

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物,它的发展不但促进了人类社会的信息化和全球经济的一体化,而且改变了人们的生活习惯。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 网络的发展阶段

计算机网络的发展过程是从简单的为解决远程计算和信息搜集、处理而形成的单机系统开始的,随着计算机科学技术和通信技术的进步,单机系统发展为联机系统。之后,又在联机系统的基础上发展到把多个计算机系统连接起来,组成以资源共享和信息传输为主要目的的计算机网络。

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,这个过程分为四个阶段:具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统、计算机通信网和计算机网络。

1. 主机之间的通信

最早的计算机网络概念是点到点的连接,从 20 世纪 50 年代到 70 年代中期,人们使用的计算机是大、中、小型计算机,计算机网络所连接的只能是这种庞大的、带有许多终端的计算机。

美国 IBM 公司 1974 年推出的 SNA(system network architecture)如图 1-1 所示。主机连接一台前端机,前端机可接多台控制机。每台控制机可挂接多台终端,构成一台主机。两台主机连接起来构成的网络,是在两台主机的前端机之间建立线路连接,并且共同遵守 SNA 协议。这种联网的代价是相当大的。一台主机就是网络上的一个节点(node),主机和节点的概念一直延续到今天。

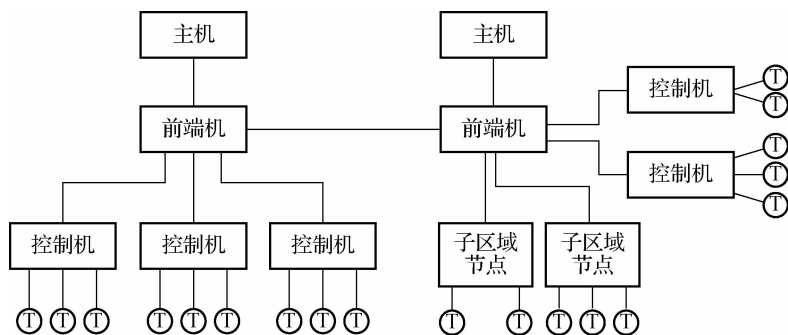


图 1-1 主机之间的通信

2. 文件共享网络

自 1970 年世界上第一台微型计算机问世以来,计算机逐步普及到人类生活、工作的各个领域。同大、中、小型计算机相比,微型计算机(微机或 PC)价格便宜、使用方便,但计算能力、存储容量不足。人们希望把微机连接起来构成网络,每台微机的配置相对简单些,甚至没有硬盘,共享网络上的硬盘或打印机。20 世纪 80 年代大量涌现出微型计算机局域网,用一台服务器管理几十台微机,在服务器上建立共享数据库,存储大量系统软件和应用软件,提供给网络上的用户共享。曾经很流行的 Novell 网络结构如图 1-2 所示。

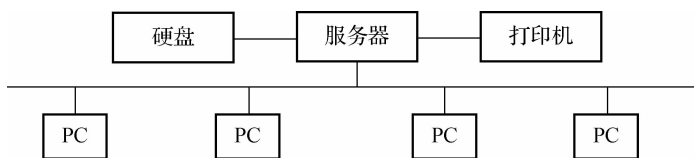


图 1-2 Novell 网络结构

从图 1-2 可以看出,网络用户共享服务器的硬盘和打印机等。服务器上安装有网络软件,使网络稳定、安全地运行,为每个用户设置共享权限,服务器成为整个网络的中心与瓶颈,任何两台计算机之间传递信息都要通过服务器。

3. 客户机/服务器

随着微型计算机技术的发展,计算机价格大幅度下降,而性能大幅度提升,集中共享的网络使服务器成为整个网络的瓶颈。20 世纪 90 年代又发展了新的网络结构——客户机/服务器(client/server,C/S),它体现了请求与服务之间的合作关系。C/S 结构如图 1-3 所示,从中可以看出,计算机网络中有多台服务器,每台服务器提供一种专项服务。

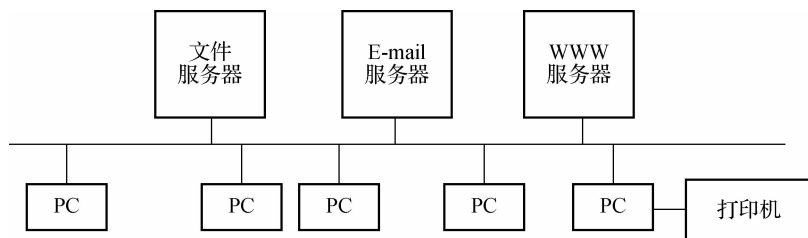


图 1-3 C/S 结构

1.1.2 我国网络的发展历程与现状

1. 我国网络的发展历程

我国 Internet 的发展以 1987 年通过中国学术网 CANET 向世界发出第一封 E-mail 为标志。经过几十年的发展,形成了四大主流网络体系,即中国科学院的科学技术网 CSTnet、国家教育部的教育和科研网 CERnet、原邮电部的 Chinanet 和原电子部的金桥网 Chinagbnet。Internet 在中国的发展历程可以大略地划分为以下三个阶段:

第一阶段为 1987—1993 年,是研究试验阶段。在此期间,中国一些科研部门和高等院校开始研究 Internet 技术,并开展了科研课题和科技合作工作,但这个阶段的网络应用仅限于小范围内的电子邮件服务。

第二阶段为 1994—1996 年,同样是起步阶段。1994 年 4 月,中关村地区教育与科研示范网络工程进入 Internet,从此中国被国际上正式承认为有 Internet 的国家。之后,Chinanet、CERnet、CSTnet、Chinagbnet 等多个 Internet 网络项目在全国范围相继启动,Internet 开始进入公众生活,并在中国得到了迅速发展。至 1996 年年底,中国的 Internet 用户已达 20 万人,利用 Internet 开展的业务与应用逐步增多。

第三阶段为 1997 年至今,是 Internet 在我国快速发展阶段。国内 Internet 用户数自 1997 年以后基本保持每半年翻一番的增长速度。

2. 我国网络的现状

1) 基础数据

截至 2014 年 6 月,我国网民规模达 6.32 亿人,较 2013 年年底增加了 1 442 万人。互联网普及率为 46.9%,较 2013 年年底提升了 1.1%。

截至 2014 年 6 月,我国手机网民规模达 5.27 亿人,较 2013 年年底增加 2 699 万人。

截至 2014 年 6 月,我国网民中农村人口占比为 28.2%,规模达 1.78 亿人。

截至 2014 年 6 月,整体网民中小学及以下学历人群的占比为 12.1%,相比 2013 年年底上升了 0.2%,而大专及以上学历人群占比下降了 0.3%。

用手机上网的网民比例为 83.4%,相比 2013 年年底上升了 2.4%。用台式机和笔记本电脑上网网民比例略有下降,分别为 69.6%和 43.7%。

截至 2014 年 6 月,我国域名总数为 1 915 万个,其中“.cn”域名总数为 1 065 万个,占中国域名总数的 55.6%;“.中国”域名总数达到 28 万个。

截至 2014 年 6 月,我国网站总数为 273 万个,“.cn”下的网站数为 127 万个。

2) 趋势与特点

移动互联网带动整体互联网发展。截至 2014 年 6 月,我国网民上网设备中,手机使用率达 83.4%,首次超越传统 PC 整体使用率,手机作为第一大上网终端设备的地位更加巩固。同时,网民在手机电子商务类、休闲娱乐类、信息获取类、交流沟通类等应用的使用率都在快速增长,移动互联网带动整体互联网各类应用发展。

互联网发展重心从“广泛”转向“深入”,网络应用对大众生活的改变从点到面,互联网对网民生活全方位渗透程度进一步增加。2014 年上半年,中国网民的人均周上网时长达 25.9

小时,相比 2013 年下半年增加了 0.9 小时。除了传统的消费、娱乐外,移动金融、移动医疗等新兴领域的移动应用多方向满足用户上网需求,推动网民生活的进一步网络化。

支付类应用领涨。2014 年上半年,支付类应用在整体和手机端都成为增长最快的应用。手机支付用户的规模上半年增长率达 63.4%,使用率由 2013 年年底的 25.1% 增至 38.9%。移动网上支付与消费者生活紧密结合,拓展了更多的应用场景和数据服务(如账单功能),也推动了手机端商务类应用的迅速发展。相比 2013 年年底,手机购物、手机团购和手机旅行的预订网民规模增长率分别达到 42.0%、25.5% 和 65.4%。

