

项目 1

了解计算机网络基础知识

在现代社会,计算机网络已被应用到人们工作和社会生活的各个领域,给人们的工作方式和生活方式带来了深刻的改变,对社会的发展产生了深远的影响。本项目通过四个任务介绍计算机网络的基础知识。

教学重点

- (1) 计算机网络的组成。
- (2) 计算机网络的发展过程。
- (3) 计算机网络的分类和功能。
- (4) 信息、信号和数据。

教学难点

- (1) 计算机网络发展的热点方向。
- (2) 数据通信与信道。
- (3) 数据通信方式。
- (4) 数据交换技术。

(建议学时:10 学时)

任务 1 认识计算机网络的定义与组成

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合、相互渗透而形成的一门学科,它的发展经历了从简单到复杂、从单一到综合的过程,融合了信息采集技术、信息处理技术、信息存储技术、信息传输技术等各种先进的信息技术。那么,究竟什么是计算机网络? 计算机网络又是由什么组成的呢?

知识目标

- (1) 掌握计算机网络的定义。
- (2) 掌握计算机网络的组成。



技能目标

- (1)能够熟练地说出计算机网络的定义,并知道计算机网络具备的三个基本要素。
- (2)能够根据不同的标准说出计算机网络的具体组成。

1.1.1 计算机网络的定义

一般来说,现代计算机网络是自主计算机的互连集合,这些计算机各自是独立的,地位是平等的,它们通过有线或无线的传输介质连接起来,相互之间遵守统一的通信协议,从而实现通信。

计算机网络最简单的定义是:计算机网络是指一些相互连接的、以共享资源为目的的、自主的计算机的集合。而最通用的定义是:计算机网络是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备通过通信线路连接起来,实现资源共享、信息传递和协同工作的计算机系统。

综上所述,计算机网络具备三个基本要素,三者缺一不可。

(1)地理位置不同并具有独立功能的计算机。在计算机网络中,每台计算机都具有独立完成工作的能力,并且计算机可以不在同一个区域(如同一个校园、同一个城市或同一个国家等)。

(2)交互通信、资源共享及协同工作。资源共享是计算机网络的主要目的,而交互通信和协同工作则是计算机网络实现资源共享的重要前提。在计算机网络中,既可使用同轴电缆、光纤等有线传输介质,也可借助微波、卫星等无线传输介质来实现多台计算机之间的通信互连。例如,用户可以通过 Internet 传递文件、发布信息、查阅资料、获取信息等。

(3)标准通信规则或协议。在计算机网络中,计算机要实现互相通信,就必须使用相同的语言。而这种语言既是通信的规则,也是一种通信协议。

1.1.2 计算机网络的组成

由于网络是由计算机技术和通信技术相互结合而形成的,因而网络的组成与通信技术和计算机技术都有联系。除此之外,网络还必须匹配相应的网络软件系统。

1. 典型计算机网络的组成

典型的计算机网络由计算机系统、数据通信系统、网络软件及协议三大部分组成。

(1)计算机系统。计算机系统是网络的基本模块,它作为网络中的一个结点,为网络内的其他计算机提供共享资源。在网络中,按照计算机系统的用途可将其分为服务器和客户机。

①服务器。服务器是网络环境中的高性能计算机,它侦听网络上的其他计算机(客户机)提交的服务请求,并提供相应的服务。为此,服务器必须具有承担服务并且保障服务的能力。相对于普通 PC 来说,服务器在稳定性、安全性、性能等方面都有更高的要求,因此服务器的 CPU、芯片组、内存、磁盘系统和普通 PC 有所不同。

②客户机。简单来说,客户机就是用户使用的计算机,它在网络中数量大、分布广。

在网络中对服务器和客户机没有特别的区分,对于一台计算机来说,如果作为信息的提供者,它就是服务器;如果作为信息的使用者,它就是客户机。

(2)数据通信系统。在计算机网络中,数据通信系统的任务是把数据源计算机所产生的



数据迅速、可靠、准确地传输到目的计算机或专用外设。

从计算机网络技术的组成来看,一个完整的数据通信系统一般由数据终端设备、通信控制器、通信信道和网络互联设备四部分组成。

①数据终端设备。数据终端设备是数据的生成者和使用者,它根据协议控制通信的功能。最常用的数据终端设备就是网络中的计算机。当然,随着网络的发展,数据终端设备还可以是网络中的手机、掌上电脑等。

②通信控制器。通信控制器除能进行通信状态的连接、监控和拆除等操作外,还可接收来自多个数据终端设备的信息,并转换信息格式。最常见的网卡就是通信控制器。

③通信信道。通信信道是信息在信号变换器之间传输的通道,如电话线路等模拟通信信道、专用数字通信信道、宽带电缆和光纤等。

④网络互联设备。网络互联设备就是在物理上把两种网络联系起来的设备,其作用是实现一种网络与另一种网络互访、通信,解决它们之间协议方面的差别,处理速率与带宽的差别,处理数据信号的变换等。网络互联设备主要包括中继器、网桥、路由器、桥由器、网关、集线器、交换机和调制解调器。

(3)网络软件及协议。网络软件及协议是指在计算机网络环境中用于支持数据通信和各种网络活动的软件及协议。通常根据系统本身的特点、能力和服务对象,为连入计算机网络的系统配置不同的网络应用系统。网络软件及协议的作用是使本机用户共享网络中其他系统的资源,或者把本机系统的功能和资源提供给网络中其他用户使用。为此,每个计算机网络都制定了一套全网共同遵守的网络协议,并要求网络中每个主机系统配置相应的协议软件,以确保网络中不同系统之间能够可靠、有效地相互通信和合作。

2. 计算机网络的逻辑组成

从计算机系统功能上看,网络主要完成网络通信与资源共享。通常,人们把负责网络通信的部分称为通信子网,把负责实现资源共享的部分称为资源子网。因此,可以把网络看成是由通信子网与资源子网组成的,如图 1-1 所示。

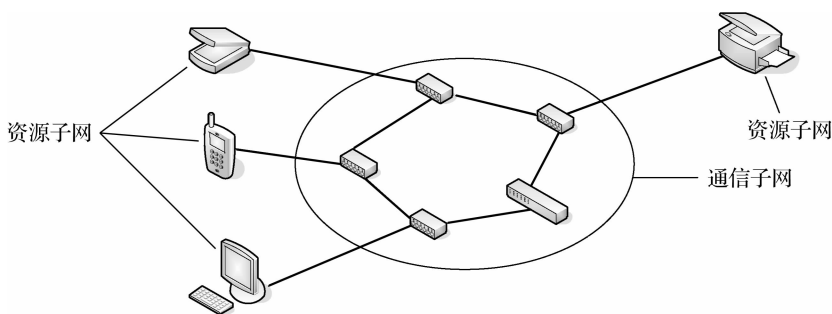


图 1-1 计算机网络的通信子网和资源子网

(1)通信子网。通信子网主要由网络适配器(网卡)、集线器、交换机、路由器、传输介质及相关软件组成,主要完成网络数据的传输、转发等通信处理任务。

(2)资源子网。资源子网主要由服务器、工作站、共享设备(打印机、网络硬盘)、各种软件资源与信息资源组成。资源子网负责全网的数据处理,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。



若用户只访问本地计算机,则只在资源子网内部进行,无须通过通信子网。若用户要访问异地计算机,则必须通过通信子网。

任务 2 熟悉计算机网络的发展过程与热点方向

虽然计算机网络产生的时间并不是很长,但是它的发展十分迅速。而随着云计算与大数据等技术的不断发展,越来越多的计算机网络发展方向被发掘出来,为人们的生活带来了更大的便利。那么,计算机网络的发展经历了哪几个阶段?这些阶段各有什么特点?现在计算机网络发展又有哪些新的热点方向呢?

知识目标

- (1)熟悉计算机网络的发展过程。
- (2)了解计算机网络发展的热点方向。

技能目标

- (1)能够清晰地说出计算机网络的各个发展阶段,并能够写出各个阶段的时间点。
- (2)能够对比生活中的实际应用列举物联网、大数据、云计算、移动互联网等热点方向的具体实例。

1.2.1 计算机网络的发展过程

计算机网络出现的历史并不长,但发展非常迅速,主要经历了主机互连阶段、局域网阶段、互联网阶段和因特网阶段。

1. 主机互连阶段

产生于 20 世纪 60 年代初期,基于主机之间的低速串行连接的联机系统是计算机网络的雏形。在这种早期的网络中,终端借助电话线路访问计算机,由于计算机发送/接收的是数字信号,电话线传输的是模拟信号,这就要求在终端和主机间加入调制解调器(俗称“猫”)进行数/模间的转换。

在这种连接中,计算机是网络的中心,也是控制者。这是一种非常原始的计算机网络。它的主要任务是通过远程终端与计算机的连接,提供应用程序执行、远程打印和数据服务等功能。

2. 局域网阶段

20 世纪 70 年代,随着计算机体积的缩小和价格的下降,出现了以个人计算机为主的商业计算模式。商业计算的复杂性要求大量终端设备资源共享和协同操作,这导致了对本地大量计算机设备进行网络化连接的需求,局域网应运而生。

当今主流的局域网技术——以太网就是在此时期产生的。1973 年,被人们称为“以太网之父”的 Xerox(施乐)公司的罗伯特·梅特卡夫(Robert Metcalfe)博士提出并创建了最初的以太网。后来 DEC、Intel 与 Xerox 合作制定了一个产品标准,该标准最初以这 3 家公司名称的首字母组合命名,称为 DIX 以太网。



3. 互联网阶段

由于单一的局域网无法满足人们对网络多样性的要求,20 世纪 70 年代后期,广域网技术逐渐发展起来,它将分布在不同地域的局域网连接了起来。1983 年,ARPANET(阿帕网)采用传输控制协议(transmission control protocol, TCP)和因特网协议(Internet protocol, IP)作为其主要的协议簇,使大范围的网络互联成为可能。

4. 因特网阶段

20 世纪 80 年代到 90 年代是网络互联发展时期。在这一时期,ARPANET 的规模不断扩大,将全球无数的公司、校园、互联网服务提供商(Internet service provider, ISP)和个人用户联系起来,最终演变成今天几乎延伸到全球每个角落的 Internet。1990 年,ARPANET 正式被 Internet 取代,退出了历史舞台。越来越多的机构、个人参与到 Internet 中来,使得 Internet 获得了高速发展。

而到现在,网络几乎联系着所有国家和地区。2018 年全球互联网用户达 38.9 亿人,首次超过全球人口总数的 50%。这表明,网络已经成为名副其实的世界信息资源最丰富的信息资源库,被认为是未来全球信息高速公路的雏形。

