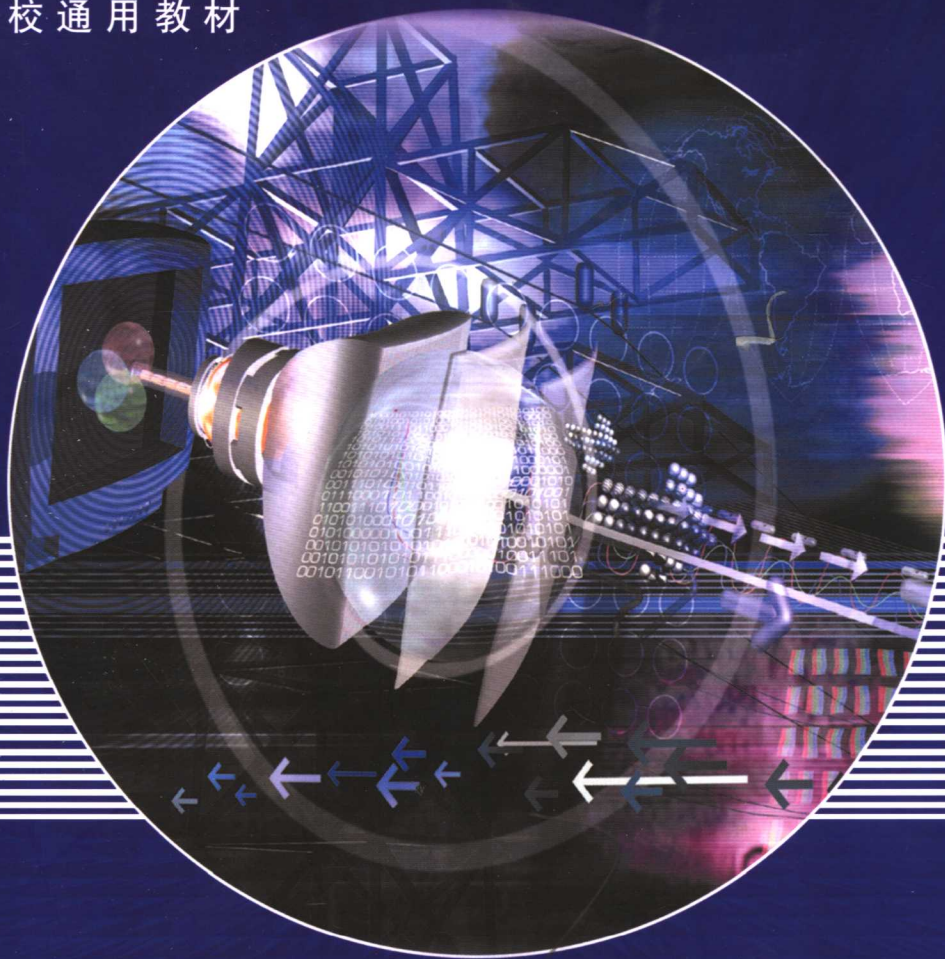


高等院校通用教材

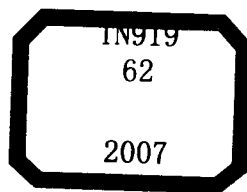


计算机通信技术

韩毅刚 编著



北京航空航天大学出版社



高等院校通用教材

计算机通信技术

韩毅刚 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

论述计算机通信的基本原理和实现技术。重点讨论数据传输的原理、数据的编码和调制、校验码和差错控制、链路控制规程和通信接口,以及利用各种编程语言实现点对点串行通信的编程方法。

本书面向计算机、通信工程、电子信息等专业的本科生或专科生,可作为“计算机通信技术”、“通信技术基础”、“计算机网络基础”等课程的教材或参考书,也可供有关专业技术人员参考。本书配有精心制作的多媒体教学课件,可以起到很好的辅助教学作用,需要的教师可以直接与出版社联系,免费索取。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信技术/韩毅刚编著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-81077-955-5

I. 计… II. 韩… III. 计算机通信—基本知识
IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 146935 号

计算机通信技术

韩毅刚 编著

责任编辑 许振伍等

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81077-955-5 定价:23.00 元

前言

《计算机通信技术》试图从通信行业和计算机行业的发展融合出发,探讨通信系统和计算机网络所涉及的最基本的原理和概念,使读者了解当今计算机通信系统中采用的基本技术和先进思想。