手机游戏异军突起,带动整体网络游戏使用率逆转增长。截至 2014 年 6 月,中国网络游戏的用户规模达到 3.68 亿人,使用率从 2013 年年底的 54.7% 升至 58.2%,扭转了使用率一直下滑的趋势,基本恢复至 2012 年年底的水平。手机游戏使用率为 47.8%,增长了 4.7%,规模增长 3 648 万人,成为整体游戏用户增长的主要动力。

互联网理财用户初具规模,网络金融服务创新潮涌。互联网理财产品推出仅一年时间,用户规模就达到 6 383 万人,使用率达 10.1%。互联网的便捷性打通了资金链条,降低了理财产品的管理及运营成本。互联网的长尾效应聚合了个人用户零散资金,既提高了互联网理财运营商在商业谈判中的地位,也使个人零散资金获得了更高的收益回报。

1.2 网络的定义与组成

通常人们对计算机网络的定义为:为了实现计算机之间的通信交往、资源共享的访问工作,采用通信手段,将地理位置分散的、各自具备自主功能的一组计算机有机地联系起来,并且由网络操作系统进行管理的计算机集合系统。

从这个简单的定义可以看出,计算机网络涉及以下 3 个要点:

(1) 一个计算机网络可以包含多台具有自主功能的计算机。所谓自主就是指这些计算机离开计算机网络之后也能独立工作和运行。因此,通常将这些计算机称为主机(host),在网络中又称为节点或站点。一般来讲,网络中的共享资源(硬件资源、软件资源和数据资源)均分布在这些计算机中。

(2) 构成计算机网络时需要使用通信的手段,把有关计算机(节点)连接起来。连接时彼此必须遵循所规定的约定和规则,这些约定和规则就是通信协议。每个厂商生产的计算机网络产品都有许多自己的协议,这些协议的总体就构成了协议集。

(3) 建立计算机网络的主要目的是实现通信的交往、信息资源的交流、计算机分布资源的共享或者协同工作。

计算机网络通常由 3 部分组成,即通信子网、资源子网和通信协议。通信子网是计算机网络中负责数据通信的部分,通信传输介质可以是双绞线、同轴电缆、无线电、微波、光导纤维等。资源子网是计算机网络中面向用户的部分,负责全网络面向应用的数据处理工作,其主体是连入计算机网络中的所有计算机及这些计算机所拥有的面向用户端的外部设备、软件和可以共享的数据等。为使网内各计算机之间的通信可靠有效,通信双方必须共同遵守的规则和约定称为通信协议,计算机网络与一般计算机互连系统的区别在于有无通信协议的作用。

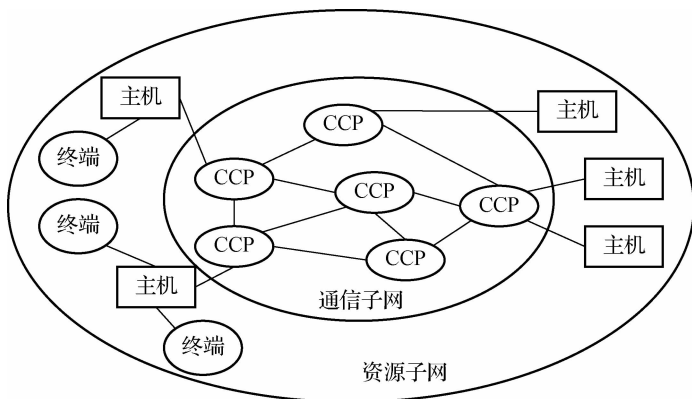


图 1-4 资源子网和通信子网

1.3 网络的分类

从不同的角度出发,计算机网络有不同的分类方法。

1.3.1 按照网络覆盖的地理范围分类

按照网络覆盖的地理范围分类,计算机网络可以分为广域网、城域网和局域网。

(1) 广域网(wide area network, WAN)又称远程网,网络跨越国界、洲界,甚至全球范围。由于分布范围广,常常借用传统的公共传输(电报、电话)网来实现。广域网的布局不规则,使用权限和网络的通信控制比较复杂,要求网络用户必须严格遵守控制当局所制定的各种标准和规程。著名的 Internet 就是一种 WAN。

(2) 城域网(metropolitan area network, MAN):规模介于广域网和局域网之间,其大小通常覆盖一个城市,传输介质主要是光纤。城域网在核心技术上属于广域网技术。

(3) 局域网(local area network, LAN):一般被限制在中等规模的地理区域内,是专用的,由单一组织机构所使用。通常,一个 LAN 的范围不超过 10 km,并且经常局限于一个单一的建筑物或一组距离很近的建筑物内。LAN 的特点是组建方便、使用灵活。局域网是组成其他两种类型网络的基础。

1.3.2 按照网络的拓扑结构分类

按照网络的拓扑结构分类,计算机网络可以分为星型网络、环型网络、总线型网络和网状网络等几种。

(1) 星型网络。各站点通过点到点的链路与中心站相连。其特点是很容易在网络中增加新的站点,容易控制数据的安全性和优先级,容易实现网络监控,但中心节点的故障会引起整个网络瘫痪。

(2) 环型网络。各站点通过通信介质连成一个封闭环形。环型网络容易安装和监控,

但容量有限,网络建成后,难以增加新的站点。

(3) 总线型网络。所有站点共享一条数据通道。总线型网络安装简单方便,需要敷设的电缆最短,成本低,某个站点故障一般不会影响整个网络。但介质故障会导致网络瘫痪,总线型网络安全性低,监控比较困难,增加新站点也不如星型网络容易。

(4) 树型网络、星型网络、网状网络等其他类型拓扑结构的网络都是以上述三种拓扑结构为基础的。现在,星型网络是局域网中最常见的网络,总线型网络在局域网中多是主干网形式。环型网络趋于淘汰,网状网络一般多是广域网络。

1.3.3 按照网络使用的传输介质分类

按照网络使用的传输介质分类,计算机网络可以分为同轴电缆网、双绞线网、光纤网和无线网。

(1) 同轴电缆网。同轴电缆网是一种常见的联网方式,它比较经济,安装较为便利,传输率和抗干扰能力一般,传输距离较短。

(2) 双绞线网。双绞线网价格便宜,安装方便,但容易受到干扰,传输率较低,传输距离比同轴电缆要短。

(3) 光纤网。光纤网也是有线网的一种,但由于其特殊性而被单独列出,光纤网采用光纤作为传输介质。光纤传输距离长,传输率高,可达数千兆比特每秒,抗干扰性强,不会受到电子监听设备的监听,是高安全性网络的理想选择。

(4) 无线网。无线网采用空气作为传输介质,以电磁波作为载体来传输数据。

1.3.4 按照网络通信方式分类

按照网络通信方式分类,计算机网络可以分为点对点传输网络和广播式传输网络。

(1) 点对点传输网络。其数据以点到点的方式在计算机或通信设备中传输。星型网络、环型网络均采用这种传输方式。

(2) 广播式传输网络。其数据在共用介质中传输。无线网和总线型网络均属于这种类型。

1.3.5 按照网络使用目的分类

按照网络使用目的分类,计算机网络可以分为共享资源网、数据处理网和数据传输网。

(1) 共享资源网。使用者可共享网络中的各种资源,如文件、扫描仪、绘图仪、打印机及各种服务。Internet 是典型的共享资源网。

(2) 数据处理网。数据处理网是用于处理数据的网络,如科学计算网络、企业经营管理网络等。

(3) 数据传输网。数据传输网是用来搜集、交换、传输数据的网络,如情报检索网络等。

1.3.6 按照网络服务方式分类

按照网络服务方式分类,计算机网络可以分为客户机/服务器网和对等网。

(1) 客户机/服务器网。在客户机/服务器网中,服务器是指专门提供服务的高性能计

算机或专用设备,客户机是指用户计算机。这是客户机向服务器发出请求并获得服务的一种网络形式,多台客户机可以共享服务器提供的各种资源。这是最常用、最重要的一种网络类型,它不仅适合于同类计算机联网,而且适合于不同类型的计算机联网,如 PC、Mac 的混合联网。这种网络的安全性容易得到保证,计算机的权限、优先级易于控制,监控容易实现,网络管理规范化。网络性能在很大程度上取决于服务器的性能和客户机的数量。目前,针对这类网络有很多优化性能的服务器称为专用服务器。银行、证券公司都采用这种类型的网络。

