

JISUANJIWANGLUO XIEYIFENXI

主编 / 陈嫒玲 卢中宁

21世纪高等院校计算机规划教材

计算机网络 协议分析



西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

- 责任编辑 / 刘秀玲
- 封面设计 / 王 祚

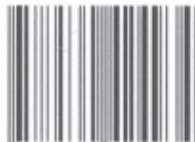
21世纪高等院校计算机规划教材



计算机网络 协议分析



ISBN 978-7-5604-2493-4



9 787560 424934 >

定价：35.00元

21世纪 高等院校计算机规划教材

计算机网络协议分析

JISUANJIWANGLUOXIEYIFENXI

主 编 / 陈嫒玲 卢中宁

副主编 / 崔 伟 包空军 王 斌 张超钦

ISBN 978-7-2004-2493-4

计算机网... I. 计... II. ①陈... ②卢... III. 计算机网络... IV. TP212.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第087866号

计算机网... 协议分析	主 编
卢中宁 陈嫒玲	副主编
西北大学出版社	出版发行
西安市太白北路259号	社址
邮编 710069	经 销
新华书店	印 刷
陕西向阳印务有限公司	本 开
787毫米×1092毫米	1/16开本
31	印 张
250千字	字 数
2008年6月第1版	次 数
2008年6月第1次印刷	印 次
ISBN 978-7-2004-2493-4	号 码
32.00	定 价

西北大学出版社

内容简介

为了适应读者对计算机网络工程技术学习的需要,本书立足于计算机网络体系结构,针对其中的各层协议进行了详细的讨论。本书注重知识性、技能性与应用性的相互结合,内容丰富,有一定的深度和广度。本书共10章。主要内容包括概述、物理层规范、数据链路层协议、局域网协议、广域网协议、网络层协议、传输层协议、应用层协议、网络安全及安全协议及协议分析软件。

本书的特点是结构严谨、层次分明、叙述准确、内容新颖。突出基本原理与基本技术以及计算机网络基础知识点的阐述,同时力图反映计算机网络的最新发展趋势与成果。本书可供高等院校计算机专业、电子信息以及通信专业作为计算机网络课程的教材使用,同时也可供计算机网络设计人员、开发人员以及管理人员作为技术参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络协议分析/陈嫒玲,卢中宁主编. —西安:
西北大学出版社,2008.6

ISBN 978 - 7 - 5604 - 2493 - 4

I. 计… II. ①陈…②卢… III. 计算机网络—通
信协议—研究 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 087866 号

书 名	计算机网络协议分析	
主 编	陈嫒玲 卢中宁	
出版发行	西北大学出版社	
通信地址	西安市太白北路 229 号	邮编 710069
经 销	新华书店经销	
印 刷	陕西向阳印务有限公司	
开 本	787 毫米 × 1092 毫米	1/16 开本
印 张	31	
字 数	750 千字	
版 次	2008 年 6 月第 1 版	2008 年 6 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5604 - 2493 - 4	
定 价	35.00	

21 世纪高等院校计算机规划教材

编写委员会

主 编 陈嫒玲 卢中宁
副主编 崔 伟 包空军 王 斌 张超钦
参 编 (按姓氏笔画排序)
王甜甜 付金华 陈庆南 陈晓蕾
沈高峰 李娜娜 胡智宏 姜 斌
徐 洁 曹 瑞 康国磊 韩雪琴
秘 书 王治国

前 言

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的迅速发展和相互渗透,计算机网络已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的发展,尤其是在近十几年来得到了高速发展。在21世纪,计算机网络尤其是Internet技术已经在改变着人们的生活、学习、工作乃至思维方式,并对科学、技术、政治、经济乃至整个社会产生了巨大的影响,每个国家的经济建设、社会发展、国家安全乃至政府的高效运转都将越来越依赖于计算机网络。

