

JISUANJI TONGXIN

计 算 机 通 信

沈 金 龙

东 南 大 学 出 版 社

73.4192/35

计算机通信

沈金龙



东南大学出版社

内 容 简 介

本书阐述了计算机通信的基本原理和组网概念,介绍了计算机通信环境中开放系统互连参考模型(OSI-RM)和国际电信联盟电信标准部门(ITU-T)的有关系列建议。从面向计算机系统(含局域网)的通信和应用出发,讨论了数据传输、通信接口、链路控制、分组交换、路由选择、流量控制、网路管理、网间互连和网路安全等问题;着重讨论了分组交换网的组网、接口和业务功能;最后介绍了网路环境下计算机通信的应用和新技术。

本书以国际标准为基线,强调了通信规程的重要性,力求在阐明基本原理的基础上,兼顾理论分析与实际应用,着重反映计算机通信的应用和新技术。

本书可用作计算机专业或通信类专业的计算机通信课程的本科生教材,也可作为从事网路及其应用人员的参考书。

责任编辑 王洪生



计 算 机 通 信

沈金龙

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编 210018)

江苏省新华书店经销

南京邮电学院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.75 字数 403千字

1995年9月第1版 1995年9月第1次印刷

印数:1—3000册

ISBN 7—81050—059—7/TP·7

定价:17.00元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

前 言

计算机通信是计算机技术和通信技术相结合而形成的一种新的通信方式,也是在面向 21 世纪的信息社会中迅速得到广泛应用的一门综合性学科。计算机通信所涉及的理论、技术范畴比较宽广。本书主要从面向计算机系统的通信服务和要求着手,全面介绍计算机通信及其网路(Network)环境的国际标准,阐述国际标准化组织开放系统互连参考模型(ISO/OSI-RM)和国际电信联盟电信标准部门(ITU-T)有关数据通信网的系列建议,并叙述了迅速发展的计算机通信的应用和新技术。

全书内容共分 10 章。第 1 章简述计算机通信的发展历程、基本原理,以及计算机通信网的组成、分类和应用等基本概念。第 2 章叙述计算机通信体系结构,介绍 ISO/OSI-RM 层次结构(七层模型)、通信服务、数据单元(DU)及通信原语等重要概念。第 3 章到第 5 章着重叙述七层模型的下三层。第 3 章所述的数据传输和通信接口是计算机通信的实现基础。第 4 章阐述链路控制协议机理,介绍滑动窗口流量控制方法和差错控制方法。第 5 章重点阐述分组交换网的特征及其分析基础,讨论了网路的路由选择和流量控制技术,着重介绍分组交换公用数据网(PSPDN)的入网接口(X.25 规程)。第 6 章介绍中国分组交换主干网(CHINAPAC)所选用的 DPN-100 交换设备,包括硬件结构、软件系统及其支持的业务功能,并讨论了网路管理系统的基本概念。第 7 章全面地概括了正在迅速发展中的各种多路访问技术,特别强调了局域网技术及应用环境。第 8 章着重讨论网间互连的各种技术和方法,并介绍 PSPDN 与其它网的互连方法。第 9 章讨论了面向信息处理的运输层的服务和协议,介绍高三层(会话层、表示层、应用层)在计算机通信环境中提供的服务。第 10 章介绍计算机通信的应用(电子邮件、电子数据互换)和新技术(快速分组交换:帧中继、ATM 技术)。

本书内容安排是以国际标准(OSI-RM, CCITT 有关的系列建议)为基线,强调了通信规程的重要性,力求在阐明基本原理的基础上,兼顾理论分析与实际应用,并列举了一些具有典型性的产品,其目的在于使读者通过学习计算机通信的工作原理,有助于理解相关的较抽象的标准建议,并具有计算机通信全网全程所必需的组网、规划和设计选型的基本技能。

本书可供计算机通信专业、计算机应用专业本科学学生作教材,也可作通信类其它专业的参考用书。课程安排参考学时为 64 学时。

本书在编写过程中参阅了国内外有关计算机通信和网路的专著、文献资料,并得到了院内许多教授、专家的关心和支持,部分研究生为本书的插图、校对做了大量的工作,在此表示诚挚的感谢。特别要感谢南京通信工程学院谢希仁教授为本书统审并提出了宝贵的意见。

