

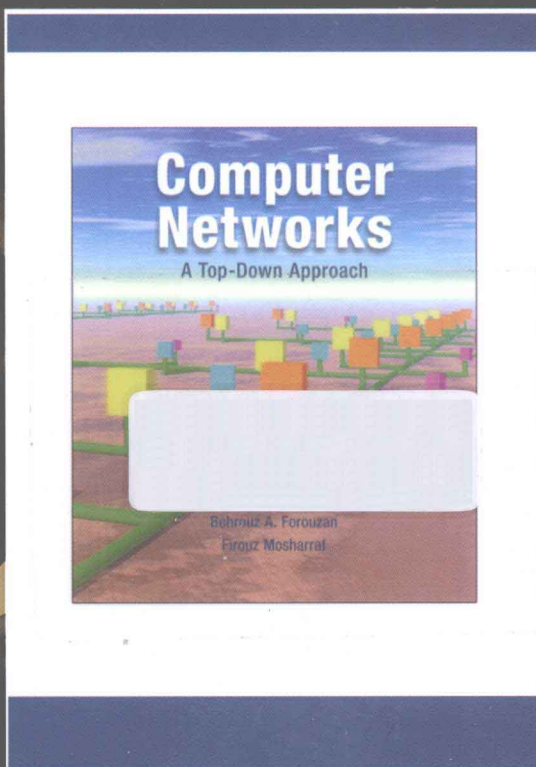
计算机网络教程

自顶向下方法

(美) Behrouz A. Forouzan Firouz Mosharraf 著

张建忠 靳星 林安华 周立斌 译

Computer Networks
A Top-Down Approach



计 算 机 科 学 丛 书

计算机网络教程

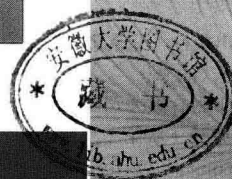
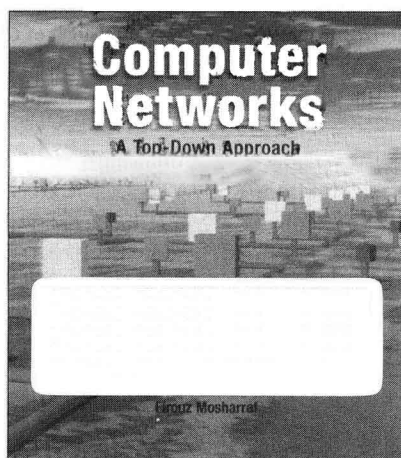
自顶向下方法

(美) Behrouz A. Forouzan Firouz Mosharraf 著

张建忠 靳星 林安华 周立斌 译

Computer Networks

A Top-Down Approach



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络教程: 自顶向下方法 / (美) 佛罗赞 (Forouzan, B. A.), (美) 莫沙拉夫 (Mosharraf, F.) 著; 张建忠等译. —北京: 机械工业出版社, 2012.10

(计算机科学丛书)

书名原文: Computer Networks: A Top-Down Approach

ISBN 978-7-111-40088-2

I. 计… II. ①佛… ②莫… ③张… III. 计算机网络—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 245205 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: 01-2011-5060

本书作者 Forouzan 是计算机教育领域的知名专家, 他在这本经典著作中, 利用 Internet 协议分层和 TCP/IP 协议簇, 采用自顶向下的方法, 首先说明应用层协议是怎样交换信息的, 再解释消息是怎样分解成比特和信号并通过 Internet 传输的, 以通俗易懂的方式阐述了计算机网络原理, 帮助学生从总体上理解网络的基础知识, 特别是 Internet 的协议。

本书图文并茂, 实例丰富, 并配有大量的习题集 (包括测试题、练习题、思考题) 以及模拟实验和编程作业, 适合作为本科生、研究生的计算机网络教材, 同时也适合计算机网络研究和专业人员阅读。

Behrouz A. Forouzan, Firouz Mosharraf: Computer Networks: A Top-Down Approach (ISBN 978-0-07352326-2).

