

高等学校计算机课程教材

BASIC AND APPLICATION

OF COMPUTER NETWORK

计算机网络 基础及应用

于凌云 陈斌斌 编著

GAODENGXUEXIAO
JISUANJI
KECHENGJIAOCAI



东南大学出版社
Southeast University Press

高等学校计算机课程教材

计算机网络基础及应用

于凌云 陈斌斌 编著

东南大学出版社

·南京·

内 容 提 要

本书采用理论与实际应用相结合的模式,全书共分为基础篇和应用篇两大部分。基础篇分为6个章节,分别讲述了计算机网络的概念、数据通信基础、网络传输介质、网络体系结构、网络设备与互连、局域网技术、因特网基础以及网络安全等内容。应用篇涉及局域网配置、因特网应用基础、网络操作系统、网络服务器安装与配置、网络设备的配置等几个方面共24个实训。

本书不仅是一本较为新颖、全面的实际应用型网络教材,也是一本指导读者自学计算机网络基础的参考书。本书以计算机网络基础知识为基础,突出实用性,可帮助读者快速提高实际操作技能;适合于高等职业教育的计算机专业及相关专业的计算机网络基础课程使用,也适用于有一定计算机基础的读者自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础及应用/于凌云,陈斌斌编著. —南京:东南大学出版社,2006.8

ISBN 7-5641-0544-5

I. 计... II. ①于... ②陈... III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097310 号

计算机网络基础及应用

出版发行 东南大学出版社

出 版 人 宋增民

社 址 南京市四牌楼2号

邮 编 210096

电 话 025—83793865

电 邮 Editor_ma@163.com

经 销 江苏省新华书店

印 刷 南京工大印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 15

字 数 374 千字

版 次 2006 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1—3000 册

定 价 26.80 元

(凡因印装质量问题,请与我社读者服务部联系。电话:025—83793865)

前 言

随着计算机网络技术的不断发展和应用,计算机网络技术也成为高职高专院校的专业基础课程之一。计算机网络技术涉及面宽、应用范围广、技术发展快,这就要求学生必须尽快地了解 and 掌握计算机网络技术的相关知识、基础理论和实践技能。编者根据多年的教学经验和工作实践,结合大部分高职高专院校现有的硬件设施和办学条件,将网络技术的相关实训提炼出来,形成了计算机网络技术的基础篇和应用篇两个部分,教材中的实训具有很强的可操作性。适用于有一定计算机基础的学生学习,教师在教学时也可以根据专业特点,适当提高实训课时所占的比例。本书也可作为计算机网络基础自学教材。

全书共分为基础篇和应用篇两大部分。其中基础篇共分为 6 个章节,第 1 章计算机网络概述,主要讲述了网络的概念、发展、数据通信基础和传输介质等相关概念;第 2 章网络体系结构与协议,主要讲述了计算机网络体系结构等相关概念;第 3 章网络设备与网络互连,主要讲述计算机网络设备和网络互连技术;第 4 章局域网技术,主要讲述了局域网的相关知识与技术;第 5 章因特网基础,主要讲述了因特网的应用和因特网接入的相关知识;第 6 章网络管理与安全,主要讲述了计算机网络管理与安全的相关知识。应用篇安排了涉及到因特网应用基础、网络操作系统、网络服务器安装与配置、网络设备的配置等几个方面共 24 个实训。

本书由董红卫同志主审,并提出了许多有益的意见和建议,从而保证了本书的质量。在本书的编写过程中,得到了江苏联合职业技术学院徐州经贸分院孙庆胜、吴兆刚、陈春秋、霍久真、杨晓敏、苏秀春、王震等同志的大力支持,在此表示诚挚的谢意。同时,东南大学出版社的马伟编辑为本书的出版也付出了辛勤的劳动,在此也一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