限于时间与水平,书中难免存在缺点和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1995 年 1 月

目 录

1	计算机通信的基本原理	1
1.1	计算机通信简况	1
1.2	集中式远程信息处理系统	2
1.3	计算机通信的基本原理	4
1.4	计算机通信网	8
1.5	计算机通信的应用及展望	10
2	计算机通信体系结构	13
2.1	引言	13
2.2	通信协议和结构化功能分层	13
2.3	通信服务、协议和服务访问点	16
2.4	数据单元和数据传送流程	17
2.5	通信原语	18
2.6	X.200 系列建议	19
3	数据传输与通信接口	21
3.1	数据传输信道	21
3.2	传输媒体及其特性	22
3.3	传输媒体的多路复用	25
3.4	数据传输质量	28
3.5	通信接口特性	30
3.6	调制解调器的应用	37
4	数据链路控制	40
4.1	引言	40
4.2	数据链路的结构	40
4.3	数据链路控制协议机理与分析	41
4.4	滑动窗口的流量控制方法	45
4.5	差错控制	48
4.6	高级数据链路规程(HDLC)	52
4.7	通信控制器	58
5	分组交换网	64
5.1	分组交换网的基本概念	64
5.2	分组交换网的分析基础	68
5.3	路由选择方法	74
5.4	业务量控制方式	82

5.5	分组交换公用数据网的入网接口——X.25	89
5.6	中国分组交换主干网(CHINAPAC)	103
6	DPN-100 分组交换设备	
6.1	DPN-100 分组交换设备系统结构	106
6.2	DPN-100 支持的通信协议和用户接入方式	118
6.3	DPN-100 的业务功能	120
6.4	网路管理系统	127
7	多路访问控制技术与局域网	
7.1	多路访问控制技术	133
7.2	局域网标准	148
7.3	NE 网卡与组网配置	154
8	网间互连	
8.1	网间互连的问题和方法	158
8.2	分组交换公用数据网之间的互连——X.75	159
8.3	网间互连协议	161
8.4	局域网的互连	165
8.5	分组交换网与其它网的互连	173
9	计算机通信的高层服务	
9.1	计算机端一端通信	180
9.2	高层协议——信息处理服务	195
10	计算机通信的应用与新技术	
10.1	电子邮件系统	208
10.2	电子数据交换	214
10.3	计算机通信的安全性	216
10.4	网路环境的计算机通信实例	224
10.5	计算机通信新技术	234
附录 A	国际 5 号码(IA5)编码表(ASCII 码)	242
附录 B	PAD X.3 参数及其参考值	243
参考文献		246

1 计算机通信的基本原理

1.1 计算机通信简况

计算机通信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)与计算机之间数据信息的生成、存储、处理、传递和交换。人们常称它是计算机技术和通信技术相结合的产物。

计算机通信的发展历史并不长,起源于 20 世纪 50 年代初。那时使用的计算机系统普遍是以大型计算机为中心的时分共享模式,向用户终端提供 CPU 资源、软件和数据存储的共享功能。随着远程信息业务的出现,形成了面向终端的集中远程信息处理系统,也可称为计算机通信的早期模式,即计算中心模式。在 60 年代末,以美国 ARPA 网的推出为起点,出现了以资源共享为目的的异种计算机互连网,从而开辟了计算机技术与通信技术相结合的新方式,即网络化和分布处理技术。70 年代,计算机网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。不同类的计算机系统通过不同的通信子网进行连网通信,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。70 年代末,国际标准化组织(ISO)为推动异种计算机系统的互连及网间互连,提出了开放系统互连(OSI)参考模型,并于 1984 年正式成为一项重要的国际标准。

随着微电子技术的发展,计算机从大型化向微型化、网络化方向发展。个人计算机(PC 机)于 80 年代初问世后,得到了飞速发展,由此导致了计算机模式的重大变化。PC 机在用户的桌面上提供有限的 CPU 和数据存储能力,却具有界面友好的软件支持。为弥补 PC 机在大型应用中处理数据能力的限制,促使局域网(LAN)应运而生。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。80 年代末及 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,又促成了一种称为客户/服务器(client/server)的计算模式,使系统综合应用客户机和服务器两方面的智能、资源和计算能力来协同执行一项特定的任务,并能提供图形用户界面(GUI)。

计算机通信及其网路技术的发展,已取得了令人瞩目的成效。据统计,目前各类通信业务中,世界范围内电话业务年均增长率为 4%,而包括数据、传真、图文和图像等各种新型的非话业务年均增长率为 25%。预计到 20 世纪末,非话业务将会和话音业务平分秋色,各占 50%。到那时,将会推出单块芯片上可容纳 10 亿个元器件的超高密度集成电路,而光通信传输速率可达 40Gb/s,意味着单个光缆可载送 50 万个电话通路或 1000 个高质量的 34Mb/s 视频通道;光缆不只用于局间中继线,且会延伸到用户。在这个大环境中,21 世纪最富有吸引力的将是多

媒体(multimedia)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,它所面向的对象将会是基于高速光纤网的分布式多媒体应用。因此,在交换技术、网路结构、网路管理、网路安全以及通信协议等方面,有待进一步研究与深入开发。例如,在当前的分组交换技术的基础上,提出了新型的快速分组交换(FPS)技术,包括帧中继(frame relay)技术和异步传输模式(ATM),其中ATM已由CCITT定为宽带综合业务数字网(B-ISDN)的传输模式,它有利于提高传输性能,增加综合性服务,降低成本,满足多样化业务的广泛而灵活的需求,从而促进多媒体信息社会化的实现。

