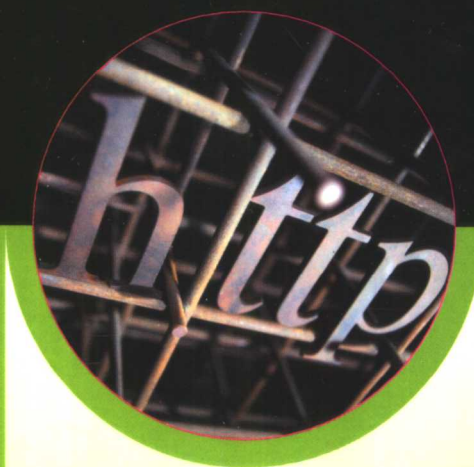


高等院校理工科教材

计算机网络原理与技术

蔡 阳 孟令奎 主编



國防工業出版社

<http://www.ndip.cn>

计算机网络原理与技术

蔡阳 孟令奎 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理与技术 / 蔡阳, 孟令奎主编. — 北京:
国防工业出版社, 2005. 2
高等学校理工科教材
ISBN 7 - 118 - 03817 - 2

I. 计... II. ①蔡...②孟... III. 计算机网络 - 高
等学校 - 教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 008213 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 405 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 26.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

本书编委会名单

主编 蔡 阳 孟令奎

编委

第二炮兵指挥学院	王宇川	洪 勇
华 中 师 范 大 学	高劲松	
内 蒙 古 师 范 大 学	刘东升	苏贵斌
水利部水利信息中心	蔡 阳	
长 江 水 利 委 员 会	吴祥华	
武 汉 大 学	孟令奎	张鹏林
	赵春宇	邓世军
	黄长青	彭 溢

前 言

自 20 世纪 60 年代开始,计算机技术与通信技术相结合产生的计算机网络技术得到了迅速的发展。计算机网络自诞生以来经历了面向终端的网络、分组交换网络和互连网络 3 个发展阶段,目前正在向高带宽、高质量、智能化和宽带综合业务数字网络方向发展。

随着国民经济信息化步伐的加快,各行业、各部门对计算机网络相关理论和技术的需求迅猛增长。目前国内很多高等院校的计算机科学与技术、信息安全、电子信息工程、软件工程、地理信息系统、通信工程、信息管理与信息系统、遥感科学与技术、电子商务等专业基本上都设立了计算机网络课程,部分院校的硕士专业、继续教育部门和行业培训机构也都将计算机网络作为一门主要的必修课程。

由于计算机网络技术及相关标准协议更新速度快,而且计算机网络本身的内容相当丰富,既有基础理论和技术方面的知识,也有方法和工程应用方面的知识。因此,编写一本面向所有层次读者的教学和培训用书几乎是不可能的。针对以上专业的本科生、硕士研究生以及从事信息化建设的工程技术人员的特点,我们在充分解读读者需求和应掌握的知识面及知识深度的基础上,对本书的体系作了认真分析,以当前广泛使用的 TCP/IP 协议族为主线,系统介绍了计算机网络的基本概念、基础理论、相关协议与标准、实用技术、网络新技术与新趋势等内容,力求通过这种安排,使读者在较短的时间内对计算机网络的基本体系和重要内容有比较全面和系统的了解,为今后深入学习计算机网络的某些专题打下扎实的基础。

在编写中,我们注意把握由浅入深、重点突出的原则,在阐述基本概念和原理的同时,也注重计算机网络最新技术发展状况的跟踪。全书共分为 12 章。第 1 章简要介绍了计算机网络技术的发展历程与相关基础知识;第 2 章阐述了数据通信的基本知识;第 3 章介绍了物理层的基本概念以及各种传输介质;第 4 章介绍了数据链路层中的相关协议、标准以及链路管理、帧同步、流量控制、差错控制、透明传输、寻址与分区等主要技术;第 5 章重点描述了发展极为迅速的计算机局域网和广域网技术;第 6 章主要介绍了网络层相关标准、协议及技术,重点阐述了网络互连协议(IP)的相关内容;第 7 章给出了 ISO/OSI 参考模型中的传输层相关概念和协议,详细介绍了 TCP/IP 协议族中的 TCP 和 UDP 服务模型;第 8 章主要阐述了应用层中常用的网络协议等;第 9 章重点描述网络安全相关知识及技术,如防火墙技术、加密技术、数字签名及认证技术等;第 10 章介绍了计算机网络组网过程中有关网络规划、设计与实施的相关内容;第 11 章重点阐述“三网”融合、网络存储等新型网络技术;第 12 章向读者介绍了受到广泛关注的网络计算新技术。

