

21世纪高等院校计算机专业规划教材



计算机网络

杨晓晖 蔡红云 张 明 编著

21 世纪高等院校计算机专业规划教材

计算机网络

杨晓晖 蔡红云 张 明 编著

内 容 简 介

本书立足于培养 21 世纪人才,遵循精选内容、突出重点和提高质量的原则,综合相关技术的发展,系统地介绍了计算机网络的基本概念、基本原理及其应用技术。全书共分 7 章,按照自底向上的方法结合 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型对计算机网络体系结构进行全面阐述,内容包括计算机网络概述、物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层和网络安全。

本书层次清晰、内容丰富,注重理论与实践相结合,力求反映计算机网络理论与技术的最新发展,并紧扣计算机科学与技术专业研究生入学统考科目“计算机网络”的考试大纲,具有很强的系统性和实用性,适合作为高等院校“计算机网络”课程的教材,也可供从事计算机网络及相关专业研究或应用的科研工作者、工程技术人员作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络 / 杨晓晖, 蔡红云, 张明编著. —北京:
中国铁道出版社, 2011. 3
21 世纪高等院校计算机专业规划教材
ISBN 978-7-113-12560-8

I. ①计… II. ①杨… ②蔡… ③张… 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 (2011) 第 017434 号

书 名: 计算机网络
作 者: 杨晓晖 蔡红云 张 明 编著

策划编辑: 秦绪好 孟 欣

责任编辑: 侯 颖

封面设计: 付 巍

版式设计: 于 洋

读者热线电话: 400-668-0820

封面制作: 白 雪

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5 字数: 417 千

印 数: 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-12560-8

定 价: 28.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

前言

FOREWORD >>>

随着计算机技术和通信技术的迅速发展和相互渗透,计算机网络成为当今最热门的学科之一,在过去的几十年里取得了长足进步和迅猛发展,由此改变了人们的学习、工作和生活,并对国家和社会的政治、经济、文化、科学、军事等多个领域产生了巨大的影响。2009年,教育部将计算机网络正式纳入计算机科学与技术专业研究生入学统考科目,这足以说明计算机网络在社会信息化和信息化社会的进程中扮演着越来越重要的角色,在高层次信息技术人才的培养中起着越来越重要的作用。本书正是适应这种要求而编写的。

本书是在编者多年来从事“计算机网络”课程教学经验的基础上编写而成的,根据计算机网络技术发展迅速的特点,在保持内容系统性和完整性的同时,删除了当前实际网络中不再使用的技术,同时增加了新技术和新方法的介绍。结构上遵循 OSI 模型自底向上的层次特点,在内容的编排组织上,充分考虑理论与实践的结合,并紧扣计算机科学与技术专业统考中计算机网络科目的考研大纲。

本书共分为 7 章。其中,第 1 章概述,讨论计算机网络的定义和体系结构;第 2 章物理层,介绍数据通信基础及传输介质;第 3 章数据链路层,涉及 OSI 参考模型中的数据链路层、介质访问控制子层及 IEEE 802 标准;第 4 章网络层,介绍 OSI 参考模型及 TCP/IP 参考模型中的网络层协议;第 5 章传输层,介绍 OSI 参考模型及 TCP/IP 参考模型中的传输层协议;第 6 章应用层,讨论计算机网络中常见的应用层协议;第 7 章网络安全,讨论网络安全的基本原理和常见技术。这样安排的目的是为了尽可能向教学内容现代化方向努力,努力做到理论联系实际,使读者可以获得更好的学以致用效果。

本书结构合理,层次清晰,内容覆盖面较广。不仅可以作为高等院校“计算机网络”课程的教材,也可供从事数据通信和计算机网络方面研究或应用的科研工作者、工程技术人员作为自学或参考资料。

本书由杨晓晖、蔡红云和张明编著。杨晓晖拟定了编写内容和大纲,并编写了第 4、6、7 章内容,蔡红云编写了第 2、3、5 章,张明编写了第 1 章。

本书在编写过程中得到了河北大学王凤先教授、田俊峰教授、刘振鹏教授的大力支持和热情帮助,李红霞、郭峰等也做了大量工作,编者谨在此表示诚挚的谢意。

为了配合教学,本书配有习题指导书,针对每章内容都有习题解答以及考研试题分析,以增强读者对计算机网络知识的理解与应用能力。

由于计算机网络技术发展迅速,涉及的知识面广,加之编者水平有限,书中难免存在一些疏漏,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2011 年 1 月

