

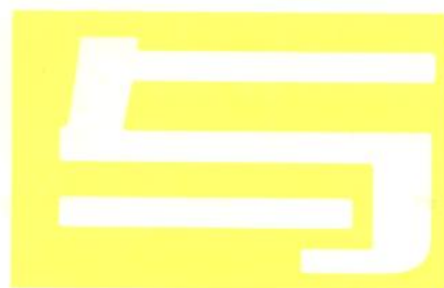
计

算

机

网

络



办

公

自

动

化

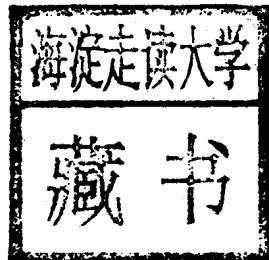
区益善 杨文伟 傅秀芬 编著

电子工业出版社

0029677
OYS/1

计算机网络与办公自动化

区益善 杨文伟 傅秀芬 编著



电子工业出版社

0029677

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书把公共通信网、局域网、办公自动化、多媒体技术等内容有机的结合在一起,系统地介绍它们的结构、原理、应用技术基础。全书主要内容为:数据通信网络的基础知识;数据通信技术;局域网的工作原理;局域网的硬件及软件;局域网的安装使用及维护;网络互连技术;办公自动化系统;多媒体技术及其在办公自动化系统中的应用。适合各公司、工厂及政府信息管理人员和有关院校师生及培训班作教材。

计算机网络与办公自动化

区益善 杨文伟 傅秀芬 编著

责任编辑:穆 民

☆

电子工业出版社出版

北京万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社广州科技公司排版

北京大中印刷厂印刷

☆

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:22.75 字数:520 千字

1995 年 8 月第一版 1995 年 8 月第一次印刷

印数:5000 册 定价:25.00 元

ISBN7—5053—3098—5/TP·1085

YF300.1

前 言

随着科学技术的发展,计算机网络的涵义愈来愈广泛,内容愈来愈丰富。本书把公共通信网、局域网、办公自动化和多媒体技术有机地结合起来,系统地介绍它们的结构、原理、技术及应用。

计算机网络及其应用,无论是硬件或是软件,发展都十分迅速,因此编写本书的要求是:第一、新颖。内容力求能跟上当前的最新技术及发展趋势,第二、实用。在确保系统性和科学性的前提下,特别注意实用性和可操作性,使读者学习后能结合自己单位的实际情况开展工作;第三、深入浅出,理论联系实际。本书涉及面广,某些内容比较抽象,在介绍上尽量深入浅出,避免枯燥的纯理论的陈述,从实际应用出发,把理论与实际紧密结合起来,使之能适合各个层面读者的需要。

本书共分八章及一个附录,第一章至第三章由区益善编写,第四章至第六章由杨文伟编写,第七、八章及附录由傅秀芬编写。区益善负责全书的统编及审定。

本书可作为:高校计算机专业的教材、国家机关工作人员及科技人员计算机提高班的培训教材或自学教材、广大计算机网络用户的参考书、广大科技工作者的参考书。广东工业大学领导对本书的编写和出版给了许多指导和支持,在这里表示衷心的感谢!

因编者水平有限,谬误之外在所难免,尚望专家及广大读者指正。

编 者

于广东工业大学

1995. 7

目 录

第一章 数据通信概论	(1)
1.1 数据通信的含义及技术指标	(1)
一、数据通信的含义	(1)
二、数据通信模型	(1)
三、数据通信的几个技术指标	(2)
1.2 数据通信网络	(7)
一、交换通信网	(8)
二、增值网	(11)
三、综合业务数字网(ISDN)	(13)
1.3 计算机通信与计算机网络	(16)
一、计算机通信的实现方式	(16)
二、计算机网络的类型	(18)
1.4 ATM 技术及 ATM 网络	(23)
一、ATM 的结构与特点	(23)
二、ATM 技术	(25)
三、传统网络的局限性及 ATM 组网方式	(28)
1.5 信息高速公路	(31)
一、通信网络的发展趋势	(31)
二、信息高速公路的由来及目标	(33)
三、信息高速公路体系结构	(34)
四、信息高速公路的技术基础	(35)
五、信息高速公路的社会影响	(40)
第二章 数据通信技术	(42)
2.1 数据编码与调制	(42)
一、数字数据与模拟数据	(42)
二、数据编码	(43)
三、数据调制	(48)
2.2 传输介质	(55)
一、双绞线	(56)
二、同轴电缆	(59)
三、光纤	(61)
四、其它传输介质	(64)
2.3 传输技术	(67)
一、传输方式	(67)
二、同步方式	(68)
三、多路复用	(73)