(2) 对等网。对等网不要求有文件服务器,每台客户机都可以与其他客户机对话,共享彼此的信息资源和硬件资源,组网的计算机一般类型相同。这种网络方式灵活方便,但是较难实现集中管理与监控,安全性低,较适合于部门内部协同工作的小型网络。

1.4 数据通信基础

1.4.1 数据通信的基本概念

数据通信系统是通过传输媒介传输数据的电子系统。数据发出的地方称为信源,数据接收的地方称为信宿。传输媒介是承载信息的媒体,如电话线、双绞线等。

1. 信号

在通信过程中,数据以信号的形式传输,信号有模拟信号和数字信号两种。

(1) 模拟信号(analog signal)是连续信号,是指信息参数在给定范围内随着时间连续变化。模拟信号可以用电流或电压的大小直接模拟被测量,如声音信号,用电流的频率反映声音的频率,电流的强弱反映声音的分贝值。

(2) 数字信号(digital signal)是离散信号,一般指二进制数字信号。它可以用两个不同的参量代表 0 和 1,如正电压代表 1,负电压代表 0,或者以电流的通代表 1,断代表 0 等。常见的声音、图像、视频等信息都能通过数字技术进行数字化。

模拟信号和数字信号可以相互转换,模拟信号经过模/数(analog-to-digital, A/D)转换变成数字信号,数字信号经过数/模(digital-to-analog, D/A)转换变成模拟信号。

2. 信道

信道是指以传输媒介为基础的逻辑信号通路,一个物理的传输媒介可以包括一个或多个逻辑信道。例如,闭路电视线是一个物理传输媒介,它可以传输多个节目频道,每个节目频道都通过一个逻辑信道传输。

3. 带宽

信道所提供的频率宽度就是带宽,即可传输信号的最高频率和最低频率之差。例如,电话线的频带为 3 001~3 400 Hz,带宽是 3 100 Hz。通常用带宽来描述传输介质的传输容量,带宽越大,介质的传输容量越大,通信能力越强。带宽是传输介质固有的属性,一般不会发生变化。

4. 数据传输速率

数据传输速率简称传输速率,是指每秒传输的二进制位数,单位是位每秒(bit per second,b/s),另一个单位是字节每秒(byte per second,B/s)。

数据传输速率是描述通信系统的重要指标之一,它不仅与传输介质的带宽有关,还与传输技术有关。例如,电话线的带宽是 3 100 Hz,采用传统的传输技术,它能达到的传输速率是 56 Kb/s。而采用了新的调制技术后,它能达到的传输速率是 2 Mb/s。电话线的带宽没有发生变化,新的传输技术提高了数据传输速率。

1.4.2 信息编码技术

信息在网络中传输时,根据不同的信道可以采用模拟信号传输信息,也可以采用数字信号传输信息。无论采用模拟信号还是数字信号,为了正确地传输数据,都要对原始数据进行编码后才能送到信道上传输。例如,将数字信号经过调制变换为模拟信号,计算机中的二进制数据经过调制就可以提高信号的抗干扰能力并增加定时功能;另外,在传输数字信号的信道中,传输多媒体模拟信号(如声音信息等)时,要将模拟信号编码为数字信号。

1. 数字调制技术

公共电话线一般是为传输模拟信号而设计的,为了利用现有的电话线进行数据传输,首先需要将数字信号转换为模拟信号。为此,选取音频范围(300~3 400 Hz)内某一频率的正(余)弦模拟信号作为载波,用以运载所要传输的数字信号,其方法是:用要传送的数字信号改变载波的幅度(调幅载波)、频率(调频载波)或相位(调相载波),然后使之在信道上传输,到达接收点后再将数字信号从载波上取出。这种将数字信号加到载波上的过程称为调制,从载波上取出信号的过程称为解调。调制和解调的任务一般通过调制解调器(modem)来实现。

将数字信号调制为模拟信号有以下三种方式:

(1) 调幅。按照数字信号的值改变载波的幅度,如图 1-5(a)所示。从图中可以看出,用载波的振幅来表示数字信号的两个二进制值。当载波存在时(具有一定的幅度),表示数字信号 1;而载波不存在时(幅度为 0),表示数字信号 0。这种调幅技术称为幅移键控(amplitude-shift keying,ASK)。该调幅技术较简单,但效率低,抗干扰性能较差。

(2) 调频。按照数字信号的值改变载波的频率,如图 1-5(b)所示。从图中可以看出,用载波的频率来表示数字信号的两个二进制值。当载波频率为高频时,表示数字信号 1;当载波频率为低频时,表示数字信号 0。这种调频技术称为频移键控(frequency-shift keying,FSK)。它比调幅技术有较高的抗干扰性,但所占频带较宽,是经常被采用的一种调制技术。

(3) 调相。按照数字信号的值改变载波的相位,如图 1-5(c)所示。从图中可以看出,利用载波的相位移动来表示数字信号的两个二进制值。当载波信号和前面的信号同相(不产生相移)时,代表数字信号 0;当载波信号和前面的信号反相(有 180°相移)时,代表数字信号 1。这种调相技术称为相移键控(phase-shift keying,PSK)。这种调制技术的抗干扰性能好,而且比调频技术更有效,它的传输速率也较高,可达到 9 600 b/s,但实现相位调制的技术比较复杂。

在实际使用中,上述各种调制技术也可组合实现。例如,将 PSK 和 ASK 结合在一起实现调制。

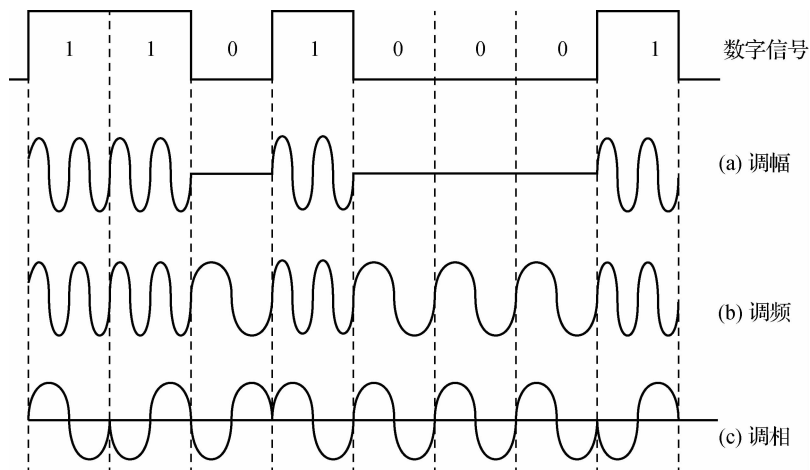


图 1-5 数字信号的调制

2. 二进制数据编码技术

二进制数字信号的编码是用不同的电压极性或电平值来代表数字信号的两个取值。二进制数字信号的编码方案较多,下面介绍三种主要的编码方案。

1) 非归零编码

非归零(non-return to zero, NRZ)编码是一种最简单的数字编码,如图 1-6(a)所示。它用负电平代表 0,正电平代表 1,这种方案称为双极性非归零编码。若用零电平代表 0,正电平代表 1,则称为单极性非归零编码。NRZ 编码的缺点是发送方和接收方不能保持同步(正确的定时关系)。

2) 曼彻斯特编码

曼彻斯特编码的特点是每位二进制信号的中间都用跳变来表示其取值,即由低电平跳到高电平(正跳变)代表 1,而由高电平跳到低电平(负跳变)代表 0,如图 1-6(b)所示。若将一位二进制信号从中间分为两半,则后半位代表了原二进制信号的实际值(原码),如低电平代表 0,高电平代表 1;而前半位的电平则与后半位的电平相反(反码)。

