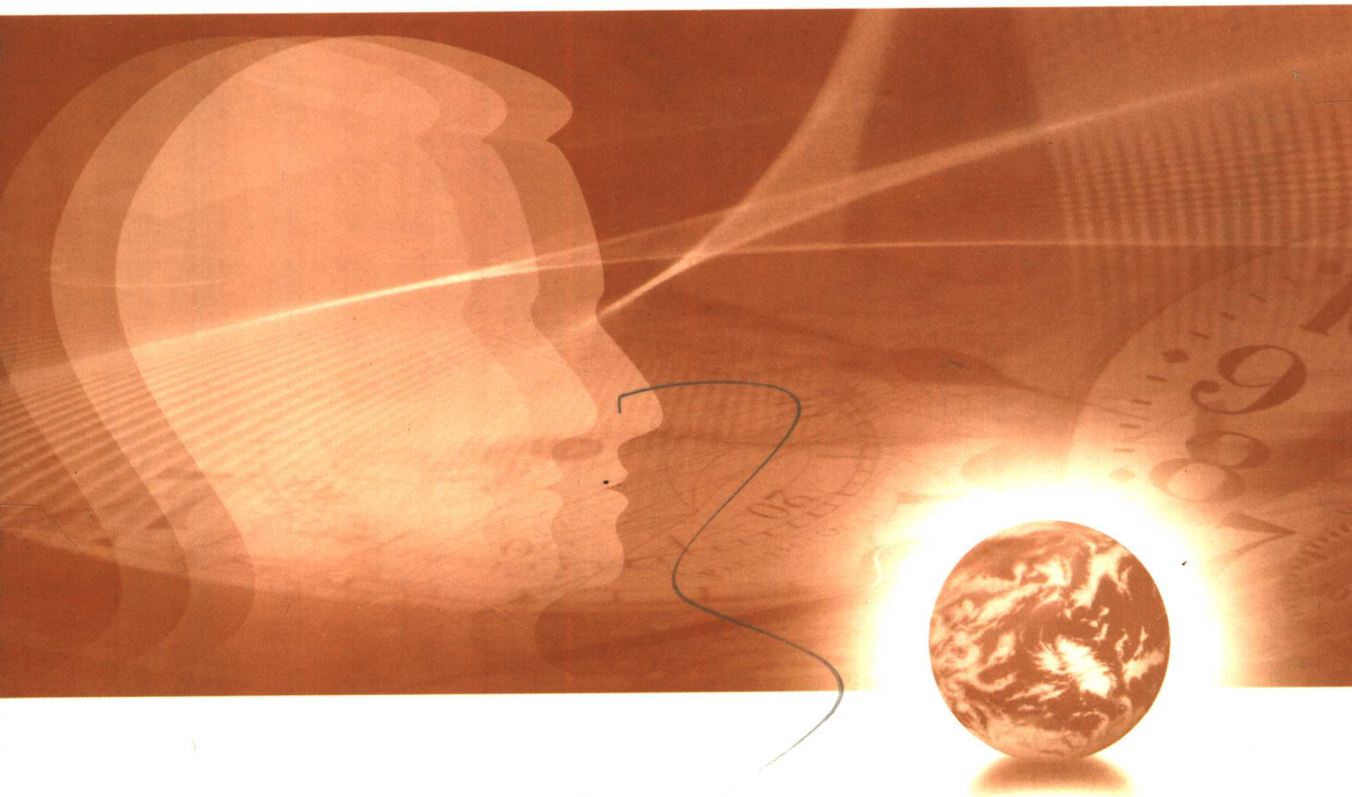


高等院校计算机科学与技术
“十五”规划教材

计算机 网络实用教程



●
骆耀祖
编著



TP393
367

高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材

计算机网络实用教程

骆耀祖 编著



机械工业出版社

本书在认真研究了 IEEE&ACM 提出的计算机教程 CC2001 和中国计算机科学与技术学科教程 2002 研究组的中国计算机科学与技术学科教程 CCC2002 的知识体系结构和教育思想的基础上,根据对本课程知识结构、专业技能和岗位素质等方面的教学要求,以 TCP/IP 网络的实际应用为主线,以新版本的 Red Hat Linux 7.x、8.0 和 9.0 为背景,较全面地介绍了 TCP/IP 技术,及时地反映了计算机通信与网络领域的新进展和新趋势。书中涵盖了为实际设计和构造 TCP/IP 网络以及进行网络编程所需的所有必要论题。

