



普通高等学校计算机专业精品课程教材

Computer Network



计算机网络 (第二版)

肖德宝 主编

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



TP393/535

2007

普通高等学校计算机专业精品课程教材

Computer Network

计算机网络 (第二版)

主编 肖德宝

编著 (以姓氏笔画为序)

王林平 刘 明 杜瑞颖

林晓明 周银良 黄传河

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络(第二版)/肖德宝 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2007年10月
ISBN 978-7-5609-2163-1

I. 计… II. 肖… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第097934号

计算机网络(第二版)

肖德宝 主编

责任编辑:沈旭日

封面设计:潘群

责任校对:张梁

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:荆州市今印印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16.25

字数:364 000

版次:2007年10月第2版

印次:2007年10月第7次印刷

定价:24.80元

ISBN 978-7-5609-2163-1/TP·372

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

再版前言

本教材的第一版是由“面向 21 世纪计算机教材出版指导委员会”策划、指导,由“面向 21 世纪计算机专业本科系列教材编委会”具体组织、推荐出版的。

本教材第二版仍以 TCP/IP 协议族为主要线索逐层进行介绍,并增加因特网应用的分量。自从第一版出版以来,计算机网络已有了快速的发展,一些老技术已被新技术所替代。因此,本教材在前一版的基础上,修订了一些错误,删去了一些陈旧的内容;把计算机网络中基础的、不变的、核心的内容保留下来,并且适当地增加了一些关于因特网的新内容。

在本教材改版过程中虽然已注意到吸收网络新知识和新技术,但由于网络技术发展迅速,加之,考虑本教材面向读者的定位,所以没有将网络新技术全部纳入到再版教材之中。

在本教材改版过程中,得到了国内外计算机网络界许多同行的热情帮助和支持,得到了华中科技大学出版社有关领导和编辑的关心和帮助,在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

肖德宝

2007 年 5 月

于华中师范大学,武汉

前 言

纵观人类文明发展史,从 18 世纪伴随着工业革命,人类社会进入了伟大的机械时代以后,几乎每个世纪都有一种技术占据影响社会发展的主导地位。20 世纪以计算机为代表的信息产业的出现,标志着人类社会进入了知识经济时代。在 20 世纪的最后 10 年中,我们惊喜地发现各种通信手段——电话、电视、电脑正在迅速地融合,信息的获取、传送、存储和处理之间的孤岛现象由于计算机网络等技术的发展而被打破,逐渐互存、互通、融为一体。

目前,如火如荼、蓬勃发展的因特网(Internet)已成为全球范围内的信息基础设施的重要组成部分,至今已连接了上千万台计算机和上亿个用户,有 150 多个国家拥有完全的 TCP/IP 因特网连接,有 180 多个国家至少能提供电子邮件(E-mail)服务。可以说,计算机网络给全球技术、经济和社会生活的巨大影响,正是通过因特网来实现的。无论你在地球上的哪个角落,也无无论在什么时候,只要你轻轻点一下计算机鼠标,精彩的大千世界就会出现在眼前。这就是 20 世纪文明的最伟大成就之一——计算机网络为人类开拓出无限辽阔的风景区。

因特网把异彩纷呈的多媒体信息在四通八达的信息高速公路上纵横驰骋的同时,也为人类的生活方式、工作方式带来极其巨大的深刻的变革。

在因特网诞生、发展的巨大推动下,计算机网络的理论、技术及应用也得到空前的发展,“网络就是计算机”的口号已成为计算机产业界、科技界和教育界的共识。

近年来,计算机网络技术已发生了翻天覆地的变化,计算机网络正向实验、新奇、实用和无所不在四个方向发展,随着网络应用的不断深入,各种新型应用向计算机网络提出了新的挑战。一些专用的网络,其地位远没有公用网络,尤其是因特网重要。ISO/OSI 的各层协议结构正逐渐不为人重视,而 TCP/IP 协议组已得到全世界的认可,基于上述变化重新组织编写了全新的《计算机网络》教材。

本课程的参考学时为 54 学时,全书共分为 10 章。第 1 章、第 2 章介绍了网络基本概念和网络体系结构,第 3 章至第 8 章分别介绍了 TCP/IP 各层协议,第 9 章介绍了网络管理,第 10 章介绍了一些其它迅速发展的网络技术。

