



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学计算机系列教材

计算机网络与 Internet教程 (第2版)

张尧学 郭国强 王晓春 赵艳标 编著

清华大学出版社





普通高等教育“十一·五”国家级规划教材

清华大学计算机系列教材

计算机网络与 Internet教程 (第2版)

张尧学 郭国强 王晓春 赵艳标 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是在 2000 年第 1 版的基础上改编而成。重点介绍以 Internet 为背景的计算机网络系统软硬件核心技术 with 最新发展动态。

全书共分六篇 18 章,按以下几个方面组织:第 1 章简介一般概貌;第 2 章和第 3 章为第一篇,介绍计算机网络的通信原理;第 4 章至第 8 章为第二篇,介绍计算机局域网、计算机广域网技术和宽带接入网络技术的基本原理、体系结构;第 9 章和第 10 章为第三篇,讲述网络互连技术,包括 TCP/IP 协议以及网络互连基本原理与方法;第四篇包括第 11 章和第 12 章两章介绍网络协议工程的数学基础与网络协议开发过程;第五篇是网络管理与应用篇,由第 13 章至第 15 章组成,主要介绍 Internet 的网管方法、原理以及网络安全等;第六篇由第 16 章至第 18 章组成,介绍当前计算机网络技术与 Internet 的主要发展方向与动态,包括下一代 IP 协议 IPv6、服务质量(QoS)控制技术、区分服务、多标签协议、移动 Internet 技术与主动式网络、网路和传感器网络。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络课程教材,也可供从事计算机网络及其应用方面工作的工程技术人员学习参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与 Internet 教程/张尧学等编著. —2 版. 北京:清华大学出版社,2006.11

(清华大学计算机系列教材)

ISBN 7-302-13630-0

I. 计… II. 张… III. ①计算机网络—高等学校—教材 ②因特网—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 092804 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:马瑛珺

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:21.5 字数:566 千字

版 次:2006 年 11 月第 2 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-13630-0/TP·8232

印 数:1~5000

定 价:28.00 元

前 言

本书主要介绍计算机网络的基本组成原理、概念、技术以及应用与发展动向。全书共分六篇 17 章,参考学时数为 80~100。由于计算机网络技术发展非常迅速,因此,本书主要以国际上广泛使用的 Internet 技术为背景,进行介绍和讲授。第 1 章介绍计算机网络的基本概念与组成,第 2 章与第 3 章为第一篇,介绍有关计算机网络的通信基础知识,包括传输介质与传输技术。对通信基础知识了解较深的读者可跳过这一部分直接进入第二篇的学习。第二篇包括第 4 章至第 8 章,其中,第 4 章介绍网络体系结构与相关的基本概念,第 5 章讲述各种不同网络的拓扑结构与访问控制方式,第 6 章与第 7 章分别介绍网络技术中两个最主要的部分,即局域网技术和广域网技术,第 8 章则介绍了宽带网络接入技术。第三篇由第 9 章与第 10 章组成,主要介绍网络互连的基本原理与方法,包括 TCP/IP 协议、网络互连的基本方法和技术,例如网桥技术与路由器技术等。第四篇包括协议工程的数学基础和协议开发过程。第五篇为第 13 章与第 14 章,其中,第 13 章介绍网络管理技术,包括 SNMP 协议等,第 14 章讨论网络安全问题。第六篇主要介绍计算机网络的发展新技术,包括第 15 章的 IPv6 协议、第 16 章的服务质量控制和第 17 章的几个网络技术发展趋势等。另外,本书还在每章的后面给出了若干练习题与思考题,并在附录 A 介绍了 Internet 协议标准。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络课程教材,也可供从事计算机网络及其应用方面工作的工程技术人员学习和参考。

本书由张尧学、郭国强、王晓春与赵艳标共同编写。其中,张尧学编写了第 1 章、第 4 章、第 5 章、第 11 章至第 16 章,郭国强编写了第 8 章、第 17 章和第 6 章中无线局域网和千兆以太网等部分。本书其他部分由王晓春和赵艳标编写。郭国强通读了全书并进行了汇总工作。

