

21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

计算机网络

JISUANJI WANGLUO

主编 王建新

主审 龚正虎



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

计算机网络

主 编 王建新

副主编 王伟平 王志坚

主 审 龚正虎

北京邮电大学出版社

内容简介

本书系统全面地介绍了计算机网络的基本原理与技术,深入探讨了网络协议和系统实现的核心技术,并对当今网络技术和应用的最新发展做了介绍。

全书分为十章,内容包括:网络概述、计算机网络、体系结构、数据通信基本原理、数据链路协议、介质访问控制与局域网技术、网络互联技术、因特网(TCP/TP)技术、数据通信网技术、网络安全与管理技术、计算机网络组网技术。每章后均配有练习与思考,同时,为方便教学,本书还配有电子教案。

本书在内容上融合了当今网络技术和应用的最新发展。本书可做为高等院校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参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/王建新主编. —北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0843-0

I. 计... II. 王... 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 042497 号

书 名: 计算机网络

主 编: 王建新

策 划: 三文工作室

E-mail: sanwen99@mail.edu.cn

责任编辑: 陈露晓 付晓霞

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真: 010-62282185(发行部) 010-62283578(传真)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 国防科技大学印刷厂印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 24.75

字 数: 438 千字

版 次: 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0843-0/TP·114

定 价: 33.50 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

编 委 会

主 任	陈火旺	中国工程院院士,国防科技大学教授
委 员	周立柱	清华大学计算机系主任
	杨放春	北京邮电大学计算机科学与技术学院院长
	杨学军	国防科技大学计算机学院院长
	徐晓飞	哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院院长
	李仁发	湖南大学计算机与通信学院院长
	卢正鼎	华中科技大学计算机学院院长
	李志蜀	四川大学计算机学院院长
	戴居丰	天津大学信息学院、软件学院院长
	蒋昌俊	同济大学计算机科学与工程系主任
	何炎祥	武汉大学计算机学院院长
	周兴社	西北工业大学计算机系主任
	陈志刚	中南大学信息学院副院长
	姜云飞	中山大学软件学院院长
	周昌乐	厦门大学软件学院院长
	齐 勇	西安交通大学计算机科学与技术系主任
	赵书城	兰州大学计算机学院院长
	孟祥旭	山东大学计算机学院院长

序

自 20 世纪 80 年代以来,高等学校计算机教育发展迅速,计算机教育的内容不断扩展、程度不断加深。特别是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里;社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息进程不断加速;计算机应用技术与其它专业的教学、科研工作结合更加紧密;各学科与以计算机技术为核心的信息技术的融合,促进了计算机学科的发展,各专业对学生的计算机应用能力也有更高和更加具体的要求。

基于近年来计算机学科的长足发展,以及国家教育部关于计算机基础教学改革的指导思路,我们确立了这套“21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材”的编写计划与编写思想。教材是教学过程中的“一剧之本”,是高校计算机教学的首要问题。该套系列教材编写计划的制定凝聚了编委会和作者的心血,是大家多年来在计算机学科教学和研究成果的体现,该套教材得到了陈火旺院士的亲自指导与充分肯定。

这套系列教材由北京邮电大学出版社三文工作室精心策划和组织。编写过程中,充分考虑了计算机学科的发展和《计算机学科教学计划》中内容和模块的调整,使得整套教材具有科学性和实用性。整套系列教材体系结构按课程设置进行划分。每册教材均涵盖了相应课程教学大纲所要求的内容,既具备学科设置的合理性,又符合计算机学科发展的需要。从结构上遵循教学认知规律,基本上能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

各册教材的作者均为多年来从事教学、研究的专家和学者,他们有丰富的教学实践经验,所编写的教材体系结构严谨、内容充实、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速、内容更新快,为使教材更新能跟上科学技术的发展,我们将密切关注计算机科学技术的发展新动向,以使我们的教材编写在内容上不断推陈出新、体系上不断完善,以适应高校计算机教学的需要。

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材编委会

2003 年 12 月

前 言

计算机网络(Computer Networks)是计算机技术与通信技术发展的结晶。由于人类社会对信息快速交换和快速处理的需求,以及在计算机和通信两大技术发展的驱动下,计算机网络得到了空前的发展,已成为计算机应用中一个必不可少的方面,对整个社会的进步做出了重大贡献。在 21 世纪,计算机网络尤其是 Internet 技术仍将得到快速的发展,并将深刻影响人们的生活、学习和工作,也将会对国家的经济建设、社会发展等方面提供巨大的支持。