1.2 集中式远程信息处理系统

集中式远程信息处理系统是指多台远程终端(RT)通过通信设施汇集到主计算机的系统。如前所述,这类系统的特点是以大型计算机为中心的计算机模式,主计算机(简称主机)与终端间呈主从关系,其构成方式如图 1.1 所示。由图可知,它可以分为三部分:(1) 主机,(2) 通信处理机,(3) 通信设施与终端设备。

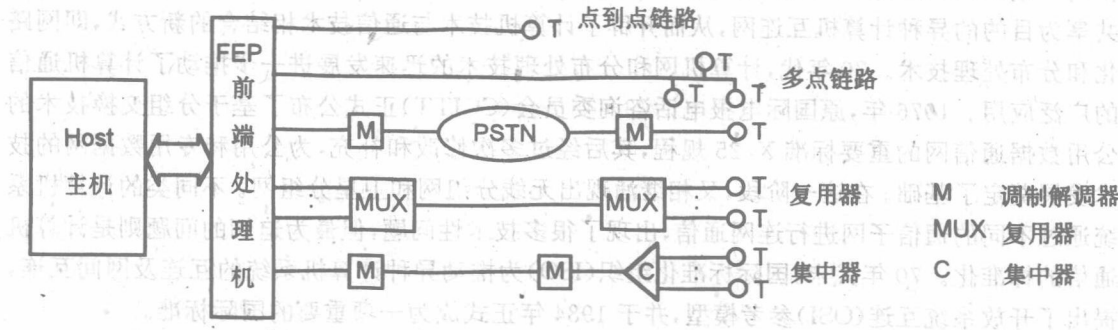


图 1.1 集中式远程信息处理系统

1.2.1 主机

主机配置中央处理单元(CPU)、存储器、硬盘、磁带机及打印机等外围设备,另外还有操作系统、通信控制程序及业务处理程序等。它具有很强的信息处理功能(包括数值计算、事务处理),向用户终端提供数据存储及资源共享。主机系统分为联机系统和脱机系统。联机系统按信息处理方式有下列三种:

1) 实时处理联机系统

这种系统的联机特征是将终端设备上生成的数据和控制信息直接送入主机;反之,主机可将执行的结果直接输出到终端显示或打印,进行交互式操作,从而避免以往需脱机将数据穿孔在卡片或纸带上,或预录在磁带或磁盘上,或脱机打印等中间过程。当用联机系统产生的结果去控制对象的动作速度足够快时,称为实时联机系统。可见联机反映的是一种空间关系,而实时则是一种时间关系。

衡量实时处理联机系统的性能参数有以下两项:

(1) 响应时间,指某一事件到达系统和系统对该事件作出应答的间隔时间。不同的应用环境,对这一参数的要求是不同的。例如,当事件是来自终端的一次查询时,响应时间是指终端设

备上输入查询信息最后一次按键(如 RETURN 键)到终端设备回显出第一个字符之间的间隔时间。一般,要求查询的响应时间短,而象电子邮件一类非实时性的传送控制,其响应时间则可允许到数十秒。

(2) 可靠性。为了提高可靠性,实际使用的实时处理联机系统常配有主备机方式,即有两台计算机,一台工作,另一台作热备用。一旦出现故障,系统能自动从故障主机切换到备用主机,确保数据资源安全,运行不间断。

2) 成批处理联机系统

这种系统的典型工作方式是用用户从终端设备上将计算机程序、原始数据连同操作说明书一并远程传输给主机,由配设的成批处理操作系统执行远程作业录入功能,进入一个队列,并按作业的优先级依次处理。当作业处理结束后,主机将结果或送回终端,或形成文件存储在外设硬盘中,等待用户读取。成批处理联机系统可使多个远程用户充分利用集中的资源,而系统的响应时间变化范围相当大,例如,有些计算量特别大的系统模拟与分析程序,往往需要经过几天的处理才能得到结果。

3) 分时处理联机系统

这种系统配置了分时操作系统,将主机的处理时间轮流地分配给各个联机作业,每个作业每一循环只占用主机的一个时隙。若在时隙结束时,一个作业的处理尚未完成,它要等到下一轮的对应时隙中继续处理,此时,主机则在另外一个时隙中处理其它的联机作业。这样,在多个联机用户中,每个用户相当于分别“单独”占有一台计算机,称之为虚拟计算机。

1.2.2 通信处理机

通信处理机介于主机与用户终端之间,用来完成全部通信控制任务,让主机专门进行数据处理,这样可以减轻主机通信处理的负荷,提高主机的数据处理效率。通信处理机又称前端处理机(FEP),简称为前端机。在配有成百上千台终端的大型主机中,常选用小型计算机作为通信处理机。

1.2.3 通信设施和终端设备

联机系统中用户终端通过通信设施与通信处理机链接的方式有以下几种:

