



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

计算机网络

JISUANJI WANGLUO

主 编 卢 军 肖 川
副主编 黄 辉 田 华 谢 玮

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

计算机网络

JISUANJI WANGLUO

主 编 卢 军 肖 川
副主编 黄 辉 田 华 谢 玮

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书以新的视角审视计算机网络,从网络形态和构成要素出发,介绍计算机网络的原理、技术、协议及典型应用。全书共分10章,分别介绍计算机网络基本知识、数据通信基础知识、网络分层结构与功能、局域网技术、网络互联技术与设备、网络操作系统与网络管理、Internet应用基础、Internet接入技术、网络安全、网络实用技术等。

本书是一本实用性很强的教科书,特别适合高等院校计算机、信息管理、电子商务及相关专业本科生和大专生、网络从业人员使用。本书还可供各类专业人员自学使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/卢军,肖川主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5640-3587-7

I. ①计… II. ①卢… ②肖… III. ①计算机网络
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第154621号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市南阳印刷有限公司

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 22.25

字 数 / 394千字

责任编辑 / 钟 博

版 次 / 2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

陈 竑

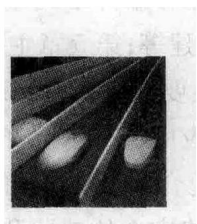
印 数 / 1~2500册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 36.00元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换



前 言

计算机网络技术是当今计算机科学与工程中迅速发展新兴技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。计算机网络技术的快速发展促进了信息技术革命的到来,使得人类社会的发展步入了信息时代。随着计算机应用的广泛普及,人们的生活、工作、学习及思维方式都已发生了深刻变化,计算机已经成为人们工作、学习、思维、娱乐和处理日常事务必不可少的工具,网络承载着联通地球的信息传输重任;同时由于计算机与其他学科领域交叉融合,促进了学科发展和专业更新,引发了新兴交叉学科与技术的不断涌现。因此,学习计算机网络知识,掌握网络技术及其应用,已成为 21 世纪生产、生活的必然要求。计算机网络技术及其应用已成为面向 21 世纪人才培养方案中最重要的技术课程之一。

计算机网络作为一门交叉学科,涉及计算机技术与通信技术两个学科。计算机网络技术经过 40 多年的发展,已经形成了自身比较完善的体系。目前该技术发展迅速,应用广泛,知识更新日新月异。为了适应计算机网络课程学习的要求,编者结合自己多年的教学经验,编写了这本《计算机网络》。该书注重网络基础知识、注重实际操作、注重网络应用,主要目的是让学生掌握和了解计算机网络的概念、基本原理及应用技术,能够利用互联网作为本学科的学习与研究工具,适应信息化社会的发展。本书既能保持教学的系统性,又能反映当前网络技术发展的最新成果。在本书的结构设计与内容选择上,作者力求达到结构层次清晰,能涵盖初学者需要掌握与了解的计算机网络基本理论与应用的知识点;采用理论与应用技能培养相结合的方法,使初学者在掌握网络基本概念的基础上,能够比较容易地学习网络应用的基本技能,同时又能对网络技术中较为综合的技术与正在发展的技术有所了解。

本书共有 10 章:第 1 章介绍网络的发展、拓扑结构、计算机网络的组成与分类等知识;第 2 章介绍数据通信的概念、通信方式、数据的编码和调制技术、传输介质和交换技术等知识;第 3 章介绍计算机网络体系结构的基本概念、OSI 参考模型、

