

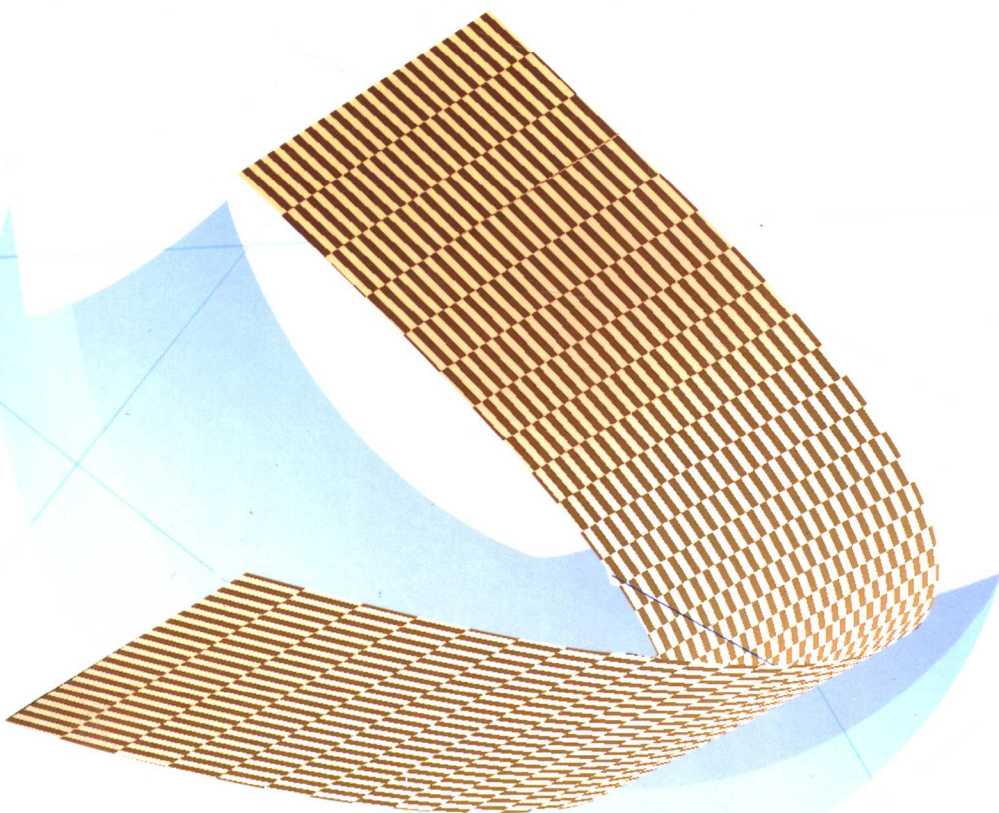
21 世纪通信教材

计算机网络与通信

JISUANJI WANGLUO YU TONGXIN

申普兵 主编

行明顺 王兆祥 何殿华 冯寿朋 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪通信教材

计算机网络与通信

申普兵 主编

行明顺 王兆祥 何殿华 冯寿朋 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络与通信/申普兵主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.10

21 世纪通信教材

ISBN 7-115-15124-5

I. 计... II. 申... III. ①计算机网络—高等学校—教材②计算机通信—高等学校—教材 IV. TP393②TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 091636 号

内 容 简 介

本书共分 11 章, 主要内容包括计算机网络基础知识、数据通信的基础知识、网络体系结构、物理层和数据链路层基本知识、局域网技术、IP 与网络互连、广域网技术、高层协议、网络安全知识、网络管理系统以及网络设计基础知识。反映了计算机网络与通信技术的发展进程和最新进展。

本书内容翔实, 概念清楚。在叙述时力求深入浅出, 并在每章前有重点、难点提示, 每章后有小结和习题。

本书是高等院校通信工程和计算机网络等专业的教材, 也适合从事通信、计算机网络工作的专业技术人员阅读参考。

21 世纪通信教材

计算机网络与通信

-
- ◆ 主 编 申普兵
 - 编 著 行明顺 王兆祥 何殿华 冯寿朋
 - 责任编辑 滑 玉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75
字数: 471 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2006 年 10 月第 1 版
2006 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-15124-5/TN • 2826

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

前 言

随着计算机网络在各个领域应用的迅速增长,发达国家都把建立以计算机网络为基础的信息系统,作为重大战略决策来对待。计算机技术和通信技术的日趋融合和相互渗透,对我们的生产和生活产生巨大的影响,特别是多媒体技术的出现以及个人计算机进入家庭,计算机的用户已经从专业技术人员扩展到社会各个阶层的人士,甚至中小学学生,人们对计算机网络与通信有了新的认识 and 新的需求,希望了解计算机网络与通信有关知识的人员正在迅速增加。