Copyright © 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

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 © 2013 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of McGraw-Hill Asian Holdings (Singapore) Pte.Ltd. 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© 2013 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 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

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: 刘立卿

北京瑞德印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·39 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-40088-2

定 价: 99.00 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: hzjsj@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中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

译者序

Computer Networks: A Top-Down Approach

近年来,计算机网络技术已经应用到各个领域。人们的学习、工作和生活已经渐渐离不开计算机网络,因此需要了解和掌握计算机网络技术的群体在不断扩大。不论是计算机及相关专业的学生,还是从事相关工作的工程技术人员,都需要较深入地了解计算机网络的基本原理和应用形式。本书作为一本深入浅出且广泛适用的计算机网络教材,能够帮助读者理解和掌握复杂的网络知识。

Behrouz A. Forouzan 是计算机教育领域的知名作家,他出版了《Data Communications and Networking》、《TCP/IP Protocol Suite》、《Cryptography & Network Security》、《Foundations of Computer Science》等多部畅销教材,涉猎范围包括计算机科学领域的多个方面。他与时俱进,作品紧跟计算机技术和计算机教育的步伐。《Computer Network: A Top-Down Approach》是 Forouzan 按照目前计算机网络教学比较流行的自顶向下方法编写的一部重要教材,与《Data Communications and Networking》相比,本书在内容上增加了一些目前计算机网络发展的新技术,编排上采用自顶向下的结构,这样既适合学生学习,又适合教师教授。

暑假前夕,出版社的同志和我们联系,希望我们能够翻译这本书。由于要求的翻译周期很短,所以一开始我们非常犹豫。但是,作为教师,我们深知优秀教材在“教”与“学”中的作用。在经过认真思考之后,我们最终欣然接受了这项具有挑战性的任务。接下来的四个月,翻译工作花费了我们大量的时间和精力。

本书共分为 11 章,第 1 章和第 10 章由张建忠翻译,第 2 章、第 3 章和第 4 章由靳星翻译,第 5 章、第 6 章和第 11 章由林安华翻译,第 7 章、第 8 章和第 9 章由周立斌翻译。张建忠负责最后统稿。受译者水平和翻译周期所限,译稿中可能存在不当或错误之处,敬请广大读者批评指正。

译者

2012 年 8 月于南开园

当今社会，网络与互联网技术迅猛发展，其佐证就是每年各种新型社交网络应用的不断涌现。人们每天使用 Internet 的频率越来越高，他们利用 Internet 进行科学研究、网络购物、机票预订、查看新闻与天气状况……

在这个面向 Internet 的社会中，需要培养和训练专业技术人员对 Internet、部分 Internet 或者连接到 Internet 的内部网络进行运营和管理。本书的目标是帮助学生总体上理解网络的基本知识，特别是 Internet 使用的协议。

本书特色

本书的主要目标是讲授网络原理，为了讲授这些原理，本书采用了以下方法。

协议分层

本书利用 Internet 协议分层和 TCP/IP 协议簇讲授网络原理。虽然有些网络理论在某些层次上可能有些重复，但每层都会有其特别强调的方面。这些理论在不同层次重复出现，使我们能够更好地理解相互之间的关系，因此利用协议分层方法讲授网络理论是有益的。例如，虽然寻址（addressing）在 TCP/IP 的 4 个层次中都会遇到，但是各层使用了不同的地址格式以实现各自不同的目标。另外，每层中的寻址范围也有不同。另一个例子是成帧与分组（framing and packetizing），这些内容在几层中也会重复出现，但是各层涉及的理论不同。

自顶向下方法

尽管本书的作者之一曾经编写过几本与网络和 Internet 相关的书籍（《Data Communication and Networking》、《TCP/IP Protocol Suite》、《Cryptography and Network Security》、《Local Area Networks》），但是本书讲授网络的方法不同。它采用自顶向下的方法。

虽然 TCP/IP 协议每一层建立在它下层提供的服务之上，但是学习每一层的知识有两种方法——自底向上或自顶向下。自底向上方法中，我们在学习应用层怎样利用比特传送消息之前，学习比特和信号怎样在物理层移动。自顶向下方法中，我们在学习消息怎样被分解成比特和信号、怎样实际地通过 Internet 传送之前，学习应用层协议怎样交换信息。在本书中，我们采用了自顶向下方法。

面向的读者

本书面向的读者为学术和专业技术人员。感兴趣的专业技术人员也可用本书作为自学指导书。作为教材，它可以用于一个学期或半个学期的课程，适用于大学本科最后一学年或研究生第一年的学习。虽然章节末尾的思考题需要一些概率知识，但是教材的学习只需要大学一年级讲授的基本数学知识。