TCP/IP 模型、TCP/IP 中的主要协议等;第 4 章介绍局域网的参考模型、以太网技术、虚拟局域网 VLAN 技术和局域网的组建等;第 5 章主要介绍网络互联技术、各种网络互联设备、广域网技术等;第 6 章主要介绍各种网络操作系统、网络管理的基本概念等;第 7 章介绍 Internet 常见的应用、IP 地址、子网划分、无分类编址、网络计算、VPN 和 NAT 技术等;第 8 章主要介绍 Internet 的接入技术;第 9 章介绍网络安全知识,包括网络安全的概念、网络安全的威胁和策略、数据加密、报文摘要、防火墙技术和访问控制等内容;第 10 章介绍网络实用操作技术,包括校园网的组建、常用网络命令和网络故障分析等。为了方便教学,本教材提供完整教学课件,如有需要可到出版社网站下载。

全书由卢军、肖川担任主编,黄辉、田华、谢玮担任副主编,并由卢军负责统稿。其具体分工如下:

第 3,5,7,9 章:卢军

第 1,2,6 章:肖川

第 4 章:黄辉

第 8 章:田华

第 10 章:谢玮

由于时间仓促,作者水平有限,书中的不妥之处在所难免,恳切希望广大读者提出宝贵意见,以使本书不断完善。

编 者

目 录 CONTENTS

第1章 概述/1

- 1.1 计算机网络的形成与发展/1
 - 1.1.1 计算机网络的形成/1
 - 1.1.2 计算机网络的发展/2
 - 1.1.3 计算机网络的发展趋势/3
- 1.2 计算机网络的功能和应用/4
 - 1.2.1 计算机网络的功能/5
 - 1.2.2 计算机网络的应用领域/6
- 1.3 计算机网络的分类/7
 - 1.3.1 按网络传输技术分类/7
 - 1.3.2 按网络覆盖范围分类/8
 - 1.3.3 按网络的拓扑结构分类/8
 - 1.3.4 其他的网络分类方法/9
- 1.4 计算机网络的拓扑结构/10
- 1.5 计算机网络的基本组成/12
- 1.6 计算机网络的主要性能指标/15
- 习题 1/17

第2章 数据通信技术/18

- 2.1 数据通信的基本概念/18
 - 2.1.1 数据、信息和信号/18
 - 2.1.2 数据通信系统的组成/19
 - 2.1.3 通信信道的分类/21
- 2.2 数据通信方式/22
 - 2.2.1 串行传输和并行传输/22

- 2.2.2 单工通信、半双工通信和全双工通信/23
- 2.2.3 数据的同步技术/24
- 2.2.4 数据传输类型/27
- 2.3 数据的编码和调制/28
 - 2.3.1 数据编码技术/29
 - 2.3.2 数据调制技术/32
- 2.4 信道复用技术/35
 - 2.4.1 频分多路复用/36
 - 2.4.2 时分多路复用/36
 - 2.4.3 波分多路复用/38
 - 2.4.4 码分多路复用/39
 - 2.4.5 空分多路复用/39
- 2.5 数据交换技术/40
 - 2.5.1 电路交换/40
 - 2.5.2 报文交换/42
 - 2.5.3 分组交换/43
- 2.6 传输介质/45
 - 2.6.1 有线传输介质/45
 - 2.6.2 无线传输介质/48
 - 2.6.3 几种介质的安全性比较/49
- 习题 2/50

第 3 章 计算机网络体系结构/51

- 3.1 概述/51
 - 3.1.1 计算机网络体系结构/51
 - 3.1.2 计算机网络协议/53
 - 3.1.3 协议分层/54
 - 3.1.4 网络服务/56
- 3.2 OSI 参考模型/57
 - 3.2.1 OSI 参考模型概述/58
 - 3.2.2 数据的封装与传递/59
- 3.3 OSI 参考模型各层次的功能及其实现/62
 - 3.3.1 物理层/62

- 3.3.2 数据链路层/65
- 3.3.3 网络层/73
- 3.3.4 传输层/75
- 3.3.5 会话层/75
- 3.3.6 表示层/76
- 3.3.7 应用层/76
- 3.4 TCP/IP 体系结构/77
 - 3.4.1 TCP/IP 简介/77
 - 3.4.2 TCP/IP 体系结构/78
 - 3.4.3 比较 OSI 与 TCP/IP/79
- 3.5 TCP/IP 协议簇/80
 - 3.5.1 PPP/81
 - 3.5.2 ARP/81
 - 3.5.3 IP/83
 - 3.5.4 TCP/84
 - 3.5.5 HTTP/88
- 习题 3/90

