

计算机通信网

黄皆雨 编

华南理工大学出版社

计算机通信网

黄皆雨 编

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书主要介绍计算机通信网络中最基本最实用的知识。全书共分9章,第1章从总体上描述计算机通信网络并介绍有关预备知识;第2章至第6章以 OSI/RM 网络体系结构为主线,介绍从物理层到应用层的内容;第7章介绍局域网;第8章介绍当今流行的 TCP/IP 协议及 Internet 应用概况;第9章介绍宽带网络技术——ATM。

本书可作为电子信息技术专业本科高年级教材,亦可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信网/黄皆雨编. —广州:华南理工大学出版社,2001.7
ISBN 7-5623-1687-2

I. 计… II. 黄… III. 计算机通信网-基本知识-教材 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 09271 号

总 发 行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行电话: 020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn http://www2.scut.edu.cn/press

责任编辑: 傅穗文

印 刷 者: 广州市新明光印刷有限公司印装

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 384 千

版 次: 2001 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

定 价: 25.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

计算机通信网是计算机技术和通信技术密切结合而形成的新的技术领域,是当今信息社会公认的主流技术之一,是在世界范围内迅速发展并得到广泛应用的一门综合性学科。

计算机通信网技术的迅猛发展以及新的网络技术标准层出不穷,使得该领域的知识及相应教材的更新速度很快,编者在教学过程中对此深有感触。尽管如此,作为教科书,仍应以讲授基本概念及基础知识为主,兼顾新技术、新知识。本教材主要介绍计算机通信网络中最基本最实用的知识。全书共分九章。第一章从总体上描述计算机通信网络并介绍有关预备知识;第二章至第六章以 OSI/RM 网络体系结构为主线,介绍从物理层到应用层的内容;第七章介绍局域网;第八章介绍当今流行的 TCP/IP 协议及 Internet 应用概况;第九章介绍宽带网络技术——异步传送模式 ATM。

全书可按 50~70 学时安排教学,可作为电子信息技术专业本科高年级学生的教材。如作适量删减,也可作为同类专业大专学生的教材。

在本书的编写过程中,得到华南理工大学电子与通信工程系同事的支持和帮助。谢洁珍同志协助编者查找资料并打印大部分书稿,在此深表谢意。

书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

1 概述	1	3.1.2 滑窗式流控技术(Sliding Window)	39
1.1 计算机通信网发展概况	1	3.2 数据传输与差错控制	43
1.1.1 计算机通信网络的发展过程	1	3.2.1 停等式 ARQ 纠错技术(SW-ARQ)	44
1.1.2 计算机网络与计算机通信网	4	3.2.2 返回 N 组连续 ARQ 纠错技术 (GBN-ARQ)	45
1.2 计算机通信网的组织与结构	4	3.2.3 选择重发连续 ARQ 纠错技术 (SRP-ARQ)	48
1.2.1 网络组织的两级子网结构	4	3.3 数据链路控制规程	48
1.2.2 网络功能的分层体系结构	5	3.3.1 面向字符型结构控制规程——BSC 协议	49
1.2.3 有关制定计算机网络标准的标准化组织	10	3.3.2 面向字符协议的操作过程	51
1.3 排队论基础	11	3.3.3 面向比特型传输控制规程——HDLC	52
1.3.1 泊松(Poisson)过程	11	习题 3	62
1.3.2 稳态网络数据流	13	4 媒质接入控制子层	64
1.3.3 几种基本排队模型	16	4.1 频分与时分复用多址接入控制	64
习题 1	20	4.1.1 静态复接技术	65
2 物理层	21	4.1.2 动态复接技术	69
2.1 信道的基本概念	21	4.2 令牌传递法多址接入控制	71
2.1.1 物理信道	21	4.3 随机竞争法多址接入控制	74
2.1.2 信道的传输速度	22	4.3.1 完全随机多址接入方式(ALOHA 方式)	74
2.1.3 信道的可靠性	24	4.3.2 卫星通信 ALOHA	79
2.2 数据交换方式	26	4.3.3 随机接入技术:CSMA 和 CSMA/CD	81
2.2.1 线路交换	26	4.3.4 随机退避时延算法	87
2.2.2 报文交换	26	4.4 无冲突协议	89
2.2.3 分组交换	27	4.4.1 比特映像介质访问控制协议	89
2.3 物理层协议	28	4.4.2 小时间片轮换优先权介质访问控制协议	90
2.3.1 物理层协议的基本概念	28	4.4.3 二进制地址相加	90
2.3.2 物理层的四个特性	29	4.5 有限竞争协议	91
2.4 物理层协议举例	31	4.6 自适应步进树协议	92
2.4.1 模拟传输的 DTE/DCE 接口标准——EIA RS-232-C	31	习题 4	93
2.4.2 数字传输的 DTE/DCE 接口标准——CCITT X.21	34		
习题 2	36		
3 数据链路层	37		
3.1 数据传输与流量控制	37		
3.1.1 停等式流控技术(Stop-And-Wait)	37		

