

高职高专公共基础课规划教材

GAOZHIGAOZHUAN GONGGONG JICHUKE GUIHUA JIAOCAI



计算机网络

刘前 李博 编著



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

高职高专公共基础课规划教材

GAOZHIGAOZHUAN GONGGONG JICHUKE GUIHUA JIAOCAI



计算机网络

编著 刘 前 李 博
主审 赵 伟



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为高职高专公共基础课规划教材。本书较全面地介绍了计算机网络的基本理论,并在理论知识的基础上加强了计算机网络应用方面的技能培养,注重实用性,将基础理论知识与应用操作相结合,使读者更容易掌握所学知识。全书共分8章,主要内容包括计算机网络概论,数据通信基础,计算机网络的体系结构与协议,局域网,Internet 基础与应用,计算机网络安全与管理,网络操作系统,构建Windows Server 2003 服务器等。

本书主要作为高职高专计算机及相关专业的教材,也可作为培训用书,还可作为网络工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络 / 刘前, 李博编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

高职高专公共基础课规划教材

ISBN 978-7-5083-8686-7

I. 计… II. ①刘… ②李… III. 计算机网络—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 051504 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 390 千字

定价 25.60 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

进入 21 世纪, 计算机网络进入了飞速发展的阶段, 据 2008 年 7 月 24 日, 中国互联网络信息中心 (CNNIC) 发布的《第 22 次中国互联网络发展状况统计报告》显示, 截至 2008 年 6 月底, 我国网民数量达到了 2.53 亿, 首次大幅度超过美国, 跃居世界第一位。CNNIC 公布的这一数字说明, 我国作为互联网大国的规模已经初现, 中国互联网伴随着网络技术的改进和普及, 正在走向成熟。计算机网络已经不是计算机专业人士的专用产品, 它已经走入了普通的千万百姓家。

本书系统的讲解了计算机网络的基本概念和工作原理, 并讲解了 Internet 的应用等相关知识, 适用于计算机及相关专业的专科的网络技术教学。全书共分 8 章: 第 1 章主要介绍计算机网络一些相关的概念及基础知识, 第 2 章主要介绍数据通信方面的一些基础知识, 第 3 章讲解计算机网络的体系结构与协议, 第 4 章介绍网络的主要组成部分, 对局域网进行深入的分析与讲解, 第 5 章主要讲解 Internet 的基础与应用, 第 6 章讲解关于计算机网络安全与管理的相关知识, 第 7 章简单的介绍了常用的网络操作系统, 第 8 章为实践部分, 主要讲解如何构建 Windows Server 2003 服务器。本书主要注重理论讲解, 并配有大量的实验实训内容, 能够帮助读者全面的了解和掌握计算机网络的基本知识及实践技能。

本书由刘前、李博编写, 沈阳职业技术学院赵伟副教授审阅了书稿, 并提出了许多宝贵的意见和建议, 在此表示衷心的感谢。

由于编者能力有限, 错漏之处在所难免, 欢迎广大读者批评指正。

编 者

2009 年 1 月

目 录

前 言

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的形成、现状与发展趋势	6
小结	7
习题	8
第 2 章 数据通信基础	9
2.1 数据通信技术	9
2.2 数据编码技术	13
2.3 信道复用技术	20
2.4 数据交换技术	22
2.5 差错控制技术	26
小结	31
习题	31
第 3 章 计算机网络的体系结构与协议	33
3.1 层次化的体系结构	33
3.2 开放系统互联参考模型 (OSI/RM)	35
3.3 TCP/IP 协议集	40
小结	41
习题	41
第 4 章 局域网	43
4.1 局域网概述	43
4.2 介质访问控制方法	53
4.3 以太网技术	62
4.4 局域网的组建	72
小结	85
习题	85
第 5 章 Internet 基础与应用	87
5.1 Internet 概述	87
5.2 域名与 IP 地址	90
5.3 常见 Internet 接入方式	99
5.4 Internet 提供的服务	118
小结	127
习题	128

第 6 章 计算机网络安全与管理	129
6.1 计算机网络安全	129
6.2 计算机网络安全技术.....	132
6.3 计算机病毒	138
6.4 计算机网络管理	140
小结	144
习题	144
第 7 章 网络操作系统	146
7.1 网络操作系统基础	146
7.2 Windows 操作系统	149
7.3 NetWare 操作系统	151
7.4 UNIX 操作系统	152
7.5 Linux 操作系统	154
7.6 Windows Server 2003 操作系统及其应用.....	154
小结	180
习题	180
第 8 章 构建 Windows Server 2003 服务器	182
8.1 用户及工作组的管理.....	182
8.2 建立文件服务器	186
8.3 建立 DHCP 服务器.....	195
8.4 建立 Web 服务器	201
8.5 建立 DNS 服务器	210
8.6 建立 FTP 服务器.....	221
8.7 建立 E-mail 服务器.....	231
小结	248
参考文献	249

