



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机网络与通信

刘化君 等 编著



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机网络与通信

刘化君 等 编著

高等教育出版社

内容提要

本书全面细致地讲解了“计算机网络与通信”的基本原理、主要协议及其实现技术。全书以计算机网络体系结构为总纲,按照物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五层参考模型,分为4个部分共10章。第一部分讲述了计算机网络及其通信的基本概念,并重点讨论了计算机网络的体系结构。第二部分讲解了物理层、数据链路层、网络层、传输层的协议原理和底层技术细节,如局域网组网、网络互连技术以及基于Java语言的网络通信编程。第三部分以应用层协议为背景,重点讲述了应用范例和网络应用程序设计,特别是网络多媒体通信的应用。为加强实践能力培养,在第四部分,以网络环境组建、网络通信协议分析和网络通信程序设计3个专题安排了网络通信实验。这些内容不仅属于新兴学科知识,也是提高通信工程师、网络工程师素质和能力所必备的专业技术知识。为帮助读者掌握基础理论知识,每章末均附有一定数量的思考与练习题。

本书适用范围较广,既可以作为计算机科学与技术、通信、电子、信息、自动化等相关专业的教学用书,也可供信息技术、计算机网络研究与工程技术、IT管理等人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与通信/刘化君等编著. —北京:高等教育出版社, 2007.11

ISBN 978-7-04-022480-1

I. 计… II. 刘… III. ①计算机网络-高等学校-教材 ②计算机网络-计算机通信-高等学校-教材
IV. TP393 TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第155686号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 36.5
字 数 680 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年11月第1版
印 次 2007年11月第1次印刷
定 价 44.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 22480-00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才工作的

实际需要，努力实践，大胆创新，采取边研究、边探索、边实践的方式，推进高校应用型人才培养工作，突出重点目标，并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础，作为体现教学内容和教学方法的知识载体，在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此，在课题研究过程中，各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果，并和教学实际结合起来，认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革，组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师，编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入，特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉科学，它的内容必然要涉及通信技术。“计算机网络与通信”是它们交叉、融合、发展的产物。

在计算机网络与通信技术迅速发展的今天，人们非常希望详尽地学习和掌握计算机网络与通信技术。何谓网络通信，它包括哪些内容，网络通信的原理是什么，实现网络通信有哪些技术与方法？怎样才能适应网络通信这个新兴学科的发展和日益强劲的社会信息化需要？为此，充分认识并回答计算机网络与通信的基础理论问题，掌握相关的应用技术，不但是摆在教育工作者面前的紧迫任务，而且也是社会对计算机网络与通信技术人才的一项基本要求。

本书包含了计算机网络和数据通信两方面的知识，并使之融会贯通，以满足具有一定计算机网络基础且希望深入掌握网络通信知识的读者的要求。

一、本书的内容与结构

计算机网络技术从 20 世纪 60 年代开始发展以来，已经形成了比较完善的知识体系。目前由于应用广泛，发展十分迅速，新的技术、新的术语不断出现。不要说是初次接触网络通信知识的读者，即使是多年从事网络技术与教学的专业人员也经常对网络技术的快速发展感到困惑。对于这样一个迅速发展的领域，重要的是让读者能够学会处理网络通信问题的基本方法，掌握网络通信的基本工作原理，面对不断变化的技术具有跟踪学习的基础与能力。因此，本书全面介绍了计算机网络和通信领域所涉及的基本概念和方法，既包括计算机网络与通信的基本原理、主要协议及其实现技术，又分析讨论了各种具体的应用范例和网络编程，还以专题形式安排了计算机网络与通信实验。全书以计算机网络体系结构为总纲，突出 TCP/IP 协议体系，按照物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五层参考模型，分为 4 个部分 10 个章节。

第一部分包含第 1 章、第 2 章。在第 1 章中，以本书的标题为引子，首先讨论了计算机网络与通信的含义，给出了计算机网络的定义以及与此定义相关的各种术语；接着讲述了网络通信的研究内容，以 Internet 为对象的计算机网

络组成,包括局域网在内的各种不同的网络类型以及关于网络拓扑的知识,并对计算机网络的形成与发展状况做了概括性的说明和展望。第2章重点讨论了计算机网络的体系结构。这一部分内容描绘出了计算机网络与通信的全景视图。