5 网络层	94	7.2 局域网参考模型和 IEEE 802 标准	155
5.1 网络层提供的服务及网络层的操作方式	94	7.2.1 局域网体系结构和参考模型	155
5.1.1 网络层提供的服务	94	7.2.2 逻辑链路控制子层 LLC	158
5.1.2 网络层的操作方法	95	7.2.3 IEEE802.3 CSMA/CD	162
5.2 路由选择	98	7.2.4 IEEE802.4 令牌传递总线	164
5.2.1 最短通路算法	100	7.2.5 IEEE802.5 令牌环	169
5.2.2 路由选择策略	102	7.3 网络接口和连接	172
5.2.3 路由选择算法实例	105	7.3.1 网络接口卡(NIC)	173
5.3 拥塞控制	109	7.3.2 Ethernet 和 IEEE802.3	174
5.3.1 通信量整形和通信量管制	110	7.3.3 ArcNet	176
5.3.2 拥塞解决	116	7.3.4 Token Ring	177
5.4 公共数据网	119	7.4 局域网的新发展	179
5.4.1 X.25 建议概述	119	7.4.1 高速局域网	179
5.4.2 X.25 分组层协议 PLP	119	7.4.2 局域网交换机	181
习题 5	125	7.4.3 等时网络	182
6 传输层及高层协议	126	7.4.4 虚拟网络(VLAN)	183
6.1 传输层	126	7.4.5 令牌环标准的新进展	187
6.1.1 传输服务	126	习题 7	188
6.1.2 服务质量	128	8 Internet 与 TCP/IP 协议	189
6.1.3 OSI 传输服务原语	129	8.1 Internet 简述	189
6.1.4 传输层协议等级	130	8.1.1 发展简史	189
6.1.5 传输协议数据单元的定义和结构	131	8.1.2 Internet 的用途	189
6.2 会话层	132	8.1.3 Internet 的管理机构	189
6.2.1 会话层主要特点	132	8.2 TCP/IP 体系结构	190
6.2.2 OSI 会话服务	136	8.2.1 TCP/IP 结构功能	190
6.3 表示层	137	8.2.2 TCP/IP 协议数据	191
6.3.1 表示层的主要功能	138	8.2.3 TCP/IP 几个重要的概念	191
6.3.2 语法转换中的主要含义	138	8.3 网络接口层协议	192
6.3.3 OSI 表示服务原语	140	8.3.1 SLIP 协议	192
6.4 应用层	142	8.3.2 PPP 协议	193
6.4.1 应用层的主要功能和特点	143	8.4 网络层(IP)协议	193
6.4.2 文件传输、访问和管理(FTAM)	145	8.4.1 IP 地址概念	193
6.4.3 电子邮件	147	8.4.2 IP 地址解析	195
6.4.4 虚拟终端协议	149	8.4.3 IP 数据报及传输	197
习题 6	152	8.4.4 差错与控制报文协议 ICMP	198
7 计算机局域网	153	8.4.5 IP 路由选择	200
7.1 局域网概述	153	8.4.6 下一代网络协议 IPv6	202
7.1.1 局域网的定义和特点	153	8.5 传输层协议	204
7.1.2 局域网的发展	154	8.5.1 传输层的基本原理	204
7.1.3 局域网的组成	154	8.5.2 传输控制协议 TCP	205
		8.5.3 用户数据报协议 UDP	208
		8.6 应用层协议	210
		8.6.1 TELNET 协议	210

8.6.2 FTP 协议	212	9 ATM与宽带网络技术	223
8.6.3 DNS	215	9.1 B-ISDN的导入背景	223
8.7 Internet 信息服务	217	9.2 ATM技术分析	225
8.7.1 基于菜单的信息查询 Gopher ..	217	9.2.1 ATM的基本概念	225
8.7.2 文档查询服务器 Archie	217	9.2.2 ATM参考模型	228
8.7.3 广义信息服务器 WAIS	218	9.2.3 物理层	229
8.7.4 WWW	218	9.2.4 ATM层	230
8.8 Intranet	219	9.2.5 AAL层	232
8.8.1 引言	219	9.2.6 ATM连接管理	233
8.8.2 Intranet 与 Internet	220	9.3 ATM局域网络	236
8.8.3 Intranet 提供的服务	220	9.3.1 局域网仿真	237
8.8.4 Intranet 解决方案的组成与功能	221	9.3.2 IP over ATM	241
8.8.5 如何评价 Intranet 方案的优劣...	221	9.3.3 MPOA	243
习题 8	222	习题 9	244

1 概 论

1.1 计算机通信网发展概况

计算机与通信技术的紧密结合,促进了计算机网络的高速发展。通过各种计算机网络,人们可以方便、可靠、迅速地交换信息,提供信息服务,共享人类的资源、知识和创造力。

计算机网络已从 20 世纪 60 年代的低速数据传输发展到今天的高速宽带多媒体通信,以光纤为传输媒体的计算机网络已得到广泛的重视、应用和发展。例如,以光纤分布式接口(FDDI)、分布式队列双总线(DQDB)和多兆比数据交换服务(SMDS)为代表的城域网技术,特别是以 ATM 为标志的宽带业务综合业务网(B-ISDN)的发展,将使人类真正步入多媒体通信的信息时代。在计算机广域网中,Internet 是全球规模最大、用户最多、影响最深远的计算机互联网络。基于 Internet 的资源丰富无比,网络服务层出不穷,用户数量呈爆炸性增长,各国政府都将 Internet 作为国家信息基础结构即信息高速公路的基础之一,这些都使得 Internet 的前景更加光明美好,对人类社会生活的影响将与日俱增。

计算机通信网包括计算机和通信网络两大部分。计算机包括信源、终端和信宿几部分,而通信网络包括数据传输及交换方式。两者的相互渗透和结合,相得益彰,是当今以信息革命为中心的技术革命浪潮的重要特征。

1.1.1 计算机通信网络的发展过程

计算机网络的发展,也是一个从简单到复杂,从低级到高级的过程,一般认为它经历了三代。

1.1.1.1 面向终端的通信网(第一代)