目 录

CONTENTS >>>

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的产生和发展	3
1.3 计算机网络的功能和应用	6
1.4 计算机网络的分类	7
1.5 网络体系结构	8
1.5.1 分层模型	8
1.5.2 协议、服务与接口	10
1.6 网络参考模型	12
1.6.1 OSI 参考模型	12
1.6.2 TCP/IP 参考模型	15
1.6.3 网络参考模型的比较	16
1.7 因特网标准和管理机构	17
1.7.1 因特网的发展历程	17
1.7.2 下一代因特网研究	18
1.7.3 因特网的管理	20
1.7.4 其他标准化组织	21
小结	22
习题	22
第 2 章 物理层	23
2.1 物理层概述	23
2.2 数据通信基础	24
2.2.1 基本概念	24
2.2.2 数据传输方式	25
2.2.3 主要技术指标	26
2.3 数据编码技术	28
2.3.1 数字数据的数字信号编码	28
2.3.2 数字数据的模拟信号编码	30
2.3.3 模拟数据的数字信号编码	31
2.4 数据交换技术	33
2.4.1 电路交换	33
2.4.2 存储转发交换	34
2.4.3 交换技术的比较	34

2.5 多路复用技术	35
2.5.1 频分多路复用	35
2.5.2 时分多路复用	36
2.5.3 码分多路复用	38
2.6 传输介质	39
2.7 物理层协议	42
小结	45
习题	45
第3章 数据链路层	47
3.1 数据链路层概述	47
3.1.1 数据链路层的基本功能	47
3.1.2 数据链路层提供的服务	49
3.2 成帧	50
3.3 差错控制	53
3.3.1 简单的差错控制编码	54
3.3.2 循环冗余码	56
3.3.3 海明码	59
3.4 流量控制	61
3.4.1 XON/XOFF 协议	61
3.4.2 滑动窗口协议	61
3.5 介质访问控制	68
3.5.1 争用协议	70
3.5.2 无冲突协议	77
3.5.3 有限争用协议	79
3.6 局域网	80
3.6.1 局域网概述	80
3.6.2 逻辑链路控制子层	82
3.6.3 以太网	82
3.6.4 令牌环网	87
3.6.5 令牌总线网	92
3.6.6 高速以太网	97
3.6.7 无线局域网	102
3.6.8 局域网互连设备	106
3.6.9 虚拟局域网	113
3.7 数据链路层协议	116
3.7.1 HDLC	116

3.7.2 PPP	119
小结	121
习题	122
第 4 章 网络层	125
4.1 网络层概述	125
4.1.1 通信子网操作方式	126
4.1.2 网络层提供的两种服务	127
4.1.3 网络层功能	128
4.2 路由选择	132
4.2.1 静态路由选择算法	132
4.2.2 动态路由选择算法	135
4.2.3 路由选择协议	141
4.3 拥塞控制	150
4.3.1 拥塞控制概述	150
4.3.2 拥塞控制原理	152
4.3.3 拥塞控制方法	153
4.4 IP 协议	156
4.4.1 IPv4 报文格式	156
4.4.2 IPv4 地址	159
4.4.3 子网与子网掩码	162
4.4.4 CIDR	164
4.4.5 NAT	166
4.4.6 ARP 与 RARP	167
4.4.7 ICMP	170
4.4.8 DHCP	171
4.4.9 IP 组播	172
4.4.10 移动 IP	176
4.4.11 IPv6	178
4.5 网络层设备	182
小结	184
习题	184
第 5 章 传输层	188
5.1 传输层概述	188
5.1.1 传输服务	188
5.1.2 传输协议	191
5.2 TCP	200
5.2.1 TCP 概述	200