基 础 篇

1	计算机网络概述	(1)
1.1	计算机网络的概念及功能	(1)
1.1.1	计算机网络的概念	(1)
1.1.2	计算机网络的产生和发展	(1)
1.1.3	计算机网络的组成	(2)
1.1.4	计算机网络的功能	(3)
1.2	计算机网络分类	(4)
1.2.1	根据网络覆盖范围分类	(4)
1.2.2	根据网络拓扑结构分类	(4)
1.2.3	根据通信方式分类	(7)
1.3	数据通信基础	(7)
1.3.1	数据通信的基本概念	(7)
1.3.2	数据通信中的主要技术指标	(9)
1.3.3	数据传输	(10)
1.3.4	数据交换方式	(15)
1.4	传输介质	(17)
1.4.1	传输介质的特性与性能指标	(17)
1.4.2	有线传输介质	(18)
1.4.3	无线传输介质	(21)
1.4.4	传输介质的选择	(22)
	习题 1	(22)
2	网络体系结构与协议	(23)
2.1	网络体系结构的概述	(23)
2.1.1	网络的层次结构	(23)
2.1.2	协议	(24)
2.1.3	计算机网络标准的制定机构	(25)
2.2	ISO/OSI 参考模型	(26)
2.2.1	ISO/OSI 参考模型的结构	(26)
2.2.2	OSI 各层的主要功能	(28)

2.2.3 数据的封装与传递	(44)
2.3 TCP/IP 体系结构	(45)
2.3.1 TCP/IP 体系结构的层次划分	(45)
2.3.2 TCP/IP 体系结构各层的功能	(46)
2.3.3 TCP/IP 协议集	(46)
2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较	(48)
2.5 IP 地址	(48)
2.5.1 IP 地址	(49)
2.5.2 子网地址与子网掩码	(51)
2.5.3 IP 地址规划实例	(53)
习题 2	(55)
3 网络设备与网络互连	(56)
3.1 网络设备	(56)
3.1.1 中继器	(56)
3.1.2 集线器	(57)
3.1.3 网桥	(59)
3.1.4 交换机	(60)
3.1.5 路由器	(62)
3.1.6 网关	(63)
3.1.7 网卡	(64)
3.2 网络互连	(67)
3.2.1 网络互连的概念	(67)
3.2.2 中继器互连方式	(70)
3.2.3 网桥互连方式	(72)
3.2.4 交换机技术与配置基础	(73)
3.2.5 虚拟局域网与第三层交换	(77)
3.2.6 路由器技术及配置基础	(83)
习题 3	(88)
4 局域网技术	(89)
4.1 局域网技术概论	(89)
4.1.1 局域网技术概述	(89)
4.1.2 局域网协议标准	(90)
4.2 几种典型的局域网技术	(91)
4.2.1 IEEE 802.3 标准与以太网	(92)
4.2.2 IEEE 802.5 标准与令牌环网	(95)
4.2.3 FDDI 网络	(97)

4.2.4	ATM 网络	(97)
4.2.5	无线网络	(98)
4.2.6	高速局域网技术	(101)
4.3	网络操作系统概述	(103)
4.3.1	网络操作系统的分类及组成	(103)
4.3.2	Windows NT 操作系统	(104)
4.3.3	Windows 2000 Server 操作系统	(106)
4.3.4	Netware 3. x 操作系统	(108)
习题 4		(109)
5	因特网基础	(110)
5.1	Internet 简介	(110)
5.1.1	Internet 概述	(110)
5.1.2	TCP/IP 协议	(111)
5.1.3	Internet 的地址和域名	(113)
5.2	Internet 的应用	(116)
5.2.1	电子邮件	(116)
5.2.2	远程登录	(117)
5.2.3	文件传输协议	(118)
5.2.4	万维网	(119)
5.3	用户与 Internet 的连接方法	(119)
5.3.1	电话线连接	(119)
5.3.2	专线连接	(120)
5.3.3	Internet 与 CATV 宽带综合网的连接方法	(121)
5.4	Internet 在我国的发展和应用	(122)
习题 5		(124)
6	网络管理与安全	(125)
6.1	网络管理	(125)
6.1.1	网络管理概述	(125)
6.1.2	传统局域网管理	(125)
6.1.3	网络管理协议	(129)
6.1.4	网络管理系统	(130)
6.2	网络安全的重要性	(132)
6.2.1	机房安全	(132)
6.2.2	网络病毒与防治	(133)
6.2.3	网络黑客与防范措施	(135)
6.2.4	防火墙技术	(138)

6.2.5 其他网络安全技术	(140)
习题 6	(141)

