



普通高等教育**计算机类**特色专业系列规划教材

计算机网络

程 莉 刘建毅 王 枏 编著



 科学出版社

普通高等教育计算机类特色专业系列规划教材

计算机网络

程 莉 刘建毅 王 杪 编著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书按照协议层次体系结构自顶向下的方式,从读者所熟悉的应用层协议开始,依次讲述传输层、网络层、数据链路层、局域网、物理层、多媒体网络和网络安全。在每一层的内容组织上,本书遵循层次功能和服务概述、实现要点和原理、协议实例、设备实例、安全隐患的顺序,并配备丰富且符合教学实际的实践任务,使读者能够理论联系实际,同时完整了解计算机网络的协议、操作过程及安全隐患。在写作方法上,本书力求由易到难、由浅入深,便于读者理解。

本书可作为高等院校相关专业本科生或研究生的“计算机网络”课程教材。书中包含了《全国硕士研究生入学统一考试计算机专业基础综合考试大纲》所要求的全部内容,亦可作为研究生入学考试的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/程莉,刘建毅,王枬编著. —北京:
科学出版社,2012.4

普通高等教育计算机类特色专业系列规划教材
ISBN 978-7-03-033897-6

I. ①计… II. ①程… ②刘… ③王… III. ①计算机
网络-高等学校-教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 051649 号

责任编辑:刘鹏飞 匡 敏 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年4月第1版 开本:787×1092 1/16

2012年4月第1次印刷 印张:18.5

字数:470000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

“计算机网络”不仅是计算机专业、通信专业的重要课程,也已成为很多专业的必修课程,同时各行各业的从业人员也必须掌握计算机网络知识。作者在多年的计算机网络课程教学中使用的教材多为从物理层到应用层,即从抽象到具体,学生接受困难。James F. Kurok 和 Keith W. Ross 合著的《计算机网络——自顶向下方法》(第4版)给作者很好的启迪。同时,教育部于2009年颁布《全国硕士研究生入学统一考试计算机专业基础综合考试大纲》,具体规定了计算机网络课程的教学要求。本书以此为基础编写而成。

本书具有三个特点:第一,知识结构完整,综合 ISO/OSI 参考模型与 TCP/IP 体系结构的优点,按照自顶向下的方式组织内容,便于读者理解;第二,安全隐患的内容贯穿全书,更适合“信息安全”等相关专业学生学习;第三,全书配备丰富且符合教学实际的实践任务,帮助读者理解理论知识,并培养动手能力。

全书共9章。第1章(计算机网络和因特网概述)介绍计算机网络和因特网的概念、体系结构、发展进程及其应用。第2章(应用层)从 Internet 的应用层概念出发,首先讨论客户/服务器(C/S)模型和对等(P2P)模型、应用进程和端口号,然后介绍 DNS、WWW、E-mail、FTP、Telnet 等 Internet 典型应用。第3章(传输层)从传输层的功能与服务出发,首先介绍可靠传输的工作原理,随后介绍传输层协议 UDP 和 TCP。第4章(网络层)从网络层的功能和服务出发,介绍主要的路由选择算法和分级选路原理、Internet 寻址技术、IP 包格式、网络互联方法、ICMP 的用途、IP 组播、移动 IP 及 IPv6。第5章(数据链路层)从数据链路层的功能及服务出发,主要讨论成帧原理、差错控制、流量控制。第6章(局域网技术)从局域网 LLC 及 MAC 子层的功能和服务出发,首先介绍以太网,包括传统以太网、千兆以太网、万兆以太网,随后介绍无线局域网和局域网的互联设备。第7章(物理层)主要讨论数据通信的基础理论、调制与编码技术、信道复用技术和物理层互联设备。第8章(多媒体网络)主要讨论流媒体、VoIP 等常见多媒体应用,以及 RTP、RTCP、SIP、H. 323 等与多媒体相关的通信协议。第9章(网络安全)初步介绍了计算机网络安全问题的基本内容,包括网络安全现状、网络安全面临的威胁和网络安全面临的困难、网络安全体系结构、网络安全技术、常用的网络安全协议。

本书的编写自始至终得到白中英教授的关注、支持和指导。在本书完稿之后,白中英教授在百忙之中认真审阅全书,并提出许多宝贵的意见和建议,在此深表谢意。

本书在策划、编写、出版过程中,还得到王允格、吴世竞、胡起暘、雷鸣涛、龙宝莲、代玉梅同志的大力支持和帮助,在此一并致谢;同时感谢科学出版社编辑耐心细致的工作。本书得到北京市自然科学基金项目(4092029)的资助。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏及不足之处,恳请广大读者和同仁批评指正。作者的 E-mail 地址是 liujy@bupt.edu.cn。