本书每章的最后都附有若干练习题。附录是英文缩写词。

本书是以 TCP/IP 协议为主线进行阐述的,有关网络产品及其实验技术将在与之配套的《计算机网络实践教程》中介绍。

周银良编写了第 2 章,刘明编写了第 3 章,林晓明编写了第 5 章,杜瑞颖编写了第 4 章和第 10 章,黄传河编写了第 6 章和第 7 章,王林平编写了第 8 章,其余部分和全书定稿则由肖德宝完成。

在本书撰写过程中虽然注意到吸收网络新知识和新技术,但由于网络技术的发展速度实

在太快了,本书无法包容所有网络知识和技术,也无法追上日新月异的网络技术发展。再加上作者水平有限,书中难免存在一些不足和错误,殷切希望广大读者批评指正。

在编写本书过程中,得到了国内外计算机网络界许多同行的热情帮助和支持,得到了华中理工大学出版社有关领导和编辑的关心和帮助,在此一并表示诚挚的谢意。

肖德宝

1999年11月

于华中师范大学

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 计算机网络的发展	(1)
1.1.1 计算机网络的产生	(1)
1.1.2 计算机网络的发展阶段	(2)
1.1.3 计算机网络的发展趋势	(6)
1.2 计算机网络的定义、组成和分类	(7)
1.2.1 计算机网络的定义	(7)
1.2.2 计算机网络的组成	(7)
1.2.3 计算机网络的分类	(8)
1.3 计算机网络的应用	(10)
1.3.1 服务于企业的网络	(10)
1.3.2 服务于公众的网络	(10)
习题一	(11)
第 2 章 计算机网络的体系结构	(12)
2.1 网络体系结构	(12)
2.1.1 分层次的体系结构	(12)
2.1.2 开放系统互连参考模型的制定	(13)
2.2 网络协议和服务	(16)
2.2.1 协议分层	(16)
2.2.2 各层的主要功能及其设计	(18)
2.2.3 接口和服务	(18)
2.2.4 服务原语	(20)
2.2.5 面向连接的服务和无连接的服务	(22)
2.3 网络参考模型	(23)
2.3.1 OSI 参考模型	(23)
2.3.2 TCP/IP 参考模型	(29)
2.3.3 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的比较	(30)
习题二	(32)
第 3 章 物理层	(33)
3.1 物理层设计问题	(33)
3.1.1 傅里叶分析	(33)
3.1.2 有限带宽信号	(34)

3.2 模拟传输与数字传输	(36)
3.2.1 传输介质	(36)
3.2.2 信道的最大数据传输速率	(41)
3.2.3 模拟传输系统与数字传输系统	(41)
3.2.4 调制解调技术	(45)
3.3 ISDN 和 ATM	(47)
3.3.1 虚电路和电路交换	(48)
3.3.2 窄带 ISDN 与宽带 ISDN	(50)
3.3.3 ATM 网络中的传输	(53)
3.3.4 ATM 交换机	(54)
3.4 物理层协议	(57)
3.4.1 RS-232-C 和 RS-449	(57)
3.4.2 X.21 数字接口	(59)
习题三	(61)
第4章 数据链路层	(62)
4.1 数据链路层设计问题	(62)
4.1.1 为网络层提供服务	(62)
4.1.2 成帧	(63)
4.1.3 差错控制	(64)
4.1.4 流量控制	(65)
4.1.5 寻址	(65)
4.2 基本数据链路协议	(65)
4.2.1 理想信道的单工停-等协议	(65)
4.2.2 有噪声信道的单工停-等协议	(66)
4.2.3 滑动窗口协议	(67)
4.3 几种典型的数据链路层协议	(73)
4.3.1 高级数据链路层协议	(73)
4.3.2 因特网中的数据链路层点对点协议	(76)
4.3.3 ATM 网中的数据链路层	(77)
习题四	(79)
第5章 介质访问技术与局域网	(81)
5.1 介质访问技术概述	(81)
5.2 访问技术	(82)
5.2.1 ALOHA 技术	(83)
5.2.2 CSMA/CD 技术	(86)
5.2.3 其它访问技术	(88)
5.3 局域网及 IEEE802 协议	(90)

