

面向21世纪高等学校规划教材

计算机 网络教程

(第2版)

JISUANJI WANGLUO JIAOCHENG

杨风暴 主编

本书特色：

- * 从技术到协议；
- * 从局域网到广域网；
- * 从低层协议到高层协议；
- * 从基础知识到应用实用技术；
- * 每章习题尽可能编入最新考研题。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

面向 21 世纪高等学校规划教材

计算机网络教程

(第 2 版)

杨风暴 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络教程/杨风暴主编.—2版.—北京:国防工业出版社,2009.1

ISBN 978-7-118-05951-9

I.计... II.杨... III.计算机网络—教材 IV.
TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 140677 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16½ 字数 403 千字

2009 年 1 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

第2版前言

当今,计算机网络技术发展迅猛,计算机网络相关的产品日新月异,因而作为高等学校的计算机网络教材也应该根据实际情况及时修订,以满足技术发展的需求和教学工作的需要。

本书第1版承蒙不少同行的青睐,被选作多所院校的计算机网络课的教材,这是对本书的厚爱和支持。同时在使用过程当中,许多专家不吝赐教,指出了本书的一些不足和宝贵的意见及建议,在这里对使用本书第1版的专家、老师和学生表示诚挚的谢意。

正是基于上述两方面的考虑,在第1版基础上进行了修订。具体来说,主要包括以下几个方面:

(1) 继续保持原来的章节安排的整体结构,遵循从基础到应用、从技术到协议、从局域网到广域网、从低层协议到高层协议等原则。

(2) 在保证计算机网络技术基本内容的基础上,增加搜索引擎、互联网协议电视(IPTV)、多点共享下载(BT)、无线网络安全等内容,删除了 Gopher 信息检索一节,使本书继续保持与现代网络新技术相结合的特点。

(3) 重新编写了每章的习题,增加了题量,便于根据教学需要进行选择。题型增加了名词解释、填空、画图 and 上网查阅等,尤其使上网查阅,利用学生将课堂教学内容和课外的知识结合起来,调动学生的参与热情。

(4) 增加了一些网络产品的实物照片,以增强学生的感性认识。

(5) 对部分章节的内容进行调整,将 VLAN 调整到第7章、VPN 调整到第10章,使内容之间的衔接更合理,更利于组织教学。

(6) 重新编写了部分内容,对原书中一些错误的语句、表格、图进行了纠正,对部分细节内容也进行了增删。

本书可作为电子类、通信类、信息类、计算机类相关本科专业计算机网络课程的教材,也可供从事网络工程和技术的技术人员参考使用。

本书由杨风暴主编,康苏明老师参与编写了第5章、第7章和第8章,第3、4、9、10章及附录由王建萍编写,第1、2、6章由杨风暴编写。北京大学万明高教授、中北大学韩慧莲教授、太原科技大学卓东风教授、天津理工大学王元全博士、福州大学姚剑敏博士、北京联合大学陈建斌副教授等审阅了书稿,朱友量、韩慧研、张敏娟、张清爽、杨晓敏等老师在修订编写过程中给予了鼓励、指导和支持,在此对他们表示衷心的感谢。

由于水平有限,本书难免存在错误,请大家继续指正。

编 者

第1版前言

信息的传输在当今的信息时代处于非常重要的地位,计算机技术和通信技术的迅猛发展与相互结合,促进了计算机网络的产生与发展,计算机网络已经成为信息传输具有良好发展前景的一种手段,在政治、经济、军事、教育、娱乐等各行各业的作用愈来愈突出。

随之,计算机网络课程在许多高校开设,并成为广大学生欢迎的一门课程,因此编写合适的网络教材,对促进网络技术的应用和培养合格的网络人才具有重要作用。

本书的编写有如下特点:

(1) 章节安排顺序从基础到应用、从技术到协议、从局域网到广域网,从低层协议到高层协议等原则,突破了 OSI 模型的限制,便于学生学习和组织教学;

(2) 内容选取上在保证传统网络课程基本内容的基础上,将 OSI 七层协议压缩为一章,加大了无线局域网、快速局域网、交换机、IPv6、VPN、VLAN 等具有发展势头和广泛应用的新技术。

