

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

计算机网络 与通信 (第2版)

Computer Network &
Communication (2nd Edition)

佟震亚 马巧梅 编著

- 网络与通信基础内容详实
- 实验与通信协议密切配合
- 习题包含典型的考研题目



精品系列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

计算机网络 与通信 (第2版)

Computer Network &
Communication (2nd Edition)

佟震亚 马巧梅 编著



精品系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络与通信 / 佟震亚, 马巧梅编著. -- 2版
-- 北京: 人民邮电出版社, 2010.3
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-22112-4

I. ①计… II. ①佟… ②马… III. ①计算机网络—
高等学校—教材②计算机网络—计算机通信—高等学校—
教材 IV. ①TP393②TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008087号

内 容 提 要

本书是“计算机网络”课程的基础教程, 全面介绍了计算机网络与通信的基础知识。全书以 TCP/IP 为重点, 讲述了计算机网络的体系结构, 并对局域网、无线局域网、广域网、网络安全、连网设备做了全面的介绍。本书力图追踪计算机网络技术发展的步伐, 对 IPv6 虚拟局域网(VLAN)、无线局域网(WLAN)、虚拟专用网(VPN)、服务质量(QoS)保证和最短路径优先协议(OSPF)等用了较多的篇幅, 讲解较为深入。为加强学生的实践能力, 写入了“联网设备”和“网络实验”两章, 这是本书的特色。

本书作者具有数十年的教学经验, 行文力求论述严谨而又通俗易懂, 图文并茂, 由浅入深, 循序渐进。文中有多个深入浅出的比喻, 力图将复杂问题讲得清楚明白。本书内容完全符合最新考研大纲(2009)的要求。

本书适合作为本科和专科非通信专业的计算机网络课程教材, 也适合作为各类人员的自学教材或参考书。

21 世纪高等学校计算机规划教材 计算机网络与通信 (第 2 版)

-
- ◆ 编 著 佟震亚 马巧梅
责任编辑 邹文波
 - ◆ 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>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23
字数: 606 千字
印数: 10 501—13 500 册
- 2010 年 3 月第 2 版
2010 年 3 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22112-4