5.2.2	TCP 报文段格式	201
5.2.3	TCP 连接管理	204
5.2.4	TCP 可靠传输	206
5.2.5	TCP 流量控制	207
5.2.6	TCP 拥塞控制	208
5.2.7	TCP 定时器管理	211
5.3	UDP	212
	小结	214
	习题	214
第 6 章	应用层	216
6.1	网络应用模型	216
6.1.1	C/S 模型	216
6.1.2	P2P 模型	218
6.2	DNS	222
6.3	WWW	226
6.4	E-mail	229
6.5	FTP	232
6.6	Telnet	234
	小结	234
	习题	234
第 7 章	网络安全	236
7.1	网络安全概述	236
7.1.1	网络安全威胁	236
7.1.2	网络安全体系结构	238
7.2	数据加密	240
7.2.1	数据加密概述	240
7.2.2	简单密码体制	242
7.2.3	对称密码体制	243
7.2.4	非对称密码体制	246
7.2.5	基于哈希函数的加密机制	247
7.2.6	数字签名	248
7.2.7	数据鉴别	249
7.3	访问控制	252
7.3.1	系统访问控制	252
7.3.2	资源访问控制	253
7.4	网络防火墙	254
7.5	入侵检测系统	258

7.6 因特网安全协议	261
7.6.1 IPSec	261
7.6.2 SSL	263
7.6.3 应用层安全协议	263
小结	265
习题	265
参考文献	267

第 1 章 | 概 述

学习目标

- 掌握计算机网络的定义及组成。
- 了解计算机网络的发展历程。
- 掌握计算机网络的常见分类。
- 理解并掌握层次模型。
- 掌握 OSI 参考模型的构成及各层功能。
- 掌握 TCP/IP 参考模型的构成及各层功能。

计算机网络是计算机技术和通信技术高速发展、紧密结合的产物。借助无处不在的网络，人们之间的沟通变得更加方便和快捷。计算机网络的发展和广泛应用对当今人类社会的政治、经济、科技、教育等各方面均产生了重大影响。

1.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络？多年来一直没有一个统一的定义，随着计算机技术和通信技术的发展，计算机网络的内涵也在不断变化。目前，一个广为接受的看法是：计算机网络是由多台独立自治、相互连接的计算机构成的一个复合系统，以信息交换、资源共享和协同工作为目的。自治是指每台计算机的功能是完整的，可以独立工作。相互连接是指计算机之间通过通信信道互连，并彼此交换信息。因此，计算机网络就是通过通信线路和通信设备将分布在不同位置的、具有独立自治功能的计算机彼此连接起来，并配置相应的网络软件，以实现计算机之间的信息交换和资源共享。

从计算机网络的定义可知，计算机网络的构成包括两部分：一部分是由通信线路和通信设备所构成的通信子网；一部分是由互连的计算机、终端或提供共享资源的其他设备所构成的资源子网，如图 1-1 所示。通信子网位于整个网络的核心，为资源子网中的计算机提供数据传输服务，通信子网覆盖的地理范围可以是很小的局部区域，如一栋楼、一个单位，也可以是很大的区域，如一座城市、一个地区或国家，甚至可以跨国界。通信子网中除了包括传输信息的物理媒体外，还包括诸如转发器（Repeater）、交换机（Switch）和路由器（Router）之类的通信设备。资源子网位于网络的边缘，资源子网中的计算机负责运行对信息进行处理的应用程序，它们是网络中信息流动的源和宿，这些计算机负责向用户提供可供共享的硬件、软件和信息资源。

将通信子网和资源子网分离开来，使得这两部分可以单独规划与管理，简化了整个网络的设计和管理。在近程局部范围内，一个单位可同时拥有通信子网和资源子网；在远程广域范围内，通信子网可以由政府部门或电信运营商拥有和经营，向社会提供服务。拥有计算机的单位可以通

过申请接入通信子网，成为计算机网络中的成员，使用网络服务。

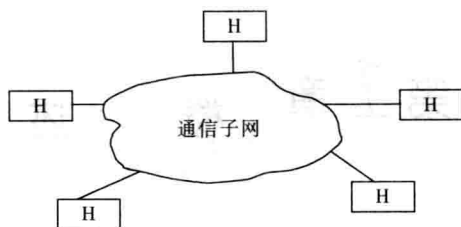


图 1-1 通信子网与资源子网

在计算机网络中，网络结点和链路之间的分布和互连所形成的物理形状称为计算机网络的拓扑结构。拓扑结构是计算机网络的重要特性，计算机网络的拓扑结构有多种，包括星形、环形、总线形、树形和网形等，如图 1-2 所示。