曼彻斯特编码的优点是每位中间的跳变可以作为本地时钟,起到发送方和接收方保持同步的时钟信号的作用。

3) 差分曼彻斯特编码

差分曼彻斯特编码是一种改进的曼彻斯特编码,如图 1-6(c)所示。它的特点是每位二进制信号的中间的跳变仅作为时钟,而不代表二进制数据的取值,二进制数据的取值是由每位开始的边界处是否有跳变来决定的。一位数字信号的起始位置存在跳变代表 0,无跳变则代表 1。

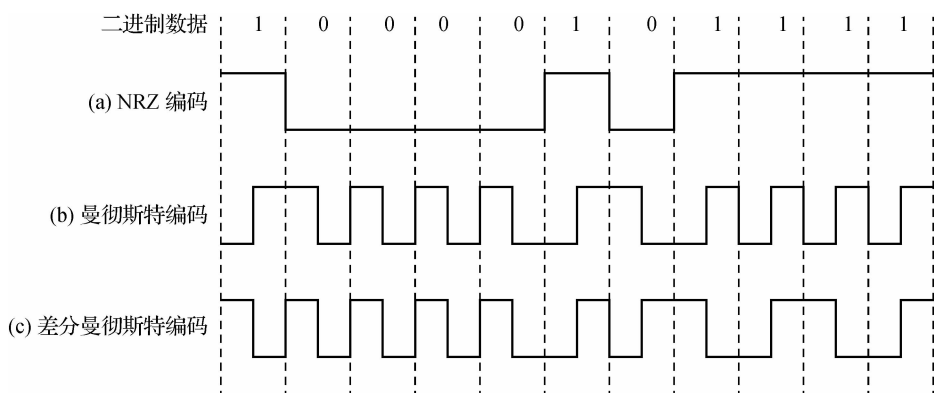


图 1-6 二进制数据编码

后面的两种编码由于其信号内部包含时钟,因此称为自带时钟编码。它们的优点是带有同步时钟和良好的抗噪声特性,因而在局域网中被广泛使用,但它们的成本较高。

3. 模拟数据的数字编码技术

将模拟数据编码成数字信号的最常见的例子是脉冲代码调制(pulse code modulation, PCM),它常用于对声音信号进行编码。PCM 是通过下列步骤实现的。

1) 采样

每隔固定的时间间隔,采集模拟数据的瞬时值作为样本,这一系列连续的样本可用来代表模拟数据在某一区间随时间变化的值。采样的频率以采样定理为依据:当以高过两倍有效信号频率的速率对模拟数据进行采样时,所得到的采样值就包含了原始信号的所有信息。如果声音数据限于 4 000 Hz 以下的频率,那么每秒 8 000 次的采样就可以完整地表示声音信号的特征。

2) 量化

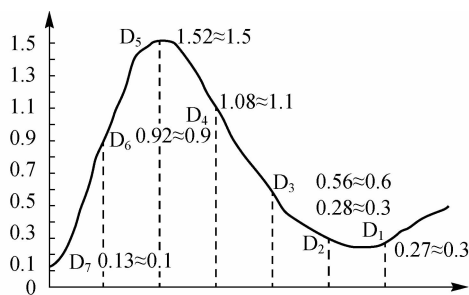
量化决定样本属于哪个量级,并将其幅值按量化级取整。经量化后的样本幅度为离散值,而不是连续值了。量化之前要将信号分为若干量化级,要求精度高的可分为更多级别,图 1-7 所示的例子中分为 16 级。每个量化级规定对应的幅值范围,如图 1-7(a)所示。然后将采样所得样本的幅值与上述量化级幅值范围相比较,并且取整定级,如图 1-7(b)所示。

3) 编码

编码是用相应位数的二进制码表示已经量化的采样样本的级别。例如,16 个量化级别需要 4 位编码。经过编码后,每个样本由相应的编码脉冲表示,即将相应于样本的编码脉冲发送到信道上。如果样本的编码为 0011,那么它的 4 个编码脉冲有 2 个幅度为 0 的脉冲和 2 个幅度为 1 的脉冲,如图 1-7(b)所示。

PCM 用于数字化声音时,若将声音分为 128 个量化级,则需采用 7 位二进制编码表示一个声音样本,要保证传输的质量,就需要有每秒采样 8 000 个样本 $\times$ 每个样本 7 bit = 56 Kb/s 的数据传输速率。

在通信系统中,模拟信号在发送时被编码成数字信号,而在接收端要将接收到的数字信号解码,还原为原来的模拟信号,这种编码/解码的装置称为编码/解码器。



(a) 采样并取整

样本	量化级	编码	编码脉冲
D ₁	3	0011	
D ₂	3	0011	
D ₃	6	0110	
D ₄	11	1011	
D ₅	15	1111	
D ₆	9	1001	
D ₇	1	0001	

(b) 量化及编码

图 1-7 脉冲代码调制

1.4.3 通信方式及传输媒体

1. 通信方式

在计算机网络的通信中有两种通信方式,即并行通信和串行通信。并行通信一般用于计算机内部各部件或近距离设备之间的数据传输,串行通信常用于计算机之间的通信。在串行通信中,还要考虑通信的方向及通信过程中的同步。

1) 并行通信和串行通信

并行通信和串行通信是两种基本的通信方式。计算机和外部设备之间的并行通信一般通过计算机的并行端口(LPT)实现,而串行通信则通过串行端口(COM)实现。在并行通信中,一般有8个数据位同时在两台设备之间传输。典型的并行通信例子是计算机和并行打印机之间的通信。

在串行通信中,收发端一次只能接收或发送一个数据位,数据位依次串行地通过通信线路。由于在计算机内部总线上传输的是并行数据,因此要和外部设备进行串行通信时,在发送端需要将并行数据转换成串行数据,在接收端则将串行数据转换成并行数据。

在计算机内的串行通信适配器负责进行串行数据和并行数据之间的转换。在计算机局域网中,计算机之间的串行通信由网卡负责进行串行数据和并行数据的转换,8位网卡一次转换8个数据位,16位网卡一次转换16个数据位。

2) 同步通信和异步通信

在串行通信中,通信双方收发数据序列必须在时间上取得一致,这样才能保证接收的数

据与发送的数据一致,这就是通信中的同步。为此,通信双方必须遵循同一通信规程,使用相同的同步方式进行数据传输。

2. 传输媒体

传输媒体可分为两大类,即导向传输媒体(guided transmission media)和非导向传输媒体(unguided transmission media)。在导向传输媒体中,电磁波沿着固体媒体(铜线或光纤)传播,导向传输媒体包括双绞线、光纤、同轴电缆等;而非导向传输媒体通常指自由空间,非导向传输媒体中电磁波的传输常称为无线传输。光也是一种电磁波,既可以在空间传播,也可以在导光的媒体中传输。

1.4.4 数据交换技术

在计算机网络中,两台计算机之间的通信通常不是利用传输介质将这两台计算机直接相连来实现的,而是采用交换方式,即通过中间节点网络把数据从源地发送到目的地。这些中间节点并不关心数据内容,其目的是提供一个交换设备,用这个交换设备把数据从一个节点传递到另一个节点,直到到达目的地,这些中间交换节点构成了通信子网。具体来说,计算机网络的交换方式可分为电路交换、报文交换和分组交换三种。

1. 电路交换

电路交换是通过网络节点(如交换机)在两个工作站之间建立专用的通信通道。线路一旦接通,相连接的两个工作站便可直接通信。在通信过程中,交换装置对通信双方的信息内容不进行任何干预。常见的电路交换是电话系统。电路交换的通信过程可分为以下三个阶段。

1) 电路建立

在开始传送数据之前,必须建立两站之间的连接。例如,在图 1-8 中,A 站希望与 E 站建立连接,首先由 A 站向节点 4 发出请求,希望接通 E 站。通常 A 站到节点 4 是专用线,故这一段的连接已经存在。节点 4 必须找出通向节点 6 的合适的路径。根据路由选择信息和有效性度量,有时还考虑到费用,节点 4 选择与节点 5 相连的电路,使用时分多路复用技术或频分多路复用技术,在此线路上分配一个未用的通道,并且发送一个报文请求连接到 E 站。节点 5 专用一条到节点 6 的通道,并且在内部将此通道与从节点 4 的通道连接起来,节点 6 完成到 E 站的连接。在完成这个连接的过程中,要测定 E 站是否忙或者是否准备接受本次连接。另外,需要说明的是,由于可能有许多站连接到中间交换节点,因此必须要求中间节点能够建立从多个站到多个节点的内部通路。