应 用 篇

实训 1 IE 浏览器的使用	(142)
实训 2 电子邮件的使用	(145)
实训 3 FTP 服务的使用	(149)
实训 4 网络设备基础认知	(150)
实训 5 双绞线的制作	(151)
实训 6 Windows 2000 Server 操作系统的安装	(153)
实训 7 常用网络命令	(161)
实训 8 对等网络的组建	(163)
实训 9 Web 服务器的安装与配置	(167)
实训 10 FTP 服务器的安装与配置	(170)
实训 11 DNS 服务器的安装与配置	(175)
实训 12 DHCP 服务器的安装与配置	(180)
实训 13 电子邮件服务器的安装与配置	(184)
实训 14 局域网共享接入配置	(188)
实训 15 以太网交换机的基本配置方法	(189)
实训 16 VLAN 的配置	(190)
实训 17 路由器的基本配置方法	(193)
实训 18 路由器访问控制列表配置方法	(197)
实训 19 路由器密码恢复	(199)
实训 20 Linux 操作系统的安装	(201)
实训 21 Linux 系统管理	(205)
实训 22 配置 Linux 通过局域网连接 Internet	(207)
实训 23 Linux 命令行的使用	(208)
实训 24 防火墙软件的安装与配置	(217)
附录	(225)
附录 1 常用端口列表	(225)
附录 2 实训报告格式	(231)
参考文献	(232)

基础篇

1 计算机网络概述

随着计算机技术的迅猛发展,计算机的应用涉及到各个技术领域和整个的社会生活当中。特别是家用计算机的普及,社会的信息化,数据的分布式处理,以及各种计算机资源的共享等方面的需求,促使计算机技术向网络化发展,将分散的计算机连接起来,组成计算机网络。尤其是 20 世纪 90 年代以来,世界范围内的信息化和网络化,使得“计算机就是网络”的概念已经深入人心。

1.1 计算机网络的概念及功能

1.1.1 计算机网络的概念

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。所谓计算机网络,就是利用通信设备和线路将地理位置不同、功能独立的多个计算机系统互连起来,以功能完善的网络软件(即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传递的系统。简单地讲,计算机网络就是“以能够相互共享资源方式连接起来的自治计算机系统的集合”。

一个计算机网络系统通常具备下列三个要素:

第一,计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享,其中共享的资源可以包括计算机硬件、软件以及数据信息等资源。

第二,互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的自治计算机(Autonomous Computer),它们之间没有明确的主从关系,可以联网工作,也可以脱网独立工作。

第三,联网计算机之间的通信必须遵循共同的协议规则。

1.1.2 计算机网络的产生和发展

20 世纪 50 年代初,由于军事目的,美国半自动地面防空系统(SAGE)开始了计算机技术与通信技术相结合的尝试,由此产生了 ARPANET,到 80 年代中期 ARPANET 已颇具规模,这期间美国国家科学基金会(NSF)组建了 NSFNET,并连到 ARPANET 上,最终形成了 Internet,其应用范围也由最早的军事、国防扩展到学术机构,进而迅速覆盖了全球的各个领域,运营性质也由以科研、教育为主逐渐转向商业化。

计算机网络经历了一个从简单到复杂,从低级到高级的发展过程。其发展历史经历了四

个阶段。

第一阶段:以单台计算机为中心的联机系统(面向终端的计算机网络)。20 世纪 60 年代初,随着集成电路的发展,为了实现资源共享和提高计算机的工作效率,出现了面向终端的计算机通信网。在这种方式中,主机是网络的中心,终端(键盘和显示器)分布在各处并与主机相连,用户通过本地的终端使用远程主机。这种计算机网络的缺点是主机负荷较重,通信线路的利用率低,网络结构属于集中控制方式,可靠性低。

第二阶段:多台计算机通过通信线路连接在一起构成的计算机网络。以单台计算机为中心的联机系统只能在终端与主机之间进行通信,子网之间则无法通信。因此,20 世纪 60 年代出现了以 ARPANET 为代表的多个主机互联的系统,可以实现计算机和计算机之间的通信,这种网络的组织形式的特点是资源共享、分散控制、分组交换、采用专门的通信控制处理机、分层的网络协议等。这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。

第三阶段:遵循网络体系结构标准建成的网络。1974 年 IBM 公司研制出它的系统网络体系结构,其他公司也相继推出了各自的网络体系结构。由于这些不同的公司开发的系统网络体系结构只能连接本公司生产的设备,为了使不同体系结构的网络也能够相互交换信息,国际标准化组织(ISO)于 1977 年成立了专门的机构并制定了世界范围内的网络互连标准,称为开放系统互连基本参考模型(OSI/RM),简称 OSI 模型,这也标志着第三代计算机网络的诞生。

