

Microsoft.

重庆大学出版社



Windows NT
Windows 9x

最佳计算机网络 基础教程

朱毅 夏雨 彭虹 编著



**Novell
Windows NT
Internet**



最佳电脑培训教程丛书

4p 5/2
Z.Y./1

最佳计算机网络基础教程

朱毅 夏雨 彭虹 编著

重庆大学出版社

0056671

内容提要

本书讲述了计算机网络和微机局域网的基础知识,详细地介绍了 Novell、Windows NT 网的拓扑结构、安装、软硬件环境的配置,以及有关服务器、工作站和打印服务器的管理;讲解了网络互联的基本原理和实现方法。

本书内容简洁,实用性强,适合于大中专院校、职业技术学校和各种网络培训班作为学习网络的教材。

JS335/330P

ZHIJIAJISUANJIWANGLUOJICHUJIAOCHENG

最佳计算机网络基础教程

(修订本)

朱毅 夏雨 彭虹 编著

责任编辑:刘茂林

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

成都市墨池教育印刷总厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 350 千字

1999 年 11 月第 2 版 1999 年 11 月第 4 次印刷

印数 14001—20000 册

ISBN 7-5624-1438-6/TP·147

定价:19.80 元

目 录

第一章 计算机网络基础	(1)
第一节 计算机网络的初步知识	(1)
一、计算机网络的定义及功能	(1)
二、计算机网络的发展现状	(2)
第二节 数据通信基础知识	(3)
一、数据通信系统	(3)
二、通信信道	(4)
三、多路复用技术	(6)
四、差错控制	(7)
第三节 计算机网络的基本组成	(10)
一、计算机网络组成	(10)
二、传输介质	(11)
三、计算机网络拓扑结构	(12)
四、计算机的网络协议	(15)
第二章 计算机局域网技术	(18)
第一节 计算机局域网概述	(18)
一、局域网的特点和协议	(18)
二、计算机局域网的系统结构	(19)
第二节 局域网的访问控制方式	(22)
一、带碰撞检测的载波侦听多点访问法	(22)
二、令牌环访问控制法	(23)
三、令牌总线访问控制法	(24)
第三节 局域网的硬件组成	(25)
一、文件服务器	(25)
二、工作站	(25)
三、网卡	(26)
四、传输介质	(26)
第四节 局域网络操作系统的结构与性能	(26)
一、NetWare 局域网络操作系统结构及性能	(26)
二、Windows NT 网络操作系统体系结构	(33)
第五节 网络设计规划及组网	(39)
一、网络的系统设计	(39)
二、网络结构及通信介质的规划	(40)

三、网络设备选择.....	(40)
第三章 Novell 网络系统的安装和启动	(41)
第一节 NetWare 4.1 文件服务器的安装	(41)
一、NetWare 4.1 文件服务器的安装	(42)
二、实例.....	(46)
第二节 DOS 工作站的安装	(50)
一、网络工作站与工作站软件.....	(50)
二、生成 IPX.COM 程序.....	(52)
三、生成工作站启动盘.....	(54)
第三节 无盘工作站的安装	(54)
一、无盘工作站技术.....	(54)
二、无盘工作站的安装.....	(55)
第四节 DOS ODI 工作站的安装	(57)
一、DOS ODI 工作站软件的组成	(58)
二、DOS ODI 工作站的安装	(58)
第五节 Windows NT 工作站的安装	(59)
一、安装 NetWare Windows NT 客户机软件	(59)
二、配置 NetWare Client for Windows NT	(60)
第六节 系统的启动和关闭	(60)
一、文件服务器的启动.....	(61)
二、DOS 工作站的引导和注册	(61)
三、系统关闭.....	(61)
第四章 Novell 网的管理	(62)
第一节 网络管理工具及系统默认参数的设置	(62)
一、系统配置程序 SYSCON.EXE	(62)
二、系统环境参数的设置.....	(64)
第二节 网络用户管理	(70)
一、建立、删除用户以及为用户更名	(72)
二、用户组的建立和管理.....	(75)
三、设置用户的限制参数.....	(76)
第三节 网络安全管理	(81)
一、注册安全管理.....	(82)
二、权限安全管理.....	(82)
三、属性安全管理.....	(88)
四、文件服务器的安全管理.....	(91)
第四节 目录管理与文件和网络驱动器管理	(92)
一、目录、文件管理	(92)
二、网络驱动器管理.....	(97)
第五节 建立注册文本	(99)