本书的组织

本书包括 11 章和 5 个附录。

- 第 1 章 概论
- 第 2 章 应用层
- 第 3 章 传输层
- 第 4 章 网络层
- 第 5 章 数据链路层：有线网络
- 第 6 章 无线网络和移动 IP
- 第 7 章 物理层和传输介质
- 第 8 章 多媒体和服务质量
- 第 9 章 网络管理
- 第 10 章 网络安全
- 第 11 章 Java Socket 编程
- 附录 附录 A 到附录 E

写作方法

本书采用的几种写作方法使学生能够很容易地理解计算机网络的基础知识，特别是 Internet 的相关知识。

形象直观

本书采用图文并茂的方式描述技术性很强的问题，而没有采用复杂的数学公式。670 多幅插图与文字讲解，使内容更加直观易懂。在解释网络概念时，插图的作用尤其重要。对于很多学生来说，通过插图理解这些概念比通过文字更容易。

举例和应用

在合适的位置我们加入了一些例子，用于说明书中介绍的相关概念。同时，我们也在每章中添加了一些现实中的应用，用于激励学生学习。

章末资料

每章后包含的相关资料如下：

小结 每章末尾都包含覆盖本章内容的小结。小结将本章的重点内容关联起来，一目了然。

推荐读物 这一部分列出了与本章内容相关的主要参考文献。利用这个参考文献列表，可以在书末尾的“参考文献”部分快速找到相应文献。

习题集

每章都设计有习题集，用于巩固重要的概念，同时鼓励学生应用这些概念。习题集包括 3 部分：测试题、练习题和思考题。

测试题 测试题放置在本书的网站中，用于快速检查概念的掌握情况。学生可以通过完成这些测试题查看自己对内容的理解程度，网站可立即给出测试结果。

练习题 这部分包含与本书讨论内容相关的一些简单问题。题号为奇数的练习题答案放

置于本书的网站中，学生可以查阅。

思考题 这部分内容包括一些较难的问题，需要较为深入地理解本章的内容才能解答。我们强烈推荐学生尝试解决所有这些问题。题号为奇数的思考题答案也放置于本书的网站中，学生可以查阅。

模拟实验

如果能够动手对分组流和分组内容进行分析，那么就能更好地理解这些网络概念。多数章节包含了一部分用于帮助学生进行实验的内容。这一部分内容分为两部分。

Applets Java 小程序 (Applets) 放置在网站上，是由作者设计的交互式实验。这些小程序一部分用于更好地理解一些问题的解决方案，另一部分用于帮助读者在动手操作中更好地理解网络概念。

实验作业 一些章节包含了使用 Wireshark 模拟软件的实验作业。下载和使用 Wireshark 软件的方法在第 1 章中给出。另外一些章节给出的实验作业用于练习发送和接收分组，同时分析这些分组的内容。

编程作业

一部分章节包含有编程作业。编写一个有关进程或过程的程序能够澄清很多细节，并且能够帮助学生更好地理解隐藏在进程之后的概念。虽然学生可以使用自己熟悉的任何一种计算机语言编写和测试程序，但是本书网站中给出的答案是使用 Java 语言编写的，这些答案供教师使用。

附录

附录的目的是提供快速的资料参考和内容回顾，这些资料和内容可用于理解本书讨论的概念。

术语表和索引

为了更快地检索词汇和缩略语，本书给出了术语表和索引，但因篇幅所限，这些材料不包含在中文版书中，读者可到华章网站 <http://www.hzbook.com> 查阅。

教辅资源

本书包含的完整教辅资源可以从本书的网站 <http://www.mhhe.com/forouzan> 中下载^①。这些资源包括以下内容。

幻灯片

网站给出了一组华美且栩栩如生的 PowerPoint 幻灯片，用于教学使用。

习题集答案

本书网站提供所有练习题和思考题的答案，供教师教学使用。

编程作业答案

本书网站也提供编程作业答案。其中第 2 章的程序采用 C 语言编写，其他章节的程序采用 Java 语言编写。

① 采用该书作教材的教师可向 McGraw-Hill 公司北京代表处联系索取教学课件资料，传真：+8610-62790292；电子邮件：instructorChina@mcgraw-hill.com。