本书的内容具体安排:第1章介绍网络的基本概念,包括网络的定义、结构、功能、分类和发展;第2章主要介绍与网络技术相关的数据通信技术,包括数据编码、传输介质、同步、多路复用、数据交换、差错控制等,为以后的网络协议的学习打下了基础;第3章介绍计算机网络体系结构的内容,主要是 OSI 参考模型,对每一层的功能、协议等进行了详细的分析,该章是计算机网络协议及技术的基础;第4章介绍应用最广泛、最能体现网络技术精髓的局域网,对局域网的协议、介质访问控制方法、以太网及快速以太网、虚拟局域网、FDDI 光纤网、100VG-AnyLAN 等进行了分析;第5章介绍了具有良好发展势头的无线局域网,内容有无线局域网的通信技术、无线局域网协议、宽带无线、蓝牙技术等;第6章介绍了网络互连技术,从主要互连设备的角度分析了中继器、网桥、路由器、网关、交换机等的功能和工作原理;第7章介绍了目前广泛使用的 TCP/IP 协议,包括 TCP/IP 协议模型、IP 协议的具体内容、TCP 协议的具体内容、IPv6 基本内容、VPN 技术等;第8章介绍广域网技术,包括 X.25 技术、ATM 网络、帧中继技术、SONET/SDH 等;第9章介绍网络应用,主要是因特网上的一些应用协议与技术;第10章介绍对网络运行很重要的技术——网络安全技术,包括网络安全的基本概念、数据加密技术、报文鉴别、防火墙技术、入侵检测技术以及常用的一些安全协议。

本书可作为电子类、通信类、信息类、计算机类相关本科专业计算机网络课程的教材,也可供从事网络工程和技术的技术人员参考使用。

本书由杨风暴主编,其中第1~6、9、10章由杨风暴编写,第7、8章由金永编写;卓东风教授、韩慧莲教授审阅了书稿,杨晓敏同志在编写过程中给予了指导和支持,在此表示感谢。

由于水平和经验的限制,本书定有不少错误或不妥之处,欢迎大家指正,联系的电子邮件地址为:yangfb@nuc.edu.cn。

编者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.2 计算机网络的发展	1
1.3 计算机网络的功能	4
1.4 计算机网络的构成	5
1.4.1 计算机网络的基本组成	5
1.4.2 资源子网和通信子网	6
1.5 计算机网络的分类	6
习题	8
第 2 章 数据通信基础	10
2.1 数据通信的基本概念	10
2.1.1 信息与信号	10
2.1.2 数据通信系统的模型	11
2.2 数据编码	12
2.2.1 数字数据编码为数字信号	12
2.2.2 数字数据编码为模拟信号	13
2.2.3 模拟数据编码为数字信号	15
2.2.4 模拟数据编码为模拟信号	17
2.3 传输介质	18
2.3.1 双绞线	18
2.3.2 同轴电缆	20
2.3.3 光纤	21
2.3.4 无线电波	23
2.4 网络拓扑结构	25
2.5 同步	29
2.6 多路复用技术	30
2.6.1 频分多路复用	30
2.6.2 同步时分多路复用	31
2.6.3 异步时分多路复用	31
2.6.4 波分多路复用	32

2.6.5	码分多址访问	34
2.7	数据交换技术	35
2.7.1	电路交换	35
2.7.2	报文交换	36
2.7.3	分组交换	37
2.8	差错控制	38
2.8.1	差错控制的方式	38
2.8.2	检错纠错编码	39
	习题	42
第3章	计算机网络体系结构	43
3.1	网络体系结构	43
3.1.1	基本概念	43
3.1.2	OSI 模型	44
3.2	物理层协议	46
3.2.1	物理层的功能	46
3.2.2	物理层协议及特性	47
3.2.3	常用的物理层标准	49
3.3	数据链路层协议	51
3.3.1	数据链路层的功能	51
3.3.2	高级数据链路控制协议	55
3.3.3	点对点协议	60
3.4	网络层协议	62
3.4.1	网络层的功能和服务	62
3.4.2	拥塞控制	63
3.4.3	路由选择算法	64
3.5	传输层协议	67
3.5.1	传输层的功能和服务	67
3.5.2	传输层协议类型	67
3.5.3	传输协议机制	68
3.6	高层协议	69
3.6.1	会话层协议	69
3.6.2	表示层协议	71
3.6.3	应用层协议	73
	习题	74
第4章	局域网	75
4.1	局域网参考模型	75