目 录

前言	i
第1章 计算机网络和因特网概述	1
1.1 计算机网络和因特网的概念及其应用	1
1.2 网络边缘	6
1.3 网络核心	9
1.4 网络性能指标	14
1.5 协议和层次体系结构	16
1.6 计算机网络的安全隐患	21
1.7 计算机网络和因特网的历史及进展	22
1.8 本章小结	25
1.9 思考与练习	26
1.10 实践	27
第2章 应用层	28
2.1 应用层协议的基本原理	28
2.2 域名系统	33
2.3 WWW 应用及 HTTP	39
2.4 电子邮件应用及协议	50
2.5 文件传输协议	58
2.6 终端仿真协议	63
2.7 应用层的安全隐患	66
2.8 本章小结	67
2.9 思考与练习	67
2.10 实践	68
第3章 传输层	70
3.1 传输层的功能及服务	70
3.2 可靠数据传输的原理	71
3.3 传输层协议实例:UDP	80
3.4 传输层协议实例:TCP	82
3.5 拥塞控制原理	94
3.6 传输层的安全隐患	100
3.7 本章小结	102
3.8 思考与练习	103
3.9 实践	104
第4章 网络层	109
4.1 网络层概述	109

4.2	路由选择算法	114
4.3	Internet 的网络层	121
4.4	网络层互联设备	149
4.5	IP 的新进展	154
4.6	网络层的安全隐患	157
4.7	本章小结	158
4.8	思考与练习	159
4.9	实践	162
第 5 章	数据链路层	164
5.1	数据链路层的功能及服务	164
5.2	数据链路层的成帧原理	165
5.3	差错检测与纠错技术	168
5.4	数据链路层编址	171
5.5	数据链路层的协议实例	173
5.6	数据链路层的安全隐患	180
5.7	本章小结	181
5.8	思考与练习	182
5.9	实践	183
第 6 章	局域网技术	188
6.1	局域网参考模型	188
6.2	以太网	192
6.3	无线局域网	200
6.4	数据链路层互联设备	204
6.5	局域网的安全隐患	207
6.6	本章小结	209
6.7	思考与练习	210
6.8	实践	211
第 7 章	物理层	214
7.1	数字通信的基础概念	214
7.2	数字通信的理论基础	218
7.3	调制与编码技术	218
7.4	信道复用技术	226
7.5	物理层互联设备	229
7.6	物理层的安全隐患	231
7.7	本章小结	233
7.8	思考与练习	234
7.9	实践	234
第 8 章	多媒体网络	236
8.1	多媒体应用	236
8.2	多媒体应用相关的通信协议	242

8.3	多媒体网络的安全隐患	250
8.4	本章小结	252
8.5	思考与练习	253
8.6	实践	253
第9章	网络安全	254
9.1	网络安全概述	254
9.2	网络安全体系	258
9.3	网络安全技术	261
9.4	网络安全协议	268
9.5	本章小结	275
9.6	思考与练习	276
9.7	实践	276
参考文献		285

第 1 章 计算机网络和因特网概述

计算机网络是计算和通信技术的一种融合,它将物理上互连的众多资源汇聚起来,使计算机的功能得以扩展和延伸。以因特网(Internet)为代表的计算机网络上汇集的海量计算资源、数据资源、软件资源、各种数字化设备和控制系统等共同构成了生产、传播和使用知识的重要载体,已成为人们沟通信息和协同工作的有效工具。计算机不再仅仅是一种计算工具,更是一种通信和控制的平台,将计算、通信和控制(Computing, Communication and Control)融为一体。

计算机网络技术从最初的局域网络环境,发展到广域网络环境,继续发展为“无处不在的计算”,正在被开发运用到各式各样的设备、各种各样的环境,以及繁多的用途上,如移动电话、PDA(Personal Digital Assistant),个人数字助手、电视、家电、汽车等,为构建具有高性能处理能力、海量数据存储等的 21 世纪人类社会的信息处理基础设施奠定了技术基础。

本章介绍计算机网络和因特网的概念及其应用,重点理解计算机网络的组成、衡量网络性能的指标、网络协议和体系结构的概念,了解计算机网络的安全隐患和发展进程。

1.1 计算机网络和因特网的概念及其应用

电信网络(电话网)、有线电视网络和计算机网络是最主要的三种网络,这三种网络相互渗透、相互兼容,逐步整合成为全世界统一的信息通信网络,即三网融合。三网融合是为了实现网络资源的共享,形成适应性广、易维护、费用低的高速宽带多媒体基础平台,使各种以 IP 为基础的业务都能在不同的网络上实现互通。

在上述三种网络中,计算机网络发展得最快,已成为信息时代的核心技术。计算机网络是通过同一种技术相互连接起来的一组自主计算机的集合;Internet 是一种计算机网络,是一种由许多个网络构成的网络;Web 是运行在 Internet 之上的一种分布式系统。

1.1.1 计算机网络和因特网的概念

计算机网络是通过通信设施(通信网络)将地理上分散的多个自主的计算机系统通过网络软件互连起来,进行信息交换,实现资源共享、互操作和协同工作的系统。

计算机网络连接的计算机系统群体在地理上是分散的,可能在一个房间内,在一个单位的楼群里,在一个或多个城市里,甚至在全国乃至全球范围内。这些计算机系统是自治的,即每台计算机是独立的,它们在网络协议的控制下协同工作,通过通信设施(网)互联。通信设施一般由通信线路、相关的传输交换设备等组成,计算机系统通过通信设施进行信息交换、资源共享、互操作和协作处理,完成各种应用。

在计算机网络中,用户看到的是实际的机器,如果用户希望在一台远程机器上运行一个程序,必须登录到远程机器上,然后在远程机器上运行该程序。计算机网络并没有使这些机器统一,或者使它们的行为统一。不同硬件或不同操作系统的差异对于用户而言完全可见。