早期计算机数量很少,价格十分昂贵,用户必须去计算中心使用机器,这显然是不方便的。1954 年,人们研制了一种称为收发器(Transceiver)的终端,首次将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送给了远方的计算机。此后,电传打字机也作为远程终端与计算机相连,用户可在远地电传打字机上敲入自己的程序,并从打字机上得到结果,从而开始了计算机与通信的结合。

由于最初的计算机一般是为批处理信息而设计的,因此,远程终端和计算机相连时,必须在计算机上增加一个接口才行,这样就出现了如图 1.1 所示的线路控制器(Line Controller),图中调制解调器的主要作用就是把计算机或终端的数字信号转换为可在电话线路上传送的模拟信号以及相反的变换。

随着远程终端数目的增加,在 20 世纪 60 年代初期,出现了多重线路控制器(Multiline Controller),它可以和多个远程终端相连,这种联机系统成为面向终端的计算机通信网,也

有人叫它为第一代网络(如图 1.2 所示)。此时计算机仍然是网络的中心和控制者,其主要任务仍然是批处理。

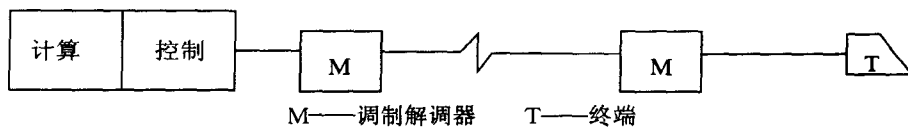


图 1.1 计算机与远程终端的连接

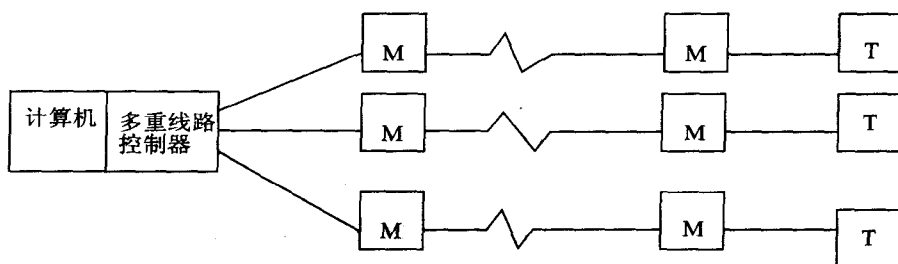


图 1.2 多重线路控制器的控制

众所周知,计算机最初是为科学计算而设计的,然而人们很快认识到,计算机还可以做数据处理,而且计算机的非数值运算应用要比科学计算广泛得多。于是,计算机的用户迅速增多,但是每增加一个用户,就要对上述的线路控制器进行硬件和软件的改动,以适应新加入的终端的字符集和传送速率等,这样就使得主机的负担过重,即远程终端的通信对以批处理为重要任务的计算机造成了一个相当大的额外开销。人们认识到应该设计专门的通信处理机来负责通信工作,而把主机从通信事务中解脱出来,通信处理机 FEP(Front End Processor,有时也称前端机)的使用,大大提高了联机系统的效率。迄今,前端机仍然在计算机网络中起着重要的作用。

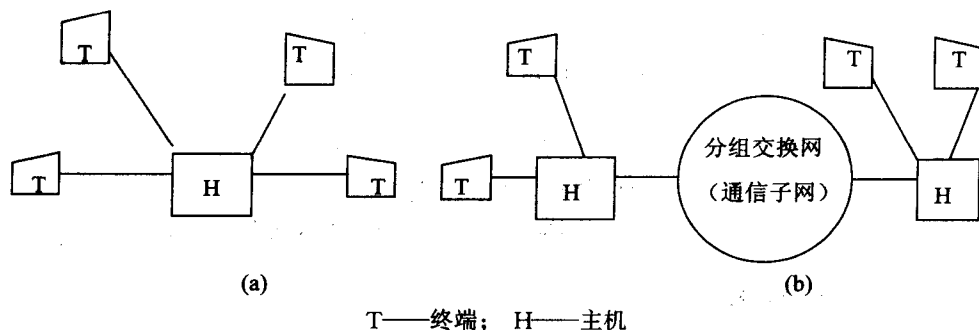
1.1.1.2 强调资源共享的计算机网络(第二代)

在面向终端的通信网中,终端和计算机间的数据交换是通过线路进行的,但人们很快认识到这种线路交换技术不适于计算机的数据传输。这是因为用户应支付的通信线路费用主要是按占用线路的时间计算的,而在整个计费时间内,计算机的数据是间歇性地或突发式地出现在传输线路上,线路真正用来传输数据的时间不到 10%,甚至只有 1%,在绝大多数时间内,线路往往是空闲的。例如,用户正在阅读屏幕上的信息,而计算机可能正在处理用户请求但尚未得出结果,虽然用户和计算机均未休息,然而宝贵的通信线路资源就这样浪费了。不仅如此,线路交换建立通路的呼叫过程对计算机通信而言也嫌过长。线路交换是为打电话而设计的,打电话的平均持续时间为几分钟,因此呼叫过程(10~20 秒)不算太长。但对计算机通信而言,1000bit 的数据量在 2400bit/s 的线路上传输时不到半分钟,相比之下,呼叫过程就太长了。另外,由于计算机和各种终端的传送速率很不一样,采用线路交换时,不同速率的计算机终端互相很难通信,因此,应采用一些措施以适应这一情况。这同样也需要新的交换方式来改变线路交换,以适应计算机通信的要求。

