

高等院校计算机系列教材



GAODENGYUANXIAO
JISUANJI
XILIEJIAOCAI



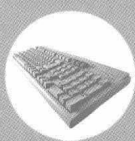
计算机网络

总主编：陈火旺 主 编：曾碧卿 湖南省计算机学会规划教材 中南大学出版社



JSJWL
JISUANJI
WANGLUO

高等院校计算机系列教材



GAODENGYUANXIAO
JISUANJI
XILIEJIAOCAI



计算机网络

总主编：陈火旺 湖南省计算机学会规划教材 中南大学出版社

主 编：曾碧卿

副主编：刘 君 陶 滔 周序生

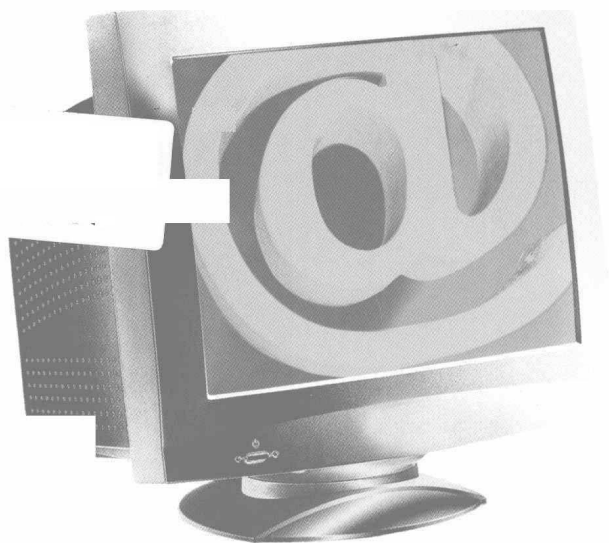
史长琼

编 委：(按姓氏笔画排序)

代玲莉 吕西江 李远辉 何本浩

吴湘华 陈 刚 张位勇 胡春华

曾列军 蔡国民 漆华妹



图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/曾碧卿主编. —长沙:中南大学出版社,2005.6
ISBN 7-81105-154-0

I. 计... II. 曾... III. 计算机网络—基本知识 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 072983 号

计算机网络

曾碧卿 主编

☐ 责任编辑 陈应征

☐ 责任印制 文桂武

☐ 出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐ 印 装 中南大学湘雅印刷厂

☐ 开 本 787×1092 1/16 ☐ 印张 25.5 ☐ 字数 627 千字

☐ 版 次 2005 年 8 月第 1 版 ☐ 2005 年 8 月第 1 次印刷

☐ 书 号 ISBN 7-81105-154-0/TP·019

☐ 定 价 38.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

高等院校计算机系列教材编委会

总 主 编 陈火旺

执行总主编 孙星明

副 总 主 编 李仁发 陈志刚

编 委(按姓氏笔画排序)

王志英	刘任任	刘 宏	刘振宇
孙星明	羊四清	阳小华	阳爱民
余绍黔	吴宏斌	张新林	李仁发
李正华	李 军	李勇帆	李 峰
杨路明	沈 岳	肖建华	肖晓丽
陈火旺	陈志刚	罗庆云	金可音
胡志刚	赵 欢	徐建波	殷建平
郭国强	高守平	庾 清	黄国盛
龚德良	傅 明	彭民德	曾碧卿
蒋伟进	鲁荣波	谭骏珊	谭敏生