本书主要介绍计算机网络与通信的相关知识。内容包括:计算机通信网的组成、分类和发展等基本概念,计算机通信网中数据信号的传输、复用、交换和差错控制等基础知识,网络的体系结构与参考模型,计算机通信子网中的物理层、数据链路层和网络互连层,各层协议及网络互连设备,局域网与广域网,网络高层应用,网络安全,网络管理,网络设计等内容。内容涉及计算机通信网的各个层次。通信子网部分有各种互连设备的介绍,高层应用部分有各种应用服务的配置与管理,第5章还附有组网案例,合理地将理论与实践内容进行了有机的结合。每章后都附有小结和习题,便于读者测试自己的学习质量。

本书的特点是:

1. 系统性强,知识面广。近几年,计算机技术和通信技术发展迅速,现有许多教材的内容已经不能反映当今计算机网络与通信及其相关领域的最新发展。如IP+ATM技术,计算机网络安全技术,MPLS技术,IPv6技术等。本书从通信的角度介绍了计算机网络与通信的基础知识和当今与计算机网络与通信领域相关的最新技术。

2. 内容适当,条理清晰。本书充分体现了高等教育理论知识的系统性和技术实用性。各章开头有学习本章的重点和难点说明,结尾有对本章学习内容的小结和习题。内容安排科学,符合网络知识学习的规律,可以帮助读者循序渐进地系统掌握计算机网络与通信的知识。

3. 书中图文并茂,语言简明流畅,避免了抽象晦涩的理论陈述,可读性强。

“计算机网络与通信”是计算机、通信、电子、信息管理及其相关专业的专业课程。本书是根据编写者多年来的教学实践和科研经验编写的。在编写过程中充分考虑到该课程的教学及课程特点,力求使本书既可作为计算机网络与通信及相关专业本科生、专科生学习与应用的教材,也可作为计算机、通信、电子、信息管理等领域研究人员和专业技术人员的参考书。本书作为高等院校教材使用时,授课时间约60学时。

全书由申普兵负责统稿和审校工作。其中第1章、第7章和第9章由申普兵编写,第8章和第11章由行明顺编写,第2章和第5章由王兆祥编写,第4章和第10章由何殿华编写,第3章和第6章由冯寿朋编写。

书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2006年6月

目 录

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.1.1 面向终端的计算机网络	1
1.1.2 面向通信的计算机网络	2
1.1.3 标准化的计算机网络	3
1.2 计算机网络的定义与功能	3
1.2.1 计算机网络的定义	3
1.2.2 计算机网络的功能	4
1.3 计算机网络的分类与应用	6
1.3.1 计算机网络的分类	6
1.3.2 计算机网络的应用	7
小结	7
习题	8
第 2 章 数据通信基础	9
2.1 数据通信的基本概念	9
2.1.1 数据通信系统的基本组成	9
2.1.2 数据通信的几个基本概念	11
2.1.3 模拟传输和数字传输	13
2.1.4 数据通信系统的质量指标	17
2.2 数据传输技术	19
2.2.1 传输介质与信道容量	19
2.2.2 数据信号的传输方式	24
2.2.3 数据信号的通信方式	26
2.3 多路复用技术	26
2.3.1 频分复用技术 (FDM)	26
2.3.2 时分复用技术 (TDM)	27
2.3.3 码分复用技术 (CDMA)	27
2.3.4 波分复用技术 (WDM)	27
2.4 数据交换技术	28
2.4.1 电路交换技术	28
2.4.2 报文交换技术	29
2.4.3 分组交换技术	29

2.5 差错控制技术	30
2.5.1 差错产生的原因及其控制	30
2.5.2 奇偶校验码	31
2.5.3 循环冗余码	32
2.5.4 汉明码	34
小结	35
习题	36
第3章 网络体系结构与参考模型	38
3.1 网络体系结构与网络协议	38
3.1.1 网络体系结构	38
3.1.2 分层原理	39
3.1.3 网络协议	39
3.2 OSI 参考模型	40
3.2.1 OSI 参考模型的基本概念	40
3.2.2 OSI 参考模型的分层结构	41
3.2.3 OSI 协议集	44
3.3 TCP/IP 体系结构	45
3.3.1 TCP/IP 概念	46
3.3.2 TCP/IP 主要功能	46
3.3.3 TCP/IP 体系结构	46
3.4 OSI 与 TCP/IP 的比较	47
小结	48
习题	48
第4章 物理层与数据链路层	50
4.1 物理层的功能和特性	50
4.2 物理层接口特性	50
4.2.1 机械特性	51
4.2.2 电气特性	51
4.2.3 功能特性	52
4.2.4 规程特性	53
4.2.5 常用的物理层标准	53
4.3 数据链路层的基本概念	55
4.3.1 数据链路层概述	55
4.3.2 数据链路层的主要功能	56
4.4 数据链路层协议	57
4.4.1 停等协议	57
4.4.2 ARQ 协议	57
4.4.3 高级数据链路控制规程 (HDLC)	59
4.4.4 点到点协议 (PPP)	63