第二部分由第3章、第4章、第5章、第6章、第7章组成,是本书的核心部分。这几章翔实地讲解了物理层、数据链路层、网络层、传输层的协议工作原理和技术,如局域网组网,尤其是在第6章网络互连及通信中,以IP协议为重点,用相当的篇幅讨论了网络互连,阐释了网络层通信的核心技术,包括分组转发、路由选择及算法等;第7章介绍了端到端的传输服务,主要以TCP、UDP协议为重点讨论了端到端的数据传输,并突出了套接字概念及其基于Java语言的网络通信编程技术。

第三部分为第8章、第9章,这两章以应用层协议为背景,重点讲述了应用层的典型应用及其相关的实例,特别是网络多媒体通信的应用。

第四部分为第10章,即网络通信实验,分为网络环境组建、网络通信协议分析和网络通信程序设计3个专题,安排了12个网络与通信实验。这一部分内容是为了加强实践能力培养,进一步强化理论与实践相结合而设置的。

全书所涉及的内容不仅属于新兴学科知识,也是形成通信工程师、网络工程师素质、能力所必备的专业技术知识。为帮助读者掌握基础理论知识,每章附有简明扼要的小结和一定数量的思考与练习题。这些题目与本书基本内容密切相关,方便读者巩固和复习有关的概念和理论基础知识。

二、本书的特色与创新

本书以理论与实践相结合为编撰宗旨,努力反映计算机网络与通信领域的新成就和理论成果,形成了“内容新、体例新、方法新”的鲜明特色。

1. 内容新

本书内容涵盖了计算机网络与通信技术的主要知识,体现了知识结构的科学性、知识内容的先进性和应用技术的实用性。

(1) 知识结构的科学性

全书按照物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层系统地、分层讨论计算机网络与通信的基本概念、主要协议及其实现技术。同时,比较深入地讨论了各层之间、对等实体之间的通信原理,呈现出一个完整而系统的知识结构;反映出计算机网络通信技术的理论体系,注重知识结构的科学性。

(2) 知识内容的先进性

本书比较全面地展示了近年来计算机网络通信领域的最新研究成果,涉及了当前诸多研究热点,如P2P模式、无线局域网、IP电话、协议分析方法,以及基于Java语言的网络通信程序设计等。通过对这些内容的阐释和讲解,反映

了国内外网络通信的最新进展,体现了知识内容的先进性。

(3) 应用技术的实用性

本书注重理论联系实际,读者通过阅读学习能够了解有关计算机网络与通信的基本概念,掌握基本工作原理、局域网组网技术、网络协议实验分析等内容,理解 Internet 采用的 TCP/IP 协议原理和实现技术、方法,并为今后专题学习和研究各种计算机网络技术、通信技术奠定扎实的理论基础。另外,本书所涉及的网络应用编程示例均在计算机上调试通过,因此,具有很好的实用性。

2. 体例新

本书在知识体系结构等方面的特色是体例新,体现在以下几个方面:

(1) 模块化的知识结构

本书将知识点模块化,并相互勾连成为有机整体,形成以计算机网络体系结构的分层模型为总纲的知识链。按照知识形成的规律,阐述基本理论及其应用,反映该学科的基本框架及科学思想和最新成就,符合认知规律。

(2) 以读者为中心的体例结构

全书内容整体设计贯彻以读者为中心的理念,各部分内容紧密联系,图文并茂地构建计算机网络通信知识结构。全书从计算机网络通信的基本概念出发,循序渐进,紧紧围绕应用,阐述计算机网络通信原理和技术,并给出了诸多应用示例与实验指导。

(3) 全方位的实践能力训练

全书内容紧紧把握为教学改革和教学服务的主线,以培养工程应用型人才的实践能力作为核心点展开,尤其在网络通信实验一章中,不仅有立足于网络通信硬件环境下的网络环境组建实验内容,如以太网局域网组网、Windows 网络配置和测试命令的使用、DHCP 服务器配置、Web 服务器的配置与管理、路由器基本路由协议配置等,而且还有运用网络协议分析器对网络协议进行分析的内容,如 TCP 报文传输分析、无线局域网协议分析等。网络编程对读者而言应该是很感兴趣的。我们假设读者对 Java 语言有一定的了解,讲述了位于网络程序底层的客户机/服务器编程模型,展现了一个程序员对 Internet 的观点,并教给学生如何用套接字(Socket)来实现 Internet 客户机和服务器编程。为满足网络通信课程设计的需要,从培养读者实际编程能力的角度出发,本书还提供了综合性比较强的网络通信程序设计课题,以加深对基本原理和实现方法的理解。读者在系统学习网络通信知识的过程中,通过循序渐进地完成实验和课程设计题目,可获得实践能力的训练与提高。课堂教学、实验与课程设计三者相辅相成,融为一体,贯穿了教学的始终。

