

《计算机基础教学内容体系改革和建设的研究与实践》课程改革教材

计算机网络 基础教程

● 主编 聂真理 李秀芹 李 啸



北京工业大学出版社

计算机网络基础教程

主 编	聂真理	李秀芹	李 啸
副主编	金顺福	胡美燕	毛红旗
	傅德谦	罗建斌	白小明

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本教材依据教育部对该课程的大纲要求,按照教学中“少而精、宽又新”和“由表及里、由浅入深”的原则编排的,便于使用者掌握计算机网络的基础知识和基本理论。主要内容包括:引论、数据通信基础知识、计算机体系结构、局域网、网络互联、网络设备、高速网络技术、网络操作系统、网络管理与网络安全、Internet 应用与技术原理等。

本书语言通俗、表达准确、图文并茂,具有较强的实用性,不仅适合作各类院校相关专业计算机网络课程的教材或参考书,也可供从事计算机网络工程的专业技术人员和管理人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础教程/聂真理,李秀芹,李啸主编. —北京:北京工业大学出版社, 2005.7 重印

ISBN 7-5639-1167-7

I. 计… II. ①聂…②李…③李… 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 (2002) 第 077602 号

计算机网络基础教程

主编 聂真理 李秀芹 李 啸

※

北京工业大学出版社出版发行

邮编: 100022 电话: (010)67392308

各地新华书店总经销

徐水宏远印刷厂印刷

※

2002 年 10 月第 1 版 2005 年 7 月第 2 次印刷

787 × 1092 毫米 16 开本 21.5 印张 510 千字

印数: 5001~9000 册

ISBN 7-5639-1167-7/T · 191

定价: 35.00 元

前 言

随着计算机技术的飞速发展,计算机的应用逐渐渗透到各个技术领域和社会的各个方面。特别是计算机网络的迅猛发展,对科学、技术乃至整个社会产生了巨大的影响。它突破了人们在以往信息交流中受到的时空限制,已经成为人们获取信息、交流信息的重要途径,成为现代生活中不可缺少的工具。目前,社会急需大量计算机网络开发和应用方面的专业人才。因此,对高校计算机专业及其相近专业的学生来说,计算机网络是重要的核心课程之一,它是进行网络设计和开发的基础。本书正是为了适应社会对计算机网络人才的需求而编写的。

作者根据多年进行计算机网络教学及科学研究的实践,结合当前通信和网络的新技术和新成果,对数据通信和计算机网络等内容作了系统的介绍。本书吸取了面向 21 世纪计算机专业教学内容和课程体系改革的最新成果,贯彻理论与实践相结合的原则;注重知识、能力、素质协调发展的原则和优化结构、精选内容、突出重点的原则;紧跟网络技术的发展方向,力求知识的系统性、完整性、新颖性和实用性。本书适合作各类院校相关专业计算机网络课程的教材或参考书,也可供从事计算机网络工程的专业技术人员和管理人员学习使用。

本书共分为十章。第一章对计算机网络技术作了总体概述,介绍了计算机网络的基础知识;第二章讲述了数据通信的基础知识,介绍了数据通信的基本原理;第三章介绍了计算机体系结构的有关知识;第四章介绍了计算机局域网技术,在本章中注重了理论性和实践的结合;第五章是有关网络互联的知识,讲解了广域网的有关知识;第六章介绍了网络设备,这是有关网络硬件知识的介绍,也是实践性较强的一章;第七章对当今的高速网络技术进行了介绍,紧跟网络技术的发展潮流,知识新颖;第八章和第九章介绍了网络操作系统和网络管理与网络安全,主要介绍了现在主流网络软件系统的有关知识;第十章是 Internet 应用与技术原理,这是现在和人们生活紧密相关的一项技术。

本书由聂真理、李秀芹、李啸担任主编,金顺福、胡美燕、毛红旗、傅德谦、罗建斌、白小明、担任副主编,参加本书编写人员有(按姓氏笔画为序):马志欣、王三定、毛红旗、白小明、史先焘、付景叶、朱红祥、朱巍峰、李啸、李秀芹、罗建斌、金顺福、胡美燕、袁剑锋、聂真理、傅德谦、斯日古楞、韩利凯。全书由聂真理总纂、定稿。

本书在编写过程中,参阅了国内外许多同志的教材、专著或文章,汲取了该领域最新的研究成果。在此,对这些成果的作者表示衷心感谢!由于计算机网络技术发展迅速,作者水平有限,书中难免有缺点、错误,欢迎同行、专家和读者批评指正。

