

学习指导与习题解答

Schaum's Outline of Computer Networking



计算机网络 学习指导与习题解答

Ed Tittel 著

徐彬 等 译

清华大学出版社

学习指导与习题解答

Schaum's Outline of Computer Networking



计算机网络 学习指导与习题解答

Ed Tittel 著

徐彬 等 译

清华大学出版社
北京

Ed Tittel

Schaum's Outline of Computer Networking

EISBN: 978-0-07-136285-6

Copyright © 2010 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 Tsinghua University Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2010 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Tsinghua University 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)教育出版公司和清华大学出版社合作出版。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地区)销售。

版权© 2010 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2009-5145 号

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络学习指导与习题解答 / (美)蒂特尔(Tittel, E.)著;徐彬等译 — 北京:清华大学出版社, 2010.8

书名原文: Schaum's Outline of Computer Networking

ISBN 978-7-302-22879-0

I. ①计… II. ①蒂… ②徐… III. ①计算机网络—高等学校—教学参考资料
IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 099223 号

责任编辑: 龙啟铭

责任校对: 梁毅

责任印制: 杨艳

出版发行: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机: 010-62770175

投稿与读者服务: 010-62795954, jsjje@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮编: 100084

邮购: 010-62786544

印装者: 北京市清华园胶印厂

经销: 全国新华书店

开本: 185×230

印张: 17.75

字数: 383 千字

版次: 2010 年 8 月第 1 版

印次: 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~3000

定价: 32.00 元

产品编号: 034575-01

作者简介

自 1996 年以来,Ed Tittel 一直在美国任教师,他教授标记语言和网络课程。他编写过 100 多种计算机图书,而且是 Exam Cram 认证考试备考指南系列的发起者。在 NetWorld+Interop 商贸展销会上,Ed 还讲授各种 Windows 相关主题。他的联系方式是: etittel@jump.net。

译者序

当今社会,计算机网络飞速发展,无处不在,已经深入到社会生活的各个方面,它广泛应用于电子政务、电子商务、远程教学、科学研究和信息服务等领域,让人们共享各种硬件以及信息资源,影响着人们的生活方式、工作方式以及思维方式,成为信息化社会的重要支柱。由此,计算机网络技术已成为高等院校的一门重要课程。

本书介绍计算机网络的基础知识,内容实用而丰富,主要内容有:

第1章介绍从电话网到 Internet 的数据通信使用的术语和技术。

第2章讲解网络类型、模型及协议。

第3章介绍常见的网络技术。技术指完成任务的过程、方法和知识。本章按照局域网、广域网和无线网进行说明。

第4章说明解决网络通信的多路访问问题的方法。

第5章介绍在网络和交换机之间进行数据交换的特性,交换机是用来进行数据交换的硬件。

第6章讨论与网络地址和名称相关的处理过程。

第7章主要讲解 Internet 协议,在此基础上讨论路由器执行的各种操作。

第8章说明 IP 协议套件中最常用的协议和应用。

第9章介绍有关网络安全的主题和技术,综合考虑网络安全、新型威胁以及各种安全机制。

附录中有术语表、Internet 和联网标准、二进制算法与 IP 地址计算。

本书的特点是详细讲解各个重要知识点,让读者全面透彻地理解和掌握概念。每章最后都有大量习题和补充题,并给出详尽答案,使读者能举一反三,灵活运用理论知识解决实际问题,并检验对知识的掌握程度。

本书主要由徐彬翻译,参加翻译工作的人员还有李志云、李晓春、陈安华、侯佳宜、许伟、戴文雅、于樊鹏、刘朋、王嘉佳、邓卫、邓凡平、李波、程云建、许晓哲、朱珂、韦笑、孙宏、李腾、陈磊、魏宇、周京平、徐冬、冯哲、李绯、李强、赵东辉等人。



现在,计算机网络这门学科所涵盖的知识越来越多,涉及的作用和功能也越来越广泛,从支持计算机交换数据的信号传输和电路,到从发送端向接收端传输数据的电缆和无线广播技术,均属于计算机网络的范围。

网络也包含了一系列通信规则,发送端和接收端在各种抽象层次进行数据交换需要这些规则。规则涉及从发送端向接收端发送数据使用的简单而有限的位流,当消息通过各种不同的网络介质时,消息的识别、寻址、路由和处理就需要各种机制。同样,许多协议可应用于多种服务和活动,促使数据通过网络传输,如交换电子邮件消息、访问远程文件或文件系统、访问多种类型的分布式数据库,甚至管理和监视通信的网络活动和特性。

初学网络知识时,需要掌握基本术语和概念。有一份基本词汇表在手边,再将网络分解成一系列独立而互相依赖的任务和技术,理解网络问题就容易多了。在此学习阶段,有必要理解各种网络模型,如 ISO/OSI 参考模型以及其他与特定网络协议相关的模型。同样,也必须理解重要的网络标准和技术。