如何使用本书

本书章节的组织提供了很大的灵活性，我们建议如下：

- 第 1 章讨论的大部分内容是理解本书其他章节内容的基础。1.1 节和 1.2 节内容对理解网络分层非常关键，而网络分层是本书内容组织的基础。1.3 节和 1.4 节可以跳过或者安排为自学内容。
- 第 2 章至第 6 章基于 TCP/IP 协议簇的顶部 4 层，我们建议按照次序讲授，以保持本书自顶向下的方法。可是，有些部分可以跳过而不会失去连续性，例如第 2 章的客户-服务器 Socket 接口、第 4 章的下一代 IP、第 5 章的其他有线网络。
- 为了使 TCP/IP 协议的讨论更加完整，本书添加了第 7 章物理层。如果教师感觉学生已经熟悉或者已经在相关课程中学习过这些内容，那么这些内容可以跳过。
- 在前 6 章讨论完后，第 8 章、第 9 章和第 10 章可以按任意次序讲授。教师可以全部或部分地讲授这些章节的内容，甚至可以跳过这些内容。
- 第 11 章为 Java 网络编程。该章有两个目的：首先，它给出客户-服务器编程思想，使学生更好地理解 Internet 的整体目标。其次，它可以为网络方面的高级课程做准备。第 2 章中关于 C 语言的内容与本章有一小部分重复，教师既可以使用第 2 章 C 语言部分的内容讲授网络编程基础，也可以使用第 11 章 Java 语言的内容进行讲授。

本书网站

本书网站 <http://www.mhhe.com/forouzan> 包含以下内容。

测试题

测试题放置于本书网站中，测试结果可以发送给讲授该课程的教师。

学生答案

奇数题号练习题和思考题的答案放置在本书网站中，用于帮助学生检查他们的学习状况。

Applets

学生可以使用为每章设计的小程序，观察实际的网络协议及其问题。

教师答案

所有练习题和思考题的答案放置在本书网站中，供讲授本课程的教师使用。

编程作业

编程作业的代码放置在本书网站中，供讲授本课程的教师使用。

PowerPoint 幻灯片

华美且栩栩如生的幻灯片放置在本书网站中，供讲授本课程的教师使用。教师可以修改这些幻灯片以适应课程的需要。

致谢

显然，编写如此篇幅的书籍需要很多人的帮助。我们非常感谢同行评审专家在本书编写过程中做出的贡献。这些评审专家为：

Zongming Fei	肯塔基大学 (University of Kentucky)
Randy J. Fortier	温莎大学 (University of Windsor)
Seyed H. Hosseini	威斯康星大学米尔沃基分校 (University of Wisconsin, Milwaukee)
George Kesidis	宾夕法尼亚州立大学 (Pennsylvania State University)
Amin Vahdat	加利福尼亚大学圣地亚哥分校 (University of California, San Diego)
Yannis 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)
Vincent Wong	英属哥伦比亚大学 (University of British Columbia)
Zhi-Li Zhang	明尼苏达大学 (University of Minnesota)
Wenbing Zhao	克利夫兰州立大学 (Cleveland State University)

特别感谢 McGraw-Hill 出版公司的人员。出版人 Raghu Srinivasan 证明了出版专家可以将不可能的事情变成可能。无论何时，只要有需要，策划编辑 Melinda Bilecki 都会给予帮助。在整个出版过程中，项目经理 Jane Mohr 一直以极大的热情指导我们。我们还要感谢项目经理 Dheeraj Chahal、封面设计人 Brenda A. Rolwes 和文字编辑 Kathryn DiBernardo。

