

21世纪计算机科学与技术专业系列教材

计算机网络与多媒体技术

苏 伟 叶 青
张宇昕 陈洪生 等编著
郑桂华



电子科技大学出版社

21 世纪计算机科学与技术专业系列教材

计算机网络与多媒体技术

苏 伟 叶 青

张宇昕 陈洪生 等编著

郑桂华

计算机网络与多媒体技术

青 叶 苏

张宇昕 陈洪生 等编著

郑桂华

电子科技大学出版社 (成都) 地址: 成都市建设北路二段四号 邮编: 610054

责任编辑: 张俊

封面设计: 张俊

印刷: 张俊

开本: 787×

页次: 2008

印次: 2008年6月第一次印刷

书号: ISBN 7-81004-112-9 / TP·88

定价: 1-2000册

28.80元

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与多媒体技术 / 苏伟等编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2006. 6

(21 世纪计算机科学与技术专业系列教材)

ISBN 7-81094-142-9

I. 计... II. 苏... III. ①计算机网络—高等学校—教材②多媒体技术—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 017930 号

21 世纪计算机科学与技术专业系列教材

计算机网络与多媒体技术

苏 伟 叶 青

张宇昕 陈洪生 等编著

郑桂华

出 版 电子科技大学出版社(成都市建设北路二段四号 邮编 610054)
责任编辑 张致强
发 行 新华书店
印 刷 安徽省蚌埠市广达印务有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 21 字数 347 千字
版 次 2006 年 6 月第一版
印 次 2006 年 6 月第一次印刷
书 号 ISBN 7-81094-142-9 / TP·83
印 数 1—5 000 册
定 价 29.80 元

编审说明

当今社会已进入知识经济时代,计算机技术在其中扮演了十分重要、不可或缺的角色,特别是计算机网络技术以及多媒体技术等。当今社会的显著特点是信息爆炸,随着计算机网络和多媒体技术的快速发展,这一趋势愈加明显。如何更好地获取和利用这些浩如瀚海的多媒体信息,就成了人们普遍关注的问题,由此引发了人们对计算机网络技术以及多媒体技术的学习热情,本书正是在这种背景下应运而生的。

本书编写目的就是要向读者介绍计算机网络和多媒体技术的相关原理和实用技术。为此,本书在理论联系实际的基础上,通俗易懂地阐述了计算机网络及多媒体技术的基本原理,简要介绍了计算机网络和多媒体实用技术。全书共分上、下篇两大部分。上篇为计算机网络技术,共分八章,主要介绍了计算机网络的基本概念,计算机网络的物理层、数据链路层、网络层、运输层以及应用层,局域网和因特网技术,以及网络安全和网络管理等内容;下篇为多媒体技术,共分五章,主要介绍了多媒体技术的基本概念,音频数据处理,视频数据处理,视频数据压缩,以及多媒体数据库等内容。

本书由苏伟、叶青、张宇昕、陈洪生、郑桂华五位同志共同编写,由苏伟主编,叶青担任副主编。上篇计算机网络技术由苏伟、张宇昕、郑桂华共同编写,其中苏伟和郑桂华编写了第一、四、五、六、八章,以及第七章的7.1节,张宇昕编写了第二、三章和第七章的7.2、7.3和7.4节。下篇多媒体技术由叶青与陈洪生共同编写,其中叶青编写了第一、二、三、五章,陈洪生编写了第四章。全书由苏伟统稿。