小结	66
习题	66
第5章 局域网技术	68
5.1 局域网的基本概念	68
5.1.1 局域网的概念与特点	68
5.1.2 局域网的参考模型	71
5.1.3 IEEE 802 标准	72
5.2 媒体访问控制技术	73
5.2.1 ALOHA 技术	73
5.2.2 CSMA/CD 技术	75
5.2.3 令牌环技术	78
5.2.4 令牌总线技术	79
5.3 IEEE 802.2 LLC 层	79
5.3.1 LLC 层所提供的服务	79
5.3.2 LLC 帧的结构	80
5.4 IEEE 802 局域网	82
5.4.1 IEEE 802.3 局域网	82
5.4.2 IEEE 802.5 局域网	84
5.4.3 IEEE 802.4 令牌总线局域网	86
5.4.4 三种局域网的比较	86
5.5 高速局域网	86
5.5.1 快速以太网 (FastEthernet)	86
5.5.2 千兆以太网	87
5.5.3 10 吉比特以太网	88
5.5.4 光纤分布式数据接口 (FDDI)	89
5.6 无线局域网	90
5.6.1 无线局域网的基本概念	90
5.6.2 无线局域网的标准	94
5.6.3 蓝牙技术	97
5.7 虚拟局域网	97
5.7.1 VLAN 的概念	97
5.7.2 VLAN 的信息交换方式和分类	98
5.7.3 VLAN 的路由和管理	99
5.8 局域网组网方案	100
5.8.1 校园网建设中的基本要求	100
5.8.2 校园网建设实例	101
小结	102
习题	103
第6章 IP 与网络互连技术	105

6.1	IP 协议	105
6.1.1	IP 地址	105
6.1.2	子网	107
6.1.3	IP 数据报	110
6.1.4	IP 数据报的路由选择	112
6.1.5	地址解析协议	112
6.1.6	网际控制报文协议 (ICMP)	113
6.2	路由协议	115
6.2.1	路由协议分类	115
6.2.2	路由选择算法	116
6.2.3	路由选择信息协议 (RIP)	117
6.2.4	开放最短路径优先协议 (OSPF)	119
6.2.5	边界网关协议 (BGP)	120
6.3	IPv6 协议	121
6.3.1	IPv6 地址	122
6.3.2	IPv6 帧格式	123
6.3.3	IPv6 的安全机制	124
6.3.4	IPv6 和 IPv4 的比较	126
6.4	网络互连的基本概念	127
6.4.1	互连的必要性	127
6.4.2	互连类型、层次和要求	127
6.5	网络互连设备	129
6.5.1	调制解调器和网卡	129
6.5.2	中继器和集线器	130
6.5.3	网桥和交换机	133
6.5.4	路由器和网关	135
	小结	137
	习题	138
第 7 章	广域网技术	141
7.1	广域网参考模型	141
7.1.1	广域网的参考模型	141
7.1.2	广域网的构成	142
7.2	广域网路由技术	142
7.2.1	广域网中的地址	142
7.2.2	广域网中的路由	144
7.3	数字数据网 (DDN)	145
7.3.1	DDN 的特点	145
7.3.2	DDN 的网络业务	146
7.3.3	DDN 的组成	147

7.3.4	DDN 的网络结构	149
7.4	帧中继 (FR)	150
7.4.1	帧中继概述	150
7.4.2	帧中继的标准与协议	152
7.4.3	帧中继的拥塞控制	154
7.4.4	帧中继带宽管理	155
7.5	综合业务数据网 (ISDN)	158
7.5.1	ISDN 定义及特点	158
7.5.2	ISDN 的结构及用户/网络接口	159
7.6	ATM 网络技术	162
7.6.1	ATM 网络的基本概念	162
7.6.2	ATM 协议参考模型	165
7.6.3	ATM 的信元传输方式	173
7.6.4	ATM 的交换方式	177
	小结	185
	习题	185
第 8 章	高层协议	187
8.1	传输层协议概述	187
8.1.1	传输层中的两个协议	188
8.1.2	端口的概念	188
8.2	用户数据报协议 (UDP)	189
8.2.1	UDP 协议的应用	189
8.2.2	UDP 报文的格式	189
8.3	传输控制协议 (TCP)	190
8.3.1	TCP 的报文格式	191
8.3.2	TCP 的编号与确认	194
8.3.3	TCP 的流量控制	195
8.3.4	TCP 的重传机制	195
8.3.5	TCP 的连接管理	197
8.3.6	TCP 的有限状态机	198
8.4	应用层协议概述	200
8.5	域名系统 (DNS)	201
8.5.1	域名系统概述	201
8.5.2	Internet 的域名结构	202
8.5.3	域名解析	204
8.6	文件传送和网络文件访问	207
8.6.1	文件传送协议 (FTP)	207
8.6.2	简单文件传送协议 (TFTP)	212
8.6.3	网络文件系统 (NFS)	212

