

网络技术与 教育技术

缪 蓉 编著

WANGLU@ JISHU
yu
JIAOYU JISHU



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

TP393
M756

网络技术与教育技术

缪蓉 编著

网络(CIP)数据

- 41. <http://www.cnic.net/school.htm>
- 42. <http://www.cic.tn.cn/>
- 43. <http://www.cic.tsinghua.edu.cn/~cic/kjdb.htm>
- 44. <http://highway.njnu.edu.cn/papers/>
- 45. <http://www.pku.edu.cn/network/xyw/02shij.htm>
- 46. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 47. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 48. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 49. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 50. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 51. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 52. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 53. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 54. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 55. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 56. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 57. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 58. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 59. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 60. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 61. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 62. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 63. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 64. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 65. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 66. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 67. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>
- 68. <http://www.edu.cn/200308/27/27080871.shtml>



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

18.00元

2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 13.75印张 242千字

北京印刷集团有限责任公司印刷

ISBN 7-301-0834-9

内 容 简 介

本书的主要内容是计算机网络以及计算机网络在教育中的应用。系统介绍了计算机网络的相关知识以及计算机网络在教育中应用的相关问题。对计算机网络所依赖的通信系统,各种计算机网络(包括局域网、广域网和 Internet)的工作原理、特点以及相关的协议进行了详细的阐述。对于计算机网络在教育中的应用,也从技术、功能、现状和使用方式等几个维度进行了分析。

本书可作为高等院校教育技术专业学生的计算机网络以及计算机网络应用的教材及进行网络教育工作的各类教师和专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

网络技术与教育技术/缪蓉编著. —北京:北京大学出版社,2005.7
ISBN 7-301-08734-9

I. 网… II. 缪… III. 网络技术—教育技术 IV. TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 014755 号

书 名: 网络技术与教育技术

著作责任者: 缪 蓉 编著

责任编辑: 沈承凤

标准书号: ISBN 7-301-08734-9/TP·0717

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 市场营销中心 62750672 编辑部 62752038

排 版 者: 兴盛达打字服务社 82715400

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司印刷

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 343 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 19.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

前 言

教育是计算机网络应用的一个极其重要的领域。计算机网络技术的发展,促进了社会的进步,同样也促进了教育的发展。计算机网络可以说已经成了我们生活中不可或缺的一个组成部分,通过计算机网络来获取知识也已经是我们学习的一个重要方式。

教育技术作为一个交叉学科,关注技术对教育所产生的影响,并努力使技术对教育产生积极的影响。从技术的层面来看,教育技术专业的学生应该了解技术,从应用的层面来看,教育技术专业的学生应该了解教育的需求,以及用技术实现需求的过程。如果仅仅知道技术的使用,对于这个专业的学生来说是不够的。在提出需求、实现需求的过程中,应该了解相关技术的原理是什么、优势是什么、限制是什么,从而对可行性、适应性、可操作性等问题作出判断。

本书的想法是充分考虑教育技术的交叉学科的特点,不仅比较全面地介绍了计算机网络相关的知识和技术,而且比较全面地分析了计算机网络在教育中的应用问题。希望通过这样的安排,以使教育技术专业的学生对于计算机网络有较为深入的了解,了解计算机网络在教育中应用时的一般的方法、技术和常规,以及在将计算机网络应用于教育领域时所需要关注的问题等。

本书分为两个部分:一是关于计算机网络的知识;一是关于计算机网络在教育中的应用。第一部分的内容技术性较强,对计算机网络的工作原理进行了比较深入的叙述,相对于计算机专业的网络课程,这部分内容加入了有关通信系统的一些知识,而对于网络的一些比较复杂的协议进行了删减。使得学生可以比较全面地了解计算机网络的原理及过程,而忽略了计算机网络技术中较难的细节部分。第二部分的内容侧重于具体的应用,不仅从技术的角度分析了计算机网络在教育中应用的解决方案,而且也从功能的角度分析了计算机网络在教育中应用时所要注意的问题。

在本书的编写过程中,得到了众多的支持和帮助。尤其要感谢孙辨华老师,他将自己多年整理的讲课的演示文档全部给了作者;感谢尚俊杰老师和高利明老师,他们将自己的研究成果与作者分享;感谢马淑玲老师为本书所绘制的部分插图;最后要感谢责任编辑沈承凤老师,在本书的整个出版过程中给予了我很多的帮助。

本书参考并引用了大量的资料,包括大量的网上资料,其中主要来源已经在参考文献中列出,如有遗漏恳请原谅。由于作者学识有限,书中谬误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