Internet 是一种特殊的计算机网络,是由互相通信的计算机连接而成的全球网络。它不是一

种单一的网络,而是由许多网络互联而成的一种逻辑网,每个子网连接若干台计算机(主机)。目前,超过 20 亿人在使用 Internet,并且它的用户数还在以几何级数上升。

Internet 基于一些共同的协议,通过许多路由器和公共网络互联而成,是一个全球信息资源和资源共享的集合。计算机网络只是传播信息的载体,而 Internet 的优越性和实用性则在于本身的信息资源。

Internet 作为专有名词,首字母必须大写,它起源于 1969 年诞生的美国国防高级研究计划局主持研制的 ARPANET。ARPANET 最初是一个军用研究系统,后来又成为连接高等院校计算机的学术系统,现在则已发展成为一个覆盖五大洲 150 多个国家的开放型全球计算机网络系统。

互联网(internet)泛指由多个计算机网络相互连接而成的大型网络。Internet 只是互联网中最大的一个,但并不是全球唯一的互连网络,如在欧洲,跨国的互连网络就有“欧盟网”(Euro-net)、“欧洲学术与研究网”(EARN)、“欧洲信息网”(EIN),在美国有“国际学术网”(BITNET),世界范围内有“飞多网”(Fido 全球范围的 BBS 系统)等。

万维网(World Wide Web,WWW)是一种运行在 Internet 之上的分布式系统,是 Internet 的重要组成部分。在一种分布式系统中,一组独立的计算机展现给用户的是一个统一的整体,如同一个系统。对用户来说,分布式系统只有一个模型或范型,在操作系统之上有一层软件中间件(Middleware)负责实现这个模型。WWW 看起来就好像是一个 Web 页面,是集文本、声音、图像、视频等多媒体信息于一身的全球信息资源网络,通过浏览器可以搜索和浏览各种信息。

计算机网络的划分标准有多种,可以按照空间距离分为局域网(Local Area Network,LAN)、城域网(Metropolitan Area Network,MAN)、广域网(Wide Area Network,WAN)、个人区域网(Personal Area Network,PAN);按传输介质分为有线网和无线网等;按照交换功能分为电路交换网和分组交换网;按照网络的使用权分为公用网(Public Network)和专用网(Private Network);按照协议分为 IP、AppleTalk、SNA 等;按传输速率可分为低速网、中速网和高速网;根据网络带宽可分为基带网(窄带网)和宽带网等。后续章节将分别讨论这些网络。

1.1.2 计算机网络的应用

计算机网络在资源共享、数据传输、分布式处理、高性价比等方面具有特殊优势,使其在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防及科学研究等各个领域、各个行业得到广泛的应用。随着 Internet 应用的迅速普及,计算机网络已经渗透到人们的工作、学习和生活等各个方面。

1. 电子商务

电子商务 E-commerce 是以计算机网络为基础的一种新的商业模式,把原来传统的销售、购物渠道移到互联网上,打破国家与地区有形无形的壁垒,使生产企业达到全球化、网络化、无形化、个性化和一体化。电子商务对社会的影响不亚于蒸汽机给整个社会带来的影响。

电子商务一般可分为企业对企业(Business-to-Business,B to B)、企业对消费者(Business-to-Consumer,B to C)、消费者对消费者(Consumer-to-Consumer,C to C)和消费者对企业(Consumer-to-Business,C to B)等模式。C to C 商务平台为买卖双方提供一个在线交易平台,使卖方可以上网拍卖,买方可以进行竞价。淘宝网是目前国内规模最大的 C to C 商务平台。C to B 模式的核心是通过聚合用户形成一个强大的采购集团,使之享受到以大批发商的价格购买单件商品的利益,淘宝、易趣、拍拍等网站上的团购业务都属于这个范畴。

随着 Internet 使用人数的增加,利用 Internet 进行网络购物并以银行卡付款的消费方式已渐

流行,市场份额也在迅速增长,电子商务网站也层出不穷。电子商务最常见之安全机制有 SSL (Secure Socket Layer,安全套接字协议)及 SET(Secure Electronic Transaction,安全电子交易协议)两种。创新的软件应用模式 SaaS(Software as a Service)软件服务模式,延长了电子商务的链条,形成了“全程电子商务”概念模式。

2. 电子政务

电子政务(e-Government)是政府机构在数字化、网络化的环境下进行日常办公、信息收集与发布、公共管理等事务的国家行政管理形式。电子政务将管理和通过网络技术进行集成,在互联网上实现政府组织结构和 workflows 的优化重组,超越时间和空间及部门间的分隔限制,向社会提供全方位优质且规范而透明的符合国际水准的管理和服务。电子政务包含多方面的内容,如政府办公自动化、政府部门间的信息共建共享、政府实时信息发布、各级政府间的远程视频会议、公民网上查询政府信息、电子化民意调查和社会经济统计等。

电子政务系统涉及各级政务部门与企业 and 公众之间、不同政务部门之间、上下级政务部门之间互为保密的信息或互为不宜公开的事务。因此,电子政务网络平台既要实现各级政务部门信息资源共享,还要保证不同政务部门之间、不同级别政务部门之间的隔离。为了兼顾共享与保密,电子政务网络由物理隔离的政务内网和政务外网构成,政务外网与互联网之间逻辑隔离。