要解决网络本身特有的难题,需要理解将网络分解为相互关联的层,各层的技术和术语不同,所以,应该深入研究网络工作原理,了解网络命名和寻址方案、网络路由模型和行为,以及网络应用和服务的信息。这就是本书和多数网络教材面世的原因。

对于这门科目,人们可能或多或少有所了解。一些读者可能需要许多时间去掌握基本概念和术语,另一些人则可能要花更多精力去理解各种网络模型的结构和功能。但是,不管专业知识和背景如何,都可以在如下网络资源中获益。

- 有关术语和技术的清晰描述,请访问 www.whatis.com,其中提供了各种信息技术术语,包括在本书及相关书籍中使用的术语。
- 要获得详细指导和有关网络主题、工具及技术的概述,请访问 www.techfest.com,这里有大量网络相关知识,范围涉及局域网(Local Area Network, LAN)、网络电缆到网络管理。

- 要了解高级内容和信息,以及其他有关网络术语和概念,请访问 www.techweb.com/encyclopedia。

Internet 上有很多网络资源和信息。可用搜索引擎,如 Yahoo、Google、AskJeeves 和 AltaVista 等寻求更多有价值的信息。

Ed Tittel



第 1 章 数据通信	1
1.1 多路复用	1
1.1.1 频分多路复用	2
1.1.2 波分多路复用	3
1.1.3 时分多路复用	4
1.2 信号传输	6
1.3 编码和解码	7
1.3.1 振幅调制	8
1.3.2 频率调制	8
1.3.3 相移调制	9
1.3.4 多级信号传输	9
1.3.5 NRZ-L	9
1.3.6 NRZI	10
1.3.7 曼彻斯特编码	10
1.3.8 差分曼彻斯特编码	11
1.3.9 4B/5B	11
1.3.10 MLT-3	13
1.3.11 8B6T	13
1.3.12 8B/10B	13
1.3.13 4D-PAM5	13
1.4 错误检测与恢复	14
1.4.1 奇偶校验	14
1.4.2 校验和	16
1.4.3 CRC	17
1.4.4 纠错	19
1.5 流量控制	20
1.6 滑动窗口	21

1.7 拥塞管理	22
1.7.1 通信量调整	23
1.7.2 丢负载	24
1.7.3 抖动控制	24
本章习题	24
补充题	25
本章习题答案	26
补充题答案	27
第2章 通信网络	28
2.1 网络概述	28
2.1.1 电话网	28
2.1.2 网络 OSI 模型	30
2.1.3 Internet	32
2.1.4 ATM	33
2.2 网络组件	37
2.2.1 电缆	37
2.2.2 集线器	39
2.2.3 网桥	39
2.2.4 交换机	39
2.2.5 路由器	40
2.3 网络拓扑	40
2.3.1 共享介质	41
2.3.2 对等结构	42
2.3.3 混合型结构	43
本章习题	44
补充题	45
本章习题答案	46
补充题答案	51
第3章 网络技术	53
3.1 局域网技术	53
3.1.1 以太网技术	53
3.1.2 以太网版本	57

3.1.3 以太网工作模式	60
3.1.4 令牌环技术	61
3.2 广域网技术	65
3.2.1 帧中继	65
3.2.2 SMDS	67
3.2.3 ISDN	67
3.2.4 SONET	68
3.2.5 PPP	68
3.2.6 HDLC	69
3.2.7 LLC	71
3.3 无线网	71
3.3.1 无线电频率	71
3.3.2 微波频率	72
3.3.3 红外波段	73
本章习题	73
补充题	74
本章习题答案	74
补充题答案	75

第4章 多路访问	77
4.1 设计问题	77
4.1.1 分布式和集中式设计	79
4.1.2 电路模式和分组模式设计	79
4.2 实现问题	79
4.3 性能因素	80
4.4 基础技术	81
4.4.1 FDMA	81
4.4.2 TDMA	82
4.4.3 CDMA	82
4.5 集中访问	83
4.5.1 电路模式访问	83
4.5.2 轮询或分组模式访问	83
4.5.3 基于预约的访问	84
4.6 分布式访问	84



4.6.1 非集中式轮询	85
4.6.2 CSMA	85
4.6.3 CSMA/CA	86
4.6.4 CSMA/CD	86
4.6.5 BTMA/MACA	87
4.6.6 令牌传递	88
4.6.7 ALOHA	90
4.7 硬件寻址	91
本章习题	93
补充题	94
本章习题答案	95
补充题答案	96