四、数字数据传输	(77)
2.4 差错校验与控制	(79)
一、奇偶校验	(79)
二、汉明校验	(81)
三、循环冗余校验(CRC)	(84)
四、差错控制	(87)
2.5 通信接口	(90)
一、通信接口的功能、特性	(90)
二、RS-232-C	(91)
三、RS-449、RS-422A、RS-423A	(96)
四、IEEE488	(101)
第三章 局域网络原理	(105)
3.1 计算机网络的拓扑结构	(105)
一、网络拓扑结构的类型	(105)
二、常用网络拓扑结构的分析	(109)
3.2 局域网的送取控制方法	(113)
一、碰撞检测法	(113)
二、标志通行法	(116)
三、时间片法	(117)
3.3 ISO/OSI 参考模型及其协议标准	(118)
一、开放系统互连及其参考模型	(119)
二、参考模型的各层描述及协议	(121)
三、ISO/OSI 标准体系	(126)
3.4 局域网的标准化	(131)
一、局域网标准化的目标	(131)
二、IEEE802	(133)
三、MAP/TOP	(140)
3.5 无线局域网	(143)
一、无线局域网的特点及类型	(144)
二、无线局域网的通信技术	(145)
三、无线局域网的频带与协议	(147)
四、无线局域网的结构与应用	(148)
3.6 局域网与分时系统的比较	(150)
一、多用户分时系统	(150)
二、局域网	(152)
三、局域网选型的综合分析	(155)
第四章 局域网的硬件和操作系统	(159)
4.1 网络适配器	(159)
一、Etherlink 网络适配器	(159)
二、Novell Ethernet 网络适配器	(167)

4.2 调制解调器	(168)
一、Modem 的工作原理	(169)
二、Modem 的分类	(169)
三、Modem 的协议	(170)
四、Modem 的工作	(172)
4.3 网络工作站	(175)
一、网络工作站的分类	(175)
二、网络工作站的组成	(176)
4.4 网络服务器	(177)
一、网络服务器的作用	(177)
二、网络服务器的类型	(177)
三、服务器硬件组成	(181)
4.5 网络操作系统	(183)
一、Netware 的发展	(183)
二、Netware 网络操作系统的特点	(184)
三、Netware 组成及工作原理	(186)
四、Netware 协议	(189)
五、Netware 386 系统技术	(192)
六、Netware 网络接口	(199)
七、网间连接技术	(200)
第五章 局域网的安装、使用及维护	(202)
5.1 网络结构设计	(202)
一、Novell 网的基本结构形式	(202)
二、Novell 的组网方式	(203)
三、建网结构设计	(205)
5.2 Novell 网络的安装	(207)
一、硬件的安装	(207)
二、服务器软件安装	(208)
三、工作站软件生成	(213)
5.3 Novell 网络的使用及维护	(216)
一、建立网络应用环境	(216)
二、目录、文件管理	(232)
三、共享打印及管理	(236)
四、网络数据库	(242)
五、网络维护	(245)
第六章 网间互连技术	(247)
6.1 网络互连方式	(247)
一、网络互连的型式	(247)
二、网络互连的要求	(247)
三、网间互连的结构方案	(248)

四、网桥	(249)
五、路由器	(251)
六、网关	(254)
6.2 TCP/IP 协议	(254)
一、TCP/IP 协议的层次	(255)
二、ARP 协议	(257)
三、IP 模块	(258)
四、UDP 模块	(261)
五、TCP 模块	(261)
六、高层网际服务	(262)
6.3 Novell 网互连技术	(263)
一、网桥及路由器	(263)
二、Access 服务器	(265)
三、Netware 网关	(266)
四、Novell TCP/IP	(268)
第七章 办公自动化系统	(270)
7.1 办公自动化概述	(270)
一、办公自动化的基本概念	(270)
二、办公自动化的支撑技术	(272)
三、办公自动化的层次结构	(273)
四、办公自动化系统的主要功能	(273)
五、办公自动化的现状与发展	(275)
7.2 办公自动化模式	(277)
一、办公自动化的任务及系统组成	(277)
二、办公自动化的总体模式	(279)
三、办公自动化的层次模式	(279)
四、人机工程	(285)
7.3 办公自动化设备	(287)
一、办公自动化设备分类	(287)
二、办公用的计算机系统	(288)
三、OA 工作站与网络	(289)
四、复印机与传真机	(291)
五、缩微胶片与光盘	(295)
六、其它办公设备	(297)
7.4 办公自动化系统的开发与应用	(298)
一、办公自动化系统的开发原则	(298)
二、办公自动化系统的开发方法	(300)
三、办公自动化系统的调研与分析	(302)
四、办公自动化系统的设计与实施	(305)
五、办公自动化系统的运行与维护	(307)