总 序

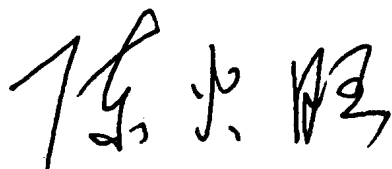
21 世纪,人类社会已经步入信息时代,信息产业推动着全球经济的蓬勃发展,改变着人类的联系与交换方式,从某种意义上说,信息革命是人类历史上又一次深刻的社会变革。无疑,在以信息产业为基础的知识经济社会中,计算机科学与技术具有举足轻重的地位。有鉴于此,当今世界各国皆把培养高素质的创新型计算机科学与技术专业人才作为一项重要的战略任务来抓。早在 1984 年,邓小平同志就强调指出:“计算机的普及要从娃娃抓起”,从此开启了中国信息革命的征程。经过 20 多年的努力,我国的计算机教育虽然取得了令人瞩目的成就,但离知识经济社会的要求还有很大的差距。据 2005 年信息产业部的数据显示,我国的信息化人才资源指数仅为 13.43,每年短缺信息化专业人才达 100 万之多。因此,快速培养和造就一大批高素质的计算机与信息人才,乃是我国高等教育所面临的一项严峻挑战。为此,我们必须改革和完善现有计算机与信息技术学科的教学计划和课程体系,优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,强化实践环节,注重学生的知识、能力和综合素质的培养。

为了适应计算机科学与技术学科发展和教育的需要,湖南省计算机学会,参照《中国计算机科学与技术学科教程 2002》,组织了一批长期从事计算机科学与技术专业教学与科研的学者参与编撰了这套由中南大学出版社出版的《高等院校计算机系列教材》,希望在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设,以优秀教材促进教学质量的提高。该系列教材具有如下特点:

1. 教材参照《中国计算机科学与技术学科教程 2002》建议的教学大纲、知识领域、知识单元和知识点,结合作者多年教学与科研经验来编写,注重基本理论、基础知识的梳理、推演与挖掘,注意知识的更新,跟踪新技术、新成果的发展,并将之吸收到教材中来,力求开阔学生视野,逐步形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局,努力提高教材质量。
2. 注重理论联系实际,注意能力的培养。力图通过案例教学、课堂讨论、课程实验设计与实习,训练学生掌握知识、运用知识分析并解决实际问题的能力以满足学生今后从事科研和就业的需要。
3. 在规范教材编写体例的同时,注重写作风格的灵活性:每册的每个章节包括教学目的、本章小结、思考题与练习题,每门教材都配有 PPT 电子教案,并做到层次分明、逻辑性强、概念清楚、图文并茂、表达准确、可读性强。

这套教材的编写吸纳了广大计算机科学与技术教育工作者多年的教学与科研成果，凝聚了作者们的辛勤劳动，也得到了湖南省各高等院校相关专业领导和专家的大力支持。我相信这套教材的出版，对我国计算机科学与技术专业本科教学质量的提高将有很好的促进作用。

由于编委和作者们水平与时间的限制，教材中难免还有不足之处，恳请广大读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, reading '陈海明' (Chen Haiming). The characters are written in a fluid, cursive style.

2005 年 7 月

前言

本书是由湖南省计算机学会组织规划、中南大学出版社出版的《高等院校计算机专业系列教材》中的一本。本书强调了计算机网络内容的基础性,突出基本概念和原理,介绍计算机网络中的基本技术和方法,不以某一种产品的技术说明和使用来替代教材内容。注重理论与实践相结合,在专业内容阐述中以成熟技术为主,在讲述基本原理的同时,介绍了一些能够反映计算机技术发展动向的最新研究成果。