Forouzan 和 Mosharraf
加利福尼亚，洛杉矶

目 录

Computer Networks: A Top-Down Approach

出版者的话

译者序

前言

第 1 章 概论.....1

1.1 Internet 概览.....1

1.1.1 网络.....1

1.1.2 交换.....3

1.1.3 Internet.....5

1.1.4 访问 Internet.....6

1.1.5 硬件和软件.....6

1.2 协议分层.....6

1.2.1 场景.....7

1.2.2 TCP/IP 协议簇.....8

1.2.3 OSI 模型.....15

1.3 Internet 发展史.....16

1.3.1 早期历史.....16

1.3.2 Internet 的诞生.....16

1.3.3 今天的 Internet.....17

1.4 标准和管理.....18

1.4.1 Internet 标准.....18

1.4.2 Internet 管理.....19

1.5 章末资料.....20

推荐读物.....20

小结.....20

1.6 习题集.....21

测试题.....21

练习题.....21

思考题.....22

1.7 模拟实验.....23

Applets.....23

实验作业.....23

第 2 章 应用层.....24

2.1 介绍.....24

2.1.1 提供服务.....24

2.1.2 应用层模式.....26

2.2 客户-服务器模式.....28

2.2.1 应用程序接口.....28

2.2.2 使用传输层的服务.....30

2.3 标准客户-服务器应用.....31

2.3.1 万维网和 HTTP.....32

2.3.2 FTP.....42

2.3.3 电子邮件.....45

2.3.4 TELNET.....55

2.3.5 安全 Shell.....57

2.3.6 域名系统.....58

2.4 对等模式.....66

2.4.1 P2P 网络.....66

2.4.2 分布式散列表.....68

2.4.3 Chord.....70

2.4.4 Pastry.....75

2.4.5 Kademlia.....79

2.4.6 一种流行的 P2P 网络: BitTorrent.....81

2.5 套接字接口编程.....83

C 的套接字接口.....83

2.6 章末资料.....94

推荐读物.....94

小结.....95

2.7 习题集.....95

测试题.....95

练习题.....95

思考题.....97

2.8 模拟实验.....99

Applets.....99

实验作业.....99

2.9 编程作业.....99

第 3 章 传输层.....100

3.1 介绍.....100

传输层服务.....100

3.2 传输层协议.....110

3.2.1 简单协议	111	4.2.1 IPv4 数据报格式	184
3.2.2 停止-等待协议	111	4.2.2 IPv4 地址	189
3.2.3 回退 N 帧协议	115	4.2.3 IP 分组的转发	202
3.2.4 选择性重复协议	120	4.2.4 ICMPv4	208
3.2.5 双向协议; 捎带	123	4.3 单播路由选择	211
3.2.6 因特网传输层协议	124	4.3.1 一般思想	212
3.3 用户数据报协议	125	4.3.2 路由选择算法	213
3.3.1 用户数据报	126	4.3.3 单播路由选择协议	222
3.3.2 UDP 服务	126	4.4 多播路由选择	237
3.3.3 UDP 应用	128	4.4.1 介绍	237
3.4 传输控制协议	129	4.4.2 多播基础	239
3.4.1 TCP 服务	130	4.4.3 域内路由选择协议	243
3.4.2 TCP 的特点	131	4.4.4 域间路由选择协议	248
3.4.3 段	133	4.5 下一代 IP	248
3.4.4 TCP 连接	134	4.5.1 分组格式	249
3.4.5 状态转换图	139	4.5.2 IPv6 寻址	251
3.4.6 TCP 中的窗口	141	4.5.3 从 IPv4 到 IPv6 的过渡	254
3.4.7 流量控制	143	4.5.4 ICMPv6	255
3.4.8 差错控制	147	4.6 章末资料	257
3.4.9 TCP 拥塞控制	152	推荐读物	257
3.4.10 TCP 计时器	159	小结	257
3.4.11 选项	162	4.7 习题集	258
3.5 章末资料	162	测试题	258
推荐读物	162	练习题	258
小结	162	思考题	260
3.6 习题集	163	4.8 模拟实验	264
测试题	163	Applets	264
练习题	163	实验作业	264
思考题	165	4.9 编程作业	264
3.7 模拟实验	169	第 5 章 数据链路层: 有线网络	265
Applets	169	5.1 介绍	265
实验作业	169	5.1.1 结点和链路	265
3.8 编程作业	169	5.1.2 两类链路	267
第 4 章 网络层	170	5.1.3 两个子层	267
4.1 介绍	170	5.2 数据链路控制	267
4.1.1 网络层服务	170	5.2.1 成帧	267
4.1.2 分组交换	173	5.2.2 流量控制和差错控制	269
4.1.3 网络层性能	177	5.2.3 差错检测和纠错	270
4.1.4 网络层拥塞	179	5.2.4 两种 DLC 协议	280
4.1.5 路由器的结构	182	5.3 多路访问协议	285
4.2 网络层协议	183	5.3.1 随机访问	285