分组交换技术就是在这种背景下产生的,它是现代通信网的核心基础。分组交换(Packet Switching)最初是在 1964 年 8 月由巴兰(Baran)在美国兰德公司(Rand)讨论分布式

通信中提出的。在此前后,即 1962 年至 1965 年,美国国防部远景规划局 DARPA(Defence Advanced Research Project Agency)和英国的国家物理实验室 NPL 都对新型计算机通信网进行了研究。1969 年 12 月,美国的分组交换网 ARPANET 投入运行,从此,计算机网络进入了一个崭新的纪元。现在大家公认 ARPANET 是分组交换之父,并将分组交换网的出现作为现代电信时代的开始。

ARPANET 的出现,使计算机网络的概念发生了根本的变化。早期的面向终端的计算机网络是以单个主机为核心的星型网(如图 1.3a 所示),各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源。而现在是以通信子网为中心(如图 1.3b 所示),主机和终端都处在网络的外围,这些主机和终端构成了用户资源子网。用户不仅共享通信子网的资源,还可以共享用户资源子网的硬件和软件资源。这种以网络为中心的计算机网络,通常称做第二代网络。



T——终端; H——主机

图 1.3 网络结构的演变

1.1.1.3 体系结构标准化网络(第三代)

计算机网络是一个十分复杂的软件系统,可以设想一下两台机器互相传送文件这一最简单的操作,显然两计算机物理上必须有传送数据的通路,但仅有这一点还远远不够,两机器在软件上还需互相协调。例如,何时发送,何时接收,文件格式怎样,传输中出现差错如何处理等等。为了设计这样一个复杂的系统,首先就要研究其体系结构。最初 ARPANET 设计时提出并采用了分层的方法,以便将一个复杂的系统转化为若干个局部问题,而这些局部问题比较容易处理。

随着网络系统的不断普及,各大计算机公司纷纷宣布自己的网络体系结构。1974 年,IBM 公司宣布了它的网络体系结构 SNA(System Network Architecture)。这个著名的网络结构标准,也是按照分层的方法制定的,它的出现,极大地推动了网络体系结构标准化的进程,成为世界上使用较为广泛的一种结构。目前全球采用 SNA 标准设置的结构在 15000 个以上。此后各个公司纷纷提出了自己的结构标准,如 DEC 公司提出了 DNA 标准(数字网络系统结构),Univac 公司公布了 DCA(数据通信体系结构)等。

在各公司纷纷提出各自标准的情况下,国际标准化组织 ISO 为适应网络发展趋势,于 1977 年成立了 TC97 计算机与信息处理标准化委员会下属的 SC16 开放系统互联技术委员会。在研究吸取了各计算机厂商的标准的前提下,开始着手制定开放系统互连的系列标准,旨在使各厂商的各种型号的计算机能方便地互连。不久,该委员会就提出了著名的开放系统互连基本参考模型,即通常所说的“七层协议”。从此计算机网络走上了标准化的轨道。这种体系结构标准化网络称为第三代网络。1980 年,正当微机技术迅猛发展之时,国际电

子电气工程师协会(IEEE)就成立了 IEEE802 局域网标准化委员会,经过几年的研究,制定了 IEEE802 系列标准,使局域网一开始就走上了标准化的轨道,所以局域网是典型的第三代网络。

1.1.1.3 计算机网络的应用及发展前景

计算机网络是计算机应用的高级形式,它使信息传输、资源分配、信息处理一体化。它的应用不仅对整个社会产生重大影响,而且对于计算机科学的许多研究领域,如人工智能、并行算法等都会起到推动作用。目前,计算机网络的应用,基本上有如下几种类型:

(1)通过网络使用远程程序。如某公司建立了一个模拟世界经济情况的模型,该模型允许登陆入网的用户使用该程序。这样,网络用户便可通过该模型了解各种经济情况,如货币的升贬,通货膨胀率等。这实际上做到了信息资源的共享。

(2)通过网络使用远程数据库。用户坐在家,就可以阅读世界各地的报纸,预定世界各地的机票和船票等。电子化的图书馆使读者不用去书库便可在机器上阅读自己想要的文献。

(3)网络的第三类应用是作为通信媒介。科学工作者可以通过网络把电子邮件发往世界各地,还可以将声音、画面等多媒体信息发往世界各地。

总之,随着网络的发展,计算机网络将会对人类社会产生深远的影响。

1.1.2 计算机网络与计算机通信网

由上一节可知,计算机通信网的发展过程也就是计算机网络的发展过程。一个计算机网络应该包括三个不可缺少的组成部分:

- ①主机——为用户提供各种服务。
- ②通信子网——提供数据传输和交换功能。
- ③通信协议——为保证通信的顺利进行,通信双方预先约定共同遵守的规定。

对于一个网络使用两个名称是不同角度的问题。计算机网络指的是用户从外部向网络内部看,强调资源共享,网络如同一部大计算机。而计算机通信网指的是站在通信网设计者的立场看,从网络内部向外部看,将主机及各类设备看成网络中的结点。计算机通信网研究的重点是面向通信、组网的技术及传输控制协议。

1.2 计算机通信网的组织与结构

1.2.1 网络组织的两级子网结构

一个计算机通信网的组织结构可以用类似图论中的图的表示方法来表达。图 1.4 就是一个用图来表示的网络结构。一个计算机通信网是由一些结点以及连接这些结点的线路(链路)组成。也就是:

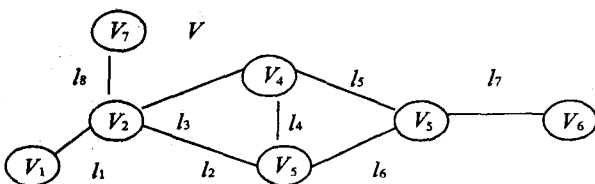


图 1.4 计算机通信网的图表示法

网络 = {结点, 链路}

或记为 $N = \{V, L\}$

其中, V 为结点集合, L 为链路集合

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_7\}$$

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_7\}$$

计算机通信网的结点包括端点和转折点,而端点又包括源点和宿点,例如计算机主机及终端,如图 1.4 中的 v_1 、 v_7 ,属于用户资源。转折点对网络信息起到转接和交换的作用,如图 1.4 中的 v_2 、 v_5 。

计算机通信网的链路是指连接相邻结点的连线,如通信信道、各种媒质、双绞线、cable、光纤、卫星信道等。

一个计算机通信网无论其多么复杂,都可以分成两大部分:用户子网和通信子网。用户子网为用户设备提供访问网络的能力,通信子网则为用户子网提供传输、交换用户信息的服务能力。

1.2.2 网络功能的分层体系结构

1.2.2.1 网络的分层结构

计算机网络就是多台计算机的互联,使用户程序能够交换信息和共享资源。不同系统中的通信过程是相当复杂的,为了简化网络的设计,采用了工程设计中常用的结构化设计方法,即将复杂的通信分解成若干个容易处理的子问题,然后分而治之逐个加以解决。

网络设计中采用的结构化设计方法,就是将网络按照功能分成一系列的层次,每一层完成一个特定的功能,相邻层中的较高层直接使用较低层提供的服务来实现本层的功能,同时又为它的上一层提供服务,服务的提供和使用都是通过相邻层的接口来进行的。如图 1.5 所示,第 $N-1$ 层为 N 层提供服务,称第 $N-1$ 层是第 N 层的服务提供者,第 N 层称为服务使用者,但同时第 N 层又是第 $N+1$ 层的服务提供者。网络分层的好处是每一层只需完成一个特定的功能,且其功能实现的具体细节对外是不可见的,相邻层间的交互完全通过接口处的服务原语来进行,各层之间相对独立。这样,不仅每一层的功能简单,易于实现和维护,而且当某一层需要改动时,只要不改变它和上、下层的接口服务关系,其他层次都不受影响,具有很大的灵活性。

1.2.2.2 服务、接口和协议

每一层中的活动元素称为实体,实体可以是软件实体(每一个进程),也可以是硬件实体(如一个智能 I/O 芯片)。位于不同机器上同一层中的实体称为对等实体,不同系统间进行通信,实际上是各对等实体间在进行通信。在某层上进行通信所使用的规则的集合称为该层的协议,网络各层协议按层次顺序排列而成的协议序列称为网络的协议栈。

事实上,除了在最低层的物理媒体上进行的是实通信之外,其余各对等实体间进行的都是虚通信,即并没有数据从一个系统的第 N 层直接流到另一个系统的第 N 层。每一个实体只能和同一系统中上下相邻的实体进行直接的通信,不同系统中的对等实体

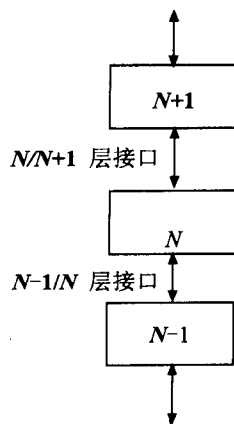


图 1.5 网络层次结构

是没有直接通信能力的,它们间的通信必须通过其下各层的通信间接完成。第 N 层实体向第 $N+1$ 层实体提供的在第 N 层上的通信能力称为第 N 层的服务。由此可见,第 $N+1$ 层实体通过请求第 N 层的服务完成第 $N+1$ 层上的通信,而第 N 层实体通过请求第 $N-1$ 层的服务完成第 $N+1$ 层上的通信,依次类推直到最低层,最低层上的对等实体通过连接它们的物理媒体直接通信。

相邻实体间的通信是通过它们的边界进行的,该边界称为相邻层间的接口。在接口处规定了低层向上层提供的服务,以及上(下)层实体请求(提供)服务所使用的形式规范语句,形式规范语句称为服务原语。因此可以说,相邻实体通过发送或接收服务原语进行交互作用。如图 1.6 所示的是计算机网络的层模型,图中实线表示实通信,虚线表示虚通信。

在对一个网络进行层次结构的划分时,应做到各层功能明确,相互独立;层间接口清晰,穿越接口的信息量尽可能少;层数适中。网络的层次结构、协议栈和相邻层间的接口以及服务统称为网络体系结构。

1.2.2.3 网络参考模型

两个最重要的网络参考模型是 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型。

OSI 参考模型是国际标准化组织为解决异种机互连而制定的开放式计算机网络层次结构模型,它最大的优点是将服务、接口和协议明确地区分开来。服务说明某一层提供些什么功能,接口说明上一层如何使用下层的的服务,而协议涉及如何实现该层的服务。各层采用什么样的协议是没有限制的,只要向上提供相同的服务并且不改变相邻层的接口即可。这种思想同现代的面向对象编程思想是完全一致的,一层就是一个对象,服务实现的细节完全封装在层内,因此各层之间具有很强的独立性。另外,OSI 参考模型出现在其协议栈之前,因而它不依赖于任何具体的协议,非常具有普遍性,适合于用来描述各种网络。