计算机行业对通信行业的渗透速度之快是显而易见的。这也造成一些术语和概念的多义、同义和歧义,初学者极易混淆。例如,很多人弄不清带宽和传输速率、同步和异步、通信和网络之间的关系,对链路、连接的确切含义不知所云。“传输数字信号就是数字通信”,“传输模拟信号就是模拟通信”,是这样吗?题外话:是“通信”还是“通讯”,是“语音”还是“话音”呢?就拿 channel 一词而言,在计算机的 5 种 I/O 方式中称之为“通道”;在 ATM 网络和 SDH 网络中称之为“通路”(相应的 path 反而译为“通道”);在传输电视信号的 FDM 中的称呼是大家习以为常的“频道”;在传输话音的 TDM 中它还代表一条“话路”。实际上,其本质的含义是“信道”。我们这里提到了“话音”,但我们不会说“话音编码技术 CELP”,而总是习惯说“语音编码技术 CELP”,这实际上就是体现了“信源”与“信道”之间的区别,PCM、CELP 等都属于信源编码技术,而 CRC、校验和等都属于信道编码技术。

对于学过计算机网络的读者,肯定了解以太网采用的 CSMA/CD 技术。当发送的 MAC 帧产生冲突时,所有站点都能够监测到冲突的发生,但为什么发送方还要发送一个 jam 干扰信号呢?弄清了本书讨论的帧同步方法,对此问题就会豁然开朗,温故而知新了。

《计算机通信技术》介绍了数据通信与计算机通信系统的模型和基本概念,主要讨论物理层和数据链路层的协议和实现技术,阐述计算机数据通过物理线路按照某种链路协议传送到对方的原理和方法。

本书在通信网络的基础上介绍了数据传输的原理、通信规程和一些常用的通信设备。鉴于目前实际应用中计算机通信与硬件联系较多的情况,在通信程序编程方面侧重于计算机串口,描述了通过点对点通信方式把数据完整无误地传送给对方的方法。

本书改编自作者在南开大学计算机科学与技术专业讲授的“计算机通信技术”课程的讲义,总结了作者整整 20 年从事计算机技术和通信技术的科研和教学经验。计算机通信技术发展迅速,每次授课都要推陈出新,这次出版又做了很大改进,在加入新技术的同时,保留了生命力较强的技术和思想。

本书参考了大量的技术资料 and 书籍。下列同学参与了查阅资料和绘制部分插图的工作:

前 言

周宇、张大力、陆炜、李晓娜、吴家涛、张德成、张宏华、王光林、王宝坤、冯建业等。所列参考文献编著者和其他同学未能一一列出的,特此一并致谢。这里还要特别感谢我的家人对我的支持。

由于编著者水平有限,书中不妥之处,敬请不吝赐教。

作 者

2006 年 8 月于南开园

目 录

第 1 章 计算机通信概论

1.1 C & C	1
1.1.1 通信简史	1
1.1.2 计算机的发展	2
1.1.3 计算机与通信的结合	2
1.1.4 计算机通信技术的发展	4
1.2 通信系统模型	6
1.3 通信网络概述	7
1.3.1 通信网络的组成	7
1.3.2 通信网络的分类	8
1.4 计算机通信体系结构	9
1.4.1 通信协议参考模型	9
1.4.2 OSI 参考模型各层的功能	10
1.4.3 TCP/IP 协议模型	11
1.4.4 通信协议标准化组织	11

第 2 章 数据的传输

2.1 模拟传输和数字传输	13
2.1.1 数据和信号	13
2.1.2 数字通信的特点	14
2.2 通信代码	15
2.2.1 ASCII 码	15
2.2.2 EBCDIC 码	18
2.2.3 ISO 10646 标准	19
2.2.4 Unicode	19
2.2.5 汉字编码	21
2.3 数据传输的概念及分类	22
2.3.1 数据传输方式的分类	22