图 1-2 所示为计算机网络发展演进图。

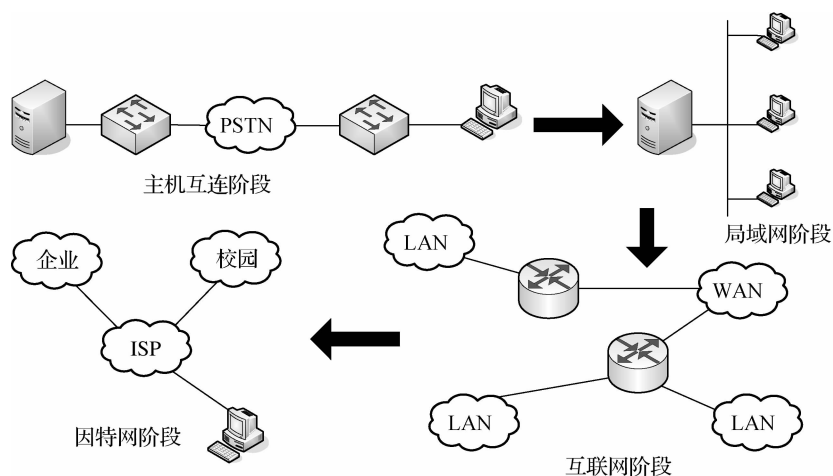


图 1-2 计算机网络发展演进图

1.2.2 计算机网络发展的热点方向

1. 物联网

(1) 物联网技术的基本定义。物联网是新一代信息技术的重要组成部分,其英文全拼是 the Internet of things。顾名思义,物联网就是物物相连的互联网。这里有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间。因此,物联网的定义是:物联网是指通过射频识别设备、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备或系统,按约定的协议把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络,如图 1-3 所示。



图 1-3 物联网示意

(2)物联网技术的特征。和传统的互联网相比,物联网有其鲜明的特征,具体如下:

①物联网是各种感知技术的广泛应用。物联网上部署了海量的多种类型的传感器,每个传感器都是一个信息源,不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性,按一定的频率周期性地采集环境信息,不断更新数据。

②物联网是一种建立在互联网上的泛在网络。物联网技术的重要基础和核心仍旧是互联网,其通过各种有线和无线网络与互联网融合,将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集的信息需要通过网络传输,由于其数量庞大,形成了海量信息,在传输过程中,为了保障数据的正确性和及时性,必须适应各种异构网络和协议。

③物联网不仅仅提供了传感器的连接,其本身也具有智能处理的能力,能够对物体实施智能控制。物联网将传感器和智能处理相结合,利用云计算、模式识别等智能技术扩充其应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理出有意义的信息,以适应不同用户的不同需求,发现新的应用领域和应用模式。

(3)具备物联网的条件。这里的“物”要满足以下条件才能够被纳入物联网的范围:

- ①要有数据传输通路。
- ②要有一定的存储功能。
- ③要有 CPU。
- ④要有操作系统。
- ⑤要有专门的应用程序。
- ⑥遵循物联网的通信协议。
- ⑦在网络中有可被识别的唯一编号。

2. 云计算

(1)云计算的基本定义。云计算是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态、易扩展且经常是虚拟化的资源。云是网络的一种比喻说法,过去在网络图中往往用云来表示电信网,后来也用它来表示互联网和底层基础设施。

狭义的云计算是指 IT 基础设施的交付和使用模式通过网络以按需、易扩展的方式获得所需资源;广义的云计算是指服务的交付和使用模式通过网络以按需、易扩展的方式获得所



需服务。这种服务可以是和 IT、软件、互联网相关的,也可以是其他服务。它意味着计算能力也可作为一种商品通过互联网进行流通。

(2)云计算的基本特点。互联网上的云计算服务特征和自然界的云、水循环具有一定的相似性,因此,云是一个相当贴切的比喻。根据美国国家标准和技术研究院的定义,云计算服务应该具备的特征有按需分配的自助服务、宽带网络访问、资源池化、快速弹性、可评测的服务。

3. 大数据

(1)大数据的定义。作为全球咨询行业的标杆,麦肯锡公司俨然成为大数据的研究先驱。在 2011 年麦肯锡的报告中给出的关于大数据的定义是:大数据也称巨量资料,指的是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。大数据的“大”的界定范畴是动态的,从前的 GB 就是数据类的巨大范畴;但是大数据出现后,在物理、基因等很多领域, TB 级的数据已非常普遍,更有 PB 级,甚至 EB 级。数据的类型有很多种,主要分为结构化数据、半结构化数据和非结构化数据三种。因此,数据量的不断增长及数据类型的多样化都给大数据系统的存储和计算带来了不小的挑战。

(2)大数据的特点。大数据具有容量大、种类多、价值高、速度快四大特点。容量大,代表数据规模大;种类多,代表数据类型的多样性;价值高,代表具有深度的数据价值;速度快,代表数据流转的迅速与体系的动态性。

①容量大。目前,人类社会所生产的印刷材料总和的数据量大约是 200 PB(1 PB=1 024 TB),人类说过的语言总和的数据量大约是 5 EB(1 EB=1 024 PB)。数据的体量决定了它背后的信息价值。随着各种移动端的流行和云存储技术的发展,现代社会的人类活动都可以被记录下来,因此产生了海量的数据。发送的微博、自拍的照片、手上戴的运动手环的数据等,通过互联网上传到云端,各种数据聚集到特定地点的存储系统,如政府等机构,最终形成了体量巨大的大数据。

②种类多。数据类型的多样性使得数据被分为结构化数据与非结构化数据两种。而互联网将网络通过各种移动端连接成了整体,人们不仅是互联网数据的获取者,也是数据的传播者。过去以文本为主的结构化数据往往是便于存储的,随着非结构化数据的增多,如网络小说、拍摄的视频、录制的音频、共享的地理位置等,这些多样性的数据使得对数据处理的能力要求更高,需要对数据进行加工、清洗、分析等步骤,将它们变为易于存储的结构化数据。这需要在海量的数据之间发现它们之间的关联性,把看似毫无关系的数据联系起来,形成有价值的信息。

③价值高。大数据的应用在物联网、云计算、大数据等技术迅速发展的带动下,呈现出它的价值挖掘过程:把数据源的信号转换为数据,再把大数据加工成信息,通过获取的信息来进行决策。因此,大数据价值的挖掘过程就像大浪淘沙,数据的体量越大,相对有价值的数据就越少。

大数据的价值密度实际上是比较低的,因为数据采集并非都是及时的,样本的数量有限,数据不完全连续,但是,当数据的体量大了之后,就能从海量数据中提取有价值的信息,为决策做支撑。

④速度快。这是大数据区别于传统数据挖掘的最显著特征,大数据具有实时性。例如,人们出去吃饭,利用导航寻找餐厅,用移动端的地图查询位置,选择避免堵车的路线,还会从网络上查看餐厅的口味评价如何,吃饭后,也许会拍下食物和餐厅的照片上传到微博,各种网络的连接带来大量的数据交换,对速度的要求更高,要以实时的方式传达给用户。



4. 移动互联网

(1)移动互联网的概念。移动互联网是一种通过智能移动终端,采用移动无线通信方式获取业务和服务的新兴业务。移动互联网包含终端、软件和应用三个层面。终端层包括智能手机、平板电脑、电子书阅读器等,软件层包括操作系统、中间件、数据库和安全软件等,应用层包括休闲娱乐类、工具媒体类、商务财经类等不同应用与服务。随着技术和产业的发展,长期演进和移动支付的支撑技术——近场通信(near field communication, NFC)等网络传输层关键技术也将被纳入移动互联网的范畴。

随着宽带无线接入技术和移动终端技术的飞速发展,人们迫切希望随时随地都能方便地从互联网获取信息和服务,由此移动互联网应运而生并迅猛发展。然而,移动互联网在移动终端、接入网络、应用服务、安全与隐私保护等方面还面临着一系列的挑战。其基础理论与关键技术的研究,对国家信息产业整体发展具有重要的现实意义。

(2)移动互联网的特点。移动互联网业务的特点不仅体现在移动性上,即人们可以随时、随地、随心地享受互联网业务带来的便捷,还表现在更丰富的业务种类、个性化的服务和更高服务质量的保证上。当然,移动互联网在网络和终端方面也受到一定的限制。其特点概括起来主要有以下四个方面:

①终端的移动性。移动互联网业务使得用户可以在移动状态下接入和使用互联网服务,移动终端便于用户随身携带和随时使用。

②终端和网络的局限性。移动互联网业务在使用便捷的同时,也受到了来自网络能力和终端能力的限制:在网络能力方面,受到无线网络传输环境、技术能力等因素的限制;在终端能力方面,受到终端大小、处理能力、电池容量等的限制。

③业务与终端、网络的强关联性。由于移动互联网业务受到了网络及终端能力的限制,因而其业务内容和形式也需要适合特定的网络技术规格及终端类型。

④业务使用的私密性。在使用移动互联网业务时,其使用的内容和服务更私密,如手机支付业务等。

5. 量子网络

(1)量子网络的概念。量子网络是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。当某个装置处理和计算的是量子信息,运行的是量子算法时,它就是量子网络。量子网络的概念源于对可逆计算机的研究。研究可逆计算机的目的是解决计算机中的能耗问题。

(2)量子网络的原理。量子通信融合了现代物理学和光通信技术的研究成果,由物理学基本原理来保证密钥分配过程的无条件安全性。量子密钥分发根据所利用量子状态特性的不同,可以分为基于测量和基于纠缠态两种。基于纠缠态的量子通信在传递信息的时候利用了量子纠缠效应,即两个经过耦合的微观粒子,在一个粒子状态发生变化时,另一个会立刻发生相应的变化。

(3)量子网络的发展。世界上已有来自美国、欧洲、中国等的多个研究小组和机构致力于量子通信技术的研发。

2004年,中国科学技术大学潘建伟教授的科研团队首次实现了五光子纠缠和终端开放的量子态隐形传输。



2005年,美国建成了 DARPA 量子网络。其连接结点有 3 个,分别为美国 BBN 公司、哈佛大学和波士顿大学。

2008年8月,潘建伟团队研制了 20 km 级三方量子电话网络。

来自 12 个欧盟国家的 41 个科研小组经过四年半时间,建立了 SECOQC 量子通信网络,并于 2008 年 10 月在维也纳现场演示了一个基于商业网络的安全量子通信系统。该系统集成了多种量子密码手段,包含 6 个结点。其组网方式为:在每个结点使用多个不同类型量子密钥分发的收发系统并利用可信中继进行联网。