TCP/IP 参考模型没有明确区分开服务、接口和协议,并且它是专门用来描述 TCP/IP

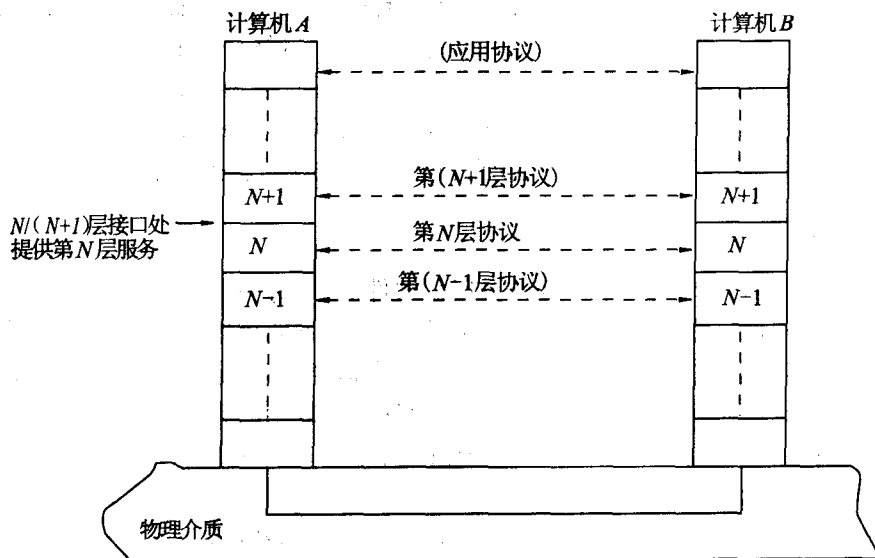


图 1.6 计算机网络的层次模型

协议栈的,无法用来描述其他非 TCP/IP 网络。

因此,尽管 TCP/IP 模型在工业上得到了广泛的应用。但人们在讨论网络时,常常使用 OSI 参考模型,因其更具一般性。本书以 OSI 参考模型为主线来讨论网络的各个层次,本节只介绍 OSI 参考模型,在第 8 章中结合 TCP/IP 协议族再介绍 TCP/IP 参考模型。

OSI 参考模型分为 7 层,由低到高依次是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,如图 1.7 所示。OSI 参考模型只是规定了网络的层次划分,以及每一层所实现的功能,但它没有规定每一层上使用的服务和协议,因此它本身并不是一个网络体系结构。尽管 ISO 已为每一层指定了标准,但这些标准不是参考模型的一部分。

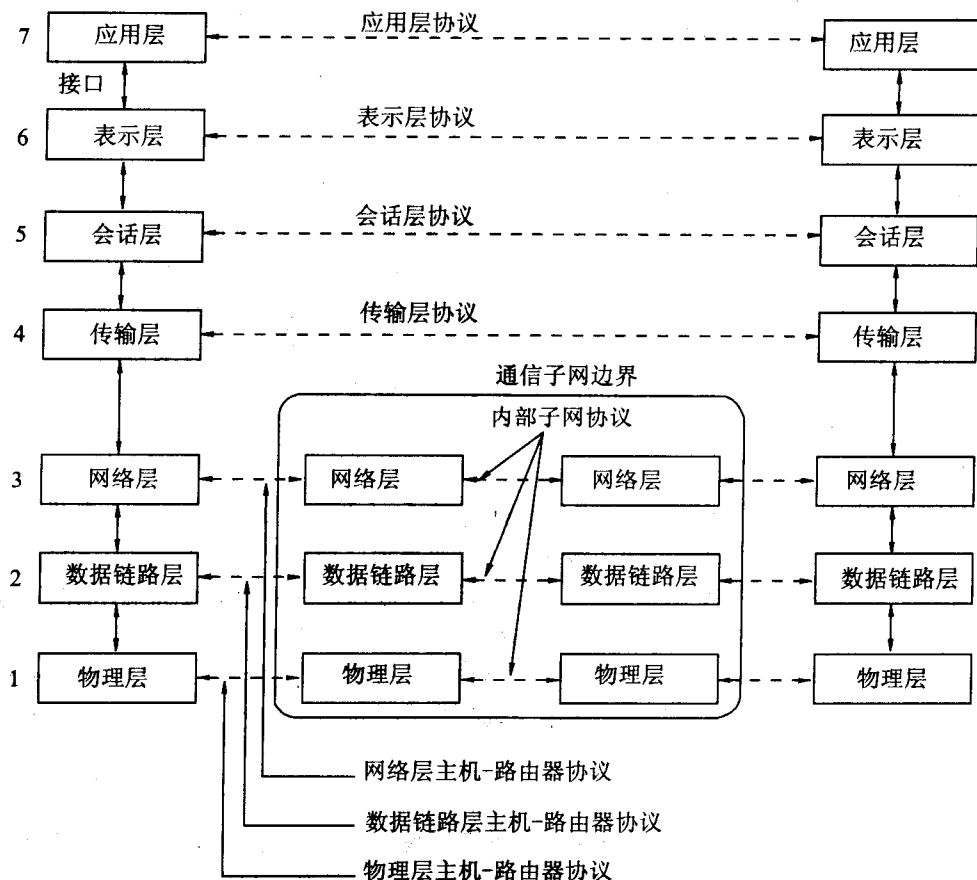


图 1.7 OSI 参考模型

OSI 参考模型各层的功能简述如下:

(1) 物理层 (Physical Layer)