(1) 点一点链路方式。每个用户终端独立地占用通信处理机的一个端口。当用户终端与端口的距离很远时,直达链路的投资较大,终端入网是个重要的问题。如果用户终端具有较高的通信量,这种方式是可取的。

(2) 多点链路方式。对于实时收集或数据发送的应用,由于终端不经常占用链路,则链路利用率很低。这时采用多点链路方式,即一条链路连接多个用户终端,共享通信处理机一个端口。在这种方式中,为便于区分用户终端,通信时需要增加一些用户的识别标志,这虽然增加了识别开销,但提高了链路的利用率和端口的可用性。这种方式每次仍然只提供一个用户终端机和通信处理机的交互。

(3) 交换网接续方式。这种方式利用现有的电话交换网为用户终端提供接续服务,可大大提高网内中继设备和链路的利用率。由于电话交换网原先是为模拟系统话音传输和接续而设

计的,因而在电话网上传输数据要受到一定的约束,为此采用数字调制解调器将数字数据信号变换到适宜于话路信道上传输的模拟信号。但每次通信时,需通过拨号完成链路的接续后才能传输数据。

(4) 集中器/复用器方式。使用集中器或复用器将多个终端通过共享同一链路接入通信处理机。复用器是一个实现复用和分路功能的设备,可采用频分复用、时分复用、码分复用等多种技术。若采用同步时分复用,输出链路容量至少与输入链路容量的总和相等,且在通信处理机侧复用器所恢复的信道数正好等于复用链路另一侧所接的用户终端数。

集中器是一台程序控制的逻辑设备,一般由小型计算机或功能相当的微机组成。通常将各用户终端用低速链路接到集中器,并经过同步链路接入通信处理机。集中器采用异步时分复用,通信处理机配有一软件,分别对接收与发送的数据进行分配与集中处理。如果在用户终端密集地配置集中器,用户终端到集中器之间有可能省去调制解调器。集中器输出只需加一对调制解调器与通信处理机连接,既可充分利用线路资源,又不需要象点对点链路方式那样配置大量调制解调器。

集中式远程信息处理系统具有面向终端的计算机系统的所有特征,这是计算机与通信相结合的先驱,为计算机通信提供了许多基本方法,也有人称这类系统为第一代计算机网。

1.3 计算机通信的基本原理

如前所述,计算机通信是指独立工作的计算机与计算机之间的数据信息的处理、传递和交换,其中也包括人通过终端或计算机与计算机之间的交互式通信。图 1.2 给出了两台直接连接的计算机通信的一个例子。与 1.2 节所述的集中式远程信息处理系统不同之处,在于通信双方都是独立工作的计算机系统。设图中 A 方用户要求把主机 H_A 中存储的文件传送到主机 H_B ,其通信过程可归纳如下:

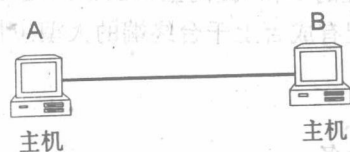


图 1.2 计算机通信举例

A 方用户通过主机(或终端)的键盘,输入控制命令,操作主机 H_A 执行从指定的存储单元,读取文件,并经过通信端口输出到线路。

B 方主机 H_B 从相应的通信端口收下文件 F,并把它存入一个空闲的存储区内缓冲,供 B 方用户共享,或由屏幕显示文件内容,或用打印机打印。

这个简单的例子说明了计算机通信的基本原理,从本质上来说,文件传递过程实现了计算机的进程之间的通信。也就是说,通信双方是分布在各个计算机内正在执行的一个程序,以及终端用户的一系列操作活动。这种分布式进程之间的通信,涉及面广,其过程相当复杂。

1.3.1 计算机通信的复杂性

由上例可知,除了两台计算机之间必须有一条传送数据的通路之外,至少有下列工作要由

通信双方去完成:

(1) 主机 H_A 应能按 A 方用户的指令激活通路,且查明 B 方主机 H_B 是否已作好文件的接收准备。

(2) 主机 H_A 的文件传送程序必须要明确,主机 H_B 的文件管理程序是否作好了接收和存储文件的所有准备工作。

(3) 若两台主机的文件格式不兼容,则应有一台主机系统具有格式转换的功能。

(4) 在传输过程中出现的各种可能的差错和意外事件,如数据文件的传输出错、丢失或重复,或处理机故障等,应采取有效的措施确保最终 H_B 能收到正确的文件。

图 1.2 所示两台主机之间直接连接构成主机到主机(或称端到端)的通信。这种专线的连接,在远距离通信时投资是极高的,因此,计算机之间的远程通信同样有待解决线路利用率和通信效率这些基本问题。

1.3.2 计算机通信的基本特征

与传统的电话通信相比,计算机通信有其自身的基本特征:

(1) 数据传输的可靠性要求高。在计算机通信中所处理和传递的信息,均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,在接收端则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,对可接受的误码率、误组率提出了高要求,目前分组交换网所提供的数据传输误码率一般都低于 10^{-10} 。

(2) 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。

(3) 数据信息的传输效率高。例如,在一条话音模拟信道上,数据速率为 2400bit/s,则每分钟可传 18000 个字符(一个字符计为 8bit);若在一条数字信道上速率为 64kb/s,每分钟则可传送 48 万个字符,相当于 200 页文件(设每页为 2400 字符)。在同样条件下,电话通信不可能在 1 分钟内讲完如此多的信息内容。由此可知,计算机通信具有突出的经济效益。

(4) 计算机通信每次呼叫平均持续时间短。据资料表明,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。当然,电话通信要求在通话期间内传输系统的最大时延不应大于 0.25s,且要保持恒定不变。

(5) 计算机通信业务的参数值随应用环境的不同而有较大的差别,表 1.1 列出了各种类型事务处理的平均信息长度和通信的平均时延值。

例如,人-机对话时,一个人在终端上使用远端的计算机,人对计算机输入的控制命令或数据,大约为几个字符或几行数据,而计算机对终端的响应则可能少则几行数据,多则全屏或多屏字符上滚显示。为确保人-机对话的连续性,信息的传输时延要求小于 1s,而对于一些非对话式的电子邮件,其传输时延要求较宽。

表 1.1 不同类型事务处理的参数值

事务处理类型	平均信息长度(bit)	平均通信时延
人-机对话方式	600~6000	<1 秒
询问/响应	600~6000	1~30 秒
数据库修改	600	几秒~几分
一般文件传输	$10^4 \sim 10^6$	几十秒~几分
大型文件传输	$10^6 \sim 10^8$	几分~几时

近几年出现了一些基于光纤传输的高速计算机通信,它不仅提供了高速度、低差错的传输,还提供了新型的网路服务,为分布式事务处理和分布式多媒体应用提供了保证。分布式多媒体应用的特征是在执行中涉及多种类型的媒体,如话音、视频(TV)、计算机视频、文件传输、实时数据和图像等。为了保证应用的正常功能,计算机通信及其网路协议应满足交换中的每种媒体的要求,表 1.2 列出了各类媒体的通信对最大时延、最大抖动、吞吐量及允许差错率等服务参数(QOS)的参考值。

表 1.2 多媒体应用 QOS 参数值

媒 体	最大时延(s)	最大抖动(ms)	平均吞吐量(Mb/s)	允许的比特差错率	允许的分组差错率
话音	0.25	10	0.064	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$
视频(TV)	0.25	10	100	10^{-2}	10^{-3}
计算机视频	0.25	1	2~10	10^{-6}	10^{-9}
文件传输	1	—	2~100	0	0
实时数据	0.001	—	<10	0	0
图 像	1	—	2~10	10^{-4}	10^{-9}

1.3.3 计算机通信的标准化机构

前几节已指出,计算机通信的主要用户是各种不同类型的计算机系统,它不象电话机那样简单,计算机系统的硬件、软件及其通信控制所需的协调工作导致了计算机通信的复杂化。一个简单的通信步骤,在计算机中必须用精确的指令和代码编程才能实现,一个复杂的通信控制和数据传输过程往往要用成千上万条指令才能完成。尤其当不同类型的计算机系统互连通信时,就需要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,这就需要制定计算机通信的标准、规程(协议)和接口。

下面介绍几个主要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)和国际无线电电话咨询委员会(CCIR)从事标准化工作的那部分合并而成,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。

在 1993 年 3 月 1 日以前 CCITT 曾制订过大量“建议”、“规程”等标准,其中许多内容涉及

计算机通信,本书将在有关章节中予以介绍。

TSS 下设 15 个研究组,涉及计算机(数据)通信的研究组的名称、职责以及与原 CCITT 研究组的关系如下:

- SG1:业务定义——负责研究有关业务定义、业务操作、业务互通的原则,以及业务使用的质量和人的因素。该研究组对应于原 CCITT 第 I 研究组。

- SG7:数据网和开放系统通信——负责研究有关数据通信网和开放系统互连(OSI)的开发以及基于 OSI 的通信的应用。该研究组对应于原 CCITT 第 VII 研究组。

- SG8:远程信息业务的终端——负责研究远程信息业务的终端和高层协议。该研究组对应于原 CCITT 第 VIII 研究组。

- SG13:网路总体方面——负责研究有关网路总体和对一些具体的有长远影响的网路新系统概念的初始研究。该研究组对应于原 CCITT 第 X VIII 研究组。

- SG14:数据、电报、远程信息业务的调制解调器和传输技术——负责研究有关数据、电报和远程信息业务的调制解调器和传输技术,以及综合业务数字网(ISDN)的终端适配器与分组交换数据网(PSDN)的调制解调器之间的互连。该研究组对应于原 CCITT 第 X VII 研究组。