由于作者水平有限,加上计算机网络技术的发展很快,因此,书中难免存在一些缺点、错误或过时的内容,恳请广大读者批评赐教。

作 者

2006 年 8 月

目 录

第1章 引言	1
1.1 为什么要学习计算机网络	1
1.2 计算机网络及组成	3
1.3 计算机网络发展简史	5
1.4 计算机网络的分类和功能	7
1.4.1 计算机网络分类	7
1.4.2 计算机网络的功能	8
1.5 本书的构成	8
练习与思考	9

第一篇 数据通信基础

第2章 传输介质	13
2.1 简介	13
2.2 双绞线	13
2.3 同轴电缆	14
2.4 光纤	15
2.5 无线传输	17
练习与思考	18
第3章 传输技术	19
3.1 简介	19
3.2 信道带宽与传输延迟	19
3.2.1 信道	19
3.2.2 信道带宽	19
3.3 信道容量与信道复用	21
3.3.1 信道容量	21
3.3.2 信道复用	22
3.4 异步通信与基带传输	27
3.4.1 异步通信	27
3.4.2 传输信号的编码方式	27
3.4.3 基带传输	29
3.5 远距离通信与载波传输	30
3.6 有关传输介质的几种常用标准	31
3.6.1 有关机械特性的标准	31

3.6.2 有关电气特性的标准	31
3.6.3 有关功能特性的标准	32
3.6.4 有关规程特性的标准	33
练习与思考	33

第二篇 局域网与分组交换技术

第4章 网络体系结构和基本概念	37
4.1 简介	37
4.2 计算机网络协议	37
4.3 计算机网络体系结构	39
4.4 ISO/OSI 网络体系结构	40
4.5 Internet 网络体系结构	43
4.6 帧与分组的概念	45
4.6.1 分组	45
4.6.2 帧	47
4.7 误差检测与控制	47
4.7.1 校验和(checksum)方式	48
4.7.2 循环码 CRC 检测方式(cyclic redundancy checks)	48
4.7.3 差错控制方式	49
4.8 地址	50
4.8.1 用户地址、网络层地址与物理地址	50
4.8.2 物理地址的配置和作用	51
4.9 服务模式	52
4.10 网络协议与操作系统	54
4.11 网络性能	54
4.11.1 网络性能参数	54
4.11.2 性能参数之间的关系	55
4.11.3 几种性能评价用排队模型	56
练习与思考	56
第5章 网络拓扑结构与访问控制	58
5.1 简介	58
5.2 几种常见的局域网拓扑结构	58
5.2.1 点到点直接连接方式	58
5.2.2 总线结构	59
5.2.3 环形结构	60
5.2.4 星形结构	61
5.3 ALOHA 访问控制方式	62

5.4	总线形局域网访问控制方式	64
5.4.1	CSMA 方式	64
5.4.2	CSMA/CD 方式	65
5.5	环网访问控制方式	66
5.5.1	令牌环(token ring)访问控制方式	66
5.5.2	FDDI 访问控制方式	66
5.6	星形结构访问控制方式	67
	练习与思考	68
第 6 章	局域网技术	69
6.1	局域网的基本概念	69
6.2	局域网的参考模型	70
6.3	局域网地址	72
6.4	IEEE 802.2	72
6.4.1	LLC 层的服务访问点 SAP	72
6.4.2	LLC 层所提供的服务	73
6.4.3	LLC 帧的结构	74
6.5	IEEE 802.3:以太网	76
6.5.1	802.3 局域网的组成	76
6.5.2	802.3 以太网的体系结构	77
6.5.3	冲突退避算法	79
6.6	IEEE 802.5:令牌环	79
6.6.1	令牌环 MAC 帧格式	79
6.6.2	令牌环的维护	81
6.7	FDDI	82
6.7.1	FDDI 概述	82
6.7.2	FDDI 的物理层	84
6.7.3	FDDI 的 MAC 层	85
6.7.4	FDDI 的 SMT	86
6.8	虚拟局域网	87
6.8.1	交换局域网	87
6.8.2	VLAN 的定义	88
6.8.3	VLAN 的应用	90
6.9	无线局域网	91
6.9.1	无线局域网的特点	91
6.9.2	无线局域网分类	91
6.9.3	无线网络物理层	92
6.9.4	802.11 帧结构	96
6.10	千兆位以太网	97