定价: 36.00 元

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

反盗版热线: (010)67171154

第 2 版前言

第1章 绪论.....1

1.1 计算机网络的定义和功能.....1

1.1.1 计算机网络的定义.....1

1.1.2 计算机网络的功能.....2

1.2 计算机网络的形成和发展.....2

1.2.1 计算机网络的形成.....2

1.2.2 计算机网络的发展方向.....3

1.3 计算机网络的分类.....4

1.3.1 按地理范围划分.....4

1.3.2 按拓扑结构划分.....7

1.3.3 按资源共享方式划分.....9

1.3.4 局域网的分类.....10

1.4 计算机网络结构.....12

1.4.1 通信子网与资源子网.....12

1.4.2 主机和终端.....12

1.4.3 现代网络的结构特点.....12

1.5 我国建立的计算机数据通信网简介.....13

1.5.1 电话网上的数据传输.....13

1.5.2 中国公用分组交换网.....13

1.5.3 中国公用数字数据网.....14

1.6 计算机网络的标准.....15

1.6.1 世界重要的标准化组织.....15

1.6.2 因特网的标准化.....16

小结.....16

习题.....16

第2章 数据通信基础.....18

2.1 数据通信基础知识.....18

2.1.1 数据通信模型.....18

2.1.2 并行传输和串行传输.....18

2.1.3 同步传输和异步传输.....19

2.1.4 传输方式.....20

2.1.5 模拟传输和数字传输.....20

2.2 数据通信中的基本概念.....21

2.2.1 频率、频谱和带宽.....21

2.2.2 数据传输速率.....24

2.2.3 基带传输和宽带传输.....25

2.3 传输介质.....25

2.3.1 双绞线.....25

2.3.2 同轴电缆.....27

2.3.3 光纤.....27

2.4 无线通信与卫星通信技术.....30

2.4.1 电磁波谱.....30

2.4.2 无线电波的传输.....32

2.4.3 卫星通信.....32

2.4.4 微波传输(地面微波).....33

2.4.5 红外线及毫米波(室内通信).....33

2.5 编码和调制技术.....33

2.5.1 数字数据编码为数字信号.....34

2.5.2 数字数据调制为模拟信号.....36

2.5.3 模拟数据转换为数字信号.....39

2.5.4 模拟数据转换为模拟信号.....40

2.6 数据交换技术.....41

2.6.1 数据交换技术的类别.....41

2.6.2 数据交换技术的比较.....45

2.7 多路复用技术.....47

2.7.1 频分多路复用.....47

2.7.2 同步时分多路复用.....48

2.7.3 异步时分多路复用.....48

2.7.4 密集波分多路复用.....49

2.7.5 码分多址访问.....52

2.8 光纤通信.....54

2.8.1 光纤通信的特点.....54

2.8.2 光纤通信中的编码技术.....55

2.9 移动通信及蜂窝无线通信.....57

2.9.1 模拟蜂窝电话.....57

2.9.2 数字蜂窝无线通信.....58

2.9.3 第三代移动通信.....60

2.10 差错控制的基础知识.....62

2.10.1 差错产生的原因与差错类型.....62

2.10.2 差错控制的方法.....62

小结	64	5.4.2 HDLC 协议的基本概念	95
习题	64	5.4.3 HDLC 协议的帧格式	96
第 3 章 计算机网络体系结构	66	5.4.4 HDLC 协议的主要内容	97
3.1 计算机网络体系结构	66	5.5 因特网中的点对点协议	99
3.1.1 ISO/OSI 参考模型的产生	66	5.5.1 PPP 的工作原理	100
3.1.2 各层功能概述	68	5.5.2 PPP 的应用	102
3.1.3 层间关系	69	小结	103
3.2 TCP/IP 的体系结构	71	习题	103
3.2.1 TCP/IP 与 OSI 参考模型的比较	71	第 6 章 介质访问控制子层和局域网	105
3.2.2 TCP/IP 的分层结构	72	6.1 局域网参考模型	105
小结	73	6.2 逻辑链路控制子层协议	106
习题	73	6.3 介质访问控制子层协议	107
第 4 章 物理层协议	75	6.4 CSMA/CD 介质访问控制方法	108
4.1 物理层协议的基本概念	75	6.4.1 CSMA/CD 协议的工作原理	108
4.1.1 物理层的功能	75	6.4.2 MAC 子层的帧格式	112
4.1.2 物理层的服务	76	6.5 局域网协议标准	114
4.1.3 物理层对数据链路层提供的服务	76	6.5.1 IEEE 802 协议标准	114
4.1.4 常用的物理层标准	77	6.5.2 IEEE 802.3 以太网标准	115
4.2 同步数字序列和同步光纤网	79	6.6 虚拟局域网	122
4.2.1 SDH/SONET 的产生	79	6.6.1 VLAN 的作用	123
4.2.2 SONET/SDH 的传输速率	80	6.6.2 VLAN 的连接和划分	124
4.2.3 SONET 数字体系第一级 STS-1/OC-1 的帧格式	81	6.6.3 VLAN 的标准 802.1Q 和 802.1P	126
4.2.4 SDH 中的信元传输	81	6.6.4 VLAN 之间的通信	127
小结	85	6.7 无线局域网	129
习题	85	6.7.1 无线局域网的优点	130
第 5 章 数据链路层	86	6.7.2 无线局域网的组成结构	130
5.1 数据链路层的功能与协议	86	6.7.3 CSMA/CA 协议的工作原理	133
5.2 流量控制方法	88	小结	134
5.3 差错控制方法	90	习题	134
5.3.1 自动请求重发协议	91	第 7 章 网络层协议	138
5.3.2 差错控制方法——循环冗余校验码	92	7.1 网络层提供的服务	138
5.4 高级数据链路控制协议	94	7.1.1 网络层为传输层提供的服务	138
5.4.1 面向字符和面向位的链路控制协议	94	7.1.2 网络层的两种传输方式	139
		7.2 网络层路由算法	139
		7.2.1 路由算法的要求和分类	139
		7.2.2 最短路径算法	140
		7.2.3 扩散法	141

7.2.4 距离向量路由算法	142
7.2.5 链路状态路由算法	143
7.3 拥塞控制	145
7.3.1 拥塞控制的一般概念	145
7.3.2 拥塞控制的方法和算法	147
7.4 因特网中的网际协议	149
7.4.1 IP 数据报的格式	149
7.4.2 IP 地址	151
7.4.3 划分子网和子网掩码	153
7.4.4 专用地址与因特网地址转换 NAT 技术	157
7.5 地址解析	159
7.5.1 IP 地址与物理地址的映射	159
7.5.2 地址解析协议	161
7.5.3 反向地址解析协议	163
7.6 无分类域间路由选择	163
7.7 因特网控制报文协议	165
7.7.1 差错报告报文	166
7.7.2 ICMP 的查询报文	168
7.8 IPv6 和 ICMPv6	169
7.8.1 IPv6 概述	169
7.8.2 IPv6 基本报头格式	171
7.8.3 IPv6 的地址结构	172
7.8.4 IPv6 的扩展报头	174
7.8.5 IPv4 向 IPv6 的过渡简介	177
7.8.6 ICMPv6	177
7.9 因特网的路由选择协议	180
7.9.1 内部网关路由协议	180
7.9.2 开放式最短路径优先协议	186
7.9.3 单区域中 OSPF 的工作原理	189
7.9.4 多区域中 OSPF 的工作原理	195
7.9.5 边界网关协议	197
7.10 虚拟专用网	201
7.10.1 VPN 的基本概念	201
7.10.2 VPN 连接和路由	202
7.10.3 VPN 中的隧道技术	204
7.11 IP 多播和 IGMP	206
7.11.1 IP 多播的用途	207
7.11.2 IGMP	207
7.11.3 多播地址	208