第 1 章

计算机网络概论

随着计算机技术的迅速发展,计算机的应用逐渐渗透社会生产生活的各个方面,而社会对计算机技术的越来越多的应用要求,则促使计算机技术与通信技术的结合。计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,它代表着计算机系统结构发展的一个重要方向。计算机网络技术的产生,使人类社会的生产、生活方式发生了翻天覆地的变化。

1.1 计算机网络的定义

计算机网络是一个发展中的事物,因此到目前为止对计算机网络并没有一个严格统一的定义。对计算机网络的定义,不同教材的说法也会略有不同,而随着网络技术的发展以及网络应用范围的扩展,计算机网络的概念也在不断的发展之中。

1.1.1 计算机网络的定义

所谓计算机网络,就是利用通信设备与通信线路将分散在不同地理位置、具有独立功能的多台计算机系统互相连接,按照网络协议进行数据通信,实现资源共享的系统。简言之,就是独立计算机互联的资源共享系统。

计算机网络的定义存在以下几个要点:

(1) 组成网络的计算机要求是具有独立功能的计算机。功能独立的计算机必须由软、硬件两部分构成,能够独立地实现计算机的各种功能。采用一台服务器带多台查询终端的图书查询系统、银行交易系统,均不属于计算机网络。

(2) 计算机网络不是计算机之间的简单连接,只有两台计算机能够交换信息,才可称为互联(Interconnected)。互联首先要通过双绞线、光纤等介质实现计算机间的物理连接,然后按照约定的规则发送和接收信息,网络协议就是约束计算机之间相互通信的规则。

(3) 计算机网络通信的目的是实现资源共享。不是为这个目的而组成的计算机系统,则不是计算机网络。例如分布式计算机系统、多处理机系统中的多台独立的计算机虽然可以进行通信,但这两个系统并非计算机网络。

1.1.2 计算机网络的组成

计算机网络由计算机系统、通信设备和通信线路等组成,如图 1-1 所示。计算机网络从功能上可以分为两大部分:

1. 通信子网

通信子网提供网络中的信息传递功能,完成主机之间的数据传输、交换、控制和变换等通信任务。通信子网由传输部分和交换部分组成。

传输部分即传输信息的信道,负责信息的传输,如电话线、双绞线或同轴电缆等;交换部分也称为网络节点,实现数据的发送、接收与转发等功能,可以是节点处理机或分组交换机等,也可以是专用于通信的计算机等。

2. 资源子网

资源子网负责处理终端主机上的信息资源。资源子网包括拥有资源的主机和请求资源的终端、通信子网接口设备和软件等。PC 机、服务器、共享的打印机及相关软件等均属于资源子网。

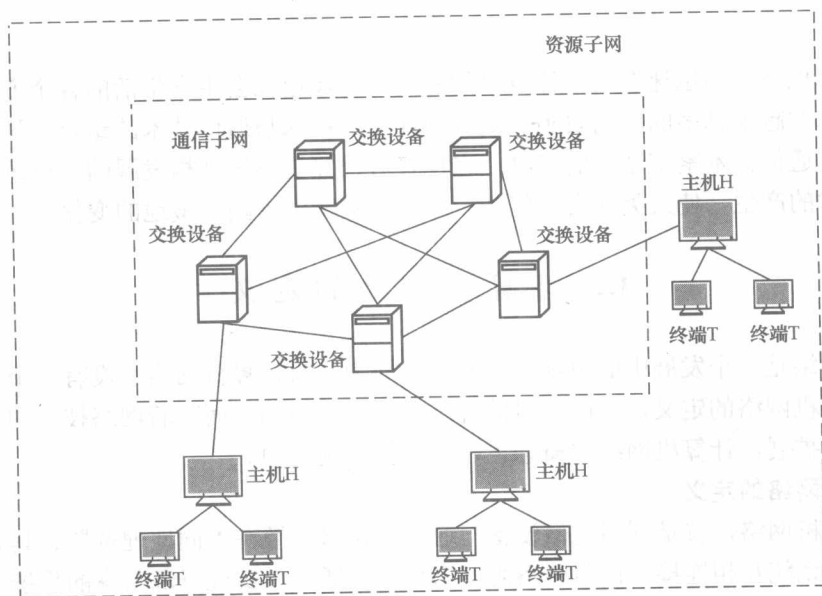


图 1-1 计算机网络组成

1.1.3 计算机网络的功能与应用

计算机网络主要目的在于实现资源共享，因此它的功能表现在硬件资源共享、软件资源共享和用户间信息交换三个方面。

1. 硬件资源共享

通过硬件资源的共享可以实现计算机处理设备、存储设备、输入/输出设备等资源的共享，如具有特殊功能的 CPU、高分辨率打印机、大型绘图仪、大容量存储器等，从而可以实现节约资源、集中管理和均衡负载等功能。