3. 远程医疗

远程医疗(Telemedicine)是计算机技术、通信技术、多媒体技术同医疗技术的结合。远程医疗技术已经从最初的电视监护、电话远程诊断发展到利用高速网络进行数字、图像、语音的综合传输,并且实现实时的语音和高清晰图像的交流,为现代医学的应用提供了更广阔的发展空间。

借助物联网技术可以有效地实现远程健康监护、远程急救服务和远程诊疗,提升医疗资源的有效利用率。远程医疗可以使身处偏僻地区和没有良好医疗条件的患者获得良好的诊断和治疗,如农村、山区、野外勘测地、空中、海上、战场等,也可以使医学专家同时对在不同空间位置的患者进行会诊。

4. 开放教育

开放教育是利用网络技术传播高等教育知识的创新方式,集中了一批优秀课件、先进教学技术、教学手段等资源。不同于一般的网络教学课程,开放式课程计划只为学习者提供自学的机会,教材全部免费,不授予任何学历,使高等教育大众化,让更多的学习者享有平等的学习机会。美国麻省理工学院(MIT)的开放课程(Open Course Ware, OCW)项目和中国开放教育资源联合体(China Open Resources for Education, CORE)搭建了国际教育资源交流与共享的平台。

5. 网络战争

网络战正在成为一种作战形式,它可以轻而易举地破坏敌方的指挥控制、情报信息和防空等军用网络系统,甚至可以悄无声息地破坏、瘫痪、控制敌方的商务、政务等民用网络系统,不战而屈人之兵。

6. 新型网络应用模式

云计算以应用为目的,通过互联网将大量必要的硬件和软件按照一定的组织形式连接起来,并随应用需求的变化不断调整组织形式以创建一个内耗最小、功效最大的虚拟资源服务集合。

为了实现更大范围内的人与物、物与物之间信息交换需求的互联,物联网(Internet of Things)将物理世界中具有一定感知能力、计算能力或执行能力的各种信息传感设备通过网络设施实现信息传输、协同和处理,实现有序组织。

1.1.3 计算机网络的组成

一种典型的计算机网络主要由计算机系统、数据通信系统、网络软件及协议三大部分组成。计算机系统是网络的基本模块,提供共享资源;数据通信系统是连接网络基本模块的桥梁,提供各种连接技术和信息交换技术;网络软件是网络的组织和管理者,在网络协议的支持下为用户提供各种服务。

计算机系统主要完成数据采集、存储、处理和输出任务,根据计算机系统在网络中的用途可分为服务器(Server)和客户机(Client)。服务器负责数据处理和网络控制,并构成网络的主要资源,主要由大型机、中小型机和高档微机组组成,网络软件和应用服务程序主要安装在服务器中。客户机是网络中数量大、分布广的设备,是用户进行网络操作、实现人-机对话的工具,个人计算机(PC)既能作为客户机又可作为独立的计算机。

数据通信系统主要由网络适配器、传输介质和网络连接设备等组成。网络适配器主要负责计算机系统与网络的信息传输控制,完成线路传输控制、差错检测与恢复、代码转换及数据帧的装配与拆装等。传输介质是传输数据信号的物理通道,将网络的各种设备连接起来。常用的有线传输介质有双绞线、同轴电缆、光纤等;无线传输介质有无线电、微波信号、激光等。网络互联设备用来实现网络中各计算机系统之间的连接、网与网之间的互联、数据信号的变换及路由选择等功能,主要包括调制解调器(Modem)、集线器(Hub)、交换机(Switch)、网桥(Bridge)、路由器(Router)、网关(Gateway)等。

网络软件和协议管理调度网络资源,授权用户对网络资源的访问,是提供计算机之间、网络之间相互识别并正确进行通信的一组标准和规则。网络软件一般包括网络操作系统、网络协议、通信软件及管理和服务软件等。

计算机网络中的各种设备通过传输介质互相连接,形成物理布局即网络拓扑(Topology)结构。网络拓扑结构是指用何种方式把网络中的计算机等设备连接起来,它的结构主要有星型结构、环型结构、总线型结构、树型结构、网状结构、蜂窝状结构等,如图1-1所示。

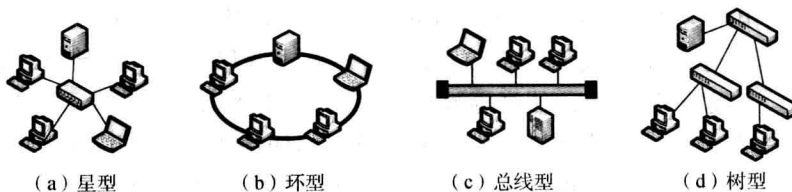


图 1-1 网络拓扑

在星型拓扑结构中,各节点通过点到点的方式连接到一个中央节点,目前多采用集线器(Hub)或交换设备作为中央节点。节点之间的通信必须经过中央节点,便于网络的维护和安全,一个节点因为故障而停机时也不会影响其他节点间的通信。星型拓扑结构的网络延迟时间较小,传输误差较低,但中央节点一旦损坏,整个系统便会瘫痪。