4.2	逻辑链路控制子层	76
4.3	介质访问控制子层	77
4.4	CSMA/CD 介质访问控制方法	78
4.4.1	工作原理	78
4.4.2	帧格式	81
4.5	令牌环和令牌总线介质访问控制方法	82
4.5.1	令牌环介质访问控制方法	82
4.5.2	令牌总线介质访问控制方法	83
4.6	局域网协议标准	84
4.6.1	IEEE802 协议标准	84
4.6.2	IEEE802.3 以太网协议标准	85
4.7	交换式局域网	88
4.8	光纤分布式数据接口与 100VG-AnyLAN	91
4.8.1	光纤分布式数据接口	91
4.8.2	100VG-AnyLAN	94
	习题	94
第 5 章	无线局域网	96
5.1	无线局域网概述	96
5.1.1	无线局域网的优点	96
5.1.2	无线局域网的技术要求	97
5.2	无线局域网的调制解调技术	98
5.2.1	QAM	98
5.2.2	CCK 调制	99
5.2.3	PBCC 调制	101
5.2.4	OFDM 调制	102
5.3	扩频通信技术	103
5.3.1	扩频通信的基本概念	103
5.3.2	直接序列扩频	104
5.3.3	跳变频率扩频	105
5.4	无线局域网协议	106
5.4.1	802.11 物理层	108
5.4.2	802.11 MAC 子层协议	109
5.4.3	802.11 帧格式	111
5.4.4	802.11 服务	112
5.5	宽带无线	113
5.5.1	802.16 协议	113
5.5.2	802.16 物理层	114

5.5.3	802.16 MAC 子层	115
5.5.4	802.16 帧格式	116
5.6	蓝牙技术	116
	习题	120
第 6 章	网络互连	122
6.1	网络互连的基本概述	122
6.1.1	网络互连的优点	122
6.1.2	网络互连的要求	122
6.1.3	网络互连的类型和层次	123
6.2	中继器	124
6.3	网桥	126
6.3.1	网桥的工作原理	126
6.3.2	网桥的路径选择	127
6.4	路由器	131
6.4.1	路由器的功能	131
6.4.2	路由协议	133
6.5	网关	135
6.6	多层交换机	136
6.6.1	三层交换机	136
6.6.2	四层交换机	139
	习题	140
第 7 章	TCP/IP 协议	141
7.1	TCP/IP 协议结构	141
7.2	网络层协议	142
7.2.1	IP 地址与子网掩码	142
7.2.2	IP 协议	143
7.2.3	地址解析协议和逆向地址解析协议	146
7.2.4	因特网控制报文协议	148
7.2.5	IP 多播和 IGMP	152
7.3	传输层协议	154
7.3.1	用户数据报协议	154
7.3.2	传输控制协议	157
7.4	IPv6	160
7.4.1	IPv6 基本头部格式	161
7.4.2	IPv6 的地址结构	162
7.4.3	IPv6 的扩展头部	163