第5章 交换 99

5.1 电路交换	100
5.1.1 时分交换	101
5.1.2 空分交换	102
5.1.3 TS 交换	102
5.1.4 TST 交换	102
5.2 分组交换	103
5.2.1 端口映射器	104
5.2.2 拥塞	105
5.2.3 ATM 交换	105
5.3 交换结构	106
5.3.1 纵横结构	106
5.3.2 交换结构元素	107
5.4 网桥	107
5.4.1 透明网桥	108
5.4.2 生成树算法	111
5.4.3 源路由网桥	113
5.4.4 其他可选网桥	114
5.4.5 VLAN	114
5.5 交换机	115
5.6 综合使用交换机和集线器	116

5.7 综合使用交换机和路由器	116
本章习题	116
补充题	117
本章习题答案	118
补充题答案	119
 第6章 命名与寻址	121
6.1 分层命名法	121
6.2 寻址	123
6.2.1 电话网	126
6.2.2 Internet	126
6.2.3 IPv4	127
6.2.4 用标准子网掩码为 IPv4 网络划分子网	131
6.2.5 IPv4 的无类域间路由	133
6.2.6 用非标准子网掩码为 IPv4 网络划分子网	134
6.2.7 专用网	138
6.2.8 IPv6	139
6.2.9 ATM	141
6.3 名称解析	142
6.3.1 查表法	143
6.3.2 相近形式计算	144
6.3.3 消息交换	144
6.3.4 地址解析协议	145
6.3.5 反向地址解析协议	146
6.3.6 ATM 地址解析协议	147
本章习题	147
补充题	147
本章习题答案	148
补充题答案	149
 第7章 路由	153
7.1 路由信息	153
7.1.1 路由表	154
7.1.2 路由过程	154

7.2 路由协议	156
7.2.1 基于行为的协议	157
7.2.2 管理分类	161
7.3 分层路由	163
7.3.1 汇聚	163
7.3.2 默认路由	169
7.4 多播路由	170
7.4.1 源树	170
7.4.2 共享树	171
7.4.3 反向路径转发	171
本章习题	172
本章习题答案	175

第8章 服务和应用	183
8.1 文件传输协议	183
8.2 TFTP	190
8.3 域名系统	191
8.3.1 DNS 服务器层次结构	193
8.3.2 DNS 数据库记录的结构	196
8.4 DHCP	197
8.5 简单网络管理协议	199
8.6 电子邮件	201
8.6.1 电子邮件消息格式	201
8.6.2 邮件传输	205
8.7 WWW	206
8.8 HTML	207
8.9 HTTP	210
8.9.1 浏览器	212
8.9.2 其他标记语言	213
8.10 RPC 和中间件	213
本章习题	215
补充题	215
本章习题答案	216
补充题答案	216

第 9 章 网络安全	219
9.1 威胁	219
9.1.1 安全策略问题	221
9.1.2 DoS	222
9.1.3 保护技术	222
9.2 加密和解密	222
9.2.1 替换加密	223
9.2.2 移位加密	224
9.2.3 DES	225
9.2.4 RSA	226
9.2.5 公钥加密	226
9.2.6 数字签名	228
9.2.7 公钥加密与数字签名	229
9.2.8 VPN	229
9.2.9 隧道技术	229
9.3 防火墙	230
9.3.1 包过滤	233
9.3.2 应用网关	233
9.4 IPSec	233
9.5 Web 安全性	236
9.6 电子邮件安全	238
9.6.1 PGP	238
9.6.2 PEM	239
9.7 威胁	239
本章习题	240
补充题	241
本章习题答案	242
补充题答案	242
附录 A 术语表	245
附录 B Internet 和联网标准	251

附录 C 二进制算法与 IP 地址计算	252
C.1 二进制算法	252
C.2 IP 地址计算	255
C.2.1 具有标准子网掩码的 IPv4 网络子网划分	258
C.2.2 具有非标准子网掩码的 IPv4 网络子网划分	259
C.3 专用 IPv4 网络	264
C.4 IPv6	264
参考文献	266

第 1 章 数 据 通 信

计算机之间数据通信使用的技术涉及许多组件和方法。数据通信的基本目标是不同的硬件能与操作系统通信,而且彼此理解。要实现此目标,数据通信的传输介质必须满足某种硬件规范,计算机操作系统访问传输介质的软件也必须符合标准。这只是使数据在设备间传输的诸多组件的两个例子。本章介绍从电话网到 Internet 的数据通信使用的术语和技术。