8.7 远程登录 (Telnet)	213
8.7.1 Telnet 的工作原理	213
8.7.2 Telnet 的使用	214
8.8 电子邮件	215
8.8.1 电子邮件的基本概念	215
8.8.2 电子邮件的格式	218
8.8.3 简单邮件传送协议 (SMTP)	218
8.8.4 邮件读取协议 POP3 和 IMAP	220
8.8.5 多用途 Internet 邮件扩展 (MIME)	221
8.8.6 电子邮件的加密	222
8.9 万维网 (WWW)	222
8.9.1 超文本与超媒体	222
8.9.2 WWW 服务	223
8.9.3 WWW 浏览器	226
8.9.4 WWW 的导航系统	227
8.9.5 主流 Web 服务器	229
8.10 动态主机配置协议 (DHCP)	233
8.10.1 DHCP 概述	233
8.10.2 DHCP 服务器的设置	234
小结	236
习题	236
第 9 章 网络安全	238
9.1 网络安全问题概述	238
9.1.1 网络安全基础知识	238
9.1.2 网络面临的安全威胁	239
9.1.3 网络安全的内容	240
9.1.4 网络安全的体系结构	240
9.1.5 访问控制与口令	242
9.2 防火墙技术	243
9.2.1 防火墙的基本概念	243
9.2.2 防火墙的组成	246
9.2.3 防火墙的基本种类	247
9.3 密码技术	251
9.3.1 密码技术概述	251
9.3.2 DES 算法	252
9.3.3 RSA 公开密钥算法	254
9.3.4 DES 和 RSA 标准的比较	255
小结	255
习题	255

第 10 章 网络管理	257
10.1 网络管理系统的基本概念	257
10.1.1 网络管理系统的功能模型	257
10.1.2 对网络管理系统的要求	264
10.1.3 网络管理工具	264
10.1.4 网络管理协议标准	266
10.2 简单网络管理协议 (SNMP)	266
10.2.1 SNMP 管理模型	267
10.2.2 SMI 与 MIB	269
10.2.3 SNMP 工作机制	270
10.2.4 SNMP v1	272
10.2.5 SNMP v2	272
10.2.6 SNMP v3	273
10.3 配置 SNMP	274
10.4 局域网管理实例	276
10.4.1 Web 服务器与 FTP 服务器的管理	276
10.4.2 DNS 服务器的管理	278
小结	280
习题	281
第 11 章 网络设计基础	282
11.1 排队论基础	282
11.1.1 排队论基本概念	282
11.1.2 M/M/1 排队系统	287
11.2 图论基础知识	289
11.2.1 图的基本概念	289
11.2.2 树	293
11.2.3 割	295
11.2.4 最短路径	296
11.3 网络拓扑设计	297
11.3.1 计算机通信网的基本要求	298
11.3.2 网络拓扑设计的方法及内容	298
小结	300
习题	300
参考资料	302

第1章 计算机网络概论

【本章内容简介】计算机网络是当今社会发展最迅速、应用最广泛的网络。本章主要介绍计算机网络的产生与发展,计算机网络的定义与功能以及计算机网络的分类与应用。

【本章重点难点】重点掌握计算机网络的定义、功能和分类。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物,它的形成过程是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而构成的远程联机系统开始的。随着技术的发展和服务的需要,又在联机系统的基础上发展到将多台中心计算机相互连接起来,从实现计算机之间相互传输数据的通信网络,到实现以资源共享为目的的计算机网络,这标志着网络技术达到了成熟的高级阶段。概括地说,计算机网络发展过程可划分为“面向终端”的数据通信阶段,“面向通信”的分组交换网阶段,网络标准化与广泛应用及进一步发展阶段。