5.3.1	IEEE802.3 标准及以太网	(91)
5.3.2	IEEE802.4 标准及令牌总线	(95)
5.3.3	IEEE802.5 标准及令牌环	(99)
5.3.4	IEEE802 体系	(103)
5.3.5	局域网交换机	(105)
5.4	网桥	(108)
5.4.1	网桥的主要作用	(108)
5.4.2	网桥的适用范围	(110)
	习题五	(113)
第 6 章	网络层	(115)
6.1	网络层设计问题	(115)
6.1.1	为传输层提供服务	(115)
6.1.2	虚电路子网和数据报子网	(116)
6.2	路径选择算法	(119)
6.2.1	路径选择及方法	(119)
6.2.2	静态路径选择算法	(120)
6.2.3	动态路径选择算法	(121)
6.3	拥塞控制算法	(127)
6.3.1	拥塞概念	(127)
6.3.2	拥塞控制方法	(128)
6.4	因特网上的网络层	(131)
6.4.1	IP 协议	(132)
6.4.2	IP 地址与子网概念	(133)
6.4.3	因特网控制协议	(135)
6.4.4	因特网路由协议	(136)
6.4.5	IPv6	(137)
6.5	ATM 网络中的网络层	(138)
6.5.1	信元格式	(138)
6.5.2	ATM 连接建立	(139)
6.5.3	服务质量	(141)
6.5.4	ATM 局域网	(141)
6.6	网络互连	(143)
6.6.1	网络互连概念	(143)
6.6.2	网络互连方法	(143)
6.6.3	局域网交换机与 ATM 交换机互连	(145)
6.6.4	基于三层交换与虚拟网的有关技术	(145)
	习题六	(147)

第 7 章 传输层	(149)
7.1 传输服务	(149)
7.1.1 提供给高层的服务	(149)
7.1.2 服务质量	(150)
7.1.3 传输服务原语	(150)
7.2 传输协议的要素	(151)
7.2.1 寻址	(151)
7.2.2 建立连接和释放连接	(152)
7.2.3 流量控制和缓冲策略	(154)
7.2.4 崩溃恢复	(155)
7.3 因特网上的传输协议	(156)
7.3.1 协议结构(TCP 与 UDP)	(156)
7.3.2 TCP 协议	(156)
7.4 ATM AAL 层协议	(160)
7.4.1 ATM 适配层结构	(161)
7.4.2 AAL 协议介绍	(161)
习题七	(164)
第 8 章 应用层	(166)
8.1 域名系统 DNS	(166)
8.1.1 因特网的域名	(166)
8.1.2 名字服务器	(167)
8.1.3 域名资源记录	(168)
8.2 电子邮件	(169)
8.2.1 电子邮件系统的结构	(169)
8.2.2 用户代理	(170)
8.2.3 电子邮件内容的格式	(171)
8.2.4 邮件传输	(173)
8.3 文件传输协议	(175)
8.3.1 文件传输协议	(175)
8.3.2 简单文件传输协议	(176)
8.4 远程终端登录协议	(177)
8.5 万 维 网	(178)
8.5.1 万维网的连接机制与 HTTP	(179)
8.5.2 万维网网页制作技术	(181)
8.5.3 专用浏览器设计	(183)
8.6 网络安全	(186)
8.6.1 网络安全概念	(186)
8.6.2 传统的加密技术	(187)