经审定,本书可供高等院校计算机及电子类专业本、专科教材,同时也可供从事本领域研究的广大工程技术人员参考。

本书在编写过程中得到长春理工大学杨淑云老师的热情关心和大力帮助,在此深表谢意。

鉴于编者业务水平和知识结构的局限性,加之成书时间仓促,书中难免存在错误与不妥之处,热忱希望广大同行和使用本书的广大师生不吝赐教。

目 录

上篇 计算机网络技术

第1章 计算机网络概论	(2)
1.1 计算机网络的形成和发展	(2)
1.2 计算机网络的定义和分类	(5)
1.3 飞速发展的因特网	(11)
1.4 计算机网络的应用	(13)
第2章 计算机网络体系结构	(15)
2.1 分层次的体系结构	(15)
2.2 开放系统互联参考模型:OSI/RM	(18)
2.3 因特网体系结构:TCP/IP	(24)
第3章 物理层与数据链路层	(28)
3.1 物理层和数据链路层的基本概念	(28)
3.2 传输媒体	(34)
3.3 数据的编码与传输	(47)
3.4 常用的物理层标准	(59)
3.5 数据链路层的基本概念	(63)
3.6 停止等待协议及连续 ARQ 协议	(64)
3.7 面向比特的链路控制规程 HDLC 和因特网点到点协议 PPP	(68)
第4章 局域网	(76)
4.1 局域网概述	(76)
4.2 CSMA/CD 多路访问技术及局域网体系结构	(77)
4.3 IEEE 802.3 和以太网	(80)
4.4 高速以太网技术	(87)
4.5 其他局域网技术	(91)
4.6 局域网的组网技术	(93)
4.7 无线局域网	(96)
4.8 Windows 2000 网络操作系统	(100)

第 5 章 广域网和网络互联	(104)
5.1 网络服务模型	(104)
5.2 路由选择	(107)
5.3 因特网的网际层协议 IP	(110)
5.4 下一代的网际层协议 IPv6	(119)
5.5 网络互连	(123)
第 6 章 运输层	(125)
6.1 运输层协议概述	(125)
6.2 用户数据报协议 UDP	(129)
6.3 运输控制协议 TCP	(132)
第 7 章 高层协议	(139)
7.1 万维网	(139)
7.2 因特网中电子邮件	(149)
7.3 域名系统 DNS	(155)
7.4 文件传输协议 FTP	(158)
第 8 章 网络安全与网络管理	(161)
8.1 网络安全概述	(161)
8.2 数据加密原理	(164)
8.3 防火墙和数字签名	(168)
8.4 电子商务中的数据安全	(172)
8.5 网络管理	(174)
下篇 多媒体技术	
第 9 章 绪 论	(181)
9.1 多媒体涉及的概念	(181)
9.2 多媒体系统的特点	(185)
9.3 多媒体技术的发展与应用	(186)
9.4 常用多媒体产品	(191)
第 10 章 音频信号处理	(195)
10.1 声音的产生及特性	(195)
10.2 数字音频	(196)
10.3 数字音频的文件格式	(199)

10.4	声卡的工作原理	(202)
10.5	音频信号编码	(208)
10.6	多声道数字音频	(214)
10.7	语音合成与语音识别	(219)
第 11 章	视频信号处理	(223)
11.1	数字图像基础	(223)
11.2	计算机动画技术	(236)
11.3	动态视频	(243)
第 12 章	数据压缩	(249)
12.1	数据压缩技术简述	(249)
12.2	统计编码	(258)
12.3	预测编码	(278)
12.4	变换编码	(281)
12.5	分析—合成编码	(283)
12.6	静态图像压缩标准 JPEG	(286)
12.7	运动图像压缩标准 MPEG	(289)
12.8	视听通信编码解码标准 H. 261	(291)
第 13 章	多媒体数据库	(293)
13.1	数据管理技术	(293)
13.2	多媒体对数据库系统的影响	(302)
13.3	多媒体数据库管理系统	(311)
13.4	基于内容的多媒体数据检索	(319)
主要参考文献		(324)

计算机网络技术

上篇

上

网络技术

第 1 章 计算机网络概论

1.1 计算机网络的形成和发展

1.1.1 计算机网络的出现

计算机网络与通信技术是密切相关的。首先,通信技术的发展推动了计算机网络技术的发展,第一代计算机网络的发展很好地印证了这一观点。其次,计算机技术在通信领域的广泛应用又进一步提高了通信技术水平,推动了通信技术的发展,近年来通信技术的高速发展给这一观点提供了有力的佐证。因此,可以说计算机网络和通信技术是相辅相成、互相促进的。

1. 第一代计算机网络

计算机网络的出现最早可以追溯到 20 世纪 50 年代。世界上第一台电子计算机出现在 1946 年,该机体积庞大,占地约 170 平方米,重约 30 吨,是一个庞然大物。在随后的几年中,美国和欧洲的一些经济强国相继制造了一批类似的电子计算机。这种电子计算机和现代的计算机相比,计算速度非常慢,使用十分不便。由于技术和财力的限制,并不是每一个国家和每一个研究机构都能够拥有这样的电子计算机的,没有这类电子计算机研究机构中的研究人员,要想使用这类计算机,就必须到拥有这类计算机的国家和研究机构去求助,这给研究人员造成了很大的不便,同时也不利于电子计算机的普及与推广。

