



计算机 通信技术

● 阮家栋 钱亦平 邓琛 等编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校教材

URL: <http://www.phei.com.cn>

高等学校教材

计算机通信技术

阮家栋 钱亦平 邓 琛 等编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书介绍了现代计算机通信的基本理论和应用技术。第1、2章介绍了计算机通信的概况和计算机通信系统的基本模型;第3、4章介绍信号的传输、调制和编码;第5章介绍通信接口和设备;第6章介绍数据通信编程技术;第7章介绍网络中的计算机通信;第8章介绍IP电话、可视电话等计算机通信的最新应用。

本书适合作为大专院校的教材,也适合从事计算机通信的工程技术人员作为参考。

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。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信技术/阮家栋等编. - 北京:电子工业出版社,2000.8

高等学校教材

ISBN 7-5053-5987-8

I. 计… II. 阮… III. 计算机通信 - 高等学校 - 教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 31231 号

丛 书 名: 高等学校教材

书 名: 计算机通信技术

编 者: 阮家栋 钱亦平 邓 琛等

责任编辑: 赵 平

特约编辑: 朱 宇

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

装 订 者: 三河市新伟装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 9 字数: 227 千字

版 次: 2000 年 8 月第 1 版 2001 年 7 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5987-8
TP·3148

印 数: 2 000 册 定价: 14.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

21 世纪是一个信息化时代,计算机通信技术作为信息技术的重要组成部分,正以人们意想不到的速度向前发展。十年前国人还知之不多的 ATM 技术、综合业务数字网等名词,如今已家喻户晓,而且正在享受着这些新技术带来的便利。计算机通信技术的发展促成了计算机网络的出现;计算机网络的发展又使计算机通信增加了更多新的应用,出现了许多新的技术。计算机通信技术和计算机网络的紧密结合和广泛应用正在改变着人类的生活习惯、思维方式,影响着人们的社会分工和文化环境,也使人类赖以生存的地球变得越来越小。

计算机通信是一种实用性很强的技术。我们在编写本书时力求理论联系实际,在介绍计算机通信基本理论的基础上,着重介绍它的应用技术。本书第 1、2 章介绍计算机通信的概况和计算机通信系统的基本模型;第 3、4 章介绍信号的传输、调制和编码;第 5 章介绍通信接口和设备;第 6 章介绍数据通信编程技术;第 7 章介绍网络中的计算机通信;第 8 章介绍 IP 电话、可视电话等计算机通信的最新应用。

本书是在作者多年从事计算机通信技术课程教学的基础上编写而成的。适合作为大专院校的教材,也适合从事计算机通信技术的工程技术人员参考。

本书由阮家栋、钱亦平、邓琛等编。第 1、2 章由邓琛编写;第 3、4 章由钱亦平编写;第 5 章由戴国银编写;第 6 章由阮家栋编写;第 7 章由李荣正编写;第 8 章由李健平编写。

限于作者的水平,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者
2000 年 2 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 计算机通信发展史	(1)
1.2 计算机通信的基本特点	(5)
1.3 通信与网络的标准化	(6)
1.4 计算机通信的应用及发展前景	(8)
思考题	(10)
2 计算机通信系统的基本模型	(11)
2.1 通信系统模型	(11)
2.1.1 模拟通信系统的基本模型	(12)
2.1.2 数字通信系统的基本模型	(12)
2.1.3 计算机通信系统的基本模型	(13)
2.2 计算机通信网	(14)
2.2.1 计算机通信网和计算机网络的区别	(15)
2.2.2 计算机通信网的基本组成	(15)
2.2.3 计算机通信网的基本功能	(16)
2.2.4 计算机通信网的分类	(17)
思考题	(19)
3 信号的传输和信道	(20)
3.1 信道	(20)
3.1.1 信道的特征	(20)
3.1.2 信道的匹配	(21)
3.2 信号的传输媒介	(21)
3.2.1 自由空间	(21)
3.2.2 电缆及其特性	(22)
3.2.3 光导纤维	(23)
3.3 信道的复用	(25)
3.3.1 正交调制复用	(25)
3.3.2 频分复用(FDM)	(26)
3.3.3 时分复用(TDM)	(28)
3.3.4 码分复用(CDM)	(30)
3.4 中继技术	(30)
3.4.1 再生中继	(30)
3.4.2 差频转接	(31)
思考题	(31)
4 信号的调制和编码	(32)