编 者

2002 年 10 月

目 录

第1章 引 论..... 1	2.6.5 异步传输模式(ATM) 42
1.1 计算机网络的演变与发展 1	2.7 物理传输媒体 43
1.2 计算机网络的概念与组成 3	2.7.1 双绞线 43
1.3 计算机网络的功能 4	2.7.2 同轴电缆 44
1.4 计算机网络的分类 4	2.7.3 光纤 45
习题一 7	2.7.4 无线传输媒体 47
第2章 数据通信基础知识 8	2.8 终端设备 50
2.1 数据通讯的概念 8	2.8.1 终端设备的作用 50
2.1.1 通信系统模型 8	2.8.2 终端设备的构成 50
2.1.2 数据通信系统的主要构成 10	2.8.3 智能终端和虚拟终端 51
2.1.3 数据通信的基本过程 12	2.9 差错检测与校正 51
2.1.4 数据通信的主要指标 12	2.9.1 差错的产生和控制 51
2.2 数据通信基础理论 14	2.9.2 简单差错控制编码 53
2.2.1 带宽与傅立叶分析 14	2.9.3 海明码 54
2.2.2 数据的最大传输速率 15	2.9.4 循环冗余码 54
2.3 数据通信方式 16	习题二 56
2.3.1 单工通信与双工通信 16	第3章 计算机体系结构 58
2.3.2 基带传输与宽带传输 18	3.1 计算机网络体系结构 58
2.3.3 数据传输的同步方式 19	3.1.1 计算机网络体系结构的 定义和发展 58
2.4 数据编码 22	3.1.2 计算机网络分层体系结构及 分层原理 59
2.4.1 数字数据的数字信号编码 22	3.1.3 计算机网络通信协议 60
2.4.2 数字数据的模拟信号编码 (调制/解调)..... 24	3.1.4 计算机网络与通信的标准 制定机构 61
2.4.3 模拟数据的数字信号编码 30	3.2 开放系统互联参考模型(OSI/RM)..... 63
2.5 多路复用 32	3.2.1 (N)层与(N)层实体及 对等实体间的通信 63
2.5.1 频分多路复用访问(FDMA) 33	3.2.2 (N)协议与(N)服务 64
2.5.2 时分多路复用访问(TDMA) 34	3.2.3 服务访问点 SAP 与服务 连接端点 CEP 64
2.5.3 波分多路复用访问(WDMA) 35	3.2.4 数据单元及在各层传送 数据的处理关系 65
2.5.4 码分多路复用访问(CDMA) 36	3.2.5 服务原语 67
2.6 数据交换技术 37	
2.6.1 电路交换 38	
2.6.2 报文交换 39	
2.6.3 报文分组交换 41	
2.6.4 帧中继 42	

3.3 OSI 各层概述	68	4.3.5 10 BASE-5	133
3.3.1 物理层	68	4.3.6 10 BASE-2	134
3.3.2 数据链路层	70	4.3.7 10 BASE-T	135
3.3.3 网络层	77	4.4 令牌环访问控制和 IEEE 802.5 标准	136
3.3.4 传输层	80	4.4.1 令牌环局域网	136
3.3.5 会话层	87	4.4.2 令牌环访问控制	138
3.3.6 表示层	90	4.4.3 IEEE 802.5 标准	139
3.3.7 应用层	91	4.5 令牌总线访问控制和 IEEE 802.4 标准	140
3.4 其他网络体系结构概述	93	4.5.1 令牌总线局域网	140
3.4.1 ARPA 网的体系结构	93	4.5.2 令牌总线访问控制	141
3.4.2 SNA 网的体系结构	93	4.5.3 IEEE 802.4 标准	143
3.4.3 X.25 网的体系结构	94	4.6 无线局域网和 IEEE 802.11 标准	143
3.4.4 NetWare 网的体系结构	94	4.6.1 无线局域网	143
3.4.5 NT 网的体系结构	95	4.6.2 IEEE 802.11 标准	147
3.5 TCP/IP 网络体系结构	97	习题四	150
3.5.1 TCP/IP 参考模型	97	第 5 章 网络互联	152
3.5.2 IP 数据报	99	5.1 网络互联	152
3.5.3 IP 地址	101	5.1.1 网络互联的概念	152
3.5.4 IP 路由表	105	5.1.2 网络互联基本原理	153
3.5.5 IP 报文的转发及分段	106	5.1.3 OSI 与网络互联	155
3.5.6 Internet 控制报文协议 ICMP	107	5.2 网络互联的形式	156
3.5.7 Internet 组管理协议 IGMP	107	5.2.1 LAN 与 LAN 互联	156
3.5.8 新一代 IP-IPv6 的产生	108	5.2.2 LAN 与 WAN 互联	157
3.5.9 IPv6 数据报	108	5.3 公共传输系统	158
3.5.10 128 位 IP 地址	111	5.3.1 公共传输系统	158
3.5.11 IPv6 的过渡	116	5.3.2 公共电话交换 PSTN	160
3.5.12 TCP	118	5.3.3 综合业务数字网 ISDN	160
3.5.13 UDP	120	5.3.4 数字数据网 DDN	163
习题三	120	5.3.5 X.25 分组交换网	164
第 4 章 计算机局域网	122	5.4 路由选择	167
4.1 计算机局域网概述	122	5.4.1 理想路由选择算法的基本特性	167
4.1.1 局域网的定义、功能及特点	122	5.4.2 路由选择算法	168
4.1.2 局域网的主要技术特征	123	5.5 拥塞控制	173
4.2 局域网的体系结构	124	5.5.1 流量控制和拥塞控制	174
4.2.1 IEEE 802 LAN 参考模型	124	5.5.2 拥塞控制的基本原理	175
4.2.2 IEEE 802 LAN 标准	128	5.5.3 许可控制	176
4.3 CSMA/CD 和 IEEE 802.3 标准	129	5.5.4 通信量控制策略	176
4.3.1 载波监听多路访问(CSMA)	129	5.5.5 反馈机制	178
4.3.2 CSMA/CD	131	5.5.6 负载脱落	179
4.3.3 二进制指数退避算法	131	习题五	179
4.3.4 IEEE 802.3 标准与以太网	131		