缪 蓉

2005年1月

目 录

(102)	.....	.....	.....
(113)	.....	.....	.....
(123)	.....	.....	.....
(129)	.....	.....	.....
(131)	.....	.....	.....
第一章 计算机网络概述			(1)
第一节 计算机网络的发展.....			(1)
第二节 计算机网络系统的组成.....			(5)
第三节 计算机网络的分类.....			(7)
第四节 计算机网络的定义.....			(9)
思考题与练习题.....			(10)
第二章 数据通信基础			(11)
第一节 传输介质.....			(11)
第二节 信号.....			(16)
第三节 数据传输模型.....			(25)
第四节 差错检测.....			(28)
思考题与练习题.....			(32)
第三章 局域网			(34)
第一节 局域网简介.....			(34)
第二节 以太网技术.....			(41)
第三节 令牌网技术.....			(47)
第四节 ATM局域网技术.....			(49)
第五节 无线局域网.....			(51)
第六节 局域网扩展.....			(53)
第七节 包、帧和物理地址.....			(58)
第八节 城域网.....			(61)
思考题与练习题.....			(62)
第四章 广域网			(64)
第一节 广域网简介.....			(64)
第二节 数据交换技术.....			(66)
第三节 数据通信协议.....			(69)
第四节 远程数字连接技术.....			(72)
第五节 广域网路由.....			(78)
思考题与练习题.....			(82)
第五章 Internet			(83)
第一节 Internet概述.....			(83)
第二节 IP地址.....			(85)
第三节 网络互连层协议.....			(92)
第四节 传输层协议.....			(102)

第五节	应用层协议.....	(109)
第六节	IPv6 介绍	(119)
	思考题与练习题.....	(127)
第六章	计算机网络参考模型.....	(129)
第一节	相关概念.....	(129)
(1) 第二节	OSI/RM	(132)
(1) 第三节	TCP/IP 参考模型	(142)
(2) 第四节	OSI 参考模型和 TCP/IP 模型的比较.....	(144)
(3) 第五节	思考题与练习题.....	(146)
第七章	局域网实例——校园网.....	(147)
(10) 第一节	校园网络概述.....	(147)
(11) 第二节	校园网络的建设.....	(149)
(11) 第三节	多媒体教室的建设.....	(155)
(10) 第四节	校园网络的教学应用.....	(158)
(23) 第五节	北京大学校园网.....	(172)
(28) 第六节	思考题与练习题.....	(181)
第八章	Internet 在教育中的应用	(182)
(42) 第一节	远程教育.....	(182)
(12) 第二节	网络远程教育.....	(183)
(14) 第三节	教学支持环境.....	(187)
(24) 第四节	Internet 上的教育资源	(195)
(19) 第五节	思考题与练习题.....	(211)
	参考文献.....	(212)
(22)	.....	.....
(28)	.....	.....
(13)	.....	.....
(25)	.....	.....
(14)	.....	.....
(14)	.....	.....
(10)	.....	.....
(10)	.....	.....
(12)	.....	.....
(17)	.....	.....
(22)	.....	.....
(22)	.....	.....
(23)	.....	.....
(23)	.....	.....
(28)	.....	.....
(22)	.....	.....
(20)	.....	.....
(102)	.....	.....

第一章 计算机网络概述

[本章要点]

本章着重介绍了计算机网络的基础知识,分四个方面进行讲述:计算机网络的发展演变过程、计算机网络的组成、计算机网络的分类方式、计算机网络的要素和定义。第一节阐述了计算机网络的发展过程,包括最早的计算机网络、现代计算机网络和 Internet 的发展演变。第二节介绍了计算机网络的主要组成成分。第三节详细介绍了常用的网络分类方式,具体介绍了根据网络的传输方式和网络所覆盖的地理范围所进行的分类。第四节区别了网络和计算机网络的概念,并介绍了网络和计算机网络的要素,并给出了计算机网络的定义。

第一节 计算机网络的发展

计算机网络的发展历史虽然只有不到 40 年的历史,但是,计算机网络的发展却是超出了人们的想像,计算机网络改变了人们的生活方式、工作方式、学习方式、……下面我们来看一下计算机网络发展的历史。

1.1.1 面向终端具有通信功能的计算机网络

早期的计算机系统是高度集中的,所有的设备安装在单独的大房间中,后来出现了批处理和分时系统,分时系统所连接的多个终端必须紧接着主计算机。20 世纪 50 年代中后期,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上,这样就出现了最早的计算机网络。

最早的计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的飞机订票系统。

随着远程终端的增多,在主机前增加了前端机以满足需求。当时,人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来,实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”,这样的系统已具备了通信的雏形。图 1-1 是最早的计算机网络示意图。