进入 20 世纪 50 年代以后,随着通信技术的发展,人们开始考虑使用电传打字机和一种叫做收发器(Transceiver)的终端,来完成远距离用户异地使用大型电子计算机的需求。当初的电子计算机主要是用来处理成批的数据,使用穿孔纸带作为输入和输出设备。为了方便与远程终端的连接,人们研制了一种接口设备,这种接口设备被命名为线路控制器(Line Controller)。后来又使用了多重线路控制器(Multiline Controller)来处理多个远程终端的通信请求,提高了工作效率。

随着人们对电子计算机研究的深入,人们发现电子计算机除了用于数值计算以外,还可以用来做数据处理,也就是说电子计算机还可用来进行非数值计算,正是这一发现促进了计算机的广泛应用,使得计算机用户的数量激增。当前,人们利用电子计算机进行数据处理占了全部电子计算机应用中约 90%,而使用电子计算机进行科学计算只占全部电子计算机应用中约 10%。

随着电子计算机数量和种类的增加,当一种新的电子计算机或者新型终端加入到系统中时,为了进行通信,人们不得不修改线路控制器和电子计算机中相关的硬件和软件,使之适应新的设备。这种情况使得线路控制器成为电子计算机系统的负担。为了改进这种状况,人们设计了一种专用于通信的、与通用电子计算机具有不同硬件结构的新型电子计算机,这种电子计算机被称为前端处理器(Front End Processor, FEP),有时也可以把它简称为前端机。这一思想一直延续至今,现在的大型电子计算机系统,依然是用价格低廉的小型电子计算机系统作为其前置处理机。除此之外,当前接入计算机局域网的电子计算机所使用的网络接口卡也是应用这一思路设计的。

利用线路控制器和前置处理机所组成的系统,构成了现代计算机网络的雏形,有时也把它们称为第一代计算机网络。第一代计算机网络的突出特点就是以主机为核心,各个远程终端通过通信线路和线路控制器或前置处理机连接到主机,构成网络系统。这些连接到网络上的终端是依赖于主机工作的,离开主机不能独立运行。

2. 第二代计算机网络

进入 20 世纪 60 年代后,随着以美国和前苏联两个超级大国为核心的两大军事集团的冷战对峙日益加剧,这种冷战思维逐渐渗透到各个领域,计算机网络的发展也备受这种思维的影响。从 60 年代开始,以美国为首的西方军事集团(北约组织)开始认识到当遭到以前苏联为首的东方军事集团(华约组织)的核打击时,他们的通信系统将面临着灭顶之灾。为了避免这种情况的出现,就必须将原来的集中式通信系统改造成分布式的计算机通信系统。为此,美国国防部远景规划局 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)以及英国国家物理实验室 NPL(National Physical Laboratory)等相关机构从 60 年代起,开始研究分布式计算机网络,用来替代原有脆弱的集中式通信系统。1964 年美国兰德公司(Rand)的巴兰(Baran)提出了存储转发的概念,随后在 1966 年,英国国家物理实验室(NPL)的戴维斯(Davies)又提出了分组(Packet)的概念,从而揭开了分组交换网研究的序幕。

在理论研究的基础上,DARPA 于 1969 年 12 月在美国西海岸的 4 所大学建立起了世界上第一个分组交换计算机实验网络——ARPANET。随后英国、法国、加拿大、日本等西方国家纷纷建立起分组交换实验网,开始进行分组交换的实验研究。

分组交换网是以网络为中心的新一代计算机通信网络,它和 50 年代出现的以主机为中心的第一代计算机网络相比具有明显的区别,性能有了显著的提高,大家把它称为第二代计算机网络。现代计算机网络就是以第二代计算机网络为基础的,现在世界上最大的广域网络——因特网(Internet)就是在

