

JISUANJI WANGLUO
YU TONGXIN JISHU TANSUO

计算机网络 与通信技术探索

主 编 周瑞琼 朱 光 李 理
副主编 陈锦清 陈晓燕 李 菁 王林生 白亚男



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

PERSONALITY IMPROVEMENT

THE POWER OF THE MIND

计算机网络

与通信技术探索



JISUANJI WANGLUO

YU TONGXIN JISHU TANSUO

计算机网络 与通信技术探索

主 编 周瑞琼 朱 光 李 理
副主编 陈锦清 陈晓燕 李 菁 王林生 白亚男



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书内容包括导论、现代通信基础、网络体系结构与协议、局域网与广域网技术、无线网络技术、网络互连及其协议、网络传输服务、网络应用技术、Internet 接入技术、网络安全与管理技术、数据通信技术、多媒体通信网络技术、数据通信技术的应用等。旨在对当前计算机网络与通信领域的一些前沿理论与技术进行全方面的探讨和研究。

图书在版编目（C I P）数据

计算机网络与通信技术探索 / 周瑞琼, 朱光, 李理主编. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-5170-2483-5

I. ①计… II. ①周… ②朱… ③李… III. ①计算机网络—研究②通信技术—研究 IV. ①TP393②TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第212371号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:马静静

书 名	计算机网络与通信技术探索
作 者	主 编 周瑞琼 朱 光 李 理 副主编 陈晓燕 李 菁 王林生 白亚男
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 27.25印张 697千字
版 次	2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	89.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

进入 21 世纪以来,Internet 技术和应用迅速发展,计算机网络已经渗透到社会生活的各个领域,正在影响着人们生活、工作和学习的方式。通过互联网,人们可以方便地进行网上购物、电子理财、电子政务、虚拟图书馆、数字地球、远程教育、远程医疗等各种活动,还可以通过网络进行聊天和搜索信息等。计算机网络的重要性已被越来越多的人所认识。我国国民经济的高速发展不仅对计算机网络和 Internet 技术在各行各业的广泛应用起到了推动作用,同时也提出了更高的要求。

计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉学科,是计算机应用中一个空前活跃的领域。随着人类对通信服务需求的多样化与严格化,现代通信网技术也在不断地发展和更新,以求为人类提供更完美的通信服务。现代通信网技术正处于飞速发展的阶段,各类新技术不断地涌现,参与通信工作的人员不仅要熟练掌握现代通信网的基础理论,更应该把握现代通信网技术的发展趋势,不断开拓创新。

本书共分 13 章,旨在对当前计算机网络与通信领域的一些前沿理论与技术进行全方面的探讨和研究,主要内容包括导论、现代通信基础、网络体系结构与协议、局域网与广域网技术、无线网络技术、网络互联及其协议、网络传输服务、网络应用技术、Internet 接入技术、网络安全与管理技术、数据通信技术、多媒体通信网络技术、数据通信技术的应用等。本书是编者多年从事计算机网络与通信技术教学和实践的经验总结,力求对基础技术做到系统深入的介绍,对新技术做到文献材料翔实可靠,对具体应用做到具体分析。希望本书对读者掌握计算机网络技术和通信技术有一定的帮助。

本书在编写过程中,参考了大量有价值的文献与资料,吸取了许多人的宝贵经验,在此向这些文献的作者表示敬意。由于现代计算机网络和通信网是一门高速发展的技术,涉及众多实际技术和设备,加之编者的学识和水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大专家学者给予批评指正。

编者

2014 年 7 月

目 录

前言	1
第1章 导论	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.2 计算机网络的定义与功能	4
1.3 计算机网络的分类与组成结构	6
1.4 通信系统技术基础及发展方向	14
第2章 现代通信基础	24
2.1 数据通信传输信道	24
2.2 数据通信传输技术	30
2.3 通信频段划分	33
2.4 信息及其度量	35
2.5 数据通信系统	39
第3章 网络体系结构与协议	46
3.1 网络体系结构概述	46
3.2 OSI 参考模型	53
3.3 TCP/IP 参考模型	60
3.4 OSI 与 TCP/IP 参考模型的比较	63
第4章 局域网与广域网技术	66
4.1 局域网概述	66
4.2 以太网	69
4.3 交换式局域网	77
4.4 虚拟局域网	81
4.5 广域网	86
第5章 无线网络技术	101
5.1 无线网络概述	101
5.2 无线局域网技术	116
5.3 无线城域网技术	125
5.4 无线个域网技术	132
5.5 蓝牙技术	138
5.6 无线传感器网络技术	143
第6章 网络互联及其协议	146
6.1 网络互联概述	146
6.2 网际互联协议	153