2) 数据传输

现在,可以通过网络把数据从 A 站传送到 E 站。所传输的数据可以是数字的,也可以是模拟的。发送和传输可以分别是数字的或者是模拟的。总之,经济的路径是:从 A 站到节点 4 的线路,经过节点 4 的内部交换,从节点 4 到节点 5 的通道,经过节点 5 的内部交换,从节点 5 到节点 6 的通道,经过节点 6 的内部交换,从节点 6 到 E 站的线路。一般来说,这种连接是全双工的,数据可以在两个方向传送。

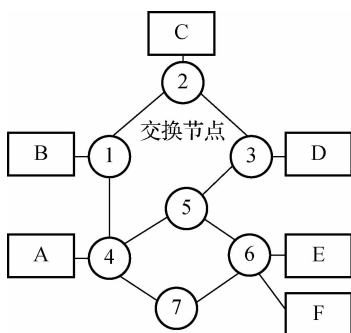


图 1-8 交换网络示意图

3) 电路拆除

数据传输结束后,需要拆除电路连接,这个操作通常由通信双方中的任一方完成。发出的拆除信号必须传送到各节点,即本例中的节点 4、节点 5 和节点 6,以释放专用资源。

由于电路交换的通道容量在连接期间是专用的,即使没有数据传送,别人也不能使用,因此比较适合成批的、大量的数据传送。其不足之处在于,建立电路连接时有一个延迟,这对于某种场合是不可忍受的。

2. 报文交换

与电路交换不同,报文交换不需要在两站之间建立一条专用通路。当一个站想要发送一个报文(message)时,它把目的地址附加在报文中,然后把报文从一个节点到另一个节点地通过网络传输。每个节点接收并暂存整个报文,然后把它发送到下一个节点。报文交换要求中间交换节点有足够的存储容量来缓存进入的报文。

这种方法与电路交换相比有许多优点。

- (1) 可以分时共享一条节点到节点的通道,故线路的利用率较高。
- (2) 不需要同时使用发送器和接收器来传输数据,网络可以在接收器可用之前暂时存储这个报文。
- (3) 可以对一个报文进行多点发送,而电路交换则很难做到这一点。
- (4) 能够建立报文的优先权。
- (5) 可以进行速度和代码的转换。

报文交换的主要缺点是经过网络的延迟较大且不固定,不能满足实时或交互式的通信要求,因此,这种方式不能用于声音连接,也不适合交互式终端到计算机的连接。

3. 分组交换

分组交换很像报文交换,所不同的是,在分组交换网络中,数据被划分成固定长度的分组(packet),典型分组的最大长度是 1 000 位到几千位。每个分组按照一定格式附加收、发地址标志,分组的编号,分组的起始和结束标志,差错校验等信息,以分组形式在网络中传输。

从表面看来,分组交换与报文交换相比没有什么特殊的优点。值得注意的是,把数据单位的最大长度限制在较小的范围内,这种简单的方法会在性能上有引人注目的效果。一个

站要发送一个报文,其长度比最大分组长度还要长,它把该报文分成组而且把这些分组发送到节点上。问题是网络将如何管理这些分组流呢?其有两种方法:数据报和虚电路。

在数据报(datagram)方法中,每个分组独立地处理,就像在报文交换网络中每个报文独立地处理那样,在图 1-8 中,假设 A 站有 3 个分组的报文要发送到 E 站,按照 1,2,3 的次序发送到节点 4,节点 4 必须对每个分组做出路径选择判定。当分组 1 进入时,节点 4 测定出去节点 5 的分组队列比去节点 7 的分组队列短,因此把分组 1 排到去节点 5 的分组队列上。分组 2 也是相同的。但是对于分组 3,节点 4 发现去节点 7 的队列最短,因此把分组 3 排到去节点 7 的队列上。这样具有同样目的地的分组不能都遵循同样的路径,因此可能分组 3 正好抢在分组 2 之前到达节点 6。于是,一些分组可能不按发送顺序到达 E 站,到达 E 站后,再想办法重新把它按顺序排列。在这种技术中,独立处理的每个分组通常称为数据报。

数据报的一个优点是避免了呼叫建立状态,如果一个站只希望发送一个或很少几个分组,那么数据报传递是较快的;数据报的另一个优点是灵活性好,可利用数据报方法进行网际互连;数据报的第三个优点是传递可靠,如果一个节点失效,分组还能找到替代路径。

在虚电路(virtual circuit)方式中,在发送任何分组之前,需要建立一条逻辑链路。例如,假设 A 站有一个或多个报文要发送到 E 站去,那么它首先要发送一个呼叫请求分组到节点 4,请求一条到 E 站的连接。节点 4 决定到节点 5 和所有后续数据的路径。节点 5 再决定到节点 6 的请求和所有后续数据的路径,节点 6 最终把呼叫请求分组传送到 E 站。如果 E 站已准备接收这个链接,就发送一个呼叫接受分组到节点 6,这个分组通过节点 5 和节点 4 返回到 A 站,现在,A 站和 E 站可以在已建立的逻辑链接(或虚电路)上交换数据。每个分组除了包含数据外,还得包含一个线路标识符。在预先建立好的路径上的每个节点都知道把这些分组引导到哪里去,不需要再进行路径选择判定。于是,来自 A 站的每个数据分组都通过节点 4、节点 5 和节点 6;来自 E 站的每个数据分组都经过节点 6、节点 5 和节点 4。最后,其中一个站用清除请求分组来结束这次连接。无论何时,每个站都能和任何站建立多个虚电路,也能与多个站建立虚电路。

因此,虚电路技术的主要特点是,在数据传送之前建立站与站之间的一条路径。值得注意的是,这样做并不是说它将像电路交换那样有一条专用通路,分组在每个节点上仍然需要缓冲,并在线路上进行输出排队。它与数据报方法的差别在于,各节点不需要为每个分组做路径选择判定。如果两个站希望在一段连续的时间内交换数据,那么采用虚电路具有一定优势,因为它解除了站的不必要的通信处理负担。

三种技术的主要特点总结如下:

(1) 电路交换。在数据传送开始之前必须先设置一条完全的通路;在线路释放以前,该通路将被一对用户完全占用;对于猝发式的数据,电路交换效率不高。

(2) 报文交换。报文从源地发送到目的地采用存储转发的方式,在传送报文时,同时只占用一段通道;在交换节点中需要存储缓冲,报文需要排队,因此报文交换不能满足实时通信的要求。

(3) 分组交换。分组交换交换方式和报文交换方式相似,但报文被分组传送,并在数据报文分组中规定了最大的分组长度,目的地需要重新组装报文;分组交换技术是在数据网络中最广泛使用的一种交换技术。

1.4.5 通信网简介

通信网是一个非常庞杂的系统。随着科学技术的进步,各种通信功能部件层出不穷,由此构成了不同类型的通信网。现代通信网通常可分为电话通信网(电信网)、计算机网络、数据通信网和广播电视网。习惯上,人们又把电信网(话音业务)、计算机网络(数字业务)和广播电视网(广播及图像业务)统称信息网。

1. 电信网

我国的电信网基本上按照国际电信联盟(ITU)的标准进行分类,有以下三大类:

1) 业务网

业务网即用户信息网,它是现代通信网的主体,是向用户提供各种电信业务的网络,主要有九部分:公用电话交换网(PSTN)、公用分组交换数据网(PSPDN)、公用陆地移动通信网(PLMN)、窄带综合业务数字网(N-ISDN)、宽带综合业务数字网(B-ISDN)、智能网、多媒体通信网、计算机互联网和数字数据网(DDN)。

2) 传送网

传送网主要用来完成用户信号的传输功能,主要有接入网(AN)和同步数字系列传送网(SDH)。

3) 支撑网

支撑网是使业务网正常运行、增强网络功能、提供全网服务质量以满足用户要求的网络,在各个支撑网中传送相应的控制、监测信号。支撑网主要包括7号公共信道信令网、数字同步网和电信管理网。

2. 计算机网络

计算机网络包括局域网、城域网、广域网等。

3. 广播电视网

广播电视网包括无线电视网、无线广播网和有线广播电视网(CATV)。

在实际应用中,人们从应用的角度出发,根据通信网提供的业务类型,采用的交换技术、传输技术、服务范围、运营方式等方面的不同对其进行分类,广播电视网的常见的分类方法有以下7种:

(1) 按传输媒介分为有线网(电线、电缆、光缆等)和无线网(长波、中波、短波、超短波、微波、卫星等)。

(2) 按通信服务的范围分为本地通信网、市话通信网、长话通信网和国际通信网或局域网、城域网、广域网等。

(3) 按通信的业务类型分为电话通信网(如PSTN、移动通信等)、广播电视网、数据网、传真网、综合业务网、多媒体网、智能网、信令网、同步网、管理网、计算机通信网。

(4) 按通信的服务对象分为公用通信网和专用通信网。

(5) 按通信传输处理信号的形式分为模拟网、数字网和混合网。

(6) 按通信的活动方式分为固定网和移动网。

(7) 按通信的性质分为业务网、传输网和支撑网。

1.5 网络协议与网络标准化组织

1.5.1 网络协议

计算机网络由多个互连的节点组成,节点之间要不断地交换数据和控制信息。要做到有条不紊地交换数据,每个节点都必须遵守一些事先约定好的规则,这些规则精确地规定了所交换数据的格式和时序。这些为网络数据交换而制定的规则、约定与标准称为网络协议(protocol)。一个网络协议主要由以下三个要素组成:

- (1) 语法:用户数据与控制信息的结构和格式。
- (2) 语义:需要发出何种控制信息及完成的动作与做出的响应。
- (3) 时序:对事件实现顺序的规定。

网络协议对计算机网络来说是不可缺少的,一个功能完备的计算机网络需要制定一套复杂的协议集,对于复杂的计算机网络协议最好的组织方式是层次结构模型。通常将计算机网络层次结构模型和各层协议的集合定义为网络体系结构(network architecture)。网络体系结构是对计算机网络应完成的功能的精确定义,而这些功能是用什么样的硬件和软件实现的则是具体的实现问题。体系结构是抽象的,而实现是具体的,是能够运行的一些硬件和软件。

1.5.2 网络标准化组织

在社会发展高度信息化的今天,通信技术发达的国家不断研制和推出新的产品,为了使不同国家、不同厂家的产品能够互通,必须制定相同的体系结构和统一的接口标准,在通信与网络界有几个重要的标准化组织负责这些工作,下面简单介绍一些有关的标准化组织。

1. 国际标准化组织

国际标准化组织(ISO)成立于 1947 年,是世界上最大的国际标准化专门机构。ISO 的宗旨是在世界范围内促进标准化工作的进展,其主要活动是制定国际标准,协调世界范围内的标准化工作。该组织所制定的标准包罗万象,下设近 200 个技术委员会(TC)来完成各个方面标准的制定工作,每个 TC 对应一个专门科目。例如,TC1 解决螺母与螺钉的匹配问题;TC97 是信息处理系统技术委员会,负责计算机与信息处理的有关标准的制定,TC97 还下设了 16 个分技术委员会和一个直属工作组,其中 SC6 为数据通信分技术委员会,制定了高级数据链路规程(HDLC);SC16 的工作目标是开放系统互连,后被改组为 SC21 来解决开放系统互连的信息检索、传送和管理等问题。TC97 的标准在网络界是十分有权威性的。

ISO 标准的制定过程要经过 4 个阶段,即工作草案、建议草案、国际标准草案和国际标准。

2. 国际电信联盟

国际电信联盟(ITU)成立于 1932 年,其前身为国际电报联合会。ITU 的宗旨是维护与

发展成员国间的国际合作,以改进和共享各种电信技术;帮助发展中国家大力发展电信事业;通过各种手段促进电信技术设施和电信网的改进与服务;管理无线电频带的分配与注册,避免各国电台的互相干扰。ITU 有 4 个常设机构:总秘书处、国际频率注册委员会、国际无线电咨询委员会和国际电报电话咨询委员会。

3. 国际电信联盟-电信标准部

国际电信联盟-电信标准部(ITU-T)的宗旨是研究与电话、电报、电传运作和关税有关的问题,并对国际通信用的各种通信设备及规程的标准化分别制定了一系列建议,具体如下:

(1) F 系列建议。F 系列建议提出有关电报、数据传输和远程信息通信业务(传真、可视图文等)的定义、操作和服务质量标准。

(2) I 系列建议。I 系列建议提出有关数字网的建议,包括 ISDN 的若干建议。

(3) T 系列建议。T 系列建议制定有关终端设备的建议。

(4) V 系列建议。V 系列建议制定有关在电话网上的数据通信建议。

(5) X 系列建议。X 系列建议制定有关数据通信网络的建议。

4. 电气与电子工程师协会

标准化领域中的另一个主要组织是电气与电子工程师协会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE),它是世界上最大的专业性组织,其工作主要是开发通信和网络标准。除了开发标准外,IEEE 每年还出版许多期刊、召开各种会议,因此,它在世界上的知名度很高。值得一提的是,IEEE 制定的关于局域网的标准已经成为当今主流的 LAN 标准。

5. 欧洲计算机制造商协会

欧洲计算机制造商协会(ECMA)创建于 1961 年,总部在瑞士日内瓦。其宗旨是促进国家和国际机构间的合作,致力于数据处理系统的标准化及其应用,主要活动包括 OSI 协议、数据网、文本准备与交换等。ECMA 是 ITU-T 和 ISO 无表决权的成员,并且发布它自己的标准。

6. 美国国家标准学会

美国在 ISO 中的代表是美国国家标准学会(American National Standards Institute, ANSI),实际上该组织与其名称不相符,它是一个私人的非政府非营利组织,其研究范围与 ISO 相对应,如电子工业协会(EIA)是电子工业的商界学会,也是 ANSI 的成员,其研究领域涉及 ISO 的物理层标准;IEEE 也是 ANSI 的成员,其研究领域涉及 ISO 的低两层(物理层和数据链路层)和局域网标准。

7. 电子工业协会

另一个与电气标准制定有关的组织是美国电子工业协会(Electronic Industries Associations, EIA),该协会曾经制定过许多有名的标准,是一个电子传输标准的解释组织。EIA 开发的 RS-232 和 ES-449 标准在今天数据通信设备中被广泛使用。该组织的成员主要为电信设备及其他电子设备的生产者。

1.5.3 OSI 参考模型

OSI 参考模型是一个 7 层的分层结构,如图 1-9 所示。该模型是按逻辑组合功能来分层的,每层各自执行自己的功能。上层建立在下一层基础上,下层为上层提供一定的服务。层间的相互作用是通过层间接口实现的。只要保证层间接口不变,任何一层实现技术的变更均不会影响其他各层的功能和提供的服务。

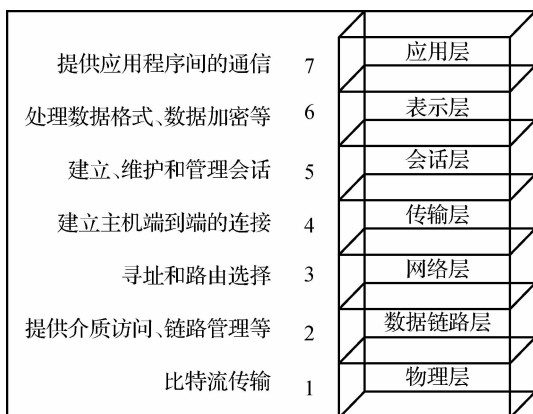


图 1-9 OSI 参考模型

1. 物理层

物理层是 OSI 参考模型的底层,它提供为建立、维护和拆除物理链路所需的机械的、电气的、功能的和规程的特性。在物理链路上,物理层提供透明的二进制比特流传输,物理层不进行校正,而是向上报告数据链路层进行恢复。目前,常见的物理层协议有 RS-232C, RS-449, X. 21, V. 24 等。

2. 数据链路层

数据链路层通过一定格式及差错控制、流量控制发送数据帧,保证报文以帧为单位在链路上可靠地传输。这类协议典型的例子是 ISO 推荐的 HDLC。

3. 网络层

网络层的基本工作是把来自源机的报文转换成报文分组(包),进行路由选择和拥塞控制,将分组送到目的机并装配还原为报文。为此,它提供分组从源机到目的机间可靠的逻辑通路,并负责连接的建立、维持和拆除(释放)。在这类协议中应用广泛的有 CCITT 建议的分组网标准 X. 25, X. 25 实际上包括物理层、数据链路层和网络层 3 层的接口协议,目的是便于公用数据网间的互连。

