

清华大学计算机系列教材

计算机局域网 (第四版)

胡道元 编著

清华大学出版社

清华大学计算机系列教材

计算机局域网 (第四版)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从计算机网络体系结构角度,对计算机局域网的工作原理、组成、结构、协议作了全面阐述。全书以 TCP/IP 模型和 IEEE 802 局域网参考模型为主线,按层次概念阐述。对网络底层,论述了数据通信、局域网的特性、介质访问控制、局域网协议以及协议标准,详细论述了以太网和无线局域网技术。对网络高层,重点讲述了计算机网络高层的体系结构、网络层 IP 协议、传输层 TCP、UDP 协议,还讲述了网络操作系统、网络计算模式、环球信息网 WWW,对网络管理技术、网络与信息安全技术也做了详细的论述。

本书为工科电子类专业全国统编教材,可作为高等院校的教科书或参考书。主要读者对象是计算机科学和工程、数据通信专业的师生和专业人员,对计算机网络的设计者、制造者、用户和系统管理人员也是一本基本参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,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

计算机局域网 / 胡道元编著. —4 版. —北京:清华大学出版社, 2010.11

(清华大学计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-23120-2

I. ①计… II. ①胡… III. ①局部网络—高等学校—教材 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 114255 号

责任编辑:战晓雷 王冰飞

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

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

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印

张:20.75

字

数:498 千字

版 次:2010 年 11 月第 4 版

印

次:2010 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:32.00 元

产品编号:035660-01

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978年至1985年,已编审、出版了两轮教材,正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个方向”的需要,贯彻“努力提高教材质量,逐步实现教材多样化,增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神,我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会,在总结前两轮教材工作的基础上,结合教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1986—1990年的“七五”(第三轮)教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿,是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量,做出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

第四版序言

本书自第一版发行至今已整整二十年,在这期间,以 Internet 为代表的计算机网络技术及应用有了很大发展,十多年前 Internet 还只是国家信息基础设施(NII)和全球信息基础设施(GII)的雏形,如今已发展成一个现代化国家离不开的、极为重要的基础设施,尤其在当今全球化经济发展的进程中已成为不可缺少的信息基础设施。

1990 年全球 Internet 网民数只有 60 多万,我国还处于空白,直至 1994 年才接入 Internet。现今全球网民数已达 18 亿,而我国网民数至 2009 年年底已达 3.84 亿,居世界首位,在 Internet 世界中,扮演着十分重要的角色。

在本书第三版中把计算机网络发展趋势概括为一个目标、两个支撑、三个融合、四个热点。近几年计算机网络正是按这个趋势发展的,而且这个总趋势仍然没有改变。

本书第四版根据这些发展做了修订,主要有以下几个方面:

(1) 计算机网络教材大部分采用 OSI 七层体系结构,随着 Internet 的广泛使用,第四版改用 Internet 五层体系结构,以符合当今计算机网络发展的主流技术。构建了 Internet 模型以替换 OSI 模型,并以此作为全书的主线。

(2) 在数据传输技术方面增加了正交幅度调制 QAM、码分多路 CDMA、成组编码和 ADSL 调制技术等。

(3) 以太网是局域网的主流技术,第四版主要阐述这类共享传输介质的局域网,并着重讲述区别三代不同以太网的 MAC 子层、物理层及其实现机制。

(4) 由于无线局域网的应用日益普及,因此将该部分内容单独作为一章,主要讲述 IEEE 802.11 和蓝牙两类无线 LAN 技术。

(5) 网络层增加了网际协议 IP 的设计原则、IPv4 到 IPv6 的过渡、充实了 Internet 地址结构的内容。

(6) 用 Internet 传输层服务和协议要素替换了 OSI 传输层服务及协议,增加了实时传输协议 RTP 和远程过程调用 RPC,充实了传输控制协议 TCP,同时还增加了服务质量 QoS。

第四版计算机局域网共分 13 章:

第 1 章引论,讲述计算机网络的产生和发展、资源共享、计算机网络分类、计算机网络技术基本内容以及计算机网络发展趋势。

第 2 章数据通信,讲述传输概念、数据调制与编码、多路复用、异步传输和同步传输、铜环接入技术、电缆调制器;数据交换,讲述线路交换技术、分组交换技术、帧中继交换技术以及信元交换技术。

第 3 章传输介质与拓扑结构,讲述传输介质特性、类别,传输损耗,拓扑结构选择、类别,环型网、总线网、光纤局域网。

第 4 章局域网协议,讲述 LAN 参考模型、数据链路控制、逻辑链路控制协议、介质访问控制、CSMA/CD 介质访问控制协议、标记环介质访问控制协议、FDDI 介质访问控制协议

以及局域网协议标准。

第5章以太网,讲述传统以太网、交换式局域网、快速以太网、吉位以太网、虚拟局域网技术以及网络互连方式。

第6章无线局域网,讲述 IEEE 802.11 体系结构、物理层、MAC 层、地址结构以及蓝牙体系结构。

第7章 Internet 模型,讲述 OSI 模型、TCP/IP 体系结构、Internet 模型各层职责以及实现机制。

第8章网络层,讲述网络层职责、网间协议 IP、Internet 地址、地址空间的扩展、Internet 控制报文协议 ICMP、路由器体系结构、路由选择以及各种网关协议。

第9章传输层,讲述传输层服务和协议要素、用户数据报协议 UDP、可靠的数据流传输、传输控制协议 TCP 以及网络服务质量。

第10章网络操作系统与网络计算模式,讲述操作系统概述及其发展、网络操作系统概述及其特点、网络操作系统的结构种类,网络计算模式的发展、客户机/服务器模式的特点及优点、客户机/服务器模式的中间件以及云计算。

第11章环球信息网,讲述环球信息网基本原理、超文本传输协议 HTTP、超文本标记语言 HTML、通用资源访问地址 URL、动态 Web 文档与 CGI 技术以及活动 Web 文档和 Java 技术。

第12章网络管理,讲述网络管理功能、标准、简单网络管理协议 SNMP 以及网络日常管理和维护。

第13章网络安全,讲述密码学、鉴别、访问控制、防病毒、网络安全技术、安全服务与安全机制、信息系统安全体系结构框架、信息系统安全评估准则以及评估增长的安全操作代价。

作者

2010年4月

第三版序言

近五年来计算机网络技术飞速发展,计算机网络应用更为普及,对人们的生活、学习、工作、人际交往方式的改变产生了极为深远的影响。以 Internet 为核心的信息基础设施建设正在飞速进行,微电子技术和光电子技术这两个重要的支撑技术又有了新的进展,计算机、通信、信息内容这三种技术正在走向融合,多媒体、宽带网、移动通信、信息安全这些热点正受到人们的极大关注。

适应上述形势的发展,本书第三版对第二版作了全面的修改,并重点增加了以下内容:

(1) 高速局域网技术。高速局域网是速率超过 100Mbps 的局域网,可以满足高速、宽频和各种网络应用。千兆位以太网、交换式局域网、ATM 局域网已是技术成熟、有广泛应用前景的网络。

(2) Internet 体系结构及 TCP/IP 协议。这是公认的互连网标准及协议,它已普遍被采纳应用,其技术本身也在不断发展和完善中。

(3) 环球信息网 WWW。它是基于超媒体的、方便用户在 Internet 上检索和浏览信息的一种广域信息发现技术和信息查询工具。WWW 技术的出现对 Internet 的发展和应用做出了极为重要的贡献。

(4) 网络管理技术。网络管理是对计算机网络的配置、运行状态和计费等进行的管理。随着网络规模的扩大、网络应用范围的扩展,对网络管理的需求也日益增长。

(5) 网络与信息安全。信息安全是在分布式计算环境中对信息的传输、存储、访问提供安全保护,以防止信息被窃取、篡改和非法操作。随着社会的开放、信息网络化的发展,网络与信息安全已经成为全社会关心和需要解决的重要问题。

第三版计算机局域网共分 16 章:

第 1 章引论,讲述计算机网络的产生和发展、资源共享、计算机网络分类、计算机网络技术基本内容以及计算机网络发展趋势。

第 2 章数据传输,讲述数据通信模型、传输概念、数据调制与编码、多路复用、异步传输和同步传输、传输介质、物理层接口及协议。

第 3 章数据交换,讲述线路交换技术、分组交换技术、帧中继交换技术以及信元交换技术。

第 4 章数据链路控制,讲述流控技术、差错检测、差错控制、高级数据链路控制(HDLC)以及其他数据链路控制协议。

第 5 章传统局域网,讲述局域网的定义及特性、拓扑结构、环型网、总线/树型网络、光纤局域网、介质访问控制、争用协议、标记环介质访问控制、标记总线访问控制以及 ANSI X3T9-5 介质访问控制。

第 6 章局域网协议,讲述 LAN 参考模型、逻辑链路控制协议、CSMA/CD 介质访问控制协议、标记环介质访问控制协议、标记总线介质访问控制协议以及局域网协议标准。

第 7 章网络性能评价,讲述模型和性能评价以及 LAN 的性能评价。

第8章高速局域网技术,讲述FDDI网、快速以太网、吉位以太网、交换式局域网、ATM局域网以及无线局域网。

第9章网络体系结构及协议,讲述网络体系结构及协议、OSI传输层服务及协议、ISO传输层标准、OSI会话层服务及协议、OSI表示层服务及协议、OSI应用层服务及协议、TCP/IP的分层、IP协议、IP数据报的路由选择、差错与控制报文协议(ICMP)、用户数据报协议、可靠的数据流传输、传送控制协议(TCP)以及基于套接字进程之间的通信。

第10章网络互连,讲述网络互连的要求和结构方案、网桥、X.75协议、网间协议IP、协议转换、IEEE 802互连网络规范、核心路由器体系结构、路由选择算法、自治系统、内部网关协议以及外部网关协议。

第11章网络操作系统,讲述操作系统概述及其发展、网络操作系统概述及其特点、网络操作系统的结构、网络操作系统的内核、网络操作系统的网络功能以及Linux操作系统。

第12章网络计算模式,讲述网络计算模式的发展、客户机/服务器模式的特点及优点、客户机/服务器模式的中间件、一致通信环境、分布计算环境DCE以及BWD模式的特点及优点。

第13章环球信息网WWW,讲述环球信息网基本原理、超文本传输协议HTTP、超文本标记语言HTML、通用资源访问地址URL、动态Web文档与CGI技术以及活动Web文档和Java技术。

第14章网络管理技术,讲述局域网管理技术、网络管理解决方案、简单网络管理协议SNMP以及网络管理系统。

第15章网络与信息安全,讲述密码学、鉴别、访问控制、防病毒、网络安全技术、安全服务与安全机制、信息系统安全体系结构、信息系统安全评估准则、评估增长的安全操作代价、DCE安全技术以及基于DCE的WebST技术。

第16章局域网的应用,讲述网络服务器、文件服务器、局域网在办公自动化中的应用、局域网在工厂自动化中的应用、分布系统、企业网络计算以及Intranet。

本书第三版由胡道元教授主编。参加编写的还有朱亚清、胡勇、朱爽、陆明、王映雪、徐刚。赵青为本书原稿的打印、编排做了大量的工作。

作者

2001年3月

再版序言

21 世纪是信息社会的时代,技术、科学和社会的发展正在迎接这个时代的到来。当前信息网络的发展有三个动向:

1. 国家信息基础设施 NII 和全球信息基础设施 GII 的规划和建设。从 1993 年美国提出信息高速公路计划,到 1995 年西方七国部长会议(G7 会议)通过的 GII 建设若干共识原则,NII 和 GII 的建设已受到各国政府的普遍关注。我国也正在根据国民经济信息化的要求,规划和建设中国的 NII。NII 将为全民提供通信、信息存取和电子事务处理的服务。
2. 全世界最大的互连网 Internet 近几年正在爆发性地扩大,其规模已发展到几万个互连网、几百万台计算机和几千万个用户,并正以每月百分之十几的速率在增长。Internet 正为几千万用户提供丰富的共享资源和网络服务,诸如信息查询服务 Gopher、环球网 WWW 和电子新闻服务 News。Internet 是全世界最大的计算机互连网,是全世界最大的信息超级市场,是未来 GII 的原型。我国已有多个网络正式接入 Internet,预计近年会有很大发展。
3. 商业化的网络服务是一个很大的潜在市场,诸如连网的信息服务、电子购物、电视点播、电子出版、远程教学、远程医疗诊断等都是很大的潜在市场,发达国家正在大力开拓这个市场。社会发展的各个时代都有反映该时代特征的基础设施,农业社会的基础设施是耕地的犁和拉犁的牲畜,工业社会的基础设施是引擎和供给引擎的燃料。在信息社会,信息技术迅速发展,尤其是计算机和通信技术的发展及其结合,在此基础上形成的信息基础设施就成为反映信息社会特征的最重要的基础设施。信息基础设施将会改变人们的生活、学习和工作方式,减轻人们的工作负担,提高人们的生活水平,推动社会的进步。

在过去的二十年中,计算机和通信每年的增长速度至少为 25%。随着计算机的功能不断增强,价格急剧降低,计算机几乎是无处不有、无所不能。上亿台个人计算机和成千上万个软件包正在帮助人们工作和生活,每年有几百万台计算机装在汽车、微波炉、电话和电视机中。与此同时,信息网络在国民经济和社会生活各个方面正起着愈益重要的作用,从 20 世纪 80 年代开始,一直以很高的速度发展和增长,预计到 2000 年仍保持这种增长速度。电话至今仍是通信的主要方式,正以每年 4% 的增长速度发展,到 2000 年,全世界电话总量预计达 12 亿台。数据、文本、图像等非话通信目前占整个通信的 10%~15%,它正以每年 25% 的增长速度发展,到 2000 年非话通信的终端数达 2 亿台。几百万英里的光纤在远距离通信中速率可达每秒千兆位,局域网成为连接各大楼的不可缺少的设施,企业网将是现代化企业的主要基础设施,城域网、国家网将成为重要的国家信息基础设施。蜂窝网和各种无线网可连到汽车和行人,移动通信正以每年 50% 的增长速度发展,到 2000 年移动通信终端总数预计达 3 亿台。非话通信以及语音和非话的综合通信将在未来的通信中占主导地位。

材料、能源、信息是组成社会物质生产活动和精神生产活动的三大重要资源。以往人们只把材料和能源作为最重要的战略资源,而在信息社会,信息也成为促进经济发展的重要战略资源,在某种意义上来说,是最重要的战略资源。

对应这三种战略资源是三大流通网络的建设,即交通运输网、输电网和信息网。现在衡

量一个国家的强弱,不仅要看物质和能量的拥有量,而且要看其拥有的信息资源,以及它与世界各国信息交换的能力。一个缺少信息资源、缺乏信息交换和吸收能力的国家,必然是一个贫穷的、落后的国家。

信息涉及人类所有的活动,并以不同的形式出现,如语音、图片、视频、作品、新闻、股票价格等。可以采用不同的方式来传递信息,如发行报纸、邮政系统、电话网、无线电广播网、电视网等,最终使用户接收并了解这些信息。

计算机和信息网络在信息表示、处理、传递等方面和上述通信方式十分相似。计算机接收、存储、处理和表示信息,而网络则在互连的计算机之间传递信息。计算机处理信息的速度远比人处理信息要快,但它往往并不懂得这些信息。

信息基础设施的关键作用是减轻人们处理和传递信息的负担,它必须智能地处理信息表示的多种多样的、令人眼花缭乱的概念。因此,它应懂得它所传递的一连串0和1的真正意思。对信息价值的认识是重要的,但往往又是不容易的,因为信息价值包含了有形价值和无形价值,有直接价值和间接价值。对直接产生经济价值的信息价值比较容易认识,而对间接产生经济价值的信息价值就不容易被理解。有时信息只是在产生有形物质的经济价值中间过程中起作用。所有这些都是我们在评价信息价值时应该考虑的因素。