一、概述	(99)
二、建立注册文本	(100)
三、注册文本的语法规则及主要命令	(101)
四、注册文本实例	(105)
第六节 其他管理及维护操作	(106)
一、系统数据的备份和恢复	(106)
二、记帐服务功能	(113)
第五章 Novell 网络共享打印	(118)
第一节 网络共享打印的相关概念	(118)
一、打印服务器	(118)
二、打印机	(119)
三、打印队列	(120)
四、网络打印实用程序	(120)
第二节 网络共享打印环境的建立	(121)
一、建立网络打印环境概述	(121)
二、建立网络打印环境	(122)
三、安装打印服务器	(128)
四、网络共享打印环境的其他配置	(128)
第三节 网络共享打印的使用	(130)
一、使用命令行程序实施打印	(131)
二、利用 PCONSOLE 实现网络打印	(133)
第六章 Novell 网络的维护和维修	(134)
第一节 Novell 网常见故障的快速识别和维护	(134)
第二节 Novell 网文件服务器的管理和维护技巧	(139)
一、内存维护	(139)
二、磁盘维护	(139)
三、安全性维护	(140)
四、装订库维护	(140)
五、卷维护	(141)
第三节 Novell 网病毒防范技术	(141)
一、Novell 网病毒侵入途径	(141)
二、Novell 网安全体系在病毒防治中的作用	(142)
第七章 Windows NT 的安装及设置	(144)
第一节 Windows NT Server 的安装	(144)
一、安装前的准备工作	(144)
二、Windows NT Server 的安装步骤	(146)
三、Windows NT Server 的启动	(149)
第二节 安装 Windows NT 网络客户机	(149)
一、安装前的准备工作	(150)

二、Windows 95/98 客户机的安装	(151)
三、MS-DOS/Windows 3.X 客户机的安装	(153)
四、Windows for Workgroups 3.11 客户机的安装	(158)
第八章 Windows NT 与 Internet 的相关设置	(161)
第一节 配置远程访问服务和拨号网络.....	(161)
一、安装远程访问服务	(161)
二、创建电话号码簿	(163)
第二节 Windows Messaging 的使用	(167)
一、Windows Messaging 的安装	(168)
二、配置 Windows Messaging	(168)
三、使用 Windows Messaging	(169)
四、Microsoft Mail 邮局的建立	(170)
第三节 “对话”网络附件的使用.....	(171)
第四节 Internet 和 World Wide Web 简介	(172)
一、Internet 的起源	(173)
二、Internet 优点	(174)
三、Internet 的管理者	(174)
四、如何加入 Internet 网	(174)
五、Internet 的服务类型	(176)
六、World Wide Web 简介.....	(176)
七、使用 Web 所需的配置	(176)
八、Web 浏览器的使用	(176)
九、Web 地址编排	(177)
十、Web 的组织	(177)
第五节 Internet Information Server(IIS)配置与应用	(178)
一、IIS 的安装	(178)
二、配置 IIS	(179)
三、IIS 的使用	(188)
四、IIS 特点总结	(188)
第九章 Windows NT 的管理和使用	(191)
第一节 如何管理 Windows NT 的网络用户	(191)
一、域用户管理器	(191)
二、创建用户帐号	(192)
三、域用户的查看	(193)
四、用户属性	(194)
五、管理组	(198)
六、管理安全规则	(200)
第二节 网络中计算机的管理.....	(202)
一、服务器管理器	(202)

二、更改显示的域	(203)
三、在域上增加或删除计算机	(203)
四、升级和同步域控制器	(205)
五、管理服务器属性和服务	(205)
六、创建网络共享资源	(209)
七、建立域信任	(213)
第三节 共享资源的安全性原理及操作	(214)
一、NTFS 卷上文件的访问权	(214)
二、设置目录和文件的权限	(216)
三、用户权限和组权限如何相互影响	(219)
四、本地权限与共享权限	(220)
五、审核文件和目录	(220)
六、获得目录和文件的所有权	(222)
七、拷贝或移动文件和目录的权限	(223)
八、实现目录复制	(223)
第十章 Windows NT 共享打印	(230)
第一节 Windows NT 打印概述	(230)
一、选择计算机为打印服务器	(230)
二、用户访问打印机的方式	(230)
三、赋予打印机不同优先级	(230)
四、使用打印缓冲池	(231)
五、远程打印	(231)
第二节 在服务器上添加打印机	(231)
第三节 打印机的设置	(233)
一、常规属性	(233)
二、端口配置	(235)
三、打印调度	(235)
四、设置共享	(235)
五、设置打印机的用户许可	(236)
六、设备设置	(236)
七、文档格式设置	(237)
第四节 共享打印	(238)
一、Windows NT 打印过程	(238)
二、Windows 95/98 客户机	(238)
三、MS-DOS/Windows 3.X 客户机	(239)