本书共分 11 章,主要介绍了计算机网络的基本原理、概念、技术、应用和发展动向。全书按以下方式进行组织:第 1 章绪论,主要是介绍计算机网络的产生、发展、分类、组成以及网络模型与协议;第 2 章讲述数据通信基础知识,主要是讲述数据通信的基本概念、基础理论、基本的通信方式、调制与解调基本原理、数据交换技术、多路复用技术、常用编码与纠错技术、传输介质及应用;第 3 章主要讲述网络体系结构与 OSI 参考模型,包括:OSI 参考模型概述、物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层以及对 OSI 参考模型的评价;第 4 章讲述局域网,主要讲述以太网、令牌环网、100VG-AnyLAN、FDDI 网、无线局域网、快速以太网、交换式网络以及局域网互连等内容;第 5 章广域网主要讲述广域网结构、分组交换网与帧中继网、ISDN、DDN 网、xDSL 网、ATM 网、Internet 以及无线通信网;第 6 章阐述 TCP/IP 基本原理及应用,主要包括:IP 数据报、路由器与路由选择、Internet 结构、基本路由算法、内部网关协议、外部网关协议、组播、移动 IP 路由、ARP、RARP、ICMP、UDP、TCP 及 IPv6;第 7 章讲述网络安全与网络管理,主要内容有:网络安全概述、数据加密技术、电子邮件的安全性、Web 的安全性、防火墙技术、网络管理概述、网络管理的功能、网络管理体系结构和网络管理协议等内容;第 8 章讲述多媒体通信技术,包括:网络服务质量、DiffServ 协议、RSVP 协议、MPLS 协议、RTP 协议、分布式多媒体应用系统和多媒体信息在因特网上的传输等;第 9 章讲述网络系统与服务,包括:网络操作系统、网络系统构造及 Web 服务系统等内容;第 10 章讲述网络应用,包括:DNS、WWW、E-mail、FTP 以及其他应用;第 11 章讲述网络技术的未来发展,包括:宽带网络技术、无线接入技术、网络安全技术、主动网络技术、网格与 P2P 及传感器网络等。

本书基本内容课堂教学的建议学时数为 50~60 学时,目录中带 * 号的章节为选讲和自学内容,教师和学生可以根据实际情况取舍。

本书由曾碧卿博士主编,刘君、陶滔、周序生、刘安丰和史长琼任副主编,漆华妹、蔡国民、胡春华、吴湘华、张位勇、何本浩、李远辉、曾利军、陈刚、代玲莉、吕西红参加编写。全书由曾碧卿修改定稿。

感谢陈志刚教授对本书初稿提出了许多宝贵的意见和有价值的建议,感谢孙星明教授一直以来对于本书编写的关心和指导。中南大学出版社陈应征和谭晓萍两位编辑对于本书的编写和出版提供了很多的指导和帮助,在此表示真诚的感谢。黄锟、曾宇光、谭璐、易轶、刘

伟、周小尧、高敬欣、邓晓衡等同志分别进行了部分章节的校稿，在此一并表示深深谢意。

由于作者水平有限，加之计算机网络技术的发展很快，因此，书中难免存在一些缺点、错误或过时的内容，恳请广大读者批评赐教。

本书配有 PPT 电子课件，需要使用的教师请与出版社联系。

电子邮箱：hn - cyz@163.com。

编 者
2005 年 4 月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 计算机网络的产生和发展	(1)
1.2 计算机网络的功能	(3)
1.3 计算机网络的分类与组成	(6)
1.4 网络分层原理及结构	(10)
1.5 网络模型与协议	(13)
本章小结	(17)
练习题	(18)
第2章 数据通信基础	(19)
2.1 数据通信的基本概念和基础理论	(19)
2.2 数据通信方式	(24)
2.3 调制与解调	(28)
2.4 数据交换技术	(34)
2.5 多路复用技术	(39)
*2.6 常用编码与纠错技术	(43)
2.7 传输介质及应用	(51)
本章小结	(60)
练习题	(61)
第3章 网络体系结构与 OSI 参考模型	(63)
3.1 OSI 参考模型概述	(63)
3.2 OSI 模型各层的主要功能及相互关系	(68)
3.3 物理层(Physical Layer)	(69)
3.4 数据链路层(Data Link Layer)	(70)
3.5 网络层	(82)
3.6 传输层(Transport Layer)	(93)
3.7 会话层(Session Layer)	(96)
3.8 表示层(Presentation Layer)	(98)
3.9 应用层(Application Layer)	(99)
3.10 对 OSI 参考模型的评价	(101)
本章小结	(101)
练习题	(102)
第4章 局域网	(104)
4.1 引言	(104)
4.2 以太网	(105)