2. 软件资源共享

在互联网上，允许用户远程访问各类的大型数据库。通过软件的资源共享，用户可以得到网络文件传送服务、远程进程管理服务、远程文件访问服务、在线查毒杀毒等，从而避免软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存储，也便于集中管理。

3. 用户间信息交换

计算机网络的产生，使用户间的通信方式发生了巨大变化，用户可以通过计算机网络传送电子邮件、利用即时聊天工具视频聊天、发布新闻消息、在论坛上讨论热点话题、召开网络会议、书写博客日记等。

计算机网络是目前计算机应用中的热点，如今计算机网络几乎深入到社会生活的各个领域。Internet 已成为家喻户晓的计算机网络，它也是世界上最大的计算机网络，是一条贯穿全球的“信息高速公路主干道”。计算机网络的作用突出表现在如下几个方面：

1. 网络在教育科研中的应用

通过计算机网络,人们可以在线查询文件、资料,可以进行学术交流、交换实验数据,甚至可以进行国际项目合作。通过计算机网络,开设网上学校实现远程授课已经成为现实,学生可以在家里随时听课,及时提问或参与讨论,并通过网络交付作业和参加考试。

2. 网络在企事业单位中的应用

通过计算机网络,办公自动化已不仅仅是简单的文字处理及文档管理,在部门间还可以做到各种软硬件资源共享,并在线实现信息录入、处理及进行存档,实现信息的综合处理与统计,实现报表的生成与传递,简化人员间的通信联络,做出决策与判断。

若建立单位内联网(Intranet)还可以通过 Internet 实现异地办公。

3. 网络在商业范围内的应用

随着计算机网络的广泛应用,电子数据交换(EDI)成为国际贸易往来的一个重要手段,它以一种共同认可的资料格式,使分布在全球各地的贸易伙伴可以通过计算机传输各种贸易单据;电子商务的迅猛发展帮助人们轻松实现网上购物、电子付款等新的消费方式;POS 柜台销售信息网络系统,是超级市场现代化的标志;而 ATM(自动取款机)是信用卡业务的扩展,是向电子货币过渡的重要手段。

随着计算机技术和通信技术的迅速发展以及它们的紧密结合,其应用范围越来越广泛。如证券交易系统、期货交易系统等,离开了计算机网络将一事无成。

4. 提供现代化的通信方式

通过计算机网络收发电子邮件、拨打网络电话、通过即时通信工具进行语音或是视频聊天,已是大家普遍使用的通信方式。除文字信息外,声音、图像、视频等信息也能在网上轻松传递,用计算机网络来召开国际会议如同亲临现场。计算机网络技术对现代通信技术和通信方式也是一种促进,程控交换、公共信道信号与集中监控系统构成了智能化网络。

随着网络技术和各种网络应用的需求,计算机网络应用的范围在不断扩大,应用领域也越来越宽,越来越深入,许多新的计算机网络应用系统不断地被开发出来,可以预言,计算机网络具有广阔的发展前景。

1.1.4 计算机网络的分类

计算机网络可以通过不同的角度进行分类。

1. 按网络的分布范围分类

按网络的地理分布范围来看,计算机网络可以分为局域网、城域网和广域网三种。

局域网 LAN (Local Area Network, LAN),是分布在小范围内的计算机网络,一般范围局限在十几公里之内,属于某个单位或个人所独有,传输速率可达 1~100Mbps 甚至更快,结构简单,布线容易。例如,将一个实验室、一栋大楼、一个校园、一个单位内的有限的计算机、终端等各种设备互联成网,就成为局域网。

城域网 MAN (Metropolitan Area Network, MAN),分布介于局域网和广域网之间,是在一个城市内部建立的计算机网络,提供全市的信息服务。城域网基本上是局域网的延伸,通常使用局域网的技术,但在传输介质和布线结构方面牵涉范围更广。现在局域网和城域网的界线越来越模糊。

广域网 WAN (Wide Area Network, WAN),分布范围很广,可以分布在一个国家、几个国家,甚至是全球范围内。广域网传输速率较低,结构复杂。它采用的技术、应用范围和协