APRANET 的基础上发展起来的,因此第二代计算机网络可以认为是现代计算机网络的鼻祖。

1.1.2 计算机网络的发展

自从 1969 年第一个分组交换网出现以来,计算机网络取得了长足的进步,特别是近年来,随着微型计算机的普及,计算机网络的发展更是突飞猛进。

20 世纪 70 年代以后,人们开始重视计算机网络的建设和发展,提出了一系列计算机网络的协议和标准,规范计算机网络的建设和发展。计算机网络本身是一个复杂的系统,因此,要想建设好计算机网络就必须采用系统工程的思想。为此人们从 APRANET 开始就提出了分层次结构的设计思想,其后随着计算机网络的发展,这种思想越发明确、清晰,并逐渐演化为计算机网络建设的根本出发点和立足点。1974 年,美国的 IBM 公司提出了一个具有重大意义的系统网络结构 SNA (System Network Architecture),这一思路就是遵循分层次体系结构的设计思路而提出的。随后的几年中,数据设备公司 (DEC, Digital Equipment Corporation)、ROCKWELL 公司等一些小型电子计算机生产厂家纷纷推出自己的体系结构,如 DNA、RNA 等,这些体系结构都是遵循分层次的思路提出的。

但是这些体系结构互不兼容,没有互操作性,给网络用户带来了很大的麻烦。国际标准化组织 ISO (International Standard Organization) 为了改进这种状况,从 1977 年起成立了专门的研究机构,组织各国计算机网络专家,开始着手研究制定一个国际统一的计算机网络体系结构框架协议,使之成为国际标准,这就是著名的开放系统互联参考模型 OSI/RM (Open System Interconnection Reference Model),简称为 OSI。到了 1983 年,这一标准基本完成,这就是 ISO 7498 国际标准。这一国际标准在 20 世纪 80 年代得到了全世界各国计算机网络研究者的高度重视,几乎所有的计算机网络教材都采用这一标准作为阐述计算机网络原理和基本概念的纲要。通常人们也把符合这一标准的计算机网络称为第三代计算机网络。虽然 OSI 在 20 世纪 80 年代引起了学术界和产业界的极大关注,但是由于种种原因,它却没能获得预期的成功。人们纷纷转向在因特网上广泛使用的、技术成熟的 TCP/IP 体系结构。

随着因特网的高速发展,人们对计算机网络的需求和依赖变得越来越多,因此许多研究机构和个人都把研究重心转移到因特网上。但是早期的因特网速度缓慢,远远不能满足人们进行多媒体通信的要求。后来人们为了能够在因特网上实现多媒体应用,在 20 世纪 70 年代中期提出了综合业务数字网 ISDN (Integrated Services Digital Network) 的概念,当时的综合业务数字网带宽最宽只能达到 2MB 左右,被称为窄带综合业务数字网 N-ISDN。进入 20 世纪 90 年代以后,随着异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode)

技术的发展,人们研制出了以 ATM 技术为核心的宽带综合业务数字网 B-ISDN,使得人们在计算机网络上进行多媒体信息传输和共享的设想成为可能。人们把这种网络称为第四代计算机网络。

1.2 计算机网络的定义和分类

1.2.1 计算机网络的定义

为计算机网络作出一个准确的定义是十分困难的,许多专家学者在此方面做了很多工作,但始终不能得到一个完整的定义。有的学者对计算机网络给出了一个简单的定义,他们认为,计算机网络就是“一些互相连接的、自治的计算机集合”,这种定义看起来过于简单,但其内涵却十分丰富,值得我们去深入地研究和探讨。还有一些学者认为计算机网络就是“用通信线路将分散在不同地点的、具有独立自主性的计算机系统相互连接,并按网络协议进行数据通信和实现资源共享的计算机集合”。也有的学者认为计算机网络是“利用通信设备和线路,将分布在地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统连接起来,以功能完善的网络软件(网络通信协议及网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传递的系统”。

无论哪种定义都离不开计算机网络的几个基本组成部分,那就是:独立的计算机系统以及连接它们的通信线路,除此之外还要有一个能够协调它们工作的软件系统或协议。因此我们可以对计算机网络给出如下定义:

通过通信线路连接在一起的、各自独立的计算机系统的集合,同时必须拥有一套完整的协议协调它们之间的工作,保证资源能够合理分配和共享,这些通信线路、计算机以及通信协议构成了一个复杂的系统,我们把这个复杂的系统称为计算机网络。

这里需要特别注意的是计算机网络和分布式系统的区别。分布式系统与计算机网络最重要的区别就是分布式系统中各个节点对全体用户是透明的,系统中的各个节点也不一定都是独立的。虽然有些分布式系统是计算机网络的特例,但也有一些分布式系统根本就不是计算机网络(例如分布式计算系统)。分布式系统与计算机网络的重要区别还在于操作系统软件的不同。