在环型拓扑结构中,传输介质从一个端系统连接到另一个端系统,直到将所有的端系统连成环型。数据在环路中沿着一个方向在各个节点间传输,从一个节点传到下一个节点。这种结构

消除了端系统通信时对中心系统的依赖性。由于信息源在环路中逐个穿过各个节点,环中过多的节点势必影响信息传输速率,使网络的响应时间延长,而且一个节点的故障会使全网瘫痪。

总线型拓扑结构通过一根称为总线的传输线路将网络中所有的节点连接起来,信息通常以基带形式串行传递方式在总线上传输,由于各个节点之间通过电缆直接连接,所以总线型拓扑结构所需要的电缆长度最短,但总线只有一定的负载能力,因此总线长度又有一定限制,一条总线只能连接一定数量的节点。总线两端连接有终结器(即终端电阻),与总线进行阻抗匹配,最大限度吸收传送端部的能量,避免信号反射回总线产生不必要的干扰。总线型拓扑简单、易实现、易维护、易扩充,但故障检测比较困难。

树型拓扑结构是分级的集中控制式网络,结构图像一棵倒挂的树,树最上端的结点是根结点,一个结点发送信息时,根结点接收该信息并向全树广播。树型拓扑结构成本较低,节点易于扩充,寻找路径比较方便,但对根结点的依赖性太大。

网状拓扑结构主要指各节点通过传输线连接起来,并且每一个节点至少与其他两个节点相连。多个子网或多个网络连接起来构成网状拓扑结构。在一个子网中,集线器、中继器将多个节点连接起来,而桥接器、路由器及网关则将子网连接起来。

蜂窝拓扑结构是无线局域网中常用的结构。它以无线传输介质(微波、卫星、红外等)的点到点和多点传输为特征,适用于城市网、校园网、企业网。

混合型拓扑结构主要指两种或几种网络拓扑结构混合起来构成的一种网络拓扑结构,也称为杂合型结构,如由星型结构和总线型结构的网络结合在一起的网络结构更能满足较大网络的拓展,既解决了星型网络在传输距离上的局限,又解决了总线型网络在连接用户数量的限制,即同时兼顾了星型网与总线型网络的优点。

Internet 是一个世界范围的计算机网络,其拓扑结构非常复杂,各组件之间的互联结构是松散分层,如图 1-2 所示。终端系统首先通过接入网络(Access Networks)连接到本地 Internet 服务提供商(Internet Service Provider,ISP),本地 ISP 连接到地区 ISP,地区 ISP 连接到顶层互连的国家级或国际级 ISP。计算机网络可以划分为网络边缘部分、接入网络和网络核心部分。

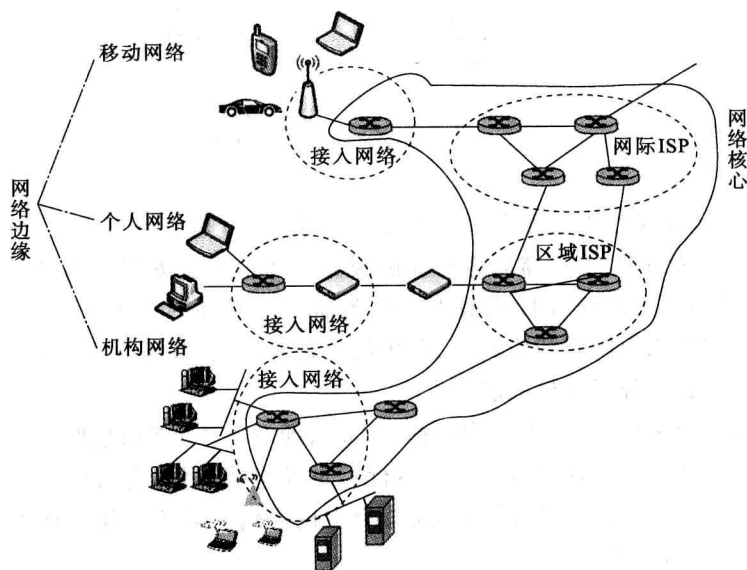


图 1-2 计算机网络组成示意图

网络边缘部分由所有连接在因特网上的计算机系统组成,这部分由用户直接使用,用来进行通信(传送数据、音频或视频)和资源共享。接入网络可以是企业或大学的局域网,也可以是带调制解调器的拨号电话线、基于电缆的高速接入网络,还可以是无线接入网络。网络核心部分由大量的网络和连接这些网络的路由器组成,这部分提供连通和交换,为网络边缘部分提供服务。

1.2 网络边缘

处于因特网边缘部分的是连接在因特网上运行应用程序的计算机系统(或称为主机(Host),也称为端系统(End System))。端系统在功能上可能有很大的差别,小的端系统可以是普通个人计算机,大的端系统可以是大型、巨型计算机,使用网络核心部分所提供的服务。端系统的拥有者可以是个人,也可以是单位(如学校、企业、政府机关等),当然也可以是某个ISP(即ISP不仅仅向端系统提供服务,它也可以拥有一些端系统)。边缘部分的功能就是利用核心部分所提供的服务,使主机之间能够互相通信并交换或共享信息。