1962年美国著名学者F. Machlup首先把信息与知识作为产业来研究,把信息的概念引进宏观经济领域。1977年美国另一学者M. U. Portat提出了一种新的宏观经济结构理论,把信息业作为与农业、工业和服务业并列的独立产业。

信息导致就业结构的变化,推动了信息产业的形成和发展,并且决定了各国在世界经济竞争中的地位。在人类文化发展的历史中经历了四个重要的阶段。语言的产生和形成开创了人类思维和文化的交流,但这种交流在当时受到时间和空间的限制。文字的产生和形成,不仅推动了人们的文化交流,而且可以保存下来,使后代得以继承,但当时书写和传播文字的生产率很低。活字印刷的发明,大大提高了生产率,加速了人类文化的传播。今天,信息网络正在产生和形成一种称为电子信息文化,是人类文化发展的第四个里程碑。

电子信息文化将渗透到社会生活各个方面,将改变人们的生活、学习和工作方式。人们利用信息网络开展科学研究,一种可能大大推动科学向前发展的催化剂正在悄悄地进入科研界,有可能加速科学的发明和发现,信息网络正在科研方面发挥革命性的影响。这种相互联结的网络基本上是时空的破坏者,把距离和时间缩小到零,这就好像世界上所有的科学家都坐在一间屋里,这对科研方式是一种很大的冲击。对这种电子革命产生的社会影响,研究才刚刚开始,但是科研界的使用者对电子技术的这种发展欣喜若狂,他们说一个新世纪开始了。电子信息文化已经渗透到很多大学生的生活中,计算机网络已彻底改变了很多大学生生活,成为一股渗透到大学每个角落的文化和社会力量。但是,这仅仅是我们所有人即将面临的一场电子网络革命的缩影。电子信息文化不只是将起作用的机构联在一起,它将把整个社会结构紧密结合在一起。

远程教学、远程医疗、计算机支持的协同工作、电子贸易、电子化政府、生产制造的并行工程、电子图书馆、电子博物馆等都是电子信息文化在各个领域的渗透。

西方国家正在将更多的西方文化置于现代信息基础设施,例如,提出将最现代的信息技术用于教堂,使宗教的传播更具有魅力。我国在人类文化发展的前三个阶段,都作出了重大的贡献,例如甲骨文的产生、印刷技术的发明。在人类步入文化发展第四个里程碑时,我们

中国人有责任、有能力将更多的东方文化(尤其是中国文化)置于现代信息基础设施中,继续为人类文明的发展作出贡献。

建立全球信息网,首先要确定互连网络的体系结构。这种体系结构应该是一个多厂商的、多协议的互连网模型,这个模型能适应从小到大的各种网络规模,具有十分灵活的配置功能,并能满足为数众多的应用需求。互连网的方案需要完善的集成,使成为一个共享的、开放的、易于管理的互连网。互连网结构将成为通用的网络结构,包括局域网 LAN 和广域网 WAN 的互连,多媒体的传输,各种数据链路技术,不同的通信协议,连接众多局域网的主干网,通用的、灵活的、全局网络,以及功能很强的网络管理平台等。

局域网和局域网的互连是全球信息网的基础,局域网将在很大程度上代替现有的数据 PBX、分组组装拆装设备 PAD 以及簇控制器(Cluster controllers),成为一种新的集中器。原有的 IEEE 802.3 以太网、IEEE 802.5 标记环网将继续普遍流行,速率为 100Mbps 的局域网在 20 世纪 90 年代普遍推广,千兆位速率的高速局域网正在研究试验中。