本书重点论述目前计算机网络采用的比较成熟的协议,并且力求做到深入浅出、通俗易懂。在内容选择上,我们以TCP/IP协议族为线索详细讨论了各种体系结构中各层协议,并较系统地讨论了协议分析软件的使用技术,力求使本书在内容上保持相对完整。本书由郑州轻工业学院陈嫻玲、卢中宁主编,崔伟、包空军、王斌、张超钦担任副主编。第1章由康国磊、包空军、陈庆南编写,第2章由付金华、徐洁、胡智宏编写,第3章由卢中宁、沈高峰、韩雪琴编写,第4章由包空军、张超钦、李娜娜编写,第5章由胡智宏、王斌、陈嫻玲编写,第6章由程立辉、陈嫻玲、王甜甜编写,第7章由卢中宁、沈高峰、韩雪琴编写,第8章由崔伟、张超钦、姜斌编写,第9章由曹瑞、王斌、陈晓蕾编写,第10章由崔伟、康国磊、曹瑞编写。

在本书的编写和出版过程中,得到了郑州轻工业学院和郑州大学西亚斯国际学院的大力支持,在此由衷地向他们表示感谢!

由于计算机网络技术发展非常迅速,涉及的知识面广,加之作者水平有限,虽经编者艰苦努力,但书中难免错漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2008年4月

目 录

(4E1)	.....	802.508	2.4
(6E3)	.....	802.11	2.4
(741)	.....	802.16	2.4
(421)	.....	802.11	2.4
第1章 概 述	.....		(1)
1.1	计算机网络的定义		(1)
1.2	分组交换网络的产生		(2)
1.3	计算机网络在我国的发展		(4)
1.4	计算机网络的应用		(5)
1.5	计算机网络的分类		(7)
1.6	计算机网络协议模型		(12)
1.7	协议与服务		(26)
1.8	计算机网络体系结构		(29)
1.9	计算机网络参考模型		(31)
1.10	网络标准化组织		(41)
小 结	.....		(44)
习 题	.....		(45)
第2章 物理层规范	.....		(46)
2.1	数据通信概述		(46)
2.2	导向的传输介质和非导向的传输介质		(49)
2.3	模拟传输与数字传输		(60)
2.4	信道复用技术		(68)
2.5	物理层接口标准举例		(74)
小 结	.....		(78)
习 题	.....		(78)
第3章 数据链路层协议	.....		(79)
3.1	数据链路层的基本功能		(79)
3.2	错误检测和纠正		(84)
3.3	停止等待协议		(90)
3.4	滑动窗口协议		(95)
3.5	数据链路层协议示例		(99)
小 结	.....		(112)
习 题	.....		(112)
第4章 局域网协议	.....		(114)
4.1	概 述		(114)
4.2	多路访问协议 CSMA/CD		(115)
4.3	以太网协议 802.3		(118)
4.4	IEEE 802.4 协议		(126)

4.5	802.5 协议	(134)
4.6	802.11 协议	(139)
4.7	802.16 协议	(147)
4.8	FDDI 协议	(154)
(1) 4.9	VLAN 协议	(156)
(1) 4.10	局域网组网标准	(160)
(5) 小 结		(168)
(A) 习 题		(168)
第 5 章	广域网协议	(169)
(7) 5.1	面向连接的网络	(169)
(51) 5.2	X.25:可靠的面向连接服务	(170)
(85) 5.3	在网络内部实现 X.25	(179)
(95) 5.4	帧中继协议	(180)
(16) 5.5	异步传输模式	(186)
(14) 5.6	MPLS 与 VPN 协议	(192)
(14) 5.7	IPOA:IP 与 ATM 技术的结合	(197)
(24) 5.8	ATM QoS 与 H.323 的映射	(199)
(84) 5.9	基于 ATM 的 DSL 接入	(200)
(84) 小 结		(201)
(94) 习 题		(202)
第 6 章	网络层协议	(203)
(80) 6.1	网络层概述	(203)
(47) 6.2	路由器及路由算法	(206)
(87) 6.3	IP 协议	(240)
(87) 6.4	划分子网和构造超网	(257)
(97) 6.5	因特网控制报文协议 ICMP	(267)
(97) 6.6	IPv6 协议	(269)
(48) 6.7	ICMPv6	(283)
(09) 6.8	IPX 协议	(284)
(29) 6.9	网络层设备及应用	(286)
(99) 小 结		(288)
(51) 习 题		(288)
第 7 章	传输层协议	(290)
(1) 7.1	概 述	(290)
(1) 7.2	传输协议要素	(292)
(21) 7.3	用户数据报协议 UDP	(294)
(81) 7.4	传输控制协议 TCP	(297)
(85) 7.5	OSI 运输协议	(310)