与计算机通信有关的 TSS 建议书系列有:

- 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)

- G 系列建议:传输系统和媒体,数字系统和网络

- H 系列建议:非话信号的线路传输

- I 系列建议:ISDN

- T 系列建议: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:电话网上的数据通信

- X 系列建议:数据网和开放系统通信

- Z 系列建议:程序语言

2) 国际标准化组织(ISO)

ISO 是由每一个成员国的国家标准化组织组成的一个非官办机构,它所从事的研究活动主要来源于用户协会和制造商。ISO 下设各技术委员会,其中 TC97 从事信息技术的研究,TC97 中的 SC6 负责数据通信的标准化,SC16 负责有关开放系统互连(OSI)的参考模型。

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

3) 美国国家标准学会(ANSI)

ANSI 是美国标准化解释和协调的最高机构,它是 ISO 的成员。

4) 电气与电子工程师学会(IEEE)

IEEE 是国际学术团体,已经从事多年的标准化研究工作。1982 年提出了局域网(LAN)方面的标准,受到各国的广泛重视。

5) 电子工业协会(EIA)

EIA 是美国的一个国家贸易协会,多年来一直注重标准化的开发工作,最出名的标准是 EIA RS 232。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 旨在开发用于计算机和通信技术的标准,它与 ISO 和 TSS(原 CCITT)的许多技术委员会(TC)和研究组(SG)保持着密切的合作关系。

1.4 计算机通信网

随着远程信息处理业务发展的需要,由分散在各地的多台各自独立工作的计算机(包括各种数据采集、处理设备),通过通信基础设施互相连接,组成一个能实现用户资源共享和数据处理、传输和交换的大系统。这样的大系统称为计算机通信网。

1.4.1 计算机通信网的组成

网络的基本任务是给计算机提供一种迅速、准确、可靠和安全的通信环境。我们可在两台计算机之间架设一条专用通信线路实现它们之间的通信,但是要为 n 台计算机之间两两连接,则通信线路的总数 N 为

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (1.1)$$

设 $n=100$,则 $N=4950$;设 n 为 1000,则 N 是非常大的数。显然,这是不经济的,而且对每台计算机要有 $(n-1)$ 个端口用于通信连接,也是不现实的。为此,可在网中设置许多交换机,计算机可与某一台交换机相连,在交换机和交换机之间用通信线路相连,交换机的作用是完成计算机之间的自由接续。假定有 100 台计算机通过交换机互连,则只需用 100 条线路就可实现它们之间的通信接续。可见采用交换机后可降低线路的投资费用。

计算机通信网由交换机、通信线路和计算机组成,如图 1.3 所示。通常把交换机与交换机之间的连接线路称为中继线,计算机(用户)到交换机之间的线路称为用户线。从功能上来说,计算机通信网可分为用户资源子网和通信子网两个部分。