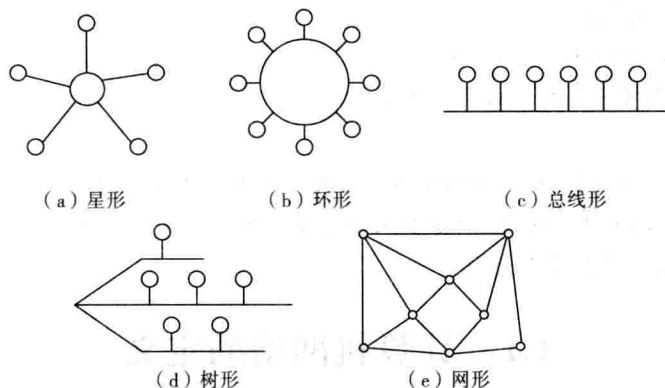


图 1-2 计算机网络的拓扑结构

星形拓扑结构是一种以中央结点为中心，把若干外围结点连接起来的辐射状互连结构。中央结点实施对全网的控制，并分别通过单独的通信线路和各个外围结点相连接，因此系统容易扩充，控制简单，但中央结点会成为系统的瓶颈，并且系统存在单点故障（Single Point of Failure）问题。星形拓扑结构广泛应用在网络智能集中于中央结点的场合。从目前的趋势看，计算机已经从集中式的主机系统发展到功能很强的微型机和工作站。在这种形势下，传统的星形拓扑结构的使用有所减少，但以高速交换设备为中心的星形拓扑结构则发展迅猛，应用也越来越广泛。

环形拓扑结构将所有网络结点通过通信线路连接成一个闭合环，每个结点能够接收从一端链路传来的数据，并把该数据沿环送到另一端链路上。通信链路可以是单向的，也可以是双向的。数据在环上的传送由分布式控制策略进行控制。环形拓扑结构的通信链路长度比星形拓扑结构要短得多，而且可以使用光纤，在环上增加或删除网络结点也比较容易操作。但环上任一结点或链路发生故障会导致全网故障，且故障检测和定位比较困难。IEEE 802.5 令牌环网即为采用环形拓扑的网络。

总线拓扑结构采用一个共享信道作为传输介质，所有结点都通过相应的硬件接口直接连到被称为总线的传输介质上。任何一个站点发送的数据信号都沿着传输介质传播，而且能被所有其他站点接收。总线拓扑结构简单，又是无源工作，有较高的可靠性，而且易于扩充，便于结点的增加或删除。但总线的传输距离有限，通信范围受到限制，此外故障诊断和隔离比较困难。早期的以太网即为采用总线拓扑结构的网络。

树形拓扑结构是从总线拓扑结构演变而来的,形状像一棵倒置的树,顶端是根结点,根结点下可以有分支,每个分支还可以再带子分支,根结点接收各网络结点发送的数据,然后再广播发送到全网。树形拓扑的优点是扩展容易、管理简单、维护方便;缺点是共享能力差、可靠性低,根结点容易成为系统的瓶颈,一旦根结点发生故障,会导致全网瘫痪。

网形拓扑结构中,各网络结点之间根据需要通过通信线路互连,形成错综复杂的网状。它的优点是不受瓶颈问题和单点故障问题的影响。由于结点之间可以有許多条路径相连,因此可以为数据的传输选择适当的路由,从而绕过故障或繁忙的结点。网形拓扑虽然结构复杂,成本较高,相应的网络协议也比较复杂,但由于它的可靠性比较高,因此在广域网中得到了广泛的应用。当前的因特网即为采用网形拓扑结构的网络。

1.2 计算机网络的产生和发展

计算机网络是通信技术与计算机技术相结合的产物,是信息社会最重要的基础设施,并将构筑人类社会的信息高速公路。随着通信技术和计算机技术的不断发展,计算机网络也经历了从简单到复杂、从单机到多机的发展过程。其发展过程大致可分为以下几个阶段:

1. 终端-主机通信网络

终端-主机通信网络是早期计算机网络的主要形式,它是将一台主机经通信线路与若干终端直接相连,如图 1-3 所示。



图 1-3 简单的终端-主机通信网络

在简单的终端-主机通信系统中,主机既要进行数据处理,又要承担通信功能。为了减轻主机的负担,在主机和通信线路之间设置了一个前端处理机(Front End Processor, FEP)或通信控制单元(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和通信控制的分工,可以更好地发挥主机的数据处理能力。在终端较集中的地方,还可以设置集中器或多路复用器,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与远端主机的前端处理机相连。这种网络结构如图 1-4 所示,其中, M 代表调制解调器, T 代表终端。

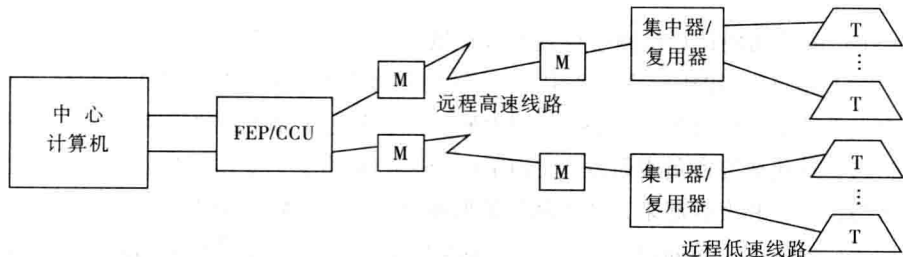


图 1-4 复杂的终端-主机通信网络

终端-主机通信网络的典型代表是 20 世纪 60 年代初期美国建成的航空公司飞机订票系统 SAVRE-1。

严格来说, 终端-主机通信网络并不是真正意义的计算机网络, 因为这样的网络中只有主机具有独立自治功能, 其余的终端均不具备自主处理功能。尽管如此, 由于终端-主机系统在计算机网络发展历程中有着重要的地位, 所以人们把它作为计算机网络发展的雏形阶段。

2. 计算机-计算机网络

计算机-计算机网络是从 20 世纪 60 年代兴起的, 是由多台独立自治的计算机通过通信线路互连而成的系统。

20 世纪 60 年代至 70 年代, 出于军事目的, 美国国防部高级研究计划局 (Advanced Research Projects Agency, ARPA) 联合计算机公司和大学共同研制出了 ARPANET, 这是世界上第一个计算机-计算机网络。ARPANET 的出现标志着真正意义上的计算机网络的兴起, 它使得网内各计算机间通过通信系统能够共享资源。ARPANET 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, 计算机网络的许多知识还都与 ARPANET 的研究成果有关, ARPANET 中提出的一些概念和术语至今仍被沿用。

计算机-计算机网络中运行用户程序的计算机称为主机 (Host), 主机间并不是直接由通信线路连接, 而是通过称为接口报文处理机 (Interface Message Processor, IMP) 的装置互连的, 如图 1-5 所示。当某台主机上的用户要访问网络中的另一台主机时, 首先将信息送至本地与其相连的 IMP, 通过通信线路沿着适当的路径经若干个 IMP 转发后, 传送至目标 IMP, 从而实现用户连入目标主机的目的。IMP 和连接 IMP 的通信线路一起负责完成主机之间的数据通信任务, 构成通信子网。与通信子网互连的主机负责运行用户程序, 向网络用户提供共享的软件和硬件资源, 组成资源子网。

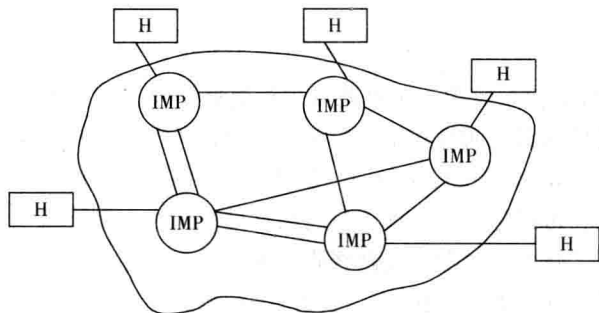


图 1-5 计算机-计算机网络

ARPANET 的成功使计算机网络得到迅猛发展, 以各种应用为目的的计算机网络系统相继产生。如 20 世纪 80 年代 IBM 沃森研究中心、卡耐基-梅隆大学和普林斯顿大学合作开发的 TSS, 加利福尼亚大学欧文分校研制的 DCS, 加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所建立的 DCTOPUS, 以及法国信息与自动化研究所负责研发的 CRCLADES 等。除此之外, 由用户联营为一定范围内应用而建立的网络也产生和发展起来, 如国际气象监测网 (World Weather Watch Network, WWWN)、欧洲情报网 (European Information Network, EIN), 以及向公众提供服务的公用分组交换数据网 (Public Packet-Switched Data Network, PPSDN)、英国的 PSS 和美国的 TELNET 等。