4.3	令牌环网	(110)
4.4	100VG-AnyLAN 网	(114)
4.5	FDDI 网络	(118)
*4.6	无线局域网	(126)
4.7	快速以太网	(129)
4.8	交换式网络	(134)
4.9	局域网互连	(138)
	本章小结	(147)
	练习题	(147)
第5章	广域网	(149)
5.1	引言	(149)
5.2	广域网结构	(149)
5.3	分组交换网与帧中继网	(155)
5.4	ISDN 网络	(158)
*5.5	DDN 网络	(161)
*5.6	xDSL 网络	(169)
5.7	Internet(因特网)	(174)
*5.8	无线通信网	(176)
	本章小结	(184)
	练习题	(185)
第6章	TCP/IP 技术	(187)
6.1	TCP/IP 概述及其协议分层	(187)
6.2	IP 数据报	(190)
6.3	传输控制协议 TCP	(194)
6.4	用户数据报协议 UDP	(208)
6.5	ARP 和 RARP	(209)
6.6	网际控制报文协议 ICMP	(212)
6.7	Internet 组播	(216)
6.8	路由器和路由选择	(219)
*6.9	基本路由选择算法	(221)
*6.10	因特网的路由选择协议	(226)
*6.11	移动 IP 路由技术	(234)
6.12	IPv6	(238)
	本章小结	(243)
	练习题	(244)
第7章	网络安全与网络管理	(246)
7.1	网络安全概述	(246)
*7.2	数字加密技术	(249)
7.3	电子邮件的安全性	(255)

7.4 防火墙技术简介	(260)
7.5 传统局域网管理	(272)
*7.6 网络管理功能	(277)
*7.7 网络管理协议	(280)
7.8 网络管理和维护	(282)
本章小结	(287)
练习题	(288)
第8章 多媒体通信网络技术	(289)
8.1 网络服务质量	(289)
8.2 因特网的多媒体体系结构	(293)
8.3 RSVP 协议	(294)
*8.4 DiffServ 协议	(298)
*8.5 MPLS 协议	(301)
*8.6 RTP 协议	(305)
本章小结	(308)
练习题	(309)
第9章 网络操作系统与服务	(310)
9.1 引言	(310)
9.2 网络操作系统	(311)
9.3 构造网络系统	(326)
9.4 Web 服务系统	(331)
本章小结	(338)
练习题	(338)
第10章 网络应用	(340)
10.1 域名系统(DNS)	(340)
10.2 文件传输协议(FTP)	(350)
10.3 电子邮件	(352)
10.4 万维网(WWW)	(356)
*10.5 其他应用	(363)
本章小结	(367)
练习题	(368)
第11章 网络技术的未来发展	(369)
11.1 宽带网络技术	(369)
11.2 主动网络技术	(374)
11.3 网格与 P2P	(378)
11.4 传感器网络	(388)
本章小结	(393)
练习题	(393)
参考文献	(394)

第1章 绪论

计算机是20世纪人类最伟大、最卓越的发明之一。由计算机技术和通信技术相结合而产生的计算机网络使计算机的功能得到了加强、应用范围得到了扩展。近年来,随着计算机应用的日益普及,人们已不再仅仅依赖于单机的工作,而要求计算机之间能够快捷、便利、稳定和安全地进行信息交换。

本章主要介绍计算机网络的基础知识,包括计算机网络的产生和发展、计算机网络的功能、计算机网络的分类与组成、网络分层结构的原理、网络模型与协议等内容。通过本章的学习,读者可以对计算机网络有一个宏观的了解,为后续内容的学习打下基础。

1.1 计算机网络的产生和发展

什么是计算机网络?计算机网络能够为用户提供怎样的服务?这是人们学习网络时普遍关心的问题。简而言之,计算机网络是由不同通信介质连接的、在物理上互相分开的多台计算机所组成的系统,它将所要传输的数据划分成不同长度的分组进行传输和处理。通信介质可以是电话线路、有线电视(包括数据传输电缆和有线电视信号传输电缆等)、光纤、无线、微波和卫星等。这些通信介质把相应的交换和互联设备连接起来组成相应的通信网络(或称通信系统)。因此,计算机网络也可看做是由地理上分散的多台计算机通过相应的数据发送和接收设备以及通信软件与通信网络连接起来,通过发送、接收和处理不同长度的数据分组来共享信息与计算机硬件资源的系统。

