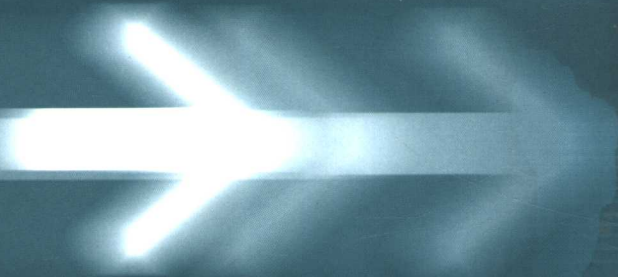


高等职业教育 计算机专业系列教材
计算机网络

JISUANJI WANGLUO JISHU JICHU

计算机网络 技术基础

■ 主编 李晓桓



重庆大学出版社

高等职业教育 计算机专业系列教材
计算机网络

JISUANJI WANGLUO JISHU JICHU

计算机网络 技术基础

主 编 李晓桓

副主编 韩迎春

参 编 (以姓氏笔画为序)

朵云峰 容 会 胡光阔 毛存礼



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是讲述计算机网络基础知识、原理的高职高专教材,适合高职高专教育强调培养技术应用型人才的需求,理论讲述以够用为度,将各知识点难点用通俗的语言讲清楚,讲透彻。本书内容共分6章,第1章介绍计算机网络的基础知识;第2章介绍数据通信的知识;第3章介绍网络体系结构;第4章介绍广域网;第5章介绍TCP/IP协议;第6章介绍局域网的安全与设计。本书涉及一些网络的新技术和相应的应用案例,力图在阐明原理的基础上,理论联系实际;引导学生通过学习掌握计算机网络的工作原理,了解相关协议,关注技术前沿,培养学生对网络的思考能力。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础/李晓桓主编. —重庆:重庆大学出版社,2004. 8

(高职职业技术教育计算机软件、计算机网络专业系列教材)

ISBN 7-5624-2765-8

I. 计... II. 李... III. 计算机网络—高等学校:技术学校—教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 092067 号

计算机软件
高等职业教育 专业系列教材
计算机网络

计算机网络技术基础

主 编 李晓桓

责任编辑:陈 杲 版式设计:吴庆渝

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:361千

2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-2765-8/TP·402 定价:21.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

序

高等职业教育具有“高等”和“职业”的双重特征,其目标是培养生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型人才,是世界教育发展的共同趋势。近年来,我国高等教育的结构改革极大促进了高等职业教育事业的发展,高等职业教育已成为我国高等教育的重要组成部分。

为了适应我国高等教育的改革,进一步满足高等职业教育计算机软件计算机网络专业的教学及学科建设的需要,在全国各高等职业技术学院的支持下,重庆大学出版社采取学校、企业合作的形式,在全国十余所高等职业技术学院及企业(武汉职业技术学院、邢台职业技术学院、南昌工程学院、昆明冶金高等专科学校、重庆电子职业技术学院、重庆正大软件技术学院、重庆正大软件有限公司等)计算机相关专业的专家、学者中成立了编委会,并组建了一批具有丰富教学和实践经验的“双师型”作者队伍,力求编写出一套适合高等职业教育特点的高质量系列教材。

教学与生产相结合,理论和实践相结合,学校和社会相结合是高等职业教育的生命线;以技术应用能力和职业素质为主线来设计教学体系是高等职业教育教学改革的方向。依据高等职业教育的发展方向,本系列教材将强调理论知识的应用;注重基本能力、专业能力、综合能力及其技能的培养作为编写宗旨。

本系列教材将计算机与信息技术行业的标准及其技术岗位的需求作为组织编写的依据;在保证理论够用的基础上,根据产业结构、技术岗位体系以及职业岗位能力的要求组织理论和实训教材,并将职业教育的教学模式和方法融入其中。为了便于教学,今后将进一步建立学习资源网站,开