4.1 调幅、调频和调相	(32)
4.1.1 调幅(AM)	(32)
4.1.2 调频和调相(FM,PM)	(34)
4.2 基带数字信号的传输	(35)
4.2.1 表示数字信号的波形	(35)
4.2.2 数字信号的频谱	(35)
4.2.3 有限带宽的数字信号	(36)
4.3 数字信号的调制	(37)
4.3.1 幅移键控(ASK)	(37)
4.3.2 频移键控(FSK)	(37)
4.3.3 相移键控(PSK)	(38)
4.4 数字信号的编码	(40)
4.4.1 信源编码	(40)
4.4.2 信道编码	(41)
4.5 同步控制技术	(41)
4.5.1 载频同步	(42)
4.5.2 位同步	(42)
4.5.3 帧同步	(43)
4.5.4 网同步	(44)
思考题	(45)
5 通信接口与设备	(46)
5.1 调制解调器	(46)
5.1.1 MODEM 的工作原理	(46)
5.1.2 MODEM 通信协议标准	(47)
5.1.3 MODEM 的分类	(48)
5.1.4 MODEM 的外型及接线	(49)
5.1.5 MODEM 的运行和控制	(51)
5.1.6 Hayes AT 命令集	(52)
5.2 计算机与 MODEM 之间的接口	(53)
5.2.1 接口概述	(53)
5.2.2 CCITT V.24/EIA RS-232C 标准	(54)
5.2.3 20mA 电流环接口	(64)
5.3 通用异步收发器 INS 8250	(66)
5.3.1 主要功能	(66)
5.3.2 INS 8250 引脚定义和功能框图	(66)
5.3.3 INS 8250 内部寄存器	(69)
思考题	(73)
6 数据通信编程技术	(74)
6.1 异步通信适配器	(74)
6.1.1 处理器接口逻辑	(74)
6.1.2 异步通信接口逻辑	(76)
6.2 DOS 和 BIOS 的通信功能	(76)

6.2.1	DOS 的通信命令	(76)
6.2.2	BIOS 级的 PC 通信	(78)
6.3	汇编语言通信程序的编制	(80)
6.3.1	8250 编程	(80)
6.3.2	通信程序举例	(81)
6.4	Quick Basic 编程	(83)
6.4.1	QBasic 的通信环境	(83)
6.4.2	打开并初始化通信化端口	(83)
6.4.3	文件操作	(85)
6.4.4	通信缓冲区的测试	(85)
6.4.5	通信事件的捕获	(86)
6.4.6	全双工通信程序	(86)
6.4.7	文件的发送	(88)
6.4.8	文件的接收	(89)
6.5	用 C 编制通信程序	(90)
	思考题	(91)
7	计算机网络和网络中的计算机通信	(93)
7.1	计算机网络	(93)
7.1.1	网络基本知识	(93)
7.1.2	网络拓扑结构	(95)
7.1.3	差错检测方法	(97)
7.2	网络体系结构及协议	(99)
7.2.1	开放系统互联(OSI)参考模型	(99)
7.2.2	TCP/IP 体系结构	(101)
7.2.3	数据链路层	(102)
7.2.4	网络层	(104)
7.3	局域网	(107)
7.3.1	媒体访问控制	(107)
7.3.2	Novell 网	(108)
7.3.3	NT 网	(109)
7.4	互联网	(111)
7.4.1	互联网概述	(111)
7.4.2	IP 地址和域名	(113)
7.4.3	Internet 的服务	(114)
	思考题	(115)
8	计算机通信的应用——IP 电话	(116)
8.1	IP 电话概述	(116)
8.2	IP 电话网关	(123)
8.3	IP 电话软件	(124)
8.3.1	IP 电话的分类	(124)
8.3.2	常用的 IP 电话软件	(125)
8.4	IP 电话软件的使用	(126)

8.4.1 Internet Phone 5.0 的使用.....	(126)
8.4.2 视频 IP 电话的使用.....	(129)
思考题	(133)
参考资料	(133)

1 绪论

计算机通信是在 20 世纪 60 年代初迅速发展起来的一种新的通信技术,它是面向计算机和数据终端的一种现代通信方式,可以实现计算机与计算机、人(通过终端)与计算机之间数据的生成、存储、处理、传递和交换。从计算机应用的广泛与深入的角度出发,要求处于不同地理位置的计算机系统之间,能够交换消息,共享资源,以至协同工作,更好地完成给定的任务,这就意味着计算机系统之间需要建立通信。而从通信技术发展的角度来看,需要利用计算机灵活高速的信息处理能力和存储记忆能力,促使通信方式由模拟通信向数字通信乃至数据通信转化,以提高通信系统的综合性能,改善通信系统的服务质量。由此可见,计算机通信的出现与发展是通信与计算机密切结合、相互需要的结果,也是电子技术领域中一个必然的发展趋势。在实际中,人们往往把数据通信看作广义的计算机通信,即它的发送接收设备除了计算机外,也包括其他数字终端设备和数据装置。

1.1 计算机通信发展史

计算机通信的发展历史并不长,起源于 20 世纪 60 年代初。它的形成过程,是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始的。随着通信和计算机等多门学科的迅猛发展和服务的需要,在联机系统的基础上发展到把多台中心计算机相互联接起来,实现以资源共享为目的的计算机网络,标志着计算机通信网技术达到了成熟的高级阶段。