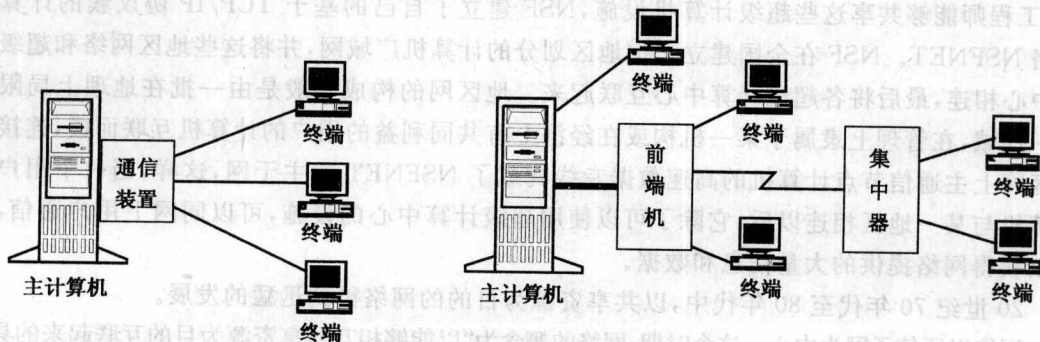


图 1-1 早期的计算机网络

1.1.2 以共享资源为目的的计算机网络

以共享资源为目的的计算机网络的主机之间不是直接用线路相连,而是通过接口报文处理机(Interface Message Processor,简称 IMP)转接后互联的。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务,构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序,提供资源共享,组成了资源子网,也称用户子网。

以共享资源为目的的计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来,为用户提供服务,兴起于 60 年代后期,典型代表是美国国防高级研究计划署(Defense Advanced Research Projects Agency,简称 DARPA)立项并协助开发的 ARPANET。

1968 年,美国国防高级研究计划署的前身(美国)高级研究计划署(Advanced Research Projects Agency,简称 ARPA)为 ARPANET 网络项目立项,并向美国国内大学的计算机系和一些私人有限公司提供经费,以促进基于分组交换技术的计算机网络的研究。这个项目基于这样一种主导思想:网络必须能够经受住故障的考验而维持正常工作,一旦发生战争,当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时,网络的其他部分应当能够维持正常通信。最初,ARPANET 主要用于军事目的,它有五大特点:

- (1) 支持资源共享;
- (2) 采用分布式控制技术;
- (3) 采用分组交换技术;
- (4) 使用通信控制处理机;
- (5) 采用分层的网络通信协议。

1972 年,ARPANET 在首届计算机通信国际会议上首次与公众见面,并验证了分组交换技术的可行性,由此,ARPANET 成为现代计算机网络诞生的标志。

ARPANET 在技术上的另一个重大贡献是 TCP/IP 协议簇的开发和使用。1980 年,ARPA 投资把 TCP/IP 加进 UNIX(BSD4.1 版本)的内核中,在 BSD4.2 版本以后,TCP/IP 协议即成为 UNIX 操作系统的标准通信模块。ARPANET 试验并奠定了 Internet 存在和发展的基础,较好地解决了异构网络互联的一系列理论和技术问题。

与此同时,局域网和广域网蓬勃发展对 Internet 的进一步发展起了重要的作用。其中,最为引人注目的就是美国国家科学基金会(National Science Foundation,简称 NSF)建立的美国国家科学基金网 NSFNET。1986 年,NSF 建立起了六大超级计算机中心,为了使全国的科学家、工程师能够共享这些超级计算机设施,NSF 建立了自己的基于 TCP/IP 协议簇的计算机网络 NSFNET。NSF 在全国建立了按地区划分的计算机广域网,并将这些地区网络和超级计算中心相连,最后将各超级计算中心互联起来。地区网的构成一般是由一批在地理上局限于某一地域,在管理上隶属于某一机构或在经济上有共同利益的用户的计算机互联而成,连接各地区网上主通信节点计算机的高速数据专线构成了 NSFNET 的主干网,这样,当一个用户的计算机与某一地区相连以后,它除了可以使用超级计算中心的设施,可以同网上用户通信,还可以获得网络提供的大量信息和数据。

20 世纪 70 年代至 80 年代中,以共享资源为目的的网络得到迅猛的发展。

网络以通信子网为中心。这个时期,网络的概念为“以能够相互共享资源为目的互联起来的具有独立功能的计算机之集合体”,形成了现代计算机网络的基本概念。图 1-2 是现代计算机网络的示意。