1.2.2 计算机网络的分类

根据分类方式的不同,我们可以把计算机网络划分成不同的种类。

1. 按照交换方式分类

计算机网络在交换过程中所使用的交换方式可以分为:电路交换、报文交

换、分组交换和混合交换 4 种方式。

(1) 电路交换

电路交换就是在交换的过程中使用传统的基于位置的交换方式,这种方式最典型的例子就是我们广泛使用的电话系统。它是面向连接的,也就是说在通信开始时要先建立连接,通信结束后还要释放连接,其特点是使用方便,但不适合于计算机间的数据通信。

(2) 报文交换

报文交换是基于存储转发的一种交换方式,它是把要发送的数据作为一个报文(Message),通过中间结点,向目的节点发送。

(3) 分组交换

分组交换是把要发送的报文划分成等长的小数据段,这个小数据段被称为分组(Packet),也叫做包,再通过中间节点,向目的节点发送。这是当前在计算机通信领域内广泛采用的交换方式,其特点是对于突发数据的传输效率较高,适合计算机通信。

(4) 混合交换

混合交换就是把电路交换和分组交换混合在一起。

电路交换和分组交换的区别如图 1.1 所示。

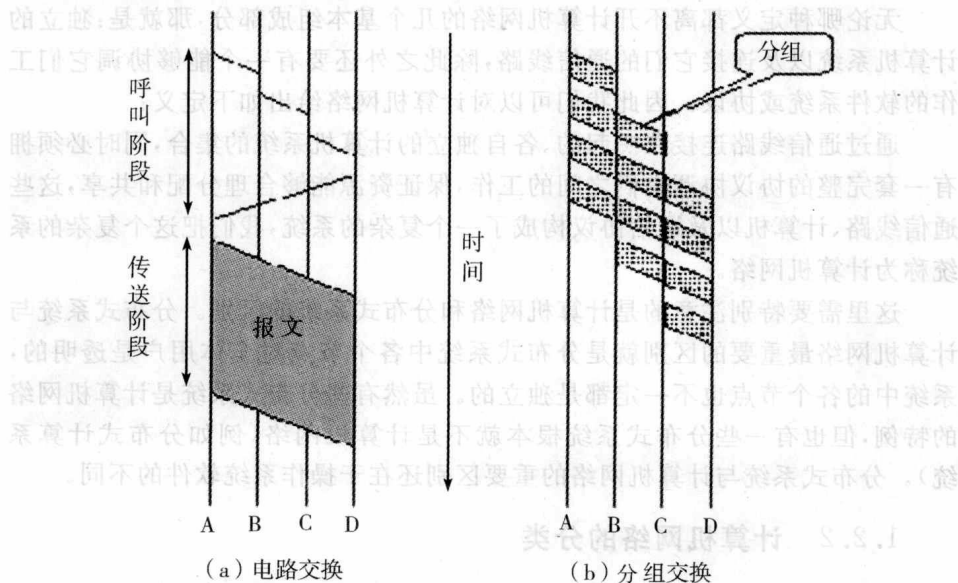


图 1.1 电路交换和分组交换的区别

2. 按照地理范围分类

按照计算机网络所在的地理范围的不同,我们可以把计算机网络分为广域网、局域网、城域网和接入网4种。

(1) 广域网(Wide Area Network, WAN)

广域网所在的地理范围很大,一般在几十千米至几千千米的范围内,通常能够覆盖若干个国家,甚至若干个大洲。因特网就是世界上最大的广域网。广域网有时也称为远程网(Long Haul Network)。传统的广域网数据传输速率都很低,但随着近年来计算机网络技术的高速发展,广域网也可以达到很高的数据传输速率,特别是广域网干线上的数据传输速率甚至可以达到数十 Gbps。

(2) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网一般是指位于一个单位内部或一个建筑物内部的、用高速通信线路连接在一起的小范围计算机网络,它的作用范围通常是几米到几千米,通常局域网的速率都很高,传统的局域网的速率在 10Mbps 以上,近年来随着计算机技术的发展,局域网的速率得到更大的提高,目前一般的局域网的传输速率都在 100Mbps 以上,有的甚至达到 1Gbps 或 10Gbps。