第 4 章 局域网/91

- 4.1 局域网概述/91
 - 4.1.1 局域网的定义/91
 - 4.1.2 局域网的产生与发展/91
 - 4.1.3 局域网的特点及分类/92
 - 4.1.4 局域网的组成/93
 - 4.1.5 局域网的拓扑结构/94
 - 4.1.6 局域网的工作模式/96
- 4.2 局域网的参考模型及标准/97
 - 4.2.1 局域网的参考模型/97
 - 4.2.2 IEEE 802 标准/98
- 4.3 以太网/99
 - 4.3.1 以太网的标准和分类/100
 - 4.3.2 以太网工作原理/100
 - 4.3.3 传统以太网/101

- 4.3.4 高速以太网/103
- 4.4 交换式局域网/108
 - 4.4.1 交换式局域网的基本结构/108
 - 4.4.2 交换式局域网的特点/109
 - 4.4.3 局域网交换机的工作原理/110
- 4.5 虚拟局域网 VLAN/112
 - 4.5.1 VLAN 概述/112
 - 4.5.2 VLAN 划分方法/113
 - 4.5.3 VLAN 的优点/114
 - 4.5.4 VLAN 实现技术/115
- 4.6 无线局域网/117
 - 4.6.1 无线局域网的概念/117
 - 4.6.2 无线局域网组成/117
 - 4.6.3 无线局域网的传输标准/118
 - 4.6.4 无线局域网的优缺点/119
- 4.7 局域网的组建/120
 - 4.7.1 局域网的组建/120
 - 4.7.2 局域网结构化布线技术/122
- 习题 4/124

第 5 章 网络互联技术与设备/125

- 5.1 网络互联概述/125
- 5.2 网络互联设备/126
 - 5.2.1 中继器/127
 - 5.2.2 集线器/128
 - 5.2.3 网桥/129
 - 5.2.4 交换机/131
 - 5.2.5 三层交换机/133
 - 5.2.6 路由器/138
 - 5.2.7 网关/141
- 5.3 无线网络设备/142
- 5.4 广域网技术/143
 - 5.4.1 广域网概述/144

- 5.4.2 广域网交换技术/145
- 5.4.3 公用电话网 PSTN/150
- 5.4.4 综合业务数字网 ISDN/153
- 5.4.5 分组交换网 X.25/154
- 5.4.6 数字数据网 DDN/156
- 5.4.7 帧中继/158
- 5.5.8 异步传输模式/159

习题 5/160

第 6 章 网络操作系统与网络管理/162

- 6.1 网络操作系统概述/162
 - 6.1.1 网络操作系统及其特点/162
 - 6.1.2 网络操作系统功能/163
 - 6.1.3 网络操作系统结构/163
- 6.2 UNIX 操作系统/165
- 6.3 Linux 操作系统/168
- 6.4 NetWare 操作系统/169
- 6.5 Windows 2000/2003 Server/Server 2003 网络操作系统/172
 - 6.5.1 Windows 2000 Server 概述/172
 - 6.5.2 Windows 2000 Server 的存储模型/174
 - 6.5.3 Windows 2000 Server 的文件系统/175
 - 6.5.4 Windows 2000 Server 中的域/178
 - 6.5.5 Windows Server 2003 概述/181
 - 6.5.6 账号管理/184
 - 6.5.7 磁盘管理/185
 - 6.5.8 活动目录服务/186
- 6.6 网络管理基础/190
 - 6.6.1 网络管理的重要性/190
 - 6.6.2 网络管理实现功能/191
 - 6.6.3 网络管理模式/192
 - 6.6.4 网络管理方案/193
 - 6.6.5 网络管理协议/194