8.6.3 秘密密钥算法	(188)
8.6.4 公开密钥算法	(191)
8.6.5 数字签名	(191)
8.6.6 防火墙	(191)
8.7 网络编程	(194)
习题八	(197)
第9章 网络管理	(198)
9.1 网络管理基本概念	(198)
9.1.1 网络管理定义	(198)
9.1.2 网络管理基本模型	(198)
9.1.3 网络管理组织模型	(199)
9.1.4 网络管理信息模型	(200)
9.1.5 网络管理通信模型	(202)
9.1.6 网络管理功能模型	(202)
9.2 网络管理协议	(204)
9.2.1 简单网络管理协议	(204)
9.2.2 公共管理信息协议	(210)
9.2.3 SNMP 与 CMIP 的区别及带来的问题	(214)
9.3 网络管理技术发展	(217)
9.3.1 网络管理层次化	(218)
9.3.2 网络管理集成化	(221)
9.3.3 网络管理 Web 化	(226)
9.3.4 网络管理智能化	(228)
习题九	(229)
第10章 其它网络技术	(230)
10.1 公用网	(230)
10.1.1 使用 X.25 协议的分组交换网	(230)
10.1.2 DDN	(232)
10.1.3 帧中继	(232)
10.1.4 综合业务数字网	(234)
10.1.5 ATM 网	(236)
10.2 因特网接入技术	(239)
10.2.1 低速接入(拨号接入访问)	(239)
10.2.2 高速接入	(239)
10.3 虚拟专用网	(243)
10.4 IP 电话	(244)
习题十	(245)
参考文献	(246)

第 1 章

概 述

计算机网络是计算机技术和通信技术二者高度发展和密切结合而形成的,它经历了一个从简单到复杂,从低级到高级的演变过程。近十年来,计算机网络得到迅猛异常的发展。本章简要地介绍了计算机网络发展过程、计算机网络的概念和计算机网络的应用情况。

1.1 计算机网络的发展

1.1.1 计算机网络的产生

计算机网络是计算机与通信相结合的产物。1946 年世界上诞生了第一台电子数字计算机,在其后的几年里,计算机与通信并没有任何联系。1954 年,人们使用一种叫做收发器(Transceiver)的终端,将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机。后来,用户可以在远地的电传打字机上输入程序,再由计算机将计算结果返回到电传打印机上打印出来。

由于当初计算机是为成批处理信息而设计的,所以后来在计算机上增加了一个叫线路控制器(Line Controller)的接口,以解决计算机和远程终端的连接。由于电话线路是为传送模拟语音信号而设计的,所以为了传送计算机的数字信号,在通信线路的两端要加上一个调制解调器(Modem)。调制解调器的作用是把计算机或终端使用的数字信号与电话线路上传送的模拟信号进行模/数或数/模转换。

由于信息在计算机内是并行传输的,而在通信线路上是串行传输的,因此,线路控制器的主要功能就是进行并行和串行传输的转换及简单的差错控制。计算机主要用于成批处理。早期的做法是一条线路使用一台线路控制器(见图 1.1)。

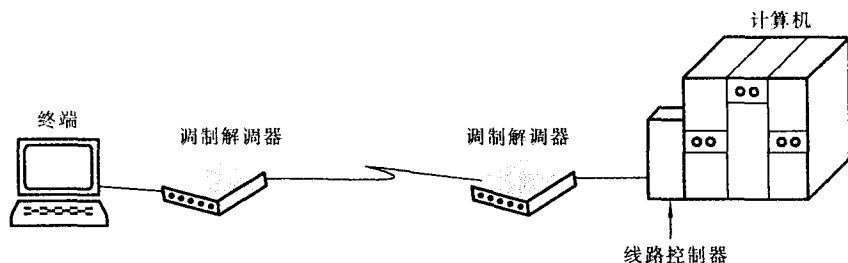


图 1.1 计算机通过线路控制器与远程终端相连

随着远程终端数量的增多,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,在 20 世纪 60 年代初期,出现了多重线路控制器(Multiline Controller)的结构,它可以和许多远程终端相连接

(见图 1.2)。这种最简单的联机系统称为面向终端的计算机通信网,这就是最原始的计算机网络。在这里,计算机是网络的中心和控制者,终端围绕中心计算机分布,计算机的主要任务还是成批处理信息。图 1.2 所示的系统通常称为联机系统,以区别早先使用的脱机系统。在脱机系统中,用一个脱机通信装置和远程终端连接,脱机通信装置首先要接收远程终端送来的原始数据和程序,再经过操作人员的干预递交给计算机处理,最后将处理结果返回到远程终端。由于脱机系统的输入/输出需要人工干预,因此效率很低。为了克服上述缺点,直接在计算机上增加通信控制功能,就构成了联机系统。