2009年,潘建伟团队在合肥构建和演示了一个 4 结点全通型量子通信网络。其中任意两个结点都可以互连互通、实时地产生不落地量子密钥,进而用来进行各种加密的数据、语音和多媒体通信等。此网络基于诱骗态量子通信方案,大大提高了安全通信的距离和密钥产生速率,同时保证了绝对安全性。其最近的两个通信结点超过 16 km。每个结点可工作在全双工模式,即同时作为量子信号发射和接收方进行量子通信。

截至 2009 年,点对点的两方量子通信技术已经比较成熟,科学家和技术人员利用光子态已经能够实现几十公里到百公里级的两方量子密钥分发。为了拓展应用,需对点对点的通信方式进行组网,以满足多用户的通信需要。为了与现有通信系统兼容及大量减少成本,量子通信网络还将充分利用经典通信设施,如现有光纤网络。

2014 年 11 月 15 日,中国研发的远程量子密钥分发系统的安全距离扩展至 200 km,刷新了世界纪录。

2016 年 8 月 16 日,中国发射了全世界首颗量子科学实验卫星。截至 2017 年 8 月,已实现包括千公里级的量子纠缠分发、星地的高速量子密钥分发,以及地球的量子隐形传态等预定的科学目标。

2017 年 9 月 29 日,世界首条量子保密通信干线“京沪干线”正式开通。当日结合京沪干线与“墨子号”量子卫星,成功实现人类首次洲际距离且天地链路的量子保密通信。干线连接北京、上海,贯穿济南和合肥,全长 2 000 余千米,全线路密钥率大于 20 千比特/秒,可同时供上百万用户进行密钥分发。

2019 年 1 月,中科院院士、中国科学技术大学教授潘建伟、包小辉等人成功地利用光子干涉将分离的 3 个冷原子量子存储器纠缠起来,为构建多节点、远距离的量子网络奠定了基础。

任务 3 掌握计算机网络的分类和功能

根据不同的分类标准,计算机网络可以分为不同的类别。了解并掌握计算机网络的分类和功能,对于更好地理解计算机网络,掌握计算机网络的基础知识,具有很好的促进作用。

知识目标

- (1) 熟悉计算机网络的分类。
- (2) 了解计算机网络的功能。

技能目标

- (1) 能够根据不同的分类标准对计算机网络进行分类。

(2)能够对比生活中的实际例子说出其属于计算机网络的哪种功能。

1.3.1 计算机网络的分类

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,甚至覆盖全球范围。由于广域网分布范围广,其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)的规模介于广域网和局域网之间,其通常覆盖一个城市,传输介质主要是光纤。MAN 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。LAN 是组成其他两种类型网络的基础。

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、树型网络和网状网络五种。

(1)星型网络。星型网络(见图 1-4)的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,但中心结点故障会导致整个网络瘫痪。

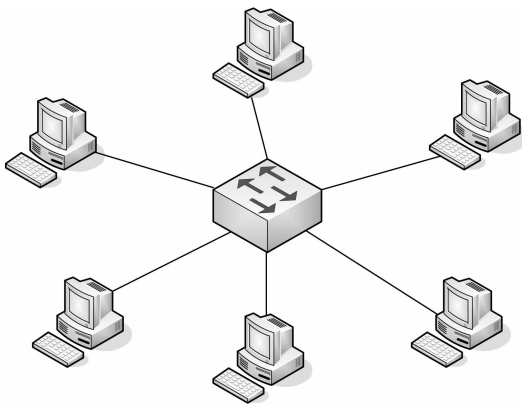


图 1-4 星型网络

(2)环型网络。环型网络(见图 1-5)的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。总线型网络(见图 1-6)的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。

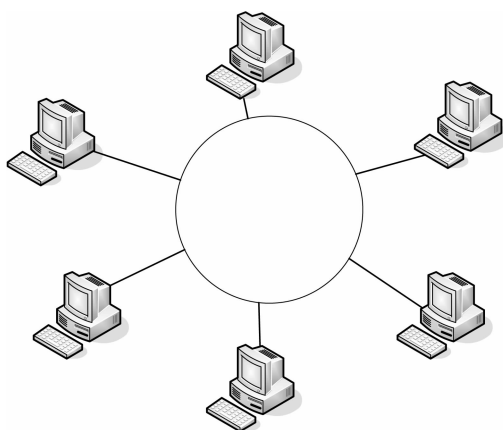


图 1-5 环型网络

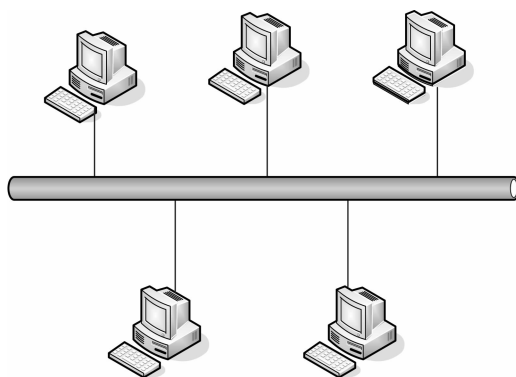


图 1-6 总线型网络

(4)树型网络。树型网络(见图 1-7)是一种层次结构,由最上层的根结点和多个分支组成,各结点按层次进行连接,数据交换主要在上下结点之间进行,相邻结点之间一般不进行数据交换。

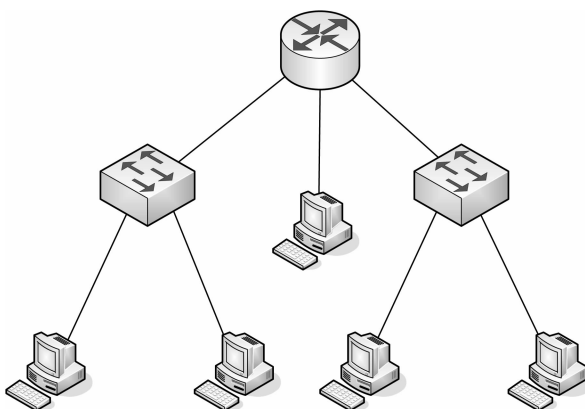


图 1-7 树型网络

(5)网状网络。网状网络(见图 1-8)是将多个子网或多个网络连接起来构成的。网状网络中的各结点通过传输线互连,并且每个结点至少与其他两个结点相连。

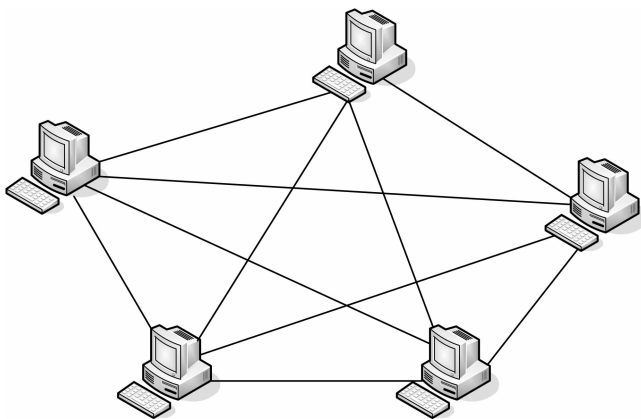


图 1-8 网状网络

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网络,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网要短。

(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。

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。

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。在共享资源网中,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。数据传输网是用来收集、交换、传输数据的网络,如情报检索网络等。



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。客户机/服务器网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。客户机/服务器网也是最常用、最重要的一种网络类型,它不仅适合同类计算机联网,而且适合不同类型的计算机联网。客户机/服务器网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。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,比较适合部门内部协同工作的小型网络。

1.3.2 计算机网络的功能

1. 数据通信

数据通信即实现计算机与终端、计算机与计算机间的数据传输,是计算机网络最基本的功能,也是实现其他功能的基础。数据通信的主要功能有收发电子邮件、发布新闻等。

2. 资源共享

所谓资源,是指构成系统的所有要素,包括软硬件资源,如通信线路、打印机、数据库、文件和计算机上的其他有关信息。受经济和其他因素的影响,这些资源并非所有用户独自享有,所以网络上的计算机不仅可以使自身的资源,还可以使用网络上的资源,这样增强了网络上计算机的处理能力,提高了计算机软硬件的使用效率。

3. 数据远程传输

计算机已经由科学计算向数据处理方向发展,由单机向网络方向发展,且发展的速度很快。相距很远的用户可以互相传输数据信息,互相交流,协同工作。

4. 集中管理

计算机网络技术的发展和用,已使得现代办公、经营管理等发生了很大的变化。目前,已经有了许多信息管理系统、办公自动化系统等,通过这些系统可以实现日常工作的集中管理,提高工作效率,增加经济效益。

5. 分布式处理

网络技术的发展使得分布式计算成为可能。大型课题可以分为许许多多的小题目,通过有关算法将大型的计算机处理任务交给联网的多台计算机协同处理,可以合理地利用网络资源,在较短的时间内完成大型任务。

6. 负载均衡

负载均衡是指工作被均匀地分配给网络上的各台计算机。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负载过重时,系统会自动转移部分工作到负载较轻的计算机中去处理。



7. 综合信息服务

通过计算机网络可以向全社会提供各种经济信息、科技情报和咨询服务,如医疗、教育、多媒体信息等。

8. 提高系统的性能价格比

大型计算机的处理能力强,运算速度快,但价格昂贵。许多系统设计者则用多台功能较强的个人计算机组成计算机网络,性价比明显提高。当系统工作负荷增大时,只要增加更多的个人计算机,就能逐步改善系统的性能。

任务 4 熟悉数据通信基础知识

数据通信是网络技术发展的基础,通过对数据通信的学习,可以理解网络中数据传输的原理和实现的方法,从而更透彻地理解计算机网络。

知识目标

- (1)熟练掌握信息、信号和数据的概念。
- (2)了解数据通信模型。
- (3)了解数据通信与信道。
- (4)熟悉数据通信方式。
- (5)了解数据交换技术。

技能目标

- (1)能够轻松说出信息、信号和数据的定义,并能够进行实物对比。
- (2)能够画出数据通信模型。
- (3)能够说出数据通信与信道的关系。
- (4)能够区分不同的数据通信方式。
- (5)能够熟练说出各种数据交换方式的特点。

1.4.1 信息、信号和数据

1. 信息

信息是指数据的内容和对数据的解释,是客观事物属性和相互联系特征的表现,它反映了客观事物的存在形式和运动状态,是对客观事物存在形式的一种反映。

2. 信号

信号是指数据的电子或电磁编码。在通信过程中,数据是以信号的形式传输的,信号可以分为模拟信号和数字信号两种。

(1)模拟信号(analog signal)是连续信号,其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。以声音信号为例,用电流的频率反映声音的频率,用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。