1.1.1 面向终端的计算机网络

1946年世界上第一台计算机问世之初,计算机与通信并没有什么联系。早期的计算机数量很少,价格昂贵。由于设置高度集中,给用户使用计算机带来很大的不便。使用计算机的(本地的或远地的)用户只能亲自携带程序和数据,到机房用手工方式上机,或者委托机房工作人员代劳。这种工作方式,用户(尤其是远地用户)需在时间、精力和经济上付出较大的代价。到了20世纪60年代初期,由于计算机软件方面的发展,也由于计算机越来越广泛地在各个部门中应用,迫切需要对分散在各地的数据进行集中处理,从而促使批量处理系统采用通信技术,产生了具有通信功能的单机系统。其基本思想就是在计算机上设置一个通信装置使其增加通信功能,将远地用户的输入输出装置通过通信线路(模拟的或数字的)直接与计算机的通信控制装置相连。这样,计算机一边接收从远地站点发来的输入信息,一边处理信息。最后的处理结果也经过通信线路直接送回到远地站点的用户终端设备上。从通信的角度,当时称这种远程联机系统为“数据通信系统”。数据通信系统较之原先的本地系统不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力,而且大大促进了计算机技术与通信技术的发展和密切结合。为了提高资源利用率,采用批处理的工作方式。将终端与计算机通过多重线路控制器进行连接,出现了多重线路控制器(Multiline Controller),它使得一台计算机可以和许多台远程终端相互通信。如图1.1所示。这就是计算机与通信相结合的开始。

这种以单个计算机为中心的远程联机系统也称为面向终端的计算机通信网,或称它为第一代计算机网络。

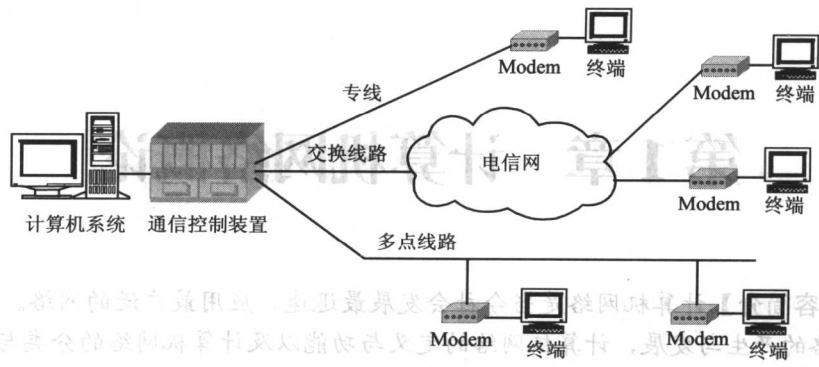


图 1.1 面向终端的计算机网络

1.1.2 面向通信的计算机网络

20 世纪 60 年代后期，开始出现将多台计算机通过通信线路互连构成的计算机网络。这种系统已由第一阶段利用一台中心计算机为所有用户服务的模式发展到了由多台分散又互连的主机共同提供服务的模式。为了提高主计算机数据处理的效率，网络上的通信处理任务由称为通信控制处理机（Communication Control Processor, CCP）来承担。这样，CCP 负责网上各主机之间的通信控制和通信处理，各 CCP 之间构成的通信子网成为整个网络内层，而网络上的主机专门负责数据处理，这些主机和终端构成了资源子网，成为整个网络的外层。通信子网为资源子网提供信息传输服务。没有通信子网，整个网络无法工作，而没有资源子网，通信子网也将失去存在的意义，两者结合构成了资源共享的层次式网络。用户不仅共享通信子网的资源，而且还可共享资源子网的软件和硬件资源。图 1.2 给出了这种以通信子网为中心的计算机网络，通常称其为第二代计算机网络。

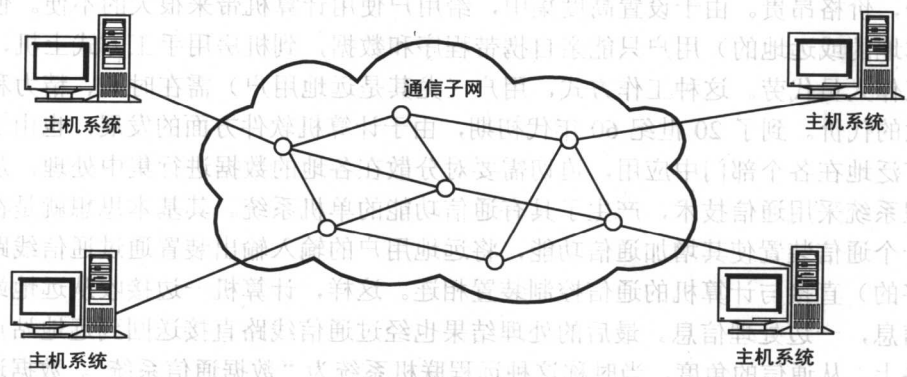


图 1.2 面向通信的计算机网络

第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网，20 世纪 60 年代后期美国国防部高级研究计划局为促进对新型计算机网络的研究，提供经费资助美国的许多大学和公司，于 1969 年 2 月建成了一个具有四个节点的实验性网络投入运行和使用。目前，ARPA 网仍在运行，但情况已今非昔比，其规模已扩展到数百万台计算机，网络覆盖范围也已延伸至欧洲和夏威夷。在 ARPA 网中，运行用户应用程序的计算机称为主机，负责通信控制处理的 CCP 称为接口报文处理机（IMP）。IMP 和与其迭加的通信线路构成通信子网，通过通信子网互连的主机向网

