

第 1 章 引 言

1.1 为什么要学习计算机网络

计算机网络的出现是 20 世纪最伟大的科学成就之一,而计算机网络的发展速度超过了世界上任何一门其他科学技术的发展速度。30 年以前,计算机网络只是一个待产的婴儿;而 20 年之前,它也只是大学校园和科研院所中专门从事网络通信和计算机方面研究工作的工具;10 年之前,计算机网络以及它的代表性产品——Internet 则已经开始在世界范围内连接不同专业和不同领域的不同组织机构和人员,成为人们打破时间和空间限制的有力手段。今天,几乎所有的人们都在谈论 Internet,越来越多的人在使用 Internet,它已成为信息革命和信息技术发展的代名词。Internet 已被连接到政府部门、军事机构、商业领域、学校、家庭以及社会的各个领域,正在改变着这些领域以及人们的生活方式和政治思想意识。上亿的人们已经和 Internet 连接,而且,其数量每年都在高比例增长。从 20 世纪 90 年代初 Internet 进入中国,到 2005 年 12 月 31 日为止,中国 Internet 的用户已经达到 1.11 亿户,其中宽带互联网用户达到了 6430 万人,上网计算机达到 4950 万台,网民普及率达到 8.5% (全球上网人数为 9.7 亿人,网民普及率为 15.2%)。除了中国电信、中国移动等国家大型 Internet 主干网之外,仅北京地区就有数十家大型的 Internet 接入服务提供商 ISP,国际出口带宽总量为 136106MB。

无可争议,计算机网络正在成为信息化社会的基础。网络是一个国家综合国力强弱的重要标志,正在成为人们普遍接受的事实。

为什么计算机网络技术和应用会如此迅速地发展呢?与其他任何科技成果一样,驱动其发展的因素只有两个,即技术驱动和市场驱动。

从技术的角度看,自 20 世纪 40 年代计算机出现以来,在以下几方面取得了极大的发展。

(1) 微电子技术日新月异,著名的摩尔定律指出微电子器件及芯片的处理速度以每 18 个月提高一倍的速率变化,这是计算机及网络硬件设备性能快速改善的关键。近年来的实际成效证明,硬件性能改善的实际速度在超越这一规律。

(2) 存储方式、存储介质的量和质的根本性变化,这使得大容量的信息内容在计算机内的存储和访问成为可能,增强了计算机和网络设备的信息存储力。

(3) 计算机软件技术的发展,特别是操作系统及其相关支撑工具软件的发展提供了在接近于实时处理条件下的多用户并发处理工具和机制,使得大型数据库系统及其相关的应用系统可以同时支持和处理多个同时访问的用户。

(4) 多媒体技术与用户界面的技术进步使得那些不懂得计算机技术的用户在经过简单培训后就能方便地使用计算机,从而使得计算机进入各行各业变得非常容易。

(5) 计算机体系结构的发展使得计算机的形态由小型机、大型机变为以 PC 机为主流,这使得人们可以方便地根据自己的需要设置计算机。

自 19 世纪摩尔发明有线电报以来,20 世纪的通信技术也出现了飞跃性的发展。继调幅无线电通信技术问世之后,调频广播脉冲编码与调制、时分多路电话、人造通信卫星等模拟与数字通信技术得到了飞速发展。人们除了使用电话在千里之外互通声音信息之外,电视还可以通过发射台和接收机把图像和声音单向地广播给广大用户。通信用的传输介质除了同轴电缆、双绞线、电力电缆以及光纤等有线设备之外,还有长距离无线通信、微波中转以及卫星中转与通信等多种方式,这些通信方式在早期大多是模拟式的。但是,微电子技术的进步提供了数字信号直接通信的条件,也就是说,计算机内处理的 0、1 序列信息不需要经过转换成模拟信号就可直接传送到其他计算机系统中处理。另外,即使对那些使用模拟信号进行通信的系统来说,调制解调设备(modem)的出现和处理能力的不断提高也使得计算机中的数字信号可以通过数模转换之后进行传输,信号到达接收端之后再经过模数转换后接收。这为网络技术的发展奠定了基础。

计算机网络技术得以迅速发展的另一个技术原因是数据库技术与信息内容(contents)的进步与发展。数据库,特别是分布式数据库技术的进步使得大量的信息内容被放入计算机,从而使得人们能够迅速地检索和得到他们所需要的信息。特别是 Web 技术的出现,人们可以使用超文本格式把文字、图像等信息汇于一体,从而极大地丰富了计算机中的信息资源。因此从技术的角度来看,计算机技术、通信技术与信息存储、表示与检索技术的飞速发展是推动和形成计算机网络技术发展的关键。