第一章 计算机网络基础

第一节 计算机网络的初步知识

随着计算机技术的迅猛发展,计算机的应用逐渐渗透到各个技术领域和整个社会的各个方面。社会的信息化、数据的分布处理、各种计算机资源的共享等各种应用,推动计算机技术朝着网络化方向发展,促使计算机技术与通信技术紧密结合。计算机网络属于多机系统的范畴,是计算机和通信这两大现代技术相结合的产物,它代表着当前计算机体系结构发展的一个重要方向。

一、计算机网络的定义及功能

1. 计算机网络的定义

所谓计算机网络就是将分散的并具有独立功能的多个计算机系统,通过通信线路、设备有机地结合在一起,以功能完善的网络软件达到相互通信、软硬件资源共享的综合系统。

网络是计算机的一个群体,是由多台计算机组成的,这些计算机是通过一定的通信介质互连在一起的。计算机之间的互连是指它们彼此之间能够交换信息。互连通常有两种方式:一种是计算机间通过双绞线、同轴电缆、电话线、光纤等有形通信介质连接;另一种是通过激光、微波、地球卫星通信信道等无形介质连接。

计算机网络通常分为局域网络和广域网(远程网络)。本书重点涉及局域网络,并通过局域网络的介绍,使读者对计算机网络有个清楚的认识。

以微机为主组成的微机局域网络是当今计算机应用中的一个空前活跃的领域,它已得到广泛的应用。从 60 年代开始萌芽,经过 70 年代的大发展,80 年代走向成熟化,而 90 年代和下个世纪则是技术更趋成熟、应用更加普及的阶段。

在众多的网络操作系统中,由美国 Novell 公司开发的 NetWare 是当今世界使用很广的局域网络产品。1988 年 Novell 网开始进入我国,并且已被有关部门列为我国 90 年代的优选网络标准。而 Microsoft 公司的 Windows NT 网络操作系统由于友好的图形界面、简易的操作和丰富的应用程序赢得众多用户,特别受到 Windows 用户青睐,虽起步较晚,但有后来居上之势。

2. 计算机网络的功能

由计算机网络的定义可知,建立计算机网络的主要目的在于实现“资源共享”。所谓资源是指所有网内的用户均能享受网内计算机系统(各类硬件、软件和数据信息)中的全部或部分资源。

计算机网络具有如下几个方面功能:

(1) 资源共享

计算机资源共享包括对软件资源、硬件资源和数据库资源的共享。如少数地点设置的数据库可供全网服务。一些具有特殊功能的计算机和外部设备可以对外地送来的数据进行处理

(应用本地软件或外地软件),然后将结果送回原地。

(2)进行数据信息的集中和综合处理

将地理上分散的生产单位或业务部门通过计算机网络实现联网,将分散在各地的计算机中的数据资料适时集中,综合处理。

(3)提高计算机的可靠性及可用性

在单机使用的情况下,如没有备用机,则计算机或某一部件有故障便引起停机;计算机连成网络之后,各计算机可以通过网络互为后备、还可以在网的一些点上设置一定的备用设备,起全网公用后备的作用。另一方面当网中某一计算机的负担过重时,可将新的作业转给网中另一较空闲的计算机去处理,从而减少了用户的等待时间,均衡了各计算机的负担。

(4)能够进行分布式处理

在计算机网络中用户可以根据问题性质和要求选择网内最合适的资源来处理,以便能迅速而经济地得到解决。对于综合性的大型问题可以采用合适的算法,将任务分散到不同的计算机上进行分布处理。利用网络技术还可以将许多小型机或微型机连成具有高性能的计算机系统,使它具有解决复杂问题的能力。

计算机网络这一系列的重要功能使得它不仅在一个部门或一个地区获得应用,而且出现了许多跨国性的网络。除了地理分布很广的网络外,也出现了一个企业、事业、机关内部网络。这种在地理上相距较近的网络可称之为本地网络或局域网络,而前者可称之为远程网络或广域网络。

二、计算机网络的发展现状

20 世纪末,人类社会在经历了工业化大发展以后,正进入一个以信息收集、处理和分发等为中心的信息化时代。传统的地理位置上的分割正随着信息化的发展而逐步减小,全球正越来越联成一个紧密的整体。所有这一切都源于两个主要技术的大发展,这就是计算机技术和通信技术,而这两种技术的紧密结合则形成了计算机网络。