习题 6/196

第7章 Internet 基础及应用/198

7.1 Internet 简介/198

7.1.1 Internet 的基本概念/198

7.1.2 Internet 的发展历史/199

7.1.3 Internet 在我国的发展/200

7.1.4 Internet 的组织与管理/202

7.2 Internet 地址/203

7.2.1 IP 地址/203

7.2.2 域名/210

7.2.3 IPv6/211

7.3 Internet 的应用/216

7.3.1 WWW 服务/216

7.3.2 电子邮件/217

7.3.3 文件传输 FTP 服务/220

7.4 Intranet/222

7.4.1 Intranet 概述/222

7.4.2 Intranet 的特点/223

7.4.3 Intranet 的应用/223

7.5 虚拟专用网/225

7.5.1 VPN 的定义/225

7.5.2 VPN 的原理/226

7.5.3 VPN 协议/228

7.6 网络地址转换/229

7.6.1 私有地址/229

7.6.2 NAT 的定义/229

7.6.3 NAT 的工作原理/230

7.6.4 实现 NAT 的网络结构/232

7.7 网格计算/235

7.7.1 网格计算的引入/235

7.7.2 网格、网格结点和网格计算/235

7.7.3 网格系统的特点/236

7.7.4 网格系统的主要功能/236

7.7.5 国内外现状/237

习题 7/237

第 8 章 Internet 接入技术/239

8.1 接入网概述/239

8.1.1 接入网的引入/239

8.1.2 接入网的定义和定界/240

8.1.3 接入网的特点/242

8.1.4 接入网的功能结构和分层模型/243

8.1.5 接入网的接口及业务/244

8.1.6 接入网的分类/246

8.2 网络接口层协议/247

8.3 铜线接入技术/249

8.3.1 高速数字用户线技术/249

8.3.2 非对称数字用户线技术/254

8.4 混和光纤同轴接入网/260

8.4.1 HFC 的系统结构/260

8.4.2 HFC 工作原理/261

8.4.3 HFC 入网的特点/262

8.5 光纤接入技术/263

8.5.1 光纤接入系统的基本配置/263

8.5.2 光纤接入网的种类/265

8.5.3 无源光网络接入技术/266

8.6 无线接入技术/268

8.6.1 固定无线接入技术/268

8.6.2 无线接入技术/270

习题 8/274

第 9 章 计算机网络安全/276

9.1 网络安全基础/276

9.1.1 什么是网络安全/276

9.1.2 网络安全的内容/276

9.1.3 网络安全的意义/277

- 9.2 网络安全的威胁与策略/278
 - 9.2.1 网络所面临的安全威胁/278
 - 9.2.2 黑客攻击与防范/280
 - 9.2.3 计算机病毒/282
 - 9.2.4 蠕虫和特洛伊木马/284
 - 9.2.5 系统的修复/285
- 9.3 数据加密/286
 - 9.3.1 密码学发展历史/287
 - 9.3.2 密码学基本概念/287
 - 9.3.3 对称加密算法/290
 - 9.3.4 公开加密算法/294
- 9.4 报文摘要/298
- 9.5 防火墙技术/299
 - 9.5.1 防火墙的概念/299
 - 9.5.2 防火墙的类型/302
 - 9.5.3 防火墙的配置/303
- 9.6 访问控制技术/305
 - 9.6.1 访问控制技术/305
 - 9.6.2 设备安全/308
- 9.7 数据备份与恢复/310
- 习题9/314

第10章 网络实用操作技术/315

- 10.1 校园网的组建/315
 - 10.1.1 校园网的功能/315
 - 10.1.2 校园网设计要求和方案/316
 - 10.1.3 校园网络设计实例/317
- 10.2 常用网络命令/319
 - 10.2.1 ping 命令/319
 - 10.2.2 ipconfig 命令/320
 - 10.2.3 netstat 命令/321
 - 10.2.4 arp 命令/322
 - 10.2.5 tracert 命令/323