从市场驱动的观点来看,人们希望共享信息并渴望这种共享不受时间与空间的限制。武侠小说中的飞剑传书与孙悟空的一个筋斗十万八千里可能最直接地反映了这种愿望。在现代人们的生活中,尽管电话、传真等工具提供了声音和文字的实时传输,但这种通信方式的价格非常昂贵(必须在通信时间段内独立占用信道资源),且无法进行二次处理和保存,更无法传递动态的图像画面,由于电话采用直接连接方式,如果连接通话两端的某个中间站点出错,则无法继续通信。电视台能够将各种信息以非常生动的形式传送到千家万户,而收看电视的人们却无法把自己的感觉实时地反馈给电视台或要求电视台单独给自己提供某种特殊服务,即电视的发送和接收双方无法采用单一通信频道进行实时交互,要想完成这种实时交互,除非建立两套完全独立的发送和接收设备才有可能,这对于千千万万的电视接收者来说是不可能的。还有更重要的一点是,由于电视的广播特性,只要人们拥有电视机和相应的接收天线,就可以接收到所有的有关信息,这对于那些发送者只想把有关信息发送到指定接收部门和人员来说是无法接受的。

综上所述,计算机网络出现以前的各种通信方式存在着如下主要问题:

- (1) 电话等交互式通信工具价格昂贵,且抗毁性和安全性差。
- (2) 无法交互传输动画和动态图像。
- (3) 电视等广播方式无法在一个频道上和用户进行实时交互。
- (4) 无法将信息直接存储到计算机系统并进行二次处理,从而影响信息的使用与共享。
- (5) 无法进行没有时间和空间限制的控制活动,例如,在航天、深海作业以及工厂生产等场合。
- (6) 用户之间难以进行实时交互与合作等。

然而,在现实生活中的各个方面,人们对共享信息的要求越来越迫切。无论是硝烟弥漫的战场,充满商机的公司,决策千里之外的政府机构,机器轰鸣的制造工厂,还是那任凭思维

自由驰骋的科研院所和大专院校,人们都迫切希望能够打破时间和空间的限制,自由地交互和共享信息。计算机网络的出现正好为人们提供了打破时空限制的工具,使得地球在瞬时变成了一个真正的放在书桌上的地球仪,还有什么比这更令人激动的呢?如果三国时代的关云长不是用烽火台进行信息传递,而是用计算机网络进行交互式通信的话,历史将会完全是另一幅画面。20 世纪 90 年代初期的海湾战争中,如果美国没有使用计算机网络以及建立在计算机网络之上的 CALS 后勤辅助支持系统与 C3I 军事指挥系统的话,历史也恐怕会记下另一种结局。计算机网络的出现和发展使得越来越多的人相信:现在的社会各方面将会随着网络技术的发展和运用而彻底改变,无论是政治、经济、军事、商业或生活方式,甚至包括学习和研究。那么,可想而知:今后的战争将会是网络上的战争;今后的经济将会是网络上的经济;今后的学习将会在网络上的虚拟学校内进行学习;今后的工业生产将会通过分布在世界各地的网络来控制和管理;今后的文化娱乐也将会是与网络密不可分的。

计算机从 20 世纪 40 年代的粗鲁简单的庞然大物,经过小型机、大型机、PC 机以及笔记本电脑和 workstation 等各种不同的形态和结构,正在向 PDA(个人数字助理),以及 HPC(手持式电脑)等移动性强、能处理多媒体信息和具有强大通信能力的高智能设备发展。这些高智能设备正在由原来的单计算机联合起来共同应付来自于各方面的挑战。原来的单机系统的体系结构、运算逻辑、处理对象(数据或多媒体)、操作系统、编译器、编程语言等都在经历着从单机系统向网络计算的转变。这就是我们为什么要学习计算机网络的主要原因。

1.2 计算机网络及组成

什么是计算机网络?计算机网络为用户提供怎样的服务?这是人们学习网络时普遍关心的问题。简而言之,计算机网络是由不同通信媒体连接的、物理上互相分开的多台计算机组成的,将所要传输的数据划分成不同长度的分组进行传输和处理的系统。通信媒体可以是电话线路、有线电视(包括数据传输电缆、有线电视信号传输电缆、电力电缆等)、光纤、无线、微波、卫星等。这些通信媒体由相应的交换和互连设备连接起来组成相应的通信网络(或称通信系统)。因此,计算机网络也可看作是由地理上分散的多台计算机通过相应的数据发送和接收设备以及通信软件与通信网络连接起来,通过发送、接收和处理不同长度的数据分组来共享信息与计算机软硬件资源的系统。