在广域网方面正向高速、宽带连网发展。64kbps~2Mbps 速率的帧中继(Frame Relay)是一种在用户设备与网络设备之间的接口协议,比现有的 X.25 协议更为有效。分布式队列双总线 DQDB 是由 IEEE 802.6 委员会建议的一种用于城域网的通信协议,最高速率可达 155Mbps。同步光纤网 SONET 已被确认为国际标准的高速同步网,最高速率可达 2.4Gbps。多兆位交换数据服务 SMDS 是由电话公司提出的一种高速分组交换、以数据为基础的 WAN 连网技术,可运行在 T1、T3 和 E1、E3 的速率,并可方便地和 LAN 相连。异步转移模式 ATM 用于信元中继的 CCITT 标准,它规定各种类型的服务(声音、视频、数据)信息都用小的、大小固定的信元进行传输,速率从 64kbps 到 600Mbps。宽带综合业务数字网 B-ISDN,是正在开发的一种用于处理类似视频的宽带通信标准的网。把 ATM 和 SONET 结合,构成 B-ISDN,将成为今后高速广域网的主流技术。

企业网(Enterprise Network)和校园网(Campus Network)将成为全球信息网中最基层的网络,也是为数众多的、应用广泛的网络。企业网和校园网的建设涉及四个关键问题,即连接性问题、互操作性问题、可管理性问题和分布应用问题。事实上,这些问题也是网络建设普遍存在的问题。

随着 Internet 的技术发展和应用推广,最近又提出了 Intranet 的概念,称为内部网。它是采用 Internet 技术来建设企业网和校园网;为了保证内部网的安全,通过防火墙的设置和 Internet 相连;采用先进的超媒体信息结构,建立各种信息服务器,将信息和企业的成员联系起来。

本书重点仍然是讲述局域网,全书的安排考虑在序言中已有说明。由于网络技术发展十分迅速,因此本书第二版作了很多充实,增加了反映当前网络发展方向且正在推广应用的技术共五章。

全球信息基础设施建设的一个原则是要实现信息的普遍服务,Internet 用户数的急剧增加,使网络进入千家万户。串行通信技术是当前分散用户采用的主要入网技术,因此增加的第 3 章概述了串行通信的基本原理和技术,以及常用的 PC 串行通信。

随着网络应用的普遍推广,高速数据传输、多媒体应用对网络频宽的需求日益增加,发展高速网络技术就成为亟待解决的问题。增加的第 7 章高速网络技术简要讲述发展高速网络技术的驱动因素,以及一些重要的高速局域网和高速广域网,重点讲解异步转移模式

ATM。客户机/服务器模式是一种先进的网络计算模式,也是今后发展的主流。这种模式最大的特点是使用客户机和服务器两方的智能、资源和计算能力来执行一个特定的任务。增加的第 10 章客户机/服务器计算模式讲述它的形成、发展及其特点,客户机/服务器模式的中间件,以及这种模式所要求的一致性通信环境。

网络操作系统是具有网络功能的计算机操作系统,它对网络的体系结构、网络性能、管理和安全都有重要影响,近年来已研究开发了几个成熟的网络操作系统并已被广泛使用。增加的第 11 章讲述网络操作系统的特点、结构、内核和网络功能,最后还讲述由开放软件基金会 OSF 提出的分布计算环境 DCE,这是一种开放型的标准化体系结构。

Internet 是全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的计算机互连网,是全世界最大的信息宝库,也是未来全球信息基础设施 GII 的雏形。它的发展对信息技术、信息市场和信息社会的发展有深远影响。增加的第 14 章讲述 Internet 的形成和发展、体系结构、名字和地址、接入方法、应用和工具以及未来展望等。

在走向 21 世纪之际,我国计算机网络建设的需求将日益增多,网络应用也将更加普遍。要建设好、应用好,关键是要培养一大批掌握和精通技术的人才。希望本书第二版的出版和发行对高等院校计算机网络课程教学质量的提高有所帮助,并可供各行各业从事计算机网络的设计、开发、建设、管理和使用的专业人员参考。

本书第二版由胡道元主编,参加编写的还有朱亚清、杨洋、胡勇、郑勇。朱爽、陆明、黄林、岳巍也参加了部分编写工作。

作 者

1996 年 6 月

序 言

现代计算技术、通信技术和微电子技术的迅速发展,互相渗透和结合,形成了信息技术的革命,其中一个重要的方面乃是计算机网络的产生和发展。从 20 世纪 70 年代开始建立的公共远程网,20 世纪 80 年代迅速兴起的局部网,到 20 世纪 90 年代要加速发展的综合业务数字网 ISDN;从微机网到巨型计算机网,从一个部门的局部网到覆盖全国、全世界的大型网。计算机网络广泛用于科研、教育、管理、生产、商业以致日常生活等各个领域,它的重要性正被愈来愈多的人们所认识,成为信息社会中重要的基础设施。