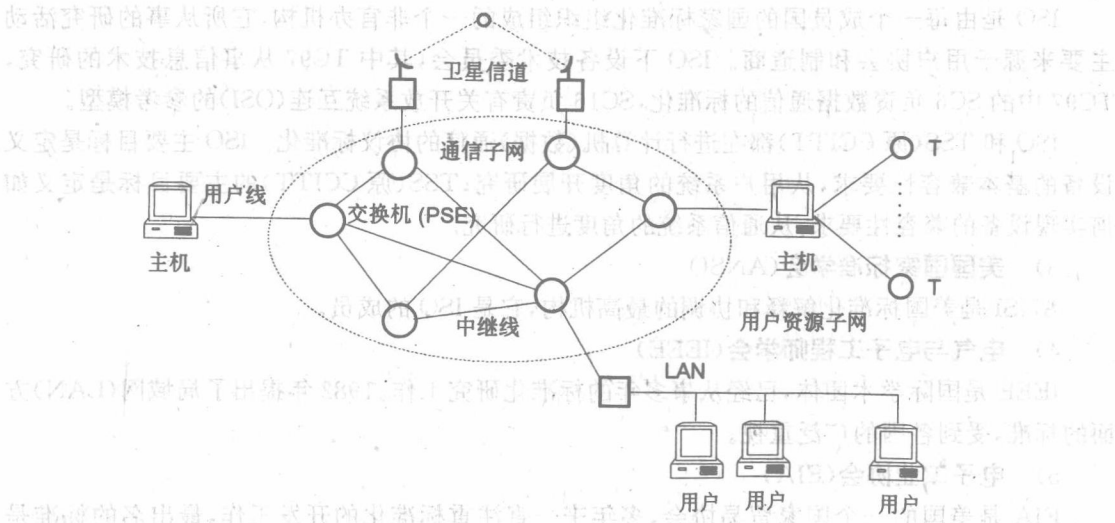


图 1.3 计算机通信网

用户资源子网包含各类计算机系统及数据终端设备,主要完成信息处理功能。

通信子网主要由交换机、集中器、分组拆装设备以及连接它们的通信链路组成,它提供信息的传输与交换功能。

通信子网也可称为数据通信网。因此,计算机通信网就是一个完整的数据通信系统。

1.4.2 计算机通信网分类

计算机通信网可以按不同的方法进行分类。

1) 按服务范围分类

(1) 广域网(WAN——Wide Area Network)。

(2) 市域网(MAN——Metropolitan Area Network)。

(3) 局域网(LAN——Local Area Network)。

2) 按服务对象分类

(1) 公用网。它是面向所有计算机用户的,任何计算机只要遵守网路的相应规定,都能与网连接,实现相互间通信。因此,公用网是一种开放型系统,它的规模一般比较大,服务于国家或一个地区。

(2) 专用网。是为部分用户所专用,不属于专用网的用户一般不能入网。因此,它是一个封闭型系统,在业务量比较集中、实时性要求高的应用场合,适宜于用专用网。但是,专用网中的数据传输电路大都是从电信主管部门或经营公用网的电信企业租用的。

3) 按网络拓扑结构分类

根据应用需要,计算机通信网可以设计成多种拓扑结构。典型的拓扑结构有以下6种,如图1.4所示。从拓扑结构来看,网内的主机、终端或交换机都可称之为网路节点。

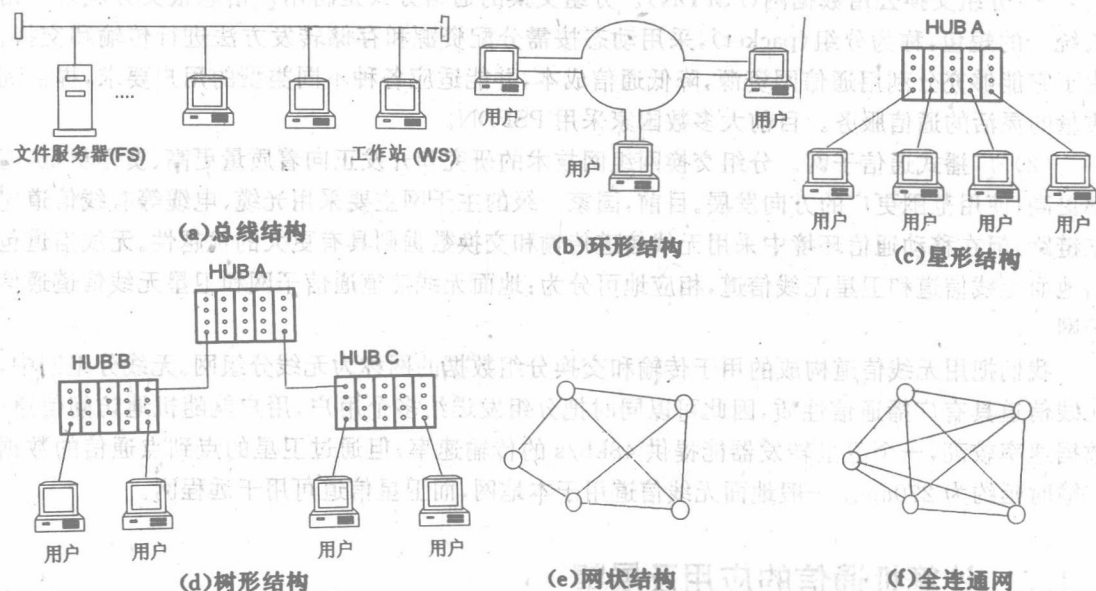


图 1.4 网络拓扑结构

(1) 总线结构。通常采用广播式信道,即网上一个节点(主机)发信时,其它节点均能接收总线上的信息,如图 1.4(a)所示。在局域网中用得相当普遍。

(2) 环形结构。采用点到点通信,即一个网路节点发信沿一定方向传送到下一个网路节点,在环内依次高速传输,如图 1.4(b)所示。为了可靠运行,也常用双环结构。它是在 LAN 中常用的又一种典型结构。

(3) 星形结构。如图 1.4(c)所示,有一个中心(Hub)节点,执行数据交换和网路控制功能。这种结构容易实现故障隔离和定位,但它存在瓶颈问题,一旦中心节点出现故障,将导致网路失效。因此,为了增强网路可靠性,应采用容错系统,设立热备用中心节点。近年来,这种结构得到了广泛应用。

(4) 树形结构。连接方法象树那样从顶部开始向下逐层分叉,有时也称其为层次形结构,如图 1.4(d)所示。这是目前应用中较常见的网路拓扑形式之一。这种结构中执行网路控制功能的节点常处于树的顶点,在树枝上很容易增加节点,扩大网路,但同样存在瓶颈问题。

(5) 网状结构。其特点是节点的用户数据可以选择多条路由通过网路,网的可靠性高,但网路结构和网路协议复杂,如图 1.4(e)所示。目前大多数公用分组交换网都采用这种结构。