与计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机或 workstation、PC 机以及笔记本电脑或相应的其他具有 CPU 处理器的智能设备。这些设备在计算机网络具有唯一的可供计算机网络识别和处理的通信地址。

计算机网络的重要特征之一是信息是按分组方式传输。这使得计算机网络不同于传统的电话等通信系统以及主机和多用户终端连接的系统,尽管远距离终端系统也是由通信媒体与计算机连接而成的。

计算机网络也可以看作是在物理上分布的相互协作的计算机系统。其硬件部分除了单体计算机、光纤、同轴电缆以及双绞线等传输媒体之外,还包括插入计算机中用于收发数据分组的各种通信网卡(在操作系统中,这些网卡被当成一种外部设备),把多台计算机连接到一起的集线器、交换机、无线访问点(access point, AP)设备,扩展带宽和连接多台计算机用的交换机(switch)以及负责路径管理、控制网络交通情况的路由器或 ATM 交换机等。其

中路由器或 ATM 交换机是构成广域网络的主要设备,而交换机和集线器则是构成局域网的主要设备(有关局域网与广域网的概念将在后述的章节中讨论)。这些设备都可被看作一种专用的计算机。

与计算机网络有关的软件部分大致可分为 5 类:操作系统核心软件、通信控制协议软件、管理软件(包括安全、记账、出错、配置等)、交换与路由软件以及应用软件。

操作系统核心软件是网络软件系统的基础。一般来说,和计算机网络连接的主机或交换设备所使用的操作系统必须是多任务的,否则将无法处理来自不同计算机的数据的收发任务。这也是 UNIX 操作系统从一开始就成为 Internet 上的主要操作系统的原因。

协议软件则是计算机网络中通信各部分之间所必须遵守的规则集合,它定义了通信各部分交换信息时的顺序、格式和词汇。协议软件是计算机网络软件中最重要、最核心的部分。计算机网络的体系结构都是由协议决定的。而且,网络管理软件、交换与路由软件以及应用软件等都要通过协议软件才能发生作用。

管理软件管理计算机网络的用户、安全以及网络运行状态和负责计费等工作。而交换与路由软件则负责为通信各部分之间建立和维护传输信息所需的路径。

计算机网络透过应用软件为用户提供网络服务,即信息资源的传输和共享。应用软件可分为两类,一类是由网络软件厂商开发的通用应用软件工具,包括电子邮件、Web 服务器及相应的浏览搜索工具等。例如使用电子邮件软件传输信息,使用网络浏览查询 Web 服务器上的各类信息等。另一类应用软件则是依赖于不同的用户业务的。例如网络上的金融、电信管理、制造厂商的分布式控制与操作。与操作系统为开发用户程序提供系统调用功能一样,计算机网络为一类应用软件的开发提供相应的接口和服务。人们往往把这一类应用软件的开发与网络建设一起称为系统集成(system integration)或系统整体解决(system solution)。

综上所述,计算机网络是一个由不同传输媒体构成的通信子网,与这个通信子网连接的多台地理上分布的具有唯一地址的计算机,将数据划分为不同长度的数据分组进行传输和处理的协议软件以及应用系统所组成的传输和共享信息的系统。

图 1-1 是一个计算机网络的简单例子。图 1-1 中的 $H_1, H_2, \dots, H_i, \dots, H_m$ 为主机, $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_m$ 为网络路由器或交换节点。整个网络可以看成通信子网和资源子网两大部分,多个主机系统(硬件、软件和数据)构成资源子网,路由器或交换节点构成通信子网,穿越通信子网的两台主机之间是典型的端到端(end-to-end)连接。主机和路由器通过相应的通信网卡与传输线路进行连接。主机之间传输的信息则被划分为相应的数据分组按照一定的通信协议进行传输和处理。