早期计算机系统是高度集中的。所有设备安装在同一间房子里,因此“计算机通信”仅局限于计算机房中各个互联设备之间的通信,例如一台计算机和磁带驱动设备、各种输入/输出设备等的通信。后来发展了批处理和分时系统,一台计算机尽管可以同时为多个用户服务,但没有计算机之间的通信,所以分时系统所连接的多个终端和主计算机仍需放在同一间房里,用户必须在计算机房里使用终端,进行所有的信息处理。显然,在这种方式中,计算机和通信是分开进行的。60 年代初期,由于计算机技术的迅速发展,使电子计算机越来越广泛地在各个部门得以应用,因此迫切需要对分散在各地的数据进行集中处理,从而出现了联机终端。通过专门的电缆使远程的用户终端与主机相连,实现了远程终端对主机的访问。为了减轻主机在通信方面的负担,充分发挥主机在数据处理方面的作用,在主机上增加一个通信接口装置使其增加通信功能,如图 1-1 所示。将远地用户的输入/输出装置通过通信线路(模拟的或数字的)直接与计算机的通信控制装置相连。这样,计算机一边接收从远地站点输入的信息,一边处理信息,最后的处理结果也经过通信线路直接送回到远地的用户终端设备。计算机与通信的结合就这样开始了。从通信角度看,这种单机联机系统只能说是一种计算机数据通信系统。

如果上述一台计算机直接连接多台终端设备,则把这种系统称为单主机联机系统,或称多终端系统。终端设备与计算机之间的连接方式可以是多种形式的。最初的连接方法采用专线点-点式,即每个终端都独占一条线路,显然,其投资是相当昂贵的。采用这种连接方式的环境一般都是较为分散的数据终端设备环境,而且是指传输信息量很大或者速率比较高的批量数据终端设备,否则线路利用率很低。随着进一步采用先进的通信技术,出现了多点连接方式或称广播式连接方式,亦即允许多台终端共用一条或一段线路与主机相连。由于存在多个终端,

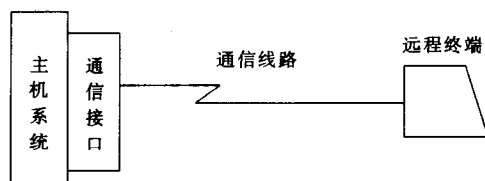


图 1-1 单机联机系统

故完全依靠地址进行识别。后来由于分时系统的发展,需要连接的终端数目越来越大,于是出现了利用现有的电报、电话或数字数据通信网来实现终端与计算机之间传输信息的情况。计算机系统从简单的单主机联机系统逐渐发展成为更加复杂的多主机联机系统,连接着大量的终端设备以适应各个应用领域的需要。典型的多终端联机系统如图 1-2 所示。

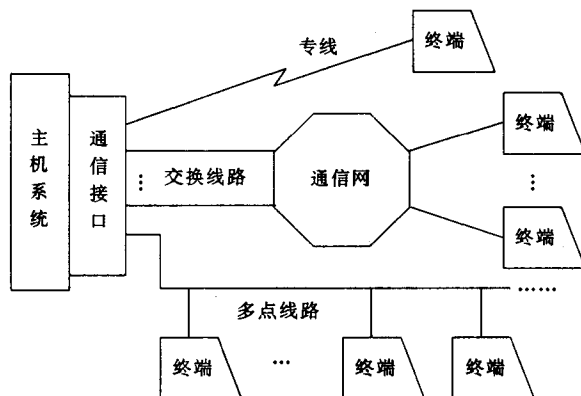


图 1-2 多终端联机系统

以上这些远程联机系统也称为第一代的计算机网络。需要指出的是:这样的系统中除了一台中心计算机,其余的终端都不具备自主处理功能。在系统中主要存在的是终端和中心计算机间的通信。为了更明确地与后来出现的多个计算机互联的计算机网络相区分,也称为面向终端的计算机通信网。

但是,这种联机系统仍然存在两个缺点:

- (1)主机系统的负荷较重,它既要承担数据处理任务,又要承担通信任务。
- (2)通信线路的利用率很低,尤其是终端距离主机较远时更是如此。

为克服上述缺点,考虑在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP(Front End Processor,有时也简称为前端机)来完成通信的工作,这样可以把数据处理和通信进行分工,以减轻中心计算机的通信开销,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另外,为了提高远程线路的利用率,降低通信费用,通常在终端比较集中的地点设置终端控制器 TC(Terminal Controller)。使远端同一地区内的用户终端可以共享同一通信线路。它首先通过低速线路将附近各终端连接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端数据。前端机和终端控制器通常采用比较便宜的小型计算机或微型机,因为它能够完成前端机和终端控制器应具有复杂的通信控制功能,典型的结构如图 1-3 所示。图中调制解调器(MODEM),是利用模拟通信线路远程传输数字信号所必须附加的设备。显然,这样的远程联机系统已经具备了计算机和计算机通