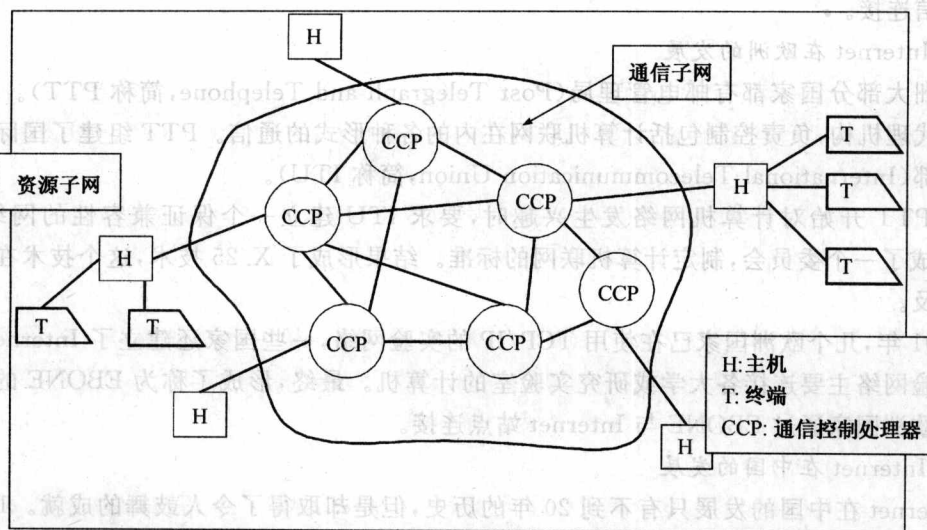


图 1-2 计算机网络的两个组成部分：资源子网和通信子网

1.1.3 Internet 的发展

1. Internet 在美国

Internet 最早来源于前面介绍过的 ARPANET, 以及之后由美国国家科学基金会 NSF 建立了的美国国家科学基金网 NSFNET, 在全国建立了按地区划分的计算机广域网, 将各地连接了起来。

NSFNET 对 Internet 的最大贡献是使 Internet 向全社会开放, 而不像以前那样仅仅是计算机研究人员、政府职员和政府承包商使用。然而, 随着网上通信量的迅猛增长, NSF 不得不采用更新的网络技术来适应发展的需要。1990 年 9 月, 由 Merit、IBM 和 MCI 公司联合建立了一个非赢利性的公司——高级网络和服务公司 (Advanced Network and Services, Inc, 简称 ANS)。1992 年, ANS 建造了一个新的广域网作为 Internet 的主干网。这个广域网称为 ANSNET, 它能以 45Mbps 的速率传送数据, 相当于每秒传送 1400 页文本信息。这个传输线路的容量是原来 NSFNET 主干网的 30 倍。1995 年, MCI 公司开发了一个广域网取代 ANSNET。这个新的广域网称为高速主干网络系统 (very high-speed Backbone Network System, 简称 vBNS)。

1969 年 12 月, 当 ARPANET 最初建成时只有 4 个节点, 到 1972 年 3 月也仅仅只有 23 个节点, 直到 1977 年 3 月总共只有 111 个节点。之后的 10 年, 随着社会科技、文化和经济的发展, 特别是计算机网络技术和通信技术的大发展, 随着人类社会从工业社会向信息社会过渡的趋势越来越明显, 人们对信息的意识, 对开发和利用信息资源的重视越来越加强, 这些都强烈刺激了 ARPANET 和以后发展成的 NSFNET 的发展, 使联入这两个网络的主机和用户数目急剧增加, 1988 年, 由 NSFNET 连接的计算机数就猛增到 56000 台, 此后每年以 2 到 3 倍的惊人速度向前发展。

尽管 ARPA 是美国的一个政府部门, 而且它投资的大部分网络研究都集中在美国本土, 但其中也有一部分网络包含与其他国家的连接。例如, ARPA 利用卫星与挪威和英国的站点

进行通信连接。

2. Internet 在欧洲的发展

欧洲大部分国家都有邮电管理局(Post Telegraph and Telephone,简称 PTT)。PTT 是政府的代理机构,负责控制包括计算机联网在内的各种形式的通信。PTT 组建了国际电信联盟电信部(International Telecommunication Union,简称 ITU)。

当 PTT 开始对计算机网络发生兴趣时,要求 ITU 建立一个保证兼容性的网络标准。ITU 组成了一个委员会,制定计算机联网的标准。结果形成了 X.25 技术,这个技术在欧洲得到了普及。

1991 年,几个欧洲国家已在使用 TCP/IP 的实验网络,一些国家还建立了 Internet 连接。这些实验网络主要连接各大学或研究实验室的计算机。最终,形成了称为 EBONE 的欧洲主干网。欧洲国家通过 EBONE 与 Internet 站点连接。

3. Internet 在中国的发展

Internet 在中国的发展只有不到 20 年的历史,但是却取得了令人鼓舞的成就。1986 年,北京市计算机应用技术研究所实施的国际联网项目——中国学术网(Chinese Academic Network,简称 CANET)启动,1987 年 9 月,CANET 在北京计算机应用技术研究所内正式建成中国第一个国际互联网电子邮件节点,并于 9 月 14 日发出了中国第一封电子邮件:“Across the Great Wall we can reach every corner in the world.(越过长城,走向世界)”,揭开了中国人使用互联网的序幕。