计算机网络从产生到发展可分为4个阶段,即初始阶段、Internet推广阶段、Internet普及阶段和Internet快速发展阶段。

1. 初始阶段

计算机网络的概念最早起源于1964年8月美国兰德公司的一篇有关分布式通信的研究报告。该报告导致了美国军方一些高层人士对通信系统的新设想:即建立一个类似于蜘蛛网(Web)的网络系统,使得在现代战争中,如果通信网络中的某一个交换节点被破坏之后,系统能够自动地寻找另外的路径以保证通信畅通和计算机中的信息资源共享。

1968年,美国国防部高级研究计算署(DARPA)把这个项目交给了加州大学洛杉矶分校的贝拉涅克领导的研究小组。该小组于1969年8月成功地推出了由4个交换节点组成的分组(packet)交换式计算机网络系统ARPANET(the Advanced Research Project Agency Net),从此,世界进入了网络技术的新纪元。

事实上,计算机网络技术的发展与计算机操作系统的发展有着相当密切的关系。1969年,AT&T成功地开发了多任务分时操作系统UNIX,而最初的ARPANET所有的4个节点处理机IMP(Interface Message Processor)就是采用装有UNIX操作系统的PDP-Ⅱ小型机。由于UNIX系统的开放性以及ARPANET的出现所带来的新曙光,许多学术机构和科研部门纷纷

加入了该网络,使得 ARPANET 在短时期内就得到了较大的发展。

比 ARPANET 稍晚开发成功的是为了在近距离内共享计算机内信息的局域网(LAN, Local Area Network)。1972 年,美国施乐公司(Xerox)开发成功了著名的以太网(Ethernet),使得在 500m 范围内的计算机可以通过电缆与网卡(Network Interface Card)连接起来,以 10Mbps 的速率进行数据通信。

1972 年,世界上第一封电子邮件在 ARPANET 内传输成功,1973 年,ARPANET 又实行了与卫星通信系统 SAT 网络的连接。更重要的是 1974 年塞尔夫和卡恩共同设计开发了著名的 TCP/IP 通信协议,并将其嵌入到了 UNIX 系统的内核中,从而为各种不同类型的计算机通信子网相互连接提供了标准与接口。

然而,ARPANET 在刚刚开始时并未得到工业界的认可,各计算机公司从 20 世纪 70 年代初期开始纷纷加大在计算机网络方面的研究与开发力度,并提出自己的网络体系结构。其典型代表有 IBM 公司的 SNA 网络、DEC 公司的 DNA 网络等。网络体系结构主要指网络中协议软件的层次划分即每层协议所完成的功能。但是,由于不同的网络体系结构中的计算机主机之间无法互相连接和通信,因此,在 20 世纪 70 年代末期,国际标准化组织(ISO, International Standard Organization)研究、发布了开放系统互连参考模型(OSI/RM),也就是人们常说的 OSI 参考模型,以便各计算机厂商能够互相连接和互相通信与操作。

OSI 参考模型的提出对于推动计算机网络理论与技术的研究与发展起了巨大的作用,但是由于 OSI 参考模型所规定的网络体系结构在实现上的复杂性以及 ARPANET 与 UNIX 系统的迅速发展,TCP/IP 协议逐渐得到了工业界、学术界以及政府机构的认可,从而得到了迅速发展,最终形成了现在覆盖全球的 Internet 网络。

2. Internet 推广阶段

1986 年,ARPANET 正式分成两大部分:美国国家基金会资助的 NSFNET 和军方独立的国防数据网。由于美国国家基金会的支持,许多地区的网络开始使用 TCP/IP 协议和 NSFNET 连接,Internet 的名字作为使用 TCP/IP 协议连接的各个网络的总称而得到正式采用。美国 Cisco 公司于 1968 年开发成功了世界上第一台多协议路由器,为 Internet 网络产品的开发和发展提供了产业基础。