2.3.2 数据传输的基本概念	24
2.4 传输损耗	27
2.4.1 衰 减	27
2.4.2 噪 声	28
2.4.3 延迟失真	29
2.4.4 信道容量	29
2.5 传输媒介	32
2.5.1 有线媒介	32
2.5.2 无线媒介	34
第3章 数据的编码和调制	
3.1 数字信号的编码	38
3.1.1 数字信号的波形	38
3.1.2 数字信号的编码格式	39
3.1.3 编码技术的评价	41
3.2 用数字信号传输模拟数据	41
3.2.1 脉冲编码调制	41
3.2.2 增量调制	45
3.3 用模拟载波传输数字数据	46
3.3.1 幅移键控	47
3.3.2 频移键控	48
3.3.3 相移键控	49
3.3.4 正交振幅调制	50
3.4 用模拟载波传输模拟数据	51
3.4.1 调 幅	51
3.4.2 调 频	51
3.4.3 调 相	51
第4章 多路复用	
4.1 多路复用的概念	52
4.2 频分多路复用	53
4.2.1 FDM 的原理和特性	53
4.2.2 FDM 应用实例	54
4.2.3 多路载波通信系统	57
4.3 同步时分多路复用	58
4.3.1 TDM 的原理和特性	58
4.3.2 帧同步	61
4.3.3 速率适配	63
4.3.4 TDM 数字通信的层次结构	66
4.4 统计时分多路复用	69
4.4.1 STDM 的原理和特性	69

4.4.2	STDM 的构成	71
4.4.3	ATM 的复用方式	73
4.5	波分多路复用	74
4.6	复用技术的比较	75
4.6.1	各种复用技术的比较	76
4.6.2	复用器和数据集中器的比较	76

第 5 章 差错控制

5.1	纠错检错编码原理	78
5.1.1	差错类型	78
5.1.2	校验码的分类	79
5.1.3	编码的纠错能力	80
5.2	常用的校验编码方法	81
5.2.1	奇偶校验码	81
5.2.2	方阵校验码	82
5.2.3	恒比码	82
5.2.4	校验和	83
5.2.5	CRC 码	84
5.2.6	海明码	87
5.3	差错控制方法	88
5.3.1	反馈重发纠错方式	89
5.3.2	前向纠错方式	89
5.3.3	混合纠错	90
5.3.4	其他差错控制方式	90
5.4	ARQ 的各种类型	91
5.4.1	停止等待 ARQ	91
5.4.2	重返 N -ARQ	92
5.4.3	选择重发 ARQ	93
5.4.4	各种 ARQ 传输效率的比较	94
5.5	信道的差错特性	94
5.5.1	信道的差错统计特性	94
5.5.2	反馈信道对应答信号的影响	95

第 6 章 通信控制规程

6.1	通信系统结构	96
6.2	数据链路	98
6.2.1	数据链路的拓扑结构和双重性	99
6.2.2	数据站的类型	100
6.2.3	数据链路控制规程的功能	101
6.2.4	数据链路的控制过程	102
6.2.5	数据链路控制规程的类型	104

6.3 流量控制	105
6.3.1 流量控制和拥塞控制	105
6.3.2 流量控制方法	106
6.4 面向字符的数据链路控制规程	110
6.4.1 控制字符和帧格式	111
6.4.2 基本型控制规程的通信过程	112
6.4.3 系统的恢复规程	113
6.5 面向位的数据链路控制规程	114
6.5.1 HDLC 的基本特征	114
6.5.2 HDLC 帧结构	116
6.5.3 HDLC 帧类型	118
6.5.4 HDLC 的操作过程	121
第7章 通信设备	
7.1 通信控制设备	123
7.1.1 通信控制设备的功能和分类	123
7.1.2 通信设备实例	124
7.2 调制解调器	129
7.2.1 调制解调器的分类	129
7.2.2 调制解调器的功能	133
7.2.3 调制解调器的工作过程	134
7.3 AT 命令集	138
7.3.1 调制解调器的响应代码	138
7.3.2 方式命令	140
7.3.3 寄存器命令	142
7.4 调制解调器的协议	144
7.4.1 Modem 的调制协议	144
7.4.2 差错控制协议	146
7.4.3 数据压缩协议	147
7.4.4 文件传输协议	149
第8章 串行通信	
8.1 通信接口	150
8.1.1 机械特性	150
8.1.2 电气特性	151
8.1.3 功能特性	151
8.1.4 规程特性	152
8.2 RS-232 串行接口	153
8.2.1 RS-232 的机械特性	153
8.2.2 RS-232 的电气特性	154
8.2.3 RS-232 的引线分配	155