发立体化教材。

本系列教材特点如下：

1. 以培养计算机网络、软件应用型人才为目标,遵循教育规律,系列教材的各分册相互衔接,并具有相关性和独立性。

2. 教材编写模块化。即将两个专业各自划分为若干个模块,它们既共同拥有共享的基础模块,又各自拥有一定选择余地的专业模块。各门专业课程教材均可以一条逐步深化的主线将教学贯穿于学生学习的始终,形成“基础”、“提高”和“应用”3个层次的分阶段教学模式,学生在不断提高应用水平后可以直接承揽工程。

本系列教材的体系结构如下：

通用模块	基础模块	计算机专业英语	* 计算机应用数学(上)	计算机应用电子技术
		* 计算机网络技术基础	计算机应用数学(下)	* JAVA 程序设计基础
		Delphi 程序设计基础	Visual Basic 程序设计基础	* Visual C++ 程序设计基础
		* 计算机网络操作系统	计算机硬件技术基础	网页设计与网站建设
	数据库模块	* 数据库技术基础与应用	数据库技术提高	数据库技术应用
专业模块	软件专业	软件工程模块	* 软件工程	软件测试技术
		可视化编程模块	JAVA 程序设计提高	Visual Basic 程序设计提高
			JAVA 程序设计应用	Visual Basic 程序设计应用
			Visual C++ 程序设计提高	Visual C++ 程序设计应用
	多媒体专业	多媒体编程模块	* 多媒体程序设计(VB 版)	
		网络编程模块	网络程序设计	
	网络专业	局域网模块	网络专业局域网技术基础	局域网技术应用
		广域网模块	广域网技术应用	
		工程模块	* 网络安全与防火墙技术	网络系统集成与综合布线工程技术

注：① * 课程为秋季推出的教材,其他课程将陆续推出,实训教材正在筹划之中。

② 希望各院校和企业教师、专家参与本系列教材的建设,并请毛遂自荐担任后续教材的主编或参编,联系 E-mail: lich@cqup.com.cn。

3. 理论知识以够用为度,以实例、项目的工程实现为主线,将重点放在应用及操作技能上。

4. 力求创新。将新技术、新工艺纳入教材,尽可能体现文化性、社会性、和艺术性,以利于提高学生综合的素质。

5. 思考题和习题具有启迪性和创新性。在编程、网络工程类教材的各章习题中大都包含与教材内容同步的中小型工程习题(或试验),全书最终将完成多个完整的工程实例。

本系列教材面向高等职业教育,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,并可作为从事计算机工作的工程技术人员的自学参考书。

该套教材的出版,重庆大学出版社的领导和编辑做了大量的工作,各教材的作者付出了艰苦的努力。但是,由于教材从策划到出版仅用了一年多一点的时间,承担教材编写任务的教师大多都担负着繁重的教学任务。在时间紧、任务重的情况下,教材中一定有不少不尽如人意之处,诚挚希望读者提出批评和建议,以便再版时改进。

编委会
2004年8月

前 言

21 世纪是信息社会的时代,计算机网络的诞生使计算机的应用发生了巨大变化,现已经遍布经济、文化、科研、军事、政治、教育和社会生活等各个领域,网络经济是新经济的一个重大增长点,进而引起世界范围内产业结构的变化和全球信息产业的发展。计算机连网和网络技术的应用已成为提高企业经营管理水平不可缺少的主要手段。随着网络技术的发展和计算机资源的共享,人们提出了“网络就是计算机”、“网络不仅仅是计算机”的概念,计算机网络伴随着计算机已成为家喻户晓的名词。我国政府提出的“金”字系列工程(如金卡、金桥、金关等),以及应用面极广的电子商务、远程教育等无一不以计算机网络为基础,支持各行各业的应用要求。这就需要大量掌握计算机网络基础知识和应用技术的专门人才。

本书是讲述计算机网络基础知识、原理的高职高专教材,适合高职高专教育强调培养技术应用型人才的需求,理论讲述以够用为度,将各知识点、难点用通俗的语言讲清楚、讲透彻,为学生进一步学习计算机网络的其他知识及后续网络应用课程打下良好的基础。本书涉及到一些网络新技术和相应的应用案例,力图在阐明原理的基础上,理论联系实际;引导学生通过学习掌握计算机网络的工作原理,了解相关协议,关注技术前沿,培养学生对网络的思考能力。