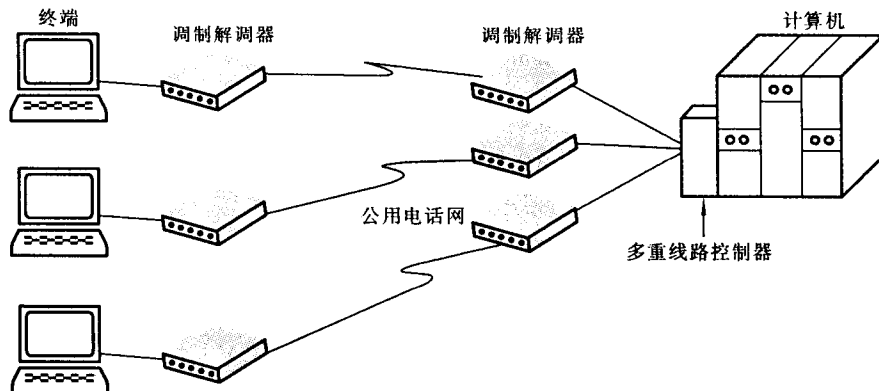


图 1.2 计算机通过多重线路控制器与远程终端相连

1.1.2 计算机网络的发展阶段

当计算机的用户数量增加时,通常都需要增加新的远程终端,这就需要対图 1.2 所示的线路控制器中的许多硬件和软件进行改动,以便和新加入的终端的字符集和传输速率相适应。然而,这种线路控制器是依赖于主机工作的,因而,必然会給主机带来相当大的额外开销。能否设计出一种设备来独立完成数据通信工作呢? 20 世纪 60 年代后期出现的通信处理机,也称做前端处理机(Front End Processor, FEP, 简称为前端机)就是为完成这一工作而开发的,前端机用于完成全部通信任务,而让主机专门进行数据处理,这样就减少了主机用于通信处理的开销,大大提高了主机进行数据处理的效率。图 1.3 所示的是一个前端机与多个远程终端相连的情况。

为节省通信费用,可在远程终端较密处加一个集中器(Concentrator),集中器的一端用多条低速线路与各终端相连,其另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连(见图 1.4)。通常,把上述面向终端的计算机通信网称为第一代计算机网络。

第二代计算机网络是分组交换网(Packet Switching Network)。分组交换也称为包交换,包交换技术得益于存储转发(Store and Forward)的理论。1964 年 8 月这种理论由巴兰(Baran)在美国兰德(Rand)公司的“论分布式通信”的研究报告中首次提出,后由美国国防部规划局(Defense Advanced Research Project Agency, DARPA)和英国国家物理实验室(National Physical Laboratory, NPL)将此理论用于新型的计算机通信网的研究。1966 年 6