络提供可供共享的软硬件资源,并构成资源子网。通信子网采用了先进的分组交换工作方式。

1.1.3 标准化的计算机网络

目前世界上已有大量的计算机网络投入运行,由此产生了很好的经济效益和社会效益。但是,第二代计算机网络存在一些根本性的不足,使得它不能满足信息社会发展的需要。其中最主要的缺点是,第二代计算机网络没有统一的网络体系结构,造成了不同制造厂家生产的计算机及网络设备互连起来十分困难。这个问题在20世纪70年代后期就引起了人们的重视。一些著名的计算机公司(如IBM, DEC)相继推出了自己的网络体系结构,以及实现该网络体系结构的软硬件产品。这样,用户只要购买该公司的网络新产品,自己提供或租用通信线路,就可以组建或扩建计算机网络。由此可见,计算机要想互连在一起,要求计算机网络体系必须标准化。

1977年ISO为适应计算机网络向标准化发展的形势,其下属的计算机与信息处理标准化技术委员会TC97成立了一个新的分委员会SC16(由于技术分工问题,SC16已于1984年撤销,其原有工作由SC6和SC21接替),该组织在研究和吸收已有网络体系结构经验的基础上,专门从事研究“开放系统互连”的问题。经过若干年的努力,ISO在1984年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”的正式文件,即著名的ISO 7498国际标准,通常人们将它称为OSI参考模型,并记为OSI/RM(Open System Interconnection/Reference Model),或简称OSI。

OSI参考模型目前已被国际社会普遍接受,被认为是新一代计算机网络体系结构的基础。从此,计算机网络的发展步入了标准化的道路,人们将符合国际标准化的计算机网络称为第三代计算机网络。

1.2 计算机网络的定义与功能

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络的确切定义至今尚未统一,其原因是处于不同阶段或从不同角度往往可能作出不尽相同的定义。

计算机网络最初的定义是:以实现远程通信为目的、一些互连的、独立自主的计算机的集合。这里,所谓“互连”是指各计算机之间通过有线通信信道或无线通信信道彼此交换信息,而“独立自主”则强调它们之间没有明显的主从关系。按此定义,早期的面向终端的计算机系统只能称为联机系统,因为当时的许多终端并不具有智能特性。后来随着硬件价格的下降,“终端”和“自治的计算机”之间的严格界限逐渐模糊,尤其是实现了终端智能化之后,无论是面向终端的计算机系统,还是面向计算机的计算机系统,以及以后发展起来的以共享通信子网为特征的公用数据网系统均可视为计算机网络。

当计算机网络发展处于第二阶段时,计算机网络被定义为:以相互共享资源(硬件、软件和数据)方式而连接起来、且各自具有独立功能的计算机系统之集合。这一定义是由美国信息学会联合会于1970年提出来的。此定义的含义有三个:第一,计算机之间相互通信的目的是为了共享计算机网络中硬件、软件和数据等资源;第二,计算机网络中的各个计算机系统不仅在地域上是分散的而且各自具有独立的功能;第三,计算机网络应有一个全网性的网

络操作系统, 用户只需向网络操作系统提出使用资源的要求, 而不必指出资源的具体归属, 由网络操作系统自动地分配给该用户所需的资源。按照此定义的含义, 当时真正称得上计算机网络的寥寥无几, 而绝大多数的计算机网络 (包括美国的分组交换网 APRANET 在内) 都只能算是计算机通信网络, 因为它们都没有全网性的网络操作系统。显然, 这个定义侧重于应用目的, 忽视了物理结构, 没有充分反映计算机网络的内涵。

随着计算机网络技术的发展, 特别是当计算机网络发展进入到第三阶段。一般认为计算机网络应当具有三个主要的组成部分 (或三大组成要素)。^①能向用户提供服务的若干主机。^②由一些专用的通信处理机 (即通信子网中的节点交换机) 和连接这些节点的通信链路所组成的一个通信子网。^③为主机与主机, 主机与通信子网, 或者通信子网中各个节点之间通信而建立的一系列协议, 即通信双方事先约定的, 共同遵守的一组规则。