7.11.4 分布路由和多播路由协议	210
小结	211
习题	211
第 8 章 传输层协议	214
8.1 传输控制协议的基本功能	214
8.1.1 传输层的功能和服务	214
8.1.2 传输层的几个重要概念	215
8.2 传输控制协议	217
8.2.1 TCP 报文段的报头	217
8.2.2 TCP 的特性	220
8.2.3 TCP 的流量控制	222
8.2.4 TCP 的差错控制	223
8.2.5 TCP 的拥塞控制	224
8.3 用户数据报协议	225
8.3.1 UDP 概述	225
8.3.2 UDP 通信过程和端口号	226
8.3.3 UDP 用户数据报的报头格式	227
8.3.4 UDP 的通信过程	228
8.4 服务质量保证	230
8.4.1 QoS 的技术要求	230
8.4.2 QoS 保证的相关技术	231
8.4.3 综合服务和区分服务	235
8.4.4 多协议标签交换协议	238
小结	242
习题	242

第 9 章 应用层协议	245
9.1 域名系统	245
9.2 TCP/IP 应用层协议	247
9.2.1 文件传输协议	247
9.2.2 电子邮件	248
9.2.3 万维网	249
9.2.4 远程终端协议	251
9.2.5 信息检索	252
9.2.6 简单网络管理协议	252
9.3 博客和播客	253
9.3.1 新闻与公告服务	253
9.3.2 博客服务和播客服务	254
9.4 即时通信服务与网络电视服务	256

9.4.1 即时通信软件	256	11.2 调制解调器	292
9.4.2 网络电视服务	256	11.2.1 Modem 的基本工作原理	292
9.5 对等连接软件	259	11.2.2 有线电视 Modem	293
9.5.1 P2P 概述	259	11.2.3 ADSL 技术	294
9.5.2 P2P 网络模型	259	11.3 中继器和集线器	296
9.5.3 P2P 文件共享程序	261	11.4 网桥	296
9.5.4 P2P 网络模型存在的问题和展望	262	11.4.1 网桥的功能	296
9.6 动态主机配置协议	262	11.4.2 网桥的路径算法	298
9.6.1 DHCP 的用途	262	11.5 交换机	301
9.6.2 DHCP 的工作流程	263	11.5.1 交换机的功能和应用	301
小结	264	11.5.2 交换机的工作原理	303
习题	264	11.5.3 交换机的工作方式	305
11.5.4 交换机的模块结构	305	11.6 路由器	309
第 10 章 网络安全技术	266	11.6.1 路由器的工作原理	309
10.1 网络安全概述	266	11.6.2 路由器的结构	310
10.1.1 网络安全的概念	266	11.6.3 路由器的功能	311
10.1.2 网络安全的分层理论	267	11.6.4 网关	312
10.1.3 网络安全策略	269	11.7 三层交换机	313
10.2 信息加密技术	270	11.7.1 三层交换机的产生	313
10.2.1 密码技术基础	270	11.7.2 Switch Node 的总体结构	314
10.2.2 加密算法	271	小结	314
10.2.3 数字签名	274	习题	315
10.3 报文鉴别	275	第 12 章 网络实验	316
10.4 防火墙技术	276	12.1 网络实验室介绍	316
10.5 入侵检测	278	12.1.1 网络实验室拓扑结构	316
10.5.1 入侵检测的概念	278	12.1.2 RACK 实验柜的组成结构	317
10.5.2 入侵检测系统模型	278	12.1.3 配线架插座的说明	317
10.5.3 入侵检测原理	279	12.1.4 实验室的布局	318
10.6 网络安全协议	280	12.1.5 访问控制服务器简介	319
10.6.1 网络层安全协议簇	280	12.1.6 基于 Web 的 RCMS 访问管理	319
10.6.2 安全套接字层	282	12.2 双绞线制作实验	320
10.6.3 电子邮件安全	283	12.2.1 双绞线网线的制作标准	320
小结	285	12.2.2 双绞线网线制作实验	321
习题	285	12.3 交换机基础配置实验	323
第 11 章 联网设备	287	12.3.1 交换机配置的基础知识	323
11.1 网络接口卡	287	12.3.2 交换机的基础配置实验	329
11.1.1 网卡的分类	287	12.3.3 VLAN 实现交换机端口隔离实验	332
11.1.2 网卡的工作原理	290		

12.3.4 生成树协议的应用实验	334
12.4 路由器基础配置实验	338
12.4.1 路由器配置的基本知识	339
12.4.2 路由器的基本配置实验	342
12.4.3 路由器的静态路由配置实验	347

12.4.4 路由器的动态路由——RIP 配置实验	350
12.4.5 配置 PPP 的 PAP 认证实验	354
习题	358

参考文献	360
------	-----

第1章

绪论

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。1997年,微软公司总裁比尔·盖茨,在美国拉斯维加斯的全球计算机技术博览会上,提出了“网络才是计算机”的著名论点。而早在1985年,SUN公司就提出了“网络就是计算机”的口号(SUN是Stanford University Network的缩写,意为斯坦福大学网络)。SUN做出的第一台计算机就是基于网络的。该公司首席执行官思考特·麦克尼利说:“我们一直在网络计算这一模式上不断创新,这不是基于主机的计算,不是基于个人计算机的计算,而是通过网络得到服务”。这就是说,计算机的关键价值是获得网络服务。

对每台计算机来说,网络不仅是它的信息来源,它又为网络添加了新的资源。在计算机网络界有一个“梅特卡尔夫定理”,其内容是:网络上的信息的价值,随着连接到网络上的计算机数量的增加而呈几何级数的增加。