本书的选材新颖,符合当今计算机科学技术发展趋势。在内容组织上注意与后继课程的分工与衔接,并与目前高校的教育改革相呼应,从更高的一个层次讲述计算机网络基本知识。本书内容新颖、系统、简练,配有导读和思考题,文笔流畅,重点突出,逻辑性强,作者按教与学的普遍规律精心设计每一章的内容,在内容的编写上注重对学生实践能力和探究能力的培养。是一本将计算机网络技术众多经典成果与最新进展科学地组合在一起的优秀教科书。适合作为高等院校计算机科学与技术、电子信息类专业的“计算机网络”课程教材,也可供相关专业的工程技术人员和计算机科学爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用教程/骆耀祖编著. —北京:机械工业出版社,2005.1

(高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材)

ISBN 7-111-15601-3

I. 计... II. 骆... III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 116761 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 丁 诚

责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·23.75 印张·585 千字

0 001—5 000 册

定价: 33.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

出版说明

信息时代,计算机技术以迅猛之势发展着,为适应计算机应用的日新月异和未来走向,新时代对高等院校的计算机教育提出了更高的要求,具备信息技术素养成为现代社会全面素质教育的一个重要目标,其中急待研究的问题众多,而对提高教学质量有很大影响的教材建设则是计算机教育的基本建设,为重中之重。

适逢此高等院校计算机教育改革的关键时期,为配合各高等院校的教材建设,机械工业出版社会同全国在该领域内享誉盛名,具备雄厚师资和技术力量的高等院校,其中有清华大学、南京大学、成都电子科技大学、解放军理工大学通信工程学院、东南大学、北京科技大学等重点名校,组织了多位长期从事教学工作的骨干教师,集思广益,对当前各高等院校的教学现状开展了广泛而深入的研讨,继而紧密结合当前计算机发展需要并针对当前教学改革所提出的问题,精心编写了这套面向普通高等院校计算机专业的系列教材,并陆续出版。

本套教材的选题内容覆盖了普通高等院校计算机专业学生的必修课程,另外还恰如其分地添加了一些选修课程,总体上分为基础、软件、硬件、网络 and 多媒体五大类。在编写过程中,优先列入教学改革力度比较大、内容新颖以及各院校急需、适应社会经济发展的新教材。

本套教材在写作手法上注重系统性、普及性和实用性,力求达到专业基础课教材概念清晰、深度合理的标准,并且注意了与专业课教学的衔接;专业课教材覆盖面广、深浅适中,在体现相关领域最新进展的同时注重理论联系实际。整套教材系统全面、层次分明、图文并茂、通俗易懂,是各类高等院校计算机专业理想的教科书,也是培训班和自学使用的上选教材。

机械工业出版社

前 言

“计算机网络”课程是计算机科学与技术专业的重要专业课程之一。随着计算机网络技术的迅速发展和在当今信息社会中的广泛应用,社会上对计算机网络人才、特别是动手能力较强的计算机本科毕业生的需求非常迫切,也给“计算机网络”课程的课堂教学与实践环节提出了新的更高的要求。

本书在认真研究了 IEEE&ACM 提出的计算机教程 CC2001 和中国计算机科学与技术学科教程 2002 研究组的中国计算机科学与技术学科教程 CCC2002 的知识体系结构和教育思想的基础上,根据对本课程知识结构、专业技能和岗位素质等方面的教学要求,以 TCP/IP 网络的实际应用为主线,以新版本的 Red Hat Linux 7.x、8.0 和 9.0 为背景,较全面地介绍了 TCP/IP 技术,较及时地反映了计算机通信与网络领域的新进展和新趋势。书中涵盖了为实际设计和构造 TCP/IP 网络以及进行网络编程所需的所有必要论题。

UNIX 是服务器或工作站上普遍使用的操作系统,它运行稳定,安全性也比较好,是关键业务计算机系统的理想解决方案。20 世纪 90 年代末期,Linux 操作系统不断走向成熟,它的稳定性不断增强,并且在普通 PC 上提供了对高性能网络的支持,大大推动了基于 Linux 的网络和集群系统的发展。我国许多机关、企业服务器也都采用了 Linux 作为网络操作系统。除了价格和版权问题之外,Linux 对于计算机网络课程的教学和科研来说,具有更重要的意义。过去许多网络教材只讲计算机网络的原理,学生既觉得抽象又感觉不到网络的实用价值。有些教材虽是以某些网络操作系统为实例,但图形的界面掩盖了计算机网络实际的内涵,这对学生真正深入了解计算机网络造成困难,更谈不上作为计算机网络教学和科研的平台。利用 Linux 网络服务器配置文件,易于对网络的组织结构,实现原理以及实现机制进行比较详细的描述,也很适合教学。