3. 数据

数据是信息的载体,与信息关系密切,信息要靠数据来承载,生活中的声音、文字、图像等都可以用来表示各种信息。孤立的数据没有意义,而一组有相互关系的数据可以表达特定的信息。

1.4.2 数据通信模型

通信的目的是传递信息。而用于传递信息所需的全部技术设备和传输介质的总和称为通信系统。通信系统的功能是对原始信号进行转换、处理和传输。通信系统种类繁多,其具体设备组成和业务功能也不尽相同,经过抽象概括,可以得到通信系统的一般模型,如图1-9所示。

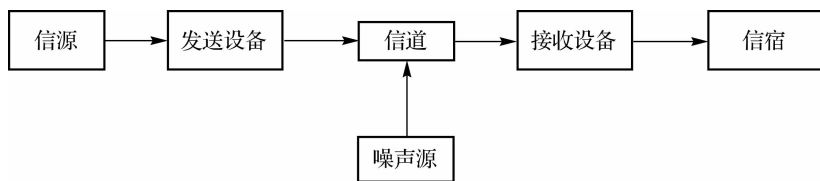


图 1-9 通信系统的一般模型

一般来说,点到点的通信系统均可用图1-9表示。

1. 信息源

信息源(简称信源)是产生和发送信息的一端,是信息的来源,其作用是把各种信息转换成原始电信号。根据信息的种类不同,信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源输出的是模拟信号,电话机和摄像机就是模拟信源;数字信源输出的是离散数字信号,计算机等各种数字终端设备就是数字信源。

2. 发送设备

发送设备的作用是将原始电信号变换成适合在信道中传输的信号,使发送信号的特征和信道特性相匹配。在实际通信系统中有各种具体的设备名称。发送设备涵盖的内容很多,如放大、滤波、编码、调制等过程。例如,信源发出的是数字信号,当要采用模拟信号传输时,则用调制器将数字信号变成模拟信号;接收端要将模拟信号变换为数字信号,则用解调器来实现。在通信中常要进行两个方向的通信,故将调制器与解调器做成一个设备,称为调制解调器,具有将数字信号变换为模拟信号,以及将模拟信号恢复为数字信号两种功能。当信源发出的为模拟信号,而要以数字信号的形式传输时,则要将模拟信号变换为数字信号,通常是通过编码器来实现的,到达接收端后再经过解码器将数字信号恢复为原来的模拟信号。实际上,也是考虑到一般为双向通信,故将编码器与解码器做成一个设备,称为编码解码器。对于多路传输系统,发送设备中还包括多路复用器。

3. 信道

信道即传输信号的通道,是指信号的传输介质,用来将来自发送设备的信号传输到接收端,它是任何通信系统中最基本的组成部分。信道的定义通常有两种,即狭义信道和广义信道。

所谓狭义信道,是指传输信号的物理传输介质。狭义信道概括起来分为两种,即有线信道和无线信道。在有线信道中,可以是架空明线、电缆和光缆;在无线信道中,可以是自由空间、电离层等。信道在给信号提供通道的同时,也会引入噪声,对信号产生干扰。信道的噪声直接关系到系统的通信质量。图 1-9 中的噪声源是信道中的噪声和分散在通信系统其他各处的噪声的集中表示。

对狭义信道的这种定义虽然直观,但从研究信息传输的观点看,其范围显得很狭窄,因而引入了新的、范围扩大的信道定义,即广义信道。所谓广义信道,是指通信信号经过的整个途径,它包括各种类型的传输介质和中间相关的通信设备等。对通信系统进行分析时,常用的一种广义信道是调制信道。调制信道是从研究调制与解调角度定义的,其范围从调制器的输出端至解调器的输入端,由于在该信道中传输的是已被调制的信号,故称其为调制信道。另一种常用到的广义信道是编码信道。编码信道通常指由编码器的输出端到解码器的输入端之间的部分,实际的通信系统中并非要包括其所有环节,如基带传输系统中就不包括调制与解调环节。至于采用哪些环节,取决于具体的设计条件和要求。广义信道的划分示意如图 1-10 所示。

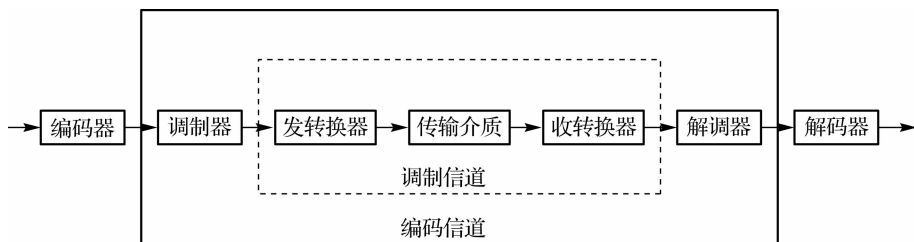


图 1-10 广义信道的划分示意

4. 接收设备

接收设备的作用是对接收的信号进行处理,如解调、解码等,其目的是从受到衰减的接收信号中正确恢复出原始电信号。对于多路复用信号,接收设备还应具有正确分路的功能。

5. 受信者

受信者(简称信宿)是传送信息的目的地,其作用与信源相反,即把原始电信号转换成相应的信息,如扬声器等。

此外,信息在信道中传输时,可能会受到外界的干扰,我们称之为噪声。噪声不是人为实现的实体,在实际的通信系统中客观存在。实际上,干扰噪声可能在信源处就混入了,也可能从构成变换器的电子设备中引入。传输信道中的电磁感应及接收端的各种设备也都可能引入干扰噪声,如信号在无屏蔽双绞线中传输会受到电磁场的干扰。数据通信系统是指以计算机为中心,用通信线路连接分布各地的数据终端设备而执行数据传输功能的系统。



1.4.3 数据通信与信道

数据通信(data communication)是依照一定的通信协议,利用数据传输技术在两个终端之间传递数据信息的一种通信方式和通信业务。它可实现计算机和计算机、计算机和终端及终端与终端之间的数据信息传递,是继电报、电话业务之后的第三种通信业务。

在许多情况下,我们要使用“信道(channel)”这一名词。信道和电路并不等同。信道一般用来表示向某一个方向传输信息的媒体。因此,一条通信线路往往包含一条发送信道和一条接收信道。一条信道可以看成一条通信线路的逻辑部件。

信道可以分成传输模拟信号的模拟信道和传输数字信号的数字信道两大类。但应注意,数字信号在经过数模转换(D/A)后就可以在模拟信道上传输,而模拟信号在经过模数转换(A/D)后也可以在数字信道上传输。

信号在信道上的传输形式有基带传输和频带传输。简单来说,所谓基带传输,就是将数字信号 1 和 0 直接用两种不同的电压来表示,然后直接送到线路上去传输。而频带传输则是将基带信号进行调制变换,变成能在公用电话网中传输的模拟信号。基带信号进行调制后,其频谱搬移到较高的频率处。由于每路基带信号的频谱被搬移到不同的频段,所以合在一起后并不会互相干扰。这样做就可以在一条电缆中同时传输多路数字信号,因而提高了线路的利用率,这就是所谓的频分复用。

在通信网的发展初期,所有的通信信道都是模拟信道。但由于数字信道可提供更高的通信服务质量,所以过去建造的模拟信道正在被新的数字信道所代替。现在计算机通信所使用的通信信道,在主干线路上已基本是数字信道,但目前大量的用户线主要还是传统的模拟信道。

1.4.4 数据通信方式

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。

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。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。典型的并行通信实例是计算机和并行打印机之间的通信。

串行通信通过串行端口(COM)实现。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,计算机之间若要串行通信,则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。

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。

1.4.5 数据交换技术

1. 电路交换

电路交换是指通过网络结点(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。电路交换的通信过程可以分为电路建立、数据传输、电路拆除三个阶段。

(1)电路建立。在传输任何数据之前,都需要先通过呼叫过程建立一条端对端的电路。如图 1-11 所示,若 A 站要与 D 站连接,典型的做法是:A 站先向与其相连的 1 结点提出请求,然后 1 结点在通向相邻结点的路径中找到下一条支路。例如,1 结点选择经 5 结点的电路,在此电路上分配一个未用的通道,并告诉 5 结点它还要连接 4 结点;5 结点再呼叫 4 结点,建立电路 1-4 路径;最后,4 结点完成到 D 站的连接。这样 1 结点与 4 结点之间就有一条专用电路 1-5-4,用于 A 站与 D 站之间的数据传输。

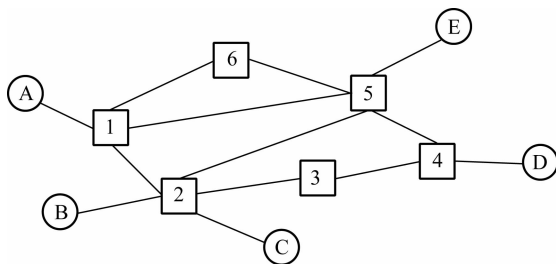


图 1-11 电路建立过程

需要说明的是,可能有许多站连接到中间交换结点,因此中间结点必须能够建立从多个站到多个结点的内部通路。

(2)数据传输。建立电路 1-5-4 以后,数据就可以从 1 结点发送到 5 结点,再由 5 结点交换到 4 结点;4 结点也可以经 5 结点向 1 结点发送数据。在整个数据传输过程中,所建立的电路必须始终保持连接状态。

(3)电路拆除。数据传输结束后,由某一方(1 结点或 4 结点)发出拆除请求,然后逐结点拆除到对方结点。

电路交换技术的优点是数据传输可靠、迅速,数据不会丢失且保持原来的序列;缺点是在某些情况下,电路空闲时的信道容易被浪费,在短时间数据传输时电路建立和拆除所用的时间得不偿失。因此,它适用于系统间要求高质量的大量数据传输的情况。

2. 报文交换

报文交换与电路交换不同,它采用的是存储-转发方式,不需要在通信的两个结点之间建立专用的物理线路。结点把要发送的信息组织成一个数据包,即报文。该报文中含有目标结点的地址,完整的报文在网络中一站一站地向前传送。每个结点接收整个报文,检查目标结点地址,然后根据网络中的交通情况在适当时转发到下一个结点。经过多次存储-转发,最后到达目标结点,因而这样的网络叫作存储-转发网络。其中的交换结点要有足够大的存储空间(一般是磁盘),用以缓冲收到的长报文。