8.2.4 RS-232 的定时方案	159
8.2.5 RS-232 的操作规程	159
8.2.6 RS-232 的连接方式	161
8.3 UART 16550	163
8.3.1 串口的地址	163
8.3.2 16550 的寄存器组	164
8.3.3 16550 的中断操作	169
8.3.4 16550 的初始化	171
8.4 RS-449 串行接口	172
8.5 USB 串行接口	172
8.5.1 USB 的体系结构	173
8.5.2 USB 的接口特性	174
8.5.3 USB 的协议	175
8.5.4 USB 的通信	177
8.6 1394 串行接口	179
8.6.1 1394 的接口特性	179
8.6.2 1394 的体系结构	179
8.6.3 1394 的拓扑结构	180
8.6.4 1394 的传输模式	181

第 9 章 通信程序的编写方法

9.1 编写通信程序的层次	183
9.1.1 直接硬件驱动	183
9.1.2 BIOS 调用	186
9.1.3 操作系统功能调用	187
9.2 用汇编语言编写通信程序	188
9.2.1 以查询方式发送文件	188
9.2.2 以中断方式接收和存储文件	192
9.3 用 BASIC 语言编写通信程序	197
9.3.1 BASIC 语言的通信语句	197
9.3.2 BASIC 通信程序举例	198
9.3.3 基于 Windows 的 VB6 串口通信程序	199
9.4 用 C/C++ 语言编写通信程序	202
9.4.1 自动拨号程序	202
9.4.2 C 语言通信程序实例	204
9.4.3 用 VC++ 实现串行通信	208
9.5 利用串口通信实现文件传输	212
9.5.1 Kermit 协议的基本内容	212
9.5.2 Kermit 的传送过程	215
9.5.3 Kermit 的程序实现	219

第 10 章 通信网络

10.1 各种通信网络之间的区别·····	223
10.2 通信网络举例·····	224
10.2.1 数字数据网 DDN ·····	224
10.2.2 X.25 公用分组交换网络 ·····	226
10.2.3 ISDN ·····	227
10.2.4 帧中继网·····	229
10.3 通信网络的发展·····	230
10.3.1 宽带传输网·····	231
10.3.2 宽带交换网·····	232
10.3.3 宽带接入网·····	235

参考文献·····	241
-----------	-----

第 1 章

计算机通信概论

计算机通信技术的发展一直遵循着循环演进的规律。从计算机技术和通信技术的发展历史来看,各种技术层出不穷,性能指标日新月异,然而,计算机系统的体系结构和通信系统的模型几十年来却变化不大。本章先对计算机通信技术的发展作一概述,然后描述计算机通信系统的模型及其体系结构,籍此给出本书的内容和所依据的知识背景。

1.1 C & C

从话音通信到数据通信,再到现在的多媒体通信,计算机与通信的结合(C & C)已影响了我们的生活方式。

1.1.1 通信简史

通信有模拟通信和数字通信之分,有同步通信与异步通信之分。以模拟/数字为一维,同步/异步为另一维,可看出通信的发展是循环演进的,如图 1-1 所示。

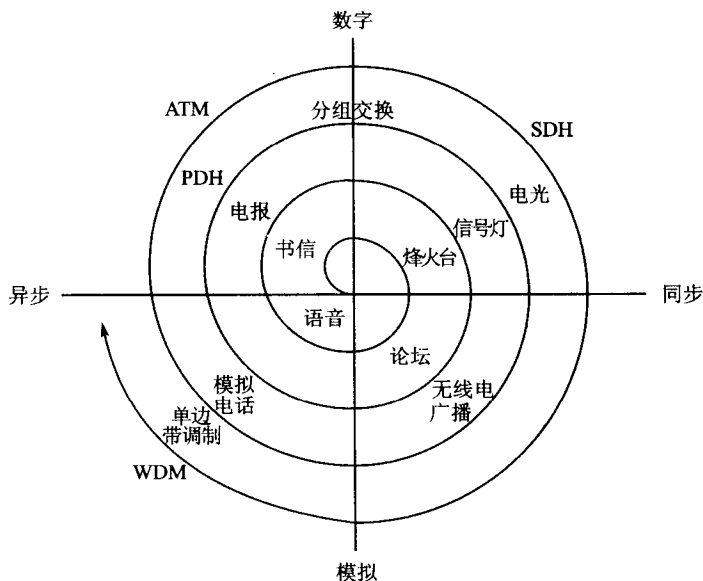


图 1-1 通信的发展是循环演进的

第1章 计算机通信概论

大约5万年前,人类开始用语音表达自己的意图。在山洞中发现具有2万年历史的图形图像,也发现了5000年前的书信。在耶稣诞生之前,古希腊人采用在中继站的高楼上安放火炬的方法,用光学通信来分程传递信息。中国的烽火台也是典型的光通信例子。希腊人和罗马人的公共通告和演讲是广播通信的早期例子,这些在论坛和辩论中定期发布的通告和演讲是同步的;若不定期,则是异步的。