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

城域网的作用范围介于局域网和广域网之间,为几千米到几十千米,覆盖一个城市的范围,通常具有高于局域网的数据传输速率。近年来城域网的发展速度较快,这主要是因为城域网作为广域网和局域网间的桥梁,在广域网和局域网高速发展的带动下,得到快速的发展。城域网使用的网络拓扑结构与局域网所使用的拓扑结构相同,因此有时也把城域网并入到局域网中去讨论。

(4) 接入网(Access Network, AN)

接入网是近年来为了方便最终用户高速上网的需求而产生的,它是指从网络服务提供者(ISP)或网络内容提供商(ICP)到用户间的网络,它为在最终用户接入到因特网时所遇到的速度瓶颈问题提供了有效的解决方案。

3. 按照拓扑结构分类

按照拓扑结构进行划分,计算机网络可以划分为三种:集中式网络、分散式网络和分布式网络(见图 1.2)。

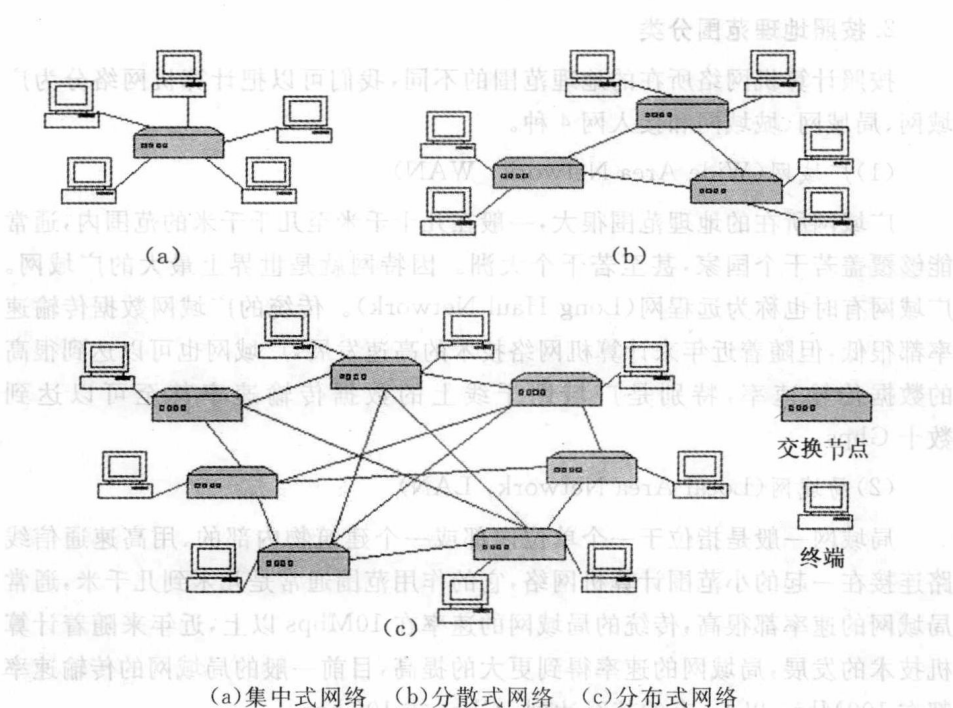


图 1.2 计算机网络按拓扑结构进行分类

4. 按照用途分类

按照使用用途不同,我们可以把计算机网络分成以下两种:

(1) 公用网

公用网一般是国家或公共企事业单位建立的,供普通居民使用的计算机网络系统。这种系统只要用户付一定的费用,就可以使用网络提供的各种服务。公用网最典型的例子就是因特网。

(2) 专用网

专用网是某些企事业单位建立起来的,用于本单位或其他单位的特定工作的计算机网络。与公共网相比,专用网一般不向普通公众开放,只对于其单位内部开放,供单位内部人员使用。这类网络一般都有很好的安全保密性,确保网内的信息安全。例如某些学校的校园网、某些科技或工业园区的园区网等。

1.2.3 计算机网络核心技术

1. 光通信技术

近年来,随着计算机网络技术的进展,传统的“电”通信技术已经达到了速度极限,但依然满足不了人们对计算机网络提出的要求,因此光通信技术的发展已经成为人们研究的热点问题,人们试图使用光通信来替代传统的“电”通信,以进一步提高通信速率,满足人们日益增长的网络需求。近年来,人们对计算机网络的依赖性越来越强,同时对计算机网络所提出的要求也越来越高,特别是对多媒体计算机网络的要求越来越迫切。随着多媒体网络的进展,人们越发感觉到传统的“电”通信网络已经成为网络发展的瓶颈问题,许多研究机构和学者也纷纷把注意力投向了光通信技术。