从逻辑功能上看, 一个计算机网络可分成两个子网: 资源子网和通信子网。

资源子网由主机、终端及软件等组成。它提供访问网络和处理数据的能力。主机负责数据处理, 运行各种应用程序, 它通过通信子网的接口与其他主机相连接。终端是网络中用量最大, 分布最广的设备, 直接面对用户, 为用户提供访问网络资源的接口。软件是网络中极为重要的一部分, 负责管理、控制整个网络系统正常运行, 为用户提供各种实际服务。

通信子网由网络节点、通信链路及信号变换器等组成。负责数据在网络中的传输与通信控制。网络节点负责信息的发送和接收及信息的转发等功能, 它可以连接几个主机, 也可以通过它将终端直接接入网内。网络节点根据其作用不同, 又可分为接口节点和转发节点。接口节点是资源子网和通信子网相连接的必经之路, 负责管理和收发本地主机的信息; 转发节点则为远程节点送来的信息选择一条合适的链路, 并转发出去。通常网络节点本身就是一台计算机, 设置在主机与通信链路之间, 以减轻主机的负担, 提高主机的效率。通信链路是两个节点之间的一条通信通道, 常被称为信道。信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换。不同的传输介质采用不同类型的信号变换器, 如普通电话线只能传输模拟信号。而计算机输出信号为数字信号, 若用电话线作为通信线路, 必须在中间加一种叫做调制解调器的信号变换器。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要目的是共享资源, 它的功能随应用环境和现实条件的不同大体如下。

1. 可实现资源共享

资源共享包括共享软件、硬件和数据资源, 是计算机网最有吸引力的功能。计算机的许多资源成本是非常昂贵的, 例如, 大容量存储器, 特殊的外部设备, 大型数据库等。资源共享指的是网上用户能部分或全部地享受这些资源, 使网络中各地区的资源互通有无, 分工协作, 从而大大提高系统资源的利用率。在第一代计算机网络中多个终端的用户通过通信线路或通信网共享中心计算机的资源。而在第二代计算机网络中, 网络用户可以共享位于资源子网中所有主机的资源。通过资源共享, 消除了用户使用计算机资源受地理位置的限制, 也避免了资源的重复设置所造成的浪费。

计算机网络的主要特点之一是它具有资源共享的功能, 什么是资源? 为什么要实现资源共享?

在计算机网络中, “资源” 就是网络中所包含的硬件, 软件和数据。硬件资源有: 处理器、内 (外) 存储器和输入输出设备等, 它是共享其他资源的基础。软件资源是指各种语言

处理程序、服务应用程序等。数据则包括各种数据文件和数据库中的数据等。所谓资源共享,就是指网内所有用户都能够享受上述资源中的一部分或者全部资源,不受其地理位置差异的限制。换句话说,同一份资源可以给多个用户使用。例如,上海有一个科学技术情报所,其情报检索系统是与国际有关系统联网的,于是,在上海就可以按一定的规定,经过网络系统索取国外的某些资料,从而大大地节约了用户的时间和费用。同样,上海以外的用户也可以通过网络系统调取存放在上海的资料,这就是一个共享数据资源的例子。

为什么要实现资源共享?通常,建立一个通信网络总是有一定的目的。比如,建立电话网的目的很明确,就是缩短人与人之间的空间距离,从而使人与人之间、单位与单位之间加强联系,更广泛地解决问题。那么,在计算机通信网中,实现资源共享的具体目的大致可以归纳为如下几项。

① 可将地理位置上分散的多台计算机集中地处理数据等信息。

② 共享硬件资源。只有小型计算机,甚至微型计算机的用户,可通过网络分享大型计算机或特殊的外围设备,这样就可节省大量设备投资。

③ 共享软件资源。众所周知,研制一套完善的软件系统需要花费大量的人力、财力和时间,一个好的软件是非常昂贵的。若能做到把一个现成的软件,通过通信网络提供给大家使用,将大大降低使用成本。

④ 共享数据资源。从某种意义上讲,数据是一个部门的命脉,比一个应用软件更重要,将同一类型的文件、数据等集中存储,供大家使用,不但可提高利用率,节约开支,更重要的是保证了数据的一致性。

⑤ 可选择与需要解决的问题相适应的系统。在通信网中可设有解决各种专题的系统和设备,把一些专业性强的问题送至与其相关的系统和设备进行计算。例如,大型工程项目的CAD设计,可以把总体、土建、管道、设备、甚至装潢设计,分别送到相应的子系统设计处理,最后综合起来。这样,既充分发挥了设备专业子系统的特长,又避免了传统设计中经常发生的因各部分设计数据修改产生的数据不一致。