1846年莫尔斯(Samuel F. B. Morse)发明了电报,标志着进入了当代数字电磁通信技术时代,不久,马可尼(G. Marconi)发明了无线电报。音频信号的广播模拟无线电通信在19世纪末20世纪初出现,模拟话音通信也在同一时期出现。20世纪40年代后期,电视信号广播投入商业营运。20世纪50年代,为了更好地利用所安装的电缆,开始将模拟话音转变为PDH(准同步数字体系)数字信号。20世纪60年代,对军用通信网络保密性的研究,派生出分组交换技术。光纤传输和SDH(同步数字体系)的概念在20世纪80年代初引入。话音的模拟传输在20世纪80年代因单边带调制而短暂复兴。ATM(异步传输模式)将通信技术推回到数字异步通信的领域。由WDM(波分多路复用)为基础的全光通信可能是通信技术下一个显著的跳跃,它是模拟和异步的。

1.1.2 计算机的发展

1642年,法国的帕斯卡(Blaise Pascal)制造了一台机械加法器/减法器。1827年,英国的巴贝奇(Charles Babbage)设计了一台用于多项式计算的差分机,由于这台机器已具备现代计算机的5大部分:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备,因此人们称巴贝奇为计算机之父。1941年,德国的楚泽(Konrad Zuse)构造了第一台二进制机械计算机。1944年,IBM公司根据艾肯(Howard Aiken)的设想制成了Howard Mark I十进制机电计算机。1946年,冯·诺依曼等3人(John von Neumann、Arthur Burks和Herman Goldstine)设计成功第一台电子数字计算机ENIAC。

计算机到目前已经历了5代。

第1代:1945—1954年。采用电子管和继电器存储器,如ENIAC、IBM 701等。

第2代:1955—1964年。采用分立式晶体管和磁性存储器,如IBM 7090、CDC 1604等。

第3代:1965—1974年。采用集成电路、微程序设计、流水线、高速缓冲和先行处理器,如IBM 360/370、CDC 6600等。

第4代:1975—1990年。采用LSI/VLSI和半导体存储器,主要为向量超级计算机、多计算机,如VAX 9000、Cray X-MP等。

第5代:1991至今。采用大规模并行处理技术、高密度组装和光技术,如Fujitsu VPP500、Cray/MPP、Intel Paragon、IBM 深蓝等。到2006年3月,世界运行速度最快的计算机可进行367万亿次/秒的浮点计算。

1.1.3 计算机与通信的结合

信息系统的基础是通信技术和计算机技术的结合,常称为C&C(Computer & Communications)。计算机通信是通信与计算机相结合的人—机或机—机通信,其目的不仅仅是为了交换数据,更主要是为了利用计算机来处理数据。计算机技术对通信系统的介入极大地促进了通信技术的变革和发展,计算机通信革命已经使原来泾渭分明的各种通信网络的划分和各种

计算机系统的划分失去了意义。

1. 三网合一

电信网、有线电视网和计算机网是目前世界上运营的三大通信网络。以前电信网传输语音,电视网传输图像,计算机网传输数据;现在语音通信、图像通信和数据通信之间已无本质区别。通信网络统一在数字化之下,实现的目标是综合服务,这就是所谓的数字汇聚,它使三大网络迅速地融合在一起。

三网合一的最初探索是 ISDN(综合业务数字网)。ISDN 当初的目标就是在一个通信网内实现数据、话音和图像的传输,只不过当时的通信网络带宽有限,未能成功,但其理想却在单机上得以实现,这就是多媒体计算机。目前 ISDN 只是用于接入网,即所谓的“一线通”,而其综合网络的理想交给了以 ATM 技术为核心的宽带 ISDN,即 B-ISDN。在应用中,虚拟现实(VR)可能将是对综合业务通信网的最大考验,如网上互动游戏等。