5.3.2 受控访问	294	6.3.2 代理	370
5.3.3 通道化	296	6.3.3 三个阶段	371
5.4 链路层寻址	296	6.3.4 移动 IP 的低效	374
5.5 有线局域网: 以太网协议	303	6.4 章末资料	375
5.5.1 IEEE 项目 802	304	推荐读物	375
5.5.2 标准以太网	304	小结	376
5.5.3 快速以太网 (100 Mbps)	309	6.5 习题集	376
5.5.4 千兆以太网	310	测试题	376
5.5.5 10 千兆以太网	310	练习题	376
5.5.6 虚拟局域网	310	思考题	377
5.6 其他有线网络	313	6.6 模拟实验	380
5.6.1 点对点网络	313	Applets	380
5.6.2 SONET	317	实验作业	380
5.6.3 交换网络: ATM	322	6.7 编程作业	380
5.7 连接设备	325	第 7 章 物理层与传输介质	381
5.7.1 中继器或集线器	325	7.1 数据和信号	381
5.7.2 链路层交换机	326	7.1.1 模拟数据与数字数据	381
5.7.3 路由器	327	7.1.2 传输减损	387
5.8 章末资料	328	7.1.3 数据速率限制	389
推荐读物	328	7.1.4 性能	390
小结	328	7.2 数字传输	392
5.9 习题集	329	7.2.1 数字到数字转换	392
测试题	329	7.2.2 模拟到数字转换	397
练习题	329	7.3 模拟传输	400
思考题	331	7.3.1 数字到模拟转换	400
5.10 模拟实验	335	7.3.2 模拟到模拟转换	404
Applets	335	7.4 带宽利用	405
实验作业	335	7.4.1 多路复用	405
5.11 编程作业	335	7.4.2 扩频	410
第 6 章 无线网络和移动 IP	336	7.5 传输介质	412
6.1 无线局域网	336	7.5.1 有向介质	412
6.1.1 介绍	336	7.5.2 无向介质: 无线	416
6.1.2 IEEE 802.11 项目	339	7.6 章末资料	417
6.1.3 蓝牙	347	推荐读物	417
6.1.4 WiMAX	352	小结	417
6.2 其他无线网络	353	7.7 习题集	418
6.2.1 通道化	353	测试题	418
6.2.2 蜂窝电话	358	练习题	418
6.2.3 卫星网络	366	思考题	419
6.3 移动 IP	369	第 8 章 多媒体和服务质量	423
6.3.1 寻址	369	8.1 压缩	423

8.1.1 无损压缩	423	9.1.5 计费管理	491
8.1.2 有损压缩	431	9.2 SNMP	491
8.2 多媒体数据	435	9.2.1 管理器和代理	491
8.2.1 文本	435	9.2.2 管理组件	492
8.2.2 图像	435	9.2.3 概要	493
8.2.3 视频	438	9.2.4 SMI	493
8.2.4 音频	439	9.2.5 MIB	497
8.3 因特网中的多媒体	440	9.2.6 SNMP	499
8.3.1 流式存储音频/视频	440	9.3 ASN.1	502
8.3.2 流式实况音频/视频	442	9.3.1 语言的基本要素	503
8.3.3 实时交互式音频/视频	443	9.3.2 数据类型	503
8.4 实时交互式协议	447	9.3.3 编码	505
8.4.1 新协议的基本原理	448	9.4 章末资料	505
8.4.2 RTP	450	推荐读物	505
8.4.3 RTCP	452	小结	506
8.4.4 会话初始化协议	454	9.5 习题集	506
8.4.5 H.323	459	测试题	506
8.4.6 SCTP	460	练习题	506
8.5 服务质量	470	思考题	507
8.5.1 数据流量特征	470	第 10 章 网络安全	508
8.5.2 流量分类	471	10.1 介绍	508
8.5.3 通过流量控制提高 QoS	471	10.1.1 安全目标	508
8.5.4 综合服务 (IntServ)	475	10.1.2 攻击	509
8.5.5 区分服务 (DiffServ)	478	10.1.3 服务和技术	510
8.6 章末资料	479	10.2 机密性	511
推荐读物	479	10.2.1 对称密钥密码	511
小结	480	10.2.2 非对称密钥密码	518
8.7 习题集	480	10.3 安全的其他方面	522
测试题	480	10.3.1 消息完整性	522
练习题	480	10.3.2 消息认证	523
思考题	482	10.3.3 数字签名	523
8.8 模拟实验	487	10.3.4 实体认证	527
Applets	487	10.3.5 密钥管理	529
实验作业	487	10.4 Internet 安全	533
8.9 编程作业	487	10.4.1 应用层安全	533
第 9 章 网络管理	488	10.4.2 传输层安全	540
9.1 介绍	488	10.4.3 网络层安全	544
9.1.1 配置管理	489	10.5 防火墙	551
9.1.2 故障管理	490	10.5.1 分组过滤防火墙	552
9.1.3 性能管理	490	10.5.2 代理防火墙	552
9.1.4 安全管理	491	10.6 章末资料	553