10.2.6	pathping 命令/324
10.2.7	route 命令/324
10.2.8	ftp 命令/325
10.3	网络故障分析/328
10.3.1	系统网络问题/328
10.3.2	局域网问题/330
10.3.3	IE 问题/336
	习题 10/339
	参考文献/340



第 1 章 概 述

计算机网络是计算机技术、通信技术相结合的产物。计算机网络是借助于电缆、光缆、公共通信线路、专用线路、微波、卫星等传输介质,把跨越不同地理区域的计算机互相连接起来而形成的信息通信网络。网络中所有的计算机共同遵循相同的网络通信规则,这些规则通常称为“协议”(protocol),在协议标准的控制下,计算机和计算机之间可以实现文字、图表、数字、声音、图形和图像等信息的综合传输,实现网络中计算机之间各种数据资源、硬件资源和软件资源的共享。

计算机网络技术代表着当前计算机系统今后发展的一个重要方向,它的发展和應用正改变着人们的传统观念和生活方式,使信息的传递和交换更加快捷。目前,计算机网络在全世界范围内迅猛发展,网络应用逐渐渗透到各个技术领域和社会的各个方面,计算机网络技术已经成为衡量一个国家水平和综合国力的标志。可以预言,未来的计算机就是网络化的计算机。

1.1 计算机网络的形成与发展

1.1.1 计算机网络的形成

计算机网络是信息社会最重要的基础设施,并将构成人类社会的信息高速公路。

1. 通信技术的发展

通信技术的发展经历了一个漫长的过程,1835 年莫尔斯发明了电报,1876 年贝尔发明了电话,从此开辟了近代通信技术发展的历史。通信技术在人类生活中发挥了极其重要的作用。

2. 计算机网络的产生

1946 年诞生了世界上第一台电子计算机,从而开辟了向信息社会迈进的新纪元。20 世纪 50 年代,美国利用计算机技术建立了半自动化的地面防空系统(SAGE),它将雷达信息和其他信号经远程通信线路送达计算机进行处理,第一次利用计算机网络实现了远程集中式控制,这是计算机网络的雏形。

1969 年,美国国防部高级研究计划局(DARPA)建立了世界上第一个分组交

换网 ARPANet, 即 Internet 的前身, 这是一个只有 4 个结点的存储转发方式的分组交换广域网, ARPANet 的远程分组交换技术, 于 1972 年在首次国际计算机会议上公开展示。

1976 年, 美国 Xerox 公司开发了基于载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)原理的、用同轴电缆连接多台计算机的局域网, 取名以太网。

计算机网络是半导体技术、计算机技术、数据通信技术和网络技术相互渗透、相互促进的产物。数据通信的任务是利用通信介质传输信息。

通信网为计算机网络提供了便利而广泛的信息传输通道, 而计算机和计算机网络技术的发展也促进了通信技术的发展。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络出现的时间并不长, 但发展速度很快, 经历了从简单到复杂的过程。计算机网络最早出现在 20 世纪 50 年代, 发展到现在大体经历了 4 个大的阶段。

1. 大型机时代(1965—1975 年)

大型机时代是集中运算的年代, 使用主机和终端模式结构, 所有的运算都是在主机上进行的, 用户终端为字符方式。在这一结构里, 最基本的联网设备是前端处理机和中央控制器(又称集中器), 所有终端连到集中器上, 然后通过点到点电缆或电话专线连到前端处理机上。

2. 小型机联网(1975—1985 年)

DEC 公司最先推出了小型机及其联网技术。由于采用了允许第三方产品介入的联网结构, 加速了网络技术的发展。很快, 10Mb/s 的局域网速率在 DEC 推出的 VAX 系列主机、终端服务器等一系列产品上广泛采用。