7.4.4	IPv4 向 IPv6 的过渡	166
7.5	虚拟局域网	166
7.5.1	虚拟局域网的作用	166
7.5.2	虚拟局域网的链接和划分	167
7.5.3	虚拟局域网的标准 802.1Q 和 802.1P	170
7.5.4	虚拟局域网之间的通信	171
	习题	173
第 8 章	广域网	175
8.1	广域网概述	175
8.2	典型的公用数据交换网	175
8.2.1	公用电话网	176
8.2.2	公用分组交换数据网	176
8.2.3	数字数据网	177
8.2.4	帧中继	179
8.2.5	不对称数字用户线路	181
8.2.6	ISDN 和宽带 ISDN	181
8.3	异步传输模式	183
8.3.1	异步传输模式的基本概念和原理	184
8.3.2	异步传输模式协议模型	187
8.3.3	异步传输模式交换机	189
8.3.4	异步传输模式的标准	192
8.4	同步数字体系	193
	习题	197
第 9 章	网络应用	198
9.1	域名系统	198
9.1.1	域名系统结构	198
9.1.2	域名服务器	199
9.2	文件传输与多点共享下载	200
9.2.1	文件传输协议	200
9.2.2	多点共享下载协议	202
9.3	电子邮件	203
9.3.1	电子邮件系统	203
9.3.2	电子邮件协议	204
9.4	万维网	207
9.5	远程终端协议	208
9.6	搜索引擎	209

9.6.1	搜索引擎的发展	209
9.6.2	搜索引擎的基本概念	210
9.6.3	搜索引擎的工作原理	211
9.6.4	搜索引擎的分类	213
9.7	简单网络管理协议	214
9.7.1	网络管理的基本概念	214
9.7.2	简单网络管理协议的内容	215
9.8	互联网协议电视	216
	习题	219
第 10 章	网络安全技术	221
10.1	网络安全技术概述	221
10.1.1	网络安全的概念	221
10.1.2	网络面临的安全问题	222
10.1.3	网络安全策略	224
10.2	数据加密技术	225
10.2.1	密码技术基础	225
10.2.2	加密算法	226
10.2.3	数字签名	229
10.3	报文鉴别	230
10.4	防火墙技术	231
10.5	入侵检测	233
10.5.1	入侵检测的概念	233
10.5.2	入侵检测系统模型	233
10.5.3	入侵检测原理	234
10.6	网络安全协议	235
10.6.1	网络层安全协议族	235
10.6.2	安全套接字层	237
10.6.3	电子邮件安全	238
10.6.4	安全电子交易协议	240
10.7	虚拟专用网	242
10.7.1	虚拟专用网的基本概念	242
10.7.2	虚拟专用网连接和路由	243
10.7.3	虚拟专用网中的隧道技术	245
10.8	无线网络的安全	246
10.8.1	无线网络的安全隐患	246
10.8.2	无线网络的安全措施	247
	习题	247
附录	常见计算机网络技术相关的标准化组织	249
	参考文献	251

第 1 章 概 述

本章首先介绍计算机网络的定义、功能和计算机网络的发展;分析网络的组成,包括网络拓扑结构,讨论网络的分类。重点内容是计算机网络的定义、功能、结构和分类。

1.1 计算机网络的基本概念

信息传输在当今的信息时代处于非常重要的地位,计算机技术和通信技术的迅猛发展与相互结合,促进了计算机网络(Computer Network)的产生与发展。计算机网络是 20 世纪下半叶最引人注目的科学技术成果之一,20 世纪 90 年代以来,以因特网(Internet)为代表的计算机网络技术得到了前所未有的飞速发展,形成了全球最大、使用最广的网络。目前,计算机网络已经成为信息传输具有良好发展前景的一种手段,是一种最具活力的信息技术,在政治、经济、军事、教育、娱乐等各行各业的作用越来越突出。

计算机网络的概念有各种各样的描述,用的比较多的是:凡将地理位置不同且具有独立功能的多个计算机系统用通信设备和线路连接起来,由功能完善的网络软件(包括网络协议、信息交换方式、控制程序、网络操作系统等)实现信息的相互传递,以达到共享系统资源的系统。

简单地讲,计算机网络是一个互连的、自治的计算机系统的集合。自治的计算机就如现在的个人计算机(Personal Computer, PC)一样,本身具有独立的处理、存储、输入、输出等功能,可独立运行的计算机。集合意味着有两台以上的计算机互连,以及软件和硬件的集成。

计算机之间进行有效的通信,彼此之间要遵循一定的规则或约定,这些规则、约定就是网络协议,网络协议是网络运行的基本保障。网络的信息传输是通过通信设备和线路进行的。通信设备是计算机与通信线路之间按照相应的通信协议工作的设备;通信线路指的是物理传输介质,可以是有线的(如双绞线、同轴电缆、光纤等),也可以是无线的(如微波、红外等)。