六、办公自动化系统实例	(308)
第八章 多媒体技术及其应用	(311)
8.1 多媒体技术概述	(311)
一、多媒体的概念	(311)
二、多媒体系统的构成与层次	(312)
三、多媒体技术简介	(314)
四、多媒体技术的发展	(316)
8.2 多媒体系统	(318)
一、DVI 系统	(318)
二、CD-I 系统	(322)
三、Amiga 系统	(325)
8.3 多媒体通信网络	(327)
一、多媒体对通信网络的要求	(327)
二、多媒体通信	(329)
三、多媒体通信网络的应用	(332)
8.4 多媒体软件	(333)
一、多媒体软件的分层	(333)
二、多媒体 Windows	(334)
三、多媒体数据准备软件	(336)
四、多媒体编辑软件	(337)
五、多媒体应用软件	(341)
8.5 多媒体应用	(342)
一、多媒体应用领域	(342)
二、多媒体应用开发工具	(343)
三、多媒体数据库	(344)
四、潘多拉系统和活动办公室	(346)
五、多媒体电子邮件	(348)
六、多媒体的其它应用	(350)
附 录	(351)

第一章 数据通信概论

1.1 数据通信的含义及技术指标

一、数据通信的含义

数据通信(data communication)是50年代后期随着电子计算机的广泛应用而发展起来的一种新的通信技术。数据通信的内容是比较广泛的。在计算机系统内,磁盘驱动器与内存存储器之间的数据传送是数据通信,计算机与终端设备、计算机与计算机之间的数据交换,也是数据通信,……。可见,数据通信的含义是很广泛的。

但是,一般而言,所谓“数据通信”通常是这样定义的:利用通信系统对二进制编码的字母、数字、符号以及数字化的声音、图象信息所进行的传输、交换和处理。数据通信一般以计算机为中心,通过线路和远程终端直接连接起来形成联机系统。远程终端所产生的数据能及时地传送到中央处理机进行处理,而处理后的结果又能马上返送给远程终端。除数据源和交换装置外,整个过程不需人工干预。随着科学技术的发展,交换过程也在逐步实现完全自动化。因此,数据通信的技术基础是通信技术、网络技术、计算机技术和信息处理技术。

在具体介绍数据通信之前,需要说明一下“数据”和“信息”这两个术语。数据通信中的数据比数学中的数据具有更广泛的含义:数据是客观事物的属性、数量、位置及相互关系的抽象表示,是事物、概念或指令的一种形式,以适合于人工或自然方式进行通信、解释或处理。根据这一含义,数字(0,1,2,3,……)固然是数据,文字、符号也是数据,离散量固然是数据,非离散量也是数据。信息则是所表达的各观事实,向接收者传送的有意义的、并非是接收者预知的信号或消息。也就是说,信息根据表示数据的约定,赋予数据的意义。所以数据是信息的载体。例如数据“5”,根据应用场合不同,可表示“5斤苹果”、“5个人”、“5种思想”……,等等。

二、数据通信模型

图1.1.1 给出一个简单的数据通信模型框图。数据通信的基本目的就是在信源系统与目标系统之间交换信息。

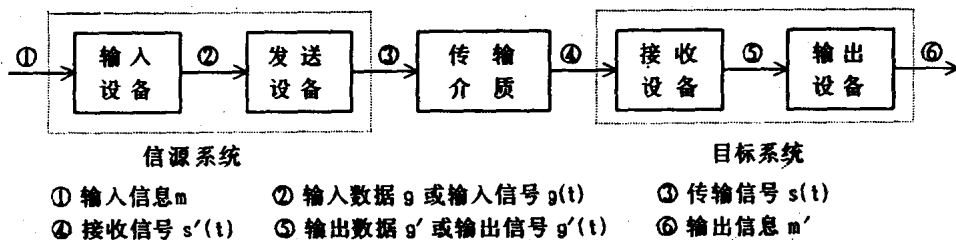


图 1.1.1 简单的通信模型框图

在图1.1.1中,待交换的信息 m ,经输入设备以数据 g 表示,并以一个时变信号 $g(t)$ 的方式提供给发送设备。发送设备把 $g(t)$ 转变成适合某种传输介质传送的信号 $s(t)$ 。 $s(t)$ 经过传输介质的传输变成信号 $s'(t)$ 送到接收端的接收设备。值得注意的是,由于在传输过程中引入了噪声、畸变和非线性失真等,所以 $s'(t)$ 不完全相同于 $s(t)$ 。 $s'(t)$ 应由接收设备转换成