信的雏形。

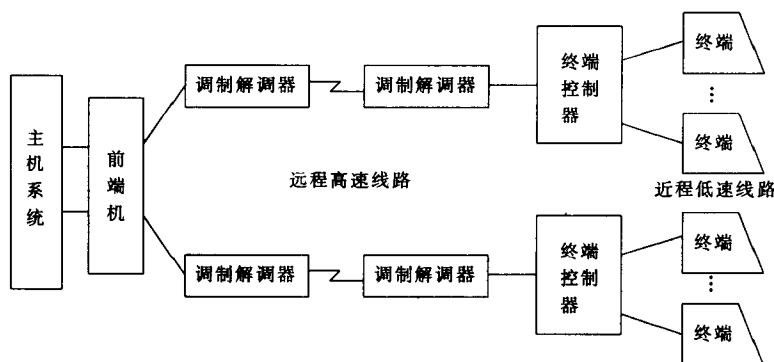


图 1-3 面向终端的远程联机系统

60 年代末,以美国 ARPA 网(ARPANET)的推出为起点,出现了以资源共享为目的的异种计算机互联网,开始了第二代计算机通信网。ARPA 网是第二代计算机通信网的典型代表,它采用的是两级子网结构。在 ARPA 网中互联的是运行用户应用程序的主计算机,又称为主机(Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路,而是通过称为接口报文处理机 IMP (Interface Message Processor)的装置转接后互联的,如图 1-4 所示。其中以点划线为界,由 IMP 和它们之间互联的通信线路构成了通信子网(Communication Subnet)。通信子网的主要任务是负责完成主机之间的通信任务,保证可靠的和高效能的数据通信,主机和终端对它来说只不过是数据通信的用户;而主机系统(软件、硬件及数据库)、终端、集中器等组成了资源子网。资源子网的主要任务是数据处理,它不再管理繁琐的通信工作,从而把力量集中于主机系统的效能发挥,更好地提高对用户服务的质量。ARPA 网为后来的网络技术奠定了基础。今天已覆盖全球的互联网络 Internet 就是在此基础上发展起来的。

比较图 1-3 和图 1-4 可见,面向终端的远程联机系统和第二代计算机通信网络的显著区别就在于,前者是以单个计算机为中心,各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源;而后者以通信子网为中心,可以有多个主计算机,用户不仅共享通信子网的资源,还可以共享资源子网的硬、软件资源。显然主计算机和终端之间的通信被发展到计算机和计算机之间的通信。

随着计算机网络和分布处理技术的迅速发展,进一步推动了计算机通信的广泛应用。1976 年,原国际电报电话咨询委员会(CCITT)正式公布了基于分组交换技术的公用数据通信网的重要标准 X.25 规程,其后经过多次修改和补充,为公用和专用数据网的技术发展奠定了基础。在这一阶段,又相继涌现出无线分组网和卫星分组网。不同类型的计算机系统通过不同的通信子网进行联网通信,出现了很多技术性问题,但最为迫切的问题则是计算机通信的标准化。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)于 1977 年成立了专门机构研究和制订网络通信标准,以实现网络体系结构标准化。不久,他们就提出了一个能使各种计算机在世界范围内互连成网的有关网络体系结构的七层参考模型,这就是著名的开放系统互连(OSI)基本参考模型。它为研究、设计、改造和实现新一代计算机网络系统提供了功能上和概念上的框架,是一个具有指导性的标准。从此开始了第三代计算机网络的新纪元。

第三代计算机网络是从 20 世纪 70 年代末 80 年代初发展起来的。这一代网络的标志性成就是:利用人造通信卫星进行中继的网际通信网络的研制;计算机局域网(LAN)的实用化