为配合学习,加深理解,书中每一章均附有思考题。在附录中还给出了计算机网络常用的术语缩写,以便读者查阅。

蔡阳、孟令奎担任本书的主编。参加编写的单位和个人有：水利部水利信息中心(水文局)蔡阳；武汉大学遥感信息工程学院孟令奎、张鹏林、赵春宇、邓世军、黄长青、彭溢；第二炮兵指挥学院王宇川、洪勇；内蒙古师范大学计算机系刘东升、苏贵斌；华中师范大学信息管理系高劲松；水利部长江水利委员会吴祥华。

在编写过程中,得到了作者所在单位、国防工业出版社的大力帮助与支持,对此深表谢意!同时,我们也参阅、引用了其他书籍和文章的部分内容(见参考文献),对相关的编(著)者表示衷心感谢!

本书可作为与信息技术相关的专业的本科生、硕士生教材使用,同时也适合从事信息化建设的工程技术人员参考。

由于作者水平有限,书中定有许多不足和缺憾,敬请读者在阅读过程中,及时加以批评、指正!

作 者

2004 年 11 月于北京

内 容 简 介

全书共分 12 章,全面地介绍了计算机网络的基本知识和体系结构。以 TCP/IP 协议族作为阐述的主线,分别介绍了计算机网络的物理层、数据链路层、数据通信等网络分层模型中相关的协议及标准,阐述了快速发展的局域网、广域网及无线网等技术。后几章对网络安全、网络规划设计与管理、数据通信新技术、新型网络技术以及网络计算技术等内容做了总结与归纳。书中每章都附有思考题,可以加深读者对计算机网络的理解与掌握。

本书的特点是,内容叙述简洁易懂、由浅入深、重点突出、论述严谨。在阐述基本概念和原理的同时,也注重计算机网络最新技术发展状况的跟踪。通过学习本书内容,以求达到这样的目的:使读者了解和掌握计算机网络的基本原理与技术,了解计算机网络的最新进展,把握计算机网络的发展趋势。

本书可作为与信息技术相关专业的本科生、硕士生教材使用,同时也适合从事信息化建设的工程技术人员参考。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络基础	4
1.2.1 计算机网络的组成	4
1.2.2 计算机网络的功能	5
1.2.3 计算机网络的分类	6
1.3 网络协议与体系结构	8
1.3.1 协议分层	8
1.3.2 网络服务	11
1.3.3 服务原语	12
1.3.4 ISO/OSI 参考模型	14
1.3.5 TCP/IP 体系结构	17
1.3.6 TCP/IP 体系结构与 ISO/OSI 体系结构的对比	19
思考题	19
第 2 章 数据通信技术基础	21
2.1 基本概念	21
2.1.1 通信系统模型	22
2.1.2 数字通信	23
2.2 数据通信基础	24
2.3 数据编码技术	27
2.3.1 编码方案	27
2.3.2 调制技术	28
2.3.3 模拟信号脉码调制	30
2.4 数据交换技术	32
2.5 数据通信网络	34
2.5.1 数据通信网络的组成	34
2.5.2 数据传输子系统	35
2.5.3 通信网络的组网设备	36
2.5.4 通信网络应用	37
2.5.5 通信网络的热点技术	38
思考题	40
第 3 章 物理层	42

3.1 物理层的基本概念	42
3.2 传输介质	43
3.3 传输模式	48
3.4 接口标准	49
思考题	54
第4章 链路层	55
4.1 链路层的基本概念	55
4.2 流量控制	56
4.2.1 简单流量控制的数据链路层停—等协议	57
4.2.2 复杂流量控制的数据链路层停—等协议	58
4.2.3 连续 ARQ 协议	58
4.2.4 选择重传 ARQ 协议	59
4.2.5 面向比特的链路控制协议	61
4.3 介质访问控制	61
4.3.1 随机接入:ALOHA	61
4.3.2 随机接入:CSMA 和 CSMA/CD	64
4.3.3 受控接入	66
4.3.4 信道复用与共享	66
4.4 链路层设备	69
思考题	70
第5章 局域网与广域网	71
5.1 局域网概述	71
5.2 局域网的体系结构	72
5.2.1 IEEE802 参考模型	72
5.2.2 逻辑链路控制子层	72
5.2.3 媒体接入控制子层	73
5.3 以太网及其标准	74
5.4 令牌环与令牌总线	75
5.5 高速局域网	77
5.5.1 100Base-T 技术	77
5.5.2 光纤分布式数据接口	79
5.5.3 千兆以太网技术	80
5.6 无线局域网	82
5.7 局域网扩展	86
5.7.1 用集线器扩展局域网	86
5.7.2 用以太网交换机扩展局域网	86
5.7.3 用网桥扩展局域网	88
5.8 广域网技术	92
5.8.1 广域网概述	92