7.6	第四层交换	(311)
小 结	.....	(318)
习 题	.....	(318)
第 8 章	应用层协议	(319)
8.1	DNS 协议	(319)
8.2	万维网	(326)
8.3	文件传输协议 FTP	(332)
8.4	TFTP 协议	(337)
8.5	电子邮件	(340)
8.6	DHCP 协议	(346)
8.7	Telnet 协议	(352)
8.8	多媒体协议	(356)
8.9	P2P 协议	(377)
8.10	DSL 协议	(386)
8.11	ADSL 协议	(389)
小 结	.....	(391)
习 题	.....	(391)
第 9 章	网络安全及安全协议	(393)
9.1	计算机网络安全概述	(393)
9.2	访问控制技术	(395)
9.3	密码学	(399)
9.4	对称密钥算法	(400)
9.5	公开密钥算法 RSA	(408)
9.6	数字签名	(410)
9.7	认证协议	(413)
9.8	通信安全协议	(418)
9.9	电子邮件安全	(440)
9.10	Web 安全	(443)
9.11	计算机病毒与防治	(449)
9.12	其他安全技术简介	(456)
小 结	.....	(457)
习 题	.....	(458)
第 10 章	协议分析软件	(459)
10.1	Sniffer	(459)
10.2	WinPcap	(475)
10.3	Wireshark	(481)
小 结	.....	(485)
习 题	.....	(485)
参考文献	.....	(486)

第1章 概述

我们已经进入信息时代,它是一个以计算机网络为核心的信息时代,重要的特征是数字化、网络化和信息化。信息资源与物质资源成为最重要的两大资源。

信息资源作为一种物质形态而客观存在,与其他物质资源具有相同的物质属性,又具有显示自身与其他物质资源区别的个性。从事物的变化和发展的规律、信息资源的隐性价值向显性价值转化。

计算机网络是计算机技术和通信技术的结合,对计算机系统的组织方式产生了深远的影响。单台大型计算机为机构中所有需求服务这一概念很快被大量分散但又互联的计算机共同完成的模式所代替。这样的系统被称为“计算机网络”。这就是早期计算机网络产生的原因。进入20世纪90年代以后,以因特网(Internet)为代表的计算机网络得到了飞速的发展,已从最初的教育科研网络逐步发展成为商业网络,并已成为仅次于全球电话网的世界第二大网络,并有望成为融合电话网络、电视网络的世界第一大“终极信息网络”。不少人认为现在已经是因特网时代,因特网正改变着我们工作和生活的各个方面,它已经为世界范围内的国家带来了巨大的好处,并加速推进了全球信息化革命的进程。计算机网络影响着现代人们的生活、工作、学习以及交往。

1.1 计算机网络的定义

计算机网络的精确定义并未统一。本书的定义是将分散在不同地理位置的、相互独立的计算机,通过通信设备和通信链路连接起来,在网络软件(网络操作系统与网络协议)控制之下,实现资源共享和数据通信的系统。两台计算机如果能够通过通信介质连接在一起,互相交换信息即可称为互联。自主计算机这一概念排除了网络系统中主从关系的可能性。如果一台计算机可以被另一台计算机强制启动、停止或控制,则它就不是自主的。因此,按照这一定义,一台主控机和多台从属机的系统不能称为网络。同样地,一台带有远程打印机和终端的大型机系统也不是网络。