议标准多种多样。广域网的典型代表是因特网。

2. 按网络的交换方式分类

按网络的交换方式来看, 计算机网络可以分为电路交换网、报文交换网和分组交换网三种。

电路交换方式最早出现在电话系统中, 早期的计算机网络就是采用这种方式来传输数据。用户开始传输数据前, 申请一条从发送端到接收端的物理信道, 并且在双方通信期间始终独占该信道。进行电路交换要将数字信号转换成模拟信号才能在信道上传输。

报文交换方式是一种数字传输方式, 类似于邮政通信。当通信开始时, 源主机发出一个完整的报文(其长度没有限制), 存储在交换设备中, 交换设备根据报文的地址为其选择合适的路径转发。每个报文中都含有目的地址, 每个中间节点都要为途经的报文选择适当的路径, 直至使其达到最终目的地, 这种方式叫做存储—转发方式。

分组交换方式是当前计算机网络中最常采用的交换方式之一, 分组交换也采用报文传输, 它将一个长的报文分割为许多定长的分组, 以分组作为传输的基本单位, 这些分组逐个由中间节点采用存储—转发的方式进行传输。由于分组的长度有限, 因此大大简化了存储管理, 加速了信息在网络中的传播速度。由于分组交换方式优于电路交换和报文交换, 并具有很许多优点, 因此, 分组交换已经成为计算机网络的主流。

3. 按网络的拓扑结构分类

按网络的拓扑结构来看, 计算机网络可以分为星型网络、树型网络、总线型网络、环型网络、混合型网络和网型网络。

(1) 星型网络是由中央节点和通过点到点通信链路接到中央节点的各个站点组成, 如图 1-2 (a) 所示。星型网络采用集中方式进行通信, 因此中央节点相当复杂, 而各个站点通信负担较小。

星型拓扑结构控制比较简单, 出现故障诊断和隔离比较容易, 中央节点可以方便地对各个站点提供服务和对网络重新配置, 但是星型结构电缆长度太长而且安装量比较大, 中央节点负担较重, 易形成瓶颈, 各站点的分布处理能力较低。

(2) 总线型网络是将所有站点连接一条总线上, 任何一个站点发送信息就沿着总线传输, 如图 1-2 (b) 所示。由于所有站点共享一条公共信道, 因此一次只能有一个设备传输信号。发送时, 发送站将报文分成分组, 逐个发送这些分组, 当分组经过各站时, 其中目的站识别分组所携带的目的地址, 并复制下分组的内容。

总线拓扑结构所需电缆数量少, 结构简单, 有较高可靠性, 易于扩充, 增加减少用户比较简单, 但是对故障的检测和隔离比较困难, 不能保证信息的及时传送, 不具有实时功能。

(3) 环型网络由站点和连接站点的链路组成一个闭合环, 如图 1-2 (c) 所示。每个站点能够接收从链路上传输过来的数据, 并以同样速率将数据发送出去。数据以分组的形式发送, 每个分组除了数据, 还包括一些控制信息。

环型拓扑结构具有电缆长度短的优点, 易于增加或减少工作站, 但是一个节点的故障可能会引起全网的故障, 对故障的检测和隔离困难。

(4) 树型网络是从总线网络演变而来的, 最顶端是树根, 根以下为分支, 分支以下还可以有分支, 如图 1-2 (d) 所示。根节点接收各站点发送的信息, 然后再广播发送到全网。

树型拓扑易于扩展, 故障诊断和隔离容易, 但是各站点对根节点的依赖性太大, 如果根

节点发生故障，则全网不能正常工作。

(5) 网型网络中节点间全连接，如图 1-2 (e) 所示。网型拓扑在广域网中广泛应用，优点是不受瓶颈问题和失效问题的影响。由于节点间有多条路径相连，可以为数据流选择适当的路由，从而绕过失效的或过忙的节点。但是网型拓扑结构复杂，成本较高。