共享系统资源是计算机网络的根本目的,共享系统资源包括网络中所有的硬件资源、软件资源、数据资源等。用户通过网络可以共享与之相连的各种各样的资源。

分布式计算机系统在形式上与计算机网络具有相似之处,也是有许多计算机连接起来的系统,二者不能混淆。分布式计算机系统对用户而言就像只有一台计算机一样,系统中的计算机间的功能分配更紧密一些,结点数目不太多;计算机网络对用户而言需要先登录运行程序的计算机,再按照地址将程序通过网络传送到该计算机上运行,除了一些关键结点,网络中的计算机间的关系相对松散,增删更方便一些。当然,一些分布式计算机系统可以作为计算机网络的特例来看待。

1.2 计算机网络的发展

和其他技术的发展一样,计算机网络的发展也经历了从简单到复杂、从低级到高级、从单机到多机的过程。在这一过程中,计算机技术和通信技术紧密结合,相互促进,共同发展,最终

产生和发展了计算机网络技术。计算机网络的发展大体上可以分为面向终端的通信网络阶段、计算机网络阶段、网络互连阶段和网络应用技术迅猛发展与高速网络阶段四个阶段。

1. 面向终端的通信网络阶段

世界上第一台数字计算机 ENIAC 于 1946 年问世,成为计算机历史上划时代的里程碑。但最初的计算机数量稀少,且非常昂贵。当时的计算机大都采用批处理方式,用户使用计算机首先要将程序和数据制成纸带或卡片,再送到中心计算机进行处理。1954 年,出现了一种称作收发器(Transceiver)的终端设备,通过它首次实现了将穿孔卡片上的数据沿电话线路发送到远地的计算机。此后,电传打字机也作为远程终端和计算机相连,用户可以在远地电传打字机上输入自己的程序,而计算机算出来的结果也可以传送到远地的电传打字机上并打印出来,这样出现了具有远程通信功能的计算机系统。

由于当初的计算机是为批处理而设计的,因此,当计算机和远程终端相连时,必须在计算机上增加一个称为线路控制器(Line Controller)的接口。随着远程终端数量的增加,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,20 世纪 60 年代初期,出现了多重线路控制器(Multiple Line Controller),它可以和多个远程终端相连接,这样就构成面向终端的第一代计算机网络。

在第一代计算机网络中,一台计算机与多台用户终端相连接,用户通过终端命令以交互的方式使用计算机系统,从而将单一计算机系统的各种资源分散到每个用户,极大地提高了资源的利用率,同时也极大地刺激了用户使用计算机的热情,在一段时间内计算机用户的数量迅速增加。但这种网络系统存在缺点:一是其主机的负载较大,它既要承担数据的处理任务,又要承担通信任务,这样导致了系统响应时间过长;二是单机系统的可靠性较低,一旦计算机发生故障,将导致整个网络故障;三是对于远程终端来讲,一条通信线路只能与一个终端相连接,通信线路的利用率较低。

为了提高通信的利用率,又出现了许多连机系统。它的主要特点是在主机和通信线路之间设置前端处理机(Front End Processor, FEP),如图 1.1(a)所示,它承担所有的通信任务,这样就减轻了主机的负载,大大地提高了主机处理数据的效率。

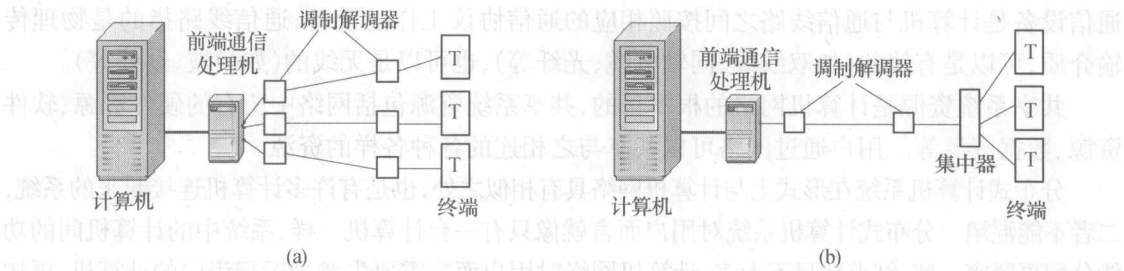


图 1.1 面向终端的通信系统示意图

另外,在远程终端较密集处,增加了叫做集中器(Concentrator)的设备。集中器的一端用低速线路与多个终端相连,另一端则用一条较高速的线路与主机相连,如图 1.1(b)所示,这样就实现了多台终端共享一条通信线路,提高了通信线路的利用率。