从概念上讲,计算机网络是通过数据通信系统把地理上分散的自主计算机系统连接起来,以达到数据通信和资源共享的目的的一种计算机系统。所谓自主计算机,是指具有独立处理能力的计算机。计算机网络是在计算机技术和通信技术高度发展的基础上,两者相互结合的产物。一方面,通信系统为计算机之间的数据传送提供最重要的支持;另一方面,计算机技术渗透到通信领域中,又极大地提高了通信网络的性能。

1. 计算机网络的发展

(1)远程信息处理系统

计算机技术和通信技术的密切结合形成了远程信息处理系统,又称为联机系统。它是由一台主机和若干个终端通过电话连接而成。这种系统的缺点是:

①通信线路利用率低;

②主机负担过重。

(2)计算机通信网络

自 60 年代中期以来,计算机获得日益广泛的应用。在不少大型公司、事业单位和军事部门,往往拥有若干个分散的、面向终端的计算机网络,将这些分散于各地的终端网连接起来,使他们彼此能进行数据交换和进行业务处理,科学家们研究的结果是形成了一个以传输信息为主要目的的计算机网络,即计算机通信网络。该网络的主要任务是在各个计算机系统之间进

行通信,如在各研究机构的各个分支机构或各研究人员之间交换数据等。

(3)以资源共享为主要目的的计算机网络

在人们从计算机通信网络中获得好处的同时,又对计算机网络提出了一系列新的要求,其中最重要的两条是:

①实现网络资源共享

使设置在一个计算机系统上的某种硬件资源和丰富的软件资源可以被联网的其他计算机系统所共享。

60年代末,美国国防部高级研究计算局开发的 ARPA 网络,便是世界上第一个以资源共享为主要目标的计算机网络。该网络基于这样一种主导思想:即网络必须能够经受住故障的考验而维持正常的工作。一旦发生战争,当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时,网络的其他部分应能维持正常通信。最初,ARPA 网络主要用于军事研究,它有以下一些特点:支持资源共享;采用分布式控制技术;采用分组交换技术;使用通信控制处理机;采用分层的网络通信协议。1972 年,ARPA 网络在首届计算机后台通信国际会议上首次与公众见面,立即引起轰动。由此,ARPA 成为现代计算机网络诞生的标志。

②负荷均衡

使计算任务较繁重的计算机系统,能把部分任务移到任务不重的系统中去处理,以均衡各系统的负荷。

第二节 数据通信基础知识

一、数据通信系统

数据通信系统就是指以计算机为中心,用通信线路连接分布在各地的数据终端设备而执行数据通信的系统。实际上,数据通信系统的组成因用途而异,图 1-1 是一个基本的数据通信系统模型。

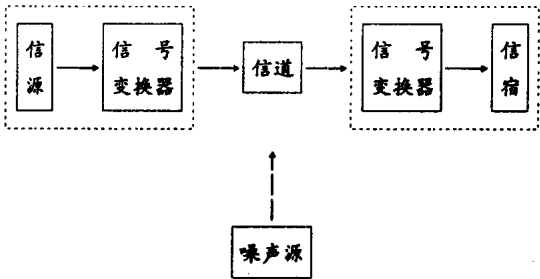


图 1-1 基本的数据通信系统模型

信源和信宿:信源就是数据源,是发出待传送信息的设备;信宿就是数据宿,是接收传输信息的设备。信源和信宿设备都是计算机或数据终端设备。

信号变换器:发送端的信号变换器包括编码器和调制器,接收端的信号变换器包括译码器和解调器。编码器的功能是在输入数字序列中加入多余码元,以便在接收端正确识别信号,译码器是在接收端完成编码的反过程。编码器、译码器的主要作用就是降低误码率。调制器是把信源或编码器输出的二进制脉冲信号变换(调制)为模拟信号以便在模拟信道上进行远距离传输,解调器的作用是反调制,即把模拟信号还原为二进制脉冲信号。因在网络中信息都是双

向传输的,所以信源也是信宿;编码器也可作译码器,译码器也可作编码器,通常合称为编码/译码器;调制器也可作解调器,解调器也可作调制器,合称为调制解调器。

信道:信道就是传送信息的通道。信道可以有有线传输介质,如双绞线、同轴电缆、光纤等;也可以是无无线信道。若是无线信道,则信道是发射机、接收机、中继器及传输介质(电磁波)的总称。