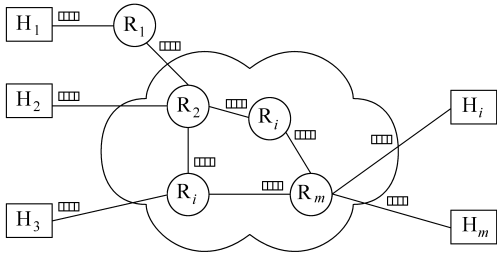


图 1-1 计算机网络示例

1.3 计算机网络发展简史

计算机网络的发展可分为 4 个阶段,即初始阶段、Internet 推广阶段、Internet 普及阶段和 Internet 大发展阶段。

1. 初始阶段

计算机网络的概念最早起源于 1964 年 8 月的美国兰德公司的一篇有关分布式通信的研究报告。该报告的提出导致了美国军方一些高层人士对通信系统的新设想:即建立一个类似于蜘蛛网(Web)的网络系统,使得如果在现代战争中,通信网络中的某一个交换节点被破坏之后,系统能够自动地寻找另外的路径保证通信畅通和共享计算机中的信息资源。

1968 年,DARPA(美国国防部高级研究计划局)把这个项目交给了加州大学洛杉矶分校的贝拉涅克领导的研究小组。该小组于 1969 年 8 月成功地推出了 4 个交换节点组成的分组(packet)交换式计算机网络系统 ARPANET。

事实上,计算机网络技术的发展与计算机操作系统的发展有着相当密切的关系。1969 年,AT&T 成功开发了多任务分时操作系统 UNIX,而最初的 ARPANET 所有的 4 个节点处理机 IMP(interface message processor)就是采用的装有 UNIX 操作系统的 PDP-11 小型机。由于 UNIX 系统的开放性以及 ARPANET 的出现所带来的新曙光,许多学术机构和科研部门纷纷加入该网络,使得 ARPANET 在短时期就得到了较大的发展。

比 ARPANET 稍晚开发成功的是为了在近距离内共享计算机内信息的局域网 LAN(local area network)。1972 年,美国施乐公司(Xerox)成功开发了著名的以太网(Ethernet),使得在 500 米范围内的计算机可以通过电缆与网卡(network interface card, NIC)连接起来进行以 10M 比特每秒速率传输的数据通信。

1972 年,世界上第一封电子邮件在 ARPANET 内传输成功。而 1973 年,ARPANET 又实行了和卫星通信系统 SAT 网络的连接。更重要的是 1974 年塞尔夫和卡恩共同设计开发成功了著名的 TCP/IP 通信协议(将在后续章节中讲述),并将其插入了 UNIX 系统内核中,从而为各种不同类型的计算机通信子网的相互连接提供了标准与接口。

然而,ARPANET 在刚刚开始时并未得到工业界的认可。各计算机公司从 20 世纪 70 年代初期开始纷纷加大在计算机网络方面的研究与开发力度,并提出自己的网络体系结构。其代表有 IBM 公司的 SNA 网络,以及 DEC 公司的 DNA 网络等。网络体系结构主要指网络中协议软件的层次划分,以及每层协议所完成功能(将在第 4 章中介绍)。但是,由于不同的网络体系结构中的计算机主机之间无法互相连接和通信,因此,在 20 世纪 70 年代末期,国际标准化组织 ISO(International Standards Organization)成立了开放系统互连 OSI(Open System Interconnection)分委员会,提出了所谓 ISO/OSI 开放系统互连网络体系结构参考模型。也就是人们常说的 OSI 参考模型,以期各计算机厂商能够遵循该模型开发相应的网络软件产品,从而便于不同厂商的计算机网络软硬件产品能够互相连接和互相通信与操作。

OSI 参考模型的提出对于推动计算机网络理论与技术的研究与发展起了巨大的作用。但是,由于 OSI 参考模型所规定的网络体系结构在实现上的复杂性和 ARPANET 与 UNIX 系统的迅速发展,TCP/IP 协议逐渐得到了工业界、学术界以及政府机构的认可,并得到了

迅速发展,以致形成了今天席卷全球的 Internet 网络。

2. Internet 推广阶段

1986 年,ARPANET 正式分成两大部分:美国国家基金会资助的 NSFNET 和军方独立的国防数据网。由于美国国家基金会的支持,许多各地区和各院校的网络开始使用 TCP/IP 协议和 NSFNET 连接,Internet 的名字作为使用 TCP/IP 协议连接的各个网络的总称开始被正式采用。美国 Cisco 公司也在 1986 年开发成功了世界首台多协议路由器,为 Internet 网络产品的开发和发展提供了产业基础。

1989 年,日内瓦欧洲粒子物理实验室成功开发万维网 WWW(World Wide Web),为在 Internet 存储、发布和交换超文本的图文信息提供了强有力的工具。