6.10.1	千兆位以太网体系结构 and 特点	97
6.10.2	千兆以太网的物理层协议	98
6.10.3	千兆位以太网的 MAC 子层	98
6.11	万兆以太网	100
6.11.1	万兆以太网简介	100
	练习与思考	100
第 7 章	广域网技术	101
7.1	概述	101
7.2	广域网的参考模型	101
7.3	广域网的构成	102
7.4	广域网的地址与路由	103
7.4.1	广域网中的物理地址	103
7.4.2	广域网中分组的转发	103
7.4.3	层次地址和路由的关系	104
7.4.4	广域网中的路由	104
7.4.5	路由表的计算	105
7.5	X.25	106
7.5.1	概述	106
7.5.2	X.25 技术基础	106
7.6	帧中继	110
7.6.1	概述	110
7.6.2	协议参考模型和工作原理	111
7.6.3	网络组成和用户接入	113
7.7	SLIP 和 PPP	113
7.7.1	概述	113
7.7.2	PPP 的组成	114
7.7.3	PPP 的工作原理	114
7.7.4	PPP 应用举例	116
	练习与思考	117
第 8 章	宽带接入网络技术	118
8.1	宽带接入技术概述	118
8.1.1	接入网的定义	118
8.1.2	网络接入技术及分类	118
8.2	铜线接入技术	119
8.2.1	ADSL	119
8.2.2	VDSL	122
8.3	光纤接入网络技术	123

8.3.1	光纤接入网络概述	123
8.3.2	无源光纤网络接入技术	124
8.3.3	有源光纤接入技术	125
8.3.4	FTTX+LAN 接入方式	126
8.4	光纤与同轴电缆混合网络	127
8.4.1	CATV 简介	127
8.4.2	HFC(hybridfibercoax)	127
8.5	宽带无线接入技术	130
8.5.1	宽带无线网络协议 802.16	130
8.5.2	本地多点分配业务 LMDS	132
	练习与思考	133

第三篇 网络互连技术

第 9 章	TCP/IP	137
9.1	简介	137
9.2	IP 报文格式	137
9.3	IP 地址	140
9.3.1	IP 地址的分类和表示	140
9.3.2	子网和掩码	141
9.3.3	广播地址和组播地址	142
9.3.4	回送地址	143
9.3.5	专用地址与网络地址转换 NAT	143
9.3.6	无分类编址 CIDR	143
9.4	地址解析协议 ARP 与反向地址解析协议 RARP	144
9.4.1	地址解析协议 ARP	144
9.4.2	反向地址解析协议 RARP	145
9.5	IP 路由表	146
9.5.1	路由表的构成	146
9.5.2	路由表的搜索	147
9.6	IP 报文转发过程	148
9.7	数据包的分段和重组	148
9.8	ICMP 协议	150
9.8.1	ICMP 报文分类	150
9.8.2	ICMP 差错报文	150
9.8.3	ICMP 控制报文	152
9.8.4	请求/应答报文	153
9.9	组播和 IGMP 协议	154
9.10	TCP 协议	155

9.10.1	TCP 协议功能概述	155
9.10.2	接口和套接字	156
9.10.3	TCP 包头	157
9.10.4	TCP 连接管理	159
9.10.5	TCP 协议状态转换过程	160
9.10.6	数据传输	162
9.11	UDP 协议	162
9.12	基于套接字的网络互联通信	163
9.12.1	套接字及接口	163
9.12.2	基于 WinSock 的通信程序编写方法	167
	练习与思考	171
第 10 章	网络互连	173
10.1	简介	173
10.2	网桥技术	174
10.2.1	透明网桥	175
10.2.2	源选径网桥	177
10.2.3	远程网桥	178
10.2.4	比较和总结	178
10.3	路由器和路由协议	179
10.4	RIP	180
10.4.1	RIP 包格式	180
10.4.2	RIP 协议的工作过程	181
10.4.3	RIP 协议的无限计数问题	183
10.5	开放最短路径优先协议 OSPF	183
10.5.1	OSPF 概述	183
10.5.2	网络拓扑数据库	184
10.5.3	网络层次结构的划分	185
10.5.4	链路状态公告和毗邻关系	186
10.5.5	OSPF 协议报文及其工作过程	187
10.5.6	路由表的计算	188
10.6	边界网关协议: BGP4	188
10.7	组播路由	191
	练习与思考	192