信道可分为数字信道和模拟信道。可直接传送二进制信号或经过编码的二进制数据的信道叫数字信道,可传送连续变化的信号或二进制数据经调制后得到的信号的信道叫模拟信道。

噪声源:一个通信系统客观上不可避免地存在着噪声干扰,而这些干扰分布在信息传输过程中的各个部分。为分析方便,通常把它们等效为一个作用于信道上的噪声源。

二、通信信道

所谓通信信道是指电信号沿发送器至接收器所传输的通路,它包括传输介质及有关的中间通信设备。

在数据通信系统中经常采用的传输介质有双绞线、同轴电缆、光纤电缆、电报线、电话线以及微波、卫星通信等。

1. 信道的频率特性

我们这里提到的信道是指有线信道而言。我们总是希望信号能在通信信道上进行无畸变的传递,但是由于信道的物理性能所致,往往使得信号在传输过程中发生畸变(或失真),严重时使得信号不能正确传输,这主要是由于不同的信道具有不同的频率特性的缘故。

频率特性可分为幅频特性和相频特性。频率特性系指不同频率信号通过信道后,其幅值受到不同程度的衰减的特性;而相频特性是指不同频率的信号通过信道后,其相角发生不同程度的改变的特性。由于信道的相频特性并非理想特性,使得三次谐波的相移不是基波的三倍,因此造成接收端波形失真。当然,由于信道幅频特性并非理想也造成信道对各次谐波幅值衰减不一,从而也产生信号波形的失真。我们可以看出,信道的频率特性决定了信道通频带,如果信号的频率在信道频带范围内,则信号基本上不失真,否则,信号的失真将较严重。

2. 信道传输方式

(1) 单工、半双工和全双工传输方式

从信息传输方向角度考虑,通信信道可以按单工、半双工和全双工方式工作。所谓单工,是指传送的信息始终是一个方向,而不进行与此相反方向的传输。如图 1-2 所示,图中的发送和接收装置都是终端,传送它们根据信息的流向即可决定一端为发送端装置,另一端为接收装置,为了保证正确地传送报文信息,需要进行差错控制,即在接收端确认所收到的报文(又称主信息)是正确还是错误。通过反向信道,告诉发送端。在反向信道上传送信号称为监测信号,反向信道一般是传输容量较小的窄带传输信道。单工通信的线路一般采用二线制。

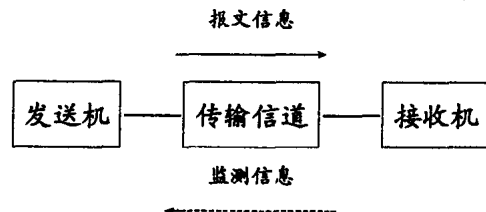


图 1-2 单工通信

所谓半双工通信是指信息流可在两个方向传输,但在同一时刻里限于一个方向传输,如图

1-3 所示。所谓全双工通信即指能同时作双向通信,图 1-4 表示了全双工通信原理。线路结构通常采用四线制,此外若采用频率分割法,传输信道可分为高频群信道和低频群信道,这时可用二线制。这种方式适用于计算机—计算机间通信。

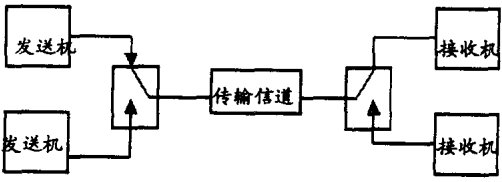


图 1-3 半双工通信

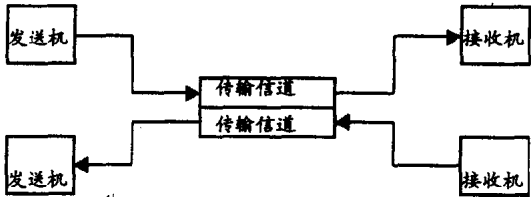


图 1-4 全双工通信

(2)基带传输和频带传输

①基带传输

基带是指电信号的基本频带,指调制前或调制后的信号所占用的频带。换句话讲,终端把数字信息转换为适合于传送的电信号时,这个电信号固有的带就是基带。

基带传输是指当数据传输系统直接传送基带信号或略加整形后进行的传输。

②频带传输

在计算机网络中的计算机通信子网中,现有的长途线法不能直接传送前面所讨论的基带信号。除了市内电话线路外,其他均为频带传输线路,它不能传输零频率和近于零频率的信号,因此必须用基带对载波进行调制。