3. 方法新

实验是对课堂上所学概念加深理解的最有效手段。当教学条件比较完备

时,有关物理层的实验可利用示波器、频谱仪、误比特率装置等来调试系统、演示实际系统中的各种原理和概念。最好建立一个拥有全套网络设备的实验室,配置大量的路由器、交换机、集线器、PC机等,进行网络实验。在实际网络环境和实验室里,可用网络协议分析器来调试网络系统中所使用的协议。如经济条件不允许,可采用本书介绍的一种新的网络实验工具与手段,即Ethereal虚拟实验室。Ethereal是一种开放源代码的网络分析器,它支持大量的网络协议。本书使用Ethereal分析、讲解了许多网络协议,如Ethernet、IP、OSPF、UDP、TCP、DNS、HTTP等,将网络通信原理和概念比较有效地展现给读者。这样,即使不具备真实网络环境,读者仍能够借助Ethereal学习计算机网络协议。另外,本书还介绍了一些网络实用程序,如ping、ipconfig、nstat和traceroute等。

本书在体现内容丰富、实用性强等特点的基础上,还反映了作者多年在该领域的教学经验、实践技术和研究成果。

本书适用范围较广;既可以作为计算机科学与技术、通信、电子、信息、自动化等相关专业的教学用书,也可供信息技术、计算机网络研究与工程技术、IT管理等人员参考使用。

本书由王海涛(解放军理工大学通信工程学院)编写第2章、第9章;王志明(南京工程学院通信工程学院)编写第3章、第10章;其余章节由刘化君编写。全书由刘化君统编定稿。在编写过程中,刘枫、解玉洁等做了许多工作,在此一并表示感谢。全书经东南大学陈晓曙教授审阅,对本书内容提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书作者的研究工作得到了教育部立项课题“地方应用型本科院校人才培养目标、模式和方法的研究与实践”项目(高教函[2005]23号)和中国高等教育学会“十一五”教育科学规划研究课题“工程应用型人才工程实践与创新能力培养的改革与实践”项目的支持。

由于计算机网络与通信技术发展速度很快,囿于编者理论水平和实践经验所限,书中可能存在疏漏甚至谬误之处,恳请广大读者不吝赐教,批评斧正。

编者

2007年5月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	吴陈滨
责任编辑	唐笑慧
封面设计	于文燕
责任绘图	朱 静
版式设计	陆瑞红
责任校对	殷 然
责任印制	宋克学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 何谓计算机网络与通信.....	2
1.2 网络通信研究的内容.....	5
1.2.1 数据通信基本原理.....	6
1.2.2 数据传输设施.....	9
1.2.3 以计算机为基础的通信网络.....	10
1.2.4 网络通信软件.....	12
1.2.5 需要解决的其他问题.....	14
1.3 计算机网络的组成.....	14
1.3.1 计算机网络组成结构.....	14
1.3.2 计算机网络拓扑结构.....	16
1.3.3 Internet 的构成.....	17
1.4 分组交换.....	20
1.4.1 电路交换与分组交换.....	20
1.4.2 分组交换网络.....	23
1.5 计算机网络的形成与发展.....	26
1.5.1 Internet 发展过程.....	26
1.5.2 计算机网络的发展趋势.....	32
本章小结.....	34
思考与练习.....	35
第 2 章 计算机网络体系结构	36
2.1 数据通信的基本概念.....	36
2.1.1 什么是数据通信.....	37
2.1.2 数据通信的发展历程.....	38
2.1.3 一般概念与术语.....	38
2.1.4 数据通信系统的主要指标.....	41
2.2 通信系统模型.....	43