适合于输出设备所需要的形式。图中信号 $g'(t)$ (或数据 g') 是发送设备输入信号 $g(t)$ (或数据 g) 的近似值或估计值。最后,输出设备向目标用户提供输出信息 m' 。一般情况下,输出信息应与输入信息完全相同,即 m' 是 m 准确的复制品,例如电子邮件就属于这种情况。

在电子邮件应用,信源系统和目标系统都是由计算机(包括微型计算机)组成。计算机通过输入输出(I/O)设备与传输介质相联,例如局域网络或电话线路,局域网络中的收发器或调制解调器(MODEM)也是 I/O 设备。现在假设要传送电子邮件:“一月三日上午十时在第四会议室召开处级以上干部会议,请依时出席。”这个字符串就是信源系统输入信息 m 。工作时,发信者调用计算机中的电子邮件处理软件,通过键盘或扫描器将信息 m 输入到计算机存储器,在存储器生成字符序列 g ,再经计算机的 I/O 设备把 g 变成位序列信号 $g(t)$,然后由与传输介质相联的发送设备转换成适合在介质中传输的信号 $s(t)$ 。在目标系统,接收设备接收经介质送来的 $s'(t)$,并由计算机对 $s'(t)$ 作出判断和处理,在存储器生成一个多位或多位字符组成的数据块 g' 。在生成 g' 的过程中,如经判断发现错误,则目标系统将要求重传,或与信源系统密切配合,进行纠错,以便最终获得准确无误的数据块。接着,这些数据块通过诸如打印机或显示器作为输出信息 m' 提供给接收端用户。

在上述关于通信模型的描述中,其实已隐含着大量的复杂的通信技术、计算机技术和信息处理技术。有关这些技术问题,我们将在以后有关章节中阐述。

三、数据通信的几个技术指标

为了分析评价数据通信和数据通信网络的性能、人们制订了一系列技术指标和技术参数,这里选择其中几种比较常见的加以介绍,以利进一步学习。

1. 信号强度

信号强度(Signal power)是指信号能量的大小。当信号沿着传输介质传输时,信号的能量会有一定的损耗而衰减。为了补偿这种损耗,往往在线路上设置放大器,对信号加以放大,增强其强度(增益)。损耗和增益,都意味着信号强度的改变。

通常用分贝(dB)表示增益和损耗。

dB 是英语 decibel(分贝)的缩写。dB 是表示传输增益或传输损耗以及相对电平、相对功率比的单位。分贝的计算公式是:

$$dB = 10 \log_{10}(P_1/P_2)$$

式中 P_1 、 P_2 是信号的功率值。

例如,如某信号的功率为 100 毫瓦,经传输后衰减至 50 毫瓦,则某传输损耗为

$$10 \log_{10}\left(\frac{50}{100}\right) = 10 \times (-0.3) = -3dB$$

使用分贝作为信号增益或损耗的主要原因是:

其一、信号在介质中传输时,其强度常常以对数的形式衰减,而分贝是对数单位,用分贝来表示损耗比较直观;

其二、分贝对于确定系统的总增益或总损耗十分方便,只需使用简单的加法和减法便可计算级联传输信道中的增益或损耗。例如某点对点通信线路中,具有两级放大器以补偿线路上的信号损耗,同时也把线路分成三段。假设第一段的损耗是 20 分贝,第一级放大器的增益是 25 分贝,第二段的损耗是 35 分贝,第二级放大器的增益是 25 分贝,第三段的损耗是 15 分贝,则总的增益(损耗)是

$$-20 + 25 - 35 + 25 - 15 = -20dB$$

本来,另一个单位——贝尔(Bel),与分贝具有同样的性质,不过,由于贝尔是分贝的 10 倍,显得过大,所以在实际应用中,没有分贝来得普通。

使用分贝要注意以下几点:

(1) 分贝是一个相对值,而不是绝对值。

例如,如果某信号功率从 10 瓦衰减至 5 瓦,其损耗也是一 3dB。

(2) 分贝也可用来表示不同电压的相对值。

因为在电阻 r 上消耗的功率 P 与电阻两端的电压 V 有如下关系:

$$P=2/r$$

所以可得

$$dB=10\log_{10}\frac{P_1}{P_2}=20\log_{10}\frac{V_1}{V_2}$$

(3) 如果要用分贝表示功率或电压的绝对值,则需要使用另外一个单位:分贝瓦(dBW),或分贝毫伏(dBmv)。

在微波通信系统中,广泛应用分贝瓦(dBW)。选择 1 瓦(W)的值作为参考,并且定义为零分贝瓦(0dBW)。因而,用 dBW 为单位的功率绝对分贝定义为:

$$P(dBW)=10\log_{10}\frac{\text{功率(W)}}{1(W)}$$

例如,100 瓦的功率是 30 分贝瓦,而 1 毫瓦的功率是 -30 分贝瓦。

在视频应用中,则经常采用分贝毫伏(dBmv)。定义 0dBmv 是等效 1 毫伏的绝对分贝单位。因此分贝毫伏的电压定义为:

$$V(dBmv)=20\log_{10}\frac{\text{电压(mv)}}{1(mv)}$$

2. 频谱和带宽

频谱(Frequency spectrum)是指信号所包含的从低频到高频的全部频率范围。例如,电磁辐射的全部频率范围,从低到高是无线电频谱、红外线、可见光、紫外线、X 射线和 γ 射线。

应用傅立叶级数及其变换便可知道,任何信号都是由不同频率的正弦波成分组成的。或者说,任何信号都可以分解成各种频率成份的正弦波信号。图 1.1.2(a)是由图 1.1.2(b)、(c)、(d)三个正弦信号合成的,这三个信号的频率分别为 f_1 、 $3f_1$ 和 $5f_1$ 。也就是说,信号(a)包含了 f_1 、 $3f_1$ 、 $5f_1$ 这三个频率,其频谱从 f_1 扩展到 $5f_1$ 。图中各信号的数学描述分别为:

信号(b): $\sin 2\pi f_1 t$

信号(c): $\frac{1}{3}\sin 3(2\pi f_1)t$

信号(d): $\frac{1}{5}\sin 5(2\pi f_1)t$

信号(a): $\sin 2\pi f_1 t + \frac{1}{3}\sin 3(2\pi f_1)t + \frac{1}{5}\sin 5(2\pi f_1)t$

其中,信号(c)称为三次谐波,信号(d)称为五次谐波,依此类推。

对于一个矩形脉冲,通过傅立叶变换可知,它包含 n 次谐波成分。当然每种谐波成分的振幅是不同的(见图 1.1.3)。

与信号频谱有关的另一个指标是带宽(Bandwidth)。对于不同的研究对象,带宽的含义各有差异。器件或系统的带宽是一个频率范围,在该频率范围中,符合某种规定的特性的性能均在要求的限度之内。例如一个放大器,其带宽常取定的范围为其增益在其最大值的 3dB 之内。信号波的带宽也是一个频率范围。通常认为,一个信号的绝对带宽就是该信号频谱的

宽度。在图 1.1.2 中,信号(a)的绝对带宽为

$$5f_1 - f_1 = 4f_1$$

有许多信号,例如图 1.1.3 所示的矩形脉冲,从理论上讲,它的带宽是无限大的。然而,信号的绝大多数的能量,只集中在相当窄的频带内。已经证明,从能量的观点,一般以第一个过零点定义为信号的近似带宽。这样的带宽被认为是有效带宽,也就是通常所指的带宽。