多机连机系统的典型代表是 1963 年在美国投入使用的航空订票系统 (SABRAI), 其中中心是设在纽约的一台中央计算机, 2000 个售票终端遍布全国, 使用通信线路与中央计算机相连。

2. 计算机网络阶段

随着计算机应用的发展,以及计算机的普及和价格的降低,出现了多台计算机互连的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策和大型企业经营管理。他们希望将分布在不同地点且具有独立功能的计算机通过通信线路互连起来,彼此交换数据、信息传递,如图 1.2 所示。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源,也可以使用连网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源,以达到计算机资源共享的目的。这种通信双方都是计算机系统的网络,即计算机网络。

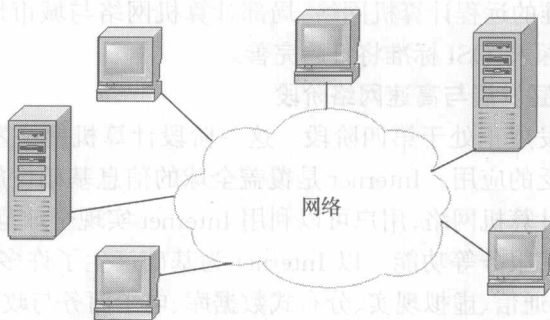


图 1.2 计算机网络系统示意图

1964 年 8 月,Baran 在美国 Rand 公司的“论分布式通信”的研究报告中提到了“存储转发”的概念,英国的 David 于 1966 年首次提出了“分组”的概念,这两个概念是计算机网络的技术基础。计算机网络阶段的典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency,ARPA)的 ARPANET。ARPANET 是世界上第一个实现以资源共享为目的的计算机网络,人们因此常常将 ARPANET 作为现代计算机网络诞生的标志,计算机网络的许多概念都来自它。

ARPANET 对于推动计算机网络发展具有十分深远的意义。在此基础上,20 世纪 70 年至 80 年代计算机网络发展十分迅速,出现了大量的计算机网络,仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络和校园网,例如,美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国际气象监测网 WWW 和欧洲情报网 WIN 等。

同时,公用数据网(Public Data Network,PDN)与局部网络(Local Network,LN)技术也得到了迅速发展。计算机网络发展的第二阶段所取得的成功对推动网络技术的成熟和应用极为重要,它研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了坚实的基础,很多网络系统经过适当修改与充实后至今仍在广泛使用。

但是,20 世纪 70 年代后期,人们已经看到了计算机网络发展中出现的突出问题,那就是网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和应用。

3. 网络互连阶段

由于不同网络、不同网络产品之间相互兼容、相互连接的技术需求,人们对网络体系结构和网络协议的标准化的要求越来越强烈,经过多年努力,1984 年国际标准化组织(ISO)正式制定和颁布了“开放系统互连参考模型”(Open System Interconnection/Reference Model,OSI/RM)。这也标志着计算机网络发展到第三阶段——网络互连阶段。OSI 参考模型已为国际社会所公认,成为研究和制定新一代计算机网络标准的基础。它使各种不同网络的互连、互通变

为现实,实现了更大范围内的计算机资源共享。1989年我国也在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定 OSI 标准作为网络建设标准。1990年6月 ARPANET 停止运行,完成了它的历史使命。随之发展起来的国际互联网——Internet,它的覆盖范围已遍及全球,全球各种各样的计算机和网络都可以通过网络互连设备连入 Internet,实现全球范围内的数据通信和资源共享。