3. 标准化计算机网络

20 世纪 70 年代, 计算机网络开始向着体系结构标准化的方向迈进, 即正式进入网络标准化时代。1974 年, IBM 提出了系统网络体系结构 SNA (System Network Architecture) 标准; 1975 年, DEC 公布了数字网络体系结构 DNA (Digital Network Architecture) 标准。然而, 不同的专用网络体系结构标准给不同网络间的互连带来了很大的不便, 因此有必要制定一个统一的标准, 该标准具有统一的网络体系结构, 遵循标准化协议, 可以使位于不同网络的计算机方便地互连在一起, 这就是 1984 年由国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 颁布的开放系统互连参考模型 OSI/RM (Open System Interconnection/Reference Model)。

OSI 参考模型中的“开放”是指任何遵循同样标准的系统能够相互通信, OSI 参考模型作为计算机网络体系结构的基础, 已被国际社会普遍接受。

除了 OSI/RM 之外, 20 世纪 80 年代国际电话电报咨询委员会 CCITT (后更名为国际电信联盟 ITU) 也制订和开发了一系列计算机网络协议标准, 如 X.25、X.3、X.29 和 X.75 等。

目前, 许多国家或地区都有了自己的公用分组数据交换网, 如加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、德国的 DATEX-P、日本的 DDX-P, 以及我国的 CHINAPAC 等。尽管这些网络的内部结构、采用的通信信道及通信设备不尽相同, 但它们向外部提供的互连接口是相同的, 因此可以方便地实现互连互通。另一个标准化网络的例子就是在原 ARPANET 基础上发展起来的因特网 (Internet), 任何计算机只要遵循 TCP/IP 的标准并申请到 IP 地址就可以通过通信线路接入 Internet。

4. 计算机网络的未来

近年来, 随着光纤通信技术的发展, 计算机网络技术也得到了极大的发展。主要表现在:

(1) 网络带宽高速化

早期的以太网 (Ethernet), 数据传输速率只有 10Mbit/s (bits per second, bit/s), 目前 100Mbit/s 以太网已相当普及, 1Gbit/s 以太网已经开始流行, 10Gbit/s 以太网也已经被用于局域网和城域网中, 40Gbit/s 以太网标准正在制定之中。

(2) 服务质量越来越好

早期计算机网络传输的主要是数字、文本和程序等数据, 随着网络带宽的不断提高, 更加刺激了网络应用的多样化和复杂化, 在网上传输图形、图像、声音等多媒体信息的需求越来越大, 网络应用正朝着宽带化、实时化、智能化、集成化和多媒体化的方向发展。以 IPv6 为代表的新一代 Internet 已经开发成功, 不仅有效解决了 IP 地址空间紧张的问题, 而且改善了网络服务质量, 为电话、电视和数据网的融合提供了重要的技术支持, IPv6 代表了网络发展的一个重要方向。

(3) 新兴网络技术不断涌现

近年来, 不断涌现出新兴的网络技术, 如 P2P 技术、网格技术、云计算、物联网等。这些新的基础设施使信息资源的获取、分布和有效利用发生革命性的变化, 并将从根本上改变人们的生产和生活方式。

1.3 计算机网络的功能和应用

计算机网络的功能可概括为分散用户间通信、共享资源、提高可靠性、分担负载及协同处理等多个方面。这些功能是相互联系、相辅相成的。其中,通信功能是计算机网络最基本的功能,是其他功能的基础。