在数据通信系统中,信号的频谱(或带宽)对设备的设计,编码技术及通信介质的选择都有直接影响。信号带宽愈宽,对通信设备及通信线路的要求就愈高。

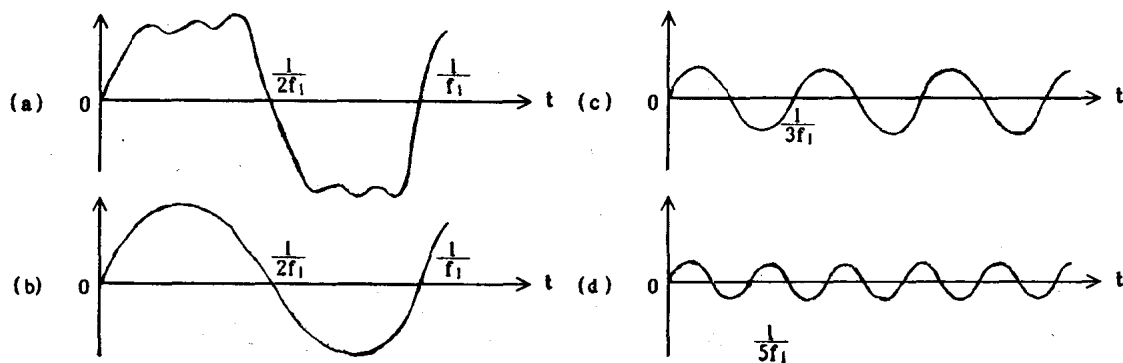


图 1.1.2 包含三个频率成分的信号

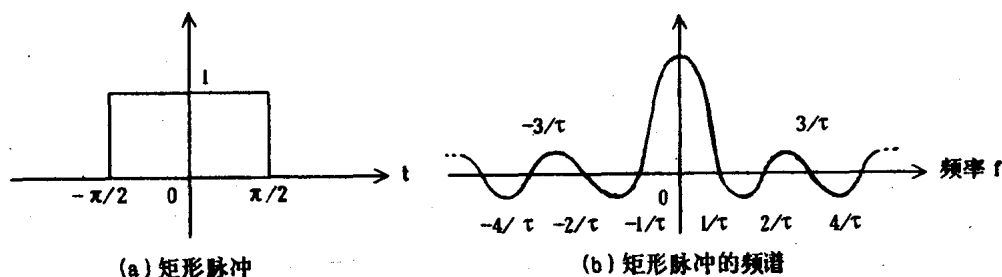


图 1.1.3 矩形脉冲及其频谱

3. 误码率

这是衡量通信系统可靠性的一项主要技术指标。误码率(error rate),是指码元在系统中传送时被传送错的概率。换句话说,它是接收端错误接收的码元数在发送端发送的总码元数中所占的比例。即,

$$\text{误码率 } P_e = \frac{\text{错误接收的码元数}}{\text{发送的总码元数}}$$

显然,误码率愈小,传送数据就愈准确,表示系统的可靠性愈高。误码率也可看作是在传送一份电文的过程中发生差错的概率。

在这里,请注意“码元”及“比特”的概念。

“比特”这个术语的英文是 bit,实际是 binary digit 的缩写,表示二进制数中的一个符号,只有“0”或“1”两种取值。所以“比特”又可称为“二进制位”,或简称“位”。

“码元”这个术语的英文是 code element,意思是构成代码的基本元素,或基本单位。码元与编码规则和应用系统有关。例如在机场识别用的三字母码中,“LHR”表示 Heathrow;在 ISO 七位编码字符代码表中,用二进制的数字“1000001”表示大写字母“A”;在五单位电

传打字机中,用五位数字来表示一个字母或符号。码元有时又称为码值(code value)。

4. 传输速率

传输速率(transmission rate),是指数据、报文、信号或任何其它信息单元从信源传至接收端的时间速率,用来衡量通信系统传输速度的快慢。传输速率可以用每秒比特(bit/s,或 bps),每分钟字符(c/m),每分钟字(W/m)或每天信息量等来表示。

在表示传输速率中,还有一种很常用的单位——“波特”(baud)。波特有两种含义:

在信号传输中,它是信号传输速度的一种单位。它等于每秒内离散状态或信号事件的个数。例如,如果某通信系统每秒钟传送 2400 个码元,那么该系统的传输速率为 2400 波特,在每个信号事件表示一个二进制位的情况下,波特和每秒比特数(bit/s)是一样的。

在异步传输中,波特是调制率的单位。它是单位间隔的倒数。例如,若单位间隔的宽度是 20 毫秒,则调制速率是 50 波特。

值得指出的是,波特是一个瞬时速率,而不是平均速率。它时刻都可能变化,这取决于传输方式和用脉冲(或位)表示信号的方式。

另外,还有两个术语需要解释一下。一个是“波特率(baud rate),它是所传送代码的最短码元占有时间的倒数,例如一个代码的最短信号码元宽度为 10 毫秒,则其波特率是 100 波特;另一个是“比特率”,它表示传送二进制位的速度,单位为每秒传送二进制位的数目。常用每秒位(bit/s 或 bps),每秒千位(kb/s 或 kbps),每秒兆位(Mb/s 或 Mbps)表示。例如某系统每秒传输 2 万 5 千位二进制位,则其比特率为 25kbps。如果码元由二进制位组成,而且所有的位具有相同的时长,则波特率和比特率是相同的。

信道具有的数据传输率,又称为信道容量(channel capacity)。

5. 频带利用率

信道频带利用率(data-rate to bandwidth ratio),是描述传输速率和带宽之间的关系的一个指标,用它可以衡量通信系统的有效性。对于二进制码元序列来说,频带利用率就是单位传输带宽所能实现的传输速率,即

$$\eta = \frac{R}{B}$$

式中, η 为频带利用率, R 为传输速率, B 为传输带宽。

在数据通信中,数据传输速率和带宽之间存在一种直接关系:信号传输的数据速率愈高,信号的带宽允许愈大。反之,信号的带宽愈大,信号传输的数据速率允许愈高。

例如图 1.1.2 的信号(a),假设正脉冲表示二进制“1”,负脉冲表示二进制“0”,于是该信号可用二进制码序列 101010……表示。因为数据传输率 $R = 2f_1$ (bps),信号带宽 $B = 4f_1$ (Hz),所以此时的频带利用率 $\eta = 0.5$ 。