1.1 多路复用

传输介质(media)即链路,是将信息从一个设备传到另一个设备的设备。例如,提供电话服务的电话线或电缆是传送声音的传输介质,在住宅和电信公司之间可能还有许多不同的传输介质。住宅电话线一般使用铜线,外面覆有保护材料,通过电话线发送和接收信号。住宅周围的每户人家都有一条独立电缆实现电话通话。假如某处有 50 户人家,就需要电信公司安装接线盒或交换机。交换机连接到交换中心的物理线路或路径相邻的接线盒。例如 50 户人家的例子,电信公司必须在接线盒之间铺设 50 根电缆,确保每户人家都可以与交换中心通话。另外,在你的住宅与交换中心之间,如有新用户要用同一个接线盒,则需再增加一根电缆处理该用户的通话。这样,连接到交换中心的电缆可能有成百上千根。暂且不考虑所有这些电缆的成本,当新住宅需要安装电话,或者有一根或几根电缆出故障时,工作量可想而知。为了节省电缆及成本,几户电话的通话可以多路复用(multiplex),也就是捆绑在一起,这样,在两个接线盒之间就可以用单根电缆传送信息。

多路复用技术可用在计算机网络,特别适用于广域网(Wide Area Network, WAN)信息交换。在计算机网络中,不同的载波频率通过同一传输介质可同时进行多个计算机会话。不同的载波频率传递不同信号时,在同一传输介质中,它们不会彼此干扰。为不同频率调制载波的技术类似于电视台的载波调制广播视频。下面将详细介绍电视台为了进行传输,如何在同一时间处理多个频道。

发射信号的电视台都有一个频道,通过此频道广播信息。实际上,频道是电视台载波振荡频率的简称。为了接收电视信号,接收硬件必须选择或调谐到同一频率或频道。改变电视机频道,就是改变电视机接收装置的频率。使用不同的频道或频率,几家电视台可以在同一区域同时发射信号。有线电视通过电缆线传输,不是空中传输,基本原理相同。每家有线

台分配一个不同的频率,许多不同频道信号能在同一传输介质中同时传输。计算机网络的基本原理相同,也就是说,用不同的频率或信道在同一传输介质中进行多路会话。

1.1.1 频分多路复用

要在同一传输介质中同时传输不同的载波频率,必须使用专门技术。频分多路复用(Frequency Division Multiplexing, FDM)方法使用多个载波频率,使互相独立的几个信号通过同一传输介质传输。传输介质的带宽(bandwidth)超过单个信号所需带宽,频分多路复用利用了这种带宽差异。该技术主要用于通过有线、无线或光纤发送信号的网络中。产生要传输数据的网络终端使用多路复用器(multiplexor),它混合不同频率,使其能沿单一信道传输。在目标端,信号分离器(demultiplexor)分离不同频率,把它们传到适当的接收端。如果是双向通话,每个终端既能发送信号又能接收信号,那么各终端就都需要一对多路复用器和信号分离器。多路复用器还需要产生载波的硬件,载波将沿着传输介质传播。虽然多路复用技术在同一时刻可发送不同频率信号,但如果使用的频率过于相近,或者是另一频率的倍数,就会出现问题。这种情况下,不同信号间会有干扰,使发送数据无效。为防止此类问题,设计频分多路复用网络的工程师规定了不同载波的最小频率间隔。电台广播和电视台广播也用这种最小频率间隔。

调幅(AM)无线电广播普遍使用频分多路复用技术。这种广播的频率范围为 500~1500kHz。不同的逻辑频道或发射站指定不同频率。不同频率间要有足够的间隔,防止不同发射站之间的干扰。频分多路复用的另一个使用领域是语音电话信道。每个语音电话信道的可用带宽约 3000Hz,此限制由滤波器控制。几个语音电话信道复用时,需要给每个信道配 4000Hz 带宽,保证有足够间隔,信道间不会彼此干扰。传输前,每个语音信道的频率以 4000Hz 间隔增加。全世界广泛使用的频分多路复用方案进行了一定的标准化,12 个 4000Hz 的语音信道复用成 60~108kHz 带宽。一定频率范围的语音信道合在一起为“组”。12 个语音信道的每个语音信道包含用户 3000Hz 带宽和 2 个 500Hz 的保护带宽。保护带宽有助于减少尖峰信号之类的干扰,因为滤波器不会产生尖波。某些环境的组也有 12~60kHz 带宽。5 组即 60 路语音信道复用在一起构成超组(supergroup)。主组是超组的集合,按 CCITT 标准,5 个超组构成主组;按贝尔系统标准,10 个超组构成主组。另外,还有高达 230 000 路语音信道的其他标准。

使用频分多路复用还有一个目的,就是在传输介质上提供高吞吐量。为了具有更高吞吐量,硬件使用大部分电磁频谱,产生较大带宽,为信号传输提供更大空间。宽带(boardband)通常定义使用电磁频谱的较大部分。基带(baseband)是指运用电磁频谱很小部分,以及在某一时刻仅允许一个信号通过介质。

电话系统是频分多路复用的实例,它使用全双工频移键控(Frequency-Shift Keying, FSK)传输。FSK 传输用载波频率相邻的不同频率,对二进制值进行编码。全双工(full-