本书第 1 章介绍了网络的基础知识,帮助读者快速回顾网络技术发展的历史,同时也介绍了计算机网络的功能、组成和分类以及数据通信的基础知识。第 2 章介绍了计算机网络的体系结构,在讨论开放系统互联模型 OSI 以及 TCP/IP 协议族的基础上,介绍了本书叙述依据的一个基于 OSI 的修改五层模型,并对该五层模型各层(物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层)进行了初步的讨论。第 3 章介绍了局域网技术,在简单介绍以太网技术、令牌环、FDDI 等传统局域网的基础上,较深入地讨论了交换式局域网、虚拟局域网和无线局域网等新技术;第 4 章在讨论广域网及网络互连的概念、广域网传输方法和协议等的基础上,介绍了常见的广域网协议,包括电话拨号网、X.25 网、DDN 网、ISDN 网等网络的基本结构、基本特点和基本应用,并对帧中继网、ATM 网、B-ISDN 网等网络作了初步的介绍。第 5 章讨论 TCP/IP 体系结构的网际层协议,介绍了 IP 地址、子网和子网掩码、地址解析协议 ARP、Internet 控制报文协议 ICMP 等概念,详细讨论了子网划分的方法和原则、路由选择及其原理。此外,将 BOOT 和 DHCP 也划到此处叙述;因为尽管有许多书籍将这两个协议归入应用层,但这两个协议的功能主要是解决 IP 地址分配和寻址的问题;第 6 章讨论传输层和高层协议,传输层主要讨论了 TCP 和 UDP,应用层主要介绍常见的域名服务 DNS、HTTP、SMTP 和 POP3 邮件协

议;第7章讨论网络规划设计,并给出了一个较完整的校园网设计方案;第8章介绍了如何建立 Linux 系统下的 Intranet 网络服务器;第9章讨论了网络安全与系统管理,介绍了简单网络管理协议 SNMP 以及网络故障排除的方法和思路;第10章介绍了 Scket 编程技术及其应用。本书内容力求反映现代科技的新成果及新技术,在介绍比较系统、实用的理论知识的基础上,注意职业技能的训练和解决实际工程问题的能力培养。

本书以作者多年来在课堂教学和实际开发应用系统的经验体会为基础,参考了大量的最新资料,按教与学的普遍规律精心设计每一章的内容。本书内容系统、简练,讲究知识性、系统性、连贯性,努力做到由浅入深,删繁就简,突出重点,循序渐进,实用性和可操作性强。书中配有实验指导书和思考题,结构安排合理,论述简明清晰,适于课堂教学和实践教学。适合作为高等院校应用型本科及高职高专计算机科学技术专业以及电子信息类专业的“计算机网络”课程的教材,也可供广大工程技术人员和网络爱好者参考。无论是网络的新手或已有丰富经验的读者都可以通过本书,加深对 TCP/IP 网络技术的理解并从中受益。

考虑到计算机专业“计算机网络”课程的实际情况,本书按教学时数 54 学时,实验时数 16 学时进行编写。

本课程的先修课程为“C 语言程序设计”、“数据结构”、“操作系统”后续课程为“网络系统集成和工程设计”或“组网技术”。

本书的编纂过程中,得到了机械工业出版社、广东省计算机学会、广州大学、五邑大学、韶关学院、佛山科技学院计算机系的大力支持和帮助,韶关学院计算机系苗雪兰教授、龙腾芳博士、段琢华博士和韶关学院计算中心叶宇风主任对本书提出了很好的意见,在此表示感谢!我们也从很多站点和论坛上得到很多知识和资源,在此也向这些站点的有关参与者真诚感谢!

由于编者水平所限,书中可能存在错误和不妥之处,请同行专家及读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 数据通信与网络基础	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的定义和发展	1
1.1.2 计算机网络的功能	1
1.1.3 网络服务	2
1.1.4 计算机网络的组成	3
1.1.5 计算机网络的分类	5
1.2 数据通信基础	5
1.2.1 信道和传输介质	5
1.2.2 模拟通信与数字通信	7
1.2.3 数据传输方式	8
1.2.4 信道的多路复用技术	10
1.2.5 数据通信系统的主要技术指标	12
1.3 数据编码与差错检测	13
1.3.1 数据编码	13
1.3.2 差错检测	15
1.4 数据交换方式	16
1.4.1 电路交换	17
1.4.2 报文分组交换	17
1.4.3 快速分组交换	18
1.4.4 光分组交换	19
练习与思考	19
第 2 章 网络体系结构与协议	20
2.1 网络分层结构	20
2.1.1 网络的分层结构与 OSI 模型	20
2.1.2 协议	22
2.1.3 TCP/IP 协议族	23
2.1.4 一个基于 OSI 的修改模型	25
2.2 物理层	26
2.2.1 物理层接口与协议	26
2.2.2 常见的物理层协议	27
2.2.3 广域网的物理层接口	29
2.3 数据链路层	29
2.3.1 数据同步方式	29
2.3.2 纠错技术	31
2.3.3 流量控制	34