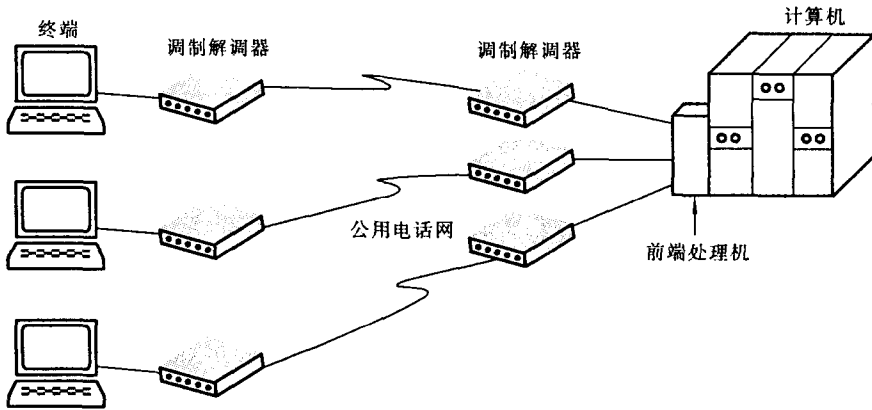


图 1.3 用前端机完成通信任务

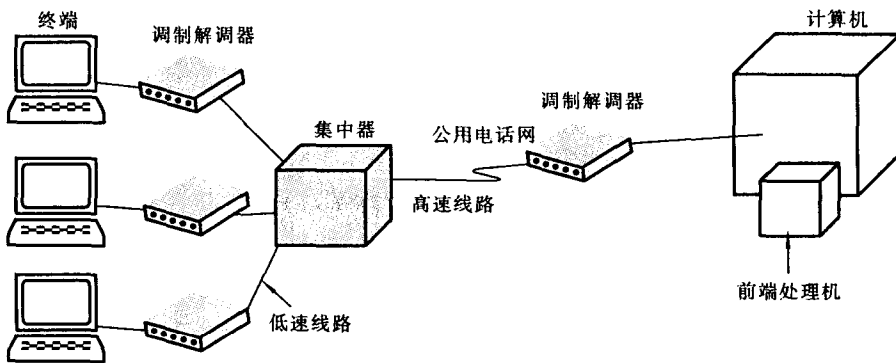


图 1.4 采用集中器与终端相连

月, NPL 的 Davies 博士首次提出“分组”(Packet)这一术语, 1969 年 12 月, 美国的分组交换网 ARPANET 投入运行。1973 年, 英国和法国也分别开通了 NPL 分组交换试验网和 CYCLADES 分组交换网。

分组交换网的试验成功使计算机网络的概念发生了根本性的变化。第一代计算机网络(面向终端的计算机通信网)是以单个主机为中心的星形网, 各终端通过通信线路共享主机的硬、软件资源。分组交换网是以网络为中心, 主机和终端都处在网络的外围的交换网, 从而构成了用户资源子网。用户可通过分组交换网共享资源子网的许多硬、软件资源。分组交换网在这里也可叫做通信子网, 这种以通信子网为中心的计算机网络比面向终端的计算机网络的性能优越, 功能强大, 成为 20 世纪 70 年代计算机网络的主流。据统计, 到 1987 年年底, 全世界共有 87 个国家和地区的 214 个公用分组交换网运行。

随着计算机网络功能的逐渐扩充, 计算机网络变成非常复杂的系统, 网络中相互通信的两台计算机必须高度协调地工作才行, 而这种“协调”本身就相当复杂。为了设计、理解和应用这样复杂的计算机网络, 人们提出了将网络分层的设想。早在 ARPANET 设计时就已经提出和应用了分层的思想方法。“分层”可以将庞大、复杂和混合的问题转换为若干较小、简单和单一的局部问题, 这样就易于理解、研究和处理。

人们从 ARPANET 成功实例看到,尽管连到网上的主机和终端在型号和性能上各不相同,但由于它们共同遵守了相互通信的规约,即计算机网络协议(Protocol),所以仍然可实现相互通信。1974 年,IBM 公司提出了系统体系结构(System Network Architecture,SNA)标准,这个网络标准就是基于分层思想方法制定的。接着,DEC 公司的 DNA,Univac 公司的 UCA,Burroughs 公司的 BNA 纷纷面市,从而推动了网络体系结构标准化的形成。

上述公司的各自网络体系结构都是基于各自公司生产的设备连网提出的,而其它公司的设备则不易互相连通,为了使各公司不同体系结构的计算机网络都能互连,国际标准化组织 ISO(International Organization Standard)于 1977 年成立了网络互连问题专门小组,不久,便提出了著名的 OSI/RM(Open Systems Interconnection/Reference Model)开放系统互连参考模型,因为它是关于如何把开放式系统(即为了与其它系统通信而相互开放的系统)连接起来的,所以常简称它为 OSI 模型。1983 年形成了开放系统互连参考模型的正式文件,即 ISO7498 国际标准。这段时间,许多公司甚至一些国家的政府机构都纷纷表示支持 OSI 结构。

另一方面,自 ARPANET 问世后,其规模从美国西海岸延伸到全美,到 1983 年就已连上 300 多台计算机,并迅速向北美、欧洲扩展。最终成为因特网(Internet)的原型。因特网采用的协议组是 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol),所以又常常将 TCP/IP 体系结构称做因特网体系结构,尽管 TCP/IP 协议组不是由国际组织制定的标准,但因特网发展非常迅速,以至于 TCP/IP 成为事实上的工业标准。相反,由于 ISO 的 OSI/RM 的庞大复杂和臃肿,故迟迟不能形成基于 OSI/RM 的工业产品。