计算机网络为分散在各地的用户提供强有力的人际通信手段。通过计算机网络,用户可以传输电子邮件,发布新闻消息,传输图形、图像和语音信息,这使得生活工作在不同地方的人们可以很方便地进行交流和合作。一个人修改了某个文件,其他人通过网络立即可以看到;一个地方发生了新闻事件,另一个地方的用户可以及时方便地了解到。正是由于计算机网络提供了强大的通信功能,才使得真正意义上的“海内存知己,天涯若比邻”得以实现,才使得地球变成了一个“地球村”。长期以来,人们已经习惯了使用因特网上的电子邮件(E-mail),它极大地缩短了人们之间通信的时间和距离。因特网上还有许多特殊兴趣组(Special Interesting Group, SIG),加入了某一组后就能和分布在世界各地的许多人就共同感兴趣的问题交换意见,进行交流展开讨论。

因此,通信功能是计算机网络提供的最基本、也是最重要的功能。

分布共享资源是计算机网络提供的另一项重要功能,也是推动计算机网络产生和发展的原动力之一。计算机网络最早就是以消除地理距离限制、共享分布资源为目的而产生和发展起来的。无论是第一代面向终端的计算机网络,还是第二代、第三代计算机网络,都是把方便、高效地共享分布资源作为设计和追求的目标。

计算机网络中可供共享的资源可以是硬件,诸如计算机、具有特殊功能的处理部件以及大量的外部存储器等,也可以是软件和数据。硬件资源共享,可以避免硬件设备的重复购置,提高设备的利用率,降低系统成本;软件和数据共享可以避免软件研制上的重复劳动、数据的重复存储,也便于集中管理,减少运行成本。

计算机网络中拥有的可替代资源提高了整个系统的可靠性。例如,存储在某一台计算机中的文件若被偶然破坏了,在网络的其他计算机中仍然能找到可供使用的副本。又如,某台计算机失效了,网络中其他计算机就可以承担起它的处理任务,不会使整个系统崩溃(但性能可能会有所下降)。计算机网络提供的这种功能在某些可靠性要求比较高的应用场合如军事、银行、实时控制等领域是十分重要的。

通过计算机网络的管理可以在各资源主机间均衡负载,使得在某时刻负载过重的主机可以将一些任务分配给其他空闲的计算机去处理。尤其对于地理跨度大的远程网,还可以利用时差来均衡日夜负载的不均现象。

在网络操作系统的合理调度下,计算机网络中的多个计算机可以协同完成依靠一个计算机难以完成的大型计算任务。这种协同计算是计算机网络支持下的分布式系统应用研究的一个重要方向。

正如前面所述,计算机网络具有通信、共享资源、均衡负载和提高可靠性诸多功能,它在工业、农业、交通运输、文化教育、商业、国防以及科学研究等领域获得越来越广泛的应用。

工厂可用它来实现生产过程的自动监督、控制和管理;交通运输行业可以利用它进行优化调度和运营的自动化管理;教育科研部门不仅可以利用网络的通信和资源共享功能来进行情报资料

的检索、科技协作、学术交流,还可以进行远程教育;在国防上可以利用网络来实现信息的快速收集、跟踪、控制与指挥;电子商务、电子政务的出现和发展则从商业和行政管理等方面展现了计算机网络广泛的应用前景。总而言之,计算机网络的应用十分广泛,可以毫不夸张地说,在当代社会,计算机网络的应用无时不有、无处不在,已经深入到社会的方方面面。

1.4 计算机网络的分类

由于计算机网络非常复杂,因此还没有关于计算机网络分类的统一标准,但人们可从不同角度对计算机网络进行分类。比如,可以按照网络所使用的传输介质,将网络分为有线网和无线网;可以按照网络所使用的拓扑结构,将网络分为星形网、总线形网、环形网以及树形网等;可以按照网络所使用的传输技术,将网络分为点对点网络和广播式网络;可以按照网络的传输速率,将网络分为低速网、中速网和高速网;可以按照网络的覆盖范围,将网络分为局域网、城域网和广域网。网络的覆盖范围影响到网络所采用的传输介质、传输技术、组网方式以及管理和运营方式,因此,按照网络的覆盖范围对计算机网络进行分类是一种重要的分类方法。

1. 局域网

局域网(Local Area Network, LAN)是指覆盖范围在几千米到十几千米内的计算机相互连接所构成的计算机网络。这种类型的网络被广泛应用在一个实验室、一栋或几栋大楼、一个学校、一个单位等,便于区域内人们进行资源共享和数据通信。局域网一般是由某个单位单独拥有、使用和维护,具有结构简单、传输速率高、延时小、管理方便、造价低廉等优点。