最简单的计算机网络就只有两台计算机和连接它们的一条通信线路,即两个结点和一条链路。因为没有第三台计算机,因此,不存在交换的问题。而最庞大的计算机网络就是因特网。它由非常多的计算机网络通过许多路由器互连而成。因此,因特网也称为“基于网络的网络”(network of networks)。

需要指出的是,计算机网络与分布式计算机系统虽然有相同之处,但二者并不等同。分布式计算机系统的最主要特点是整个系统中的各计算机对用户都是“透明的”。所谓透明也就是说,对用户来说,这种分布式计算机系统就好像只有一台计算机一样。用户通过键入命令就可以运行程序,但用户并不知道是哪一台计算机在为他运行程序。分布式

操作系统为用户选择一个最合适的计算机来运行其程序,并将运行的结果传送到合适的地方。这些都不需要用户的干预。

而计算机网络则不同,它主要解决的是计算机主机之间的互联通信问题。因此,用户必须先欲运行程序的计算机进行登录,然后按照该计算机的地址,将命令请求通过计算机网络传送到该计算机去运行。最后,根据用户的命令将结果传送回原计算机。由此可见,计算机网络并不等同于分布式计算机系统。二者的区别主要是高层软件的不同,而底层的通信原理是一样的。一般说来,分布式计算机系统是构建在计算机网络基础之上的系统。

1.2 分组交换网络的产生

计算机网络涉及通信技术与计算机技术两个领域。计算机与通信日益紧密的结合,已对人类社会的进步做出了极大的贡献。计算机与通信的相互结合主要有两个方面。一方面,通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段;另一方面,数字计算技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。当然,这两个方面的进展都离不开人们在超大规模集成电路 VLSI 技术上取得的辉煌成就。

现代计算机网络实际上是 20 世纪 60 年代美苏冷战时期的产物。在 60 年代初,美国国防部领导的高级研究计划署 ARPA(Advanced Research Project Agency)提出要研制一种创新性的、能够适应现代战争的、生存性(survivability)很强的网络,其目的是对付来自前苏联的核进攻威胁。当时传统的基于电路交换(circuit switching)的电话网虽然已经四通八达,但在核战争期间,一旦正在通信的某电话电路中有一个交换机或有一条链路被炸毁,则该电路整个通信就要中断。如要立即改用其他冗余电路通信,则必须重新拨号建立连接。这将要延误十几秒钟的时间,就可能造成不可挽回的重大损失。

根据当时美国军方提出的需求,这种新型的网络必须满足以下的一些基本要求:

- 1) 和传统的电信网不同,这种新型的网络不是为了电话通信,而是用于计算机之间的数据传送。

- 2) 新型的网络能够连接不同类型的计算机和操作系统。

- 3) 所有的网络结点都同等重要,是对等的。将所有的结点设计成同等重要的,就可以大大提高网络的生存性。

- 4) 计算机在进行通信时,必须有冗余的多条通信路径供选择。当网络中的某一个结点或链路被破坏时,冗余的路径选择功能能够使正在进行的通信自动地找到合适的路由,使通信维持畅通。

- 5) 网络的结构在满足通信需要的情况下应当尽可能地简单,但能够可靠地传送数据。

人们首先想到能否借鉴传统电话系统中所采用的电路交换(circuit switching)思想,多年来,虽然电话交换机经过多次更新换代,从人工接续(以前的电话接线员)、步进制、纵横制直到现代的程控机,但是其本质始终未变,都是采用电路交换技术。在电话问世后不久,人们就发现,要让所有的电话机都两两相连接是不现实的。因为,若 N 部电话要两

两相连,就需要 $N(N-1)/2$ 对电线。当电话机的数量很大时,这种连接方法需要的电线数量就太大了(与电话机数量的平方成正比)。于是人们认识到,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上,而交换机使用“交换开关”的方法临时为通话的双方电话机搭起一条通信电路,让电话用户彼此之间可以很方便地通信。一百多年来,电话交换机虽然经过多次更新换代,但交换的方式一直都是电路交换,抗打击能力不强。