第四阶段:主要的标志是 Internet 的广泛应用,局域网成为计算机网络结构的基本单元,网络间互联越来越普及,计算机网络向高性能、多媒体、智能化、开放性 etc 方向发展。

我国于 1980 年开始由铁道部进行计算机联网实验,采用的网络体系结构是 Digital 公司的 DNA。1989 年 2 月我国第一个公用分组交换网 CHINAPAC 通过试运行和验收,达到了开通业务的条件,但当时主要网络设备依赖进口。80 年代后期,公安部和军队相继建立了各自的专用计算机广域网,银行等部门也建立了本系统的专用计算机网络。90 年代初,国内的许多单位都相继建立了大量的局域网,主要网络设备也由进口转为国产。在计算机网络标准化工作方面,我国于 1983 年 5 月成立了全国计算机与信息处理标准化技术委员会。1988 年我国制定了与 ISO 的开放系统互连参考模型相对应的国家标准 GB9387—88。

1.1.3 计算机网络的组成

1) 计算机网络的系统组成

计算机网络的系统由网络硬件和网络软件两部分组成。在网络系统中硬件对网络的性能起着决定的作用,是网络运行的实体,而网络软件则是支持网络运行、提高效益和开发网络资源的工具。

(1) 网络硬件

网络硬件是组成计算机网络系统的物质基础。随着计算机技术和通信技术的发展,网络硬件日趋多样化,功能更强,结构也更复杂。常用的网络硬件有:计算机、网络接口卡、通信介质以及各种网络互联设备。

① 计算机 网络中的计算机又分为服务器和网络工作站两类。

服务器是具有较强的计算功能和存储丰富信息资源的高档计算机,它向其他网络客户提供服务,并负责对网络资源进行管理,是网络系统中的核心部分。一个计算机网络系统一般有多台服务器,通常用小型计算机、专用 PC 服务器或高档微机做网络的服务器。

网络工作站是通过网卡连接到网络上的个人计算机,它保持着原有计算机的功能,可作为独立的个人计算机为用户服务,同时可以按照被授予一定的权限访问服务器,各工作站之间可以相互通信,也可以共享网络资源。

② 网络接口卡 网络接口卡(Network Interface Card)简称网卡,又称为网络接口适配器,它是计算机与通信介质的接口,是构成网络的基本部件。每一台网络服务器和 workstation 都至少配有一块网卡,通过通信介质将它们连接到网络上。

③ 通信介质 通信介质是在计算机之间进行数据传输的重要媒介,它提供了数据信号传输的物理通道。通信介质按其特性可分为有线介质和无线介质两大类。有线介质包括双绞线、同轴电缆、光缆等;无线介质包括无线电、微波、红外线、卫星通信等。它们具有不同的传输速率和传输距离,分别支持不同的网络类型。

④ 网络互联设备 常用的网络互联设备有中继器、集线器、网桥、路由器、交换机、调制解调器、光电转换器等,这些网络设备在不同的网络连接中起着不同的作用。

(2) 网络软件

网络软件是实现网络功能必不可少的,网络软件通常包括网络操作系统、网络通信软件、网络管理及应用软件等。其中,网络操作系统是运行在网络硬件基础之上的,为网络用户提供共享资源管理服务、基本通信服务、网络系统安全服务以及其他网络服务。网络操作系统是网络的核心,其他应用软件需要网络操作系统的支持才能运行。

2) 计算机网络系统的逻辑组成

以资源共享为主要目的的计算机网络从逻辑上可分成两大部分:通信子网和资源子网。

通信子网面向通信控制和通信处理。它主要包括通信控制处理机 CCP,网络控制中心 NCC,分组组装或拆卸设备 PAD,网关 G 等设备组成,以此来完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

资源子网负责全网面向应用的数据处理,实现网络资源的共享。它由各种拥有资源的用户主机和软件(网络操作系统和网络数据库等)所组成,主要包括:主机 HOST,终端设备 Terminal,网络操作系统,网络数据库等,以此来向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

1.1.4 计算机网络的功能

(1) 资源共享

计算机网络的主要目的是共享资源。共享的资源有:硬件资源、软件资源、数据资源。其中共享数据资源是计算机网络最重要的目的。

(2) 数据通信

利用计算机网络可实现各计算机之间快速可靠地互相传送数据,进行信息处理,如传真(Fax)、电子邮件(E-mail)、电子数据交换(EDI)、电子公告牌(BBS)、远程登录(Telnet)与信息浏览等通信服务。数据通信能力是计算机网络最基本的功能。