第 6 章 网络设备	180	7.7.1 DSL 的实现技术	224
6.1 网络接口卡 NIC	180	7.7.2 DSL 的分类	224
6.2 集线器 Hub	182	7.8 多兆位数据交换服务 SMDS	226
6.3 交换机	184	习题七	227
6.4 网络互联设备	189	第 8 章 网络操作系统	228
6.4.1 中继器	190	8.1 网络操作系统综述	228
6.4.2 网桥	191	8.1.1 网络操作系统的概念	228
6.4.3 路由器	194	8.1.2 网络操作系统的组成	228
6.4.4 网关	197	8.1.3 网络操作系统的功能	228
6.4.5 小结	198	8.1.4 常见的网络操作系统	229
习题六	198	8.2 NetWare 网络操作系统	229
第 7 章 高速网络技术	199	8.2.1 NetWare 网络操作系统概述	229
7.1 交换式局域网 LAN	199	8.2.2 NetWare 网络操作系统的 安装和设置	231
7.1.1 交换式局域网 LAN 概述	199	8.2.3 网络管理	237
7.1.2 全双工交换式 LAN	200	8.3 Windows NT/2000 操作系统	240
7.1.3 虚拟局域网 VLAN	200	8.3.1 Windows NT/2000 操作系统概述	240
7.2 快速以太网和千兆以太网	201	8.3.2 Windows NT Server 的安装 和设置	241
7.2.1 快速以太网 Fast Ethernet	201	8.3.3 用户管理	245
7.2.2 千兆以太网	205	8.4 Linux 网络操作系统	253
7.3 光纤分布式数据接口 FDDI	206	8.4.1 Linux 的简介	253
7.3.1 FDDI 简介	206	8.4.2 RedHat Linux 的安装	254
7.3.2 FDDI 的基本原理	207	8.4.3 Linux 的用户账号管理	258
7.3.3 铜线分布式数据接口 CDDI	210	习题八	260
7.4 光纤通道	210	第 9 章 网络管理与网络安全	262
7.4.1 光纤通道简介	210	9.1 网络管理基础	262
7.4.2 光纤通道网络的构成	211	9.1.1 网络管理基本概念	262
7.4.3 光纤通道的层次结构	212	9.1.2 网络管理的发展	262
7.4.4 光纤通道的物理媒体 和拓扑结构	213	9.1.3 网络管理的功能	264
7.5 帧中继 FR	214	9.1.4 网络管理协议	266
7.5.1 帧中继 FR 简介	214	9.1.5 SNMP 协议的发展	269
7.5.2 帧中继网与一般分组 交换网之对比	215	9.2 网络安全	270
7.5.3 帧中继的应用	216	9.2.1 网络安全性	270
7.6 异步传输模式 ATM	217	9.2.2 加密(Encryption)	273
7.6.1 几个基本概念	217	9.2.3 认证(Authentication)	276
7.6.2 ATM 原理	218	9.2.4 防火墙(Firewall)	278
7.6.3 ATM 交换	219	习题九	283
7.6.4 ATM 协议层次结构	220	第 10 章 Internet 应用与技术原理	284
7.6.5 ATM 局域网仿真	221	10.1 Internet 概述	284
7.7 数字用户线 DSL 技术	224	10.1.1 什么是 Internet	284

10.1.2 Internet 的起源与发展	285	10.4 WWW 技术	301
10.1.3 国内 Internet 发展简介	285	10.4.1 WWW 概述	301
10.1.4 Internet 的应用	286	10.4.2 超文本与超媒体	301
10.1.5 Internet 地址	287	10.4.3 超文本传输协议	303
10.2 Internet 主要功能	289	10.4.4 统一资源定位器	304
10.2.1 远程登录	289	10.4.5 WEB 浏览器	305
10.2.2 电子邮件	290	10.4.6 WWW 的工作原理	308
10.2.3 文件传输	291	10.4.7 WWW 主页(HomePage)	309
10.2.4 电子公告板	291	10.4.8 HTML 超文本标记语言	310
10.2.5 万维网(全球网)(World Wide Web).....	291	10.4.9 Java 技术	321
10.3 Internet 接入技术	292	10.4.10 WWW 的使用	324
10.3.1 传统的窄带接入	292	习题十	334
10.3.2 现代宽带接入	294	参考文献	335