计算机网络已经成为信息社会的基础设施,计算机通信网络和因特网已成为整个社会结构的一个基本组成部分。它已经成为人类生活不可缺少的社会元素。网络已经被应用于社会政治、经济、军事和科学技术的方方面面,包括电子商务、电子政务、教育信息化、信息服务业等,无不建立在计算机网络系统的基础之上。人类社会已经进入信息化时代,计算机文化已经成为人类的第二文化。计算机网络完全改变了人们的时空观念。地球那边的信息可以在顷刻间送到你的眼前,似乎将远涉重洋的距离变得近在咫尺。计算机网络技术已成为当今世界高新技术的核心技术之一。

计算机网络的发展能够使任何人、在任何时间、任何地方,以任何感受享用任何信息。计算机网络无处不在。

本章将对计算机网络的定义、功能和分类作一个入门性的介绍,并对当前计算机网络的发展状况作一个概括性的说明和展望。

由于本章是一个概括性的初步介绍,有多个缩写词没有写出原文,多个专业词汇也不可能做出详细的说明,请读者暂时把问题留在心里,带着问题继续阅读后续章节。

1.1 计算机网络的定义和功能

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络的定义可以简明地概括为:一些互连的、自治的计算机的集合。所谓自治,就如目前的个人计算机一样,是本身具有独立的处理、存储、输入、输出等功能的计算机。集合则意味着至少有两台计算机互连,而且意味着软件和硬件的集成。

更具体地说, 计算机网络的定义是: 将不同地理位置上的独立的计算机, 用传输介质和连网设备连接起来进行通信, 用完善的软件系统进行管理, 以实现资源共享为目的的系统。

连网设备包括各种传输接口和交换设备。传输介质可以有线的也可以是无线的。有线介质如同轴电缆、双绞线、光缆等, 无线介质如红外短波、微波、超短波卫星等。软件系统就是网络操作系统和网络的体系结构, 网络的体系结构也就是分层的网络通信协议的集合。资源共享不仅是数据资源, 也包括软、硬件资源的共享。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要体现在以下 6 个方面。

1. 数据通信

数据通信即实现计算机与终端、计算机与计算机间的数据传输, 是计算机网络最基本的功能, 也是实现其他功能的基础, 如电子邮件、传真、远程数据交换等。

2. 资源共享

所谓的资源是指构成系统的所有的软、硬件, 如计算处理能力、大容量磁盘、高速打印机、绘图仪、通信线路、数据库、文件和其他计算机上的有关信息。单个的用户不可能拥有自己需要的所有资源, 而网络上的计算机不仅可以使使用自身的资源, 也可以共享网络上的资源; 因而大大增强了网络上计算机的处理能力; 也提高了计算机软、硬件的利用率。

3. 分布式处理

一项复杂的任务可以划分成许多部分, 由网络内分布在不同地理位置的计算机分别协作并行完成有关部分, 使整个系统的性能大为增强。

4. 远程传输

计算机已经由科学计算向数据处理方面发展, 由单机向网络方面发展, 且发展的速度很快。分布在很远的用户可以互相传输数据信息, 互相交流, 协同工作。

5. 集中管理

计算机网络技术的发展和运用, 已使得现代办公、经营管理等发生了很大的变化。目前, 已经有了许多 MIS 系统、OA 系统等, 通过这些系统可以实现日常工作的集中管理, 提高工作效率, 增加经济效益。

6. 负载均衡

负载均衡是指工作被均匀地分配给网络上的各台计算机。网络控制中心负责分配和检测, 当某台计算机负载过重时, 系统会自动转移部分工作到负载较轻的计算机中去处理。

1.2 计算机网络的形成和发展

1.2.1 计算机网络的形成

任何一种新技术的出现, 都必须以强烈的社会需求和已成熟技术为基础。1946 年世界上第一台数字电子计算机 ENIAC 问世, 那时, 计算机与通信技术没有直接关系。20 世纪 50 年代, 美国军方需要建立半自动地面防空系统 (Semi-Automatic Ground Environment, SAGE), 开始了计算机系统与通信技术相结合的尝试。结果, SAGE 系统能够将远程雷达及其测量设备互连, 并将测量

到的防空信息通过约 240 万千米的通信线路传输到一台 IBM 计算机上,实现了对分布的防空信息实现集中的处理和控制在。这种以单个计算机为中心的联机系统被称为面向终端的远程联机系统。20 世纪 60 年代,美国航空公司建成了一台计算机和 2 000 多个订票终端的航空订票系统,这是计算机与通信系统相结合的实用范例。

20 世纪 60 年代,古巴核导弹危机发生,美国和原苏联之间的冷战状态随之升温,世界笼罩在核毁灭的威胁之中。于是,出现了多台计算机互连的需求。这个阶段的典型课题就是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Project Agency, ARPA)提出的 ARPAnet。它的主要指导思想是:一旦发生战争,当网络的某一部分受到破坏,网络的其他部分应能维持正常的通信工作。其实质性的目标,就是使得网络用户既可以使用本地的也可以使用联网的其他地方的计算机上的软件、硬件和数据资源。