电话交换机与计算机网络交换机的工作机制有本质的区别,电话交换机所谓的交换,是指通过程控机自动将一个通信线路和另一个通信线路连接起来,就像以前电话接线员所做的工作。而计算机网络交换机是存储转发设备,有先存储再转发的过程。

分组交换还包含数据报交换和虚电路交换两种方式。

在数据报方式中,每个分组被称为一个数据报,若干个数据报构成一次要传送的报文或数据块。数据报方式采用同报文交换一样的方法对每个分组单独进行处理,把分组看成一个小报文。当信源站要发送一个报文时,将报文拆成若干个带有序号和地址信息的数据报,依次发送给网络结点。每个数据报自身携带足够的信息,它的传送是被单独处理的。一个结点接收到一个数据报后,根据数据报中的地址信息和当时网络的流量、故障等情况选择路由,找出一个合适的出路,把数据报原样地发送到下一个结点。由于不同时间的网络流量、故障等情况不同,各个数据报所走的路径就可能不相同。因此,各数据报不能保证按发送的顺序到达目的站点,有些数据报甚至还可能在途中丢失。

虚电路是为了传送某一报文而设立和存在的,它是由各段(可能是不相同的)实电路经过若干中间结点的交换通信处理机而连接起来的逻辑通路。每次的逻辑通路都不同。在分组发送前,通过呼叫的过程(虚呼叫)使交换网建立一条通往目的站的逻辑通路,然后,一个报文的所有分组都沿着这条通路进行存储转发,不允许结点对任一个分组进行单独的处理和另选路径。

无连接的数据报交换有以下的特点:

1) 一台主机无论何时都可以发送分组,因为任何到达交换机的分组都能立即转发(假设存在正确的转发表)。我们看到,这正和大多数面向连接的网络相反,在那些网络中,发送第一个数据分组之前需要建立某种“连接状态”。

2) 当一台主机发送一个分组时,主机并不知道网络是否可以转发该分组或目的主机是否可以接收。

3) 每个分组的转发都是独立于前几个分组的,哪怕这几个分组有可能是传送到相同的目的地。这样,从主机 A 到主机 B 的两个连续的分组可能走的是完全不同的路径(也许是由于网络中某个交换机更改了路由表)。

4) 当一台交换机或一段链路出现故障时,如果有可能在故障点周围能够找到一条可替换的路径,并相应地更新转发表,那么对通信就不会产生任何严重的后果。

表 1-1 归纳了电路交换网络与分组交换网络的主要区别。

表 1-1 电路交换网络与分组交换网络的对比

对比的方面	电路交换	虚电路交换	数据报交换
基本设计思路	可靠通信应当由网络来保证	可靠通信应当由用户主机来保证	可靠通信应当由用户主机来保证
连接的建立	必须有	必须有	不需要
目的站地址	电话号码	仅在连接建立阶段使用,每个分组使用短的虚电路号	每个分组都有目的站的全地址
路由选择	在建立连接时已经确定路由,使用专用线路	在虚电路建立时进行,所有分组均按同一路由	每个分组独立选择路由
当结点出故障时	重新拨号,重新建立连接	所有通过出故障的结点的虚电路均不能工作	出故障的结点可能会丢失分组,一些路由可能会发生变化
分组的顺序	总是按发送顺序到达目的站	总是按发送顺序到达目的站	到达目的站时不一定按发送顺序
端到端的差错处理和流量控制	由电路交换网负责	由用户主机负责	由用户主机负责

ARPANET 的试验成功使计算机网络的概念发生了根本的变化。分组交换网是以网络为中心,主机都处在网络的外围,用户通过分组交换网可共享连接在网络上的许多硬件和各种丰富的软件资源。这里又可以把分组交换网称为通信子网,而将用户的主机的集合称为资源子网。但是应当注意的是,在后面重点要讲述的 TCP/IP 协议族中需要使用“子网划分”技术中“子网”的概念,和上述“通信子网”“资源子网”中子网的概念是完全不同的,从计算机网络各组成部件的功能来看,各部件主要完成两种功能,即网络通信和资源共享。把计算机网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合称为网络的通信子网,而把网络中实现资源共享功能的设备及其软件的集合称为资源子网。