本书内容共分 6 章,每章后附习题。第 1 章介绍计算机网络的基础知识,可对计算机网络有一个粗略的了解;第 2 章介绍数据通信的知识,可对数据通信中的编码、传输、复用、数据交换、差错控制等技术有一定的了解;第 3 章介绍局域网体系结构,讨论常见的几种局域网技术和实现,包括几种以太网和令牌环网;第 4 章介绍广域网;第 5 章介绍 TCP/IP

协议,详细的介绍 TCP/IP 协议集中的各种协议及应用,是本书的重点章节之一,为学生日后的网络应用搭建平台;第 6 章介绍网络的安全与设计,讨论网络的管理、安全、规划设计方面的问题。

本书由李晓桓组织编写并统稿。其中第 1、2 章由韩迎春编写,第 3 章由容会编写,第 4 章由胡光阔编写,第 5 章由朵云峰编写,第 6 章由毛存礼编写。

由于时间仓促及水平有限,书中不足、错误之处在所难免,恳请读者指正赐教。

编者

2003 年 12 月

目 录

1 计算机网络概述

1.1	网络的发展	1
1.1.1	软盘共享资源	1
1.1.2	多用户分时系统	2
1.1.3	计算机互连网络阶段	3
1.1.4	标准化网络阶段	3
1.1.5	高速网络互连阶段	4
1.2	计算机网络的功能和应用	4
1.2.1	通信功能	5
1.2.2	资源共享	5
1.2.3	其他功能	6
1.2.4	计算机网络的应用	6
1.3	计算机网络的类型	7
1.3.1	按网络的覆盖范围分类	7
1.3.2	主从式网络与对等式网络	9
1.3.3	其他分类方法	11
1.4	计算机网络的组成	12
1.4.1	计算机网络的硬件组成	12
1.4.2	计算机网络的软件组成	16
1.4.3	通信子网和资源子网	19
1.5	计算机网络体系结构与协议	19
1.5.1	网络体系结构	19
1.5.2	OSI 参考模型	21
1.5.3	TCP/IP 参考模型	25
	小结 1	26
	习题 1	26

2 数据通信基础

2.1	数据通信概述	27
2.1.1	通信系统的基本组成	27
2.1.2	数据通信中的其他概念	29
2.2	数据编码技术	31
2.2.1	数字数据的数字信号编码	32
2.2.2	数字数据的模拟信号编码	34
2.2.3	模拟数据的数字信号编码	36
2.3	数据传输技术	37
2.3.1	数据传输方向	37
2.3.2	数据通信方式	38
2.4	多路复用技术	39
2.5	交换技术	42
2.5.1	电路交换	42
2.5.2	报文交换	43
2.5.3	分组交换	43
2.6	传输差错处理	44
2.6.1	差错控制	45
2.6.2	差错处理	45
	小结2	45
	习题2	46

3 局域网

3.1	局域网概述	47
3.1.1	局域网的基本概念	47
3.1.2	局域网拓扑结构	49
3.1.3	传输媒体和传输技术	52
3.1.4	IEEE802 标准与局域网的访问控制方式	58
3.2	以太网	62
3.2.1	以太网的工作原理	62
3.2.3	几种以太网标准	63
3.3	交换式局域网	66
3.3.1	概述	66

3.3.2	交换机的交换结构	67
3.3.3	交换机的交换方式	69
3.3.4	交换机的类别	71
3.4	虚拟局域网 VLAN	72
3.4.1	虚拟网络的基本概念	73
3.4.2	虚拟局域网的实现技术	73
3.5	令牌环网	75
3.5.1	令牌环网简介	75
3.5.2	IBM 令牌环网	76
3.6	令牌总线局域网	78
3.7	无线网的简介	79
3.7.1	无线网的发展	79
3.7.2	无线网的组成	79
3.7.3	无线网的优点	79
	小结 3	80
	习题 3	80