1969 年,ARPAnet 只有 4 个节点,包括洛杉矶的加利福尼亚州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学和犹他州大学 4 所大学的 4 台不同类型的大型计算机。ARPAnet 的试验较好地解决了异型机网络互连的一系列理论和技术问题,奠定了因特网发展的基础。

到了 1975 年,ARPAnet 已经连入了 100 多台主机,并结束了网络试验阶段,移交美国国防部国防通信局正式运行。在总结第 1 阶段建网实践经验的基础上,研究人员开始了第 2 代网络协议的设计工作,网络互连技术研究的深入导致了 TCP/IP 的出现与发展。到 1979 年,越来越多的研究人员投入到了 TCP/IP 的研究与开发之中。在 1980 年前后,ARPAnet 所有的主机都转向 TCP/IP。到 1983 年 1 月,ARPAnet 向 TCP/IP 的转换全部结束。同时,美国国防部国防通信局将 ARPAnet 分为两个独立的部分,一部分仍叫 ARPAnet,用于进一步的研究工作;另一部分稍大一些,成为著名的 MILNET,用于军方的非机密通信。

1983 年,美国加利福尼亚伯克莱分校把 TCP/IP 作为其 BSD UNIX 的一部分,使得该协议得以在社会上流行起来,从而诞生了真正的因特网。同时,局域网和广域网的产生和蓬勃发展对因特网的进一步发展起了重要的作用。其中最引人注目的是美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)建立的 NSFNET。NSF 在全美国建立了按地区划分的计算机广域网并将这些地区网络和超级计算机中心互连起来。NSFNET 于 1990 年 6 月彻底取代了 ARPAnet 而成为因特网的主干网。

1986 年,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)利用 ARPAnet 发展出来的 IP 的通信,在 5 个科研教育服务超级电脑中心的基础上建立了 NSFNET 广域网。由于美国国家科学基金会的鼓励和资助,很多大学、政府资助的研究机构甚至私营的研究机构纷纷把自己的局域网并入 NSFNET 中。那时,ARPAnet 的军用部分已脱离母网,建立自己的网络——MILNET。ARPAnet 逐步被 NSFNET 所替代。到 1990 年,ARPAnet 已退出了历史舞台。如今,NSFNET 已成为 Internet 的重要骨干网之一。

ARPAnet 的研究成果,迅速地推动了世界各国计算机网络的发展,不仅美国国防部资助建立了许多计算机网络,同时还出现了一些研究实验性网络、公共服务网络和校园网。

ARPAnet 是一个广域网,它由资源子网和通信子网组成,通信子网由电信部门组建,用户在其基础上建立自己的资源子网。20 世纪 70 年代由电信部门组建的公用数据网(Public data Network, PDN)采用模拟通信的电话交换网,新型的公用数据网则采用数字传输技术和分组交换技术。公用分组交换网为计算机网络的发展提供了良好的通信条件,为网络用户提供数据通信服务。

1.2.2 计算机网络的发展方向

仅从计算机网络应用来看,网络应用系统将向更深和更宽的方向发展。

首先, Internet 信息服务将会得到更大发展。网上信息浏览、信息交换、资源共享等技术将进一步提高速度、容量及信息的安全性。其次, 远程会议、远程教学、远程医疗、远程购物等应用将逐步从实验室走出, 不再只是幻想。网络多媒体技术的应用也将成为网络发展的热点话题。总体来说, 计算机网络将沿着以下方向发展:

- 开放和大容量的发展方向;
- 一体化和方便使用的方向发展;
- 多媒体网络的发展方向;
- 高效、安全的网络管理方向;
- 为应用服务的发展方向;
- 智能网络的发展方向。

1.3 计算机网络的分类

网络的分类有多种方法。按传输介质区分可以分为有线网络和无线网络。根据网络的所有者和经营者可分为专用网和公用网。按照传统网络的服务类型来划分, 则可以分为电信网、有线电视网、计算机网, 如今通过三网融合, 其提供的服务已经无法区分了。

计算机网络的分类方法主要有按地理范围划分、按拓扑结构划分和按资源共享方式划分。下面分别予以介绍。

1.3.1 按地理范围划分

这种方法可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网和因特网 4 种。不过应当说明的是, 地理范围的意义并不十分严格, 也很难用准确的距离大小来定义, 只能是一个定性的概念。重要的是需要从网络组成、运行的协议和所有权等方面加以理解。下面简要介绍这几种计算机网络。

1. 局域网 (Local Area Network, LAN)

局域网 (Local Area Network, LAN) 是应用最广的一种网络。几乎每个单位都有自己的局域网, 有的家庭也有自己的小型局域网。目前经常提到的企业网、校园网、园区网、社区网等都属于局域网的范畴。所谓局域网, 就是在局部地区范围内的网络, 它所覆盖的地区范围, 可以是几米至 10km 以内。局域网在工作站 (计算机) 数量上没有固定限制, 少则只有两台, 多则如在企业网或校园网中, 工作站的数量在几十到几百台不等。在地理距离上的特点是一般位于一个建筑物或一个单位内。这种网络的特点就是: 网络设备的归属权一般归本单位或个人所有; 它运行物理层和数据链路层协议, 不包括网络层, 不存在“寻由”问题 (详细概念见后续章节); 连接范围有限、用户数少、配置容易、传输速率高。