以前通信网络只负责数据传输,数据传输在传送和交换设备上进行,通常不会改变数据的内容。对数据进行收集、分类、计算、整理、存储、变换等数据处理工作通常在计算机上进行。现在数据处理和数据传输已没有本质的区别。一方面数据处理正走向分布式处理,另一方面通信网络中的交换节点实质上也可以看成是计算机设备。大家熟知的程控交换机,顾名思义是由计算机程序控制的,正是计算机对交换机的控制和对交换机上数据库的维护和处理,才使我们能够方便地享受电话网的扩充业务,如呼叫转移、叫醒服务等。在通信网络中,以前很繁杂的配线、跳线系统,现在也是由计算机系统控制完成的,其强大的网络管理软件,充分体现了数据处理与数据传输的结合。因此,也有人提出:数据处理+数据传输=数据通信。

数据通信是指通信双方按一定通信协议,通过模拟传输信道或者数字传输信道,把一方的数据流传送到另一方的过程。数据通信是为了实现计算机与计算机之间或者终端与计算机之间的信息交互而产生的一种通信技术。从某种意义上说,数据通信是计算机通信的组成部分。数据通信着重于数据的传输,而不涉及数据所表示的原始信息,而计算机通信则着重于信息的交互。数据通信与计算机通信的界定已经模糊,二者没有本质的区别。

2. 多机系统技术迁移

单处理器计算机、多处理器计算机、局部网络、城市网络和长途网络之间的界线已模糊不清。典型的例子就是作为局域网的以太网技术目前不仅部署在城域网中,也正在向广域网延伸。一些集群系统也使用以太网进行计算机互连。2006 年全球超级计算机 500 强中,有 365 个超级计算机系统采用计算机集群结构,其中 255 个超级计算机集群采用了千兆以太网。这说明以前常见的“功能下移”(如把大型计算机的复杂技术和结构迁移到微机中)并非一成不变,也可以“功能上移”。

就某一门技术而言,也已经不能说明它是某种系统所独有。例如,光纤通道技术最初是为数据通路而设计的,但它也能处理网络连接。现在 IBM 公司把光纤通道技术用于硬盘连接,IEEE 则在光纤千兆以太网中使用光纤通道技术。还有一些概念体现了技术的交融和迁移,如 NC(网络计算机)、PC(个人通信)、SUN 公司的“网络就是计算机”等。

下面通过智能大楼的例子,说明计算机与通信是怎样紧密结合的。

1984 年美国的哈特福德市对一座旧楼改造时,对大楼的空调、电梯、照明、防火、防盗等设施采用计算机进行监控,为客户提供语音通信、文字处理、电子邮件、情报资料等信息服务。这

第1章 计算机通信概论

项工程引起了人们高度重视,开始对智能大楼进行研究。

智能大楼的定义有两种,其一是美国一个智能大楼研究机构的定义,表述如下:通过对建筑物的结构、系统、服务和管理4个基本要素及其内在关联的最优组合,提供一个投资合理并且高效、舒适、便利的环境。这种定义从用户观点出发,突出了智能大楼在管理和信息传输以及服务方面的特点。

第2种定义突出了智能大楼“智能”的根本所在——信息传输系统:在大楼建设中建立一个独立的局域网,通过结构化布线系统组成一个集成环境,连接用户的各种设备,让大楼的管理机构能够随时监测,并能自动采取相应的措施。

结构化布线系统由6部分组成:户外系统、垂直竖井系统、平面楼层系统、用户端子区、机房房子系统和布线配线系统。布线系统的目的就是方便地收集和散播数据。

除布线系统外,智能大楼还包括各种传感器件、控制器件以及信息处理系统。一个完善的智能大楼系统除了结构化布线系统以外,还包括:办公自动化系统(如文字处理、电子商务)、通信自动化系统(如ISDN)、楼宇自动化系统(如传感和监控)、计算机网络。其中计算机网络是智能大楼的核心。可以看出,计算机与通信的结合已影响到我们的日常生活。

1.1.4 计算机通信技术的发展

阿姆达尔(Amdahl)定律指出了普通的应用要求计算机处理周期、存储器容量、数据通信之间应具备大致相等的比例,即通常所说的3M(1 MIPS、1 MB、1 Mb/s),其含义是若想获得1 MIPS(1百万条指令每秒)的处理能力,必须具有1 MB的存储器和1 Mb/s(1 M位/秒)的数据传输速率。