6.3	网络互联设备	157
6.4	因特网的路由选择协议	173
第7章	网络传输服务	184
7.1	传输层概述	184
7.2	传输控制协议 TCP	187
7.3	用户数据报协议 UDP	198
7.4	流量控制和拥塞控制	201
第8章	网络应用技术	207
8.1	应用层概述	207
8.2	Internet 的地址	212
8.3	电子邮件	223
8.4	万维网	226
8.5	文件传输协议	229
8.6	网格计算	233
第9章	Internet 接入技术	236
9.1	接入网概述	236
9.2	接入网接口及其协议	240
9.3	铜线接入技术	247
9.4	光纤接入技术	252
9.5	光纤同轴电缆混合接入技术	257
9.6	无线接入技术	261
第10章	网络安全与管理技术	267
10.1	网络安全概述	267
10.2	数据加密技术	272
10.3	病毒防范技术	284
10.4	防火墙技术	293
10.5	入侵检测技术	311
10.6	网络管理技术	317
第11章	数据通信技术	324
11.1	数据编码与压缩技术	324
11.2	多路复用技术	330
11.3	数据通信交换技术	335
11.4	数据通信同步技术	340
11.5	数据通信复接技术	347
11.6	差错控制技术	351
11.7	传输介质	359

第 12 章 多媒体通信网络技术	366
12.1 多媒体通信对传输网络的要求	366
12.2 网络类别	369
12.3 现有网络对多媒体通信的支持情况	370
12.4 多媒体通信协议与标准	384
第 13 章 数据通信技术的应用	393
13.1 物联网	393
13.2 多协议标记交换	400
13.3 三网融合	406
13.4 下一代网络	414
参考文献	429

第 1 章 导 论

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物。它代表了当代计算机体系结构发展的一个重要方向。计算机网络技术包括了硬件、软件、网络体系结构和通信技术。网络技术的进步对当前信息产业的发展产生了重要的影响,其发展与应用的广泛程度是惊人的。

1.1.1 计算机网络的形成

计算机网络是通信技术和计算机技术相结合的产物,它是信息社会最重要的基础设施,并将构成人类社会的信息高速公路。

1. 通信技术的发展

通信技术的发展经历了一个漫长的过程,1835 年莫尔斯发明了电报,1876 年贝尔发明了电话,从此开辟了近代通信技术发展的历史。通信技术在人类生活和两次世界大战中都发挥了极其重要的作用。

2. 计算机网络的产生

1946 年诞生了世界上第一台电子数字计算机,从而开辟了向信息社会迈进的新纪元。20 世纪 50 年代,美国利用计算机技术建立了半自动化的地面防空系统(SAGE),它将雷达信息和其他信号经远程通信线路送达计算机进行处理,第一次利用计算机网络实现了远程集中式控制,这是计算机网络的雏形。

1969 年,美国国防部高级研究计划局(DARPA)建立了世界上第一个分组交换网 ARPANet,即 Internet 的前身,这是一个只有 4 个节点的存储转发方式的分组交换广域网,ARPANet 的远程分组交换技术,于 1972 年在首次国际计算机会议上公开展示。

1976 年,美国 Xerox 公司开发了基于载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)原理的、用同轴电缆连接多台计算机的局域网,取名以太网。

计算机网络是半导体技术、计算机技术、数据通信技术和网络技术相互渗透、相互促进的产物。数据通信的任务是利用通信介质传输信息。通信网为计算机网络提供了便利而广泛的信息传输通道,而计算机和计算机网络技术的发展也促进了通信技术的发展。

1.1.2 计算机网络的发展阶段

计算机网络出现的时间并不长,但发展速度很快,经历了从简单到复杂的过程。计算机网络最早出现在 20 世纪 50 年代,发展到现在大体经历了 4 个大的阶段。

1. 大型机时代(1965~1975 年)