5.8.2 广域网中的路由	94
5.8.3 拥塞控制	96
5.8.4 几种典型广域网	97
思考题	98
第6章 网络层	100
6.1 网络互连概述	100
6.1.1 网络互连的原因及需要解决的问题	100
6.1.2 网络互连特点	102
6.1.3 网络互连层次	102
6.1.4 网络互连设备	103
6.1.5 网络互连模式	106
6.2 网络互连协议	108
6.2.1 IP 报文格式	108
6.2.2 IP 地址	111
6.3 地址解析协议/反向地址解析协议	117
6.4 差错控制报文协议	120
6.5 路由和路由协议	122
6.5.1 路由问题概述	122
6.5.2 路由算法	124
6.5.3 典型路由选择协议	129
6.6 下一代网际互连协议	131
思考题	133
第7章 传输层	135
7.1 传输层概述	135
7.2 传输服务	136
7.3 传输协议实现机制	139
7.3.1 寻址	139
7.3.2 建立连接	140
7.3.3 数据传送	141
7.3.4 释放连接	142
7.3.5 流量控制和缓冲区管理	145
7.4 TCP 与 UDP	147
7.4.1 TCP 服务模型	147
7.4.2 TCP 协议	148
7.4.3 TCP 报文段格式	149
7.4.4 TCP 协议功能	150
7.4.5 UDP 协议	152
思考题	153
第8章 应用层	154

8.1 域名系统	154
8.1.1 主机表	154
8.1.2 域名结构	154
8.1.3 DNS 的功能	156
8.2 文件传输协议	158
8.2.1 FTP 命令	158
8.2.2 FTP 应答代码	160
8.2.3 FTP 的消息传输	161
8.3 远程登录协议	161
8.4 电子邮件	163
8.4.1 电子邮件基本原理	163
8.4.2 简单邮件传输协议	163
8.4.3 邮局协议	168
8.4.4 Internet 邮件访问协议	169
8.5 WWW 与 HTTP	170
8.5.1 概述	170
8.5.2 HTTP 请求	170
8.5.3 HTTP 首标	171
8.5.4 HTTP 应答	174
8.5.5 HTTP 消息的交换	176
思考题	178
第 9 章 网络安全	179
9.1 网络安全概述	179
9.2 防火墙技术	180
9.2.1 防火墙技术的基本原理	180
9.2.2 防火墙技术的发展	182
9.3 加密技术	184
9.3.1 概述	184
9.3.2 对称加密算法	185
9.3.3 公开密钥密码体制	185
9.3.4 加密技术的发展	187
9.4 检测技术	190
9.5 身份认证与数字签名	194
思考题	196
第 10 章 网络规划与设计	197
10.1 概述	197
10.2 网络规划与设计基本过程	199
思考题	202
第 11 章 新型网络技术	203

11.1 “三网”融合	203
11.2 网络存储技术	205
11.2.1 网络存储技术发展的动力	206
11.2.2 附网存储系统	208
11.2.3 存储区域网络	212
11.2.4 网络存储发展趋势	215
思考题	218
第 12 章 网络计算技术	219
12.1 网络移动计算	219
12.1.1 概述	219
12.1.2 移动协议 IPv4	220
12.1.3 IPv4 向 IPv6 的过渡	222
12.2 网络多媒体计算	223
12.2.1 网络多媒体的特性	223
12.2.2 多媒体承载网及其服务质量	224
12.2.3 多媒体网络的体系结构和协议	225
12.2.4 多媒体网络应用	227
12.3 网络并行计算	229
12.4 网络分布式对象计算	234
12.4.1 分布式计算环境	234
12.4.2 CORBA	236
12.4.3 分布式构件对象模型	237
12.4.4 CORBA 和 DCOM 的比较	238
12.5 网格计算	239
12.5.1 网格与网格计算	239
12.5.2 网格特点	240
12.5.3 网格体系结构	242
12.5.4 网格关键技术	248
思考题	250
附录 常用术语及缩写汇编	251
参考文献	271