局域网在办公自动化、企业管理、计算机辅助教学等方面得到广泛的使用。为了在计算机之间进行信息交流、共享数据资源和某些昂贵的硬件 (如高速打印机等) 资源, 将多台计算机连成一个网络系统, 既实现分布式处理, 又能互相通信。由于地域范围小, 一般无须租用电话线路而直接建立专用通信线路, 因此数据传输速率高于广域网。

典型的局域网络由一台或多台服务器和若干个工作站组成。早期的计算机网络服务器是一台大型计算机, 现代的计算机局域网络则使用一台高性能的计算机作为服务器, 工作站可以使用各

档次的计算机。工作站一方面为用户提供本地服务,相当于单机使用;另一方面可通过工作站向网络系统请求服务和访问资源,实现资源共享。

美国电气电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE)的802标准委员会定义了多种局域网标准,主要包括以太网(Ethernet)、令牌环网(Token Ring)、光纤分布式数据接口网络(Fiber Distributed Data Interface, FDDI)、异步传输模式网(Asynchronous Transfer Mode, ATM),以及无线局域网(Wireless LAN, WLAN)。本章随后将对各种局域网作初步介绍。

2. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)一般来说是在一个城市内,在地理范围上可以说是LAN网络的延伸。与LAN相比,MAN扩展的距离更长,连接的计算机数量更多。一个MAN网络通常连接着多个LAN网,如连接公安、税务等政府机构的LAN;多个医院的LAN;电信的LAN;公司企业的LAN等。由于光纤连接的引入,使MAN中高速LAN的互连成为可能。其连接距离可以在10km~100km,它采用的是IEEE 802.6标准。

表1.1所示为局域网与城域网的比较。

表 1.1 局域网与城域网的比较

特 征 项	局 域 网	城 域 网
覆盖距离	小于几千米,一个办公室、一座楼、一个企业、学校或社区	10km~100km,延伸到一个城市
归属权	为一个科室、企业、学校所私有	为一个部门所有
作用功能	有自己的网站和服务器,为一定业务提供软、硬件资源,实现资源共享,使用相同的网络协议	为相同的业务提供软、硬件资源共享,可以提供多媒体业务,不同园区可以有不同的网络协议
联网设备	相同的传输媒质,PC、Hub或交换机	不同园区可以有不同的传输媒质,不同园区互连需要路由器
数据传输率	10/100Mbit/s,园区网可达1000Mbit/s	比局域网/园区网更高,目前10吉比特以太网已能建立半径为40km的城域网

3. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)是利用计算机通信网组成的计算机网络,但不是计算机通信网,二者不可混为一谈。广域网是指在一个很大地理范围的、由许多局域网组成的网络,如一家大型公司在全国各地有多个分公司,由各分公司的内部网互连而组成的网络;再如国家专业部门与各省市的对应专业部门之间通过租用专线连接起来的网络,也是广域网。

广域网的特点以及与计算机通信网的区别如下。

(1)广域网一般是将不同城市之间的LAN或者MAN利用计算机通信网进行互连,所覆盖地理范围可从几百千米到几千千米,可以说广域网是LAN或者MAN的延伸。

(2)广域网与局域网的重大区别是广域网必须运行网络层协议解决寻路由问题。

(3)广域网提供数据资源、软件资源、计算机资源共享,计算机通信网不提供这些资源共享,只为广域网提供通信资源共享。

(4)广域网的产权属于建造者本身,计算机通信网的产权属于通信网公司,前者通过付费的方式利用后者的通信资源。

(5)计算机通信网由于距离远,造价昂贵,在我国都是由国家或跨区域的大电信公司出资营造,产权属于营造者,如中国联通、中国移动等。

(6) 在技术上,广域网通过路由器连接计算机网络,计算机通信网由多个节点交换机(程控交换机)和长距离的光缆组成,为了提供多条转发链路而保证网络的可靠性,节点交换机之间都是网状型的点对点连接,通过节点交换机对分组进行存储转发。