大型机时代是集中运算的年代,使用主机和终端模式结构,所有的运算都是在主机上进行

的,用户终端为字符方式。在这一结构里,最基本的联网设备是前端处理机和中央控制器(又称集中器)。所有终端连到集中器上,然后通过点到点电缆或电话专线连到前端处理机上。

2. 小型机联网(1975~1985 年)

DEC 公司最先推出了小型机及其联网技术。由于采用了允许第三方产品介入的联网结构,加速了网络技术的发展。很快,10Mb/s 的局域网速率在 DEC 推出的 VAX 系列主机、终端服务器等一系列产品上广泛采用。

3. 共享型的局域网(1985~1995 年)

随着 DEC 和 IBM 基于局域网(LAN)的终端服务器的推出,微型计算机的诞生和快速发展,各部门纷纷需要解决资源共享问题。为满足这一需求,一种基于 LAN 的网络操作系统研制成功,与此同时,基于 LAN 的网络数据库系统的应用也得到快速发展。

粗缆技术由于安装不方便,开始被双绞线高可靠的星形网络结构取代;大楼楼层开始放置集线器;用于连接总线网和令牌环的桥接器研制成功。但是这些设备在扩大了联网规模的同时也加大了广播信息量,对网络规模的继续扩大构成了威胁。随后,出现了以路由器为基础的联网技术,不但解决了提升带宽的问题,而且解决了广播风暴问题。

4. 交换时代(1995 年至今)

个人计算机(PC)的快速发展是开创网络计算时代最直接的动因。网络数据业务强调可视化,如 Web 技术的出现与应用、各种图像文档的信息发布、用于诊断的医疗放射图片的传输、CAD、视频培训系统的广泛应用等,这些多媒体业务的快速增长、全球信息高速公路的提出和实施都无疑对网络带宽提出更快、更高的需求。显然,几年前运行得良好的 Hub 和路由器技术已经不能满足这些要求,一个崭新的交换时代已经来临。

1.1.3 计算机网络未来的发展方向

根据对未来业务发展的需求,未来的网络应该具有以下特征:

①网络应是高速、可控制、可维护管理、四通八达的,相当于一个高速公路,可以提供端到端信息,包括话音、视频和各种多媒体信息的传送。

②接入应是高速的、综合的,保证各种宽带的应用。

③网络应是开放的,就像高速公路一样可以有各种出口,通过这个出口获得各种服务,特别是丰富的内容服务。

④支持移动性、游牧性。

⑤网络是安全的、不被攻击的,有高的可靠性和可用性。

⑥网络应该是有质量保证的。

⑦网络应该是可控制的、可管理、可经营的。

⑧网络与现有的各种网络应该是互联互通的。

近年来,随着全球通信产业的发展,整个通信产业的技术发展方向主要体现在以下几个方面。

1. 三网合一

目前广泛使用的网络有通信网络、计算机网络和有线电视网络。随着技术的不断发展,新的业务不断出现,新旧业务不断融合,作为其载体的各类网络也不断融合,使目前广泛使用的三类

网络正逐渐向单一统一的 IP 网络发展,即所谓的“三网合一”。

在 IP 网络中可将数据、语音、图像、视频均归结到 IP 数据包中,通过分组交换和路由技术,采用全球性寻址,使各种网络无缝连接,IP 协议将成为各种网络、各种业务的“共同语言”,实现所谓的 Everything over IP。

实现“三网合一”并最终形成统一的 IP 网络后,传递数据、语音、视频只需要建造、维护一个网络,简化了管理,也会大大地节约开支,同时可提供集成服务,方便了用户。可以说“三网合一”是网络发展的一个最重要的趋势。

2. 光通信技术

光通信技术已有 30 年的历史。随着光器件、各种光复用技术和光网络协议的发展,光传输系统的容量已从 Mb/s 级发展到 Tb/s 级,提高了近 100 万倍。

光通信技术的发展主要有两个大的方向:一是主干传输向高速率、大容量的 OTN 光传送网发展,最终实现全光网络;二是接入向低成本、综合接入、宽带化光纤接入网发展,最终实现光纤到家庭和光纤到桌面。全光网络是指光信息流在网络中的传输及交换始终以光的形式实现,不再需要经过光/电、电/光变换,即信息从源节点到目的节点的传输过程中始终在光域内。