局域网一般采用共享传输介质的广播通信技术,由于所有结点共享信道,当多个结点同时进行数据传输时会造成数据帧的碰撞,即冲突问题。因此,在局域网中,必须引入介质访问控制协议来解决结点对介质的争用问题。

目前,常用的局域网有以太网和令牌环网。最早的以太网采用总线拓扑结构,以基带同轴电缆作为传输介质,数据传输速率为10Mbit/s。令牌环网采用环形拓扑结构,通过引入令牌帧来控制结点对环的访问,避免冲突问题。

2. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是在一个城市范围内所建立的计算机网络。城域网的覆盖范围比局域网的覆盖范围大,一般为十几千米到上百千米。同局域网不同,城域网通常被用做城市骨干网,将位于同一城市中不同地点的局域网或各种主机和服务器连接起来。典型的城域网产品是光纤分布式数据接口(Fiber Distributed Data Interface, FDDI),是在令牌环网基础上发展起来的,采用光纤作为传输介质。

IEEE成立了一个专门的委员会定义了一种城域网标准,即IEEE 802.6标准的分布队列双总线(Distributed Queue Dual Bus, DQDB)。

DQDB的基本结构如图1-6所示。两条平行的单向总线穿绕于整个城市,每个结点同时连接到两条总线上。每条总线都有一个首端,它能产生一个稳定的53B的信元流。每个信元从首端沿着总线往下传,当它到达终点时,就从总线上消失。

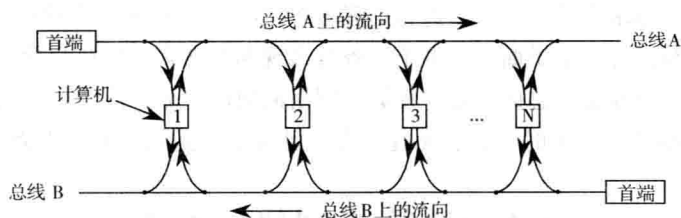


图 1-6 DQDB 的基本结构

每个信元带有 44 字节的有效载荷。在发送信元之前，结点必须知道目的结点位于其左方还是右方。如果目的结点位于右方，发送结点就使用总线 A，否则就使用总线 B。数据通过硬件或固化的逻辑或（wired-OR）运算电路输入到相应的总线中，因此，单个结点失效不会影响整个网络的正常运行。

3. 广域网

广域网（Wide Area Network, WAN）也称远程网，是指覆盖范围广阔的网络，覆盖范围可以是一个国家或地区等。广域网将分布在不同地区的宽带城域网或计算机系统互连起来，提供各种网络服务，实现信息资源共享。Internet 是广域网的典型代表。

由于计算机网络中各台计算机间信息传输的速率、延时等与距离有直接关系，所以，不同类型的网络无论在采用的技术上还是在本身的性能上都有明显的区别。图 1-7 粗略地给出了计算机网络覆盖的范围和数据传输速率之间的关系。

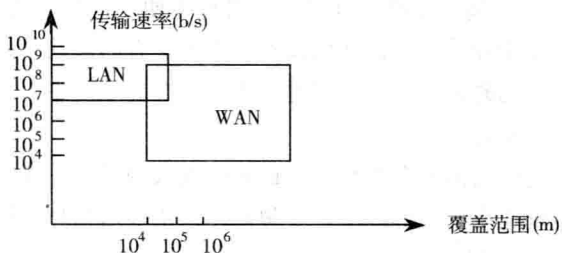


图 1-7 LAN、WAN 系统的比较

1.5 网络体系结构

理解大型互联网的网络结构、工作原理和各种网络应用的实现方法，首先要掌握网络体系结构的基本概念和处理网络问题的基本方法。

1.5.1 分层模型

将多台位于不同地点的计算机系统及其大型终端设备互连起来，使其互相通信、共享资源、协同工作，这是一个非常复杂的工程设计问题。

对复杂的问题，将其进行分解，使其变成若干个功能相对独立的子问题，然后“分而治之”，逐个加以解决，不同的子问题由不同的模块单独处理，而且这些模块之间形成单向依赖关系，即模块之间是单向的服务与被服务的关系，从而构成层次关系，这就是分层模型的基本思想。