(7) 计算机通信网连接节点交换机的链路必须都是高速链路,提供足够的带宽以支持爆炸式增长的网络通信量。

图 1.1 所示为利用计算机通信网将局域网连接起来的广域网示意图。

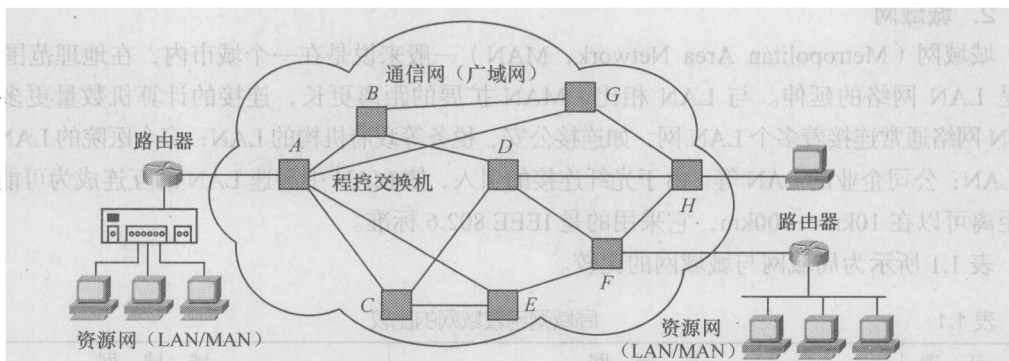


图 1.1 利用计算机通信网将局域网连接起来的广域网示意图

截至 2002 年 10 月,我国通信网的规模与容量已经跃居世界第一。2008 年,全国光缆线路长度净增 99.1 万千米,达到 676.8 万千米。其中,长途光缆线路长度达到 79.3 万千米,与上年末基本持平。移动电话交换机容量净增 28 854.6 万户,达到 114 350.8 万户。基础电信企业互联网宽带接入端口净增 23 88.8 万个,达到 10 928.1 万个。全国互联网国际出口带宽达到 640 286Mbit/s,同比增长 73.6%。做到了网络传输数字化,网络交换程控化。同步数字序列(SDH)光通信系统,密集波分多路复用大量应用于骨干网络,异步传输模式(ATM)宽带交换骨干网已经建立,这说明我国通信网的技术层次后来居上,业已达到世界先进水平。

4. 因特网

因特网(Internet)是典型的广域网,又称互联网,或直接称“Internet”。由于中国互联网信息中心(CNNIC)采用了“互联网”一词,本书在引用官方文件时采用互联网一词。但作者认为“互联网”一词含义相当广泛,故本书选用“因特网”一词。

(1) 因特网的特点。

① 无论从地理范围还是从网络规模来讲,因特网都是最大的一种互联网,从地理范围来说,它是跨越全球的计算机网络的互连。也可以说因特网就是一个巨大的广域网。

② 因特网最大的特点是不确定性,整个网络的计算机时刻随着人们是否接入网络在不断地变化。当你连在因特网时,你的计算机可以算是因特网的一部分,一旦你断开因特网的连接,你的计算机就不属于因特网了。

③ 因特网是世界上最为开放的系统,既不受地域的局限,也不受民族、宗教和思想意识的束缚,无论你身处何地,只要接入因特网,就可以对任何感兴趣的问题发表自己的观点。同时你也可以用自己感兴趣的方式,共享因特网上的各种多媒体信息和因特网服务提供商(Internet Services Provider, ISP)的服务。

④ 因特网应用 TCP/IP 协议簇,传输层运行的是 TCP,网络层运行的是 IP。其底层协议沿用了传统的物理层协议。

⑤ 任何计算机或局域网都可以接入因特网,其接入方法已成为一种专门技术,需要使用专门的接入设备;有的书籍称为“接入网”,但它是一种技术而不是一种网络。

⑥ 随着计算机的普及和信息技术的发展,因特网应用趋于多元化。不仅电子商务、电子政务都以因特网为依托,而且人们的上网用途也进一步向多元化发展。用户关注的信息也不再是单一的新闻,用户在網上经常查询的信息中,教育信息占 29.3%,汽车信息占 13.8%;求职招聘信息占 24.2%。在因特网服务业务方面,电子邮件、搜索引擎、网上银行、在线交易、网络广告、网络新闻、网络游戏等服务业务仍然快速地发展着。其中,电子邮箱仍然是人们最为关注的热点。

(2) 我国因特网的发展简况。

2009 年年初,中国互联网络信息中心(CNNIC)在北京发布“第十三次中国互联网络发展状况统计报告”。表 1.2 所示为 2008 年 12 月我国因特网发展情况。

表 1.2

2008 年我国因特网发展情况

时 间	入网用户数	手机网民数	宽带网民数	cn 下的域名数	国际出口容量(Mbit/s)	上网计算机数
2008.6	2.53 亿	7 305 万人	2.14 亿人	1 190 万	493 729Mbit/s	8 470 万台
2008.12	2.98 亿	1.137 亿人	2.7 亿人	1 357.2 万	640 286.67Mbit/s	

由 2008 年因特网的发展可以看出其有以下特点。

① 我国网民数达到 2.98 亿人,我国互联网普及率以 22.6%的比例,首次超过 21.9%的全球平均水平;宽带网民数达到 2.7 亿人,国家 CN 域名数达 1 357.2 万,三项指标继续稳居世界排名第一,显示出中国互联网的规模价值正在日益扩大。

② 随着运营商的重视和手机硬件成本的不断降低,2008 年使用手机上网的网民较 2007 年翻了一番还多,达到 1.137 亿人。手机上网已逐渐成为一种主流的网络接入方式,并悄然流行起来。

③ 曾经在网民生活中占据重要位置的娱乐应用其规模仍然快速增长,但整体应用首次呈现下行趋势。网络由最初单纯的获取信息和娱乐发展到网络求职、更新博客和网络购物,位列增长最快的应用前三甲,而网络音乐、网络视频等娱乐性应用的使用率则明显呈现下降的趋势。这将是未来几年互联网发展的趋势之一。网民应用趋势的分化印证了中国互联网的应用正逐渐走向深入,广大网民正在逐渐成熟,这也是中国互联网商业价值增长的重要印证。