从 1986 年至 1989 年,Internet 的用户主要集中在大学和有关研究机构。OSI 参考模型无论是在学术界还是工业界和政府部门都具有相当大的影响力。美国政府还专门制定了有关 OSI 协议的实现标准 GOSEP,学术界的人也大都认为 Internet 与 TCP/IP 协议将向 OSI 参考模型转换。当时,几乎所有的计算机网络教科书都是基于 OSI 参考模型的。

这一时期,Internet 处于推广阶段。

3. Internet 普及阶段

从 1990 年开始,电子邮件、FTP、消息组等 Internet 应用越来越受到人们欢迎。TCP/IP 协议在 UNIX 系统中的实现又更进一步推动了这一发展。

由于 Internet 的规模日益扩大,不同地域和国家之间开始建立相应的交换中心。Internet 的管理中心 INTERNIC 也开始把相应的 IP 地址分配权向各地区交换中心转移。

1993 年是 Internet 发展史上重要的一年。美国伊利诺伊大学国家超级计算中心开发成功了网上浏览工具 Mosaic,进而发展成 Netscape,使得 Internet 用户可以使用 Mosaic 或 Netscape 自由地在 Internet 浏览和下载 WWW 服务器上发布和存储的各种软件与文件,WWW 与 Netscape 的结合引发了 Internet 的第二次发展大高潮。各种商业机构、企业、机关团体、军事、政府部门和个人开始大量进入 Internet,并在 Internet 上大作 Web 主页广告和开始进行网上商业活动,一个网络上的虚拟空间(cyberspace)开始形成。

4. Internet 大发展阶段

从 1993 年开始,以 Internet 为代表的计算机网络进入了大发展阶段。人们不再认为 OSI 参考模型会成为计算机网络发展的主流。无论学术界、工业界、政府部门还是广大用户,都清楚地看到 Internet 的重要作用和巨大潜力,纷纷开始支持和使用 Internet。

在这种形势下,美国总统克林顿于 1993 年宣布正式实施国家信息基础设施计划。美国国家科学基金会也宣布自 1995 年开始,不再向 Internet 注入资金,使其完全进入商业化运作。从而正式拉开了世界范围内的争夺信息化社会领导权与制高点的战争。计算机科学技术也由此而进入了以网络计算为中心的历史性新阶段。

紧接着的就是跨平台的网络语言 Java(1996 年)、网络计算机(NC)与 HPC(Handed Personal Computer)(1997 年)的问世以及 Internet NGI(Net Generation Internet)和 Internet II 等的新研究计划的提出。近年来,网络技术和普适计算的出现更使得计算机网络向着无处不在的方向发展。

1.4 计算机网络的分类和功能

1.4.1 计算机网络分类

计算机网络的分类主要有如下几种：从网络的连接范围分为广域网(wide area network, WAN)、地区网或城域网(metropolitan area network, MAN)以及局域网(local area network, LAN)。

广域网的连接范围一般为几十到几千公里,地区网或城域网的连接范围一般为几公里到几十公里,而局域网的范围一般为几百米至几公里。一般来说,局域网的传输速度最高,地区网和城域网次之,传输速度较低的是广域网。

另外,从使用范围和用途来分,又可分为校园网(campus network)、企业网(enterprise network)、公用网(public network)、专用网(private network),以及内联网(intranet)和外联网(extranet)等。其中校园网大多由多个局域网加上相应的交换与管理中心构成,主要用于校园内外师生们教学科研时的信息交流与共享。企业网主要指企业用来进行销售、制造过程控制以及人事、财务等管理的各种局域网或广域网的组合。公用网则一般是由政府或相应的商业机构出资建造,为大众或各种组织机构提供网络服务的网络。专用网指某个行业或公司为本部门工作需要所建造的专用网络。这些网络或具有自己的网络体系结构,或虽采用 Internet 体系结构,但不和其他的计算机网络连接。

内联网(intranet)或外联网(extranet)一般多针对企业网而言。内联网主要指采用 Internet 技术,具有自己的 WWW 服务器和安全防护系统。但又仅服务于企业内部,不和 Internet 直接连接的计算机网络。

外联网(extranet)则指那些既采用 Internet 技术,又有自己的 WWW 服务器,同时又将该网络扩展连接到与自己相关的其他企业的网络上,但不和 Internet 直接连接的计算机网络。