1989 年 10 月,中关村地区教育与科研示范网络(世界银行命名为:National Computing and networking Facility of China,简称 NCFC)正式立项。11 月,该项目正式启动。NCFC 是由世界银行贷款“重点学科发展项目”中的一个高技术信息基础设施项目,由国家计委、中国科学院、国家自然科学基金会、国家教委配套投资和支持。项目由中国科学院主持,联合北京大学、清华大学共同实施。当时立项的主要目标就是通过北京大学、清华大学和中科院三个单位的合作,搞好 NCFC 主干网和三个院校网的建设。

1990 年 11 月 28 日,钱天白教授代表中国正式在 SRI-NIC(Stanford Research Institute's Network Information Center)注册登记了中国的顶级域名 CN,并且从此开通了使用中国顶级域名 CN 的国际电子邮件服务,从此中国的网络有了自己的身份标识。

1992 年底,NCFC 工程的院校网,即中科院院网(CASNET,连接了中关村地区三十多个研究所及三里河中科院院部)、清华大学校园网(TUNET)和北京大学校园网(PUNET)全部完成建设。1993 年 12 月,NCFC 主干网工程完工,采用高速光缆和路由器将三个院校网互连。

1993 年 3 月 2 日,中国科学院高能物理研究所租用 AT&T 公司的国际卫星信道接入美国斯坦福线性加速器中心(Stanford Linear Accelerator Center,简称 SLAC)的 64K 专线正式开通。专线开通后,美国政府以 Internet 上有许多科技信息和其他各种资源,不能让社会主义国家接入为由,只允许这条专线进入美国能源网而不能连接到其他地方。尽管如此,这条专线仍是中国连入 Internet 的第一根专线。专线开通后,国家基金委大力配合并投资 30 万元,使各个学科的重大课题负责人能够拨号连入高能所的这根专线,几百名科学家得以在国内使用电子邮件。

1993 年 6 月,NCFC 专家们在 INET'93 会议上利用各种机会重申了中国连入 Internet 的

要求,且就此问题与国际 Internet 界人士进行商议。INET'93 会议后,钱华林研究员参加了互连研究网络协调委员会(Coordinating Committee for Intercontinental Research Networking,简称 CCIRN)的会议,其中一项议程专门讨论中国连入 Internet 的问题,获得大部分到会人员的支持。这次会议对中国能够最终真正连入 Internet 起到了很大的推动作用。1994 年 4 月初,中美科技合作联委会在美国华盛顿举行。会前,中国科学院副院长胡启恒代表中方方向美国国家科学基金会重申连入 Internet 的要求,得到认可。

1994 年 4 月 20 日,NCFC 工程通过美国 Sprint 公司连入 Internet 的 64K 国际专线开通,实现了与 Internet 的全功能连接。从此中国被国际上正式承认为真正拥有全功能 Internet 的国家。此事被中国新闻界评为 1994 年中国十大科技新闻之一,被国家统计公报列为中国 1994 年重大科技成就之一。

1994 年 7 月初,由清华大学等六所高校建设的“中国教育和科研计算机网”试验网开通,该网络采用 IP/X.25 技术,连接北京、上海、广州、南京、西安等五座城市,并通过 NCFC 的国际出口与 Internet 互联,成为运行 TCP/IP 协议的计算机互联网络。1994 年 8 月,由国家计委投资,国家教委主持的中国教育和科研计算机网(CERNET)正式立项。该项目的目标是利用先进实用的计算机技术和网络通信技术,实现校园间的计算机联网和信息资源共享,并与国际学术计算机网络互联,建立功能齐全的网络管理系统。1995 年 12 月,“中国教育和科研计算机网(CERNET)示范工程”建设完成,该工程由中国自行设计、建设。

1997 年 11 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第一次《中国互联网络发展状况统计报告》:截止到 1997 年 10 月 31 日,中国共有上网计算机 29.9 万台,上网用户数 62 万,CN 下注册的域名 4066 个,WWW 站点约 1500 个,国际出口带宽 25.408M。

2005 年 1 月 19 日,中国互联网络信息中心发布第十五次《中国互联网络发展状况统计报告》:截止到 2004 年 12 月 31 日,中国共有上网计算机约 4160 万台,上网用户数约 9400 万,CN 下注册的域名约 432 077 个,WWW 站点约 668 900 个,国际出口带宽总量为 74429 M。

现在,Internet 连接了世界各大陆的国家。例如,它覆盖了整个北美洲、欧洲和南美洲、澳洲和亚洲的大部分、非洲的一些国家和南极洲。今天的 Internet 已不再是计算机人员和军事部门进行科研的领域,而是变成了一个开发和利用信息资源的覆盖全球的信息海洋。

1995 年,Internet 开始大规模应用在商业领域。提供联机服务的供应商也从原先的 America Online 和 Prodigy Service 这样的计算机公司发展到 AT&T、MCI、Pacific Bell 等通信运营公司也参加进来。