2.4 网络层	37
2.4.1 通信子网的操作方式和网络层提供的服务	37
2.4.2 路由选择	39
2.4.3 路由选择的策略	40
2.4.4 阻塞控制	42
2.5 传输层	45
2.5.1 传输层的地位和作用	45
2.5.2 传输服务	45
2.5.3 服务质量	46
2.5.4 传输层协议等级	46
2.5.5 传输服务原语	47
2.6 高层协议	47
2.6.1 会话层	47
2.6.2 表示层	48
2.6.3 应用层	49
练习与思考	50
第3章 局域网技术	51
3.1 局域网概述	51
3.1.1 局域网的体系结构	51
3.1.2 局域网标准	52
3.2 以太网和 IEEE802.3 标准	53
3.2.1 IEEE 802.3 局域网标准	53
3.2.2 以太网和 IEEE 802 的物理层	54
3.2.3 以太网的网络适配器	55
3.2.4 以太网的逻辑链路控制和帧格式	57
3.2.5 CSMA/CD 访问控制方式	59
3.3 令牌环和 FDDI 网络	61
3.3.1 令牌环	61
3.3.2 光纤分布数据接口 FDDI	62
3.4 局域网的网络操作系统	64
3.4.1 网络操作系统的组成	64
3.4.2 局域网的几种工作模式	65
3.4.3 网络服务器的操作系统	66
3.5 局域网的网络互连	68
3.5.1 常见的网络互连设备	68
3.5.2 以太网交换机和虚拟局域网	71
3.6 无线局域网	76
3.6.1 无线局域网中常用的传输媒体	76
3.6.2 无线局域网的标准	77
3.6.3 WLAN 工作原理	78
3.6.4 WLAN 的拓扑结构	78
3.6.5 无线局域网的设备	79

3.6.6 WLAN 技术的优势	80
练习与思考	81
第 4 章 现代通信网络	83
4.1 广域网及网络互连的概念	83
4.1.1 网络互连的基本概念	83
4.1.2 广域网概述	84
4.1.3 广域网传输方法	86
4.1.4 广域网的协议	87
4.1.5 广域网设备	88
4.2 广域网的数据链路层	91
4.2.1 高级数据链路控制规程	92
4.2.2 点对点协议	94
4.3 X.25 和帧中继	96
4.3.1 X.25	96
4.3.2 帧中继 FR	99
4.4 综合业务数字网	102
4.4.1 ISDN 的信道结构	102
4.4.2 ISDN 层次结构	104
4.4.3 ISDN 的拓扑结构	105
4.4.4 ISDN 用户—网络接口的共路信令	107
4.4.5 数据链路层 LAPD	108
4.4.6 ISDN 基本连接方式	109
4.5 B-ISDN 和 ATM 网络	109
4.5.1 ATM 的信元格式	110
4.5.2 ATM 规程	111
4.5.3 ATM 的传输控制	111
4.5.4 ATM 网络的 LAN 仿真	112
4.5.5 ATM 的现存问题及前景	113
4.6 广域网接入技术	114
4.6.1 数字数据网络 DDN	114
4.6.2 非对称数字用户环绕 ADSL	114
4.6.3 光纤同轴混合网	116
练习与思考	119
第 5 章 IP 协议及路由选择	121
5.1 网际层协议	121
5.1.1 IP 地址	121
5.1.2 IP 协议的特征和基本功能	122
5.1.3 IP 地址的规划	125
5.1.4 子网和子网掩码	126
5.1.5 可变长子网掩码	128
5.1.6 下一代的 IP	128
5.2 地址解析与动态主机配置	129

5.2.1 物理地址解析	129
5.2.2 ARP 的原理	131
5.2.3 逆向地址解析协议	132
5.2.4 动态主机配置协议	133
5.3 Internet 控制报文协议	136
5.3.1 ICMP 概述	136
5.3.2 ICMP 报文的类型	137
5.3.3 ping 命令	139
5.3.4 traceroute 程序	140
5.4 网际互连和路由选择	142
5.4.1 路由选择概述	142
5.4.2 静态路由和动态路由	143
5.4.3 路由表	144
5.5 动态选路协议	147
5.5.1 动态选路概述	147
5.5.2 路由选择算法	147
5.5.3 距离向量法和路由信息协议	149
5.5.4 链路状态算法及开放最短路径优先	153
5.5.5 边界网关协议	157
5.5.6 无类型域间选路	157
练习与思考	158
第 6 章 传输层和高层协议	161
6.1 传输层和 TCP 协议规范	161
6.1.1 TCP 协议规范	161
6.1.2 端口和套接字	164
6.1.3 TCP 的连接	166
6.2 传输控制块和流控制	168
6.2.1 传输控制块	169
6.2.2 TCP 定时器	169
6.2.3 确认与超时重传	170
6.2.4 TCP 的拥塞控制	173
6.3 用户数据报协议	175
6.3.1 UDP 概述	175
6.3.2 UDP 端口号	176
6.3.3 UDP 校验和	176
6.3.4 最大 UDP 数据报长度	177
6.4 应用层协议	178
6.4.1 域名服务	178
6.4.2 WWW 的核心——HTTP 协议	182
6.4.3 其他常见的应用层协议	188
练习与思考	196
第 7 章 网络规划设计	198