第四篇 网络协议工程

第 11 章	协议工程的数学基础	197
11.1	简介	197

11.2	有限状态自动机 FSM	198
11.2.1	引言	198
11.2.2	FSM	198
11.2.3	通信有限状态自动机 CFSM	200
11.2.4	CFSM 的简化	201
11.2.5	CFSM 的执行	202
11.2.6	扩展有限状态自动机 EFSM	203
11.3	Petri 网	204
11.3.1	基本概念	204
11.3.2	Petri 网的定义	205
11.3.3	Petri 网的基本性质	206
11.3.4	Petri 网与协议工程	207
11.4	抽象数据类型和多元代数	207
11.4.1	引言	207
11.4.2	多元代数	208
11.4.3	等式逻辑	211
11.4.4	抽象数据类型	211
	练习与思考	212
第 12 章	协议的开发过程	213
12.1	简介	213
12.2	协议工程的研究内容	214
12.2.1	协议标准的制订	214
12.2.2	协议开发	214
12.3	协议开发模式与工具	218
12.4	协议综合技术	219
12.4.1	协议逻辑错误	219
12.4.2	协议综合方法分类	220
12.4.3	面向服务的协议综合法	220
12.4.4	面向逻辑的协议综合设计法	221
12.5	协议形式描述技术	222
12.5.1	什么是协议形式描述	222
12.5.2	形式描述语言	222
12.6	协议验证	222
12.7	协议实现	225
12.7.1	面向实现的协议形式描述	225
12.7.2	协议实现的基本方法	226
12.8	协议一致性测试	227

练习与思考.....	229
------------	-----

第五篇 网络管理与应用

第 13 章 网络管理	233
13.1 简介.....	233
13.2 基本概念.....	234
13.2.1 SNMP 管理模型	234
13.2.2 网管代理.....	235
13.2.3 网络管理站.....	236
13.2.4 SNMP 网管协议	236
13.3 管理对象的描述.....	237
13.3.1 模块.....	237
13.3.2 对象类型和对象值.....	238
13.3.3 对象识别符.....	239
13.4 SMI 与 MIB	240
13.5 SNMP 工作机制	243
13.5.1 SNMP 的访问控制	243
13.5.2 对象实例的搜索.....	244
13.5.3 SNMP 协议机制	244
练习与思考.....	245
第 14 章 网络安全	247
14.1 简介.....	247
14.2 网络安全的层次划分.....	247
14.3 访问控制与口令.....	250
14.4 防火墙与监督工具.....	250
14.4.1 防火墙.....	250
14.4.2 监督工具.....	251
14.5 应用网关与代理服务器.....	252
14.6 密码技术.....	252
14.6.1 密码技术概述.....	252
14.6.2 DES 算法	253
14.6.3 RSA 公开密钥算法	254
14.7 认证与数字签名.....	255
14.8 IP 协议加密与网络安全信息	256
练习与思考.....	257