网络边缘的两台端系统之间的通信方式分为客户/服务器(Client/Server, C/S)方式和对等(Peer-to-Peer, P2P)方式,如图1-3所示。

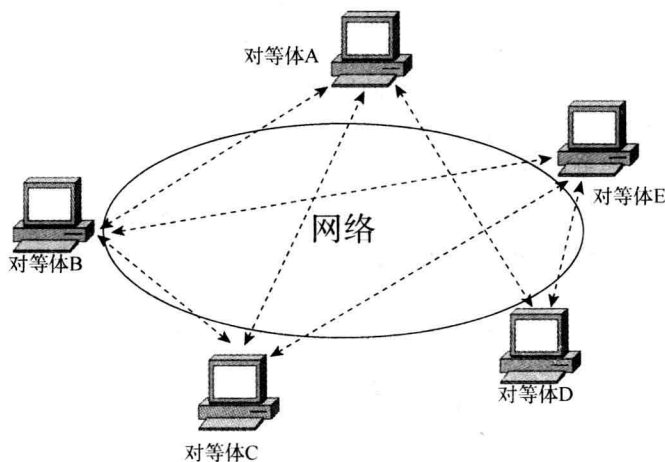


图1-3 端系统之间的通信方式

客户/服务器方式所描述的是服务和被服务的关系,客户是服务请求方,服务器是服务提供方。客户向服务器发送请求,服务器向客户提供服务。客户与服务器的通信关系建立后进行双向通信,客户和服务器都可发送和接收数据。服务器可同时处理多个远程或本地的客户请求。网络用户发送电子邮件或上网查找资料时,所用的都是客户/服务器方式。服务请求方和服务提供方都要使用网络核心部分所提供的服务。

对等方式则是两台主机(在对等方式中称为Peer,即对等体)在通信时并不区分哪个是服务请求方,哪个是服务提供方,只要两台主机都运行了对等连接软件,就可以平等且对等地连接通信。在对等通信中,一个主机可以同时和其他几个主机通信。对等连接工作方式可以支持大量的用户(如上百万个)同时工作。

QQ、Skype等网络聊天工具进行文件传递所采用的是P2P技术,PPLive网络电视软件、多媒体影音分享工具POCO软件、BT下载、迅雷下载、eMule电驴软件等均属于P2P软件。

1.2.1 局域网的概念及特点

局域网是在一定的地理区域内,使多个相互独立的设备在共享介质上以一定的速率进行通信的系统。局域网所涉及的地理距离一般可以是几米至 10km 以内,位于一个建筑物或一个单位内,由单一组织机构所使用,不包括网络层的应用。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制,少的可以只有两台,多的可达几百台。局域网能依靠较高信息传输率、低误码率的物理通信信道,目前速率可达 10Gbit/s。IEEE802 标准委员会定义了以太网(Ethernet)、令牌环网(Token Ring)、光纤分布式接口网络(FDDI)、异步传输模式网(ATM)及最新的无线局域网(WLAN)等多种主要的局域网标准。从介质访问控制方法的角度而言,局域网可分为共享介质式局域网与交换式局域网两类。第 6 章详细讨论局域网技术。

1.2.2 网络接入方式

端系统和边缘路由器通过接入网络连接到本地的 ISP 系统。接入网络可以是企业或大学的局域网,也可以是配置了调制解调器(Modem)的电话线接口或者配置了线缆调制解调器(Cable Modem)的有线电视接口,还可以是全球移动通信系统(Global System for Mobile Communications, GSM)的无线数据传输业务(General Packet Radio Service, GPRS)和第三代移动通信技术(Third-Generation Mobile System, 3G)即高速数据传输的蜂窝移动通信技术。图 1-2 显示了 LAN 接入、WLAN 接入和电话拨号接入等几种情形。

接入方式可简单地分为适用于窄带业务的接入网技术和适用于宽带业务的接入网技术。从用户入网方式角度而言,Internet 接入技术可以分为有线接入和无线接入两大类,无线接入技术还可以分固定接入技术和移动接入技术。

1. 电话拨号接入

电话拨号入网可分为两种:一是个人计算机经过调制解调器和普通模拟电话线与公众交换电话网(PSTN)连接(即窄带接入方式),利用当地运营商提供的接入号码,拨号接入互联网,速率不超过 56Kbit/s,只需有效的电话线及自带 Modem 的个人计算机就可完成接入。二是个人计算机经过专用终端设备和数字电话线,与综合业务数字网(Integrated Services Digital Network, ISDN)连接。利用一条 ISDN 用户线路,可以在上网的同时拨打电话、收发传真。ISDN 基本速率接口有两条 64Kbit/s 的信息通路和一条 16Kbit/s 的信令通路(简称 2B + D),当有电话拨入时,它会自动释放一个 B 信道接听电话。

2. 数字用户线路接入

数字用户线路(Digital Subscriber Line, DSL)技术是基于普通电话线的宽带接入技术。它在同一铜线上分别传送数据和语音信号,数据信号并不通过电话交换机设备,减轻了电话交换机的负载;不需要拨号,一直在线,属于专线上网方式。DSL 包括 ADSL、RADSL、HDSL 和 VDSL 等,其中非对称数字用户线路(Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL)是一种新兴的高速通信技术。ADSL 的上行(指从用户计算机端向网络传送信息)速率最高可达 1Mbit/s,下行(指浏览网页、下载文件)速率最高可达 8Mbit/s。上网同时可以打电话,互不影响,只需在现有电话线上安装 ADSL Modem,而用户现有线路不须改动(改动只在交换机房内进行)即可使用。高速数字用户线路(Veryhighbit-rate Digital Subscriber Line, VDSL)是 ADSL 的快速版本,VDSL 短距离内的最大下传