在最初的光通信技术研究,人们开发出了准同步数字体系(PDH),后来随着研究的深入又提出了同步数字体系(SDH)和同步光纤网络(SO-NET),大大地提高了光通信的效率。波分复用(WDM)和密集波分复用(DWDM)的广泛使用,标志着光通信技术已经进入到实用化阶段。目前美国、日本和欧洲等一些发达国家正致力于全光网络的开发和研制,相信不久的将来全光网络将出现在市场上。

2. 核心路由和交换技术

因特网的发展为世人带来了许多好处,可是对计算机网络研究者而言却带来了很多难题。特别是随着因特网通信量的急剧增长,对因特网骨干网的带宽提出更高的要求。随着光通信技术的引入,通信线路的带宽问题得到了较好的解决,但交换设备的交换能力却没有得到根本的改善,成为限制因特网通信速率的瓶颈。

随着研究的深入,人们对局域网上数据的高速交换问题的研究取得了一系列的进展,开发出了多种新型交换设备,包括光交换设备,初步解决了局域网上高速数据交换的问题。但在广域网的数据交换方面,以前一直使用路由器来完成数据的交换。由于受到传统的路由器结构的影响,其 RISC 处理器通过软件进行报文转发的工作模式,使得其转发速度只能达到每秒钟几万至几十万个报文,这远远不能适应现代计算机网络的要求。为此,人们提出了多层交换的概念,开发出多层路由交换机,代替传统的路由器,提高数据转发速度。后来人们又引入了多协议标签交换(MPLS),大大简化了 IP 报文的转发过程,提高了转发效率。

3. 组播通信技术和网络服务质量(QoS)

随着多媒体技术在计算机网络中的广泛应用,人们逐渐领略到新技术带给人们的快乐。在不远的将来,人们可以坐在家里,通过多媒体计算机网络来进行视频点播,点播欣赏自己喜欢的节目。但这种技术的核心离不开组播通信技术,因此组播通信技术将逐渐成为计算机网络的核心技术。

多媒体技术普及的同时也对网络的服务质量提出了更高的要求。如果网络不能提供很好的服务质量,多媒体网络应用就变成了一句空话。因此,网络服务质量的研究已经日益引起人们的重视,针对用户不同的需求,为其提供不同的服务质量的服务已经成为提高网络利用率的重要方法。

4. 网络安全技术

计算机网络,特别是因特网的迅速发展在为人们带来了许多便利的同时也暴露出了一系列的问题,例如利用网络进行各种欺骗和犯罪的例子就层出不穷。因此如何保障网络的安全就成了亟待解决的重要问题。在网络安全的研究中,人们曾经试图使用形式化证明的方法,找到网络安全的根本解决方案,后来的实践证明,这种方法是行不通的。截止到目前为止,世界上没有人能够指出什么样的网络是安全的,人们只能知道什么样的网络是不安全的,这种状况对于计算机网络的安全是十分不利的。为此,近年来人们在计算机安全领域投入了很大的精力,去研究网络安全技术,主要包括信息加密技术、认证技术、防火墙技术、安全协议以及安全体系等。

1.2.4 计算机网络的主要性能指标

计算机网络的最主要性能指标就是带宽(Bandwidth)和时延(delay 或 latency)。带宽也可称为吞吐量(Throughput)。

1. 带宽

带宽本来是电学中常用的名词,它是指某个电学信号所占据的频带宽度。在计算机网络中,对于传统的模拟信道而言,带宽就是只用来传输数据的信号所占据的频带宽度。对于数字信道而言,带宽的概念发生了一定的变化,因为数字信号可以通过傅利叶变换用无限多个三角函数叠加来表示,它的频带宽度是无穷大,因此传统的带宽定义已经不能使用了。为此人们规定,在数字信道上,带宽就是指信道上(或以段链路上)能够传送的数字信号的速率,即数据率或比特率。

在计算机网络中,带宽的单位是 bit/s(简写为 b/s),即比特每秒,但由于现代计算机网络的带宽一般都较高,b/s 这个单位较小,所以通常使用 kb/s