从目前的情况来看,Internet 市场仍具有巨大的发展潜力,未来其应用将涵盖从办公室共享信息到市场营销、教育等广泛领域。另外,Internet 带来的电子贸易正改变着现今商业活动的传统模式,Internet 所提供的教育形式和学习方式对传统的教育产生了巨大的影响,其提供的方便而广泛的互联,必将对未来社会生活的各个方面带来影响。

第二节 计算机网络系统的组成

前面提到,现代计算机网络从逻辑结构上可以分成两个部分:资源子网和通信子网。计算机网络首先是一个通信网络,各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信,在此基

础上各计算机可以通过网络软件共享其他计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源。从计算机网络各组成部件的功能来看,各部件主要完成两种功能,即网络通信和资源共享。计算机网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合就是网络的通信子网,而网络中实现资源共享功能的设备及其软件的集合就是资源子网。

1.2.1 资源子网

资源子网专门负责网络的信息处理任务,以实现最大限度地共享网络资源的目标,资源子网包括主机及其他信息资源设备。

资源子网由主计算机、终端、网络中的外部设备、各种软件资源等组成。

1. 服务器

网络中的服务器拥有各类可共享资源(如数据库、应用程序等)。担负数据处理任务的计算机系统是资源子网的主要组成单元。

2. 工作站

工作站是用户访问网络的界面。工作站的种类很多,有的只具有简单的输入/输出功能,有的是具有处理能力的智能终端。工作站可以通过主计算机连入网络,也可以通过通信控制设备连入网络。

工作站直接面向用户,实现人机对话,用户通过终端与网络进行交互。

3. 网络中的外部设备

网络中的外部设备是那些在网络中可以共享的外部设备,比如网络中的打印机。这些外部设备是网络的一个组成部分,网络中的用户可以方便地使用这些设备。

4. 软件资源

网络中的软件资源就太丰富了,从支持网络运行的各种系统软件,到在网上运行的各种应用软件。

1.2.2 通信子网

通信子网是计算机网络中负责数据通信的部分,传输介质可以是双绞线、同轴电缆、光纤等有线通信线路,也可以是微波、无线电等无线通信线路。同时,为了实现数据的通信,还需要具有一定通信处理功能的通信处理机。网络中的通信处理机和通信线路组成独立的数据通信系统,承担全网络的数据传输、交换、加工和变换等通信处理工作。

1. 通信处理机

通信处理机是一种专用的计算机,配置了通信控制的硬件和软件,专门用来执行通信功能,例如报文交换、数据集中等。通信处理机可以连接多个主计算机,也可将多个终端接入网络。通信处理机主要有以下三个功能:

- (1) 网络接口功能——实现资源子网和通信子网的接口协议,接收/发送用户的数据;
- (2) 存储/转发功能——对进入网络的数据提供转接功能;
- (3) 网络控制功能——对进入网络的数据提供路径选择、网络流量控制等监控功能。

2. 通信线路

通信线路用来连接网络中的各种服务器、工作站、通信处理机、网络中的外部设备等组成部件。通信线路可以有线的,也可以是无线的。按照数据信号的传输速率不同,通信线路分

高速、中低速和低速三种。

通信子网有以下两种组织形式：

- (1) 专用型——通信子网为单一的网络而建立并提供服务；
- (2) 公共型——通信子网可为多个网络提供服务，共享通信网络资源，从而可建成公用同一信息资源的多个计算机网络。这样的通信子网即所谓的“公共数据网”。

第三节 计算机网络的分类

在谈论网络的时候，你会听到各种各样的有关网络说法，如：“局域网”、“广域网”、“以太网”、“互联网”、“Novell 网”等，而且经常是对某一种网络有多种说法，使人们很容易混淆，不知每种说法的确切含义是什么。其实这些说法都没错，因为计算机网络可以从不同的角度进行分类，分类方法有：

按网络覆盖的地理范围分类；

按传输技术分类；

按网络的拓扑结构分类；

按网络协议分类；

按传输介质分类；

按所使用的网络操作系统分类。

下面我们介绍的两种分类方法是根据所使用的传输技术以及根据网络覆盖的地理范围进行分类。

1.3.1 根据网络的传输技术进行分类

根据网络所使用的传输技术，可以把计算机网络分为广播式网络和点对点网络。

1. 广播式网络

在广播式网络中仅有一条通信信道，这条信道由网络上的所有站点共享。在传输信息时，任何一个站点都可以发送数据分组，并传到每台机器上，并被其他所有站点接收。而这些机器根据数据包中的目的地址进行判断，如果是发给自己的，则接收；反之，则丢弃。采用这种传输技术的网络称为广播式网络(broadcast network)。总线型以太网就是典型的广播式网络。

2. 点对点网络

与广播式网络相反，点对点网络由一对机器之间的多条连接构成，在每一对机器之间都有一条专用的通信信道，因此在点对点的网络中，不存在信道共享与复用的问题。当一台计算机发送数据分组后，它会根据目的地址，经过一系列的中间设备的转发，直接到达目的端站点，这种传输技术称为点对点，采用点对点传输技术的网络称为点对点网络(Point-to-Point Networks)。