④ 城乡差距、东西部差距有望逐步缩小。互联网的普及度很大程度上取决于发展的均衡性。截至 2008 年年底,我国农村网民规模达到 8 460 万人,较 2007 年增长 3 190 万人,增长率超过 60%,增速远远超过城镇。农村网民规模的大幅提升,说明城乡差距有望逐步缩小。在我国各个省份中,西部地区网民数增长最快。其中增长率在 60%以上的 8 个省份中,6 个在西部,包括青海、云南和贵州 3 个增长最快的省份,显示出我国互联网正迈向全面协调发展。在东部和中部地区城市互联网建设日趋成熟的今天,农村和西部地区对互联网还有很强的需求,这将成为未来中国互联网发展中的重要力量。

1.3.2 按拓扑结构划分

网络中各结点相互连接的方法和形式称为网络拓扑结构。不同的拓扑结构的信道访问技术、网络性能、设备开销等各不相同,分别适用于不同场合。网络的拓扑结构主要有总线型、星形、环形、树形和网状形,分别介绍如下。

1. 总线型网络

总线型网络采用单一信道作为传输介质,所有工作站通过专门的连接器连到这个公共信道(总

线)上,任何一个工作站发送的信号都沿着介质传输到总线上其他工作站,但只有目标地址符合的工作站才进行接收。这就像你在大庭广众的场合呼叫一位朋友的名字,大家都听到了你的呼声,但只有你的朋友才会答应一样。总线型网络是一种广播网,广播型局域网技术中的以太网是总线型网络的典型实例。图 1.2 所示为总线型网络的结构示意图。

2. 星形网络

星形网络是由多个工作站通过点到点链路连接到中央节点而组成的,工作站间的通信必须通过中央节点进行。中央节点采用集中式通信控制策略,因此比较复杂,而其他各站点的通信处理负担都很小。图 1.3 所示为星形网络的结构示意图。

3. 环形网络

环形网络是由多个工作站和连接工作站的点对点链路组成的一个闭合环,每个工作站从一条链路上接收数据,然后以同样的速率发送出去。链路是单方向的,即数据在环上只沿一个方向传输。局域网技术中的令牌环网是环形网的实例。图 1.4 所示为环形网络的结构示意图。

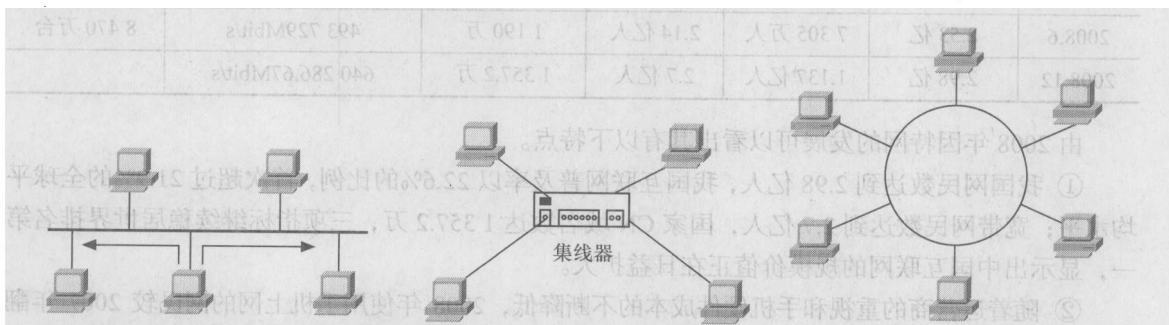


图 1.2 总线型网络结构示意图

图 1.3 星形网络结构示意图

图 1.4 环形网络结构示意图

4. 树形网络

树形网络是星形网络的一种变体。像星形网络一样,网络节点都连接到控制网络的中央节点上。但并不是所有的设备都直接接入中央节点,绝大多数节点是先连接到次级中央节点上再连到中央节点上。图 1.5 所示为树形网络的结构示意图。

5. 网状形网络

网状形网络的每一个节点都与其他节点有一条专线相连。网状形拓扑广泛用于广域网中。图 1.6 所示为网状形网络的结构示意图。网络中的数据流向是根据各节点的动态情况进行选择的,其路径选择和流量控制最为复杂。

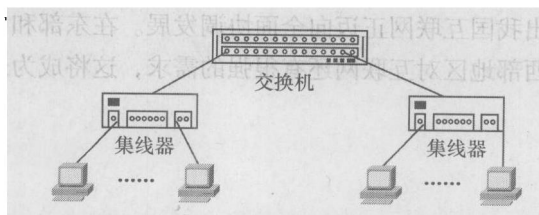


图 1.5 树形网络结构示意图

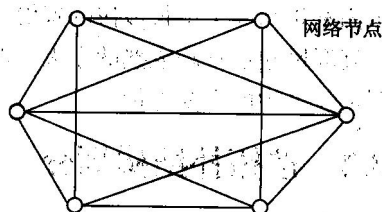


图 1.6 网状形网络结构示意图

网状形网状结构的连线数目为 $S = N(N-1)/2$, 其中 N 为节点数, 若 $N=5$, 则 $S=10$; 若 $N=100$, 则 $S=4950$ 。这种结构可以为任一个节点提供直通线路。

下面看一看我国的公用交换电话网 (Public Switching Telephone Network, PSTN) 的结构。我