推荐读物	553	11.3.1 迭代方法	573
小结	553	11.3.2 并发方法	581
10.7 习题集	554	11.4 章末资料	583
测试题	554	推荐读物	583
练习题	554	小结	583
思考题	555	11.5 习题集	583
10.8 模拟实验	558	测试题	583
Applets	558	练习题	583
实验作业	558	思考题	584
10.9 编程作业	558	11.6 编程作业	585
第 11 章 Java Socket 编程	559	附录 A Unicode	586
11.1 介绍	559	附录 B 按位计数系统	590
11.1.1 地址和端口	559	附录 C HTML、CSS、XML 和 XSL	595
11.1.2 客户-服务器模式	562	附录 D 其他信息	601
11.2 UDP 编程	563	附录 E 8B/6T 编码	603
11.2.1 迭代方法	563	参考文献	605
11.2.2 并发方法	571		
11.3 TCP 编程	573		

概 论

最大的计算机网络——因特网 (Internet), 拥有超过 10 亿的用户。利用有线和无线传输介质, Internet 连接了大大小小的计算机系统。它允许用户共享包括文本、图像、音频和视频在内的大量信息, 允许用户之间相互发送消息。本书的主要目标就是探索这个庞大的系统。在本章, 我们有两个目标。第一个目标是对作为一个互联网 (网中网) 的 Internet 进行概述, 讨论 Internet 的组成部分。这个目标的部分内容为介绍协议分层和 TCP/IP 协议簇。换句话说, 第一个目标是为本书的其他章节做准备。第二个目标是提供相关的信息, 但是这些信息在学习其他章节时不是必需的。

- 1.1 节介绍局域网 (local area network, LAN) 和广域网 (wide area network, WAN), 给出这两种类型网络的主要定义。我们定义一个局域网和广域网相结合的互联网络——互联网。我们将展示一个组织怎样利用广域网将它的局域网连接起来, 从而创建一个私有的互联网。最后, 我们介绍由主干、网络提供商和用户网络组成的 Internet, 它是一个全球性的互联网络。
- 1.2 节我们利用协议分层 (protocol layering) 的概念展示 Internet 怎样将任务分解成多个小任务。我们将讨论 5 层协议簇 (TCP/IP), 介绍每层的任务和每层拥有的协议。我们还将讨论在这种模式下的两个概念: 封装/解封装 (encapsulation/decapsulation) 和多路复用/多路分解 (multiplexing/demultiplexing)。
- 1.3 节我们为感兴趣的读者介绍 Internet 的主要发展史。跳过这部分内容不会丧失本书的连续性。
- 1.4 节介绍 Internet 的管理、标准的制定和生命周期。这部分内容仅提供相关的信息, 对理解本书其他章节内容不是必需的。

1.1 Internet 概览

尽管本书的目标是讨论 Internet, 一个连接世界上数十亿计算机终端的系统, 但是我们认为 Internet 不是一个单一的网络, 而是一个互联网络 (internetwork), 多个网络的组合。所以, 我们首先对网络进行定义, 然后展示怎样连接多个网络来创建小型的互联网络。最后, 我们介绍 Internet 的结构, 进而打开后面 10 章学习 Internet 的大门。