OSI 参考模型及标准协议的制定和完善正在推动计算机网络朝着健康的方向发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准,并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。各种符合 OSI 参考模型与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络已开始广泛应用。随着研究的深入,OSI 标准将日趋完善。

4. 网络应用技术迅猛发展与高速网络阶段

计算机网络目前的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是:互连、高速、智能、安全与更为广泛的应用。Internet 是覆盖全球的信息基础设施之一,对于用户来说,它像是一个庞大的远程计算机网络,用户可以利用 Internet 实现全球范围的信息传输、信息查询、电子邮件、多媒体通信服务等功能。以 Internet 为基础产生了许多网络应用技术,如信息搜索与数据挖掘、多媒体通信、虚拟现实、分布式数据库、电子商务与政务等。

随着人们对网络的依赖程度的增加,对原有的电话网、有线电视网、移动通信网和计算机网络等融合起来的要求也日益迫切,成为网络发展的一个重要方向。

为保证网络传输信息的安全性,各种网络安全应用的技术不断涌现,并逐渐成为计算机网络发展的核心技术。

在 Internet 发展的同时,随着网络规模的扩大与网络服务功能的增多,高速网络与智能网络(Intelligent Network, IN)的发展也引起了人们越来越多的关注和兴趣。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数字网(B-ISDN)、帧中继、异步传输模式(ATM)、高速局域网、光交换和光互连上。

1.3 计算机网络的功能

建立网络的目的是为了满足不同应用需求,应用是通过具体的网络功能来实现的。计算机网络提供的功能(也称服务)主要有下面几种。

1. 数据通信

计算机网络基本的功能是实现数据通信,使不同位置的计算机用户通过网络相互传送各种信息,如声音、图像、文本、图形、视频、动画等。例如,电子邮件已发展成为人们的继信件、电报、电话、传真后的一种重要通信手段,网页浏览、网络聊天、文件下载等均是通过网络的数据通信功能完成的。

2. 共享网络资源

一些硬件资源,如打印机、大容量磁盘阵列、光驱、高精度的图形设备等接入到网络中的计算机上,分布在不同地方的用户就可以共享使用;软件资源、数据资源(如公用软件、大型数据库信息、网络新闻、电子出版物等)放入网络中,用户便可以浏览、下载、使用、处理,这十分方便了网络用户。随着网络的普及,网络本身已成为一个重要的资源宝库。

3. 提高计算机的可靠性和可用性

在计算机网络中,相同的软件、数据资源可以放在不同的计算机上,用户可通过不同的路

径方便、快速地访问。当网络中存放某一资源的计算机发生故障时,可以选择具有同一资源的其他计算机继续工作,从而保证了用户的正常使用,避免因局部故障造成系统整体瘫痪。当发生故障的计算机修复后,从其他计算机上将资源复制下来继续运行。这样,提高了网络的可用性和网络资源的可靠性。

4. 分布处理与均衡负载

对于复杂的需要进行大量数据处理的任务,可以将任务分解,利用计算机网络传送到多台计算机上一起进行处理,处理结果再通过网络传送到一台计算机上,再进行合成处理。这样,可以用网络中多台普通计算机一起完成高性能计算机才能完成的工作,实现分布处理与计算。

当网络中某一台计算机的负载较大时,同样可将任务分解分散到网络中的其他负载较小的计算机上完成,这样提高了计算机的可用性,避免了忙闲不等的现象,整体上均衡了负载。

5. 实现信息的差错控制,优化通信

计算机网络采用的一种重要数据通信技术是差错控制,实现差错信息的纠错或重发,使数据通信的正确率大大提高,保证了信息的正确传输;通过流量控制、路由选择等技术使传送的信息尽可能地快速到达,提高了通信质量。