7.1 网络整体规划方案	198
7.1.1 网络建设的总体原则	198
7.1.2 网络建设的流程	199
7.2 网络方案分析与设计	200
7.2.1 网络的层次化设计	200
7.2.2 确定网络类型和网络拓扑	202
7.2.3 确定网络带宽和交换设备	205
7.2.4 确定布线方案和布线产品	206
7.2.5 确定服务器和网络操作系统	207
7.2.6 IP 地址分配和域名	210
7.2.7 网络安全设计	211
7.3 校园网规划设计实例	212
7.3.1 校园网规划设计的特点	212
7.3.2 校园网网络需求分析	213
7.3.3 校园网络的层次化设计	215
7.3.4 校园网络硬件架构	217
7.3.5 应用信息系统资源建设	220
练习与思考	222
第 8 章 建立 Intranet 网络服务器	223
8.1 Linux 网络服务器配置文件	223
8.2 Linux 系统上的网络应用程序	226
8.2.1 xinetd 超级服务器	226
8.2.2 Red Hat Linux 系统服务控制机制	231
8.2.3 services 和 protocols 文件	236
8.3 安装 Web 服务器	236
8.3.1 Apache 的设置	236
8.3.2 用 Apache 实现虚拟主机服务	240
8.4 安装 FTP 服务器	241
8.4.1 选择和安装 FTP 服务器软件	242
8.4.2 Wu-FTP 的组成	242
8.4.3 Wu-FTP 的配置	243
8.4.4 与 Wu-FTP 相关的命令	246
8.5 安装 E-mail 服务器	246
8.5.1 电子邮件系统概述	246
8.5.2 用 sendmail 构建一个 E-mail 服务器	247
练习与思考	249
第 9 章 网络安全与网络管理	250
9.1 系统的安全策略	250
9.1.1 网络安全概述	250
9.1.2 物理安全策略	250
9.1.3 访问控制策略	251

9.2 攻击防御和安全防范	252
9.2.1 网络安全防范策略	252
9.2.2 网络病毒与防治	253
9.2.3 其它安全技术	254
9.3 网络管理概述	256
9.3.1 网络管理的功能	257
9.3.2 网络管理协议	260
9.3.3 网络管理的基础结构	261
9.4 简单网络管理协议 SNMP	263
9.4.1 SNMP 的体系结构	263
9.4.2 管理信息库 MIB 和对象	266
9.5 网络故障诊断和排除	271
9.5.1 网络故障的判断	271
9.5.2 使用网络管理工具排除故障	272
练习与思考	274
第 10 章 套接字编程基础	275
10.1 套接字概述	275
10.1.1 套接字描述符	275
10.1.2 客户 服务器模式	276
10.2 TCP 初等网络函数	277
10.2.1 服务器端的函数	277
10.2.2 在客户端建立连接	283
10.2.3 通过套接字传输数据	285
10.2.4 关闭连接	285
10.2.5 面向连接的套接字实例	285
10.3 服务器端和客户端的信息函数	288
10.3.1 转换和网络方面的信息函数	288
10.3.2 完整的读写函数	291
10.3.3 高级套接字函数	293
10.4 服务器模型	295
10.4.1 UDP 循环服务器	295
10.4.2 TCP 循环服务器	295
10.4.3 TCP 并发服务器	296
10.4.4 多路复用 I/O 并发服务器	297
10.4.5 并发 TCP 服务器实例	299
10.5 原始套接字	300
练习与思考	300
附录 A 计算机网络实验	302
附录 B Linux 常用命令	323
附录 C 部分习题参考答案	346
参考文献	366

第 1 章 数据通信与网络基础

本章介绍计算机网络中常用的传输媒体,计算机网络的功能及组成以及计算机网络协议和协议体系结构的概念。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的定义和发展

1. 计算机网络的定义

计算机网络就是把分布在不同地点的多个计算机物理地连接起来,按照网络协议相互通信,以共享软件、硬件和数据资源为目标的系统。也可以说:将分散的计算机、终端、外围设备通过通信媒体互相连接在一起,能够实现互相通信的整个系统;或者说通过通信媒体互连起来的自治的计算机集合体,叫做计算机网络。

建立计算机网络的目的是:通过数据通信,实现系统的资源共享,增加单机的功能,提高系统的可靠性。

2. 计算机网络的产生和发展过程

计算机网络是当今世界上发展最快的技术之一。计算机网络从 60 年代发展到现在,可分为四代:

第一代:以单台计算机为中心的联机系统。缺点:主机负荷较重;通信线路的利用率低;网络结构属集中控制方式,可靠性低。

第二代:计算机——计算机网络。由美国高级研究计划署 ARPA(Advanced Research Projects Agency)的 ARPANET 发展和演化而来,以远程大规模互连为主要特点。ARPANET 的主要特点是:资源共享、分散控制、分组交换、采用专门的通信控制处理机、分层的网络协议。这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。

第三代:遵循网络体系结构标准建成的网络。依据标准化水平可分为两个阶段:各计算机制造厂商网络结构标准化,遵循国际网络体系结构标准 ISO/OSI 构建的网络。

第四代:Internet 时代。Internet 采用了目前在分布式网络中最为流行的客户/服务器方式,把网络技术,多媒体技术和超文本技术融为一体,体现了当代多种信息技术互相融合的发展趋势。丰富的信息服务功能和友好的用户接口使其成为功能最强的信息网络。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络主要有四种功能。

1. 数据传送

数据传送是计算机网络最基本的功能。它使得终端与计算机、计算机与计算机之间能够相互传送数据和交换信息。通过计算机网络,分散在不同地点的业务部门就可进行集中的控

制和管理,还可为分布在各地的人们及时传递信息。

2. 资源共享

资源共享是计算机最有吸引力的功能。它包括了计算机软件、硬件和数据的共享。用户能在自己的位置上部分或全部地使用网络中的软件、硬件或数据;专门的贵重设备供全网使用,以减少投资,提高设备利用率。

3. 提高计算机的可靠性和可用性

计算机网络的另一个十分重要的功能是提高计算机的可靠性和可用性。网络中的每台计算机都可通过网络相互成为后备机。一旦某台计算机出现故障,它的任务就可由其他计算机代为完成,从而提高了系统的可靠性。而当网络中某台计算机负担过重时,网络可以将任务交给网中较空闲的计算机均衡负担,提高了每台计算机的可用性。

4. 分布处理

分布处理是近年来计算机应用研究的重点课题之一。对于一些大型的综合性问题,通过一些算法交给不同的计算机,使用户根据需要合理选择网络资源,就近快速地进行处理。另外,利用网络技术将多台计算机连成具有高性能的计算机系统来解决大型问题,也比用同样性能的大中型计算机节省费用。

1.1.3 网络服务

网络提供的应用常被称为服务。例如,电子邮件就是最常见的网络服务。网络打印、文件共享、Internet 访问、远程拨入能力、主机通信等都是借助于网络实现的关键商业功能。

1. 文件和打印服务

文件服务指使用文件服务器提供数据文件、应用(比如文字处理程序或电子表格)和磁盘空间共享的功能。文件服务是网络的最初应用,并且至今仍是网络的应用基础。使用打印服务来共享网络上的打印机也会节省时间和资金。

2. 通信服务

借助于网络通信服务,远程用户可以通过电话线和调制解调器连接到网络。通信服务器也被称为“访问服务器”。用户可以从一个远程地点在共享打印机上打印文件,登录到主机,从内部邮件系统接收邮件,或者对内部数据库进行查询。由于内部资源可以被局域网的用户访问,所以通信服务器有必要加强安全措施。

3. 邮件服务

对于用户来说,邮件服务是网络最常见的功能。邮件服务可以保证网络上的用户间电子邮件的保存和传送。用户借助于电子邮件可以实现组织内外的快捷方便的通信。由于邮件服务使用得很频繁,因而需要保证有足够的技术支持和管理资源。

4. Internet 服务

Internet 服务包括 WWW 服务器和浏览器、文件传输功能、Internet 编址方式、安全过滤,以及直接登录到 Internet 上其他计算机的方法。Internet 服务的概念包含很广泛的网络功能,其重要性日益增加。

5. 管理服务

随着网络变得越来越庞大和复杂,网络会变得很难管理。为跟踪大型网络运行情况,有必要使用特殊的网络管理服务。网络管理服务可以集中管理网络,简化网络复杂的管理任务。

1.1.4 计算机网络的组成

1. 计算机网络的逻辑构成

计算机网络从逻辑结构上可以分成两部分:负责数据处理、向网络用户提供各种网络资源及网络服务的用户资源子网和负责数据转发的通信子网。如图 1.1 所示。

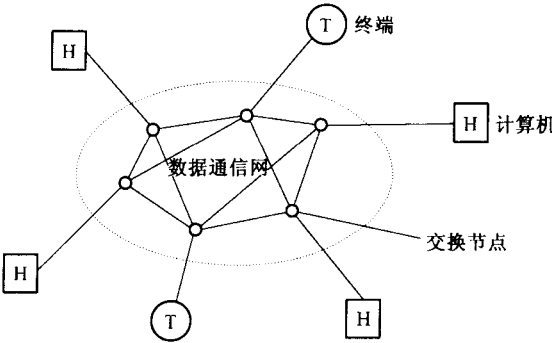


图 1.1 通信子网和资源子网

虚线内层的称为通信子网,由通信控制处理机以及软件和高连通线路组成,负责全网的数据传输、转接和通信处理。外层是资源子网,包括所有主计算机系统的硬件、软件、数据库、终端以及与通信子网的接口设备等,专门负责全网的数据处理业务,并向网络提供自己的资源,同时也享用全网资源。