3. IPv6 协议

TCP/IP 协议族是互联网基石之一,而 IP 协议是 TCP/IP 协议族的核心协议,是 TCP/IP 协议族中网络层的协议。目前 IP 协议的版本为 IPv4。IPv4 的地址位数为 32 位,即理论上约有 42 亿个地址。随着互联网应用的日益广泛和网络技术的不断发展,IPv4 的问题逐渐显露出来,主要有地址资源枯竭、路由表急剧膨胀、对网络安全和多媒体应用的支持不够等。

IPv6 是下一版本的 IP 协议,也可以说是下一代 IP 协议。IPv6 采用 128 位地址长度,几乎可以不受限制地提供地址。理论上约有 3.4×10^{38} 个 IP 地址,而地球的表面以厘米为单位也仅有 $5.1 \times 10^{18} \text{ cm}^2$,即使按保守方法估算 IPv6 实际可分配的地址,每个平方厘米面积上也可分配到若干个 IP 地址。IPv6 除一劳永逸地解决了地址短缺问题外,同时也解决了 IPv4 中的其他缺陷,主要有端到端 IP 连接、服务质量(QoS)、安全性、多播、移动性、即插即用等。

4. 宽带接入技术

计算机网络必须要有宽带接入技术的支持,各种宽带服务与应用才有可能开展。因为只有接入网的带宽瓶颈问题被解决,骨干网和城域网的容量潜力才能真正发挥。尽管当前宽带接入技术有很多种,但只要是不和光纤或光结合的技术,就很难在下一代网络中应用。目前光纤到户(Fiber To The Home, FTTH)的成本已下降至可以为用户接受的程度。这里涉及两个新技术,一个是基于以太网的无源光网络(Ethernet Passive Optical Network, EPON)的光纤到户技术,一个是自由空间光系统(Free Space Optical, FSO)。

由 EPON 支持的光纤到户,正在异军突起,它能支持吉比特的数据传输速率,并且不久的将来成本会降到与数字用户线路(Digital Subscriber Line, DSL)和光纤同轴电缆混合网(Hybrid Fiber Cable, HFC)相同的水平。

FSO 技术是通过大气而不是光纤传送光信号,它是光纤通信与无线电通信的结合。FSO 技术能提供接近光纤通信的速率,例如可达到 1Gb/s,它既在无线接入带宽上有了明显的突破,又不需要在稀有资源无线电频率上有很大的投资,因为不要许可证。FSO 和光纤线路比较,系统不仅安装简便,时间少很多,而且成本也低很多。FSO 现已在企业 and 居民区得到应用,但是和固

定无线接入一样,易受环境因素干扰。

5. 移动通信系统技术

3G 系统比现用的 2G 和 2.5G 系统传输容量更大,灵活性更高。它以多媒体业务为基础,已形成很多的标准,并将引入新的商业模式。3G 以上包括后 3G、4G,乃至 5G 系统,它们将更是以宽带多媒体业务为基础,使用更高更宽的频带,传输容量会更上一层楼。它们可在不同的网络间无缝连接,提供满意的服务;同时网络可以自行组织,终端可以重新配置和随身携带,是一个包括卫星通信在内的端到端的 IP 系统,可与其他技术共享一个 IP 核心网。它们都是构成下一代移动互联网的基础设施。

1.2 计算机网络的定义与功能

进入 21 世纪,人们的生活、工作、学习和交往等各方面都已经离不开网络。21 世纪的重要特征就是数字化、网络化和信息化,是一个以网络为核心的信息时代。

1.2.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段,人们对计算机网络提出了不同的定义。不同的定义反映着当时网络技术发展的水平,以及人们对网络的认识程度。这些定义可以分为 3 类:广义的观点、资源共享的观点与用户透明性的观点。从目前计算机网络的特点看,资源共享观点的定义能比较准确地描述计算机网络的基本特征。相比之下,广义的观点定义了计算机通信网络,而用户透明性的观点定义了分布式计算机系统。