第六篇 计算机网络发展新技术

第 15 章 IPv6	261
15.1 简介	261
15.2 IPv6 的技术要求	262
15.3 IPv6 的基本规范	263
15.3.1 IPv6 与 IPv4 的主要区别	263
15.3.2 IPv6 的报文头	264
15.4 IPv6 的地址结构	265
15.4.1 IPv6 地址的表现形式与标识符	266
15.4.2 IPv6 的单一通信地址	268
15.4.3 选播通信地址	269
15.4.4 组通信地址	270
15.5 IPv6 的开发界面	270
15.6 IPv6 的主要研究课题	271
15.6.1 域名服务器 DNSv6	271
15.6.2 IPv6 路由器	272
15.6.3 IPv6 的平滑过渡	272
练习与思考	273
第 16 章 网络服务质量	274
16.1 简介	274
16.2 服务质量 QoS	275
16.2.1 QoS 的一般描述	275
16.2.2 OSI 参考模型中的 QoS 定义	276
16.2.3 CCITT(ITU)的 QoS 定义	277
16.2.4 IETF 的 QoS 定义	278
16.3 Internet 集成服务	279
16.3.1 集成服务模型	279
16.3.2 服务类型	279
16.3.3 资源共享要求与服务范围	280
16.3.4 QoS 控制的实现框架	281
16.4 区分服务	282
16.4.1 PHB	282
16.4.2 DS 字段定义	282
16.4.3 DS 域模型	283
16.5 多协议标记交换 MPLS	284

16.5.1	MPLS 的基本原理	284
16.5.2	标记分发协议	286
16.5.3	MPLS 技术的应用	286
	练习与思考	287
第 17 章	计算机网络发展趋势	288
17.1	简介	288
17.2	网格技术	289
17.2.1	网格定义、分类与特点	289
17.2.2	网格系统组成	290
17.2.3	网格研究与应用	292
17.3	P2P 技术	293
17.3.1	概述	293
17.3.2	P2P 网络分类	293
17.4	无线传感器网络	295
17.4.1	概述	295
17.4.2	无线传感器网络	295
17.4.3	无线传感器网络的主要技术	296
17.5	主动式网络	297
17.6	端系统	299
17.6.1	NC 的出现	299
17.6.2	PDA 与移动设备	300
17.6.3	影响 PDA 产品发展的关键因素	300
17.6.4	其他接入设备	301
17.7	移动通信	301
17.7.1	简介	301
17.7.2	动态主机配置协议 DHCP	302
17.7.3	虚拟 IP 地址	304
17.8	网络服务器技术与主动服务	306
	练习与思考	306
附录 A	Internet 协议标准	308
参考文献		321

第 1 章 引 言

1.1 为什么要学习计算机网络

计算机网络的出现是 20 世纪最伟大的科学成就之一,而计算机网络的发展速度超过了世界上任何一门其他科学技术的发展速度。30 年以前,计算机网络只是一个待产的婴儿;而 20 年之前,它也只是大学校园和科研院所中专门从事网络通信和计算机方面研究工作的工具;10 年之前,计算机网络以及它的代表性产品——Internet 则已经开始在世界范围内连接不同专业和不同领域的不同组织机构和人员,成为人们打破时间和空间限制的有力手段。今天,几乎所有的人们都在谈论 Internet,越来越多的人在使用 Internet,它已成为信息革命和信息技术发展的代名词。Internet 已被连接到政府部门、军事机构、商业领域、学校、家庭以及社会的各个领域,正在改变着这些领域以及人们的生活方式和政治思想意识。上亿的人们已经和 Internet 连接,而且,其数量每年都在高比例增长。从 20 世纪 90 年代初 Internet 进入中国,到 2005 年 12 月 31 日为止,中国 Internet 的用户已经达到 1.11 亿户,其中宽带互联网用户达到了 6430 万人,上网计算机达到 4950 万台,网民普及率达到 8.5% (全球上网人数为 9.7 亿人,网民普及率为 15.2%)。除了中国电信、中国移动等国家大型 Internet 主干网之外,仅北京地区就有数十家大型的 Internet 接入服务提供商 ISP,国际出口带宽总量为 136106MB。

无可争议,计算机网络正在成为信息化社会的基础。网络是一个国家综合国力强弱的重要标志,正在成为人们普遍接受的事实。

为什么计算机网络技术和应用会如此迅速地发展呢?与其他任何科技成果一样,驱动其发展的因素只有两个,即技术驱动和市场驱动。

从技术的角度看,自 20 世纪 40 年代计算机出现以来,在以下几方面取得了极大的发展。

(1) 微电子技术日新月异,著名的摩尔定律指出微电子器件及芯片的处理速度以每 18 个月提高一倍的速率变化,这是计算机及网络硬件设备性能快速改善的关键。近年来的实际成效证明,硬件性能改善的实际速度在超越这一规律。