4. 传输层

传输层又称传送层,这一层的工作是把通信子网的全部细节隐藏起来,为主机间提供透明的数据通路,传输单位为报文。

5. 会话层

会话层又称对话层,它的工作是为不同系统中的两个应用进程建立会话连接,并管理它

们在该连接上的会话。如果略去数据转换的表示层,会话层就是用户进入网络的接口。有时将第4层、第5层和第6层合在一起。

6. 表示层

表示层提供了一套格式化服务,如代码变换(把字符代码从ASCII码转换为EB-EDIC码)、文本压缩、数据加密及解密等。

7. 应用层

应用层是OSI参考模型的最高层,它为用户提供服务(如面向用户的各种软件),是OSI用户的窗口。应用层的内容取决于用户的各自需要,因为每个用户可以自行决定运行什么程序和使用哪些协议(如数据库存取协议、电子邮件协议和文件传送协议等)。

1.5.4 IEEE 802 通信标准

局域网的标准主要是由IEEE 802委员会制定的,该委员会成立于1980年,专门负责制定不同工业类型的网络标准,主要的几个标准参见表1-1。应当指出,IEEE 802局域网标准相对于OSI七层模型协议标准来说是有局限性的,它只描述了OSI的较低两层(物理层和数据链路层)协议,其余的高层协议并未制定。不过在局域网中,由于数据以编址帧的形式传输并且不存在立即交换等特点,高层协议对局域网来说并不那么重要。各局域网产品尽管高层软件不同,网络操作系统也有差别,但由于低层都采用了IEEE 802局域网标准协议,所以几乎所有局域网都可以实现互连。

表 1-1 OSI 与 IEEE 802 标准比较

OSI	IEEE 802			
较高层	802.1 较高界面标准(系统结构和网络互连)			
数据链路层	802.2 逻辑链路控制标准(LLC)			
	802.3 CSMA/CD	802.4 Token Bus	802.5 Token Ring	
物理层	CSMA/CD 介质	令牌总线介质	令牌环介质	MAN 介质

目前,IEEE 802委员会已有11个分会,它们的分工如下:

- (1) 802.1——体系结构和网络互连,以及网络管理和性能测量。
- (2) 802.2——逻辑链路控制。
- (3) 802.3——CSMA/CD。
- (4) 802.4——令牌总线网。
- (5) 802.5——令牌环网。
- (6) 802.6——城域网。
- (7) 802.7——宽带技术。
- (8) 802.8——光纤技术。
- (9) 802.9——综合话音数据局域网。
- (10) 802.10——可互操作的局域网安全。
- (11) 802.11——无线局域网。

IEEE 802 标准还为局域网的每个节点规定了一个 48 位的全局地址。目前,IEEE 是世界上局域网全局地址的法定管理机构,负责分配高 24 位的地址。世界上所有生产局域网网卡的厂商都必须向 IEEE 购买高 24 位组成的序列号,而低 24 位由生产厂商自己决定。

在 IEEE 802 标准中,最常用的标准是 IEEE 802.3,其中规定的最常见的网络结构有 10Base.2,10Base.5,10Base.T 和 100Base.T 等,上述结构式中的英文和数字都有特定的含义。例如,Base 表示基带 baseband 传输,10 或 100 分别表示数据传输速率为 10 b/s 和 100 b/s,T 表示使用的传输介质为双绞线(twisted pair)等。另外,IEEE 802.3 还规定了网络结构和使用的传输介质的材料等信息。

1.5.5 TCP/IP 参考模型与协议

1. TCP/IP 参考模型

TCP/IP 参考模型是由美国国防部高级计划局提出的一种网络体系结构的国际标准。TCP/IP 参考模型分为 4 个层次,即应用层、传输层、互连层和主机-网络层。目前,大多数计算机网络都采用 TCP/IP 参考模型,如 Internet 等。TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的结构及对应关系如图 1-10 所示。

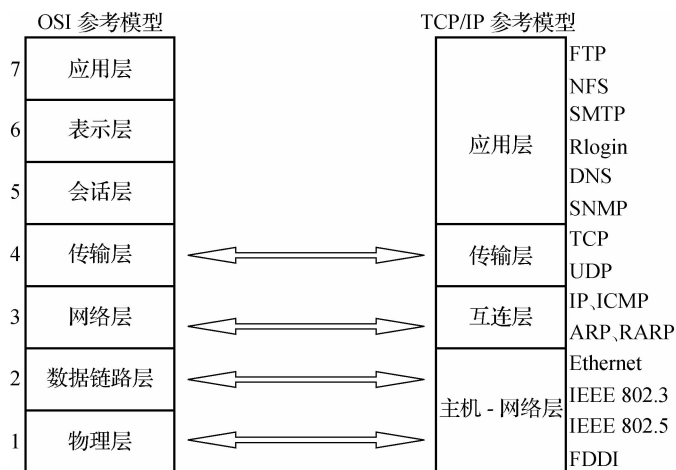


图 1-10 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的结构及对应关系

下面对 TCP/IP 参考模型 4 个层次的主要功能进行简单介绍。

1) 主机-网络层

模型中的主机-网络层处于 TCP/IP 参考模型的底层,它负责通过网络发送和接收数据报。TCP/IP 参考模型允许主机在连入网络时采用多种现成的和流行的网络协议,通信之间的网络系统在这一层次上可以采用不同的协议。主机-网络层中包括各种物理网络协议,如局域网的 Ethernet,Token Ring,X.25 等。如果某一种物理网络被用作 IP 数据报的传送,就可以认为此网络是 TCP/IP 参考模型中主机-网络层的内容。

2) 互连层

模型中互连层的主要功能是负责将源主机的数据报文分组发送到目的主机,源主机和

目的主机可以在同一个物理计算机网络上,也可以在不同的物理网络上。其协议规定了互联网中传输数据报的格式及从源主机到目的主机过程中数据报的转发机制,互联层主要有如下3个功能:

(1) 处理来自传输层的数据报文分组发送请求。在收到数据发送请求后,互联层将数据报文分组封装进IP数据报,填充报头并选择发送路径,然后将数据报发送到相应的网络输出端。

(2) 处理接收到的数据报。在接收到其他主机发送的数据报之后,互联层检查目的地址,如果需要转发就选择发送路径将其转发出去;如果不需要转发,即目的地址为本节点的IP地址,就除去报头,将报文分组交送到传输层进行处理。

(3) 处理互连的路径、流控与拥塞问题。其主要功能由互联网协议来实现。除了端端的报文分组发送功能外,互连层还提供了其他功能,如标识网络号和主机节点号地址等。为了克服数据链路层对帧大小的限制,IP还提供了数据分块和重组功能,使较大的IP数据报以较小的分组在网络中传输;IP的另一个重要服务是在相互独立的局域网上建立互联网络,网络间的报文根据它的目的IP地址通过路由器传送到另一个网络中。

3) 传输层

模型中传输层的主要功能是负责应用进程之间端到端的通信。TCP/IP参考模型中的传输层主要为互联网中源主机与目的主机对等通信实体之间建立用于会话的端到端连接,为高层协议提供可靠的透明传输服务,其作用与OSI参考模型中的传输层功能相似。

4) 应用层

TCP/IP参考模型中的顶层是应用层,它的主要功能是确定进程之间的通信性质,以满足用户的需要,该层包括网络中所有的高层协议。

2. TCP/IP 的主要内容

TCP/IP是用于计算机通信的一个协议族,即传输控制协议/网际协议。TCP/IP协议族主要包括以下内容:

1) 互联网控制报文协议

互联网控制报文协议(Internet control message protocol,ICMP)是IP正式协议中的一部分,ICMP数据报通过IP传送。IP提供的是一种不可靠的无连接报文分组传送服务,因此,若路由器或主机出现故障,则可能导致整个网络数据传输的拥塞,此时需要通知发送主机采取相应的措施。为此,采用一类特殊用途的报文发送机制ICMP。ICMP通常是由发现传送来的报文分组有问题的工作站产生的。ICMP数据报分成目的不可达、重定向、参数问题、超时、报源抑制、回送请求/响应、时间请求/响应及信息请求/响应等报文。