1.3 计算机网络在我国的发展

下面简单介绍一下计算机网络在我国的发展情况。铁道部在 1980 年即开始进行广域的计算机联网实验,因此,最早着手建设专用广域网的是铁道部。1989 年 11 月我国第一个公用分组交换网 CNPAC 建成运行。CNPAC 分组交换网由 3 个分组结点交换机、8 个集中器和 1 个双机组成的网络管理中心所组成。1993 年 9 月建成新的中国公用分组交换网,并改称为 CHINAPAC,由国家主干网和各省、市、区的省内网组成。在北京、上海设有国际出入口。在 20 世纪 80 年代后期,公安、银行、军队以及其他一些部门也相继建立了各自的专用计算机广域网。这对迅速传递重要的数据信息起着重要的作用。

除了上述的广域网外,从 20 世纪 80 年代起,国内的许多单位都陆续安装了大量的局

域网。局域网的价格便宜,其所有权和使用权都属于本单位,因此,便于开发、管理和维护。局域网的发展很快,对各行各业的管理现代化和办公自动化已起了积极的作用。

这里应当特别提到的是1994年4月20日我国用64Kb/s专线正式连入因特网。从此,我国被国际上正式承认为接入因特网的国家。同年5月中国科学院高能物理研究所设立了我国的第一个万维网服务器。在9月中国公用计算机互联网CHINANET正式启动。到目前为止,我国陆续建造了基于因特网技术的并可以和因特网互连的9个全国范围的公用计算机网络。

- 1) 中国公用计算机互联网 CHINANET;
- 2) 中国教育和科研计算机网 CERNET;
- 3) 中国科学技术网 CSTNET;
- 4) 中国联通互联网 UNLNET;
- 5) 中国网通公用互联网 CNCNET;
- 6) 中国国际经济贸易互联网 CIETNET;
- 7) 中国移动互联网 CMNET;
- 8) 中国长城互联网 CGWNET;
- 9) 中国卫星集团互联网 CSNET。

此外,还有一个中国高速互连研究示范网 NSFnet,是中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、解放军信息工程学院等单位在北京中关村地区建造的为研究因特网新技术的高速网络。

表1-2是中国互联网络信息中心公布的我国最近几年来因特网的发展情况。

表1-2 我国因特网的发展情况

统计时间	上网计算机数 /万	上网用户数 /万	cn 下注册 的域名数	WWW 站 点数	国际线路总容量 /(Mb/s)
1997.10	29.9	62	4066	1500	25.408
1999.01	74.7	210	18396	5300	143.256
2000.01	350	890	48695	15153	351
2001.01	892	2250	122099	265405	2799
2002.01	1254	3370	127319	277100	7597.5
2003.01	2083	5910	179544	371600	9380
2005.12	4950	11100	2592410	694200	136106
2007.12	6000	19800	3605215	801246	264215

1.4 计算机网络的应用

1. 企业网络

许多单位都有一定数量的计算机在运行,这些机器大都相距甚远。最初,每台计算机都独立地工作,但后来管理部门可能决定把这些独立的计算机连接起来,以获取和核对整个单位的信息。这里的核心问题是资源共享。其目的是让网络上的用户,无论他处于什

么地方,也无论资源的物理位置在哪里,都能使用网络中的程序、设备,尤其是数据。也就是说,用户使用千里之外的数据就像使用本地数据一样。同时,利用计算机网络还可以依靠可替代的资源来提供高可靠性(high reliability)。例如,所有的文件可以在两台或3台计算机上留有副本,如果其中之一不能使用(由于硬件故障),还可以使用其他的副本。另外,多处理机的出现,意味着如果其中一台机器出了故障,其余的处理机仍然可以分担它的任务,尽管性能可能有所下降。例如,军事、银行、航空、交通管制、核反应堆安全设备和其他许多的应用中,出现硬件故障后仍能继续运行的能力是极其重要的。