速率可达 55Mbit/s,上传速率可达 19.2Mbit/s,甚至更高。

3. 有线电视的线缆接入

基于有线电视的线缆调制解调器(Cable Modem)接入方式可以达到下行 8Mbit/s、上行 2Mbit/s 的高速率接入。基于有线电视网络的高速互联网接入系统有两种信号传送方式,一种是通过 CATV 网络本身采用上下行信号分频技术实现,另一种通过 CATV 网传送下行信号,通过普通电话线路传送上行信号。光纤/同轴电缆混合(Hybrid Fiber Coaxial,HFC)接入网是对有线电视的线缆网络的扩展,HFC 有线电视网的网络结构在光纤部分多数采用星型网,在电缆部分则采用树型分配网。HFC 的一个重要特性是广播媒体共享,通过由同轴电缆和放大器构成的网络把有线电视信号广播到相邻结点。

4. 光纤接入

光纤接入网(OAN)是采用光纤传输技术,即本地交换局和用户之间全部或部分采用光纤传输的通信系统。光纤具有宽带、远距离传输能力强、保密性好、抗干扰能力强等优点,是未来接入网的主要实现技术。光纤到户(Fiber To The Home,FTTH)方式将光网络单元(Optical Network Unit,ONU)安装在用户处。

5. 局域网接入

通过局域网连接 Internet 的边缘路由器,局域网用户只要通过双绞线连接计算机网卡和信息接口,即可通过局域网接入 Internet。以 FTTX + LAN(小区宽带)为主要方式,利用光纤加五类双绞线方式实现宽带接入方案,实现千兆光纤到小区(大楼)中心交换机,中心交换机和楼道交换机以百兆光纤或五类双绞线相连,楼道内采用综合布线,实现 10M/100M/1000Mbit/s 不同速率的宽带接入,提供高速的局域网及高速互联网络服务。

6. 无线局域网接入

无线局域网(WLAN)是一种有线接入的延伸技术,使用无线射频(Radio Frequency,RF)技术越空收发数据,减少使用电线连接,因此无线网络系统既可达到建设计算机网络系统的目的,又可以让设备自由安排和搬动。无线网络一般作为已存在有线网络的一个补充方式,装有无线网卡的计算机通过无线手段方便接入互联网。

蓝牙(Bluetooth)是一种短距离的无线通信技术,电子装置彼此可以透过蓝牙而连接起来。透过芯片上的无线接收器,配有蓝牙技术的电子产品能够在 10 m 的距离内彼此相通,传输速率可达 1Mbit/s。

无线保真技术(Wireless Fidelity,WiFi)俗称无线宽带,能够在数百英尺范围内支持互联网接入的无线电信号,为用户提供无线的宽带互联网访问。同时,它也是家庭、办公室或在旅途中上网快速便捷的途径。WiFi 或 IEEE 802.11b 在 2.4GHz 或 5GHz 频段上工作,所支持的速率最高达 54Mbit/s。WiFi 与蓝牙技术一样,同属于在办公室和家庭中使用的短距离无线技术,目前常用的标准有 IEEE 802.11a、IEEE 802.11b 和 IEEE 802.11g 等。

7. 无线网接入

通过 GPRS(General Packet Radio System)或 CDMA(Code-Division Multiple Access)卡,笔记本

计算机可以浏览简单的信息和收发一些邮件。GPRS 是分组交换数据的标准技术,须与 GSM 网络配合,传输速率可以达到 115Kbit/s。CDMA 基于扩频技术,即将需传送的具有一定信号带宽信息数据,用一个带宽远大于信号带宽的高速伪随机码进行调制,使原数据信号的带宽被扩展,再经载波调制并发送出去。接收端使用完全相同的伪随机码,与接收的带宽信号作相关处理,把宽带信号换成原信息数据的窄带信号即解扩,以实现信息通信。

第三代移动通信技术(3G)是将无线通信与国际互联网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统,能够支持不同的数据传输速率,3G 标准 IMT-2000 要求在室内、室外和行车的环境中能分别支持至少 2Mbit/s、384Kbit/s 及 144Kbit/s 的传输速率。国际电信联盟(ITU)确定 WCDMA、CDMA 2000 和 TDSCDMA 为三大主流无线接口标准。

通过无线应用协议(Wireless Application Protocol, WAP)在无线移动通信与 Internet 之间架设一座桥梁,使移动通信用户可以方便地接入 Internet。WAP 平台将 Internet 上用 HTML 编写的网页信息转换成 WML(Wireless Markup Language, 无线标记语言)的格式,以便窄频、低分辨率的手机接收和显示。

8. 卫星接入

卫星接入互联网有两种传输方案,一种是利用小型地球站 VSAT(Very Small Aperture Terminal)发送和接收数据的双向卫星通信方案,可提供 1~40Mbit/s 的共享下载速率;另一种则是只使用卫星传输下行数据,利用电话拨号或者 GPRS 传输上行数据的单向接收方案。