1.1.1 网络

网络 (network) 是由一组具有通信能力的设备相互连接而形成的。在这个定义中, 设备可以是主机 (host, 有时也称为端系统 (end system), 如大型计算机、桌面计算机、笔记本电脑、工作站、无线电话、安全系统等), 也可以是连接设备, 如连接网络到其他网络的路由器、将设备连接到一起的交换机、变换数据形式的调制解调器等。在一个网络中, 这些设备使用有线或无线的传输介质 (如电缆或大气) 连接起来。当家庭中利用一台即插即用的路由器连接两台电脑时, 我们就组建了一个网络, 尽管这个网络很小。

局域网

局域网 (local area network, LAN) 通常是私有的, 连接一个办公室、大楼或校园内的一些主机。按照需求的不同, 一个局域网既可以简单地由两台电脑和一台打印机组成, 用于家庭办公, 也

可以贯穿整个公司,包含语音和视频设备。在局域网中的每台主机都具有一个标识符(一个地址),用于在局域网中唯一地定义这台主机。一台主机向另一台主机发送的数据包携带了源主机和目的主机的地址。

在过去,一个网络中的所有主机都连接到一个公共的电缆上,这意味着从一台主机发往另一台主机的数据包可以被所有的主机接收到。目标接收者保存这个数据包,而其他主机丢弃该数据包。现在,多数局域网采用智能连接交换机,它能够识别数据包的目的地址并引导该数据包到达它的目的地而不必将它发送到其他主机。交换机减轻了局域网中的流量,如果不是共同的源主机和目的主机,那么交换机允许同一时刻多对主机之间同时相互通信。注意,上面局域网的定义没有指定局域网中最小或最大的主机数。图 1-1 显示了使用公用电缆和交换机组成的局域网。

第 5 章和第 6 章将对局域网进行详细讨论。

当孤立地使用局域网时(目前已很少见),它们用于主机之间共享资源。我们马上能看到,目前的局域网常常相互连接,同时连接到广域网(下面我们将讨论),以进行更广范围的通信。

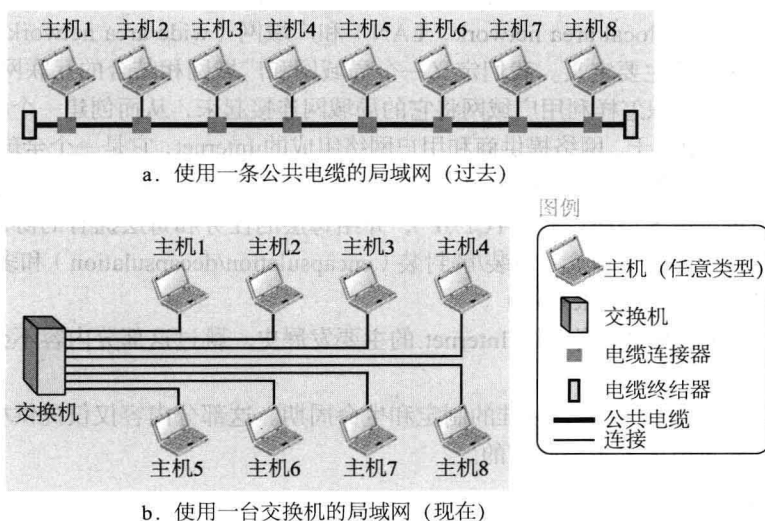


图 1-1 过去和现在的孤立局域网

广域网

广域网(wide area network, WAN)也是由具有通信能力的设备相互连接而形成的。可是,局域网和广域网有一些不同。局域网通常覆盖范围受限,可以覆盖一间办公室、一栋大楼或一个校园;广域网则具有更广的地理覆盖范围,可以覆盖一个城市、一个省、一个国家甚至整个世界。局域网互联主机;广域网互联交换机、路由器、调制解调器等连接设备。局域网通常由使用它的组织拥有;广域网通常由通信公司建设和运营,使用它的组织进行租用。我们看看目前使用的两种典型的广域网:点到点广域网和交换式广域网。

点到点广域网

点到点广域网通过传输介质(电缆或大气)连接两个通信设备。在讨论怎样把一个网络连接到另一个网络时,我们将看到这些广域网的例子。图 1-2 显示了一个点到点广域网的例子。

交换式广域网

交换式广域网具有多个端点。不久我们将看到,交换式广域网目前用作全球通信的主干。我们可以说,交换式广域网是交换机连接几个点到点的广域网而形成的。图 1-3 给出了一个交换式广域