4 广域网

4.1	广域网概述	81
4.1.1	基本概念	81
4.1.2	体系模型	83
4.2	广域网工作机制	84
4.2.1	主干传输技术的物理层标准	84
4.2.2	数据链路层标准	86
4.2.3	广域网路由选择机制	88
4.3	综合业务数字网	93
4.3.1	基本概念	93
4.3.2	ISDN 结构组成	96
4.3.3	ISDN 技术	97
4.3.4	B-ISDN	98
4.4	ATM 网络	99
4.4.1	ATM 基本概念	100
4.4.2	ATM 结构特征	100
4.4.3	ATM 工作机制	105
4.4.4	ATM 的典型应用	107

小结 4	108
习题 4	108

5 TCP/IP 协议集

5.1 TCP/IP 的发展	109
5.2 TCP/IP 参考模型	109
5.2.1 各层功能及协议	110
5.2.2 TCP/IP 网络中数据信息的流向	113
5.3 IP 地址	115
5.3.1 IP 地址基础	115
5.3.2 IP 地址的表示	117
5.3.3 IP 地址的结构和类别	118
5.3.4 网络掩码	122
5.3.5 子网分割	126
5.3.6 无类别 IP 编址方案(CIDR)	134
5.3.7 IP 地址的设定规则	137
5.4 网络层协议	139
5.4.1 ARP 协议	139
5.4.2 IP 协议	146
5.4.3 ICMP 协议	165
5.5 传输层协议	176
5.5.1 传输层协议概述	176
5.5.2 传输层基本概念	177
5.5.3 UDP 协议	180
5.5.4 TCP 协议	181
5.6 应用层协议	203
5.6.1 DNS(Domain Name System 域名系统)	203
小结 5	213
习题 5	214

6 网络安全与设计

6.1 网络安全技术	216
6.1.1 网络安全问题概述	216
6.1.2 数据加密	218

6.1.3	防火墙	221
6.2	网络设计与实施	228
6.2.1	用户需求分析	228
6.2.2	网络系统方案设计	228
6.2.3	网络系统设计应遵循的原则	229
6.2.4	用户端局域网的设计	230
6.2.5	校园网的设计	232
6.2.6	校园网应用实例分析	236
	小结6	241
	习题6	241
	附录:网络安全条例	242
	参考文献	246



计算机网络概述

计算机诞生只有几十年的时间,它的发展经历了3个重要的阶段。1946年第一台计算机的诞生是人类科学发展史上的一个重要里程碑;20世纪80年代微型计算机的出现,开始了计算机普及使用的时代;第3个重要的阶段就是计算机网络,人们甚至说网络就是计算机,这深刻的反映了网络在计算机发展史中极为重要的作用和影响。随着计算机应用的深入,特别是家用计算机的普及,用户一方面希望能共享信息资源,另一方面也希望各计算机之间能互相传递信息。基于这些原因,计算机正向网络化发展,即将分散的计算机连接成网,组成计算机网络。

计算机网络是把不同地理位置并分别具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来、利用功能完善的网络软件(网络协议、信息交换方式和网络操作系统等)来实现数据通信和资源共享的系统。计算机网络是计算机技术与通信技术发展的结晶,并在用户需求(应用)的促进下得到进一步地发展。通信技术为计算机之间的数据传输和交换提供了必要的手段,而计算机技术又渗透到通信领域,提高了通信网络的性能。

21世纪是信息社会的时代,计算机网络的诞生使计算机的应用发生了巨大变化,现在已经遍布经济、文化、科研、军事、政治、教育和社会生活等各个领域,进而引起世界范围内的产业结构的变化和全球信息产业的发展。

1.1 网络的发展

建立计算机网络的主要目的在于实现资源共享,资源共享是指所有网络用户能够分享各计算机系统的全部或部分资源,包括硬件资源、软件资源和数据资源等。从共享资源方式的演变可以看出计算机网络的发展史。