(1) 报文交换的优点。

① 电路利用率高。由于许多报文可以分时共享两个结点之间的通道,因而对于同样的通信量来说,对电路的传输能力要求较低。

② 在电路交换网络上,当通信量变得很大时,就不能接收新的呼叫。而在报文交换网络中,通信量大时仍然可以接收报文,不过传送延迟会增加。

③ 报文交换网络可以把一个报文发送到多个目的地,而电路交换网络很难做到这一点。

(2) 报文交换的缺点。

① 不能满足实时或交互式的通信要求,报文经过网络的延迟时间长且不确定。

② 当结点收到过多的数据而无空间存储或不能及时转发时,就不得不丢弃报文,而且发出的报文不按顺序到达目的地。

3. 分组交换

分组交换是对报文交换的一种改进,它将报文分成若干个分组,每个分组的长度有一个上限,有限长度的分组使得每个结点的存储能力降低了;分组可以存储到内存中,提高了交换速度。分组交换适用于交互式通信,如终端与主机通信。分组交换有虚电路分组交换和数据报分组交换两种。它是计算机网络中使用最广泛的一种交换技术。

(1) 虚电路分组交换的原理与特点。在虚电路分组交换中,为了进行数据传输,网络的源结点和目的结点之间要先建立一条逻辑通路。每个分组除了包含数据之外,还包含一个虚电路标识符。在预先建好的路径上的每个结点都知道应该把这些分组引导到哪里去,不再需要路由选择判定。最后,由某一个站用清除请求分组来结束这次连接。它之所以是“虚”的,是因为这条电路不是专用的。

虚电路分组交换的主要特点是:在数据传送之前必须通过虚呼叫设置一条虚电路。但并不像电路交换那样有一条专用通路,分组在每个结点上仍然需要缓冲,并在线路上进行排队等待输出。

(2) 数据报分组交换的原理与特点。在数据报分组交换中,每个分组的传送是被单独处理的。每个分组称为一个数据报,每个数据报自身携带足够的地址信息。一个结点收到一个数据报后,根据数据报中的地址信息和结点所存储的路由信息找出一条合适的出路,把数据报原样地发送到下一结点。由于各数据报所走的路径不一定相同,因而不能保证各个数据报按顺序到达目的地,有的数据报甚至会中途丢失。在整个过程中,没有虚电路建立,但要为每个数据报做路由选择。

★ 课后实训

认识学校计算机机房网络

实训目的

- (1) 认识网络设备,了解各种网络设备的用途及互连方式。
- (2) 通过观察学校计算机机房的网络,了解机房的网络拓扑结构。

实训内容

(1) 观察机房中的网络设备,通过咨询老师或自己查阅资料了解各种设备的用途及互连方式。



(2)画出机房网络拓扑结构图,了解网络连接情况。

实训设备

(1)学校计算机机房网络设备(如 PC、网线、交换机、路由器等)。

(2)机房网络设计规划图。

实训过程

(1)按班级人数进行分组,每 6~8 人一组。

(2)根据机房大小,每次安排 1~3 组学生,由教师对照机房网络讲解机房网络设备、拓扑结构等。

(3)学生使用 Word 或 Visio 等工具绘制网络拓扑结构图,完成实训报告。

思考与练习

1. 填空题

(1)一般来说,现代计算机网络是自主计算机的互连集合,这些计算机各自是_____的,地位是_____的,它们通过有线或无线的传输介质连接起来,相互之间遵守统一的通信协议,从而实现通信。

(2)典型的计算机网络由_____系统、_____系统、网络软件及协议三大部分组成。

(3)_____是指 IT 基础设施的交付和使用模式,通过网络以按需、易扩展的方式获得所需资源;_____是指服务的交付和使用模式通过网络以按需、易扩展的方式获得所需服务。

(4)用于传递信息所需的全部技术设备和传输介质的总和称为_____。

(5)_____是指通过网络结点(如交换机)在两个工作站之间建立专用的通信通道。

2. 简答题

(1)简述计算机网络的定义。

(2)简述计算机网络的逻辑组成。

(3)简述大数据的特点。

(4)简述计算机网络的分类。

(5)简述信息、信号和数据的概念。

项目 2

认识计算机网络体系结构

计算机网络是一个庞大、复杂的系统,为了使这个庞大、复杂的系统能够正常、顺利地工作,为人类提供各种各样便利的服务,需要有一个统一的协调标准,这个标准就是计算机网络体系结构。本项目通过三个任务讲解计算机网络体系结构的相关知识。

教学重点

- (1)网络协议与标准化组织。
- (2)OSI 参考模型。
- (3)TCP/IP 参考模型。
- (4)IP 地址的表示形式。
- (5)IP 地址的分类。

教学难点

- (1)分层网络体系结构的要点与划分原则。
- (2)OSI 参考模型。
- (3)TCP/IP 参考模型。
- (4)IPv4 地址下的子网掩码。

(建议学时:6 学时)

任务 1 了解网络体系结构的基础知识

计算机网络是一个涉及计算机技术、通信技术等多个领域的复杂系统,要使如此庞大而又复杂的系统有效并可靠地运行,网络中的各个部分就必须遵守一套合理而严谨的结构化管理规则。

知识目标

- (1)了解网络协议的概念。
- (2)熟悉网络标准化组织。
- (3)熟悉分层网络体系结构的要点。



(4)掌握分层网络体系结构的划分原则。

技能目标

- (1)能够说出网络协议的三个组成要素。
- (2)能够列举出主要的网络标准化组织。
- (3)能够说出分层网络体系结构的要点。
- (4)能够说出分层网络体系结构的划分原则。

2.1.1 网络协议与标准化组织

1. 网络协议的概念

协议的概念在日常生活中无处不在,如交通法规就是各种车辆(机动车、非机动车等)及行人出行时应当遵守的协议。如果大家不遵守交通法规而是各行其是,有靠右侧行驶的,有靠左侧行驶的,那么一定会发生交通事故。

一个计算机网络有许多互相连接的结点,在这些结点之间要不断地进行数据交换。要做到有条不紊地交换数据,每个结点都必须遵守一些事先约定好的规则。这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议(network protocol)。应该注意,协议总是指体系结构中某一层的协议。准确地说,协议是对同等层实体之间的通信制定的有关通信规则或约定的集合。网络协议主要由以下三个要素组成:

(1)语义。语义是指对协议元素的含义进行的解释,它规定通信双方彼此“讲什么”,即确定通信双方要发出的控制信息、执行的动作和返回的应答,主要涉及用于协调与差错处理的控制信息。不同类型的协议元素所规定的语义是不同的。例如,需要发出何种控制信息、完成何种动作及得到何种响应等。

(2)语法。语法是指若干个协议元素和数据组合在一起来表达一个完整的内容所应遵循的格式,也就是对信息的数据结构所做的一种规定。它规定通信双方彼此“如何讲”,即确定协议元素的格式,如用户数据与控制信息的结构和格式等。

(3)时序。时序是对事件实现顺序的详细说明,它规定信息交流的次序,主要涉及传输速度匹配和排序等。例如,在双方进行通信时,源点发出一个数据报,若目标点正确收到,则回答源点接收正确;若目标点接收错误,则要求源点重发一次。

由此可以看出,协议实质上是网络通信时所使用的一种语言。

网络协议对于计算机网络来说是必不可少的。不同结构的网络、不同厂家的网络产品所使用的协议不一样,但都遵循一些协议标准,这样便于不同厂家的网络产品进行互连。

2. 网络标准化组织

Internet 协会(ISOC)是一个专业性的会员组织,由来自 100 多个国家的组织及几千名个人成员组成,这些组织和个人掌握着影响 Internet 现在和未来的技术。ISOC 的主站点是 [http://www. ISOC. org/](http://www.ISOC.org/)。

计算机网络的标准化组织有以下八个:

(1)Internet 体系结构组。Internet 体系结构组(IAB)以前称为 Internet 行动组,是 ISOC 技术顾问,这个小组定期会晤、考查由 Internet 工程任务组和 Internet 工程指导组提



出的新思想和建议,并给 Internet 工程任务组带来一些新的想法和建议。Internet 体系结构组的站点是 <http://www.IAB.org/>。

(2)Internet 工程任务组。Internet 工程任务组(IETF)是由网络设计者、制造商和致力于网络发展的研究人员组成的一个开放性组织。IETF 一年会晤 3 次,主要的工作通过电子邮件组来完成,IETF 被分成多个工作组,每个组有特定的主题。IETF 对任何人都是开放的,其站点是 <http://www.IETF.org/>。

(3)Internet 工程指导组。Internet 工程指导组(IESG)负责 Internet 工程任务组活动和 Internet 标准化过程的技术性管理,也保证 ISOC 的规定和规程能顺利进行。IESG 包括超文本传输协议(hypertext transfer protocol,HTTP)工作组和 Internet 打印协议(IPP)工作组。IESG 给出关于 Internet 标准规范采纳前的最后建议。通过访问 <http://www.IESG.org/iesg.html/>可获得更多关于 IESG 的信息。

(4)Internet 编号管理局。Internet 编号管理局(IANA)负责分配 IP 地址和管理域名空间,还控制 IP 端口号和其他参数,其在 Internet 名字和编号分配组织下运作。IANA 的站点是 <http://www.IANA.org/>。

(5)Internet 名字和编号分配组织。Internet 名字和编号分配组织(ICANN)是为国际化管理名字和编号而形成的组织。其目标是帮助 Internet 域名和 IP 地址管理从政府向民间机构转换。当前,ICANN 参与共享式注册系统(shared registry system,SRS),通过 SRS,Internet 域的注册过程是开放式公平竞争的。ICANN 的更多信息可通过访问 <http://www.icann.org/>获得。

(6)Internet 网络信息中心和其他注册组织。Internet 网络信息中心(Internet network information center,InterNIC)从 1993 年起由 Network Solutions 公司运作,负责最高级域名的注册(.com,.org,.net,.edu),InterNIC 由美国国家电信和信息管理机构(NTIA)监督,这是商业部的一个分组。InterNIC 把一些责任委派给其他官方组织,如国防部 NIC 和亚太地区 NIC。最近有一些建议想把 InterNIC 分成更多的组,其中一个建议是已知共享式注册系统,SRS 在域注册过程中努力引入公平和开放的竞争。当前,有 60 多家公司进行注册管理。

(7)RFC 编辑。RFC 是关于 Internet 标准的一系列文档。RFC 编辑是 Internet RFC 文档的出版商,负责 RFC 文档的最后编辑检查。想获得关于 RFC 编辑的更多信息,可以访问 <http://www.RFC-editor.org/>。