进入 20 世纪 80 年代末期以来,在计算机网络领域最值得大书特书的是因特网,它现在已成为全球最大的国际性计算机互连网络。因特网的出现和发展已经并将继续影响全球的经济、文化和社会生活。因此,很有必要在这里简述一下因特网的发展概况。

1969 年,DARPA 建立了著名的 ARPANET,20 世纪 70 年代中期,为了实现更大规模的互连,DARPA 鼓励异种网互连与互通试验,大力资助国际网技术的研究,于 1977 年到 1979 年推出目前形式的 TCP/IP 体系结构和协议规范。1980 年前后,DARPA 开始将 ARPANET 上的所有计算机转向使用 TCP/IP 协议,并以 ARPANET 为主干建立因特网。

ARPANET 最初是为美国各研究机构和政府部门使用而开发的,但由于学术机构和学校的连入,其应用范围大大扩大。美国国家科学基金会(National Science Foundation,NSF)认识到因特网对科技教育的潜在推动作用,从 1985 年起,NSF 围绕其 6 个超级计算中心建设计算机网络。1986 年,NSF 建立了基于 TCP/IP 的国家科学基金网 NSFNET,并逐渐建立了主干网、地区网和校园网三级计算机网络,覆盖了全美国主要的大学和研究所。后来,NSFNET 进一步发展,最终代替了 ARPANET 在因特网的主干作用,形成以 NSFNET 为新主干的因特网架构。ARPANET 的实验任务到此已胜利完成,并于 1990 年正式关闭。随着因特网的应用从科技教育机构发展到商业活动,世界上许多公司的计算机纷纷接入因特网,因特网已经在全球科技、文化、教育、商业、娱乐等领域全方位地得到应用。于是,美国政府将因特网的主干网转交给私人公司经营,为了满足各方面应用对因特网主干网传输速率要求,1993 年因特网的主干网传输速率提升到 45Mb/s,1996 年又提升到 155Mb/s,目前,因特网的一些主干网传输速率已提升到 622Mb/s,部分试验线路传输速率已高达 1Gb/s。

目前,因特网已经成为世界上规模最大、影响最深、发展最快的计算机网络,没有人能够准确说出因特网到底有多大,因为每年、每月、每天、每小时甚至每分钟都有新计算机连入,有新的用户上网。

截至1999年6月,据初步估计,世界上有180多个国家或地区连入因特网,上网的计算机超过2000万,上网人数超过1.5亿。其中,单是美国上网人数就高达9400万,占世界上网人数的60%。

通常,把基于开放标准的计算机网络体系结构的确定到因特网的诞生和发展这一阶段称为第三代计算机网络的发展阶段。

下面简单介绍一下我国计算机网络发展情况。

1980年,铁道部开始进行计算机连网试验,开始连接了北京、上海、济南等几个铁路局及其所属的一些分局。

1989年11月,我国第一个公用分组交换网CNPAC(后改为CHINAPAC)建成并运行。1993年,由10个节点城市组成的国家主干网和各省、地、县的本地子网组成了覆盖全国的CHINAPAC,覆盖范围达2千多市县、镇,端口容量达13万个,每个节点的吞吐量达3200~6400Pkt/s(分组/秒),用户的通信传输速率最高可达64Kb/s。在北京、上海设有国际出入口。

在20世纪90年代,受因特网发展的刺激和鼓舞,中国数字数据网CHINADDN发展很快,数字数据网是利用光纤数字电路和数字交叉连接设备组成的数字数据传输网络,具有传输时延小、用户可选用的传输带宽范围宽、信息传输质量高等优点,目前DDN的最高传输速率可达150Mb/s,用户传输速率可达64Kb/s。

除了上述广域网外,20世纪80年代,由于PC机的发展,国内各企业机关、大学、研究院所相继安装了局域网。

20世纪90年代兴起的信息高速公路和因特网的发展促进了全国范围的互联网的发展,我国开始构建全国范围的公用计算机网络。目前,我国有可以与因特网互连的五个全国范围的互联网,它们是:中国公用计算机互联网CHINANET、中国教育和科研计算机网CERNET、中国科学技术网CSTNET、中国金桥信息网CHINAGBN和中国联通计算机互联网UNINET。