2.2.1	数据通信系统的构成	43
2.2.2	模拟通信系统与数字通信系统	45
2.2.3	通信系统的分类	47
2.3	分层的网络体系结构	47
2.3.1	网络体系结构分层的概念	48
2.3.2	ISO/OSI 参考模型	54
2.3.3	TCP/IP 体系结构	58
2.3.4	五层实用参考模型	62
2.3.5	协议层次结构的查看与分析	64
2.3.6	网络体系结构的发展	66
2.4	标准和标准化组织	67
2.4.1	建立标准的必要性	68
2.4.2	制订标准的重要组织	69
	本章小结	71
	思考与练习	72
第 3 章	物理层中的数据传输	73
3.1	何谓物理层	73
3.1.1	物理层的基本概念	73
3.1.2	物理层解决的主要问题	74
3.2	多媒体信息的数字化表示	76
3.2.1	块信息的数字化表示	76
3.2.2	流信息的数字化表示	77
3.3	数据传输信道	79
3.3.1	信道容量	79
3.3.2	多路复用技术	81
3.3.3	有线传输介质	87
3.3.4	无线传输介质	91
3.4	数字信号的传输	95
3.4.1	数字信号的基带传输	95
3.4.2	数字信号的频带传输	97
3.4.3	差错控制	99
3.5	数据传输方式	105
3.5.1	数据通信方式	105
3.5.2	数据同步控制	107

3.6 物理层接口与标准	110
3.6.1 物理层接口	110
3.6.2 EIA RS-232 标准	112
本章小结	116
思考与练习	117
第 4 章 数据链路控制	119
4.1 数据链路层	119
4.2 帧与成帧	122
4.2.1 帧的基本格式	122
4.2.2 成帧	123
4.3 自动重传请求协议	126
4.3.1 停止等待式 ARQ 协议	127
4.3.2 后退 N 帧式 ARQ 协议	133
4.3.3 选择重传式 ARQ 协议	136
4.4 高级数据链路控制协议 HDLC	138
4.4.1 HDLC 的配置和传输模式	139
4.4.2 HDLC 的帧格式	142
4.4.3 HDLC 的帧类型及功能	143
4.5 SLIP 和 PPP 协议	147
4.5.1 SLIP 协议	147
4.5.2 PPP 协议	148
4.6 数据链路层的设备与组件	151
4.6.1 网络接口卡	151
4.6.2 网桥	153
4.6.3 交换机	155
本章小结	159
思考与练习	160
第 5 章 局域网技术	161
5.1 局域网体系结构	161
5.1.1 局域网的概念	161
5.1.2 IEEE 802 局域网标准系列	164
5.1.3 IEEE 802 局域网体系结构	166
5.2 介质访问控制方法	171

5.2.1	局域网中的介质访问控制方法	171
5.2.2	载波侦听多址访问协议	174
5.3	以太网和 IEEE 802.3 局域网标准	179
5.3.1	IEEE 802.3/以太网 V2.0 帧格式	180
5.3.2	以太网技术	182
5.3.3	快速以太网	185
5.3.4	千兆位以太网	187
5.3.5	10 吉比特以太网	189
5.4	局域网扩展技术	191
5.4.1	集线器式局域网	191
5.4.2	交换机式局域网	195
5.4.3	局域网的光纤扩展	198
5.4.4	虚拟局域网	199
5.5	无线局域网和 IEEE 802.11 标准	202
5.5.1	无线局域网和无线链路特征	203
5.5.2	IEEE 802.11 无线局域网	205
5.5.3	IEEE 802.11 帧结构	207
5.5.4	IEEE 802.11 MAC 协议	210
5.5.5	IEEE 802.15 和蓝牙	213
	本章小结	214
	思考与练习	214
第 6 章	网络互连及通信	216
6.1	网络互连	216
6.1.1	网络互连的概念	217
6.1.2	网络层的主要功能	222
6.1.3	网络层服务模型	224
6.2	网络连接建立	226
6.2.1	虚电路方式	226
6.2.2	数据报方式	228
6.3	IPv4 协议	232
6.3.1	IPv4 数据报格式	232
6.3.2	IPv4 地址	238
6.3.3	子网地址	242
6.3.4	无分类域间路由	245