第 1 章 概 述

当今世界正在经历着一场信息革命。信息这一当代社会最大的资源随着计算机的出现而具有了新的意义。人类在 21 世纪正在迈向一个崭新的信息社会。计算机网络的出现使信息的获取、存储、传输和处理变得方便、快捷,曾经独立发展的电信网络、有线电视网和计算机网络将合而为一,新的信息产业正以强劲的势头迅速崛起。在未来社会中,信息产业将成为社会经济中发展最快和最大的产业。为了提高信息社会的生产力,提供一种全社会的、经济的、快速的信息交换手段是十分必要的,计算机网络在这个过程中发挥着重要的作用。

计算机网络是计算机技术和通信技术相互渗透、不断发展的产物,涉及通信技术与计算机科学两大领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化。从某种意义上讲,计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术水平,而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

1.1 计算机网络的产生与发展

自 1946 年第 1 台数字电子计算机“埃尼阿克”(ENIAC)诞生以来,计算机迅速成为信息处理的重要手段。早期由于技术条件的限制,使得当时的计算机规模庞大并且价格昂贵,任何机构都不可能为个人用户提供单独使用计算机的机会,主机一定是共享的,它被用来存储和组织数据、集中控制和管理整个信息系统。随着计算机技术的不断发展,尤其是性能优越的个人计算机(PC)的问世,使得个人可以拥有自己的计算机进行其所希望的作业处理。以 PC 方式呈现的计算能力发展成为独立的平台,这就产生了新的计算结构——分布式计算模式。出于对单个计算机软件和信息资源的共享以及计算机硬件和昂贵的外部设备资源的共享的愿望,促使人们进行计算机间连网技术的研究,从而出现了计算机网络。

一般来讲,计算机网络的发展可分为 4 个阶段:

第 1 阶段:计算机技术与通信技术相结合,形成计算机网络的雏形;

第 2 阶段:在通信网络基础上,完成网络体系结构与协议研究,形成了计算机网络;

第 3 阶段:在解决计算机连网与网络互连标准化问题的背景下,提出开放式系统互连参考模型与协议,促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展;

第 4 阶段:计算机网络向互连、高速、智能化方向发展,并获得广泛应用。

1. 面向终端的计算机网络

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件:强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。1946 年 ENIAC 在美国诞生时,计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初,由于美国军方的需要,美国半自

动地面防空系统 SAGE 进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施量测到的数据通过总长度达到 241km 的通信线路与一台 IBM 计算机连接,进行集中的防空信息处理与控制。实现这样的目标,首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上,人们完全可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连到一台中心计算机上。用户可以在办公室内的终端键入程序,通过通信线路传送到中心计算机,分时访问和使用其资源进行信息处理,处理结果再通过通信线路回送到用户终端显示或打印。人们把这种以单机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统。20 世纪 60 年代初美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全美国的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是这种计算机通信网络的典型代表。

2. 计算机—计算机网络

随着计算机的普及应用,实现多台计算机互连的需求不断增加。这种需求主要来自国防、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理等。这类用户希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成为计算机—计算机网络。用户可以通过网络使用本地计算机的软件、硬件与数据资源,也可使用连入网络的其他计算机的软件、硬件与数据资源,以达到资源共享的目的。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)的 ARPAnet(通常称为 ARPA 网)。1969 年提出将多个大学、公司和研究机构的多台计算机互连的课题。1969 年 ARPA 网连接了美国加州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学和犹他大学 4 个节点,标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元。ARPA 网是计算机网络技术发展的重要的里程碑,它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几方面。

- (1) 完成了对计算机网络的定义、分类;
- (2) 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念;
- (3) 研究了报文分组交换的数据交换方法;
- (4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPA 网研究成果对推动计算机网络发展的意义是深远的。在此基础之上,20 世纪 70 年代~80 年代计算机网络技术发展十分迅速,仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络项目。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网,如美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。在这一阶段中,公用数据网 PDN(Public Data Network)与局部网络 LN(Local Network)技术发展迅速。

计算机网络的资源子网与通信子网的结构使基于网络的数据处理与数据通信有了清晰的功能界面。计算机网络的组建可以划分成资源子网与通信子网。通信子网可以是专用的,也可以是公用的。为每个计算机网络建立一个专用通信子网的方法显然是不可取的,因为专用通信子网造价很高、线路利用率较低,重复组建通信子网投资很大。20 世纪 70 年代中期,国际上出现了由国家邮电部门统一组建和管理的公用通信子网,即公用数据网 PDN。早期的公用数据网采用模拟通信的电话通信网,新型的公用数据网采用数字传输技术和报文分组交换方法。典型的公用分组交换网络有美国的 TELENET、加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、英国的 PSS、日本的 DDX 等。公用分组交换网的组建为计算机网络的发展提供了良好的外部通信条件。