第1章 引 论

1.1 计算机网络的演变与发展

20 世纪 70 年代, 在世界范围内掀起了一场以“信息革命”为中心的技术革命浪潮, 它的最主要标志就是计算机的广泛应用。随着计算机技术的普及和发展, 计算机的应用逐步渗透到各个领域和整个生活的各个方面。社会信息化、数据的分布式处理以及各种计算机资源共享等要求的提出, 推动着计算机技术更快地发展, 促进了当代计算机技术与现代通信技术的紧密结合, 形成了一个崭新的技术领域: 计算机网络。

计算机网络化是计算机进入到第四个时代的重要标志, 几乎所有计算机都面临着网络化的问题。在微机普及的今天, 网络平台是个人计算机使用环境的一种必然选择。一个国家、地区或单位微机的网络化水平, 可以说就代表着计算机的使用水平。预计本世纪初期, 也就是以后的一段时间, 随着信息高速公路的建设, 网络的应用将以更快的步伐进入到千家万户, 它将对人们的生活和生产产生更加深刻的影响。

回顾历史, 20 世纪 50 年代中期, 美国的半自动地面防空系统 (SAGE) 是计算机技术和通信技术相结合的最初尝试。当时 SAGE 系统将远距离的雷达和测控设备的信息经过通信线路汇集到一台 IBM 计算机上进行处理和控制在控制。而世界上公认的第一个最成功的远程计算机网络是在 1969 年, 由美国国防部高级计划研究署 (ARPA, Advanced Research Project Agency) 组织和成功研制的 ARPAnet 网络。美国国防部高级研究计划署在 1969 年建成了具有 4 个接点的试验网络。1971 年 2 月建成了具有 15 个接点、23 台主机的网络并投入使用, 这就是通常人们认为的网络的起源, 同时也是 Internet 的起源。

为了更好地理解计算机网络的演变和发展, 我们可以将计算机网络的形成与发展进程分为四代。

第一代, 面向终端的计算机通信网络。在 20 世纪 50 年代中期至 60 年代末期, 计算机技术与通信技术初步结合, 形成了计算机网络的雏形。此时的计算机网络, 是指以单台计算机为中心的远程联机系统。美国在 1963 年投入使用的飞机订票系统 SABRE-1, 就是这类系统的典型代表之一。此系统以一台中心计算机为主机, 将全美范围内的 2 000 多个终端通过电话线连接到中心计算机上, 实现并完成了订票业务。

第二代, 初级计算机网络。在 20 世纪 60 年代末期至 70 年代后期, 计算机网络在通信网络的基础上, 完成了计算机网络体系结构与协议的研究, 形成了计算机初级网络。其中, 60 年代后期和 70 年代初期发展起来的美国国防部高级研究计划署的 ARPAnet 网络就是这类系统的典型代表, 此时的计算机网络是由若干个计算机互连而成。此外, ARPAnet 网络还将一个计算机网络划分为“通信子网”和“资源子网”两大部分, 通信子网完成全

网的数据传输和转发等通信处理工作。计算机资源子网承担全网的数据处理业务，并向网络用户提供各种网络资源和网络服务。当今的计算机网络仍沿用这种组合方式。

远程终端计算机系统是在分时计算机系统基础上，通过 Modem（调制解调器）和 PSTN（公用电话网）向地理上分布的许多远程终端用户提供共享资源服务的。这虽然还不能算是真正的计算机网络系统，但它是计算机与通信系统结合的最初尝试。远程终端用户似乎已经感觉到使用“计算机网络”的味道了。

在远程终端计算机系统基础上，人们开始研究把计算机与计算机通过 PSTN 等已有的通信系统互联起来。为了使计算机之间的通信联接可靠，建立了分层通信体系和相应的网络通信协议，于是诞生了以资源共享为主要目的的计算机网络。由于网络中计算机之间具有数据交换的能力，提供了在更大范围内计算机之间协同工作、实现分布处理甚至并行处理的能力，联网用户之间直接通过计算机网络进行信息交换的通信能力也大大增强。

1969 年 12 月，Internet 的前身——美国的 ARPA 网投入运行，它标志着现代意义上的计算机网络的兴起。ARPA 网是一种分组交换网。分组交换技术使计算机网络的概念、结构和网络设计方面都发生了根本性的变化，它为后来在这个计算机互联的系统中使用计算机网络打下了基础。