20世纪70年代,CDC 6600(流水线计算机)100 ns执行一条指令,20年后,Cray 向量流水超级计算机1 ns执行一条指令,每10年提高10倍;同期,数据通信从56 kb/s(ARPANET)提高到1 Gb/s(光纤),每10年提高100多倍。在过去的25年中(1980—2005年),带宽与计算能力的比例是2倍,即阿姆达尔定律的2倍。这就是所谓的带宽加速原则,它表明应用对带宽的需求更强烈。

网络时代的四大定律足以说明计算机通信技术的发展速度。

- ▶ 摩尔定律:微处理器的速度每18个月翻一番。
- ▶ 光纤定律:因特网带宽每9个月会增加一倍的容量,成本同时降低一半。
- ▶ 吉尔德定律:主干网的带宽每6个月增加一倍。
- ▶ 麦特卡尔夫定律:网络的价值与网络用户数量的平方成正比。

对于计算机技术和通信技术的发展,南开大学刘瑞挺教授有过一段生动的比喻:100:1;10:1;1:1;1:10;1:100。计算机刚发明时,100个人使用1台计算机;出现小型机后,10个人使用1台计算机;个人微机的推出,实现了1个人使用1台计算机;微机局域网能够使1个人使用10台计算机;而现在的互联网时代,使1个人使用100台计算机的梦想成为现实。

我们从下面几方面描述一下计算机通信技术的发展情况。

① 低速→高速。最初的电传打字机的通信速率是50 b/s(我们现在使用的计算机的最低通信速率就是50 b/s),发展到万兆以太网,直到目前商业运营的80 Gb/s的SDH速率,仅仅只有短短30多年的时间。实验室系统的速率更高,现在的光纤容量可大到50 Tb/s,不过,我们现在还无法充分利用。

② 专用网→公用网→虚拟专用网。开始时,通信网络只是某个部门或公司所建,为其自己单独使用。由于建网费用巨大,一般用户不敢问津,于是建立了公用的通信网络为大家共享,降低了用户的通信费用。然而,大家共用一个通信网络,毕竟使人感到不太安全。人们又想利用公用网的低费用,又不愿自己的通信内容被人窥视,于是就在公用网内部建立了自己的通信网络,这就是虚拟专用网。这样,既利用了公用网的通信资源,又防止了其他人访问自己的信息资源。

③ 面向终端的网→资源共享网。在大型机为主的时代,所建立的计算机通信网,只是为了让用户在远程使用本地的主机资源,而不必大家都蜂拥而至到计算中心的机房上机。因此,计算机通信网的目的就是把远程用户一侧的终端或微机连至计算中心的主机上,仅把用户一侧考虑为主机的一个终端。现在的计算机网络的最主要特征就是实现全网的资源共享。

④ 电路交换→报文交换→分组交换→信元交换。电路交换的典型例子是电话系统。在公用交换电话网中,当两个用户进行通信(打电话)时,电话系统就在两个用户之间建立一条实实在在的连线,这条连线就单独归这两个用户使用。可以看到,这条连线上并不是每时每刻都在传输信息。

为了充分利用线路资源,在数据通信网中,人们采用了报文交换技术,把要传送的信息组装成报文,发送出去;接收节点收到报文后,存储起来,进行路由选择,再寻机转发出去,因此是一种存储-转发机制。

由于报文交换所传送的信息有长有短,网络中的交换节点存储器容量的配置不好设定,报文太长,出错率也高。因此,人们把每次发送的报文分成较小的数据块,即报文分组,每个报文分组单独传送,到达目的地后再重新组装成报文,这就是分组交换技术。分组交换技术是通信网络的重要技术之一,它带来的好处,连当时的发明者也没有预料到。

信元交换技术是一种快速分组交换技术,它结合了电路交换技术延迟小和分组交换技术灵活的优点。信元就是固定长度的分组。ATM(异步传输模式)采用信元交换技术,其信元长度为 53 字节。

⑤ 各种通信控制规程→国际标准。计算机之间通信必须有一套对通信过程进行控制的约定,即通信控制规程或通信协议。以前,通信控制规程的制定由各生产厂家决定,造成不同厂家的设备不能互连。现在通信规程的制定基本上集中于几个标准组织,虽然还不尽如人意,但毕竟有国际标准可依。