所谓调制,是指用基带对载波波形的某些参量进行控制,使这些参量随基带脉冲的变化而变化,称这种经过调制的信号为已调信号。将已调信号通过线路传送到接收端,在接收端再通过解调,就可以恢复为原始的基带脉冲。

调制的另一目的是便于线路复用。在进行多路传输时,各路线的原始基带脉冲的频谱往往是相互重叠的,不能在同一线路上同时传送。然而经过调制后,利用已调制信号的正交特性,接收端就可以把各路信号分离出来,因此,可在同一条线路上同时传送多个数据信号,实现多路复用,达到提高线路利用率的目的。

(3)异步传输与同步传输

无论是基带传输还是频带传输,实际上都是将信号经过一定的编码后进行传输的,为了保证信号能够在接收端被正确地接收并恢复成原来的信号形式,就需要采用同步技术。常用的同步技术主要有两种,即:异步传输及同步传输。在异步传输中,每个传输符号是被分隔开的,而对于同步传输来说,整个信息是以固定的速度传输的。

①异步式操作或起止式操作

该方法是在每个字符代码的前面增加一个起始位("0"),在接收端收到起始位之后,即启动一个内部位率时钟,按要求接收一个字符的代码,字符代码之后跟着一个或多个停止位("1"),一般情况下,"1"叫传号,而"0"是叫空号。起始位通常占一位的时间间隔,而停止位通常占 1.5~2 位的时间间隔,异步传输以单位逐次传输的。用起止方式传送一个 ASCII 字符

编码 R(1001010)的情况如图 1-5 所示。采用起止异步方式,而使每个字符本身都带有所需的开始和停止的同步信息,所以在这样系统中,可以随时地发送字符,使用十分方便,对于一般电传机,如果字符代码占 7 位,一个起始位,一个校验位,一个停止位,则发送一个字符共占 10 个二进位。如果传送速率为每秒 600 个二进位,则相当于每秒钟传送 60 个字符。

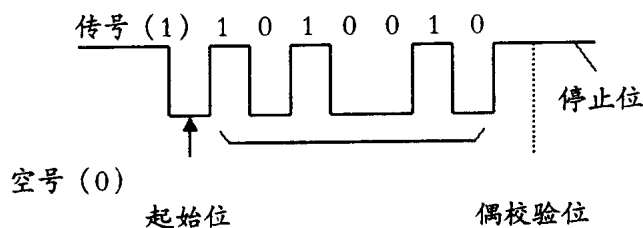


图 1-5 异步式代码结构

②同步传送

该方式的信息单位是一组数据或一个报文,在这一组数据或一个报文内不需要起停标志,而是在要传送的数据前面放上两个或两个以上的同步信号字符 SYN(在 ASCII 和 EBCDIC 编码表中已有定义)代码为“0010110”,在接收端,首先寻找同步字符 SYN,如果检验出两个或两个以上 SYN,那么接下去就全部是要求传送的字符。

采用同步方式传送,在所传送的字符与字符之间,不再留有空隔,也不停顿,可以继续不停地发送,故速度较快。

三、多路复用技术

所谓多路复用技术,就是指把许多单个信号在一个信道上进行传输的技术,其作用相当于把单个传输信道划分成多个信道,以实现通信信道的共享。常用的多路复用技术主要有两种:频率多路复用与时分多路复用。

1. 频分多路复用(FDM)

频率多路复用技术是把信道的频谱分割成若干个互不重叠的小频段,每个小频段都可看作是一个子通道。每个小频段是互不重叠的,而且相邻各频段之间留有一空闲频段,以保证数据在各频段上可靠的传输。采用频率多路复用技术时,数据在各个子通道上是以并行的方式传输的。也就是说,通信信道上可以在各个子通道上同时传输不同的信息。

传输信号的带宽与分配给每个子信道的带宽之间的转换是通过调制技术进行的。一个频率多路复用系统是由若干个并行通路组成的。每个通路均由调制器与相应的滤波器组成,由于各个通道是独立的,所以,一个通道发生故障不至于影响其他通道。终端的输出首先进入一个低通滤波器,此滤波器的目的在于压抑信号中的高次谐波,然后进入调制器。信号经过调制后进入带通滤波器,带通滤波器的作用在于防止各个相邻子信道间发生干扰现象。各个子信道上的信号同时馈送到通信信道上,从而实现多路信号共享一个公用的通信信道之目的。