第三代，开放式的标准化计算机网络。在 20 世纪 70 年代初期至 90 年代中期这个阶段，计算机网络在解决了计算机联网和网络互联标准问题的基础上，提出了开放系统的互联参考模型与协议，促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。因此，第三代的计算机网络指的是“开放式的标准化计算机网络”。这里指的“开放式”是相对于那些只能符合独家网络厂商要求的各自封闭的系统而言的。在开放式网络中，所有的计算机和通信设备都遵循着共同认可的国际标准，从而可以保证不同厂商的网络产品可以在同一网络中顺利地进行通信。事实上，目前存在着两种占主导地位的网络体系结构，一种是 ISO（国际标准化组织）的 OSI（开放式系统互联）体系结构；另一种是 TCP/IP（传输控制协议/网际协议）体系结构。

80 年代初，随着 PC 个人微机应用的推广，PC 联网的需求也随之增大，各种基于 PC 互联的微机局域网纷纷出台。这个时期微机局域网系统的典型结构是在共享介质通信网平台上的共享文件服务器结构，即为所有联网 PC 设置一台专用的可共享的网络文件服务器。PC 是一台“麻雀虽小，五脏俱全”的微型计算机，每个 PC 机用户的主要任务仍在自己的 PC 机上运行，仅在需要访问共享磁盘文件时才通过网络访问文件服务器，体现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。由于使用了较 PSTN 速率高得多的同轴电缆、光纤等高速传输介质，使 PC 网上访问共享资源的速率和效率大大提高。这种基于文件服务器的微机网络对网内计算机进行了分工：PC 机面向用户，微机服务器专用于提供共享文件资源。所以它实际上就是一种客户机/服务器模式。

计算机网络系统是非常复杂的系统，计算机之间相互通信涉及到许多复杂的技术问题，为了实现计算机网络通信，计算机网络采用的是分层解决网络技术问题的方法。但是，由于存在不同的分层网络系统体系结构，它们的产品之间很难实现互联。为此，国际标准化组织 ISO 在 1984 年正式颁布了“开放系统互联基本参考模型”OSI 国际标准，使计算机网络体系结构实现了标准化。

第四代, 新一代综合性、智能化、宽带高速计算机网络。在 20 世纪 90 年代中期至 21 世纪初期这个阶段, 计算机网络向全面互连、高速和智能化发展, 并将得到更广泛的应用。这是目前正在研究与发展着的计算机网络。由于因特网 (Internet) 的进一步发展面临着带宽 (即网络传输速率和流量) 的限制、网上安全管理、多媒体信息 (尤其是视频信息) 传输的实用化和因特网上地址紧缺等各种困难, 因此, 新一代的计算机网络应满足高速、大容量、综合性、数字信息传递等多方位需求。有一种观点认为, 第四代计算机网络是以宽带综合业务数字化网络和 ATM 技术为核心来建立的。

进入 90 年代, 计算机技术、通信技术以及建立在计算机和网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施 NII 后, 全世界许多国家纷纷制定和建立本国的 NII, 从而极大地推动了计算机网络技术的发展, 使计算机网络进入了一个崭新的阶段。目前, 全球以美国为核心的高速计算机互连网络即 Internet 已经形成, Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。而美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2 (Internet 2) 和下一代互联网 (Next Generation Internet)。可以说, 网络互联和高速计算机网络正成为最新一代的计算机网络的发展方向。

1.2 计算机网络的概念与组成

我们知道, 计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物, 是信息技术进步的象征。近年来, Internet 这个全球化计算机网络的快速发展, 已经证明了计算机网络对信息时代的重要性。

那么, 到底什么是计算机网络呢? 它的结构如何呢?

不同的时期, 不同的人群对计算机网络的含义和理解是不尽相同的。早期, 人们将分散的计算机、终端及其附属设备, 利用通信媒体连接起来, 能够实现相互的通信称做网络系统。1970 年在美国信息处理协会召开的春季计算机联合会议上, 计算机网络定义为“以能够共享资源 (硬件、软件和数据等) 的方式连接起来, 并且各自具备独立功能的计算机系统之集合”。

上述两种描述的主要区别是: 后者各结点的计算机必须具备独立的功能, 而且资源 (文件、数据和打印机等) 必须能够实现共享。

随着分布处理技术的发展和从用户使用角度考虑, 对计算机网络的理解和定义也发生了变化, 计算机网络定义为“必须具有能为用户自动管理各类资源的操作系统, 由它调度完成网络用户的请求, 使整个网络资源对用户透明”。

目前, 计算机网络至少要满足以下三点要求:

- ① 要有两台或两台以上的计算机。
- ② 需要通讯介质把两台或两台以上的计算机相互连接起来。这里的通讯介质包括有线介质和无线介质。有线介质一般有双绞线、同轴电缆和光缆; 无线介质有激光、微波和卫星通讯等。
- ③ 网络的运行要有一定的协议作支持。

综上所述，我们将计算机网络做如下描述：计算机网络是利用通信线路将地理位置分散的、具有独立功能的许多计算机系统连接起来，按照某种协议进行数据通信，以实现资源共享的信息系统。

1.3 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能是：数据通信、资源共享、分布处理。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息，包括文字信件、新闻消息、咨询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点，可实现将分散在各个地区的单位或部门的计算机网络联系起来。