(6) 将以上两种或两种以上拓扑结构混合起来就构成混合型网络，如图 1-2 (f)、(g) 所示。最常见的混合型网络为星—环混合和星—总混合。

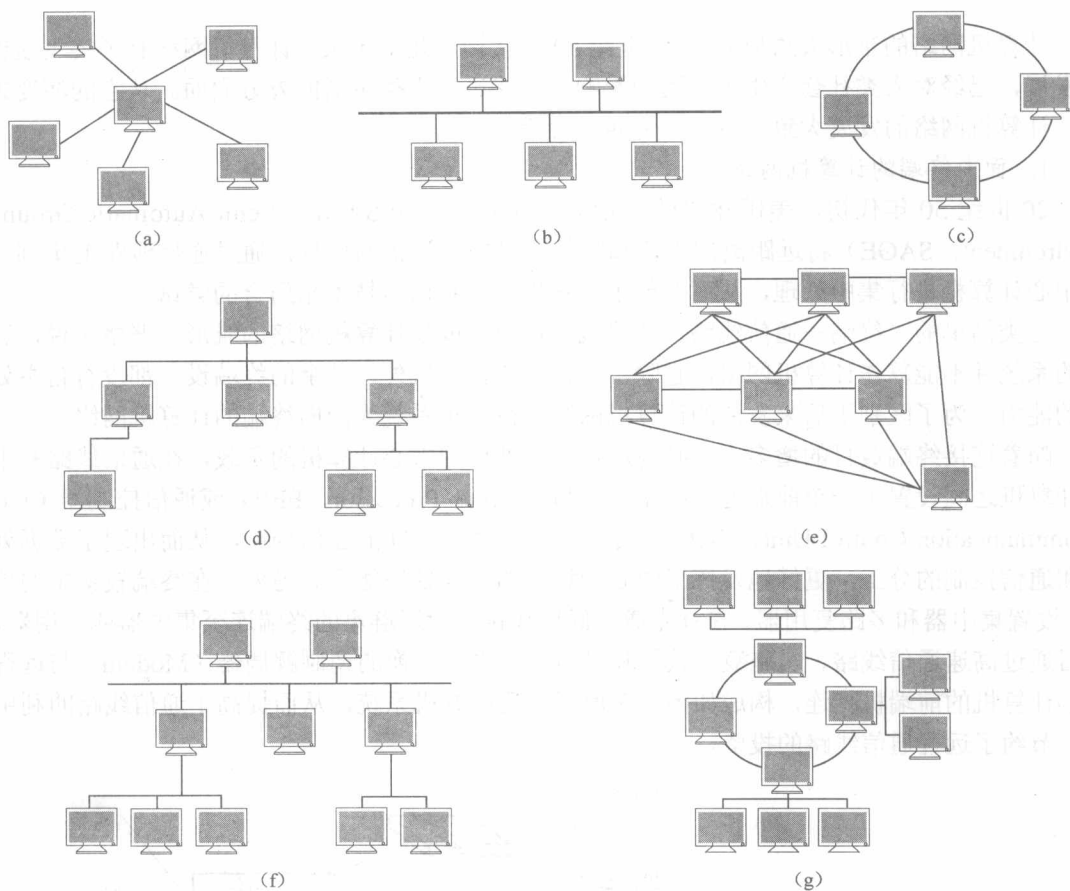


图 1-2 网络拓扑结构

(a) 星型网络；(b) 总线型网络；(c) 环型网络；(d) 树型网络；(e) 网型网络；(f)、(g) 混合型网络

混合型拓扑可以综合两种拓扑结构的特点，扬长避短，应用范围较广。

4. 按网络的传输系统与交换系统的所有权分类

按网络的传输系统与交换系统的所有权来看，计算机网络可以分为公用网和专用网。

公用网 (Public Network) 一般是国家邮电部门建造的网络，它并不单独属于哪个单位所有，主要目的是为公众提供商业和公益性的通信和信息服务，比如 Internet。专用网 (Private Network) 是为政府、企业、行业和社会发展等部门提供具有部门特点的、具有特定应用服务功能的计算机网络。它只属于某一单位所有，而且只有本单位内部的人才可以使用网络资源，比如 Intranet。

5. 按其他方式分类

网络的分类多种多样, 还有一些其他的分类方式, 比如: 按提供的服务类型可以分为客户机/服务器模式网、浏览器/服务器模式网、对等网; 按传输技术可以分为广播通信网、点对点通信网; 按传输介质可以分为有线网、无线网。

1.2 计算机网络的形成、现状与发展趋势

计算机网络的雏形大约形成于 20 世纪 50 年代初, 几十年来, 计算机网络有了突飞猛进的发展, 已经对人类社会产生了深远的影响, 并渗透到人类生活的方方面面。从它的演变来看, 计算机网络的发展大致上可以分为四个阶段。

1. 面向终端的计算机网络

20 世纪 50 年代初, 美国建立的半自动地面防空系统 SAGE (Semi-Automatic Ground Environment, SAGE) 将远距离的雷达和其他测量控制设备的信息, 通过通信线路汇集到一台中心计算机进行集中处理, 从而开创了计算机技术和通信技术相结合的尝试。

这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统, 成为计算机网络的雏形。严格来说, 这样的系统并不能算作计算机网络, 它除了一台中心计算机外, 其余的终端设备都没有自主处理的能力。为了区别于后来发展的计算机网络, 称这种系统为面向终端的计算机网络。