另外,应用计算机网络显然还可以节约经费。小型计算机比大型计算机有着更高的性能价格比。主机(房间大小的计算机)比个人计算机大概快十倍,但价格却在千倍以上,这种不平衡使得许多系统设计者用多台功能强大的个人计算机来组建系统,每个用户使用一台个人计算机,数据则存放在一台或多台共享的文件服务器(file server)里。在这一模式中,用户被称作客户(client),而整个结构则被称作客户-服务器模型(client-server)。

在客户-服务器模型中,通信的方式通常是客户向服务器发送请求信息,指示需要完成的工作。服务器完成工作后送回应答。一般情况下,是多个客户使用少量服务器。

计算机网络还可以为分布在各地的雇员提供强大的通信手段(communication medium)。通过网络,两个或多个生活在不同地方的人可以一起写报告。当某人修改了联机文档的某处时,其他人员可以立即看到这一变更,而不必花几天的时间等待信件。这种速度上的提高使得广泛分布的人与人之间的合作很容易进行,而这在以前是不可能的。从长远的观点来看,利用网络来增强人际沟通可能比它的技术目的(如增加可靠性)更重要。

2. 公用网络

如果可以以可接受的价格购买到足够大的和功能强的主机,大多数公司都会选择把它们的所有数据都放到主机上去,让它们的雇员通过终端连接到主机。在20世纪70年代和80年代早期,大多数公司都以这种方式运作。当个人计算机网络提供了比主机高得多的性能价格比时,计算机网络才开始流行。

从90年代开始,计算机网络开始为居家的个人用户提供服务。这些服务和提供这些服务的动机与上述介绍的“单位应用”模型大不相同。下面简要地介绍其提供的3种服务:①访问远程信息;②个人间通信;③交互式娱乐。

访问远程信息有多种形式。一个常见的例子是访问财务部门。许多人现在用电子方式支付账单、管理银行户头和进行投资。网络购物也开始流行,人们可以浏览成千上万的联机货物清单。某些清单还能很快提供相应产品的即时影像,只需轻轻一点该产品的名字就可以了。报纸将成为在线式的并且可以按个人爱好编排,每天晚上第二天的报纸被下载到你的计算机或从激光打印机里输出。继电子报纸(加上杂志和科学期刊)以后,下一步将是在线数字图书馆。随着书本大小的笔记本电脑价格的降低及其体积的减小和重量的减轻,印刷出版物可能要过时。

网络的第二类广泛应用将是人际交互,基本上它是21世纪替代19世纪发明的电话的手段。电子邮件(electronic mail)或者说email,已在上百万人当中使用,并且将很快包

含声音、图像,与文本一起传送。实时电子邮件使远程用户可以无延迟地通信,可以互相看到或听到对方。这种技术可以用来召开视频会议(video conference)。虚拟视频会议可被用于远程学校,或者是从远方专家获得医疗咨询,以及大量的其他方面的应用。在一群经选择的人之间使用世界范围的新闻组已是常事,他们在一起讨论各种可能的话题,并且有越来越多的公众参加进来。在讨论中,某人发表一篇文章,而其他订阅该新闻组的人就可以阅读它。

第三类应用是交互式的娱乐。其中最吸引人的应用是视频点播 VOD(Video On Demand)。十年或更长一段时间以后,人们能选择任何拍摄好的电影或电视节目,不论是哪个国家的作品,都可以立即在屏幕上播放。新电影可能会是交互式的,观众可以在某一时刻选择故事的发展方向,而在拍摄时已经为各种可能的情节发展提供了场景。直播电视也可能会变成交互式的,观众将参与问答节目,选择竞赛者等。