1.3.2 根据网络覆盖的地理范围进行分类

按照网络覆盖的地理范围的大小，我们可以把计算机网络分为：局域网、广域网和城域网三种类型。

1. 局域网

局域网(Local Area Network,简称 LAN)是将较小的地理区域内的计算机或数据终端设备连接在一起的通信网络。局域网覆盖的地理范围一般在几十米到几十千米之间。它常用于组建一个办公室、一栋楼、一个楼群或一个校园和一个企业的计算机网络。

局域网的主要特点是:

- (1) 覆盖的地理区域比较小,仅工作在有限的地理区域内(0.1~20 千米)。
- (2) 传输速率高,1 M~1 Gbps。
- (3) 误码率低。
- (4) 拓扑结构简单,常用的拓扑结构有:总线型、星型、环型。
- (5) 局域网通常归属一个单一的组织所管理。

2. 广域网

广域网(Wide Area Network,简称 WAN)是在一个广阔的地理区域内进行数据、语音、图像信息传输的通信网。广域网覆盖广阔的地理区域,通信线路大多借用公用通信网络(如:公用交换电话网、公共数字数据网、综合业务数字网等),传输速率比较低,这类网络的作用是实现远距离计算机之间的数据传输和信息共享。广域网可以覆盖多个城市、多个国家。

广域网的主要特点是:

- (1) 覆盖的地理区域大,通常在几千米至几千、几万千米,网络可跨越市、地区、省、国家、洲洋乃至全球。
- (2) 广域网连接常借用公用网络。
- (3) 传输速率比较低,一般在 64 K~2 Mbps,最高可达到 45 Mbps,但随着广域网技术的发展,广域网的传输速率正在不断地提高,目前通过光纤介质,使传输速率达到 155 Mbps,甚至更高。
- (4) 网络拓扑结构复杂。

3. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network,简称 MAN)是一种大型的 LAN,它的覆盖范围介于局域网和广域网之间,一般为几千米到几十千米,也就是说,城域网的覆盖范围大致是一个城市的范围。

可以把城域网看成是较大的局域网,方便更多用户的接入和使用。现在很多的城域网采用 IP 协议,或称为 IP 城域网。作为互联网在城市的延伸,城域网的骨干节点之间以千兆带宽互联,全网采用 IP 网络技术,为各种基于 IP 的数据业务和网络应用提供支持。为用户提供包括高速专线接入、10 M/100 M 宽带接入等在内的各种类型接入手段。城域网可直接向集团用户提供 10 M/100 M 甚至 1000 M 的 Internet 接入带宽和互连带宽,写字楼、学校、信息化小区和其他企业集团的用户可利用该网络组成全市范围内的、类似专用网络的虚拟专用网(Virtual Private Network,简称 VPN),对个人用户而言,城域网将可提供 10 M 的 Internet 接入速率,比普通拨号上网速率快几十到几百倍。

4. 局域网和广域网的比较

由于所应用的环境、范围的不同,要求的不同,局域网和广域网所能达到的性能、所使用的技术也有所不同(见表 1-1)。

表 1-1 LAN 与 WAN 比较

网络	LAN	WAN
范围	较小范围计算机通信	远程网或公用通信网
网络覆盖的范围	20 千米以内	几千米~几万千米,可跨国界、洲界
数据传输速率	1 M~16 M~1 Gbps	9.6 K~2 M~45 M~155Mbps
传输介质	同轴电缆、双绞线、光纤	光纤、卫星、微波
信息误码率	低	高
拓扑结构	简单、总线、星型、环形、网状	复杂、网状
用户安全	各单位专用	运营商管理

第四节 计算机网络的定义

网络、计算机网络都是使用频率很高的词汇。它们是一回事吗？

网络和计算机网络不是同一件事情,网络有很多种,农田灌溉网络,道路网络,电话网络,人的神经网络等。电视其实也是一种网络。计算机网络只是网络的一种。在第二节中,我们已经知道了计算机网络的组成。当然,现在我们讲的是计算机网络,在本书中,我们把网络等同于计算机网络,但是,从概念上我们还是要区分开的。

1.4.1 网络的三要素

一般来说,网络包括了三个主要的要素:

- (1) 连接对象与设施(也称元件或元件组合);
- (2) 连接的对象与设施采用之接口、介质(如公路、渠道、双绞线、光纤、空气等),以及连接的方式与结构(如星型,网状);
- (3) 连接的控制机制(如约定、协议)。

首先是对象和设施,网络可以把各种对象连接起来,比如电话。其次还有对象和对象之间需要连接,就是接口或介质,比如电话线。还有就是连接的时候有一些控制的机制,也就是说连起来的时候必须有约定,比如,以两个人打电话为例来说明:甲要打电话给乙,首先甲拨通乙的电话号码,对方电话振铃,乙拿起电话,然后甲乙开始通话,通话完毕后,双方挂断电话。在这个过程中,甲乙双方都遵守了打电话的约定。