随着连接终端数目的增多, 为减轻承担数据处理的中心计算机的负载, 在通信线路和中心计算机之间设置了一个前端处理机 FEP (Front End Processor, FEP) 或通信控制器 CCU (Communication Control Unit, CCU), 专门负责与终端之间的通信控制, 从而出现了数据处理的分工, 更好地发挥了中心计算机的数据处理能力。另外, 在终端较集中的地区, 设置集中器和多路复用器, 它首先通过低速线路将附近群集的终端连至集中器或复用器, 然后通过高速通信线路、实施数字数据和模拟信号之间转换的调制解调器 (Modem) 与远程中心计算机的前端机相连, 构成如图 1-3 所示的远程联机系统, 从而提高了通信线路的利用率, 节约了远程通信线路的投资。

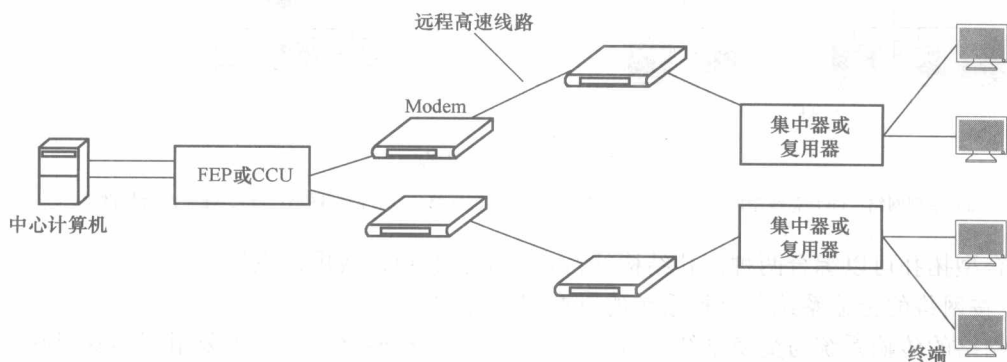


图 1-3 面向终端的计算机网络

2. 计算机—计算机网络

20 世纪 60 年代中期, 出现了由若干个计算机互联的系统, 开创了“计算机—计算机”通信的时代, 并出现多处理中心的特点。1969 年, 由美国国防部高级研究计划局 ARPA

(Advanced Research Projects Agency, ARPA) 联合计算机公司和各大学共同研制发展起来的 ARPANET, 标志着计算机网络的兴起。

ARPANET 通过有线、无线与卫星通信, 使网内各计算机系统间能够共享资源, 整个网络覆盖了美国本土 (包括夏威夷) 和欧洲的广大地区。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个里程碑, 它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络打下了基础, 目前在国际上广泛应用的 Internet 就是在 ARPANET 的基础上发展起来的。此后, 计算机网络得到了迅猛的发展, 很多大的计算机公司都相继推出了自己的网络体系结构和相应的软、硬件产品, 如 IBM 公司的 SNA (System Network Architecture, SNA)、DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture, DNA)、UNIVAC 的 DCA (Distributed Computer Architecture, DCA)。同时还出现了一些研究性和试验性的网络, 公共服务网与校园网也得到较大发展。

3. 开放式标准化网络

大量各自研制的计算机网络开始运行和提供服务, 使计算机网络的发展出现了极大的危机, 主要原因是这些各自研制的网络没有统一的网络体系结构, 难以实现互联。为此, 人们迫切希望建立一系列国际标准, 国际标准化组织 ISO (International Standards Organization, ISO) 开始了对“开放”系统互联的研究, 于 1984 年正式颁布了称为“开放系统互联基本参考模型” (OpenSystemInterconnectionBasicReferenceModel, OSI/RM) 的国际标准 ISO 7498。

OSI/RM 由七层组成, 也称 OSI 七层模型。20 世纪 80 年代, ISO 与国际电话与电报咨询委员会 CCITT (现更名 ITU-T, International Telecommunication Union-Telecommunications Standardization Sector) 等组织为 OSI/RM 的各个层次制定了一系列的协议标准。OSI/RM 的提出, 开创了一个具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络新时代。OSI 标准不仅确保了各厂商生产的计算机间的互联, 同时也促进了企业的竞争。厂商只有执行这些标准才能有利于产品的销路, 用户也可以从不同制造厂商获得兼容的开放的产品, 从而大大加速了计算机网络的发展。

4. 高速、智能的网络

从 20 世纪 90 年代至今, 计算机网络向全面互联、高速和智能的方面发展。最具有代表性的网络 Internet 作为国际性的大型信息网络, 实现了全球范围的电子邮件、文件传输、信息查询等服务, 在人类社会生活中发挥着越来越重要的作用, 更高性能的 Internet2 正在发展与研究之中。