在众多类型的计算机网络中,局部网络技术发展最为迅速,局部网络的应用最为普遍,局部网络的产品众多、市场广阔。20 世纪 80 年代是局部网络大发展的十年,预计 20 世纪 90 年代这门新技术仍将迅速发展,其应用领域将更为广泛。

局部网是将比较小的地理区域内的各种数据通信设备连在一起的通信网络。加上接口和高层网络软件就可实现计算机之间的数据交换,共享程序、数据和贵重的外设,在实时系统中提供可靠的后备以及分布处理、分布数据库等功能。

局部网从原理上可分为两大类,一类是以分组交换技术为基础的局域网 LAN,一类是以线路交换技术为基础的计算机化交换机 CBX。目前应用最普遍的还是局域网 LAN,本书大部分的篇幅将论述它。由于综合业务数字网络技术的发展,以及网络在办公自动化中应用的普及,近年来 CBX 受到人们的重视,本书第 13 章专门论述这一领域的技术。

本书从计算机网络体系结构角度对局域网的工作原理、组成、结构、功能和典型系统的应用均作了全面的阐述,重点介绍了局域网的特征和网络协议。全书以 OSI 参考模型七层协议和 IEEE 802 标准为主线,遵循计算机网络标准化的要求,突出通信协议的层次概念。本书内容系统全面、重点突出,在广度、深度和先进性方面作了合理安排。本书参阅和引用了许多文献,为了便于读者查阅,在每章末尾列出了引用的参考文献。

本书是为计算机专业高年级学生编写的全国统编教材,也可作为从事计算机网络的科技人员的参考资料。作者在编写本书时,根据多年讲授本课程的经验,力求符合教学需要和广大科技人员的要求。

在本书编写过程中,得到了很多同志的支持和帮助。特别值得提到的是王能斌教授对本书的编写大纲、取材和审定给予了指导和帮助,张绍诚教授作为本书的主审人对本书作了认真的审定,提出了很多宝贵意见,借此机会向他们和其他曾给本书编写工作以帮助的同志们表示衷心的感谢。

作 者
1989 年 5 月

目 录

第 1 章 引论	1
1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.1.1 历史的回顾	1
1.1.2 推动计算机网络发展的两大动力	3
1.1.3 局域网络的产生和发展	4
1.2 资源共享	6
1.2.1 资源分配和共享	6
1.2.2 资源共享定理	6
1.3 计算机网络分类	7
1.4 计算机网络技术基本内容	8
1.5 计算机网络发展趋势	9
1.6 本章小结	12
第 2 章 数据通信	14
2.1 时域和频域概念	14
2.1.1 时域概念	14
2.1.2 频域概念	16
2.1.3 数据率和频带的关系	17
2.1.4 数据率的限制	19
2.1.5 几个重要的信号传输度量	19
2.2 数据调制与编码	20
2.2.1 模拟数据的模拟信号调制	22
2.2.2 数字数据的模拟信号调制	23
2.2.3 数字数据的数字信号编码	25
2.2.4 模拟数据的数字信号编码	27
2.3 多路复用	28
2.3.1 多路复用技术	28
2.3.2 频分多路复用	29
2.3.3 时分多路复用	29
2.3.4 统计时分多路复用	32
2.3.5 波分多路复用	33
2.3.6 码分多路复用	34
2.4 异步传输和同步传输	37
2.5 铜环接入技术	38
2.5.1 铜环接入类别	38