内联网和外联网与 Internet 连接时,都要经过相应的防火墙(firewall)设施和访问认证。因此,安全是内联网或外联网所关心的重要问题之一。

对于局域网,可以把它分成客户机/服务器(client/server)型和对等型两种网络。

在客户机/服务器型网络中,服务器是提供共享资源及服务的设备,客户机是获取资源和服务的设备,网络操作系统分为服务器端操作系统和客户端软件,它们分别运行在两种不同设备上。在客户机/服务器网络中,可以只选用几台高性能的计算机作为服务器,共享资源可以就安放在几台关键设备上,这对提高网络安全性和管理效率都有好处,典型服务器有文件服务器、打印服务器、通信服务器和应用程序服务器等。基于客户机/服务器结构的典型网络操作系统有 Novell 公司的 NetWare 软件系统。

对等网络中,不设置专用服务器,网络中的每台机器既是服务器也是客户机,既管理自己的资源和客户也可以作为客户机访问其他计算机上的资源。Microsoft 公司的 Windows 95/98 就是典型的对等网络操作系统,它们是内置联网功能的单机操作系统。这种网络缺乏足够的安全性。

1.4.2 计算机网络的功能

建立计算机网络的动机就是实现数据的远程传递与共享,随着网络技术及应用的高速发展,网络功能已包括共享软件资源与硬件资源、提供新服务等多个方面。不论网络类型如何,其基本功能包括以下几个方面。

(1) 共享软硬件资源

资源共享是网络的重要功能,它突破地理位置的限制,使网络资源得到高效利用,这些网络资源主要包括硬件资源、软件资源和数据资源。硬件资源主要指高性能的处理机、大容量的存储设备、特殊的外围设备;软件资源指程序设计语言、软件包和应用程序等;数据资源指数据文件和数据库。

(2) 实现计算机之间的通信

计算机之间的通信是计算机网络的基本功能之一,它使不同地区的用户、计算机及进程通过网络进行对话并交换数据和信息。

(3) 提供集中管理和分布式处理的能力

通过集中管理既能控制资源的分配和访问权限,也能协调服务的同步实现。典型的应用系统有飞机订票系统、军事指挥系统。

分布式处理就是把处理任务分散到各个计算机上完成,这样既可以降低软件设计的复杂性,也可以降低对单个计算机硬件的性能要求,更能提高系统效率和降低系统成本。

(4) 提高计算机系统的可靠性

在网络系统中,当一个通信链路或一台计算机出现故障时,网络中的其他链路或计算机可以替代完成有关任务。

(5) 提供新服务项目

网上信息查询与获取、网上远程教学、网上医院、IP 电话、网上视频点播等项目都是网络提供的新服务。

1.5 本书的构成

本书主要分成 6 篇。第一篇主要简述数据通信的基本原理。学过通信原理或对通信基础知识比较熟悉的读者可以跳过这一篇。

第二篇主要描述分组交换技术与各种局域网络的组成原理。该篇主要描述为什么会出现分组交换以及分组交换的基本原理。然后,将介绍几种主要的局域网,例如以太网、快速以太网、FDDI(fiber distributed data interconnect)和环网、无线局域网、千兆以太网和万兆以太网等的工作过程与原理。第二篇还介绍流控、连接、点到点通信、ATM 等广域网技术,在第 8 章介绍了几种主要的宽带接入网络技术。

第三篇主要介绍网络互联技术。本书主要以 Internet 体系结构中的 TCP/IP 协议为主,介绍网络互连与路由。重点讲述构成 Internet 的主要产品——路由器的工作原理和主要技术,包括 IP 路由技术。同时,第三篇也介绍网桥、网关等其他互连设备与技术。

第五篇描述计算机网络的应用与管理,包括 Internet 网络管理的有关协议与网络安全的原理与方法。另外,本篇还讲述 Internet 应用。Internet 应用包括两个方面,一个是关于

Internet 上的一般应用,另外一个方面则是如何利用已有的 Internet 技术和产品构成面向用户的具体应用。本书主要介绍利用 Internet 技术和局域网技术进行系统集成的方法,以使读者能对网络系统集成有一个基本的了解。

第六篇主要介绍计算机网络发展的方向和动态,包括 IPv6 协议、服务质量控制、网格、P2P、无线传感网络、主动式网络以及移动通信网络等。

练习与思考

1. 什么是计算机网络? 计算机网络如何分类?
2. 网络发展经历了哪几个阶段? 每个阶段的特点是什么?
3. 计算机网络的功能是什么?
4. 什么是网络的 B/C、B/S 和对等结构?
5. 计算机网络与网格的联系与区别是什么?

第 一 篇

数据通信基础