3. 共享型的局域网(1985—1995 年)

随着 DEC 和 IBM 基于局域网(LAN)的终端服务器的推出和微型计算机的诞生和快速发展, 各部门纷纷需要解决资源共享问题。为满足这一需求, 一种基于 LAN 的网络操作系统研制成功, 与此同时, 基于 LAN 的网络数据库系统的应用也得到快速发展。

粗缆由于安装不方便, 开始被双绞线取代, 并组成高可靠的星形网络结构; 大楼楼层开始放置集线器; 用于连接总线网和令牌环的桥接器研制成功。但是, 这些设备在扩大了联网规模的同时也加大了广播信息量, 对网络规模的继续扩大构成了威胁。随后, 出现了以路由器为基础的联网技术, 不但解决了提升带宽的问题, 而且解决了广播风暴问题。

4. 交换时代(1995 至今)

个人计算机(PC)的快速发展是开创网络计算时代最直接的动因。网络数据业务强调可视化, 如 Web 技术的出现与应用、各种图像文档的信息发布、用于诊断

的医疗放射图片的传输、CAD(计算机辅助设计)、视频培训系统的广泛应用等,这些多媒体业务的快速增长、全球信息高速公路的提出和实施都无疑对网络带宽提出更快、更高的需求。显然,几年前运行良好的 Hub 和路由器技术已经不能满足这些要求,一个崭新的交换时代已经来临。

1.1.3 计算机网络的发展趋势

计算机网络的发展方向是 IP 技术+光网络,光网络将会演进为全光网络。从网络的服务层面上看将是一个 IP 的世界,通信网络、计算机网络和有线电视网络将通过 IP 三网合一;从传送层面上看将是一个光的世界;从接入层面上看将是一个有线和无线的多元化世界。

1. 三网合一

目前广泛使用的网络有通信网络、计算机网络和有线电视网络。随着技术的不断发展,新的业务不断出现,新旧业务不断融合,作为其载体的各类网络也不断融合,使目前广泛使用的三类网络正逐渐向单一统一的 IP 网络发展,即所谓的“三网合一”。

在 IP 网络中可将数据、语音、图像、视频均归结到 IP 数据包中,通过分组交换和路由技术,采用全球性寻址,使各种网络无缝连接,IP 将成为各种网络、各种业务的“共同语言”,实现所谓的 Everything over IP。

实现“三网合一”并最终形成统一的 IP 网络后,传递数据、语音、视频只需要一个网络,简化了管理,也会大大节约开支,同时可提供集成服务,方便了用户。可以说“三网合一”是网络发展的一个最重要的趋势。

2. 光通信技术

光通信技术已有 30 年的历史。随着光器件、各种光复用技术和光网络协议的发展,光传输系统的容量已从 Mbps 级发展到 Tbps 级,提高了近 100 万倍。

光通信技术的发展主要有两个大的方向:一是主干传输向高速率、大容量的 OTN 光传送网发展,最终实现全光网络;二是接入向低成本、综合接入、宽带化光纤接入网发展,最终实现光纤到家庭和光纤到桌面。全光网络是指光信息流在网络中的传输及交换始终以光的形式实现,不再需要经过光/电、电/光变换,即信息从源结点到目的结点的传输过程中始终在光域内。

3. IPv6 协议

TCP/IP 协议簇是互联网的基石之一,而 IP 是 TCP/IP 协议族的核心协议,是 TCP/IP 协议簇中网际层的协议。目前,IP 的版本为 IPv4。IPv4 的地址位数为 32 位,即理论上约有 42 亿个地址。随着互联网应用的日益广泛和网络技术的不断发展,IPv4 的问题逐渐显露出来,主要有地址资源枯竭、路由表急剧膨胀、对网络安全和多媒体应用的支持不够等。

IPv6 是下一版本的 IP,也可以说是下一代 IP。IPv6 采用 128 位地址长度,几