1.4.2 计算机网络的三要素

与网络的三要素相对应,计算机网络的三个要素是:

- (1) 一些互连的,独立自主的计算机的集合;
- (2) 地理位置上分散的计算机用通信设备和通信线路连接起来;
- (3) 通信协议。

在这里,我们强调是独立自主的计算机的集合,这些计算机没有从属关系,不能是从属于同一台计算机的多个终端,一定是一些独立自主的计算机的集合,这时,网络中的计算机是独立的,是可以进行分布计算的。

1.4.3 计算机网络的定义

对计算机网络的定义有许多种,我们列出几种,然后,给出我们的一个定义。

(1) 计算机网络是以实现远程通信为目的,一些互联的独立自治的计算机的集合。

(2) 计算机网络是把地理位置分散的能够为共享资源的方式而相互连接起来的,并且各自具有独立功能的计算机系统的集合。

这个定义说到了共享资源。我们认为共享资源和通信是网络的两个最重要的内容。这里也强调了各自具有独立功能的计算机系统的集合。我们一直强调各个计算机是独立的、自治的,也就是说他们不存在任何的从属关系。另外,还强调了计算机的分布地域可以分散的。

(3) 计算机网络是一些相互连在一起的计算机系统的集合。

将计算机网络的三个要素以及网络所要实现的功能加起来考虑,在本书中我们对计算机网络的定义是:将分布在不同地理位置上的,具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来,并配置网络软件,以实现计算机资源共享的系统,称为计算机网络。

思考题与练习题

1. 计算机网络的发展可划分为几个阶段? 每个阶段的特点是什么?
2. 计算机网络可以从哪些方面进行分类?
3. 局域网、城域网和广域网的特征是什么?
4. 计算机网络由哪两个子网构成?
5. 广域网采用什么样的拓扑结构?
6. 请上网查找并阅读最新的《中国互联网络发展状况统计报告》。
7. 调查自己所在学校或城市的局域网或城域网。

第二章 数据通信基础

[本章要点]

本章着重介绍了数据通信的基础知识,分四个方面进行讲述:数据通信的传输介质、传输信号、数据传输的模型以及差错校验。第一节介绍数据通信的传输介质,包括各种介质的性能和特点。第二节介绍了传输的信号,包括信号的种类,信号的传输技术以及信号的调制与编码。第三节详细介绍了数据传输的应用实例,包括模拟传输的实例和数字传输的实例。第四节介绍了差错校验,包括奇偶校验、方块校验和循环冗余校验。

通信(communication)的目的是传递信息,信息的传递可以是单向的也可以是双向的。人与人之间是要交流的,或者说是要通信的。在中国古代战争史上,就用烽火台上的狼烟来传递信息;随后就有了驿站,驿站之后就有了邮政;接着又有了电报、电话、广播、电视等通信方式;现在又有了计算机网络进行通信。通信就是为了满足人与人之间的交流,信息的共享,信息的传递,这有着很古老的历史。广义上说,用任何方法,通过任何介质将信息从一地传递到另一地都可称为通信。

数据通信是指在两点或多点之间,以二进制形式进行信息传递与交换的过程。由于现在大多数信息传输是在计算机之间或计算机与外围设备(例如打印机、显示器等)之间进行,数据通信有时也称为计算机通信。

计算机网络技术涉及数据通信技术与计算机技术两个领域,本章首先介绍计算机网络系统所涉及的数据通信的基础知识。

第一节 传输介质

在网络的最低层,计算机通信都以某种形式的能量对数据进行编码,并将这些能量通过传输介质发送出去。例如,电流可用来在导线上传输数据,而无线电波可用来在空中传输数据。

有线传输介质包括双绞线、同轴电缆和光纤等。和有线传输介质相对应的是无线传输介质,无线传输介质不使用电子或光学导体。大多数情况下地球的大气便是数据的物理性通路,采用无线信道,使电磁波通过自由空间去传播数据,可省去线路的架设,也允许数字终端设备在一定范围内随意移动,因此,无线信道非常适合于那些难以铺设传输线的边远山区和沿海岛屿使用,也为大量的便携式计算机入网提供了条件。从理论上讲,无线媒体最好应用于难以布线的场合或远程通信。但电磁波通过自由空间时,能量较分散,故传输效率低。另外,无线传输存在着容易被窃听、易受干扰、易受气候因素影响等缺点。目前最常用的无线信道有无线电波、微波、红外线、激光和卫星等。下面我们介绍三种有线传输介质、三种无线传输介质。

2.1.1 双绞线

每一对双绞线(twisted pair)由绞合在一起的相互绝缘的两根铜线组成,每根铜线的直径