这两级子网由专门的网络协议联系在一起,并行工作。两级子网的分工使主机系统能集中力量充分发挥数据处理的效能,提高了通信效率。美国国防部高级研究计划局的 ARPA 网络就是最早的享有盛名的两级结构的计算机网络。

2. 计算机网络的拓扑结构

拓扑学(Topology)是一种研究与大小形状无关的点、线、面特点的学科。从拓扑学的观点看计算机和网络系统,就形成了连网的计算机(又称节点)在地理分布和连接关系上的几何构形,称为计算机网络的拓扑结构。理论计算机和信息研究工作者已提出许多评估网络性能的实际问题,其中一些问题已归结为图论问题,可以借助图论中的理论和方法对互连网络的拓扑结构进行设计、分析和性能评估。

常见的网络拓扑结构有总线型、星型、环型和网状拓扑,如图 1.2 所示。

(1) 总线型拓扑

如果网络中的所有结点都连到一条主干电缆上,这条主干电缆就称为总线(bus)。总线两端必须作终结处理。由于所有站点共用一条总线,所以一次只能由一个设备传输信息,这就需要解决“下一次轮到哪个站点发送信息”的问题。

总线型拓扑没有关键性结点,单一的工作站故障并不影响网络上的其他工作站的正常工作,电缆连接简单,易于安装,增加、撤销网络设备灵活方便,所以它曾经是较为普遍的一种物理网络结构。