(3) 分布式处理

一方面,对于一些大型任务,可以通过网络分散到多个计算机上进行分布式处理,也可以使各地的计算机通过网络资源共同协作,进行联合开发、研究等;另一方面,计算机网络促进了分布式数据处理和分布式数据库的发展。

(4) 提高计算机的可靠性

计算机网络一般都属分布式控制方式,如果有单个部件或少数计算机失效,网络可通过不同路由来访问这些资源。另外,网络中的工作负荷被均匀地分配给网络中的各个计算机系统,当某个系统的负荷过重时,网络能自动将该系统中的一部分负荷转移至其他负荷较轻的系统中去处理。计算机网络系统能实现对差错信息的重发,网络中各计算机还可以通过网络成为彼此的后备机,从而提高了系统的可靠性。

1.2 计算机网络分类

计算机网络的分类方法有很多,可从不同的角度观察网络系统、划分网络,这也有利于全面地了解网络系统的各种特性。

1.2.1 根据网络覆盖范围分类

通常,按照网络的覆盖范围和计算机之间的相互距离,可将计算机网络分为广域网(Wide Area Network)、局域网(Local Area Network)、城域网(Metropolitan Area Network)等三种类型。

(1) 广域网

广域网(WAN),也称为远程网,网络的地理范围是一个地区、省或国家,甚至可以跨越洲际,通信的距离在数十千米以上。Internet 就是典型的广域网。Internet 是将成千上万个局域网与城域网互联形成的规模空前的超级计算机网络,是一种高层技术。广域网的数据传输速率相对较低。通常,广域网除了计算机设备以外还要涉及一些电信通信方式。

(2) 局域网

局域网(LAN),是指在有限的地区范围内构成的计算机网络,通常以一个单位或一个部门为限。这种网络只能容纳数量有限的计算机,通信距离一般在数米到数千米之间,最大不超过数十千米,可以覆盖一个实验室、一栋大楼、一个校园、一个单位或一个企业。局域网传输速率较高,具有较高的可靠性和低误码率。

(3) 城域网

城域网(MAN),是介于局域网和广域网之间的一种大范围的高速网络,网络的地理范围可以是一个城市,通信距离大约在数千米至数十千米之间,适合一个地区、一个城市或一个行业系统使用。它与广域网相比有较高的数据传输速率、较低的误码率,与局域网相比它能够容纳更多的计算机,覆盖范围也比局域网要大。实际上,城域网技术并没有能够在世界各地广泛推广,而是更多地使用了广域网技术参与城域网建设。

1.2.2 根据网络拓扑结构分类

计算机网络的拓扑结构,是指网上计算机或设备与传输介质形成的节点与线的物理构成模式。网络的节点有两类:一类是转换和交换信息的转接节点,包括节点交换机、集线器和终端控制器等;另一类是访问节点,包括计算机主机和终端等。线则代表各种传输介质,包括有线介质和无线介质。

计算机网络的拓扑结构主要有:总线型结构、星型结构、环型结构、树型结构和混合型

结构。

(1) 总线型结构

总线型结构如图 1.1 所示,由一条高速公用主干电缆即总线连接若干个节点而构成网络。网络中所有的节点通过总线进行信息的传输。其中一个节点是网络服务器,由它提供网络通信及资源共享服务,其他节点是网络工作站。总线型网络采用广播通信方式,因此总线的长度及网络中工作站节点的个数都是有限制的。这种结构的特点是结构简单灵活,建网容易,使用方便,性能好。其缺点是主干总线对网络起决定性作用,总线发生故障将影响整个网络。

总线型结构是目前使用最普遍的一种网络结构。

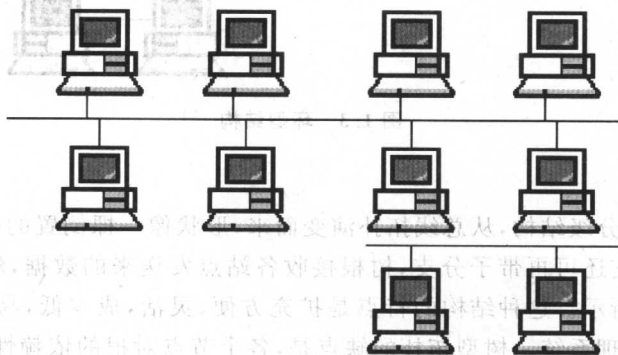


图 1.1 总线型结构

(2) 星型结构

星型结构如图 1.2 所示,由中央节点集线器与各个节点连接组成。每个节点都通过一条单独的通信线路直接与中心节点连接,各个节点间不能直接通信。星型结构的特点是结构简单、建网容易,便于控制和管理。其缺点是中央节点负担较重,容易形成系统的“瓶颈”,线路的利用率低,可扩充性差。