6. 信噪比

信噪比即信号噪声比(signal to noise ratio)。由于通信系统所处的环境不可避免地存在各种各样的干扰,即所谓噪声(noise)。因此,对于任何数据通信系统,所收到的信号包括两部分:其一是所要传输的信号,其二是噪声。而且噪声往往是叠加在信号之上,如图 1.1.4 所示。

在图 1.1.4 中,(a)是需要传输的数据,(b)是发送端为了传输数据而发送的信号,(c)是噪声,(d)是接收端接收到的包含有噪声的信号。由图可见,如果噪声太大,将会影响信号的正确传输,使接收端接收有错误的数据。为此,引出信噪比这项技术指标。

(a) 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0



图 1.1.4 信号与噪声

所谓信噪比(SIN),固名思义,就是信号功率与噪声功率之比,即

$$S/N = \frac{P_s}{P_n}$$

式中, P_s 为信号功率, P_n 为噪声功率。从定义可知,信噪比表示信号超过的程度。在实际应用中,常常把这个比值转代为分贝(dB)值,即,

$$(S/N)_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_s}{P_n}$$

该表达式的数值以分贝(dB)为单位。

在数字数据通信中,信噪比是一项十分重要的技术指标。信噪比愈高,意味着接收端恢复信号的质量愈好,系统所需中继器数目可以愈少。此外,信噪比还是确定系统可达到的极限数据传输率的依据。

信息论分析的结果得知,最大的信道容量遵守下式关系:

$$C = W \log_2(1 + S/N)$$

式中, C 为信道容量,单位为比特/秒(bps)。 W 为信道带宽,单位为赫芝(Hz)。 S/N 为信噪比。

例如,有一个经过调制解调装置传输数字数据的实际使用的话频信道。假定信道带宽为 3100Hz,对于话频线路而言,信噪比的典型值是 30dB,即 $S/N = 1000 : 1$,于是有

$$C = 3100 \log_2(1 + 1000) = 30.89 \text{ bps}$$

上述结果是该系统的数据传输速率所能达到的理论上的最大值。实际所能达到的数据传输率比这个结果要低得多。因为上述公式只考虑了导体及器件中因热骚动而引起的噪音,没有涉及串话噪音、脉冲噪音等其它噪音,也没有考虑衰减及失真对传输速率的影响。

为了分析噪声对数据传输率和误码率的影响,信噪比还可用 E_b/N_0 来表示。 E_b 是每比特的信号能量。 N_0 是每赫芝的噪声能量,即噪声功率频谱密度。也就是说,信噪比被定义为每比特的信号能量与每赫芝的噪声能量之比。

在任何的器件或导体里,热噪声的功率频谱密度 N_0 可用下式表示:

$$N_0 = KT$$

式中, K 为波耳兹曼常数,它等于 $1.3803 \times 10^{-23} \text{ J/K}^\circ$;

T 为绝对温度;

N_0 为噪声功率频谱密度,单位是瓦/赫芝。

考虑到模拟或数字信号通常是在一定比特速率 R 下所传输的二进制数字数据,信号中每比特的能量 E_b 可由下式决定:

$$E_b = ST_b$$

式中, S 是信号功率, 单位瓦 (1 瓦 = 1 焦耳/秒)

T_b 是传送 1 比特所需的时间, 即比特间隔时间, 单位: 秒

因为数据传输率 $R = 1/T_b$, 单位是比特/秒。

因而

$$E_b = S/R$$

于是信噪比 E_b/N_0 表示为

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{kT_b R}$$

若 E_b/N_0 用分贝作为单位, 则

$$\frac{E_b}{N_0} = S - 10\log_{10} R + 228.6 - 10\log_{10} T \quad (\text{dB})$$

式中, 信号电平 S 的单位是 dBW; 数据传输速率 R 的单位是 bps; 有效噪声温度下的单位是 °K; E_b/N_0 的单位是 dB。

理论分析和实验结果表明, 数字数据的比特误码率是 E_b/N_0 比值的递减函数。若已知 E_b/N_0 的值和希望达到一定的误码率, 则可根据上式选择 S 、 R 等其它参数。当数据传输速率增加, 而又要求维持一定的信噪比, 那么, 信号功率电平必须增加。