资源共享观点将计算机网络定义为“以能够相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合”。资源共享观点的定义符合目前计算机网络的基本特征,这主要表现在以下几个方面。

(1) 计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享

计算机资源主要指计算机硬件、软件、数据与信息资源。网络用户不但可以使用本地计算机资源,而且可以通过网络访问联网的远程计算机资源,还可以调用网中几台不同的计算机共同完成一项任务。一般将实现计算机资源共享作为计算机网络的最基本特征。

(2) 互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的“自治计算机”

“自治计算机”就是每台计算机有自己的操作系统,互联的计算机之间可以没有明确的主从关系,每台计算机既可以联网工作,也可以脱机独立工作,联网计算机可以为本地用户服务,也可以为远程网络用户提供服务。

(3) 联网计算机之间的通信必须遵循共同的网络协议

计算机网络是由多个互联的节点组成的,节点之间要做到有条不紊地交换数据,每个节点都必须遵守一些事先规定的约定和通信规则,这些约定和通信规则就是通信协议。这就和人们之间的对话一样,要么大家都说汉语,要么大家都说英语,如果一个说汉语,一个说英语,那么就需要找一个翻译。如果一个人只能说日语,另一个人又不懂日语,而又没有翻译,那么这两人就无法进行交流。

我们判断计算机是否互联成计算机网络,主要看它们是不是独立的“自治计算机”。如果两台计算机之间有明确的主/从关系,其中一台计算机能强制另一台计算机开启与关闭,或者控制

另一台计算机,那么其中一台计算机就不是“自治”的计算机。根据资源共享观点的定义,由一台中心控制单元与多个从站组成的计算机系统不是一个计算机网络。因此,一台带有多个远程终端或远程打印机的计算机系统也不是一个计算机网络。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的出现极大地提高了人们获取信息的能力,以及人们学习和工作的效率。如今计算机网络的功能越来越强大,并且应用范围越来越广。计算机网络的功能大致可以归纳为以下几点。

1. 资源共享

资源共享是计算机网络的一个非常重要的功能,所有计算机网络建设的核心目的都是为了实现资源共享。资源共享是推动计算机网络产生和发展的源动力之一。无论是第一代面向终端的计算机网络,还是后来的第二代、第三代网络都将方便、高效地共享分布资源作为设计和追求的目标。

共享的资源包括硬件资源和软件资源。比如,在一个公司里只需要安装一台打印机,然后将这台打印机设置成网络打印机,那么在网络上的其他用户就都可以使用这台打印机了,这是一个典型的硬件设备通过网络实现资源共享的例子。另外,在某些大的公司里可能会有一些数据库服务器,公司的重要数据都会放在这些服务器上,那么公司里经过授权的员工都可以通过网络访问服务器上的数据,就像使用他们的本地数据一样,这是一个典型的软件资源共享的例子。可见,实现了资源共享一方面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;另一方面又避免了软件研制上的重复劳动,数据的重复存储,方便集中管理,减少运行的成本。

2. 安全可靠

建立网络之后可以提高系统的可靠性。由于可以将重要资源分布到不同地方的计算机上,即使某台计算机出现故障也不会影响用户对同类资源的访问,减少了对某台计算机的依赖性。

比如,在银行部门,可以采用双(多)机热备份技术,对于每一次交易记录都在多台主机上通过网络进行备份,随时保证多台主机数据一致。如果其中一台主机出现故障,另外的主机能够立即承担它的工作。可以看出,没有计算机网络,这样的系统是设计不出来的。在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)计算机网络提供的这种功能是十分重要的。

3. 协同处理

有些应用需要很强的计算能力,如模拟核武器爆炸、天气预报等。对于这些应用,需要使用一些大型计算机来完成。但是大型计算机的价格非常昂贵。在网络操作系统的合理调度和管理下,可以将依靠单台计算机无法解决的大型任务分解给网络中若干比大型计算机便宜很多的小型计算机(甚至可以是个人计算机)协同并行工作来完成。如有必要可以再配合一些高性能软件,从而实现与大型机相同的功能。

4. 家庭应用

对于普通用户来讲,网络给人们最大的感受就是它提供了丰富多彩的娱乐功能。慢慢地,家庭网络也开始浮出水面。

家庭网络的基本思想是:将来大多数家庭都会建立一个网络环境。家庭中的每一个设备都具有与其他设备进行通信的能力,通过 Internet 就可以访问这些设备。在现在看来,这是一个梦

幻般的想法。但是如果真的将电视、冰箱、空调等都连接上网,人类的生活会发生怎样天翻地覆的改变呢?