1.3 网络核心

网络核心部分向网络边缘中的主机提供服务,使边缘部分中的任何一个主机都能够与其他主机通信,是所有流量的最终承受者和汇聚者,实现骨干网络之间的优化传输,提供冗余能力、可靠性和高速传输。

在网络核心部分,路由器将网络和网络连接起来,如图 1-2 所示。路由器是一种专用通信设备(不是主机),其任务是转发收到的分组,实现分组交换,这是网络核心部分最重要的功能。

1.3.1 广域网的特点和构成

广域网也称为远程网,覆盖地理范围从几十公里到几千公里,覆盖一个国家、地区,或横跨几个洲,形成国际的远程网络。WAN 一般由主机和通信子网组成,是电信部门提供的公用通信网。通信子网主要使用分组交换技术,将分布在不同地区的计算机系统互连起来,达到资源共享的目的。WAN 的网络拓扑一般比较复杂,不规整,多为网状和树型的混合结构。主机往往连接到一个 LAN,LAN 通过路由器连接到 WAN。但是,在一些情况下,主机也可以直接连接到一个 WAN 的路由器。

在广域网中,通信子网由传输线和交换单元两个独立的部分组成。传输线用于在机器之间传送数据,由铜线、光纤,甚至无线电链路构成。交换单元是指一种特殊的设备,连接三条或者更多条传输线。当数据在一条输入线上到达时,交换单元必须选择一条输出线,以便将数据转发出去。路由器就是 Internet 上最常用的交换单元。

WAN 一般是点到点,一条通信线路只连接一对节点,一端的节点发送的数据只有唯一的另一端节点接收。将分组从源节点经网络传送到目的节点一般需要经过多个中间节点(路由器)

转发。分组交换技术把数据分割成若干个分组或包,然后利用存储转发的方式逐个节点转发过去。WAN 通信协议结构的重点是网络层,除了上述的分组转发外,还有路由选择问题。WAN 常采用多路复用技术以提高传输线路的利用率。

介于局域网和广域网之间的是城域网(MAN),城域网局限在一座城市的范围内,一般在 10~100km 范围区域内,最著名的城域网例子是有线电视网。MAN 也是公共网络性质,面向多用户提供数据、语音、图像等多业务的传输服务。IEEE 为 MAN 定义了一个标准 IEEE 802.6,称为分布式队列双总线(DQDB),但并没有得到普遍使用。由于 LAN 功能的不断提高和 WAN 技术的发展,故两者都广泛地渗透和应用到 MAN 领域。迅速发展的以太网技术从 LAN 扩展到 MAN 领域,千兆、万兆以太网是 MAN 可以使用的技术。2001 年 5 月,城域以太网论坛(MEF)成立,目的是基于以太网技术统一 MAN 标准,指定城域以太网服务规范。WAN 中使用的同步光纤网/同步数字体系(SONET/SDH)、波分多路复用(WDM)和异步传输模式(ATM)技术及 LAN 中的光纤分布数据接口(FDDI)技术也都是 MAN 常选择使用的技术。

广域网、城域网、局域网的关系如图 1-4 所示。

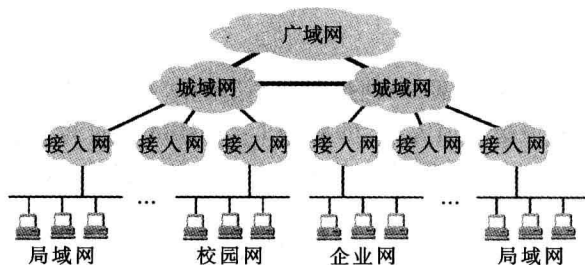


图 1-4 广域网、城域网、局域网的关系

1.3.2 电路交换和分组交换

构建网络核心部分的基本方法是数据交换技术,数据经编码后在通信线路上传输,端系统之间通过数据交换实现数据通信。根据数据传输技术,交换网络可分为电路交换技术(Circuit Switching)、报文交换技术(Message Switching)和分组交换技术(Packet Switching)。分组交换又可分为面向连接的虚电路传输和无连接的数据报传输。高速分组交换技术是目前研究的热点。

传统的电话业务使用电路交换网络,会话期间需要预留资源。Internet 是典型的分组交换网络,一次会话的各个消息按需使用资源,不必预留资源,排队等待访问某个通信链路。有些电信网络难以准确地划分为纯电路交换网络或分组交换网络,如基于 ATM 技术的网络,其连接可以预留资源,然而其消息仍有可能不得不等待已拥塞的资源。

1. 电路交换网络

电路交换网络中的信息按顺序在专用线路上传输,若要保持持续通话,在整个会话期间必须沿其路径预留所需的资源。传统的电话业务要使得每一部电话能够很方便地和另一部电话进行通信,就应当使用电话交换机将这些电话连接起来。每一部电话都连接到交换机,而交换机使用交换的方法,让电话用户彼此之间可以很方便地通信。当电话机的数量增多时,就使用很多彼此连接的交换机完成全网的交换任务,从而构成覆盖全世界的电信网。

从通信资源的分配角度来看,“交换”就是按照某种方式动态地分配传输线路的资源。在使