物理层的作用是在物理媒体上传输原始的数据比特流,这一层的设计同具体的物理媒体有关。如用什么信号表示“1”,用什么信号表示“0”,信号电平多少,收发双方如何同步,接插件的规格等等。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)

实际的物理链路是不可靠的,总会出现错误,数据链路层的作用就是通过一定的手段,

将有差错的物理链路转化成对网络层而言没有传输错误的数据链路。它采用的手段就是将数据分成一个个的数据帧,以数据帧为单位进行传输。接收方对收到的帧进行校验,发回应答帧,发送方对错误帧进行重发。通过应答,数据链路层上还可以进行流量控制,即协调收发双方的数据传输速率,以免接收方来不及处理发来的高速数据而引起缓冲器溢出及线路阻塞。

(3)网络层(Network Layer)

网络层的作用是将数据分成一定长度的分组,将分组穿过通信子网从信源传送到信宿。在点-点子网中,从信源到信宿通常存在多条路径,网络层要负责路由选择;另外,过多的分组同时涌入通信子网,会引起网络局部或全网性能下降,造成网络阻塞,网络层必须采取一定的手段控制分组的过量流入;当分组需要跨越多个网络才能达到目的时,网络层还要解决网络互连的问题。

(4)传输层(Transport Layer)

传输层是第一个端-端层,也称为主机-主机层,它为上层用户提供不依赖于具体网络的高效经济透明的端-端数据传输服务。由于传输层将具体的通信子网同上层用户隔离开来,上层用户觉察不到子网的存在,因而利用统一的传输原语书写的高层软件可以运行于任何通信子网之上,具有很好的通用性。除了处理端到端的差错控制和流量控制以外,传输层还可以根据上层用户提出的传输连接请求,为其建立一条独立的网络连接;或为其建立多条网络连接来分流大量的数据,减少传输时间;或将多个传输连接复用到同一条网络连接线上,从而降低每一条传输连接的费用;分流和复用对上层用户都是透明的。

(5)会话层(Session Layer)

会话层是进程-进程层,进程间的通信也称为对话,会话层管理不同主机上各进程间的对话。具体来说,会话层负责在两个会话层用户(如表示层协议实体)之间建立和清除对话连接;如和对话相关的数据交换是半双工的,会话层可以提供一种数据权标来控制哪一方有权发送数据;当进程间要进行长时间数据传输,而通信子网故障率又比较高时,会话层可以在数据流中插入若干同步点,在每次网络出现故障时,仅需从最近的一个同步点开始重传,不必每次都从头开始。在所有七个层次中,会话层是最“薄”的一层,功能很少,在有些网络中可以省略这一层。

(6)表示层(Presentation Layer)

表示层为上层用户提供数据或信息语法的表示变换。大多数用户间交换的信息是有一定数据结构的,如人名、日期和货币数量等,不同的机器内部表示数据的方法可能不同。为了便于信息的相互理解,需定义一种抽象的数据语法来形式地表示各种数据类型和数据结构,并定义相关的编码形式作为传送数据时的传送语法,表示层即负责机器内部的数据表示与抽象数据表示之间的变换工作。除此之外,在表示层上还可以进行数据的加密/解密和压缩/解压缩等变换功能。总之,表示层上实现的功能都是同数据表示有关的。

(7)应用层(Application Layer)

应用层是 OSI 参考模型的最高层,它的作用是为应用进程提供访问 OSI 环境的手段。对于一些普遍需要的网络应用,如域名服务、文件传输、电子邮件、虚拟终端等,已经指定了一系列的标准,随着网络应用的进一步开发,新的标准还在不断地产生。

综上所述,只有最低三层涉及通过通信子网的数据传输,高四层是端到端的层次,因而

通信子网只包括低三层的功能。OSI 参考模型规定的是两个开放系统进行互连所要遵循的标准,对高四层来说,这些标准是由两个端系统上的对等实体来共同执行的,而对于低三层来说,这些标准是由端系统和通信子网边界上的对等实体执行的,通信子网内部采用什么标准是任意的。

OSI 参考模型中数据的实际传送过程如图 1.8 所示。发送进程 A 欲将数据发送给接收进程 B,它将数据送给自己的应用层。应用层在收到的数据上加上该层的控制信息(称之为应用层的头标 H7),然后将封装好的数据传送给表示层。表示层如法炮制,在收到的数据上加上表示层的头标 H6,然后传给会话层。依次类推,每一层都在收到的数据上加上本层的控制信息,并传给下一层。当传到物理层时,数据通过实际的物理媒体传到接收机器。在接收机器上,每一层都从收到的数据中去除本层的控制信息,然后传给它的上一层,这样逐层上传直到接收进程 B。虽然我们把控制信息都称为头标,但实际上控制信息不一定加在数据的头部,也可以加在尾部,或头尾都有,有些层上甚至可以没有控制信息,即头标为空。另外,较大的数据块在中间的某些层次上,可能会被截成较短的数据单元,在每个数据单元上分别加上控制信息传给下一层;在接收方的相邻层次上,再将较短的数据单元重新组装成较大的数据块传给上一层。