2. 资源共享

“资源”指的是网络中所有的软件、硬件和数据资源。“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。例如，某些地区或单位的数据库（如飞机机票购票信息、饭店客房管理等）可供全网使用；某些单位设计的软件可供需要的地方有偿调用或办理一定手续后调用；一些外部设备如打印机，可面向用户，使不具有这些设备的地方也能使用这些硬件设备。如果不能实现资源共享，各地区都需要有完整的一套软、硬件及数据资源，则将大大地增加全系统的投资费用，通过网络就可以将资源进行统一的调配、控制和管理。

3. 分布处理

当某台计算机负担过重时，或该计算机正在处理某项工作时，网络可将新任务转交给空闲的计算机来完成，这样处理能均衡各计算机的负载，提高处理问题的实时性。对大型综合性问题，可将问题各部分交给不同的计算机分头处理，充分利用网络资源，扩大计算机的处理能力，即增强实用性。对解决复杂问题来讲，多台计算机联合使用并构成高性能的计算机体系，这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机便宜得多。

由此可见，计算机网络可以大大扩展计算机系统的功能，扩大其应用范围，提高可靠性，为用户提供方便，同时也减少了费用，提高了性能价格比。

综上所述，计算机网络首先是计算机的一个群体，是由多台计算机组成的，每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作，如启动、关机和控制其运行等。其次，这些计算机是通过一定的通信媒体互连在一起的，计算机间的互联是指它们彼此间能够交换信息。网络上的设备包括微机、小型机、大型机、终端、打印机，以及绘图仪、光驱等设备。用户可以通过网络共享设备资源和信息资源。网络处理的电子信息除一般文字信息外，还可以包括声音和视频信息等。

1.4 计算机网络的分类

计算机网络的类型很多，根据各种不同的分类标准，可以把计算机网络分为不同类型。

1. 按照规模大小和延伸范围分类

按照规模大小和延伸范围常划分为局域网 (LAN)、城域网 (MANs)、广域网 (WAN)。

局域网是一种在小范围内实现的计算机网络, 一般在一个建筑物内, 或一个工厂、一个事业单位内部, 为单位独有。局域网距离可在十几公里以内, 信道传输速率可达 1~20 Mb/s, 现代的高速局域网甚至可以达到 1Gb/s, 而且结构简单, 布线容易。城域网是在一个城市内部组建的计算机信息网络, 提供全市的信息服务。目前, 我国许多城市正在建设城域网。广域网范围很广, 可以分布在一个省内、一个国家或几个国家、直至全球。广域网信道传输速率较低, 一般小于 0.1Mb/s, 结构比较复杂。Internet 可以视为世界上最大的广域网。

2. 按交换方式分类

按交换方式可分为线路交换网络 (Circuit Switching)、报文交换网络 (Message Switching) 和分组交换网络 (Packet Switching)。

线路交换最早出现在电话系统中, 早期的计算机网络就是采用此方式来传输数据的, 需要把数字信号变换为模拟信号后才能在线路上传输。报文交换网络是一种数字化网络。当通信开始时, 源机发出的一个报文被存储在交换器里, 交换器根据报文的目地址选择合适的路径发送报文, 这种方式称做存储—转发方式。分组交换也采用报文传输方式, 但它不是以不定长的报文做传输的基本单位, 而是将一个长的报文划分为许多定长的报文分组, 以分组作为传输的基本单位。这不仅大大简化了对计算机存储器的管理, 而且也加速了信息在网络中的传播速度。由于分组交换优于线路交换和报文交换, 具有许多优点, 因此它已成为计算机网络的主流。

3. 按网络拓扑结构分类

按网络拓扑结构可分为星型网络、树型网络、总线型网络、环型网络和网状网络。网络拓扑结构是抛开网络电缆的物理连接来讨论网络系统的连接形式, 是指网络电缆构成的几何形状, 它能表示出网络服务器、工作站的网络配置和互相之间的连接。

网络拓扑结构按形状可分为星型、环型、总线型、树型、总线/星型及网状拓扑结构。

(1) 星型拓扑结构

星型布局是以中央结点为中心与各结点连接而组成的, 各结点与中央结点通过点与点方式连接, 中央结点执行集中式通信控制策略, 因此中央结点相当复杂, 负担也重。目前流行的 PBX 就是星型拓扑结构的典型实例, 以星型拓扑结构组网, 其中任何两个站点要进行通信都必须经过中央结点控制。中央结点主要功能有: 为需要通信的设备建立物理连接, 为两台设备在通信过程中维持这一通路; 在完成通信或通信不成功时拆除通道。

在文件服务器/工作站 (File Servers/Workstation) 局域网模式中, 中心点为文件服务器, 存放共享资源。由于这种拓扑结构, 中心点与多台工作站相连, 为便于集中连线, 目前多采用集线器 (Hub)。