1.1.1 软盘共享资源

1946年,第一台计算机问世。其后几年,计算机只支持单用户使用,计算机的所有资

源为单个用户所占用,用户要使用计算机只能前往某个固定场所(如计算机房)。如果一个微型计算机实验室有若干台各自独立的 PC 机,它们没有连成网络,其中只有 1 台计算机连有价值昂贵的打印机。其他计算机的用户要打印文件。就必须把文件先复制到软盘上,然后拿着软盘到另一台计算机上去打印文件。

1.1.2 多用户分时系统

多用户分时系统是为了充分利用昂贵的计算机资源而发展起来的,这样的系统目前依然普遍使用。多用户分时操作系统支持多个用户利用多台终端共享单台计算机的资源,为了支持这种应用,计算机上设置了多个输入输出端口。其特点为计算机是网络的中心和控制者,终端围绕主机分布在各处,各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源。

在多用户系统中,1 台主机和若干个仅具有显示器和键盘的终端相连接,供多个用户同时使用。终端一般只有输入输出功能,不具备独立的数据处理能力。数据处理实际上通过主机进行,主机把每个 CPU 时间段划分为若干个时间片,每个终端使用其中的一片,由于 CPU 的运行速度非常快,所以在用户不多的情况下,每个用户感觉不到其他用户的存在,仿佛计算机为 1 人独用。但用户所使用的是 1 台计算机的资源,而不是多台计算机的资源,所以这样的分时系统不属于计算机网络。但这一阶段的计算机网络系统实质上就是以单机为中心的连机系统,是面向终端的计算机通信,而不是真正意义上的计算机网络。

在这样的系统中,存在两个显著的缺点:一是主机除了要完成数据处理任务外,还要承担各终端间繁重的通信管理任务,大大增加了主机的负荷,降低了主机的信息处理能力。二是由于分散的终端都要单独占用一条通信线路,使通信线路利用率降低。

为了解决这些问题,人们利用通信线路将远程终端连至主机,不受地域限制地使用计算机的资源,并由此发展出现了一系列的设备。例如:

■调制解调器(Modem) 将计算机处理的数字信号转换成模拟信号,以适应模拟通信线路远程传输的要求,并将通信线路传来的模拟信号转换成数字信号。

■前端处理器 在主机之前设置一个前端处理器,专门用于处理主机和终端的通信任务,一个前端处理机与多个远程终端相连,从而实现了数据处理和通信任务的分工,减轻了主机的负荷,提高了系统的工作效率。

■线路集中器 在远程终端比较集中的地方设置一个线路集中器,它的一端用多条低速线路与各终端相联,其另一端则用一条较高速率的线路与计算机相联。集中器将多个终端通过一条或几条通信线路连至主机,以提高通信线路的利用率和降低通信成本;通信控制器将主机的通信功能独立出来,以保证通信质量和降低主机的通信功耗等。

这一时期的“终端—通信设备—主机”系统也被称为面向终端的计算机通信系统,其特点是终端本身并不具有智能功能,不是一台“独立自主”的设备。在这个阶段,计算机

技术与通信技术相结合,形成了计算机网络的雏形。

1.1.3 计算机互连网络阶段

1968年,美国国防部高级研究计划局(ARPA)与麻省剑桥的BBN公司签定协议,进行计算机之间的远程互连研究,研究的成果组建了著名的ARPANET。ARPANET的成功组建标志着世界上第一个计算机网络的诞生,从而使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信发展到计算机与计算机之间的直接通信。该网络是一个典型的以实现资源共享为目的的具有通信功能的多机系统。它为计算机网络的发展奠定了基础,其核心技术是分组交换技术。

ARPANET的试验成功使计算机网络的概念发生了根本的变化。计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能,它在结构上必然要分成两个部分:负责数据处理的计算机与终端;负责数据通信处理的通信控制处理机与通信线路。从此,计算机网络的发展就进入了一个崭新时代。