(6) 全连通网结构。当网路节点为交换中心时,常将交换中心互连成全连通网,如图 1.4(f)所示。

4) 通信子网按传输和交换数据的技术分类

(1) 交换式通信子网。又可分成:

- 电路交换公用数据网(CSPDN)。数据通信的电路交换过程类似于电话通信,但不要与电话网上数据传输的方法相混淆。CSPDN 是属于电路资源预分配系统,即在一次通信接续中电路资源固定预先分配给一对用户使用,不论电路上有无数据传送,电路一直被占用,直到通信双方要求拆除电路连接为止。有些国家至今仍在使用 CSPDN 提供数据通信服务。

- 分组交换公用数据网(PSPDN)。分组交换的通信方式是将用户信息报文分成若干格式统一的短包,称为分组(packet),采用动态按需分配资源和存储转发方法进行传输和交换。由于它能够充分利用通信网资源,降低通信成本,并能适应各种不同类型的用户要求,提供高质量的灵活的通信服务。目前大多数国家采用 PSPDN。

(2) 广播式通信子网。分组交换网组网技术的研究和开发正向着质量更高、费用更低、速率更高、使用范围更广的方向发展。目前,国家一级的主干网主要采用光缆、电缆等有线信道建立链路,但在移动通信环境中采用无线信道传输和交换数据则具有更大的优越性。无线信道包括地面无线信道和卫星无线信道,相应地可分为:地面无线信道通信子网和卫星无线信道通信子网。

我们把用无线信道构成的用于传输和交换分组数据的网称为无线分组网。无线分组网中,无线信道具有广播通信性质,因此可以同时把分组发送给多个用户,用户能随机地访问信道,数据速率较高,一个卫星转发器能提供 48kb/s 的传输速率,但通过卫星的点到点通信的数据传输时延约为 270ms。一般地面无线信道用于本地网,而卫星信道可用于远程网。

1.5 计算机通信的应用及展望

计算机通信及其网路技术的发展已取得了卓越的成效。目前,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(DDN),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。

(1) 可视图文(Videotex)业务。它是由电信管理部门利用 PSPDN 和电话网的网路资源向社会各部门提供的一个开放型的网路环境。由于这种业务的终端接入电话网,速率为 1200/75bit/s,用户可很方便地接入网中,共享数据库资源。图 1.5 给出了 Videotex 的系统连接图。

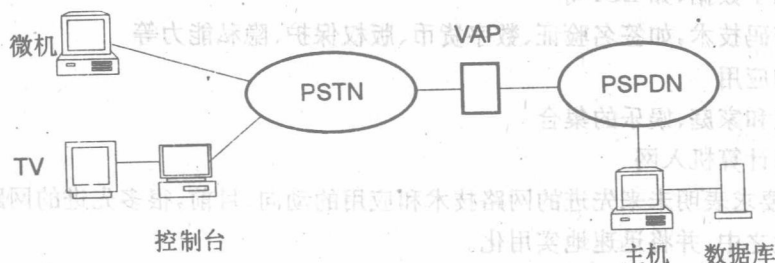


图 1.5 Videotex 系统连接图

(2) 电子邮件(E-mail)业务。为用户设置一个“信箱”,发信者发送的信件存入收信者的信箱,供收信者开箱查阅信件。这种业务打破了时空限制,集邮政的简便与电子技术的快速于一体。

(3) 数据库查询。在计算机通信网上往往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,以及图书情报资料信息库等。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。它是通过网路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)。它是一种特殊的电子邮件业务,但所传输的不是一般的信件,而是经济活动的各种单据,如订单、支票、收据、运单、保险等。这种业务将各企业通过计算机连网,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。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。

此外,计算机通信还可提供诸如远程使用计算机、文件传送等基本服务。值得强调的是,近年来分组交换网领域又出现了许多新技术、新概念,例如虚拟专用网(VPN)、帧中继、智能化网路管理等。其中 VPN 是一个建立在 PSPDN 基础上的专用网,可以有专用的交换设备,也可以将公用网中的某些交换设备的某些模块、某些用户端口租借给专用网使用、管理。从网路管理以及对 VPN 上的用户而言,它是一个确实的专用网;所以称为“虚拟”,是因为它与 PSPDN 共用网路的中继链路和设备资源。VPN 的突出特点是网路初期投资少,组网灵活,可按需要以及经济能力分阶段发展,并可使 PSPDN 的资源得到充分利用。

随着 TCP/IP 协议的标准化,由世界上第一个分组交换网 ARPA net 发展和演化而成的 INTERNET,成为当今世界范围的、应用最广泛的互连网,为全球信息基础设施的建立奠定了基础。INTERNET 可提供以下几种服务:

- 基本服务,如远程使用计算机(Telnet)、文件传送(FTP)、电子邮件(E-mail)
- 公告牌服务,如电子新闻、自动发送名单