高层有关协议可以通过ICMP报文实现测试目的主机和可达性状态等任务,如拥塞和流量检测、网关改变路由、时钟同步建立、信息请求和中继、获得子网的屏蔽码、抑制源主机的发送等。

2) 互联网协议

互联网协议(Internet protocol,IP)是TCP/IP协议族中最重要的协议,其他网络通信协议都是以IP为基础的。网络中传输的数据报包括发送方和接收方的IP地址,若IP配置不当,则其他协议发送的数据将无法到达目的地。IP是TCP/IP协议族中的底层协议,它的功

能包括:将数据信息组成数据报以在 IP 网络上传输;数据报寻址,IP 网络寻址机制;网络间数据报的路由选择,必要的的数据报分片及重组,数据信息在上、下层协议之间的传输。IP 并不能保证数据报传输的可靠性,其可靠性主要由 TCP 和 UDP 提供。

IP 提供了以下三个基本功能:

(1) 基本数据单元的传送。IP 规定了通过 TCP/IP 网络传输数据的格式。

(2) IP 软件执行路由功能。IP 选择传递数据的路径。

(3) IP 规则的制定。以功能用以确定主机和路由器如何处理分组及差错报文分组处理。

3) 地址转换协议

在 TCP/IP 网络环境下,每个主机都分配了一个 32 位的 IP 地址,这种互联网地址是在国际范围内标志主机的一种逻辑地址。为了让报文分组在物理网上传输,必须知道源地址和目的地址的物理地址,这就需要通过地址转换协议(address resolution protocol, ARP)将互联网地址转换为实际的物理地址。例如,在以太网环境中,为了正确地向目的工作站传送报文分组,必须把目的工作站的 32 位 IP 地址转换成 48 位以太网地址,以便将报文分组正确地发送到目的地址。

4) 传输控制协议

传输控制协议(transmission control protocol, TCP)向远程通信进程用户提供面向连接的可靠通信数据流服务的基本协议,从而解决网络通信中出现的数据丢失、重复、乱序及拥塞等问题。TCP 是一个可靠的面向对象的协议,它允许将某一主机的数据字节流无差错地传送到目的主机。TCP 将应用层发送过来的数据字节流分解成多个字节段,然后将这些字节段发送到互连层再发送到目的主机。当传输层接收到数据字节段时,将其还原成数据字节流后传送到应用层。TCP 允许从用户进程接收任意长度的报文,然后将其划分成长度小于 64 Kb 的数据段,每个数据段加上 TCP 报头构成完整的 TCP 报文段。ARP 和 RARP 并不属于某单独一层,它介于物理地址和 IP 地址之间,起着屏蔽物理地址细节的作用。IP 可以建立在 ARP/RARP 之上,也可以直接建立在网络硬件接口协议之上。IP 横跨整个协议层次, TCP 和 UDP 都要通过 IP 来发送和接收数据。

1.6 实践任务

任务 1 非屏蔽双绞线的制作

任务目标

- (1) 掌握非屏蔽双绞线的制作方法。
- (2) 掌握 T-568A 和 T-568B 标准线序的排列方式。
- (3) 掌握 UTP 直通缆、交叉缆的制作方法,以及它们的线序和使用场合。
- (4) 掌握线缆的测试方法。

任务实现

1. 设备和条件

非屏蔽双绞线(5类)和 RJ-45 接头、用于连接 RJ-45 的专用压线钳和电缆测试仪、交换机及配有以太网的交换机。

2. 参考步骤

(1) 认识 RJ-45 连接器、网卡(RJ-45 接口)和非屏蔽双绞线。RJ-45 连接器俗称水晶头,用于连接 UTP。其共有 8 个引脚,一般只使用了第 1 号、第 2 号、第 3 号和第 6 号引脚,其定义与网卡不同。引脚的定义如下:引脚 1 接收(Rx+),引脚 2 接收(Rx-),引脚 3 发送(Tx+),引脚 6 发送(Tx-)。

(2) 制作 RJ-45 接头。

① 裁线。根据自己的实际要求长度剪一段 UTP 双绞线,长度在 100 m 以内。

② 剥线皮。用压线钳的裁线刀口将线头剪齐,然后把线头放入剥线刀口,让线头紧顶住挡板,稍微握紧压线钳慢慢旋转,让刀口划开双绞线的保护胶皮,然后拔下胶皮。

③ 排线。排线是制作 RJ-45 接口的难点,根据线序标准可以分为 T-568A 和 T-568B 两种排列,见表 1-2。

表 1-2 T-568A 和 T-568B 线序

T-568A 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕
T-568B 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕

其中,T-568B 用于计算机和交换机之间的连接。

④ 剪齐和插入。将 8 根线按照 T-568B 的顺序排列好,用压线钳将头部剪齐。沿 RJ-45 接头的 8 个线槽插入,在插入时注意保持好线的顺序,直到 8 根线的线头全部顶到头为止。

⑤ 压线。将 RJ-45 接头用力塞进压线钳,直到塞不动为止,用力压下压线钳的手柄。

⑥ 用相同的方法在 UTP 双绞线的另外一头再制作 RJ-45 接头。

(3) 使用交换机和计算机测试线缆。把直通线缆一头插入计算机网卡的 RJ-45 接口,另一头插入交换机的任意一个端口,如果连接正常,那么网卡后面的指示灯亮。

(4) 用 T-568A 的方法制作一根线缆,将其插在两台计算机上,如果连接正常,那么网卡灯亮。

任务 2 组建对等网

任务目标

- (1) 掌握网卡的安装与拆除方法。
- (2) 掌握 Windows 7 网络组建的安装。

任务实现

(1) 实训准备。安装了 Windows 7 操作系统的计算机若干台和网卡若干、已做好的双

绞线、交换机一台、十字螺丝刀一把。

数据准备包括需安装计算机的名称、网卡的类型与参数,以及所需使用的网络协议及参数,见表 1-3。如果比表中计算机数量多,那么计算机的名称及 IP 地址以此类推。

表 1-3 对等网有关数据

项 目	名 称	TCP/IP		NetBEUI 协议
		IP 地址	子网掩码	
PC1	Name-1	192.168.0.1	255.255.255.0	NetBEUI
PC2	Name-2	192.168.0.2	255.255.255.0	NetBEUI
PC3	Name-3	192.168.0.3	255.255.255.0	NetBEUI
PC4	Name-4	192.168.0.4	255.255.255.0	NetBEUI
PC5	Name-5	192.168.0.5	255.255.255.0	NetBEUI
打印机	Epson 1600K	无		
工作组	Workgroup	无		

(2) 安装网卡。首先关闭各计算机的电源,打开计算机的机箱,将网卡插入主板的扩展插槽并拧紧螺钉,然后盖好计算机机箱,拧紧螺钉。

(3) 安装网卡驱动程序。

(4) 选择网线。将做好的 RJ-45 接头的双绞线连接在网卡和交换机的接口上,并测试各计算机是否连通。

思考与练习

一、单选题

1. 一个城市内的一个计算机网络系统属于()。
A. PAN B. LAN C. MAN D. WAN
2. 根据计算机网络拓扑结构的分类,Internet 采用的是()拓扑结构。
A. 总线型 B. 星型 C. 树型 D. 网状
3. 关于数字信号与模拟信号的远距离传输,下列选项阐述不正确的是()。
A. 数字信号可以用放大器来实现长距离传输
B. 数字信号与模拟信号都可以在双绞线上传输
C. 模拟信号本身不易受噪声干扰,传输质量高
D. 数字信号不可能用卫星系统发送
4. 人烟稀少地区的电话服务或位于大都市里的两个站点之间的数据通信,应选用的传输介质是()。
A. 双绞线 B. 同轴电缆
C. 光纤 D. 无线传输介质

计算机网络基础知识

- ### A. 中继器

二、简答题

1. 计算机网络的基本功能有哪些？
2. 网络按拓扑结构可以分为哪几种类型？每种类型的优缺点分别是什么？
3. 什么是信息传输速率？
4. 简述同步传输的重要性。
5. 简述网络层的主要功能。
6. 物理层的主要作用是什么？其特点有哪些？
7. 简述网络地址的分类。