这一阶段,在计算机通信网络的基础上,人们完成了网络体系结构与协议的研究,形成了计算机网络。

1.1.4 标准化网络阶段

然而,真正促进计算机网络应用的还是在20世纪70年代中期,大规模和超大规模集成电路的应用,使得价廉物美的个人计算机(PC)问世,也使得一个企业或者部门可以很容易地拥有一台或者多台计算机。由于PC机的资源和处理能力有限,用户希望共享资源的要求增加,促进了计算机连网的发展。

计算机网络的发展要求通信技术的支持,计算机网络的应用需求促进了通信技术的发展,反过来,通信技术的发展又促进了计算机网络的发展。随着网络技术的发展与计算机网络的广泛应用,人们对网络的技术、方法和理论的研究日趋成熟。但计算机网络是个非常复杂的系统,要想使连接在网络上的2台计算机互相传送文件,仅有一条传送数据的通路是不够的。

相互通信的2台计算机系统必须高度协调才能工作,而这种“协调”是相当复杂的。为了设计这样复杂的计算机网络,早在最初的ARPANET设计时就提出了“分层”的方法。分层就是将庞大而复杂的问题,转化为若干个比较易于研究和处理的较小的局部问题。1974年,IBM公司发布了所研制的系统网络体系结构SNA(System Network Architecture)。这个网络标准就是按照分层的方法制订的。

为了使不同体系结构的计算机网络都能互连,国际标准化组织ISO提出了一个能使各种计算机在世界范围内互连成网的标准框架——开放系统互联参考模型OSI/RM(Open System Interconnection Reference Model)。只要遵循OSI/RM标准,一个系统就可

以和位于世界上任何地方的也遵循同一标准的其他任何系统进行通信。从此开始了所谓的第3代计算机网络。在这个阶段,提出了开放系统互联参考模型与协议,促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

1.1.5 高速网络互连阶段

在计算机网络领域最引人注目的就是起源于美国的因特网(Internet)。Internet是覆盖全球的信息基础设施之一,对于用户来说,它像是一个庞大的远程计算机网络,用户可以利用Internet实现全球范围的电子邮件、电子传输、信息查询、语音与图像通信等服务功能。在Internet发展的同时,高速与智能网的发展也引起人们越来越多的关注。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网(B-ISDN)、帧中继、异步传输模式(ATM)、高速局域网、交换局域网与虚拟网络的采用上。随着网络规模的增大与网络服务功能的增多,各国正在开展智能网络IN(Intelligent Network)的研究。目前计算机网络的发展正处于这个阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是:采用高速网络技术,出现了综合业务数字网、网络多媒体和智能网络。

20世纪90年代以来,世界经济已经进入了一个全新的发展阶段,计算机技术、通信技术以及建立在互联网络技术基础之上的计算机网络技术得到了迅速的发展。特别是在1993年,美国宣布了国家信息基础设施(NII,又称信息高速公路)建设计划后,各国也纷纷制订自己的NII计划。“信息高速公路”实质上是用高速的线路将计算机网络延伸至各家各户。我国政府提出的“金”字系列工程(如金卡、金桥、金关等),以及应用面极广的电子商务、远程教育等无一不以计算机网络为基础,支持各行各业的应用要求。在此基础上人们相应地提出了个人通信与个人通信网的概念,它将最终实现全球有线网、无线网的互连,邮电通信网与电视通信网的互连,固定通信与移动通信的结合。

网络经济是新经济的一个重大增长点,其中电子商务的发展将会加速新经济的增长。计算机连网和网络技术的应用,已成为提高企业经营管理水平不可缺少的主要手段。随着网络技术和计算机资源的共享,人们提出了“网络就是计算机”、“网络不仅仅是计算机”的概念,计算机网络伴随着计算机已成为家喻户晓的名词。

1.2 计算机网络的功能和应用

计算机网络是以共享资源为目的,在协议控制下、网络软件的支持下,通过通信媒体,把各个独立的计算机、通信设备互连所建立起来的系统。计算机网络的主要作用是:通信和资源共享。