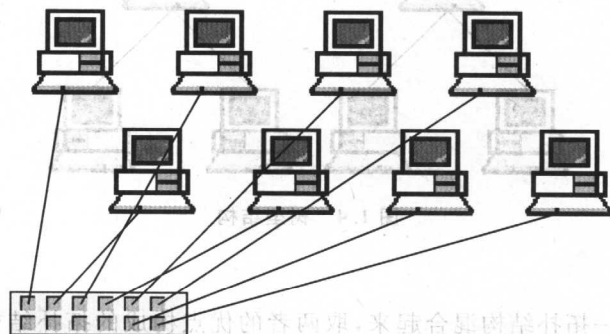


图 1.2 星型结构

(3) 环型结构

环型结构如图 1.3 所示,由各节点首尾相连形成一个闭合环型线路。环型网络中的信息传送是单向的,即沿一个方向从一个节点传到另一个节点;每个节点需安装中继器,以接收、放大、发送信号。这种结构的特点是结构简单,建网容易,便于管理。其缺点是当节点过多时,将

影响传输效率,不利于扩充。

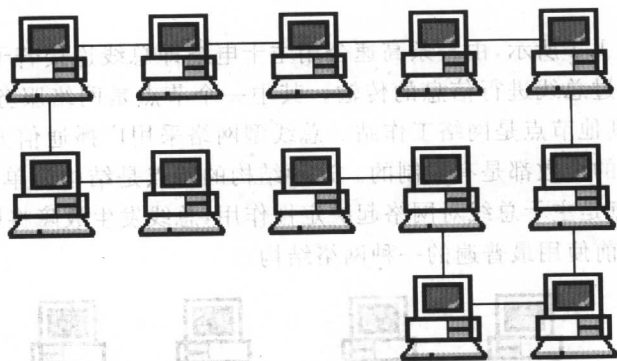


图 1.3 环型结构

(4) 树型结构

树型结构是一种分级结构,从总线拓扑演变而来,形状像一棵倒置的树,顶端是树根,树根以下带分支,每个分支还可再带子分支,树根接收各站点发送来的数据,然后再以广播方式发送到全网,如图 1.4 所示。这种结构的特点是扩充方便、灵活,成本低,易推广,适合于分主次或分等级的层次型管理系统。树型拓扑的缺点是,各个节点对根的依赖性太大,如果根发生故障,则全网不能正常工作。

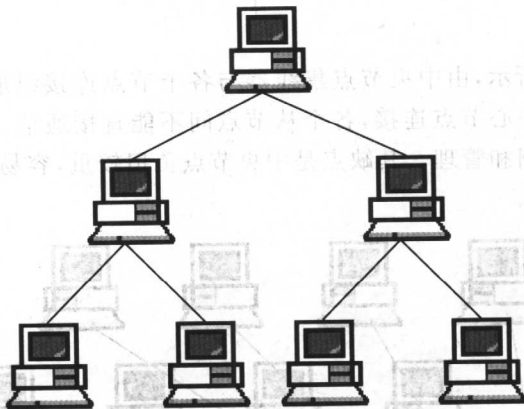


图 1.4 树型结构

(5) 混合型结构

将以上某两种单一拓扑结构混合起来,取两者的优点构成的拓扑结构称为混合型拓扑结构。如星型拓扑和环型拓扑混合成的“星—环”拓扑,另一种是星型拓扑和总线型拓扑混合成的“星—总”拓扑。混合型拓扑的优点:故障诊断和隔离较为方便,易于扩展,安装方便。

不管是局域网还是广域网,其拓扑结构的选择,需要考虑诸多因素:网络既要易于安装,又要易于扩展;网络的可靠性也是考虑的重要因素,要易于故障诊断和隔离,以使网络的主体在局部发生故障时仍能正常运行;网络拓扑的选择还会影响传输介质的选择和介质访问控制方法的确定,这些因素又会影响各个站点在网上的运行速度和网络软、硬件接口的复杂性。