Hub 具有信号再生转发功能, 通常有 4 个、8 个、12 个、16 个、24 个端口等规格, 每个端口相对独立。

星型拓扑结构特点是: 网络结构简单, 组网容易, 可同时连双绞线、同轴电缆及光纤

等多种介质；采用集中控制方式，便于管理；网络延迟时间短，误码率低；但是网络共享能力较差，通信线路利用率不高，中央节点负担过重。

(2) 环型拓扑结构

环形网中各结点通过环路接口连在一条首尾相连的闭合环形通信线路中，环路上任何结点均可以请求发送信息。请求一旦被批准，便可以向环路发送信息。环形网中的数据可以是单向也可是双向传输。由于环线公用，一个结点发出的信息必须穿越环中所有的环路接口，信息流中目的地址与环上某结点地址相符时，信息被该结点的环路接口所接收，而后信息继续流向下一环路接口，一直流回到发送该信息的环路接口结点为止。

环形网的特点是：信息在网络中沿固定方向流动，两个结点间仅有唯一的通路，大大简化了路径选择的控制；某个结点发生故障时，可以自动旁路，可靠性较高；当网络确定时，其延时固定，实时性强；由于信息是串行穿过多个结点环路接口，当结点过多时，影响传输效率，使网络响应时间变长；而且由于环路封闭故扩充不方便。

环形网也是微机局域网常用拓扑结构之一，适合信息处理系统和工厂自动化系统。1985年IBM公司推出的令牌环形网（IBM Token Ring）是其典范。在FDDI得以应用推广后，这种结构会进一步得到采用。

(3) 总线拓扑结构

用一条称为总线的中央主电缆，将相互之间以线性方式连接的工站连接起来的布局方式，称为总线形拓扑。在总线结构中，所有网上微机都通过相应的硬件接口直接连在总线上，任何一个结点的信息都可以沿着总线向两个方向传输扩散，并且能被总线中任何一个结点所接收。由于其信息向四周传播，类似于广播电台，故总线网络也被称为广播式网络。

总线有一定的负载能力，因此，总线长度有一定限制，一条总线也只能连接一定数量的结点。

总线拓扑结构的特点是：结构简单灵活，非常便于扩充；可靠性高，网络响应速度快；设备量少、价格低、安装使用方便；共享资源能力强，极便于广播式工作，即一个结点发送所有结点都可接收。

在总线两端连接的器件称为端结器（末端阻抗匹配器或终止器）。主要与总线进行阻抗匹配，最大限度吸收传送端部的能量，避免信号反射回总线产生不必要的干扰。

总线形网络结构是目前使用最广泛的结构，也是最传统的一种主流网络结构，适合于信息管理系统、办公自动化系统领域的应用。

(4) 树型拓扑结构

树形结构是总线型结构的扩展，它是在总线网上加上分支形成的，其传输介质可有多条分支，但不形成闭合回路，树形网是一种分层网，其结构可以对称，联系固定，具有一定容错能力，一般一个分支和结点的故障不影响另一分支结点的工作，任何一个结点送出的信息都可以传遍整个传输介质，也是广播式网络。一般树形网上的链路相对具有一定的专用性，无须对原网做任何改动就可以扩充工作站。

(5) 总线/星型拓扑结构

用一条或多条总线把多组设备连接起来，相连的每组设备呈星型分布。采用这种拓扑

结构, 用户很容易配置和重新配置网络设备。总线采用同轴电缆, 星型配置可采用双绞线。

(6) 网状拓扑结构

将多个子网或多个局域网连接起来构成网际拓扑结构。在一个子网中, 集线器、中继器将多个设备连接起来, 而桥接器、路由器及网关则将子网连接起来。根据组网硬件不同, 主要有三种网际拓扑:

① 网状网。在一个大的区域内, 用无线电通信链路连接一个大型网络时, 网状网是最好的拓扑结构。通过路由器与路由器相连, 可让网络选择一条最快的路径传送数据。

② 主干网。通过桥接器与路由器把不同的子网或 LAN 连接起来形成单个总线或环型拓扑结构, 这种网通常采用光纤做主干线。

③ 星状相连网。利用一些叫做超级集线器的设备将网络连接起来, 由于星型结构的特点, 网络中任一处的故障都很容易查找并修复。

应该指出, 在实际组网中, 拓扑结构不一定是单一的, 通常是几种结构的混用。

习 题 一

1. 计算机网络的发展进程可以划分为几个阶段? 每个阶段的特点是什么?
2. 计算机网络由几部分组成? 各部分的功能如何? 每部分包含的主要部件是什么?
3. 什么是计算机网络? 是如何定义的?
4. 为什么要建立计算机网络? 简述计算机网络的基本功能。

第2章 数据通信基础知识

数据通信是计算机网络中的一种主要技术。对计算机网络来说,首先要解决的是计算机之间的通信问题,这是实现计算机网络化的技术基础。要想深层次地掌握计算机网络,必须对与数据通信相关的理论和基础知识有一定的了解。学习计算机网络中的数据通信技术,主要是研究计算机中数字数据的传输、交换、存储以及处理的有关理论、方法和技术,为后续章节的学习打好基础。