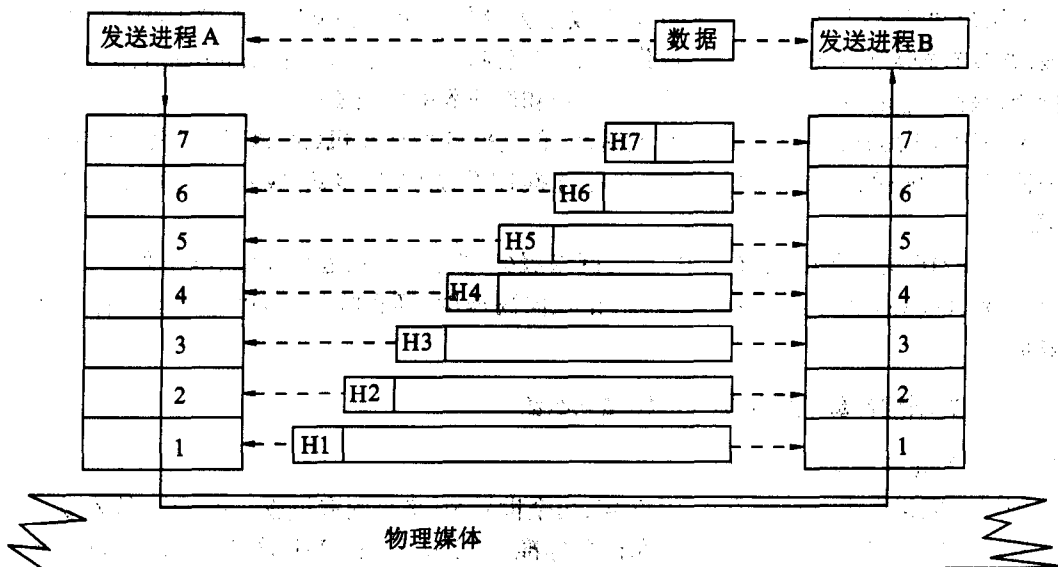


图 1.8 数据的实际传输过程

虽然实际的数据传输是纵向的,但对于接收方的某一层来说,低于它的各层的控制信息不会传给它,而高于它的各层的控制信息对于它来说是透明的数据,它只阅读和去除本层的控制信息,进行相应的协议控制,这样,发送方和接收方的对等实体看到的信息是相同的,就好像这些信息通过虚通信直接传给对方一样。因此在考虑有些问题时,可以不管实际的数据流向,而认为是对等实体在进行直接的通信。

1.2.2.4 关于 TCP/IP 协议

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 是 20 世纪 80 年代中期美国国防部为其 ARPANET 广域网开发的网络体系结构和协议标准,以 TCP/IP 为基础的 Inter-

net 是全球规模最大的计算机互连网络(广域网)。到 1994 年 10 月,全世界已有 90 多个国家和地区正式加入 Internet,连入的网络已达 41520 个,主机数已超过 386 万台,约有 4000 万人通过 Internet 进行信息交换和业务活动。Internet 已遍及全球,应用范围早已超出教育和科研部门,现已广泛应用于政府、娱乐、旅游、医疗保险、团体、公司和出版等许多领域,正在进入世界的千家万户。

20 世纪 80 年代中期,OSI 曾红极一时,似乎将要完全取代 TCP/IP 的位置。但这种情况没有发生,相反 TCP/IP 越来越受到青睐。

TCP/IP 迅速发展,OSI 发展迟缓形成了鲜明的对照,支持 TCP/IP 的人们认为 OSI 的前景暗淡,TCP/IP 将会永葆青春和活力。究其原因大致有:

- TCP/IP 虽然不是国际标准,但它受到了产业界的全面支持,例如,IBM,Novell,Sun,Microsoft,Apple 等计算机工业的巨头都争先将其纳入到自己的体系结构中。用户可获得广泛的支持。

- TCP/IP 自 20 世纪 70 年代诞生以来已经过了 20 多年的实践检验和发展,它的有效性、可靠性和灵活性已被广大用户所接受和信赖,其广泛的应用基础使 TCP/IP 的地位日益稳固。

- 用户和建网机构已在 Internet 上投放了大量的资金,而 OSI 只是 TCP/IP 的继承和发展,并没有较大的突破。用 OSI 取代 TCP/IP 意味着投资者放弃在 Internet 上长达 20 年的投资,显然,这是不切实际的,也得不到用户和产业界的广泛支持。

- TCP/IP 具有良好的开放性和灵活性,它支持各种计算机(从 PC 机到大型计算机)、各种网络(局域网、广域网、城域网)和各种操作系统(MS-DOS, Windows, UNIX, VMS, OS/2)。

- TCP/IP 仍在不断发展之中,新的网络服务(文件传递、远程登陆、电子邮件、网络新闻,WWW,Gopher,Archie 等)不断涌现,正在向高速度、高吞吐率、高可靠和多媒体服务方向发展。

1.2.3 有关制定计算机网络标准的标准化组织

1.2.3.1 国际标准化组织 ISO

国际标准化组织 ISO 成立于 1947 年,由全世界 80 多个国家组成。ISO 中,技术委员会 97(TC97)的主要责任是制定计算机和信息标准。TC97 下设 17 个委员会。SC6 负责制定数据通信标准,包括调制解调器和其他物理层标准,数据链路层控制协议,面向比特的高级数据链路控制 HDLC 协议,公共数据网络访问标准等。SC6 的最大贡献之一是建立计算机通信的公共体系结构,例如,开放系统互连参考模型 OSI/RM 和 OSI 协议。

1.2.3.2 国际电报电话咨询委员会 CCITT

Consultation Committee of International Telephone & Telegraph(CCITT)隶属于国际电信联盟 ITU。CCITT 的主要责任是制定公用电话和数据网的国际标准。CCITT 下设 15 个工作组 SG,以建议的形式公布所制定的标准。

- E 系列建议——电话网和 ISDN

- G 系列建议——国际电话连接和电路

- I 系列建议——ISDN