2.5.2 ADSL 调制技术	42
2.6 电缆调制器	43
2.6.1 混合光纤同轴电缆	43
2.6.2 DOCSIS 协议	44
2.7 数据交换	45
2.7.1 线路交换	45
2.7.2 分组交换	45
2.7.3 帧中继交换	49
2.7.4 信元交换	50
2.8 本章小结	52
第3章 传输介质与拓扑结构	54
3.1 传输介质特性	54
3.2 传输介质类别	54
3.3 传输损耗	56
3.4 拓扑结构的选择	58
3.5 拓扑结构类别	58
3.6 环型网	63
3.7 总线/树型网络	64
3.7.1 基带系统	65
3.7.2 宽带系统	66
3.7.3 基带系统和宽带系统的比较	68
3.8 光纤局域网	68
3.8.1 无源星型结构	69
3.8.2 有源星型结构	69
3.8.3 光纤环网结构	70
3.8.4 光纤总线网结构	70
3.9 本章小结	71
第4章 局域网协议	73
4.1 LAN 参考模型	73
4.2 数据链路控制	77
4.2.1 流控技术	77
4.2.2 差错检测	80
4.2.3 差错控制	83
4.3 逻辑链路控制协议	85
4.3.1 网络层/LLC 子层界面服务规范	85
4.3.2 LLC 子层/MAC 子层界面服务规范	87
4.3.3 LLC 协议数据单元结构	87

4.3.4	LLC 协议的型和类	88
4.3.5	LLC 协议的元素	88
4.4	介质访问控制	90
4.5	争用协议	92
4.5.1	载波监听多路访问	92
4.5.2	载波监听多路访问/冲突检测	93
4.5.3	退避算法	94
4.6	标记环介质访问控制	95
4.7	光纤分布数据接口介质访问控制	96
4.7.1	FDDI 原理	96
4.7.2	FDDI 系列	97
4.7.3	FDDI 协议	98
4.8	局域网协议标准	100
4.9	本章小结	102
第 5 章	以太网	103
5.1	传统以太网	104
5.1.1	MAC 子层	104
5.1.2	物理层	105
5.1.3	物理层实施	105
5.1.4	桥接以太网	107
5.1.5	交换式以太网	107
5.1.6	全双工以太网	107
5.2	交换式局域网	108
5.2.1	交换式局域网的基本模块	108
5.2.2	LAN 交换器的特点	109
5.2.3	两种交换方式	110
5.2.4	第三层交换器	111
5.3	快速以太网	112
5.3.1	MAC 子层	113
5.3.2	物理层	113
5.3.3	物理层实施	114
5.4	千兆位以太网	117
5.4.1	以太网的进展	117
5.4.2	MAC 子层	119
5.4.3	物理层	119
5.4.4	物理层实施	119
5.4.5	千兆位以太网的应用	122
5.5	虚拟局域网工作原理	127

5.6	网络互连方式	129
5.6.1	中继器互连方式	129
5.6.2	网桥互连方式	130
5.6.3	路由器互连方式	131
5.6.4	网络互连方式的对比	132
5.7	本章小结	133
第6章	无线局域网	134
6.1	IEEE 802.11 体系结构	134
6.2	IEEE 802.11 物理层	134
6.3	IEEE 802.11 MAC	135
6.3.1	协议结构	135
6.3.2	帧结构	138
6.4	IEEE 802.11 地址机制	138
6.5	蓝牙体系结构	139
6.6	蓝牙层结构	139
6.6.1	无线电层	139
6.6.2	基带层	140
6.6.3	L2CAP 层	141
6.7	本章小结	141
第7章	Internet 模型	142
7.1	OSI 模型简述	142
7.1.1	分层结构	142
7.1.2	基本构造技术	144
7.2	TCP/IP 体系结构	144
7.2.1	TCP/IP 分层模型	144
7.2.2	TCP/IP 和 OSI 的对应关系	146
7.3	Internet 模型各层职责	147
7.3.1	物理层职责	147
7.3.2	数据链路层职责	148
7.3.3	网络层职责	148
7.3.4	传输层职责	149
7.3.5	应用层职责	149
7.4	Internet 模型的实现机制	150
7.4.1	物理层	151
7.4.2	数据链路层	152
7.4.3	网络层	153
7.4.4	传输层	154