(8)Internet 服务提供商。20 世纪 90 年代,Internet 商业化之后,大量的 Internet 服务提供商(ISP)迫切需要帮助成千上万的家庭和商业用户接入 Internet。Internet 服务提供商是商业机构,它们在办公室或计算机机房内设有服务器,这些服务器配置了调制解调器,使用点到点协议(PPP)或串行线路接口协议(SLIP)。这些协议允许远程用户使用拨号方式把个人计算机和 Internet 相连。为了获取费用,Internet 服务提供商提供远程用户至 Internet 的接入支持。大多数 Internet 服务提供商在服务器上也提供电子邮件账号,甚至提供 UNIX Shell 账号。更大的 Internet 服务提供商能够提供商业机构及其他 Internet 服务提供商的 Internet 接入服务。这些 Internet 服务提供商具有更快速的网络,如 ISDN、分时 T-1 线路甚至更高。Internet.com 提供了 Internet 服务提供商的数据库,可通过电话区号搜索,该 Internet 服务提供商向导的站点网址为 <http://thelist.internet.com/>。

2.1.2 分层网络体系结构的要点与划分原则

1. 分层网络体系结构的要点

计算机网络是一个十分复杂的系统,将其分解为若干个容易处理的层次,然后“分而治之”,是工程设计中常见的手段。分层次是人们处理复杂问题的基本方法,将总体要实现的很多功能分配在不同的层次中,明确规定每个层次要完成的服务及服务实现的过程,不同的系统具有相同的层次,不同系统的同等层具有相同的功能,高层使用低层提供的服务时并不需要知道低层服务的具体实现方法。

通常采用图 2-1 所示的垂直分层结构来表示网络的层次结构。

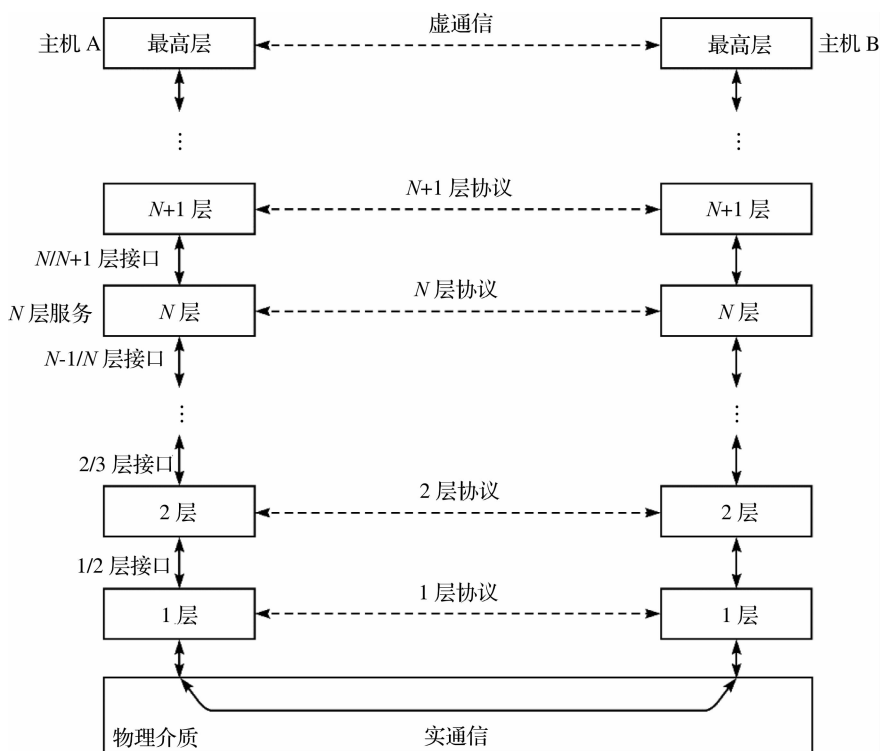


图 2-1 计算机网络的垂直分层结构

在一般分层结构中, N 层是 $N-1$ 层的用户, 又是 $N+1$ 层的服务提供者。 $N+1$ 层虽然直接使用了 N 层提供的服务, 实际上它通过 N 层还间接地使用了 $N-1$ 层及其以下所有各层的服务。

层次结构的好处在于使每层实现一种相对独立的功能。每层不必知道下面一层服务是如何实现的, 只要知道下层通过层间接口提供的服务是什么及本层向上层提供什么样的服务, 就能独立设计。系统经过分层后, 每层的功能相对简单且易于实现和维护。此外, 若某一层需要改动, 只要不去改变它和上下层的接口服务关系, 就不会影响其他各层, 因此具有很大的灵活性和可维护性。

网络体系结构(network architecture)就是为了完成主机之间的通信, 把网络结构划分为有明确功能的层次, 并规定了同层次虚通信的协议及相邻层次之间的接口与服务。因此,



网络的层次结构模型与各层协议和层间接口的集合统称为网络体系结构。

不同的计算机网络具有不同的体系结构,层的数量、名称、内容和功能及各相邻层之间的接口都不一样。但在不同的网络体系结构中,每层都是为了向邻接上层提供一定的服务而设置的,且每层都对上层屏蔽实现协议的具体细节。

这种层次结构的要点可归纳如下:

- (1)除了在物理介质上进行的是实通信外,其余各对等实体间进行的都是虚通信。
- (2)对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- (3) N 层和 $N-1$ 层的虚通信是由 $N-1$ 层提供的服务来实现的。

2. 分层网络体系结构的划分原则

层次结构的划分一般要遵循以下原则:

- (1)每层的功能应是明确的,并且是相互独立的。当某一层的具体实现方法改变时,只要保持上下层的接口不变,便不会对相邻层产生影响。
- (2)层间接口必须清晰,接口包含的信息量应尽可能少,以利于标准化。
- (3)层的数量应适中。若层次太少,则多种功能混杂在一层中,会造成每层的协议太复杂;若层次太多,则体系结构过于复杂,会使描述和实现各层功能变得困难。

任务 2 认识 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型

OSI^①参考模型和 TCP/IP 参考模型是计算机网络体系结构中十分重要的两种结构,处于基础地位。任何一个计算机网络都必须遵循这两个参考模型才能正常运行。

知识目标

- (1)了解 OSI 参考模型的相关知识。
- (2)熟悉 TCP/IP 参考模型的相关知识。

技能目标

- (1)能够画出 OSI 参考模型示意图,并能够说出各层的作用。
- (2)能够画出 TCP/IP 参考模型示意图,并能够说出各层的作用。
- (3)能够将 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型进行对比。

2.2.1 OSI 参考模型

OSI 参考模型是一个 7 层的分层结构,如图 2-2 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,任何一层发生技术的变更均不会影响其他各层的功能和提供的服务。

^① OSI(open system interconnect)即开放式系统互连。

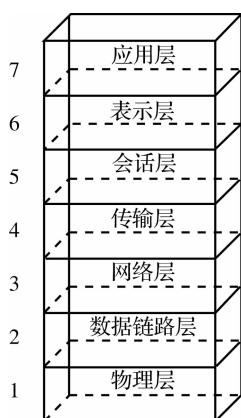


图 2-2 OSI 参考模型

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 和 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三层的接口协议,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输协议等)。

2.2.2 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、网际层和网络接口层。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 2-3 所示。

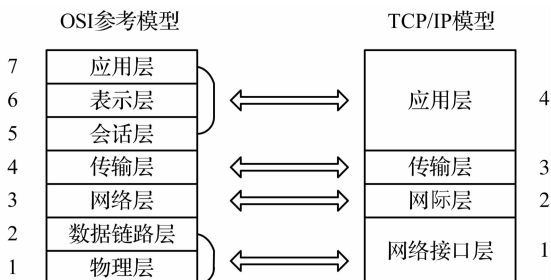


图 2-3 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的结构及对应关系

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. 网络接口层

模型中的网络接口层处于 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,通信的网络系统在这一层次上可以采用不同的协议。网络接口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 参考模型中网络接口层的内容。

2. 网际层

模型中网际层的主要功能是负责将源机的数据报分组发送到目的机,源机和目的机可以在同一个物理网络上,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机到目的机过程中数据报的转发机制。

(1)网际层的功能。网际层主要有如下 3 个功能:

①处理来自传输层的数据报分组发送请求。在收到数据发送请求后,网际层将数据报分组封装进 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,网际层检查目的地址,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,将数据报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。除了端到端的数据报分组发送功能外,网际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,网络间的数据报根据它的目的 IP 地址通过路由器传送到另一个网络中。

(2)网际层包含的协议。网际层主要包含如下 4 个协议:

①IP。使用 IP 地址确定收发端,提供端到端的数据报传递。IP 还规定了计算机在 Internet 上通信时所必须遵守的一些基本规则,以确保路由的正确选择和数据报的正确传输。

②网际控制报文协议(Internet control message protocol,ICMP)。该协议处理路由,协助网际层实现数据报传送的控制机制,提供错误和信息报告。

③地址解析协议(address resolution protocol,ARP)。该协议将网际层地址转换成数据链路层地址。

④逆向地址解析协议(reverse ARP,RARP)。该协议将数据链路层地址转换成网际层地址。

3. 传输层

模型中传输层的主要功能是实现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机与目的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。

传输层主要包含如下 2 个协议:

(1)TCP。该协议提供面向连接的可靠数据传输服务,它通过提供校验位,为每个字节分配序列号,提供确认与重传机制,确保数据可靠传输。

(2)用户数据报协议。用户数据报协议(user datagram protocol,UDP)采用无连接的数据报传送方式,提供不可靠的数据传送。UDP 方式与 TCP 相比更加简单,数据传输速率也较高。UDP 一般用于一次传输少量信息的情况,如数据查询等。

4. 应用层

TCP/IP 参考模型的顶层是应用层,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。

应用层主要包含如下 7 个协议:

(1)文件传输协议。文件传输协议(file transfer protocol,FTP)为文件的传输提供了途径。它允许将数据从一台主机传输到另一台主机,也可以从 FTP 服务器上下载文件,或者向 FTP 服务器上传文件。

(2)远程登录协议。远程登录协议可实现 Internet 中的工作站(终端)登录到远程服务器。

(3)简单邮件传输协议。简单邮件传输协议(simple mail transfer protocol,SMTP)可实现 Internet 上电子邮件的传送功能。

(4)超文本传输协议。超文本传输协议(hypertext transfer protocol,HTTP)用来访问在 WWW 服务器上的各种页面——用超文本标记语言(hypertext markup language,HTML)编写的页面。

(5)路由信息协议。路由信息协议(router information protocol,RIP)用于网络设备之间交换路由信息。

(6)网络文件系统。网络文件系统(network file system,NFS)用于实现网络中不同主



机之间的文件共享。

(7) 域名服务。域名服务(domain name service)用于实现从主机名(域名)到 IP 地址的转换。

任务 3 熟悉 IP 地址与地址管理

IP 地址是网络通行的条件,网络上的任何一台主机都必须有一个与之对应的 IP 地址,否则就无法连接到网络,也就无法实现上网。

知识目标

- (1) 了解 IPv4 地址的概念。
- (2) 了解 IPv6 地址的概念。
- (3) 熟悉 IPv4 地址的表示方式。
- (4) 熟悉 IPv6 地址的表示方式。
- (5) 熟悉 IPv4 地址的分类。
- (6) 熟悉 IPv6 地址的分类。
- (7) 了解 IPv4 地址下子网掩码的相关知识。
- (8) 了解 IPv4 地址下的公有地址与私有地址。