1989 年,坐落于瑞士日内瓦的欧洲粒子物理实验室开发成功万维网(WWW, World Wide Web),为在 Internet 上存储、发布和交换超文本的图文信息提供了强有力的工具。

从 1986 年至 1989 年,Internet 的用户主要集中在大学和有关研究机构。OSI 参考模型无论是在学术界还是工业界和政府部门都具有相当大的影响力,美国政府还专门制订了有关 OSI 协议的实现标准 GOSEP,学术界的研究人员也大都认为 Internet 与 TCP/IP 协议将向 OSI 参考模型转换。当时,几乎所有的计算机网络教科书都是基于 OSI 参考模型的。

3. Internet 普及阶段

从 1990 年开始,电子邮件、FTP、消息组等 Internet 应用越来越受到人们的欢迎,TCP/IP 协议在 UNIX 系统中的实现更进一步推动了这一发展。

由于 Internet 的规模日益扩大,不同地域和国家之间开始建立相应的交换中心,Internet 的管理中心 INTERNIC 也开始把相应的 IP 地址分配权向地区交换中心转移。

1993 年是 Internet 发展史上重要的一年,在这一年里,美国伊利诺依大学国家超级计算机中心开发成功了网上浏览工具 Mosaic,进而发展成 Netscape,使得 Internet 用户可以使用

Mosaic 或 Netscape 自由地在 Internet 网络中浏览和下载 WWW 服务器上发布和存储的各种信息, WWW 与 Netscape 的结合引发了 Internet 的第二次大发展高潮。各种商业机构、企业、机关团体、军事部门、政府部门和个人大量进入 Internet, 并在 Internet 上发布大量的 Web 主页广告, 进行网上商业活动, 一个网络上的虚拟空间(cyberspace)已经开始形成。

4. Internet 快速发展阶段

从 1993 年开始, 以 Internet 为代表的计算机网络进入了快速发展阶段, 人们不再认为 OSI 参考模型会成为计算机网络发展的主流。无论学术界、产业界、政府部门还是广大用户, 都清楚地看到 Internet 的重要作用和巨大潜力, 纷纷开始支持和使用 Internet。

在这种形势下, 美国总统克林顿于 1993 年宣布正式实施“国家信息基础设施计划”(National Information Infrastructure, NII)。美国国家科学基金会也宣布自 1995 年开始, 不再向 Internet 注入资金, 使其完全进入商业化运作, 从而正式拉开了世界范围内的争夺信息化社会领导权与制高点的战争, 计算机科学技术也因此而进入了以网络计算为中心的历史性新阶段。

紧接着 Internet 商业化的是跨平台网络语言 JAVA (1996 年)、网络计算机(Network Computer, NC)与手持个人电脑 HPC (Handed Personal Computer) (1997 年)的问世以及 Internet NGI(Net Generation Internet)和 Internet II 等新研究计划的提出, 计算机网络正在向一个无处不在的方向发展。

在上述 4 个阶段中, 计算机网络发展史上的几件大事分别是: (1) 分组交换网 ARPANET 的诞生; (2) UNIX 多任务分时操作系统的开发成功与流行以及 TCP/IP 协议与 UNIX 的结合; (3) OSI 参考模型的提出; (4) 以太网、环网等局域网的出现; (5) WWW 服务器的出现, 网络浏览器 Mosaic 与搜索引擎 Yahoo 的开发成功; (6) ATM (Asynchronous Transfer Mode) 的出现; (7) PC 机的快速发展; (8) Windows 系列的网络功能增加与 IBM、微软、SUN 等公司朝着以网络计算为中心的方向转变; (9) Cisco、3COM 等公司的网络路由器产品的开发成功与大发展; (10) 以美国为首的世界各国开始了以计算机网络为中心的信息化基础设施建设。