高速与智能的网络伴随着 Internet 的发展也在快速的发展之中, 宽带综合业务数据网、帧中继技术、异步传输模式、高速局域网、交换局域网、虚拟网、基于光纤的接入技术、智能网络的研究已经成为网络应用与研究的热点问题。

可以预见, 计算机网络技术的快速发展与广泛应用必将对人类社会产生更加深远的影响。

小 结

本章是计算机网络的一个概述。通过本章的学习, 可以了解计算机网络的定义, 计算机网络的组成, 计算机网络功能与应用, 计算机网络的分类, 以及计算机网络的发展。

读者应重点理解计算机网络的定义、分类及资源子网与通信子网的划分。

习 题

一、填空题

1. 计算机网络是_____技术与_____技术相结合的产物。
2. 计算机网络按覆盖的地理范围分,可以分为_____、_____和_____三种。
3. 计算机网络中混合型的拓扑结构最常用到_____混合与_____混合。

二、简答题

1. 简述计算机网络的定义。
2. 简述计算机的功能与应用。
3. 计算机网络的拓扑结构有哪几种?各有什么优缺点?适用于什么样的网络中?
4. 计算机的发展分为哪几个阶段?各阶段都有什么特点?

数据通信基础

数据通信技术是计算机网络的基础。早期的通信技术主要是处理模拟系统之间的模拟信号传输，无线电广播、电话、电视等。现代的通信技术通常模拟通信和数字通信同时存在于一个通信系统中，但数字通信占据越来越重要的地位。

2.1 数据通信技术

计算机产生和处理的都是数字信号，我们所研究的数据通信专指计算机与计算机之间的通信。

2.1.1 数据通信的基本概念

在介绍数据通信之前，要明确几个概念。

(1) 信息。信息是人脑对客观世界中事物的反映，是对事物特性的描述，以及事物与外界的联系。信息可以用文字、声音、图像等多种方式来描述。

(2) 数据。在这里，我们定义信息的计算机表示为数据，或称数字化的信息称为数据。因此数据是装载信息的实体，信息是数据的内在含义或解释。

数据分为模拟数据和数字数据两种，模拟数据是在某个区间内连续变化的值，比如温度、声音等；数字数据是离散的值，比如文字、数值等。

(3) 信号。信号是数据的电磁编码或光编码。相对于模拟数据和数字数据，信号也分为模拟信号和数字信号两种。

模拟信号是随时间连续变化的电磁波，可以用某个参量来表示要传输的数据；数字信号则是一系列离散的电压脉冲，可以用某个瞬间的状态来表示要传输的数据。这两种信号在一定技术下可以相互转换，如图 2-1 所示。

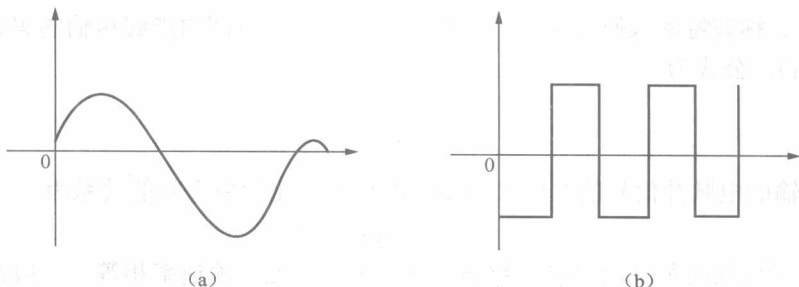


图 2-1 模拟信号与数字信号

(a) 模拟信号；(b) 数字信号

(4) 信源。信源是指在通信过程中产生和发送的信号的设备或计算机。

(5) 信宿。信宿是指在通信过程中接收和处理的信号的设备或计算机。

(6) 信道。信道是信源和信宿之间的通信线路,是传送信号的一条通路。在一条传输介质上可以同时存在多条信道,但是一条信道上同时只能有一路信号通过。信道可以分为传输模拟信号的模拟信道和传输数字信号的数字信道。

(7) 模拟传输与数字传输。以模拟信号的形式在信道上传输数据称作模拟传输;以数字信号的形式在信道上传输数据称作数字传输。

(8) 噪声。信号在传输过程中受到的干扰称为噪声,噪声可分为随机噪声和热噪声等。

无论是模拟传输还是数字传输,在传输一定距离之后,信号都将衰减,为了实现长距离的传输,模拟传输系统要用放大器来增强信号的能量,但是在增加信号能量的同时,也会将噪声放大,引起信号畸变,但是对于模拟数据来说,只要将畸变控制在一定的范围内,内容仍然可以听懂。对于数字数据,畸变会使传输的信号产生错误,为了获得更大的传输距离,用中继器将衰减的信号恢复为“1”、“0”的标准电平,然后重新进行传输。