技能目标

- (1) 能够区分 IPv4 地址和 IPv6 地址。
- (2) 能够分别写出 IPv4 地址和 IPv6 地址的表示形式。
- (3) 能够熟练说出 IPv4 地址和 IPv6 地址的分类。
- (4) 能够说出 A、B、C 三类 IP 地址的子网掩码。

2.3.1 IP 地址概述

1. IPv4 地址

IPv4 是 Internet protocol version 4 的简称,中文译为网际协议版本 4,又称互联网通信协议第四版,是网际协议开发过程中的第四个修订版本,也是此协议第一个被广泛部署的版本。IPv4 是互联网的核心,也是使用最广泛的网际协议版本。

IPv4 在 IETF 于 1981 年 9 月发布的 RFC 791 中被描述,RFC 791 替换了于 1980 年 1 月发布的 RFC 760。

IPv4 是一种无连接协议,操作在使用分组交换的数据链路层上(如以太网)。此协议会尽最大努力交付数据包,即它不保证任何数据包均能送达目的地,也不保证所有数据包均按照正确的顺序无重复地到达。这些方面是由上层传输协议(如传输控制协议)处理的。

IPv4 使用 32 位(4 字节)地址,因此地址空间中只有 4 294 967 296 个地址。其中,一些地址是为特殊用途保留的,如专用网络(约 1 800 万个地址)和多播地址(约 2.7 亿个地址),这减少了可在互联网上路由的地址数量。随着地址不断被分配给最终用户,IPv4 地址枯竭



问题也随之产生。基于分类网络、无类别域间路由和网络地址转换的地址结构重构显著地减慢了地址枯竭的速度。但在 2011 年 2 月 3 日,在最后 5 个地址块被分配给 5 个区域互联网注册管理机构之后,IANA 的主要地址池已经用尽。

2. IPv6 地址

IPv6 是 Internet protocol version 6 的简称,中文译为国际协议版本 6,也称为 IPng(IP next generation,下一代国际协议,是 IETF 设计的用于替代现行版本 IP 的下一代 IP),是 IPv4 的升级版。IPv6 和 IPv4 最大的区别是,IP 的长度由 32 位增加为 128 位。除此以外,IPv6 还在安全性、服务质量等方面进行了增强。

IPv6 最大的特点是有几乎无限的地址空间。IPv4 地址的位数是 32 位,但在 IPv6 中,地址的位数增长了 3 倍,达到 128 位。所以,IPv6 地址的空间大得惊人。在 IPv4 中,理论上可编址的结点数是 2^{32} 个,也就是 4 294 967 296 个,按照目前的全世界人口数,大约每 3 个人可以拥有 2 个 IP 地址。而 IPv6 地址的 128 位长度意味着有 3.4×10^{38} 个地址。世界上每个人可以拥有 5.7×10^{28} 个 IPv6 地址。这个地址量是巨大的,有个夸张的说法——可以为全世界每一粒沙子都分配一个 IPv6 地址。

IPv6 地址普及的一个重要的应用是网络实名制下的互联网身份证。目前基于 IPv4 的网络之所以难以实现网络实名制,一个重要原因就是 IP 资源的共用,因为 IP 资源不够,所以不同的人在不同的时间段共用一个 IP,IP 和上网用户无法实现一一对应。在 IPv4 下,现在根据 IP 查人也比较麻烦,电信局要保留一段时间的上网日志才行,通常因为数据量很大,运营商只保留 3 个月左右的上网日志,例如,查前年某个 IP 发帖子的用户就不能实现。IPv6 的出现可以从技术上一劳永逸地解决实名制这个问题,因为资源不再紧张,运营商有足够多的 IP 资源,运营商在受理入网申请的时候,可以直接给该用户分配一个固定的 IP 地址,这样实际上就实现了实名制,也就是实现了一个真实用户和一个 IP 地址的一一对应。

同时,IETF 在制定 IPv6 时,还考虑到了在 IPv6 中需要解决的其他一些 IPv4 中存在的问题,如配置不够简便、安全性差、服务质量差等,从而使协议本身能够适应目前网络发展的需要。

2.3.2 IP 地址的表示方式

1. IPv4 地址的表示方式

在 IPv4 编址方案中,IP 地址由 32 位二进制数组成,这 32 位二进制数被分为 4 组,每组 8 位,各组之间用“.”分隔,由于二进制数不便于书写和阅读,为了便于表示,将每组二进制数写成十进制数,每组数的取值范围为 0~255。

从结构上看,IP 地址由两部分组成,一部分代表网络号,用于标识主机所属的网络;另一部分代表主机号,用于标识该主机是网络中的第几号主机。其结构表示方式如图 2-4 所示。

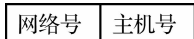


图 2-4 IPv4 地址结构表示方式

需要注意的是,在 IPv4 编址方案中,哪些数表示网络号、哪些数表示主机号并不是固定



的,需要根据 IPv4 地址的类别来确定。

2. IPv6 地址的表示方式

在 IPv4 中,地址是用 192.168.1.1 这种点分十进制方式来表达的。但在 IPv6 中,地址有 128 位,如果再用十进制表示就太长了。所以,IPv6 采用冒号十六进制表示法来表示地址。

IPv6 地址的 128 位被分成 8 段,每 16 位为一段,每段被转换为一个 4 位十六进制数,并用冒号隔开。例如,1234:5678:90AB:CDEF:ABCD:EF01:2345:6789。

为了尽量缩短地址的书写长度,IPv6 地址可以采用压缩方式来表示。在压缩时,有以下两个原则:

(1)每段中前导 0 可以去掉,但保证每段至少有一个数字,如 2012:0501:0000:0001:0000:0000:0001:E001 就可以压缩为 2012:501:0:1:0:0:1:E001。但有效位 0 不能压缩。所以,上述地址不能压缩为 212:51:0:1:0:0:1:E1。

(2)一个或多个连续的段内各位为 0 的时候可用双冒号(::)压缩表示,但一个 IPv6 中只允许有一个双冒号,如 2012:0501:0000:0001:0000:0000:0001:E001 就可以压缩为 2012:501::1:0:0:1:E001 或 2012:501:0:1::1:E001,但是不能表示为 2012:501::1::1:E001。

IPv6 地址取消了 IPv4 地址的网络号、主机号和子网掩码的概念,代之以前缀、接口标识符、前缀长度;IPv6 地址也不再具有 IPv4 地址中的 A 类、B 类、C 类等地址分类的概念。

①前缀:前缀的作用与 IPv4 地址中的网络号部分类似,用于标识该地址属于哪个网络。

②接口标识符:与 IPv4 地址中的主机号部分类似,用于标识该地址在网络中的具体位置。

③前缀长度:作用类似于 IPv4 地址中的子网掩码,用于确定地址中哪一部分是前缀、哪一部分是接口标识符。

例如,地址 2012:0501:0000:0001:0000:0000:0001:E001/64,其中/64 表示此地址的前缀长度是 64 位,所以此地址的前缀就是 2012:0501:0000:0001,接口标识符就是 0000:0000:0001:E001。

2.3.3 IP 地址的分类

1. IPv4 地址的分类

在 IPv4 地址中,Internet 协会定义了 5 种 IP 地址类型,以适应不同容量的网络,即 A 类~E 类。其中 A、B、C 三类(见表 2-1)由 InterNIC 在全球范围内统一分配,D、E 类为特殊地址。

表 2-1 A、B、C 三类 IP 地址的分配情况

网络类别	最大网络数	第一个可用的网络号	最后一个可用的网络号	每个网络中的最大主机数
A	126	1	126	16 777 214
B	16 382	128.1	191.255	65 534
C	2 097 150	192.0.1	223.255.255	254

(1)A 类 IP 地址。A 类 IP 地址是指在 IP 地址的四段号码中,第一段号码为网络号码,



剩下的三段号码为本地计算机的号码。如果用二进制表示 IP 地址,那么 A 类 IP 地址就由 1 字节的网络地址和 3 字节主机地址组成,网络地址的最高位必须是 0。A 类 IP 地址中网络的标识长度为 8 位,主机标识的长度为 24 位。A 类 IP 地址数量较少,可以用于主机数达 1 600 多万台的大型网络。

A 类 IP 地址的地址范围为 1. 0. 0. 1~126. 255. 255. 255(二进制表示为 00000001 00000000 00000000 00000001~01111110 11111111 11111111 11111111)。

A 类 IP 地址的子网掩码为 255. 0. 0. 0,每个网络支持的最大主机数为 $256^3 - 2 = 16\ 777\ 214$ 台。

(2)B类 IP 地址。B 类 IP 地址是指在 IP 地址的四段号码中,前两段号码为网络号码。如果用二进制表示 IP 地址,B 类 IP 地址就由 2 字节的网络地址和 2 字节主机地址组成,网络地址的最高位必须是 10。B 类 IP 地址中网络的标识长度为 16 位,主机标识长度为 16 位,B 类 IP 地址适用于中等规模的网络,每个网络所能容纳的计算机数为 6 万多台。

B 类 IP 地址的地址范围为 128. 1. 0. 1~191. 255. 255. 255(二进制表示为 10000000 00000001 00000000 00000001~10111111 11111111 11111111 11111111)。

B 类 IP 地址的子网掩码为 255. 255. 0. 0,每个网络支持的最大主机数为 $256 \times 256 - 2 = 65\ 534$ 台。

(3)C类 IP 地址。C 类 IP 地址是指在 IP 地址的四段号码中,前三段号码为网络号码,剩下的一段号码为本地计算机号码。如果用二进制表示 IP 地址,C 类 IP 地址就由 3 字节的网络地址和 1 字节主机地址组成,网络地址的最高位必须是 110。C 类 IP 地址中网络的标识长度为 24 位,主机标识长度为 8 位。C 类 IP 地址数量较多,适用于小规模的网络,每个网络最多只能包含 254 台计算机。

C 类 IP 地址的地址范围为 192. 0. 1. 1~223. 255. 255. 255(二进制表示为 11000000 00000000 00000001 00000001~11011111 11111111 11111111 11111111)。

C 类 IP 地址的子网掩码为 255. 255. 255. 0,每个网络支持的最大主机数为 $256 - 2 = 254$ 台。

(4)特殊的地址。1110 开始的地址都称为多点广播地址。因此,任何第一字节大于 223 小于 240 的 IP 地址(范围为 224. 0. 0. 1~239. 255. 255. 254)都是多点广播地址。