1.2 计算机网络的功能

计算机网络有很多功能, 如数据通信、资源共享等, 下面简单地介绍一下它的主要功能。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能, 它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息, 包括文字信件、新闻消息、查询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点, 可实现将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来, 进行统一的调配、控制和管理。通信功能与通信业务密切相关, 目前计算机网络的通信业务主要有以下几类:

- (1) 信息查询与检索, 如 WWW, Gopher 等;
- (2) 文件传输与交换, 如 FTP 等;
- (3) 电子邮件(E-mail);
- (4) 电子数据交换(EDI);
- (5) 远程登录与事务处理, 如 Telnet 等;
- (6) 新闻服务(News)和电子公告牌(BBS);

- (7) 信息广播, 如 Push 等;
- (8) 信息点播, 如视频点播(VOD)等;
- (9) 计算机协同工作(CSCW);
- (10) 远程教学、远程医疗和远程计算;
- (11) 电视会议, 可视电话;
- (12) 监视控制;
- (13) 可视化计算;
- (14) 计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)及计算机辅助工程(CAE);
- (15) 虚拟现实;
- (16) 办公自动化(OA);
- (17) 管理信息系统(MIS);
- (18) 计算机集成制造系统(CIMS)。

2. 资源共享

构建计算机网络的主要目的是共享资源。资源指的是网络中的所有软件、硬件和数据资源。共享指的是网络中的用户都能够部分或全部地使用这些资源。例如, 某些地区或单位的数据库(如飞机机票、饭店客房等数据)可供整个 Internet 网中的用户使用; 某些单位设计开发的软件可供需要使用的用户有偿使用或办理一定的注册手续后使用; 一些外部设备如打印机, 可面向用户, 使没有配备这些设备的地方也能够使用到这些硬件设备。如果不能实现资源共享, 各地区都需要有一套完整的软、硬件及数据资源, 将会极大地增加信息系统建设的投资成本。

在计算机网络中, 网络资源主要包括以下几种:

(1) 数据

通常是保存在数据库、磁带、磁盘或光盘中的原始数据。

(2) 信息

信息是一种能够与能量、物质相提并论的战略资源, 是网络中最重要的财富, 它来源于对数据的处理。

(3) 软件

计算机网络, 特别是大型网络, 包括有大量共享应用软件, 允许网络上的多个用户同时使用, 而不必担心侵犯版权和数据的完整性, 从而能够节省大量的软件投资。

(4) 硬件

网络上共享的硬件, 通常是那些比较昂贵的设备, 例如:

- ①主机, 如超级大型计算机、小型计算机、UNIX 超级工作站等。
- ②外部设备, 如网络打印机、UPS 电源、磁盘阵列、高档扫描仪、绘图仪等。
- ③通信线路和设备, 如 DDN 专线、VSAT 微波线路、路由器、各种服务器、网关、调制解调器等。
- ④综合布线系统, 如主干线路、配线架等。
- ⑤局域网交换设备, 如局域网交换机、集线器等。

3. 分布式处理

当某台计算机负担过重或者该计算机正在处理某项工作时, 网络可将新任务转交给系统

中空闲的计算机来完成,这样处理能均衡各计算机负载,提高处理问题的实时性;对大型综合性问题,可将问题分解成若干个子问题,并将子问题交由不同的计算机分头处理,充分利用网络资源,扩大计算机的处理能力,即增强实用性。对解决复杂问题来讲,多台计算机联合使用并构成高性能的计算机系统,这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机便宜得多。

4. 远程传输

计算机已由科学计算向数据处理方向发展,由单机向网络方向发展,且发展的速度很快,分布在距离很远地方的用户可以互相传输数据信息,相互交流,协同工作。

5. 集中管理

计算机网络技术的发展和应用,已使得现代办公、经营管理等发生了很大变化。目前,已经有许多 MIS(Management Information System)系统、办公自动化(Office Automation)系统等应用系统在各行各业中应用。通过这些系统的使用可以实现日常工作和数据的集中管理,提高工作效率,增加经济效益。