从技术方面说,家庭网络和普通网络之间存在着不同之处,要考虑很多方面的问题。比如,网络与设备的安装必须简单,因为在计算机中觉得很正常的情况,可能在家庭网络中就是不能忍受的;再比如,有网络功能的家庭设备不能比没有网络功能的设备贵很多,等等。家庭网络正处于一个发展阶段,还有很多其他的困难和技术需要加以发现 and 解决。

5. 无线应用

随着网络技术的不断发展,无线网络开始大规模地普及开来。拥有笔记本电脑和 PDA (Personal Digital Assistants, 个人数字助理) 的个人,希望在他们移动的过程中也保持和网络的连接。而且,在某些应用场合下,用有线网络也不方便。所以,有些时候,人们可能更喜欢安装无线网络,就好像移动电话和固定电话的竞争一样。可见,这些设备的出现、发展更是进一步推动着无线网络的发展,甚至对有线网络造成了冲击。

1.3 计算机网络的分类与组成结构

1.3.1 计算机网络的分类

现在计算机网络被广泛地使用,已经出现了多种形式的计算机网络,根据网络的分类不同,同一种网络,会有各种各样的说法,例如是局域网、总线网,或者是 Ethernet(以太网)及 NetWare 网等。因此,研究网络的分类有助于更好地理解计算机网络。计算机网络的分类方法很多,其中主要的方法有 3 种:根据网络所使用的传输技术、根据网络的覆盖范围与规模、按网络拓扑结构,此外,还有一些其他的网络分类方法。

1. 根据网络传输技术进行分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此根据网络所采用的传输技术对网络进行划分是一种很重要的方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两类:广播通信信道与点到点通信信道。在广播通信信道中,多个节点共享 1 个通信信道、1 个节点广播信息,其他节点必须接收信息。而在点到点通信信道中,1 条通信信道只能连接 1 对节点,如果两个节点之间没有直接连接的线路,那么它们只能通过中间节点转接。显然,网络要通过通信信道完成数据传输任务,因此网络所采用的传输技术也只可能有两类,即广播(Broadcast)方式和点到点(Point-to-Point)方式。这样,相应的计算机网络也可以分为两类:点到点式网络(Point-to-Point Network)和广播式网络(Broadcast Network)。

(1) 点到点式网络

点到点式网络指网络中每两台主机、两台节点交换机之间或主机与节点交换机之间都存在一条物理信道,即每条物理线路连接一对计算机,机器(包括主机和节点交换机)沿某信道发送的数据确定无疑地只有信道另一端的唯一一台机器收到。假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间节点的接收、存储、转发直至目的节点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的,因此从源节点到目的节点可能存在多条路由,决定分组

从通信子网的源节点到达目的节点的路由需要有路由选择算法。采用分组存储转发是点到点式网络与广播式网络的重要区别之一。

在这种点到点的拓扑结构中,没有信道竞争,几乎不存在访问控制问题。点到点信道无疑可能浪费一些带宽,因为在长距离信道上一旦发生信道访问冲突,控制起来是相当困难,所以广域网都采用点到点信道,而用带宽来换取信道访问控制的简化。

(2) 广播式网络

在广播式网络中,所有联网计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时,所有其他计算机都会接收到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址,接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本节点的地址相同。如果被接收报文分组的目的地址与本节点地址相同,则接收该分组,否则丢弃。在广播式网络中,发送的报文分组的目的地址可以有单节点地址、多节点地址、广播地址3类。

在广播信道中,由于信道共享可能引起信道访问冲突,因此信道访问控制是要解决的关键问题。

2. 根据网络的覆盖范围进行分类

按照计算机网络覆盖的地理范围对其进行分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同,所采用的传输技术也不相同,因而形成了不同的网络技术特点和网络服务功能。按覆盖地理范围的大小,可以把计算机网络分为广域网、城域网和局域网。