(2) 环型拓扑

环型结构将所有结点连接成一个封闭的环路,信息沿一个方向在闭合环路电缆中传输。

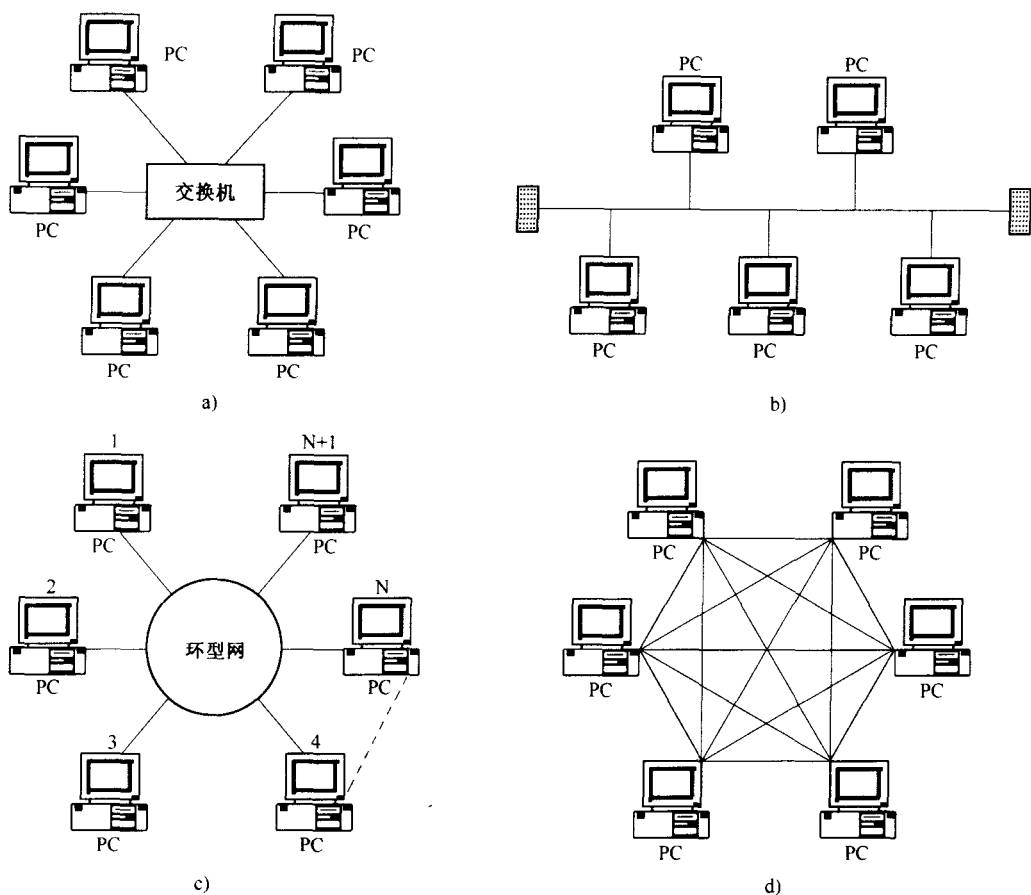


图 1.2 网络的拓扑结构

a) 星型拓扑 b) 总线拓扑 c) 环型拓扑 d) 网状拓扑

各结点通过中继器连在环路上。中继器一方面负责与自己所连的工作站交换信息,一方面将接收到的信号以同样的速率、同样的方向传给下一结点。最后由终结点接收信息。环型结构的信息传输是通过令牌(Token)传递的方式来控制的,只有获得令牌的站点才能发送数据。环型结构的优点主要是传输速率高,距离远,传输信息包长度不受限制,适用于传输数据量大的场合。另外,它的访问时间是确定的,可用于实时性的处理和控制。主要缺点是中继器的增加使得费用加大,增加和撤销工作站十分困难,若有工作站失效,整个系统都受影响。

(3) 星型拓扑

网络拓扑的最早形式之一是星型,它以一台设备作为中央结点,中央结点可以是文件服务器或专门的接线设备,网络上所有信息必须通过中央结点。由于任何一个工作站与中央结点都是点对点连接,故访问控制比较简单。当某结点提出访问网络的请求时,只要线路空闲,就可在这两个结点之间建立连接。星型结构使得网络故障容易诊断,站点失效容易检测,电缆连接易于修改,系统易于扩充。但是每个站点与中央结点之间都有一条连线,所以费用较高。另外,中央结点是网络的关键性节点设备,若发生故障,将导致整个网络的瘫痪。

(4) 网状结构

图 1.2d 中每一台计算机和其他计算机间都有直接的线路相连,即使有线路坏了,也不至

于影响通信。全连接的网状结构速度快,但价格太贵,一般不使用这种结构。

网络的拓扑结构和传输控制协议是影响网络性能的重要因素。网络的媒体控制访问协议用于决定网络上各站点何时使用媒体,如何发送数据,解决合理分配传输信道的问题。

1.1.5 计算机网络的分类

计算机网络有多种分类标准。

最常用的分类标准是根据网络范围和计算机之间互连的距离来分类。按地域范围分,计算机网络可分为三类:局域网 LAN(Local Area Network),广域网 WAN(Wide Area Network)和城市地区网络 MAN(Metropolitan Area Network,简称为城域网)。若简单地分,计算机可分成远程网和局域网。

局域网 LAN 用于将有限范围内(如一个实验室、一幢大楼、一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互连成网。连接相隔较远的两个或更多局域网的网络被称作广域网 WAN。Internet 就是一个纵横全球的很复杂且具有扩展性的广域网。由于广域网要从比局域网距离远得多的地方传送数据,所以广域网需要的技术和传输介质与局域网稍有差别。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。

计算机网络还可按其他的角度分类:如按通信介质分为有线网和无线网;按速率分为低、中、高速;根据对信道的使用情况,可分为点到点通信方式以及多点共享信道模型;按使用范围分为公用网和专用网;按网络控制方式分为集中式和分布式等等。

1.2 数据通信基础

1.2.1 信道和传输介质

通常将在通信过程中产生和发送信息的设备或计算机称为“信源”,把在通信过程中接收和处理信息的设备或计算机称为“信宿”,而信源和信宿之间的通信线路称为“信道”。也可以说,数据信号传输的必经之路称为“信道”。

物理信道由传输介质及有关设备组成。如双绞线、同轴电缆、光纤、电磁波等都是可传输物理信号的介质,它们都可以用于构成物理信道。网络中两个节点之间的物理通道常称为通信链路。逻辑信道是建立在物理信道上的一种抽象信道概念,在信号的发收点之间存在一条间接的连接。这样的信道是抽象意义下的信道,所以称为逻辑信道。一条物理信道可被分为几条逻辑信道,多条物理信道亦可合为一条逻辑信道,通常把逻辑信道称为“连接”。

按传输介质的不同,物理信道可分为有线信道、无线信道、卫星信道。按在信道上传输信号的不同,可分为传输正弦波模拟量的模拟信道和传输二进制脉冲电信号的数字信道。

常用的传输介质包括双绞线、同轴电缆和光导纤维,另外,还有通过大气的各种形式的电磁传播,如微波、红外线和激光等。

(1) 双绞线

双绞线(Twisted-Pair)把多个线对扭在一起,可以减少各线对之间或其他电子噪声源的电磁干扰。双绞线主要分为两类,即非屏蔽双绞线 UTP(Unshielded Twisted-Pair)和屏蔽双绞线 STP(Shielded Twisted-Pair)。