1.2.3 根据通信方式分类

根据通信方式的不同,可以将网络划分为点对点通信方式和广播式通信方式。

(1) 点对点通信方式

点对点通信方式采用点对点的连接方式,所有节点之间均有直达的线路连接,即所有节点之间的相互通信均可以通过相邻的节点实现,其可靠性最好。这种方式,没有信道竞争,几乎不存在信道访问的控制问题。但当节点增加时,通信线路也将大幅度增加,线路利用率较低。

(2) 广播式通信方式

广播式通信方式又称为点到多点式通信方式。广播式结构网络利用一个共同的传播介质把各个计算机连接起来,所有主机共享一条信道,某主机发出的数据,所有其他节点都能收到。这种方式不必进行路径选择,从而提高了网络性能。但在广播信道中,由于信道共享而容易引起信道访问冲突。

其他还有按不同角度分类的计算机网络:按通信介质分为有线网和无线网;按速率分为低、中、高速;按使用范围分为公用网和专用网;按网络控制方式分为集中式和分布式;按照网络应用范围又可分为校园网、企业网、内联网和外联网。

1.3 数据通信基础

数据通信技术是计算机网络的基础,它是将计算机技术与通信技术结合起来,完成数据的传输、转换存储和处理。为了更好地理解网络通信的原理,下面将用简单、通俗的语言来介绍数据通信的相关概念。

1.3.1 数据通信的基本概念

在计算机网络中,数据通信的目的就是来交换信息。

(1) 信息

信息(Information)是人们对现实世界事物存在方式或运动状态的某种认识,是客观事物属性和相关联系特征的表征。如文字信息、语音信息、图像信息等。

(2) 数据

数据(Data)可定义为有意义的实体,它涉及到事物的存在形式。数据可分为模拟数据和数字数据两大类。模拟数据是在某个区间内连续变化的值,例如声音和视频都是幅度连续变化的波形,又如温度和压力也都是连续变化的值。数字数据是离散的值,例如文本信息和整数。

(3) 信号

信号(Signal)是数据的电子或电磁编码。对应于模拟数据和数字数据,信号也可分为模拟信号和数字信号。模拟信号是随时间而连续变化的电流、电压或电磁波,可以利用其某个参量(如幅度、频率或相位等)来表示要传输的数据;数字信号则是一系列离散的电脉冲,可以利用其某一瞬间的状态来表示要传输的数据。

(4) 信道

信道是信号传输的通道,包括通信设备和传输媒体。信道按传输信号的形式可以分为模拟信道和数字信道。模拟信道用于传输模拟信号,数字信道用于传输数字信号。

(5) 数据通信的三个要素

一般说来,用任何方法通过任何媒体将信息从一方传送到另一方的过程称为通信。为了保证信息传输的实现,通信必须具备三个要素:信源、信道和信宿。信源是通信过程中产生和发送信息的设备或计算机,是信息产生的发源地。信道是信源和信宿之间的通信线路。信宿是通信过程中接收和处理信息的设备或计算机,是接收信息的目的地。

无论信源产生的是模拟数据还是数字数据,在传输过程中都要转换成适合于信道传输的某种信号形式。模拟数据和数字数据都可以用模拟信号或数字信号来表示,因而也可以用这些信号形式来传输。

数字数据可用模拟信号来表示,但要利用调制解调器 Modem(Modulator/Demodulator)来将数字数据调制转换为模拟信号,使之能在适合于此种模拟信号的媒体上传输。大多数通用的 Modem 都带语音频带来表示数字数据,因此能使数字数据在普通的音频电话线上传输;在线路的另一端,Modem 再把模拟信号解调还原成原来的数字数据。

模拟数据也可以用数字信号来表示。对于声音数据来说,完成模拟数据和数字信号转换功能的设施是编码解码器 CODEC(Coder/Decoder)。CODEC 将直接表示声音数据的模拟信号,编码转换成用二进制位流近似表示的数字信号;而线路另一端的 CODEC 则将二进制位流解码恢复成原来的模拟数据。