2.1.2 数据通信的主要技术指标

在数据传输中,希望尽量做到传输速度快、出错率低、可靠性高等,因此用以下几个指标来表示。

1. 数据传输速率

数据传输速率又称比特率,指发送端和接收端之间单位时间内能够传输的二进制位数,单位是位每秒 bps (或 b/s),或千位每秒 kbps,或兆位每秒 Mbps,公式为

$$S = \frac{1}{T} \log_2 N$$

式中, T 为传输的电脉冲信号的宽度或周期, N 为一个码元所取的有效离散值的个数,也称调制电平数。若一个码元可以取 1、0 两个离散值,则一个码元只能携带一位二进制信息。若一个码元可以取 00、10、01、11 四个离散值,则一个码元可以携带两位二进制信息。若一个码元可以取 N 个离散值,则一个码元可以携带 $\log_2 N$ 位二进制信息。

数据传输速率反映终端设备之间的信息处理能力。它与数据传输过程中的同步方式、差错控制方式、冗余的填充、通信控制规程等多种因素有关,通常用它来描述数据通信系统的性能。

2. 调制速率

调制速率又称波特率或码元速率。调制速率表示单位时间内能够传输的码元个数。单位是波特 (Baud),公式为

$$B = \frac{1}{T}$$

式中, T 为传输的电脉冲信号的宽度或周期。波特率与比特率之间的关系为

$$S = B \log_2 N$$

当一个码元仅取两种离散值时,数据传输速率和码元传输速率相等。一般在二元调制方式中, S 和 B 取同一值,二者是通用的,但是在多元调制方式中,二者是不相同的。

3. 信号带宽、信道带宽、信道容量

信号带宽,信号通常是以电磁波的形式传送的,电磁波都有一定的频谱范围,该频谱范围称作该信号的带宽。

信道带宽,是指信道上能够传送的信号的最大频率范围。当信号带宽大于信道带宽时,

信号就不能在该信道上传送,或者传送的信号将失真。

信道容量,是信道允许的最大数据传输速率,是信道传输能力的一个极限参数。

在无噪声的下,1924年,奈奎斯特推导出奈奎斯特(Nyquist)定律,说明了码元速率的极限值与信道带宽的关系,即

$$B=2H \text{ (Baud)}$$

数据传输速率与信道带宽的关系为

$$C=2H\log_2 N \text{ (bps)}$$

式中, H 是信道的理想带宽。

对于带宽有限且有噪声干扰的信道,它的极限数率的计算可以根据1948年香农(Shannon)研究的香农公式,即

$$C=H\log_2\left(1+\frac{S}{N}\right)$$

式中, S 为信道上所传信号的平均功率, N 为信道内部的噪声功率, S/N 为信噪比。从香农公式可以看出,信道的带宽越大,或信道的信噪比越高,则信道的极限数据传输速率就越高。

4. 误码率

误码率是衡量数据通信系统在正常工作情况下传输可靠性的指标,其公式为

$$P=\frac{N_e}{N}$$

式中, N 为传输的总位数, N_e 为传输中出错的位数。

误码率是一个统计平均值,在统计和测试时应采用统计学的方法,在足够时间和足够统计的数量后方可正确得出。计算机网络通信系统中,要求误码率低于 10^{-6} 。如果实际传输的不是二进制码元,需折合成二进制码元计算。

5. 传输效率、吞吐量

传输效率,指原始数据量占整个传送的数据的比率,数值上等于数据包中数据的长度与整个包长度的比值。显然数据传输效率越高越好。

吞吐量,是单位时间内整个网络能够处理的信息总量。在单信道总线网络中,吞吐量=信道容量×传输效率,单位为bps。

2.1.3 数据通信的方式

在计算机内部各部件之间,计算机与各种外部设备之间及计算机与计算机之间都是以通信的方式传递交换数据信息的。通信有两种基本方式,即串行方式和并行方式。通常情况下,并行方式用于近距离通信,串行方式用于距离较远的通信。在计算机网络中,串行通信方式更具有普遍意义。

1. 并行通信

一个数据代码由若干位组成,在数据设备内进行近距离传输时,为了获得高的数据传输速率,使每个代码的传输延迟尽量小,可以采用并行传输方式,即数据的每一位各占一条信号线,并行传输。比如发送设备将8个数据位通过8条数据线同时在两个设备之间传输。根据实际需要,通常可附加一位数据校验位。接收设备可同时接收到这些数据,不需做任何变换就可直接使用,如图2-2所示。

在计算机内部的数据通信通常以并行方式进行。并行的数据传送线也叫总线,如并行传