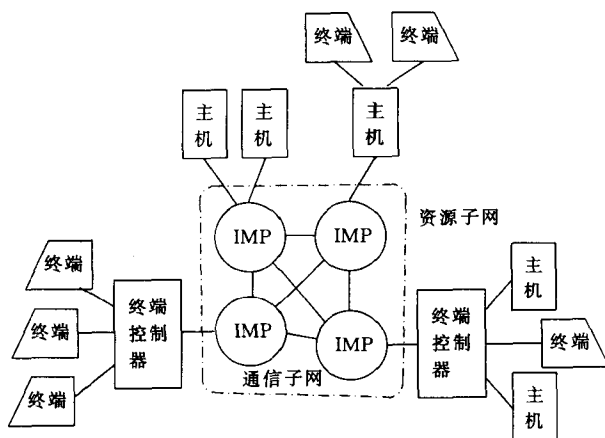


图 1-4 第二代计算机通信网

和商品化；在网络环境下分布式数据处理技术的应用以及网络互连技术的成熟和完善。

80 年代由于微电子技术和超大规模集成电路(VLSI)所取得的成就,使微型计算机技术得到迅速发展,并渗透到各个技术领域和整个社会的各个方面。由于它优越的性能价格比,使其在各个领域得到广泛的应用,由此导致了计算机模式的重大改变。这些微型机一般具有界面友好的软件支持,但处理能力和硬、软件资源有限,因此需要相互之间交换信息和共享资源。如果将分散在各部门企业内各自独立的计算机设备互联起来,从而形成一个能满足信息交换和资源共享要求,以微型计算机(PC 机)为主体的用于较小范围的计算机网络,这就是局域网 LAN(Local Area Network)。例如在一个局部地理范围内,比如几十米至几十千米左右,也就是一幢楼房、一个单位或一个校园就可能有许多计算机,通过专用的通信线路将它们连接起来就构成了局域网。局域网不是公共的或者商用的公共服务设施,不利用公用事业部门提供的传输媒体,也无需公用远程通信管理部门的介入,完全可以由一个单位经营管理与使用。由于覆盖范围小,它可以使用相对来说便宜得多的线路驱动设备代替复杂的远程公用模拟传输网所需要的调制解调器,在较短的距离内,达到比远程网高得多的数据速率。“远程网”与“局域网”相对应,远程网目前又被称为广域网 WAN(Wide Area Network)。广域网的数据速率通常在 Mb/s 以下,一般为 $10^2 \sim 10^3$ b/s,而局域网的数据速率则通常在 Mb/s 以上,甚至高达数千 Mb/s。1982 年,IEEE 802 委员会首先提出了与 OSI 有共性但又有个性的 LAN 标准化。LAN 提供了 PC 机之间、PC 机与大型机之间资源集成的一种有效的通信支持,PC 机的资源通过 LAN 得到了延伸(如文件服务、打印服务、数据库服务等),构成了以服务器为中心的计算机模式,也称为资源共享模式。

20 世纪 80 年代末至 90 年代初,高速发展的技术能力和计算机的广泛应用,以及有效的经济因素,促成了一种称为客户/服务器(Client/Server)的计算机模式。使系统综合应用客户机和服务器两方面的智能、资源和计算能力,协同执行一项特定的任务,并能提供图形用户界面(GUI)。

90 年代,面对蓬勃发展的计算机局域网,人们意识到这些计算机局域网本质上还是彼此孤立的“信息岛屿”,需要把它们相互沟通起来,也就是说,要实现各种不同类型计算机网络之间的互联、互通和互操作。目前,已推出多种网络互联的技术和产品使各种网络在不同的网络结构层次上连接起来,使信息既可以在局域网的内部流通,也可以在不同局域网之间流通。

从 80 年代末开始,计算机网络开始进入其发展的第四时期。这一时期为了适应高质量信息通道的需要,计算机网络正向多媒体网络、综合业务数字网络、智能型网络以及宽带高速数据传送的方向发展,因此,开发和应用高速网络技术,采用光纤作为网络传输的介质,开发和应用多媒体网络、综合业务数字网络 ISDN 以及智能型网络是这一时期的主要标志。

纵观计算机通信的发展史,计算机技术和通信技术之间有着十分密切的联系。而且,几乎每十年就会有新一代网络技术和产品出现,尤其是计算机网络和分布式数据处理的迅速发展,更进一步推动新的通信业务和技术的发展。目前,计算机通信网随着新技术、新业务需求的不断涌现,正以更快的速度向前发展,朝着多媒体、综合业务、宽带高速的方向前进。本世纪将是多媒体为代表的多媒体通信,它突破了计算机、电话、电视等传统产业的界线,把计算机的交互性、通信网络的分布性和多媒体信息的综合性融为一体,向人们提供全新的信息服务,从而对人类的生活和生活方式产生深远的影响。

1.2 计算机通信的基本特点

计算机通信主要是“人(通过终端)-机(计算机)”通信或者是“机-机”通信。它以数据传输为基础,但又不是单纯的数据传输。它包括数据传输和数据交换,以及在传输前后的数据处理过程。而这些技术都离不开计算机或计算机的相关技术。与传统的电话通信相比,计算机通信具有以下基本特点:

(1)抗干扰能力强

电信号在传输过程,不可避免地会受到通信系统内部和外部的各种干扰,对于模拟信号,干扰是以噪声形式叠加在模拟信号上,传输距离越远,噪声的影响积累越严重;而计算机通信中所处理和传递的信息,都是以二进制形式表示的数字数据信号,只要噪声不严重到使信号畸变成另一个状态,就很容易通过简单的整形来消除噪声。因此,长距离传输中,可以不断通过中继电路对数据信号进行再生,消除噪声的积累,不会因为传输距离的增加而使通信质量明显下降。

(2)设备易于集成化

计算机和数据通信这两个领域的发展,都离不开微电子技术——超大规模集成电路(VLSI)所取得的成就。数字电路比模拟电路容易集成,采用中大规模甚至超大规模的数字集成电路,所制造的通信设备体积小、功耗低、成本低、可靠性高,且随着计算机和集成电路芯片价格的不断下降,使计算机通信系统得以广泛的应用。

(3)有利于安全加密

数据信号易于进行二进制算术逻辑运算,利用现代计算机技术把要发送的数据信号按一定的加密运算规则处理后,使它变成与原信号不同的另一代码,就可以达到信息加密的目的。接收端收到这种加密的代码后,只要采用相应的解密运算规则,就可以恢复原来的数据信息。因此计算机通信易于加密且保密性强。