在另一方面,游戏可能也会是交互式的娱乐中的主角。现在已经有了多人实时模拟游戏,例如,在虚拟地牢中玩捉迷藏,或者飞行模拟,……一组玩家与另一组玩家对玩。如果能做到用头盔来玩实时三维动作及图片质量的移动图像,就拥有了世界范围的共享虚拟现实。简单说来,综合信息、通信和娱乐的能力将造成一个新兴的、基于计算机网络的巨大产业。

1.5 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络进行分类:按照交换功能进行分类;按照作用范围进行分类;按照用来控制网络的网络操作系统来分类;按照协议对网络分类;按照使用者进行分类。

1. 从网络的交换功能进行分类

网络的设计者常从交换的功能来将网络分类。常用的交换方法有:①电路交换;②分组交换;③混合交换。

前两种交换方式已简单介绍过了。混合交换是在一个数据网中同时采用电路交换和分组交换。

2. 从网络的作用范围进行分类

有时需要从网络的作用范围进行如下的分类。

(1) 广域网 WAN(Wide Area Network)

广域网的作用范围通常为几十到几千千米,因而有时也称为远程网(Long Haul Network)。广域网是因特网的核心部分,其任务是通过长距离(例如,跨越不同的国家)运送主机所发送的数据。广域网包含很多用来运行用户应用程序的机器集合,我们通常把这些机器叫做主机(host);主机所在的网络通常称为资源子网。把这些主机连接在一起的是通信子网(communication subnet)。通信子网的任务是在主机之间传送报文。将计算机网络中的纯通信部分的子网与应用部分的主机分离开来,可以大大简化网络的设计。广域网的物理结构如图 1-1 所示。



图 1-1 广域网

在大多数广域网中,通信子网一般都包括两部分:传输信道和转接设备。传输信道用于在机器间传送数据。转接设备是专用计算机,用来连接两条或多条传输线。当数据从一条输入信道到达后,转接设备必须选择一条输出信道,把数据继续向前发送。在 ARPANET 网中,转接设备叫做接口信息处理机 IMP,现在的 IMP 是路由器(router)或三层交换机(3Layer-Switch)。

绝大多数广域网中,通信子网包含大量租用线路或专用线路,每一条线路连着一对 IMP(router)。当报文从源结点经过中间 IMP 发往远方目的结点时,每个 IMP 将输入的报文完整接收下来并贮存起来,然后选择一条空闲的输出线路,继续向前传送,因此这种子网又称为点到点(Point-to-Point)子网、存储转发(Store-and-Forward)子网。除了那些使用卫星的广域网外,几乎所有的广域网都采用存储转发方式。

广域网最初只是为使物理上广泛分布的计算机能够进行简单的数据传输。主要用于交互终端与主机的连接、计算机之间文件或批处理作业传输以及电子邮件传输等。

在广域网中,一个重要的设计问题是 IMP 互连的拓扑结构应是什么形式。图 1-2 展示了几种可能的网络拓扑结构。

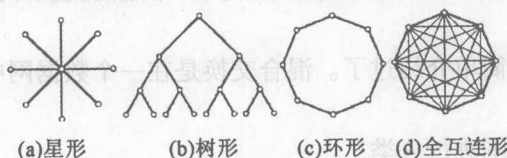


图 1-2 广域网拓扑结构

广域网的第二种可能的组网方式是卫星或地面无线电网。每个中间转接站点都通过天线接收和发送数据。所有的中间站点都能接收到来自卫星的信息,并能同时听到其相邻站点发往卫星的信息。

(2)城域网 MAN(Metropolitan Area Network)

城域网的作用范围在广域网和局域网之间,例如,作用范围是一个城市,可跨越几个街区或整个的城市。城域网可以为一个或几个单位所拥有,但也可以是一种公用设施,用来将多个局域网进行互连。比如,目前我国很多城市中出现的“宽带王”“长城宽带”等网络。城域网的传送速率比局域网的更高,但作用距离约为 5~50km。从网络的层次上看,城域网是广域网和局域网(或校园网)之间的桥接区。城域网因为要和很多种的局域