1.2 数据通信网络

把要通信的两台设备用传输介质直接连接起来以实现数据通信, 是最简单的数据通信方式。但是, 这种两台设备之间直接点一点连接的方式, 通常是不切合实际的。因为通信系统中的每台设备在不同时间内都应该能与其它多个设备相互通信, 当设备数量较多, 或设备之间距离很远时, 点一点直接连接是很不经济和很不合理的。解决这一问题的有效办法是建立数据通信网络。通过通信网络把设备连接起来, 如图 1.2.1 所示。

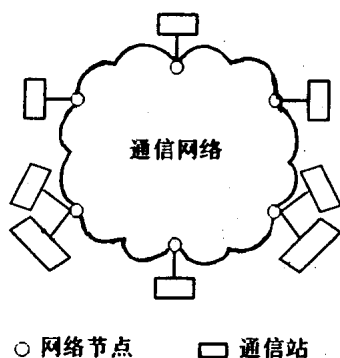


图 1.2.1 通信网络连接

在图 1.2.1 中, 通信站(station)是一批需要互相进行通信的设备。它们可以是计算机、终端设备、电话机或其它通信设备。每个站与网络的节点(node)相连。通信站之间的集合就是通信网络的边界。该通信网络的边界具有在每对通信站之间传送数据的能力。

由于技术及经济的迅速发展, 社会信息量迅猛增加, 人们对非话数据传输的要求愈来愈高、愈来愈迫切, 希望计算机终端也能同电话机一样使用方便, 能够随时享用世界各地的数据库资源。而现有电话、电报交换网, 通信质量、传输性能及速率都存在一定局限性, 不能适

应数据通信的发展需要。随着计算机技术和通信技术的不断发展,数据通信网显示出诱人前景,成为电信技术发展最快的领域之一。

在数据通信发展初期,多数国家主要发展专用数据网,到 70 年代初期,在发展专用数据网的同时,开始发展公共数据网。根据数据网络中传送数据的结构和技术,数据通信网可以分为交换通信网和广播通信网两大类型。

一、交换通信网

交换通信网分有线交换通信网和无线交换通信网两种类型。有线交换通信网又有电路交换、报文交换、分组交换等方式。而在无线交换通信网中,一般都采用分组交换方式。

1. 有线交换通信网

交换通信网络(Switched Communication Network)如图 1.2.2 所示。从图可见,从信源到目标源传送数据,需要经过一系列的中间节点,这些节点(包括边界节点)与数据的内容无关。设置中间节点的目的,只是将数据从一个节点转送到另一个节点,直至把数据传送到目标系统。

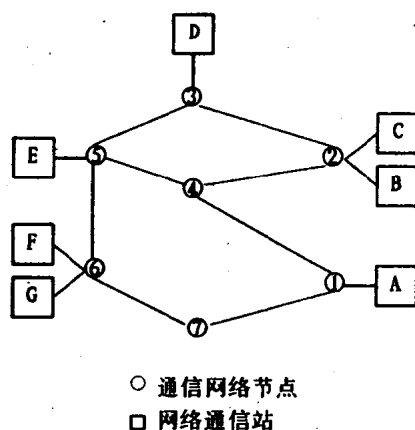


图 1.2.2 交换通信网络

在交换通信网络中,目前普遍采用电路交换 CS(Circuit Switching)、报文交换 MS(Message Switching)和分组交换 PS(Packet Switching)等三种交换方式,与其相对应的通信网络可分别称为电路交换网络(Circuit-Switched Network)、报文交换网络(Message-Switched Network)和分组交换网络(Packet-Switched Network)。

电路交换是一种用电路互连提供通信站直接连通的数据业务处理方法。在电路交换网中,通过网络的节点在两个通信站之间建立起用于通信的路径,该路径是节点间一系列专用实际通信链路。在每条通信链路上,逻辑信道专门用来连接。也就是说,这种交换网为接通的用户提供一条专一使用的通信通路,直到这个接续被释放为止。由信源通信站产生的数据可以沿着专用路径迅速传输,在每个节点上,所进入的数据立即按规定路线传送或转接到适当的输出信道上。

电路交换网络最普通的例子就是公用电话交换网络(PSTN)。电路交换是 PSTN 普遍采用的技术。特别是数字电话交换机的发展,使电路交换技术更趋于先进和成熟,采用电路交换的公用数据网称为 CSPDN。

报文交换的工作原理与电路交换不同。它不需要提供双方的物理连接,数据以报文的方式发出,报文中除了用户要传送的信息外,还有目的地址和源地址。交换节点(中间节点)将