.3.4 分组调度	378	常见问题解答	428
7.3.5 分组丢弃	383	练习	428
7.4 总结	386	附录 A 名人录	430
常见陷阱	386	附录 B Linux 内核概述	440
进一步阅读	386	附录 C 开发工具	450
常见问题解答	388	附录 D 网络实用工具	466