每一个字节都为 0 的地址(0. 0. 0. 0)对应于当前主机。

IP 地址中的每一个字节都为 1 的 IP 地址(255. 255. 255. 255)是当前子网的广播地址。

IP 地址中凡是以 11110 开头的 E 类 IP 地址都保留,用于将来或实验使用。

IP 地址中不能以十进制数 127 开头,该类地址 127. 0. 0. 1~127. 1. 1. 1 用于回路测试。例如,127. 0. 0. 1 可以代表本机 IP 地址,用 [http://127. 0. 0. 1](http://127.0.0.1) 就可以测试本机中配置的 Web 服务器。

网络 ID 的第一个 6 位组也不能全置为 0,全置为 0 表示本地网络。

2. IPv6 地址的分类

IPv4 地址包括单播、组播、广播等类型。与其类似,IPv6 地址也有不同类型,包括单播地址、组播地址和任播地址。IPv6 地址中没有广播地址,在 IPv4 中某些需要用到的广播地址的服务或功能,IPv6 都是用组播地址来完成的。

(1)单播地址。单播地址用来唯一标识一个接口,类似于 IPv4 中的单播地址。单播地



址只能分配给一个节点上的一个接口,发送到单播地址的数据报将被传送给地址所标识的接口。IPv6 单播地址根据其作用范围不同,又可分为链路本地地址、站点本地地址、全球单播地址等,还包括一些特殊地址,如未指定地址和环回地址。

①链路本地地址。链路本地地址用于链路本地结点之间的通信。在 IPv6 地址中,以路由器为边界的一个或多个局域网段称为链路。使用链路本地地址作为目的地址的数据报不会被转发到其他链路上。其前缀标识为 FE80::/10。

②站点本地地址。站点本地地址与 IPv4 中的私有地址类似。使用站点本地地址作为目的地址的数据报不会被转发到本站点(相当于一个私有网络)外的其他站点。其前缀标识为 FEC0::/10。站点本地地址在实际应用中很少使用。

③全球单播地址。全球单播地址与 IPv4 中的公有地址类似,全球单播地址由 IANA 负责进行统一分配。全球单播地址的前缀标识为 2000::/3。

④未指定地址。地址“::”称为未指定地址,它不能分配给任何节点。在节点获得有效的 IPv6 地址之前,可在发送的 IPv6 报文的源地址字段填入该地址,表示目前暂无有效地址。未指定地址不能作为 IPv6 报文中的目的地址。

⑤环回地址。单播地址“::1”称为环回地址,不能分配给任何物理接口。它的作用与 IPv4 中的环回地址 127.0.0.1 相同,节点可通过给自己发送 IPv6 报文来测试协议是否工作正常。

(2)组播地址。组播地址用来标识一组接口,类似于 IPv4 的组播地址。多个接口可配置相同的组播地址,发送到组播地址的数据报被发送给此地址所标识的所有接口。IPv6 组播地址的范围是 FF00::/8。

(3)任播地址。任播地址是 IPv6 地址中特有的地址类型,也用来标识一组接口。但与组播地址不同的是,发送到任播地址的数据报被传送给此地址所标识的一组接口中距离源结点最近的一个接口。例如,移动用户在使用 IPv6 接入 Internet 时,根据地理位置不同,接入距离用户最近的一个接收站。

2.3.4 IPv4 地址下的子网掩码

划分子网后,网络地址和子网地址构成了真正的网络地址部分,每个子网看起来就像一个独立的网络,而对于远程主机,这种子网的划分是透明的。在进行子网划分后,为了能确定 IP 地址中的网络号部分,引入了子网掩码的概念。子网掩码不能单独存在,它必须与 IP 地址一起使用,并采用和 IP 地址相同的格式。简单地说,子网掩码的作用就是说明与其相关的 IP 地址的哪部分是网络地址。

子网掩码由 n 位连续的 1 和 $32-n$ 位连续的 0 共 32 位组成,用于说明该子网掩码所说明的 IP 地址前 n 位为网络地址,后 $32-n$ 位为主机地址。例如,标准 A、B、C 三类地址的子网掩码如图 2-5 所示。

例如,一个网络分配到了一个 B 类地址 130.1.0.0,该网络的管理员为了方便管理,把整个网络划分成 12 个子网。这样,由于 $2^3 < 12 < 2^4$,需要用 B 类地址后两字节中的前 4 位表示子网号,最后 12 位表示主机号。这样划分后实际上获得了 $2^4 = 16$ 个子网,这些子网的地址分别为 130.1.0.0、130.1.16.0、130.1.32.0、130.1.48.0、…、130.1.240.0。并且该网络所有子网的子网掩码由原来的 255.255.0.0 变为 255.255.240.0(11111111.11111111.11110000.00000000)。前面已经介绍了 IP 网络中主机号部分全 0 和全 1 是有特殊含义的,

因此不能分配给主机,这样每个子网可分配的 IP 地址为 $2^{12} - 2$ 个。

	0 7 8 15 16 23 24 31	
A类地址	网络号 主机号	
A类地址的子网掩码	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
B类地址	网络号 主机号	
B类地址的子网掩码	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
C类地址	网络号 主机号	
C类地址的子网掩码	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

图 2-5 标准 A、B、C 三类地址的子网掩码

2.3.5 IPv4 地址下的公有地址与私有地址

由国际组织 NIC 负责统一分配的地址是可以在 Internet 上使用的 IP 地址,这样的地址又称为公网地址或公有地址;NIC 在 A、B、C 类地址中都专门保留了一些地址段提供给局域网内部使用,这样的地址只能在局域网内部使用,不能在 Internet 上使用,故称这样的地址为私有地址。

1. 私有地址的分类

- (1)属于 A 类地址的私有地址。在 A 类地址中,10. 0. 0. 0~10. 255. 255. 255 是私有地址。
- (2)属于 B 类地址的私有地址。在 B 类地址中,172. 16. 0. 0~172. 31. 255. 255 是私有地址。
- (3)属于 C 类地址的私有地址。在 C 类地址中,192. 168. 0. 0~192. 168. 255. 255 是私有地址。

2. 使用私有地址的目的

(1)私有地址为局域网内部地址的使用提供了丰富的灵活性。有了私有地址段,企业内部组建局域网时可以灵活自由地在私有地址段进行地址规划,私有地址段的地址虽然无法在公网上使用,但是在企业内部使用时不需要注册,而且不同局域网内部的私有地址相互不干扰、不冲突,因此非常方便。

(2)私有地址为地址紧张提供了解决方案。A、B、C 三类地址中都保留了私有地址段,这些私有地址段可以容纳的地址空间是非常大的,是解决 IPv4 地址紧张非常实用的方案,通常一个单位只需申请少量的 IP 公有地址,通过地址转换就可以解决局域网内的地址问题和局域网与外部网络的互联问题。

★ 课后实训

手动配置 IP 地址

实训目的

- (1)进一步认识 IP 地址的概念和 IPv4 地址的表示形式。



(2)掌握手动配置 IP 地址的方法。

实训内容

通过在 Windows 7 操作系统中手动设置 IP 地址来实现联网。

实训设备

安装有 Windows 7 操作系统的计算机一台。

实训过程

(1)在桌面上右击“网络”图标，然后在弹出的快捷菜单中选择“属性”选项，如图 2-6 所示。



图 2-6 选择“属性”选项

(2)打开“网络和共享中心”窗口(见图 2-7)，在左侧窗格中单击“更改适配器设置”链接。



图 2-7 “网络和共享中心”窗口

(3) 随即打开“网络连接”窗口,如图 2-8 所示。



图 2-8 “网络连接”窗口

(4) 在其中双击“本地连接 网络 3”选项,在弹出的“本地连接 属性”对话框“网络”选项卡的“此连接使用下列项目”列表框中选择“Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)”选项,如图 2-9 所示。

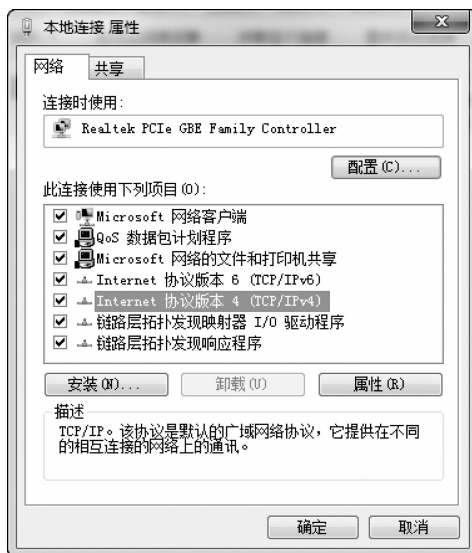


图 2-9 “本地连接 属性”对话框

(5) 单击“属性”按钮,在弹出的对话框中选中“使用下面的 IP 地址”单选按钮,输入 IP 地址、子网掩码、默认网关;选中“使用下面的 DNS 服务器地址”单选按钮,输入首选 DNS 服务器,如图 2-10 所示。

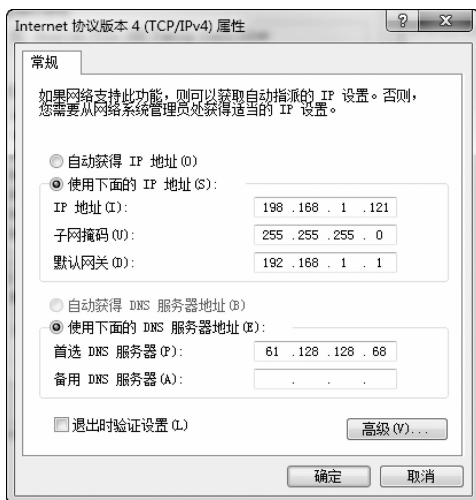


图 2-10 输入 IP 地址等信息

思考与练习

1. 填空题

- (1) 一个计算机网络有许多互相连接的结点,在这些结点之间要不断地进行_____交换。
- (2) OSI 参考模型是一个_____层的分层结构。
- (3) _____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。
- (4) TCP/IP 参考模型中_____的主要功能是负责将源机的数据报分组发送到目的机,源机和目的机可以在同一个物理网络上,也可以在不同的物理网络上。
- (5) 在 IPv4 地址中,Internet 协会定义了 5 种 IP 地址类型以适应不同容量的网络,即_____类~_____类。

2. 简答题

- (1) 简述分层网络体系结构的划分原则。
- (2) 画出 OSI 参考模型。
- (3) 画出 TCP/IP 参考模型。
- (4) 简述 IPv4 地址的表示形式。
- (5) 简述 IPv6 地址的表示形式。