以上阐述的是利用远程通信线路组建的远程计算机网络,也称为广域网。随着计算机的广泛应用,局部地区计算机连网的需求日益增强。20世纪70年代初,一些大学和研究机构为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算和资源共享的目的,开始了局部计算机网络的研究。1972年美国加州大学研制了 Newhall 环网;1976年美国 XEROX 公司研制成功总线拓扑的实验性 Ethernet 网;1974年英国剑桥大学研制了 Cambridgering 环网。这些都为20世纪80年代多种局部网产品的出现提供了理论基础与技术保障,对局部网络技术的发展起到了重要的作用。与此同时,一些大的计算机公司纷纷开展了计算机网络研究与产品开发工作,提出了各种网络体系结构与网络协议,如IBM公司的SNA(System Network Architecture)、DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)和UNIVAC公司的DCA(Distributed Computer Architecture)。

计算机网络发展的第2阶段所取得的成果对推动网络技术走向成熟和广泛应用极其重要。这个阶段研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了坚实的基础。目前,国际上应用广泛的Internet就是在ARPAnet的基础上发展而来的。但是,20世纪70年代后期人们已经看到了计算机网络发展中出现的危机,即网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和应用。研究和制定国际标准化的网络体系结构与网络协议标准已成为计算机网络发展的必然趋势。

3. 开放式标准化网络

计算机网络发展的第3阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。国际标准化组织ISO于1977年成立了专门机构,专注研究网络体系结构与网络协议国际化问题。经过多年卓有成效的工作,ISO正式制订并颁布了“开放系统互连基本参考模型”(OSI/RM, Open System Interconnection Reference Model),即ISO/IEC7498国际标准,该标准已被国际社会所公认,成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。20世纪80年代,ISO与CCITT^①等组织为该参考模型的各个层次制订了一系列的协议标准,组成了一个庞大的OSI基本协议集。我国也于1989年在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定OSI标准作为我国网络建设标准。很多大的计算机厂商相继宣布支持OSI标准,并积极研究和开发符合OSI标准的产品。各种符合OSI/RM与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络已开始广泛应用。

如果说远程计算机网络扩大了信息社会中资源共享的范围,那么局部网络则是增强了信息社会中资源共享的深度。局部网络是继远程网络之后又一个网络研究与应用的热点。远程网络技术与PC机的广泛应用推动了局部网络技术的发展。20世纪80年代~90年代,局域网技术取得了突破性进展。在局域网技术领域,采用Ethernet、Token Bus、Token Ring的局域网产品形成了三足鼎立之势。采用光纤传输介质的FDDI产品在高速网络与主干环网应用方面发挥着重要的作用。20世纪90年代局域网技术在传输介质、局域网操作系统与客户机/服务器应用方面取得了重要的进展。由于数据通信技术的发展,在Ethernet网中用非屏蔽双绞线实现了10Mb/s的数据传输。在此基础上形成了网络

^① CCITT目前已不存在。从1993年起,CCITT(国际电话电报咨询委员会)和CCIR(国际无线电咨询委员会)被ITU(国际电信联盟)合并为TSS(Telecommunication Standardization Sector,电信标准化部门)。过去的CCITT标准仍在使

结构化布线技术,使 Ethernet 网在办公环境中得到更为广泛的应用。局域网操作系统 Novell NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server 使局域网应用进入成熟的阶段。

4. Internet 时代

目前,计算机网络的发展正处于第 4 阶段,该阶段计算机网络发展的特点是:高效、互连、高速、智能化应用。

Internet(中文称“因特网”)是覆盖全球的信息基础设施之一,对于用户来说,它像是一个庞大的远程计算机网络。用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、数据传输、信息查询、语音与图像通信服务等功能。实际上,Internet 是一个用路由器(ROUTER)实现多个远程网和局域网互连的网际网。随着宽带业务的普及,Internet 将对推动世界经济、社会、科学、文化等多个领域的发展产生不可估量的作用。

在 Internet 发展的同时,高速与智能网的发展也引起人们越来越多的关注。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网(Broadband - ISDN, B - ISDN)、帧中继、异步传输模式 ATM、高速局域网、交换局域网与虚拟网络等多个方面。随着网络规模的扩大与网络服务功能的增多,各国正在积极开展智能网络 IN(Intelligent Network)的研究。