(1) 广域网(Wide Area Network, WAN)

广域网的作用范围通常为几十到几千公里,现在采用了新技术和新设备,广域网的主干线路传输速率已可达2.5Gb/s。广域网又被称为远程网,是可在任何一个广阔的地理范围内进行数据、语音、图像信号传输的通信网,在广域网上一般连有数百、数千、数万台各种类型的计算机和网络,并提供广泛的网络服务。

广域网是从20世纪60年代开始发展的,其典型代表是美国国防部的ARPANet网,Internet是最大的广域网。中国公网CHINANET、国家公用信息通信网(又名金桥网)CHINAGBN、中国教育科研计算机网CERNET均是广域网。

(2) 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)

城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络,城域网设计的目标是满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。

(3) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网的覆盖范围较小,从几十米到几千米,通信距离一般小于10km,传输速率在0.1~1000Mb/s,响应时间为百微秒级。局域网的特点是组建方便、使用灵活。

随着计算机技术、通信技术和电子集成技术的发展,现在的局域网可以覆盖几十公里的范围,传输速率可达几千Mb/s,例如Ethernet网络。

局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同,可以分为共享局域网和交换局域网。局域网发展迅速,应用日益广泛,是目前计算机网络中最活跃的分支。

3. 按网络拓扑结构分类

网络中各个节点相互联接的方法和形式称网络拓扑。网络的拓扑结构形式较多,主要分为:

总线型、星型、环型、树型、网状型和混合型。

按照网络的拓扑结构,可把网络分成:总线型网络、星型网络、环型网络、树型网络、网状型网络、混合型和不规则型网络。

4. 其他的网络分类方法

按网络控制方式的不同,可把计算机网络分为分布式和集中式两种网络。

按信息交换方式,计算机网络分为分组交换网、报文交换网、线路交换网和综合业务数字网等。

按网络环境的不同,可把计算机网络分成企业网、部门网和校园网等。

计算机网络还可按通信速率分为3类:低速网、中速网和高速网。低速网的数据传输速率在 $300\text{b/s}\sim 1.4\text{Mb/s}$ 之间,系统通常是借助调制解调器利用电话网来实现。中速网的数据传输速率在 $1.5\sim 45\text{Mb/s}$ 之间,这种系统主要是传统的数字式公用数据网。高速网的数据传输速率在 $50\sim 1000\text{Mb/s}$ 之间。信息高速公路的数据传输速率将会更高,目前的ATM网的传输速率可以达到 2.5Gb/s 。

按网络配置分类,这主要是对客户机/服务器模式的网络进行分类。在这类系统中,根据互联计算机在网络中的作用可分为服务器和 workstation 两类。于是,按配置的不同,可把网络分为同类网、单服务器网和混合网,几乎所有这种客户机/服务器模式的网络都是这3种网络中的一种。网络中的服务器是指向其他计算机提供服务的计算机,工作站是接收服务器提供服务的计算机。

按照传输介质带宽分类,计算机网络分为基带网络和宽带网络。数据的原始数字信号所固有的频带(没有加以调制的)叫基本频带,或称基带。这种原始的数字信号称为基带信号。数字数据直接用基带信号在信道中传输,称为基带传输,其网络称为基带网络。基带信号占用的频带宽,往往独占通信线路,不利于信道的复用,且抗干扰能力差,容易发生衰减和畸变,不利于远距离传输。把调制的不同频率的多种信号在同一传输线路中传输称为宽带传输,这种网络称为宽带网。

按网络协议分类,可把计算机网络分为以太网(Ethernet)、令牌环网(Token Ring)、光纤分布式数据接口网络(FDDI)、X.25 分组交换网络、TCP/IP 网络、系统网络架构(System Network Architecture, SNA)网络、异步转移模式(ATM)网络等。Ethernet、Token Ring、FDDI、X.25、TCP/IP、SNA 等都是访问传输介质的方法或网络采用的协议。