6.3.5	路由器与 IP 寻址原理	249
6.3.6	地址解析协议	251
6.4	差错报告和控制机制	257
6.4.1	ICMP 报文格式	257
6.4.2	ICMP 差错报告报文	258
6.4.3	ICMP 查询报文	261
6.4.4	ICMP 协议应用示例	263
6.5	IP 数据报转发	266
6.5.1	IP 数据报转发的主要特点	266
6.5.2	IP 数据报转发算法	266
6.5.3	掩码域与数据报转发	268
6.6	IPv6	269
6.6.1	IPv6 编址	269
6.6.2	IPv6 数据报格式	275
6.6.3	从 IPv4 到 IPv6 的迁移	278
6.7	路由选择技术	280
6.7.1	路由选择的概念	280
6.7.2	路由算法	287
6.7.3	路由器	290
6.8	Internet 路由协议	299
6.8.1	路由信息协议 RIP	300
6.8.2	开放式最短路径优先 OSPF	303
6.8.3	边界网关协议 BGP	308
6.9	IP 多播和 IGMP	311
6.9.1	IP 多播	311
6.9.2	Internet 组管理协议 IGMP	314
	本章小结	318
	思考与练习	319
第 7 章	端到端的传输服务	320
7.1	传输层的概念	320
7.1.1	传输层的功能	321
7.1.2	传输层提供的服务	322
7.1.3	传输层的协议	326
7.2	TCP/IP 协议体系的传输层	328

7.2.1	TCP/IP 协议体系传输层功能	328
7.2.2	端点标志	329
7.2.3	多路复用与多路分解服务	333
7.2.4	数据封装概念综述	335
7.3	用户数据报协议 UDP	337
7.3.1	UDP 协议概述	337
7.3.2	UDP 报文结构	338
7.3.3	UDP 校验和	339
7.4	传输控制协议 TCP	340
7.4.1	TCP 操作与可靠数据传输	340
7.4.2	TCP 报文结构	344
7.4.3	TCP 的连接管理	348
7.4.4	TCP 流量控制	353
7.4.5	TCP 定时管理	355
7.5	TCP 拥塞控制原理	357
7.5.1	拥塞原因与开销	358
7.5.2	TCP 拥塞控制算法	359
7.6	套接字编程示例	363
7.6.1	TCP 套接字编程	363
7.6.2	UDP 套接字编程	371
	本章小结	376
	思考与练习	377
第 8 章	网络应用	379
8.1	应用层协议原理	379
8.1.1	网络应用模式	380
8.1.2	进程通信	388
8.1.3	应用层协议	389
8.2	Web 应用	391
8.2.1	Web 概述	391
8.2.2	统一资源定位器	393
8.2.3	Web 页及其设计	395
8.2.4	超文本传输协议 HTTP	399
8.3	文件传输与远程文件访问	410
8.3.1	文件传输协议 FTP	410

8.3.2	简单文件传输协议 TFTP	414
8.3.3	网络文件系统 NFS	415
8.4	电子邮件表示与传输	416
8.4.1	电子邮件系统	416
8.4.2	电子邮件报文格式和 MIME	420
8.4.3	SMTP 邮件传输	423
8.4.4	邮件读取协议	426
8.5	动态主机配置协议	428
8.5.1	DHCP 概述	429
8.5.2	DHCP 工作原理	430
8.6	域名系统	433
8.6.1	域名结构	433
8.6.2	DNS 资源记录和报文	435
8.6.3	DNS 工作机制	439
8.7	P2P 服务共享	446
8.7.1	P2P 文件共享、存储及检索	446
8.7.2	对等计算	449
8.7.3	协同工作与在线交流	449
8.8	网络通信程序设计	450
8.8.1	客户机/服务器编程模型	450
8.8.2	获取 IP 地址	450
8.8.3	基于 URL 类的网络程序设计	452
8.8.4	简单 Web 服务器编程示例	456
	本章小结	461
	思考与练习	462
第 9 章	网络多媒体通信	464
9.1	多媒体通信	464
9.1.1	什么是多媒体通信	464
9.1.2	多媒体通信的特征	466
9.1.3	多媒体通信的关键技术	468
9.1.4	多媒体通信业务	475
9.2	多媒体通信网络	477
9.2.1	多媒体通信对网络的需求	477
9.2.2	多媒体通信网络的概念	479