6. 负载均衡

负载均衡是指数据处理工作量被均匀地分配给网络中的各台计算机。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负载过重时,系统会自动迁移部分工作到负载较轻的计算机中去处理。

7. 其他功能

其实通信和资源共享只是计算机网络最基本、最重要的功能,实际上计算机网络的功能远不止这些,随着技术的发展,计算机网络的功能将得到进一步的扩展。

(1) 高可靠性

任何一个系统都可能发生故障,人们为此开发了容错计算机系统,以适应人们对高可靠性系统的需求。其实,计算机网络本身就是一个高度冗余容错的计算机系统。联网的计算机可以互为备份,一旦某台计算机发生故障,则另一台计算机可以代替它,继续其工作。更重要的是,由于数据和信息资源可以存放在不同地点,因此可防止由于故障而无法访问或者由于灾害而造成的数据破坏。

(2) 多媒体化

多媒体不仅是电信网和广播电视网的发展趋势,更是计算机网络的显著特征。由于局域网传输速率和个人计算机处理速度的迅速提高,计算机网络中多媒体应用越来越丰富,这具体表现在以下几个方面:

- ①数据库的多媒体化,如 Oracle 8i 等;
- ②Web 的多媒体化,如利用 VRML 创建虚拟的 Web 世界等;
- ③网络应用的多媒体化,如多媒体办公自动化系统和多媒体会议视频系统等;
- ④电子商务的多媒体化,如虚拟商场、虚拟企业等;

(3) 协同计算

在网络操作系统的调度和管理下,网络中的多台计算机可协同工作来解决复杂而大型的任务。

1.3 计算机网络的分类与组成

1.3.1 计算机网络的分类

计算机网络根据不同的分类标准可以得到不同的分类,如图1-1所示。

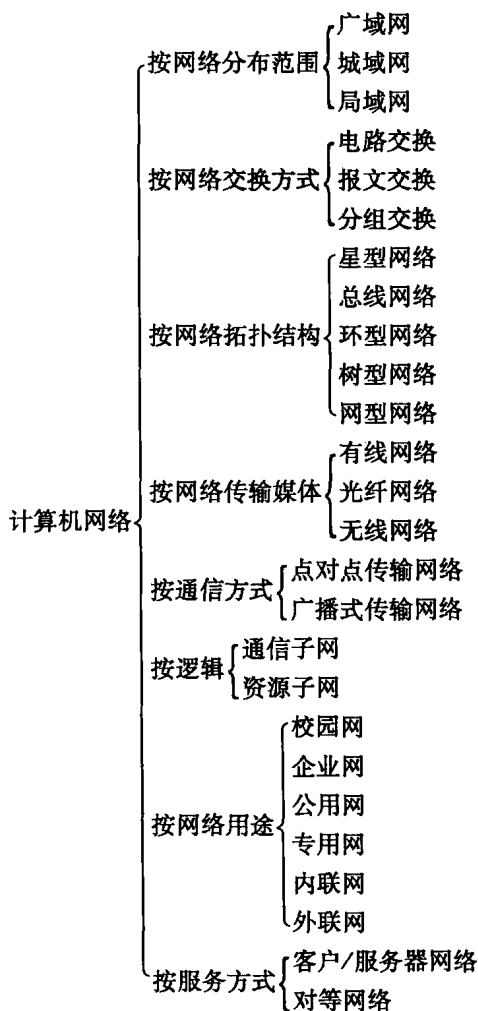


图1-1 计算机网络的分类

1. 按网络的分布范围

根据计算机网络的分布范围来分类,它可以分为广域网(WAN)、城域网(MAN)及局域网(LAN)。

广域网的连接范围一般为几十公里到几千公里,城域网的连接范围一般为几公里到几十公里,而局域网的范围一般为几百米至几公里。一般来说,局域网的传输速度最高,城域网次之,传输速度最低的是广域网。