(4)数据传输可靠性要求高

在计算机通信中,处理和传递的是以二进制形式表示的数字数据信号,只要在传输过程中出现码组内 1bit 的差错,在接收端就有可能被处理成完全不同、甚至相反的含义。为确保数据传输的安全可靠,必须设法控制传输中的差错,以改善传输质量。

(5) 数据信息的传输效率高

数字信道的数据传输速率比模拟信道的数据速率高得多。例如,在一条语音模拟信道上,数据速率为 2400bit/s,则每分钟可传 18000 个字符(一个字符计为 8bit),若在一数字信道上速率为 64kb/s,每分钟则可传送 48 万个字符。在同样条件下,电话通信不可能在 1 分钟内完成如此多的信息内容。由此可见,计算机通信具有突出的经济效益。

(6) 计算机通信每次呼叫平均持续时间短

据资料统计,大约 25% 的数据通信持续时间在 1s 以下,大约 50% 的数据通信持续时间为 5s 以下,而电话通信的平均时间约为 3~5min。此外,计算机通信的呼叫建立时间要求小于 1.5s,而电话通信呼叫建立时间较长,一般需 15s 左右。

(7) 适应多媒体通信

语音、文字、数值、图形和图像等多媒体信息都可以用二值信号来传输和再现,也就是说,计算机通信与多媒体通信本质上是一致的;另外,对于数据传输与交换过程中的监控和管理,也是采用计算机处理的二值信号。因此,计算机通信系统不但可以实现多媒体通信,而且可以对多媒体通信的网络和业务进行监控和管理,发展成统一的综合业务数字通信网。

(8) 必须具备足够灵活的通信接口

计算机通信的用户主要是各类计算机系统,它们在数据的传输方式、传输代码、通信方式、通信控制以及操作系统等方面存在很大的差别,因此必须具备足够灵活的通信接口,以利于适应各类用户的需要。

1.3 通信与网络的标准化

一个通信系统的通信包含两个层次的要求,一是通信的物理层次,它提供通信的物理环境和条件;二是通信的逻辑层次,它提供通信规程或通信协议。物理层次提供由物理介质构成的信道、形成适合传输的信号、保证信号传输的质量等;而逻辑层次,它建立在正常工作的物理层次之上,是完成通信双方必须遵守的一系列规则和约定,用于保证通信功能的实现,比如怎样进行差错控制,实现通信的管理,以及解决不同数据设备之间字符编码和数据格式的转换。由于计算机通信的主要用户是各种不同类型的计算机系统,要使各个厂家的计算机和通信设备通过不同的通信子网进行通信,就需要制定计算机通信的标准、规程(协议)和接口。将复杂的通信要求分解为各个任务,明确规定系统的结构,描述总体功能和各个任务的功能,各个任务之间的关系与接口功能。显然,我们应将标准性作为设计、实施和评价通信系统的重要指标。

目前,这些通信协议已取得相当程度的规范化和标准化,并已得到各国的普遍承认,成为国际上通信的共同标准。通信系统的标准化关系到系统的可用性、可维护性和可扩充性。在标准化约束下,各个厂家的计算机和通信设备才能够保证互连、使得通信实现国际化。下面介绍几个具有较大影响和权威的与计算机通信有关的国际标准化机构。

(1) 国际电信联盟电信标准部门 (ITU-TSS)

国际电信联盟 (ITU) 是联合国的一个专门机构,从 1993 年 3 月 1 日起,下设电信标准部门 (TSS)、无线电通信部门和电信发展部门。TSS 是由原国际电报电话咨询委员会 (CCITT) 和国际无线电通信咨询委员会 (CCIR) 从事标准化工作的部分合并而成,其主要职责是对有关电信技术、操作和资费等问题提出建议,以使全世界的电信标准化。

TSS 下设 15 个研究组,与计算机通信有关的 TSS 建议系列有:

- F 系列建议:除电话以外的电信业务(操作、服务质量、业务定义和人的因素等);
- G 系列建议:有关传输系统和媒体,数字系统和网络;
- H 系列建议:有关非话信号的线路传输;
- I 系列建议:有关 ISDN(综合业务数字网);
- T 系列建议:有关远程信息业务,文件结构的重点性能和高层协议;
- V 系列建议:有关电话网上的数据通信;
- X 系列建议:有关数据网和开放系统通信;
- Z 系列建议:有关程序语言。

(2) 国际标准化组织(ISO)

ISO(International Standardization Organization),是国际标准化组织的缩写,是由每一个成员国的国家标准化组织组成的一个不缔约组织,是目前世界上最大的国际标准化专门机构,它所从事的研究活动主要来源于用户制造商。ISO 下设几个技术委员会,其中 TC 97 技术委员会是“信息处理系统技术委员会”,负责制定有关信息处理的标准,TC97 中的 SC6 是数据通信分技术委员会,负责数据通信的标准化,SC16 负责有关开放系统互联(OSI)的参考模型。ISO 标准的制定一般分为四个阶段:工作草案(WD),建议草案(DP),国际标准草案(DIS)和国际标准(IS),形成一个标准通常要经历 4~5 年的时间。目前已有近 50 个国家采用了 ISO 标准。