电话系统采用的载波通信是频率多路复用的典型例子。电话传送的信号大多数是人的语音,频谱分析表明,语音的能量主要集中在 0.3~3.1kHz。这就是说,如果采用了 3kHz 的带通滤波器,语音信号不会有明显的失真。在载波电话系统中,用载波调制的方法实现频率的迁移,把若干路语音信号放置在频带的不同区段,用一条通信媒体送出。国际电报电话咨询委员

会(CCITT)的标准规定,每路语音信号占4kHz。即在3.1kHz语音频带两侧各留0.45kHz的保护带,以免相邻频带之间串音。每三路语音信号构成一个基础信号,占据48kHz带宽(比如,从60kHz到108kHz)。为了把更多的信道装入载波系统,又以基群为单位,再一次用载波调制的方法实现频率搬移,构成更大的超群和主群。对于超群和主群的规定,各国标准不同。美国规定,每5个基群构成一个超群,每10个超群构成一个主群,每个主群包含有600路电话信道。而英国规定,每5个基群构成一个超群,每16个超群构成一个主群,每个主群频带为60~4028kHz,含有960路电话信道。

2. 时分多路复用(TDM)

时分多路复用的原理是把在通信媒体上传输信号的时域划分为许多等长的时间片。每一路信号每次占用一个时间片进行传输。使若干信号合用单一的通信媒体,而在时间域上互不重叠。在接收端就可根据信号在通信媒体上的传输时间作为分割信号的参量,把多路信号分割、复原。

时分多路复用可分为同步时分多路复用(STM)和异步时分多路复用(ATDM)两种。同步时分多路复用就是按照固定的顺序把时间片分配给各路信号。比如,假定有 n 路信号,我们把第1个时间片分配给第1路信号,把第2个时间片分配给第2路信号,……把第 n 个时间片分配给第 n 路信号,然后又把第 $n+1$ 个时间片分配给第1路信号,第 $n+2$ 个时间片分配给第2路信号,……如此循环,这样,在接收端只需采用严格同步的时间片分割方式以及相同的接收顺序,就可以将多路信号分割、复原。同步时分多路复用技术所采用的这种把时间片轮流分配给各路信道,而不论该路信道是否有数据要发送的做法,势必造成信道资源的浪费。为了克服这一缺点,可以采用异步时分多路复用。

异步时分多路复用就是,只有当某一路信道有数据要发送时才把时间片分配给它。这样就可以避免通信信道资源的浪费。但是随之而来的问题是,当这些数据到达接收端时,它们不是以固定的顺序出现,接收端就不知道应该将哪一个时间片内的数据送到哪一路信道去。为了解决这个问题,异步时分多路复用时要求把发送站地址、接收端地址等作为附加信息随同数据一起发送,以便使接收站按地址分送数据,这是在局域网中经常采用的技术。

从性质上来看,频分多路复用适合于传输模拟信号。而时分多路复用适合于传输数字信号。因为在传输数字信号时,信号的复合和分离可以用选通脉冲来实现。时分多路复用和频分多路复用相比,技术上比较复杂,但却有许多优点。比如,数字信号抗干扰能力强,而且逐级再生整形,可以避免干扰的积累;数字信号比较容易实现自动转换,易于集成化等,因此在计算机通信中广泛使用时分多路复用技术。

四、差错控制

人们总是希望数据在通信线路中能够正确无误地传输,但由于来自信道内部或外部的干扰与噪声往往引起数据传输错误。

噪声一般可分为热噪声和冲击噪声。热噪声又称白噪声,它是由分子热运动引起的,其特点是任何时刻都存在,而且强度分布在很宽的频谱范围内。由热噪声引起的差错具有随和性,即某个码元出现差错和它前后的码元是否出错无关。冲击噪声一般来自脉动的电磁干扰,如触点电弧、电力线上的电流浪涌、汽车发动机不正常点火等。这类尖峰脉冲的持续时间约为10ms数量级。对于传输速率为9600bps的信道,这就意味着有96bit的数据将受到干扰,发生差错。通常把这种具有突发性质的差错称为突发差错。由热噪声引起的差错一般可用提高信

噪比的方法(如每隔一段距离设置一个转换器)来解决。冲击噪声的误码可采用屏蔽措施和合理调制方法来改善,但很难彻底消除。

产生差错的另一个原因是信号在物理信道上传输的速度、幅度和相位都和频率有关,因此经过一段距离的传输之后,信号(尤其是脉冲数字信号)的幅度会衰减,波形也会发生畸变,严重时会变得不可识别,引起差错。