⑥ 易于扩展。当需要扩大该通信网或增加用户时,能方便地将不同类型的计算机或终端接入通信网。

2. 提高了系统的可靠性

一般来说,计算机网络中的资源是重复设置的,它们被分布在不同的位置上。这样即使发生少量资源失效的现象,用户仍可以通过网络中的不同路由访问到所需的同类资源,这样只会导致系统的降级使用,不会引起系统的瘫痪现象。计算机网络中这种替代资源的存在,大大地提高了系统的可靠性。

3. 有利于均衡负荷

计算机网络还具有均衡网络负荷的功能。通过合理的网络管理,将某时刻处于超负荷计算机上的任务分送给别的轻负荷的计算机去处理,可达到均衡负荷的目的。这对地域跨度大的远程网络来说,充分利用时差因素来达到均衡负荷尤为重要。

4. 提供了非常灵活的工作环境

用户通过网络把终端连接到家中的计算机上,就可以在家里工作。商业经营人员带着终端或便携式计算机外出进行商务活动,在各经营点利用电话与它们自己的网络连接,这样就可以与主管部门及时交换销售、管理等方面的重要数据,确定对策。

除此之外，计算机网络还具有性能价格比高、扩充方便、通信手段多等功能。

1.3 计算机网络的分类与应用

1.3.1 计算机网络的分类

对计算机网络进行分类可以从不同的角度去分，主要有以下分类方法。

(1) 按网络的拓扑结构进行分类：可分为星型、树型、环型、总线型和网型等。

星型结构：如图 1.3 (a) 所示，每个节点都有一条单独的线路与中心节点相连。除中心节点外的任何两个节点之间的通信都要经过中心节点，采用集中控制，中心节点就是控制节点。这种结构简单，容易建网，便于管理。但由于通信线路总长度较长，成本高。同时对中心节点的可靠性要求高，中心节点出故障将会引起整个网络瘫痪。

环型结构：如图 1.3 (b) 所示，各网络节点连成环状。数据信息沿一个方向传送，通过各中间节点存储转发最后到达目的节点。这种结构没有路径选择问题，网络管理软件实现简单。但信息在传输过程中要经过环路上的许多节点，容易因某个节点发生故障而破坏整个网络的通信；另外网络的吞吐能力较差，适用于信息传输量不大的情况，一般用于局域网。

网型结构：如图 1.3 (c) 所示，这种结构无严格的布局规定和构形，这种结构中一个节点可取道若干路径到达另一个节点，故其最大优点是可靠性高，但所需通信线路总长度长，投资成本高，路径选择技术较复杂，网络管理软件也比较复杂。一般在局域网中较少采用。

树型结构：如图 1.3 (d) 所示，与星型结构相比较，由于通信线路总长度较短，故它的成本低。网络中各节点按层次进行连接，是一个在分级管理基础上集中式的网络，适合于各种统计管理系统。但任一节点的故障均会影响它所在支路网络的正常工作，故可靠性要求较高，而且处于越高层次的节点，其可靠性要求越高。

总线型结构：如图 1.3 (e) 所示，在此结构中，各节点通过一个或多个通信线路与公共总线连接。网中各节点连在一条总线（电缆）上。任一时刻，只允许一个节点占用总线，且只能由该节点发送信息，其他节点处于封锁发送状态，但允许接收。网络中任何一节点的故障都不会使整个网络发生故障，相对而言容易扩展。

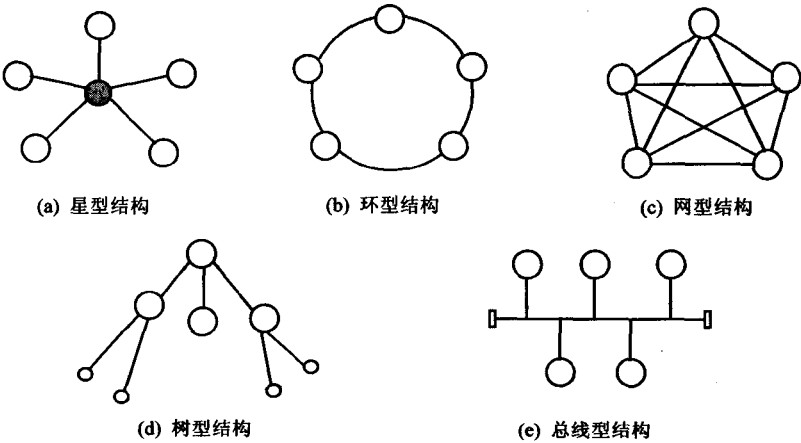


图 1.3 网络拓扑结构