(2) 存储方式、存储介质的量和质的根本性变化,这使得大容量的信息内容在计算机内的存储和访问成为可能,增强了计算机和网络设备的信息存储力。

(3) 计算机软件技术的发展,特别是操作系统及其相关支撑工具软件的发展提供了在接近于实时处理条件下的多用户并发处理工具和机制,使得大型数据库系统及其相关的应用系统可以同时支持和处理多个同时访问的用户。

(4) 多媒体技术与用户界面的技术进步使得那些不懂得计算机技术的用户在经过简单培训后就能方便地使用计算机,从而使得计算机进入各行各业变得非常容易。

(5) 计算机体系结构的发展使得计算机的形态由小型机、大型机变为以 PC 机为主流,这使得人们可以方便地根据自己的需要设置计算机。

自 19 世纪摩尔发明有线电报以来,20 世纪的通信技术也出现了飞跃性的发展。继调幅无线电通信技术问世之后,调频广播脉冲编码与调制、时分多路电话、人造通信卫星等模拟与数字通信技术得到了飞速发展。人们除了使用电话在千里之外互通声音信息之外,电视还可以通过发射台和接收机把图像和声音单向地广播给广大用户。通信用的传输介质除了同轴电缆、双绞线、电力电缆以及光纤等有线设备之外,还有长距离无线通信、微波中转以及卫星中转与通信等多种方式,这些通信方式在早期大多是模拟式的。但是,微电子技术的进步提供了数字信号直接通信的条件,也就是说,计算机内处理的 0、1 序列信息不需要经过转换成模拟信号就可直接传送到其他计算机系统中处理。另外,即使对那些使用模拟信号进行通信的系统来说,调制解调设备(modem)的出现和处理能力的不断提高也使得计算机中的数字信号可以通过数模转换之后进行传输,信号到达接收端之后再经过模数转换后接收。这为网络技术的发展奠定了基础。

计算机网络技术得以迅速发展的另一个技术原因是数据库技术与信息内容(contents)的进步与发展。数据库,特别是分布式数据库技术的进步使得大量的信息内容被放入计算机,从而使得人们能够迅速地检索和得到他们所需要的信息。特别是 Web 技术的出现,人们可以使用超文本格式把文字、图像等信息汇于一体,从而极大地丰富了计算机中的信息资源。因此从技术的角度来看,计算机技术、通信技术与信息存储、表示与检索技术的飞速发展是推动和形成计算机网络技术发展的关键。

从市场驱动的观点来看,人们希望共享信息并渴望这种共享不受时间与空间的限制。武侠小说中的飞剑传书与孙悟空的一个筋斗十万八千里可能最直接地反映了这种愿望。在现代人们的生活中,尽管电话、传真等工具提供了声音和文字的实时传输,但这种通信方式的价格非常昂贵(必须在通信时间段内独立占用信道资源),且无法进行二次处理和保存,更无法传递动态的图像画面,由于电话采用直接连接方式,如果连接通话两端的某个中间站点出错,则无法继续通信。电视台能够将各种信息以非常生动的形式传送到千家万户,而收看电视的人们却无法把自己的感觉实时地反馈给电视台或要求电视台单独给自己提供某种特殊服务,即电视的发送和接收双方无法采用单一通信频道进行实时交互,要想完成这种实时交互,除非建立两套完全独立的发送和接收设备才有可能,这对于千千万万的电视接收者来说是不可能的。还有更重要的一点是,由于电视的广播特性,只要人们拥有电视机和相应的接收天线,就可以接收到所有的有关信息,这对于那些发送者只想把有关信息发送到指定接收部门和人员来说是无法接受的。

综上所述,计算机网络出现以前的各种通信方式存在着如下主要问题:

- (1) 电话等交互式通信工具价格昂贵,且抗毁性和安全性差。
- (2) 无法交互传输动画和动态图像。
- (3) 电视等广播方式无法在一个频道上和用户进行实时交互。
- (4) 无法将信息直接存储到计算机系统并进行二次处理,从而影响信息的使用与共享。
- (5) 无法进行没有时间和空间限制的控制活动,例如,在航天、深海作业以及工厂生产等场合。
- (6) 用户之间难以进行实时交互与合作等。

然而,在现实生活中的各个方面,人们对共享信息的要求越来越迫切。无论是硝烟弥漫的战场,充满商机的公司,决策千里之外的政府机构,机器轰鸣的制造工厂,还是那任凭思维

自由驰骋的科研院所和大专院校,人们都迫切希望能够打破时间和空间的限制,自由地交互和共享信息。计算机网络的出现正好为人们提供了打破时空限制的工具,使得地球在瞬时变成了一个真正的放在书桌上的地球仪,还有什么比这更令人激动的呢?如果三国时代的关云长不是用烽火台进行信息传递,而是用计算机网络进行交互式通信的话,历史将会完全是另一幅画面。20世纪90年代初期的海湾战争中,如果美国没有使用计算机网络以及建立在计算机网络之上的CALS后勤辅助支持系统与C3I军事指挥系统的话,历史也恐怕会记下另一种结局。计算机网络的出现和发展使得越来越多的人相信:现在的社会各方面将会随着网络技术的发展和运用而彻底改变,无论是政治、经济、军事、商业或生活方式,甚至包括学习和研究。那么,可想而知:今后的战争将会是网络上的战争;今后的经济将会是网络上的经济;今后的学习将会在网络上的虚拟学校内进行学习;今后的工业生产将会通过分布在世界各地的网络来控制和管理;今后的文化娱乐也将会是与网络密不可分的。

计算机从20世纪40年代的粗鲁简单的庞然大物,经过小型机、大型机、PC机以及笔记本电脑和 workstation 等各种不同的形态和结构,正在向PDA(个人数字助理),以及HPC(手持式电脑)等移动性强、能处理多媒体信息和具有强大通信能力的高智能设备发展。这些高智能设备正在由原来的单计算机联合起来共同应付来自于各方面的挑战。原来的单机系统的体系结构、运算逻辑、处理对象(数据或多媒体)、操作系统、编译器、编程语言等都在经历着从单机系统向网络计算的转变。这就是我们为什么要学习计算机网络的主要原因。

1.2 计算机网络及组成

什么是计算机网络?计算机网络为用户提供怎样的服务?这是人们学习网络时普遍关心的问题。简而言之,计算机网络是由不同通信媒体连接的、物理上互相分开的多台计算机组成的,将所要传输的数据划分成不同长度的分组进行传输和处理的系统。通信媒体可以是电话线路、有线电视(包括数据传输电缆、有线电视信号传输电缆、电力电缆等)、光纤、无线、微波、卫星等。这些通信媒体由相应的交换和互连设备连接起来组成相应的通信网络(或称通信系统)。因此,计算机网络也可看作是由地理上分散的多台计算机通过相应的数据发送和接收设备以及通信软件与通信网络连接起来,通过发送、接收和处理不同长度的数据分组来共享信息与计算机软硬件资源的系统。

与计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机或工作站、PC机以及笔记本电脑或相应的其他具有CPU处理器的智能设备。这些设备在计算机网络具有唯一的可供计算机网络识别和处理的通信地址。

计算机网络的重要特征之一是信息是按分组方式传输。这使得计算机网络不同于传统的电话等通信系统以及主机和多用户终端连接的系统,尽管远距离终端系统也是由通信媒体与计算机连接而成的。

计算机网络也可以看作是在物理上分布的相互协作的计算机系统。其硬件部分除了单体计算机、光纤、同轴电缆以及双绞线等传输媒体之外,还包括插入计算机中用于收发数据分组的各种通信网卡(在操作系统中,这些网卡被当成一种外部设备),把多台计算机连接到一起的集线器、交换机、无线访问点(access point, AP)设备,扩展带宽和连接多台计算机用的交换机(switch)以及负责路径管理、控制网络交通情况的路由器或ATM交换机等。其