另外,还有一些因素,例如两条互相靠得很近的传输线之间会产生“串音”干扰,载波的振幅、相位、频率发生抖动引起的干扰等,都是引起差错的原因。

由此可见,在实际的物理信道中,存在着许多产生差错的因素,这些因素可以采用措施加以改善,如选用质量比较好的通信媒体、选择调制方式、屏蔽、增设转发器等。但是,要在物理传输层完全消除差错是不可能的。为了保证无差错的通信,需要由通信子网提供差错控制的手段。

1. 差错控制机理

(1) 自动重发请求纠错(Automatic - Repeat Request, 简称 ARQ)

自动重发请求纠错的基本思想是:根据一定编码规则对发送信号进行编码,将能够发现差错的码通过信道进行传输,接收端根据指定的编码规则来判断传输中是否有错误产生,然后通过反馈信道把判定结果用判定信号(承认或否认)通知发送端。承认信号表示正确接收,通常用 ACK(ACKnowledgement 的缩写);否认信号表示接收有错,通常用 NAK 表示。如果发送端所接收到的判定信号是 NAK,则将信息重新发送,直到接收端正确接收为止。

(2) 前向纠错(Forward Error Control, 简称 FEC)

前向纠错的原理是,发送端根据一定编码规则对信息进行编码,然后沿通信信道进行传输。接收端接收到这些信息之后,通过译码仅能够发现错误,而且还能够自动纠正传输中的错误,并把纠正后的信息送至目的地。

FEC 系统的优点是不需要反馈信道,但是译码设备比较复杂,目前应用最广泛的仍是 ARQ 方式。

2. 常用的抗干扰编码

(1) 奇偶校验码

奇偶校验码是一种最简单的检验码,其编码规则是先将所需要传送的数据码元分组,并且在每一组的数据后面附加一检验位,使得该组连检验位在内的码字中“1”的个数为偶数(偶检验)或奇数(奇检验)。在接收端,则按照同样的规则检查,如发现不符,就说明有差错,但是不能确定差错的位置。

设 $b_1, b_2, \dots, b_{m-1}$ 是在同一组内的各数据码元, b_m 为检验位,则偶检验时

$$b_1 \oplus b_2 \oplus \dots \oplus b_{m-1} \oplus b_m = 0$$

而奇检验时

$$b_1 \oplus b_2 \oplus \dots \oplus b_{m-1} \oplus b_m = 1$$

式中 $\oplus$ 为模 2 加法,即“异或”运算符。

在实际的数据传输中所用的奇偶检验码又可分为:垂直奇偶检验、水平奇偶检验和水平垂直奇偶检验三种。

① 垂直奇偶检验

垂直奇偶检验是 $m-1$ 位表示字符的数据位上再附加第 m 位检验位。下面以 ISO 七单位码数字 0~9 为例说明,见表 1-1 所示。

表中列出了偶检验的情况。由表 1-1 可见,这种检验码只能查出垂直列上的奇数个差错。由于突发性差错特点是一连串的码元均发生错误,因此差错码元的位数为奇数或偶数的概率各半。换言之,垂直奇偶检验只能查出 50% 突发性错误,因此,查错能力很差。

表 1-1 垂直奇偶检验码

字 符 位	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b ₁	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b ₂	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
b ₃	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
b ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
b ₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b ₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b ₈ (检验)	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0

② 水平奇偶检验

在传送数据时,如将若干个字符组成一个信息块,对这个信息块中所有字符对应的位数分别进行奇偶检验,就称为水平奇偶检验。表 1-2 是水平奇偶检验一例,表中每一列为一个字符,每 10 个字符为一块,所有字符的相应位(共 10 位)增加一个检验位。发送时是先送第 1 个字符,然后第 2 个字符,……,待 10 个字符送完再送检验码。这种检验的好处是检错能力强。对于每个字符长为 $m-1$ 位的情况,它可以查出水平方向上的奇数个错和所有长度 $\leq m-1$ 的突发性差错。而缺点是接收端必须等整块信息收全后才能检验,而且产生查检验码的逻辑也比较复杂。

表 1-2 水平奇偶检验码

字 符 位	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	检 验
b ₁	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
b ₂	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
b ₃	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
b ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
b ₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
b ₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
b ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

③ 水平垂直奇偶检验

把水平和垂直两个方向的奇偶检验结合起来就构成了水平垂直奇偶检验,又称纵横奇偶检验。这种检验可以查出所有长度的突发性错误,所有水平或垂直方向上的奇数个错误。换言之,它可以查出除了互相补偿的偶数个错以外的所有差错,这里所谓互相补偿的偶数个数是指有错的各行、各列中出错位数都为偶数的情况。