计算机网络技术的迅速发展和广泛应用必将对 21 世纪的经济、教育、科技、文化的发展产生深远的影响。

1.2 计算机网络基础

1.2.1 计算机网络的组成

计算机网络是指多个独立自主的计算机通过通信链路互连起来的集合体。这个概念有两个需要特别注意的地方,首先,参与连网的计算机须是独立自主的,这意味着一台计算机的启停不受其他计算机的控制,它们能够独立地工作;其次,计算机之间要通过公用或专用的通信链路互相连接起来,以完成信息的传输与交换。

依据 ARPAnet 的观点,计算机网络由两部分构成:通信子网和资源子网,如图 1-1 所示。

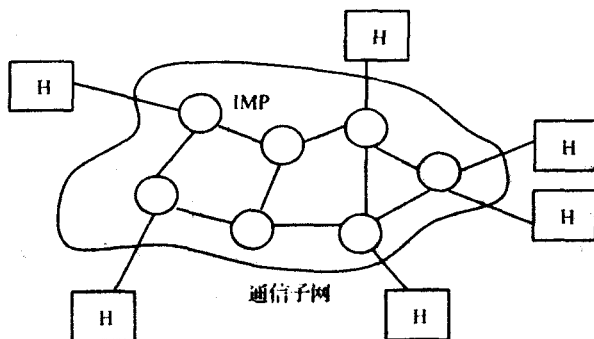


图 1-1 计算机网络的组成(通信子网与资源子网)

H—HOST, 主机, 构成资源子网。

通信子网由接口报文处理机(Interface Message Processor, IMP)和 IMP 间互连的通信链

路构成;资源子网由主机(HOST)及其上所运行的应用程序和所附带的外围设备,如大容量存储器等构成。主机间通过通信子网相互连接,每个 IMP 可以连接一个或多台主机。

通信子网覆盖的地理范围可能只是很小的局部区域,如在一幢大楼内或一个房间中;也可以是远程的,甚至是跨国界的,直至洲际或全球的范围。信息在通信子网中的传输方式通常是从源出发经过若干中间的转发或交换,最终到达目的地。该过程采用存储—转发(Store-and-Forward)方式工作。资源子网为整个网络提供可共享的硬软件、数据等多种信息资源。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络自 20 世纪 60 年代末诞生以来,仅用了 30 多年时间便以异常迅猛的速度发展起来,被越来越广泛的应用于政治、经济、军事、生产及科学技术的各个领域。计算机网络的主要功能包括如下几个方面。

1. 数据通信

现代社会信息量激增,信息交换日益频繁,每年有几万吨信件要传递。利用计算机网络传递信件是一种全新的电子传递方式。电子邮件比现有的通信工具有更多的优点,它不像电话需要通话者同时在场,也不像广播系统只是单方向传递信息,在速度上是传统邮件无法比拟的。另外,电子邮件还可以携带声音、图像和视频,实现多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够广阔,则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理。

除电子邮件以外,计算机网络给科学家和工程师们提供了一个网络环境,在此基础上可以建立一种新型的合作方式,计算机网络所支持的协同工作(Computer Supported Cooperative Work, CSCW),消除了空间距离上的限制。

2. 资源共享

在计算机网络中,有许多昂贵的资源(如大型数据库、巨型计算机等)并非为每一个用户所拥有,所以实现资源共享是必要的。所谓资源是指构成系统的所有要素,包括硬件资源,如打印机、大容量磁盘等,也包括软件资源,如程序、数据等。资源共享就是网络上的计算机不仅可以使使用自有资源,也可以共享网络上的资源。资源共享的益处是避免重复投资和劳动,从而提高资源的利用率,提高系统的整体性能价格比。

3. 增强系统可靠性

在独立的系统内部,单个部件或计算机的暂时失效必须通过替换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机网络中,每种资源(尤其程序和数据)可以存放在多个地点,而用户可以通过多种途径来访问连入网络中的某个资源,从而避免了单点失效时应用系统对用户产生的影响。

4. 提高系统处理能力

单机的处理能力是有限的,并且由于种种原因(例如时差),计算机之间的忙闲程度是不均匀的。理论上讲,在同一个网络系统内的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力,并达到计算机间负载均衡的目标。

正是由于计算机网络具备上述功能,使其在众多领域中得到广泛的应用。银行部门基于计算机网络进行业务处理时,可使用户在异地实现通存通兑,并加快了资金的流转速