(6) 数据通信模型

模拟通信系统利用模拟信号来传递信息,如现在广泛使用的电话、广播和电视等。系统一般由信源、调制器、信道、解调器、信宿以及噪声源组成,如图 1.5 所示。人们日常使用的拨号上网就是一个模拟通信系统的实例,发送端工作站发送的数据经调制解调器转换为模拟信号后,传送到公共电话网上传输,再到接收端经调制解调器转换为数字信号后,与服务器通信。

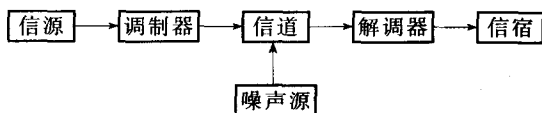


图 1.5 模拟通信系统模型

数字通信系统利用数字信号来传递信息,如计算机通信、数字电话、数字电视等。数字通信系统由信源、信源编码器、信道编码器、调制器、信道、解调器、信道译码器、信源译码器、信宿以及噪声源组成,如图 1.6 所示。它的主要特点是数字通信抗干扰能力强,可以实现信号的差错控制,传输质量高。通过对信号加密和防火墙技术可以实现保密通信,但数字通信所占的信道带宽远远大于模拟信道。

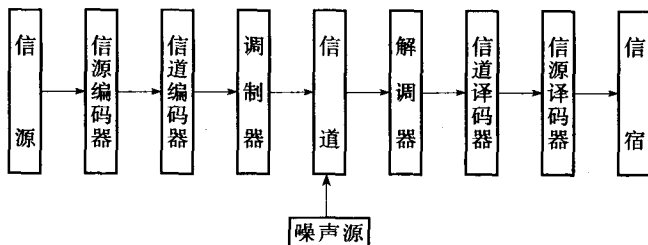


图 1.6 数字通信系统模型

1.3.2 数据通信中的主要技术指标

数据通信的任务是传输数据信息,以期达到传输速度快、出错率低、信息量大、可靠性高,并且既经济又便于使用维护。这些要求可以用下列技术指标加以描述。

(1) 带宽

无论是模拟信号还是数字信号,它们在通信线路上传输时都要占据一定的频谱(频率范围),最高频率和最低频率之差叫信号的频带宽度,简称带宽。信号的大部分能量往往包含在频率较窄的一段频带中,这就是有效带宽。

(2) 信道容量

信道容量指信道的最大数据传输速率,即单位时间内可传送的最大位数。信道容量的单位为 bit/s。

信道容量表示一个信道传输数据的能力。信道容量与数据传输速率的区别在于,前者表示信道的最大数据传输速率,是信道传输数据能力的极限,而后者则表示实际的数据传输速率。这就像公路上的最大限速值与汽车实际速度之间的关系一样,它们虽然采用相同的单位,但表示的是不同的含义。

无噪声理想信道容量与信道的带宽的关系如下:

$$C = 2H \log_2 N \quad (1.1)$$

式中: C 为信道容量, H 为信道带宽(信道能够传输信号的最大频率范围), N 为传输时为一个码元所取的离散值个数。本公式也称为奈奎斯特公式或无噪声信道传输能力公式。

对有噪声的实际信道,其关系如下:

$$C = H \log_2 (1 + S/N) \quad (1.2)$$

式中: S/N 为接收端的信噪比。本公式也称为香农公式。

(3) 数据传输速率

数据传输速率是通信系统的主要技术指标,包括数据信号速率和调制速率。

数据信号速率指每秒钟能传输的二进制信息位数,单位是位/秒,即 bit/s,记为 byte,因此又称为比特率。

调制速率指信号经调制后的传输速率,即每秒钟通过信道传输的码元个数,单位是 Baud,因此又称为波特率。

虽然数据传输速率和调制速率都是描述通信速度的指标,但它们是完全不同的两个概念。打个比喻来说,假如调制速率是公路上单位时间经过的卡车数,那么数据传输速率便是单位时间里经过的卡车所装运的货物箱数。如果一车装一箱货物,则单位时间经过的卡车数与单位时间里卡车所装运的货物箱数相等,如果一车装多箱货物,则单位时间经过的卡车数便小于单位时间里卡车所装运的货物箱数。位速率和波特率之间有如下关系:

$$S = B \log_2 N \quad (1.3)$$

式中: N 是一个脉冲信号所表示的有效状态,在二进制方式中, $N=2$ 时, $S=B$ 。即数据传输速率和调制速率相等。

(4) 误码率

误码率又称为出错率,指二进制数据位传输时出错的概率,是衡量数据通信系统在正常工