ISO 和 TSS(原 CCITT)都在进行计算机(数据)通信的协议标准化工作。ISO 从用户系统的角度开展研究,其主要目标是定义设备的基本兼容性要求;TSS 从通信系统的角度进行研究,其主要目标是定义如何实现设备的兼容性要求。

(3) 美国国家标准学会(ANSI)

ANSI(American National Standards Institute)是美国全国性的技术情报交换中心,由制造商、用户、通信载波及其他有关组织组成,是美国标准化解释和协调的最高机构。它是 ISO 的成员,所从事的工作与 ISO 大体相同。

(4) 电气电子工程师学会(IEEE)

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)是美国制定电气标准的专业组织,已经从事多年的标准化研究工作,对数据通信标准的制定有重大影响。它主要从事 OSI 模型中物理层和数据链路层协议的制定工作。1980 年 2 月它成立了计算机局域网标准委员会。所提出的 IEEE 802.1~802.6 局域网标准已被纳入 ISO 的标准中。

(5) 电子工业协会(EIA)

EIA(Electronic Industries Association)是美国电子工业商界协会,是一个全国性的贸易联盟。多年来一直注重标准化的开发工作,主要从事 OSI 模型中与物理层有关的标准制定。最著名的标准是 RS-232C,这是一个应用串行二进制数据交换的 DTE(Data Terminal Equipment)和 DCE(Data Communication Equipment)之间的接口标准。EIA 颁布自己制订的标准,同时也向 ANSI 提交建议,作为美国国家标准颁布。

(6) 欧洲计算机制造商协会(ECMA)

ECMA(European Computer Manufacturers Association)是一个标准化和技术评议机构,旨在开发用于计算机和通信技术的标准。它与 ISO 和 TSS 的许多技术委员会(TC)和研究组(SG)保持着密切的合作关系。

(7) 中国国家标准局

我国从事标准化工作的机构,是我国有关工程和技术标准的法律制定机构,并颁布有关的

标准。在通信与计算机领域中,我国已决定采用相应的国际标准。1983 年成立了计算机与信息处理标准化技术委员,负责 ISO/TC 97 所对应的标准化工作。

1.4 计算机通信的应用及发展前景

计算机通信已在工业、国防、金融、电信、科研等部门,以及日常生活中得到广泛的应用。尤其是网络技术和分布式处理技术的迅速发展,更进一步推动新的通信业务和技术的发展。几乎所有发达国家和部分发展中国家都已建立了分组交换公用数据网(PSPDN),同时也建立了另一种数字数据网(PDN),即一种高速数据网,它们支持了标准化入网接口,并为用户提供各种新业务,例如:

(1)可视图文(Videotext)业务。一种以 PSPDN 和电话网的网络资源为传输媒介,能在终端屏幕上显示文字和图形的交互型可视图文通信业务。用户利用电话机和挂接在话机上具有显示和检索功能的终端,通过公用电信网接入可视图文的专用或公用数据库,以会话的方式检索图、文信息,从而实现资源共享。

(2)电子邮件(E-mail)业务。电子邮件系统是一种基于计算机通信的远程信息处理系统,它利用存储转发方式为用户提供各种类型(如信件、文件、传真、可视图文、语音或图像等)的信息交换,用户将要发送的内容以规定的格式通过网络传到收信人的信箱(Mailbox)。信箱实际上就是计算机系统的存储设备,它是由电子邮件软件文件管理子系统维持的一个实体,具有文件目录的性质。收信人可以随时开启自己的信箱,检索、复制所需的内容。这种业务打破了时空、地域、国度的限制,集邮政的简便与电子技术的快速于一体。

(3)数据库查询。在计算机通信网上接入若干大型数据库,供入网的用户直接查询。例如,航空和铁路部门的交通数据库,通讯社的经济信息和时事数据库,图书情报资料信息库,而银行的业务数据库,为客户提供国内外的支付与结算、其他贸易等银行业务服务。目前,“网上银行”交易在因特网上已获得成功。网上银行的客户,可随时随地在不同的电脑终端上上网申请办理银行业务。这种及时、准确、方便、广泛的信息服务会产生巨大的社会效益和经济效益。

(4)实时远程通信。通过网络将两台主机连接在一起,进行实时会话、实时订票、实时购物等。

(5)电子数据交换(EDI)。计算机通信技术应用的又一新发展。所谓 EDI,是指按照协议,对具有一定结构特征的标准经济信息,如支票、收据、订单、运单、保险等,经过计算机通信网络,在贸易伙伴的电子计算机系统之间自动地进行数据交换和处理,从而迅速、准确地进行大量频繁的经济交易,可减少由于错漏、延误造成的商业损失,提高企业的综合竞争能力。由于 EDI 的使用可以取代传统的纸张文件的交换方式,因此有人也称为“无纸贸易”或“电子贸易”。EDI 将从根本上改变现代产业结构、组织管理和贸易方式,称得上是一场国际性的商贸革命。