本章的主要内容有数据通信的概念和有关基础理论,数据通信方式和数据传输中的编码技术、复用技术、交换技术,通信系统中的物理传输媒体和传输错误的检测与校正等。

2.1 数据通讯的概念

在社会生活中,人们需要经常交换信息。广义地讲,不管用任何方法、通过任何媒体将信息从一地传送到另一地的过程,均可称为通信。尤其是进入信息社会后,随着社会生产力的发展,人类对通信的要求也就越来越高。通信的内容由只言片语到现在的多媒体数据,通信的手段从古代的鸿雁传书、烽火台“狼烟”报警到今天利用“电信号”来传递信息,通信变得越来越先进、越来越快捷、越来越安全。由于电通信的普遍应用和迅速发展,如今在自然科学中,“通信”一词几乎成了电通信的同义词。

2.1.1 通信系统模型

1. 数据与信号

数据(Data)是一种承载信息的实体,它涉及到事物的具体形式。而信息(Information)是对数据的解释,是该数据的内容和含义。数据可分为模拟数据和数字数据两种形式。模拟数据是在某个区间内连续的值。如声音和视频就是频率和振幅连续改变的波形。大多数模拟数据是用传感器收集的,如温度和压力等;数字数据是离散的值,它用有限的一系列符号代表信息。

信号(Signal)是数据的电磁或电子编码,是数据的表示形式。它使数据以适当的形式在媒体上传输。按其编码机制,信号可分为模拟信号和数字信号两种。模拟信号是幅度连续变化的电磁波。显然,模拟信号的取值可以有无限多个,是某些物理量的测量结果,如电话线上传递的语音信号等,这种信号可以不同的频率在各种传输媒体上传输。数字信号是一系列离散的脉冲序列,在任一时刻的电压值只可能是离散的有限个值,如计算机的结果输出、数字仪表的测量结果等。它可用恒定的正电压和负电压直接表示二进制的“1”和“0”。这种电脉冲可以按照不同的位速率在有线传输媒体上传输。

通信的根本目的是传输信息,而信息往往以具体的数据形式来表现,数据通过媒体传

送时又必须转换为一定形式的信号（模拟信号或数字信号），因此，通信归根结底是在一定的传输媒体上传送电信号，从而实现传送数据、交换信息的目的。

2. 通信系统模型

图 2-1 表示的是一个点对点的通信系统的抽象模型。该图反映了通信系统的共性，称为通信系统模型。

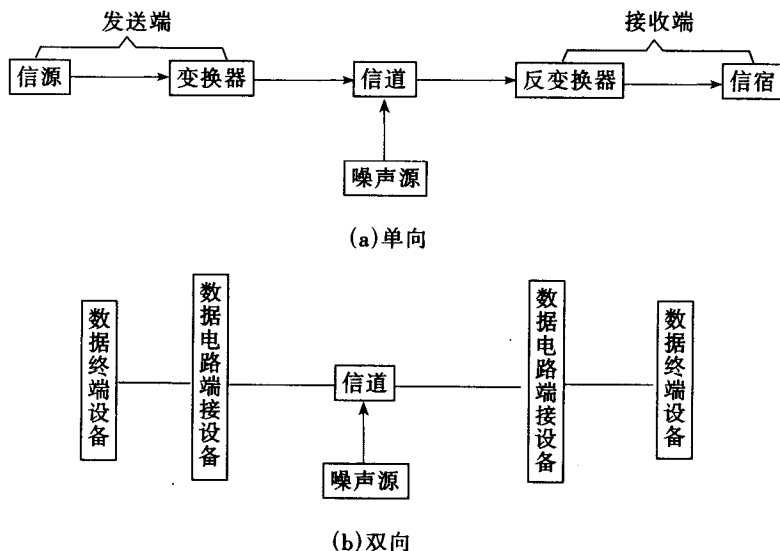


图 2-1 通信系统的模型

(1) 单向模型

单向系统模型如图 2-1 (a) 所示，有下列各部件：

信源：信源在发送端，是信息的产生者和发送者，它把各种要传送的信息转换成原始电信号。

变换器：一般来说，原始的电信号不能直接在信道上进行传输。变换器就是这样一种设备，它可以把原始的电信号变换成适合在信道上传输的信号。

信道：即通信线路，由信号的传输媒体及有关的设备（如中继器等）组成，其作用是把信号从发送端传送到接收端。

反变换器：它的工作过程和作用与变换器完全相反。接收端在收到信道上的信号后，首先要由接收端的反变换器复原成原始的电信号，然后再送给信宿。

信宿：信宿在接收端，是信息的接收者，它将收到的原始电信号转换成各种有用的信息。

噪声源：是数据信号在传输过程中的干扰源，通常是指信道中的热噪声以及外界噪声源的总和。

(2) 双向模型

图 2-1 (a) 所示的单向通信系统模型是为了说明通信系统中的一些概念，实际的通