⑥ 单一的数据通信网→综合业务数字通信网。以前所建的数据通信网顾名思义是用于传输数据的,现在的通信网目的是,不仅要传输数据,而且还能同时传输语音、图像等多媒体信息。综合业务数字通信网就是在把所有多媒体信息数字化的基础上,通过综合接入、综合交换、综合传输、综合管理,为用户提供综合业务的服务。

⑦ 微机到主机→对等通信→客户/服务器→网站/浏览器。从计算机通信的目的和体系结构来看,最初实现的是微机到主机(micro-to-mainframe)的互连,其目的是让微机用户能够使用昂贵的主机资源,实现的方法是使微机仿真大型计算机(主机)的终端。微机用户可把作业提交给大型机运算,微机除了仿真终端的功能外,还可在微机和主机之间进行文件传输。

由于微机的发展,微机之间也需要互相联网,实现资源共享,采用的方法是对等通信(Peer-to-Peer, P2P),即微机间没有主次之分,可以彼此互相访问。目前,对等通信大有卷土重来之势,一些网络下载和即时通信等软件采用的就是 P2P 技术,如 BT 下载、网络电话、视频聊天等。

为了减小网络的通信量及对网络进行管理,现在普遍采用客户/服务器(Client/Server)的结构,即把一些简单的计算任务放在用户端的客户机上进行处理,而把复杂的运算任务放在服务器一端,服务器运算完毕后再把结果送回客户机一端,如 Sybase、Oracle 等数据库管理系统就是采用这种方式,而不必像 FoxPro 那样在网上传输数据库的备份。

现在人们所提出的网站/浏览器(Web/Browser)结构,实际上也是一种客户/服务器方式,只不过它是特指在因特网环境中使用浏览器构造应用软件系统的方式。

1.2 通信系统模型

通信系统的基本目的是在通信双方之间进行数据交换。一个简单的通信系统模型如图 1-2 所示。信源和发送器构成源端系统,信宿和接收器构成宿端系统,信道由收、发器之间的传输系统构成。信道可以是单一的传输线路,也可以是复杂的网络。信源设备产生要传输的信息 m , $g(t)$ 是信息 m 对应的时变信号,作为发送器的输入数据。发送器对输入流 $g(t)$ 进行转换和编码,以产生适合传输系统传输的电磁信号 $s(t)$ 。信号经信道传输后送给接收器。接收器接收来自传输系统的信号 $r(t)$,把它转换成信宿系统能处理的形式 $g'(t)$ 。于是,信宿设备就获得来自接收器的信息 m' 。

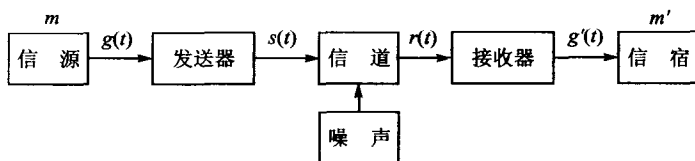


图 1-2 通信系统模型

由于噪声对信道的干扰,使得 $r(t) \neq s(t)$,这样收到的信息 m' 只是发送信息 m 的估计值。为了可靠、有效地传输信息,数据通信系统要执行的通信任务如下:

① 传输系统的利用。这包括多路复用技术、拥塞控制技术。多路复用技术解决共用传输媒质造成的访问冲突;拥塞控制技术解决传输系统(主要指网络的情形)过载的问题。

② 接口技术。即每台设备与传输系统的连接。

③ 信号的产生。产生的信号能够通过传输系统传播,并可由接收器翻译成数据。

④ 同步。收发器之间必须能够确定一个信号的开始及其往来状态,知道每一个信号元素的长度和间隔。

⑤ 交换管理。这包括两台通信设备是同时发送还是轮流发送,同一时间内传送的数据量,数据的格式,出现差错如何解决等。

⑥ 差错控制。包括差错的检测和纠正,差错控制技术采用的方法取决于在多大程度上可以容忍出现的差错。

⑦ 流量控制。当发送方发送的数据超过接收方能够处理和接纳的能力时,流量控制技术解决这种宿端过载的问题。

⑧ 寻址和路由。寻址技术,或更恰当地称为多路访问技术,使得源端在多个设备共享传输设施的情况下,只让相应的目标系统接收数据。由于传输系统本身可以是一个网络,路由技