按网络操作系统(网络软件)分类,可对网络进行分类,例如:Novell 公司的 NetWare 网络、3COM 公司的 3+Share 和 3+OPEN 网络、Microsoft 公司的 LAN Manager 网络和 Windows NT/2000/2003 网络、Banyan 公司的 VINES 网络、UNIX 网络、Linux 网络等。这种分类是以不同公司的网络操作系统为标志的。

1.3.2 计算机网络的组成

1. 计算机网络的系统组成

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能,因此从逻辑功能上一个计算机网络分为两个部分:负责数据处理的计算机与终端;负责数据通信的通信控制处理机与通信链路。从计算机网络系统组成的角度来看,典型的计算机网络从逻辑功能上可以分为资源子网和通信子网两部分,二者分别是负责数据处理的子网和负责数据传输的子网。一个典型的计算机网络组

成如图 1-1 所示。

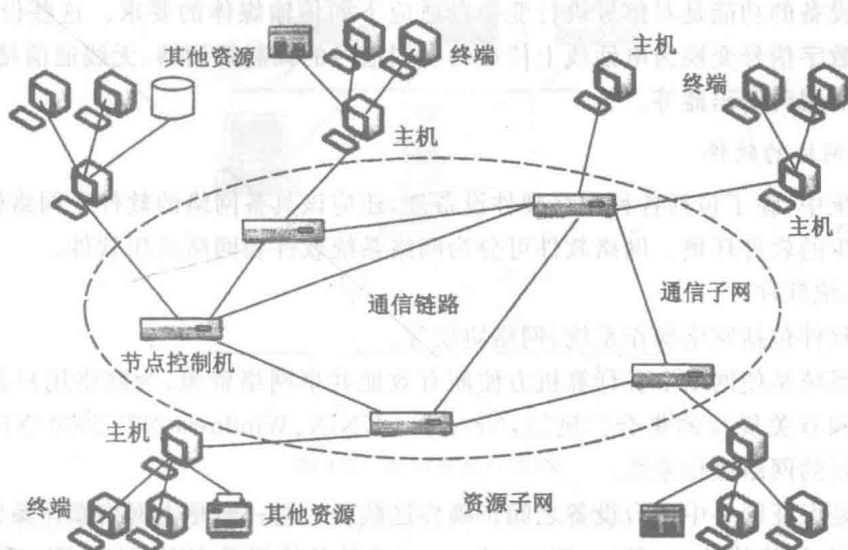


图 1-1 按逻辑功能划分计算机网络示意图

(1) 资源子网

资源子网由主机、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网的主要任务是：负责全网的数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

网络中的主机可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微型机。主机是资源子网的主要组成单元，它通过高速通信线路与通信子网的控制处理机相连接。普通的用户终端通过主机接入网内，主机要为本地用户访问网络其他主机设备与资源提供服务，同时要为网中远程用户共享本地资源提供服务。随着微型机的广泛应用，接入计算机网络的微型机数量日益增多，它可以作为主机的一种类型直接通过通信控制处理机接入网内，也可以通过联网的大、中、小型计算机系统间接接入网内。

终端是直接面向用户的交互设备，可以是简单的输入、输出终端，也可以是带有微处理机的智能终端。智能终端不只具有输入、输出信心的功能，它本身还具有存储与处理信息的能力。终端可以通过主机系统接入网，也可以通过终端控制器、报文分组组装与拆卸装置或通信控制处理机连入网内。

终端控制器连接一组终端，负责这些终端和主机的信息通信，或直接作为网络节点。

计算机外设主要是网络中的一些共享设备，如大型的硬盘机、高速打印机、大型绘图仪等。

(2) 通信子网

通信子网由通信控制处理机、通信线路、信号变换设备及其他通信设备组成。通信子网的主要任务是：完成数据的传输、交换以及通信控制，为计算机网络的通信功能提供服务。

通信控制处理机在通信子网中又被称为网络节点。它一方面作为与资源子网的主机、终端连接的接口，将主机和终端接入网内；另一方面它又作为通信子网中的分组存储转发节点，完成分组的接收、校验、存储和转发等功能，实现将源主机报文准确发送到目的主机的作用。

通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了多种通信线路，如电话线、双绞线、同轴电缆、光纤、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。一般在大型网络中和相距较远的两节点之间的通信链路都利用现有的公共数据通