6. 提高性能价格比

通过数据通信、资源共享、分布处理等,互通有无,提高了计算机网络中所有资源的利用率,减小了用户的投入费用,整体上提高了性能价格比。

1.4 计算机网络的构成

1.4.1 计算机网络的基本组成

各种计算机网络在网络规模、网络结构、通信协议和通信系统、计算机硬件及软件配置等方面存在很大差异。但不论是简单的网络还是复杂的网络,典型的计算机网络主要由计算机系统、数据通信系统、网络软件三大部分组成。计算机系统是网络的基本模块,为网络内的其他计算机提供共享资源;数据通信系统是连接网络基本模块的桥梁,它提供各种连接技术和信息交换技术;网络软件是网络的组织和管理者,在网络协议的支持下,为网络用户提供各类服务。

1. 计算机系统

计算机系统主要完成数据信息的收集、存储、处理和输出任务,并提供各种网络资源。计算机系统根据网络中的用途可分为服务器(Server)和工作站(Workstation)两种。服务器负责数据处理和网络控制,并构成网络的主要资源。工作站又称为“客户机”,是连接服务器的计算机,相当于网络上的一个普通用户,它可以使用网络上的共享资源。

2. 数据通信系统

数据通信系统主要由网络适配器、传输介质和网络互连设备等组成。其中,网络适配器(俗称网卡)主要负责主机与网络的信息传输控制,是一个可插入微型计算机扩展槽中的网络接口板。传输介质是传输数据信号的物理通道,负责将网络中的多种设备连接起来。常用的传输介质有双绞线、同轴电缆、光纤、无线电波等。网络互连设备是用来实现网络中各计算机之间的连接、网与网之间的互连及路径的选择。常用的网络互连设备有中继器(Repeater)、集线器(Hub)、网桥(Bridge)、路由器(Router)和交换机(Switch)等。

3. 网络软件

网络软件是实现网络功能所不可缺少的软环境,网络软件一方面接受用户对网络资源的访问,帮助用户方便、安全地使用网络;另一方面管理和调度网络资源,提供网络通信和用户所需的各种网络服务。通常网络软件包括:

- (1) 网络协议和协议软件;
- (2) 网络通信软件;
- (3) 网络操作系统;
- (4) 网络管理和网络应用软件。

1.4.2 资源子网和通信子网

为了简化计算机网络的分析和设计,有利于网络硬件和软件配置,按照计算机网络的主要系统功能,计算机网络可划分为资源子网和通信子网两大部分,如图 1.3 所示。

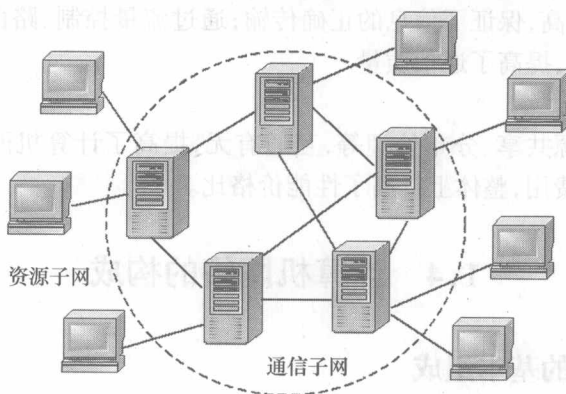


图 1.3 计算机网络的组成

资源子网主要负责全网的信息处理,为网络用户提供网络服务和资源共享功能。它主要包括网络中的主计算机系统、终端、I/O 设备、各种软件资源和数据库等。

通信子网主要负责全网的数据通信和资源提供,为网络用户提供数据传输、加工和变换等通信处理工作。它主要包括通信线路(即传输介质)、网络连接设备、网络通信协议、通信控制软件等。

将计算机网络分为资源子网和通信子网,便于对网络进行研究和设计。资源子网、通信子网可单独规划、管理,使整个网路的设计与运行简化。通信子网可以是专用的数据通信网,也可以是公用的数据通信网。在局域网中,资源子网主要由网络的服务器和 workstation 组成,通信子网主要由传输介质、集线器、网卡等组成。

1.5 计算机网络的分类

通常,人们对网络是从不同的网络名称(或类型)来认识的,虽是局部的,但便于接受,也接近实际。计算机网络的类型可以从不同的角度来划分,下面介绍几种主要的分类方式。

1. 按网络的作用范围分

计算机网络的作用范围是一个笼统的概念,是指网络中所有计算机和设备分布的地理范