(6)消息处理系统(MHS)。一种基于计算机网的信息传递业务,属于面向用户的完备电信业务,它可以传送普通文件、信函,还可以传送语音、传真和录制的图像文件等。目前,不少部门和企业利用公用网或专用网来建立各自的消息系统,以达到加强管理、提高效能的目的。在民用方面,诸如交通管制、联机订票、金融业务、电子购货、产销合同、信息查询等方面都开拓了新业务,而在军用方面,军事指挥、控制、通信与情报系统则起到了不可估量的作用。

计算机通信及其网络技术的发展已经取得了令人瞩目的成效。随着微电子技术、光纤和光电子学,以及面向对象的编程软件的不断发展,计算机通信有着更广阔的发展前景。

光纤通信技术的发展,提高了传送速率和性能,这一点可以从已定义的同步数字分级结构,或同步光纤网中看出。例如,光纤传输系统 STM-1(155.52Mb/s)、STM-4(622.08Mb/s)和 STM-16(2.488Gb/s)。光纤分布式数据接口 FDDI 是计算机网络技术发展到了高速数据通信阶段出现的第一项高速网络技术,它将传统的局域网传输速率提高了一个数量级,可达 100Mb/s。FDDI 是一种已经成熟的技术,具有高带宽、高速率、大容量、远距离、高可靠性等诸多优越性,又具备局域网和城域网这两种网络技术的处理能力,有完整的国际标准,因此近几年得到了广泛的应用。主要应用于主干网络、末端网络和一些需要高速传送大容量数据的应用场合。例如,许多高等院校的校园网都采用 FDDI 作为主干网;而将大型主机、大容量存储设备以及一些高速 I/O 处理设备连接在一起的末端网络也采用 FDDI。FDDI 为网络的高带宽、高可靠性和高容错能力提供了可靠的保证;在一些 CAD/CAM 应用中,采用 FDDI 对大量的图象输入输出也是非常合适的。

微电子技术用于通信使数字电话、数字移动电话、多媒体通信、ISDN(宽带及基于 64kb/s 的窄带)得到了发展。其技术焦点集中在发展高速的分组交换设备和简化通信规程。目前,国际上广泛采用的高速分组交换技术有两种,一种为帧中继(Frame relay)技术,另一种为异步传送模式(Asynchronous Transfer Mode),简称 ATM。

帧中继网络是 X.25 网在新的传输条件下发展起来的,X.25 建议书已经被证明是提供低速分组服务十分有效的工具,但不能很好地提供高速服务。在帧中继网络中,由于数字光纤网具有高速率,低误码率,且采用帧中继技术可以减少节点处理时间,因此帧中继网络的吞吐量比 X.25 网络的吞吐量大一个数量级以上。帧中继业务应用领域主要是:局域网互联,图像传送以及虚拟专用网等。

ATM 技术又称信元交换或高速分组交换技术,原本是用于宽带综合业务数字网的一种广域网传输技术,它具有高带宽、分组交换等特点,可提供话音、数据、图形和活动图像等多媒体传输和客户/服务器(Client/Server)的多媒体计算。由于 ATM 的先进技术和使用上的灵活性,使其广泛地应用于广域网、局域网、校园和社区等的主干网。在国际上,已推出多种 ATM 交换机、ATM 网络接口卡等产品。目前,先进的 ATM 交换机结构灵活、具有多媒体交换能力及多种接口选择,有完善的网络管理系统,因此 ATM 交换机已被引入专用网络,并将引入 B-ISDN 业务和公用通信网络中,它在未来的数据通信技术中有着广阔的应用前景。

21 世纪将是多媒体为代表的信息通信,而计算机通信则是信息通信时代的基础,是面向 21 世纪信息时代的一项重要的信息基础设施,它的主要目标是实现高速、高效、统一的全球性通信环境。根据上述要求,未来先进的网络技术和应用的发展动向是:进一步发展具有新一代光纤传输技术的高速数据网;将适应高速计算机(数据)通信的异步传输模式(ATM)技术作为主流技术;研究与高速通信网传输和交换技术相适应的新的网络协议;研究高速局域网、智能网络管理、网络编址和流控技术等随着网路规模扩大而出现的新方法;发展多媒体通信及应用技术(如多媒体文件、多媒体会议、多媒体邮件等)。目前,很多先进的网络技术和应用正在研究、开发之中,并将迅速地实用化。

当我们展望未来时,可以期望不久将会研制出能传输和处理所有类型的数据和信息的综合系统,它将兼容所有的通信方式,使任何人、在任何地点、任何时间,都能将文本、图形、语言、视频信息传递给任何地点的任何人,实现全球的个人通信,以提高整个社会的工作效率和经济效益。