CHINANET始建于1995年,由中国电信负责运营,其主干网由各直辖市和各省的网络节点构成;接入网则由各省、自治区内建设的网络节点构成。全国各地的用户均可拨163号码上网。目前,CHINANET主干网传输速率已逐步提高到34Mb/s,甚至更高。CHINANET在北京、上海和广州分别设有国际出口线路与因特网互连。

CERNET始建于1994年,它是一个由主干网、地区网和校园网组成的三级结构网络,CERNET网络中心设在清华大学,到1995年底,已有108所高校连入。目前主干网传输速率已逐步升级到155Mb/s。

CSTNET是中国科学院负责建设和管理的网络,它是我国最早与因特网相连的互联网。目前,CSTNET已从1994年北京中关村教育科研示范网延伸到全国1百多所中科院系统的科研院所。

CHINAGBN是为国民经济信息化服务的网络工程,即金桥工程,由吉通通信有限责任公

司负责,CHINAGBN 是一个利用卫星网和光纤网的“天地合一网”,为“金”字工程(金税、金桥、金关……)服务的。

2005 年 1 月 19 日,中国互联网络信息中心(CNNIC)在北京发布《第十五次中国互联网络发展状况统计报告》。报告显示,截至 2004 年 12 月底,内地上网用户总数为 9400 万,其中使用宽带上网的人数达到 4280 万;上网计算机达到 4160 万台;CN 下注册的域名数、网站数分别达到 43 万和 66.9 万;网络国际出口带宽总数达到 74429M,IPv4 地址总数 59945728 个。

2007 年 1 月 23 日,CNNIC 发布第 19 次中国互联网络发展状况统计报告。报告显示,截至 2006 年 12 月 31 日,中国内地网民已经达到 1.37 亿,其中宽带用户已经突破 1 亿,达到 1.04 亿。

1.1.3 计算机网络的发展趋势

1. 发展的基本方向

下一代计算机网络发展的基本方向是开放、集成、高性能(高速)和智能化。开放是指开放的体系结构、开放的接口标准,使各种异构系统便于互连和具有高度的互操作性。集成表现在各种服务和多媒体应用的高度集成上,在同一个网络上,允许各种信息传递,既能提供一点投递,又能提供多点投递;既能提供尽力而为的无特殊服务质量要求的信息传递,也能提供指定时延和差错控制的确保服务质量的实时交互。高性能表现在为网络应用提供高速的传输、高效的协议处理和高品质的网络服务。高性能计算机网络作为一个通信网络应当能够支持大量的和各种类型的用户应用,能按照应用的要求,合理地分配资源,具有灵活的网络组织和管理功能。智能化表现在网络的传输和处理上能向用户提供更为方便、友好的应用接口,使得网络计算能随“用户指定”或“应用指定”动态地变化。

2. 下一代因特网发展趋势

因特网的迅速发展,超出了其使用的 TCP/IP 协议的设计初衷,致使现有的因特网不堪重负。因此,自 1996 年以来,美国和其它国家或地区的一些研究机构、大学科学工作者相继提出了构建下一代因特网设想。1996 年 10 月美国政府宣布 5 年内用 5 亿美元的联邦资金实施“下一代因特网计划”,即“NGI(Next Generation Internet Initiative)计划”。1997 年 5 月,美国计算机研究学会召开工作组会议,美国科学技术理事会的计算机、信息和通信研究与发展分委会参加了会议,来自工业界、学术界和政府的网络专家就 NGI 计划进行了研讨。NGI 计划要实现的一个目标是:开发下一代网络结构,以比现有的因特网高 100 倍的传输速率,连接至少 100 个研究机构;以比现有的因特网高 1000 倍的传输速率连接 10 个类似的网点,其端到端的传输速率要超过 155Mb/s,甚至要达到 10Gb/s。NGI 的另一个目标是:使用先进的网络服务技术来开拓新的应用,如远程教育、远程医疗、高性能全球通信、有关能源和地球系统的研究、环境监测和预报等。NGI 计划使用超高速全光网络,从而实现更快速的交换和路由选择,更好地按需分配带宽和有很强的网络管理功能。下一代因特网最终要克服现有因特网存在的问题,逐步实现在 IP 协议支持下运行各种业务。现有因特网存在的重要缺点是:有限地址无