本书系统地介绍了计算机网络的基本原理与技术,探讨了网络协议和系统实现的核心技术,并对当今网络技术和应用的最新发展动态做了介绍。

全书共分 10 章。按以下几方面组织:第一部分为网络综述部分,包括第 1 章至第 3 章,对网络的定义、分类、特点、应用和当今的网络服务做了概述,并对网络协议体系结构以及数据通信的一般技术做了介绍;第二部分为数据链路协议技术部分,包括第 4 章和第 5 章,详细探讨了数据链路层的实现技术,包括成帧方式、滑动窗口协议和介质访问控制技术,对局域网的多种标准和高速局域网的多种新技术做了介绍;第三部分为网络互联技术部分,包括第 6 章和第 7 章,介绍了网络互联的一般技术,包括路由算法和协议、拥塞控制技术以及多层次网络互联的设备与技术,并以 TCP/IP 协议为背景,详细阐述了网络互联协议实现的核心技术。第四部分是网络管理和应用部分,包括第 8 章、第 9 章和第 10 章,在第 8 章介绍了光同步数字传输网、数字数据网、X.25 分组交换数据网等数据通信网的基本概念和技术特征,在第 9 章介绍了网络信息安全的一般技术、网络管理的方法、原理,第 10 章主要讨论网络规划设计的一般方法和实例。

本书在内容上融合了当今网络技术和应用的最新发展,可作为高等院校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参考学习。

本书由中南大学王建新主编,王伟平、王志坚为副主编。宋虹编写第 3 章;王志坚编写第 2、4、5 章;王伟平编写第 6、7 章,段桂华、王斌编写第 9 章;王建新编写第 1、8、10 章,并负责全书的统稿,由国防科技大学龚正虎主审。

由于作者水平有限,加之计算机网络技术发展非常迅速,因此本书难免会有错漏之处,欢迎广大读者批评指正。

最后,感谢中南大学网络理论实验室的研究生们为本书的打印、绘图所付出的劳动。

编 者
2004 年 4 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 计算机网络的发展历史	(1)
1.2 计算机网络的定义与分类	(5)
1.2.1 计算机网络的定义	(5)
1.2.2 计算机网络的组成	(6)
1.2.3 计算机网络的功能	(6)
1.2.4 计算机网络的分类	(7)
1.3 计算机网络的应用	(12)
1.3.1 用于企业的网络	(12)
1.3.2 用于公众的网络	(12)
1.3.3 用于特殊团队的网络	(13)
1.4 Internet 的发展与应用	(14)
1.4.1 Internet 的起源与现状	(14)
1.4.2 中国 Internet 的发展历史	(16)
1.4.3 Internet 的发展特点与趋势	(18)
1.4.4 Internet 的应用	(20)
1.5 网络标准化组织	(24)
练习与思考	(26)
第 2 章 计算机网络体系结构	(27)
2.1 网络协议	(27)
2.1.1 协议分层	(27)
2.1.2 接口和服务	(29)
2.1.3 服务原语	(30)
2.1.4 服务质量与类型	(31)

2.2	OSI 参考模型	(32)
2.2.1	物理层	(33)
2.2.2	数据链路层	(36)
2.2.3	网络层	(37)
2.2.4	传输层	(38)
2.2.5	会话层	(39)
2.2.6	表示层	(40)
2.2.7	应用层	(42)
2.3	IEEE/LAN 参考模型	(43)
2.4	TCP/IP 参考模型	(45)
2.4.1	TCP/IP 体系结构	(45)
2.4.2	OSI 参考模型和 TCP/IP 模型的对比	(47)
2.5	网络操作系统与网络协议	(48)
2.5.1	NetWare 网络操作系统与 IPX/SPX	(48)
2.5.2	Windows 系列网络操作系统	(52)
2.5.3	UNIX 和 Linux 操作系统	(53)
	练习与思考	(55)
第 3 章	数据通信基本原理	(56)
3.1	数字通信基础	(56)
3.1.1	数字信号的傅立叶分析	(56)
3.1.2	数字通信和数据通信模型	(57)
3.1.3	数字通信的主要评价指标	(60)
3.2	数据传输技术	(63)
3.2.1	模拟通信系统	(63)
3.2.2	脉冲编码调制	(63)
3.2.3	频带传输	(65)
3.2.4	数据信息的编码方式	(67)
3.2.5	码字传输方式	(70)
3.3	传输介质	(74)
3.3.1	有线介质	(74)

3.3.2 无线传输介质.....	(78)
3.4 数据交换技术.....	(81)
3.4.1 电路交换.....	(82)
3.4.2 报文交换.....	(83)
3.4.3 分组交换.....	(84)
3.4.4 三种交换技术的比较.....	(85)
3.5 信道复用技术.....	(87)
3.5.1 频分多路复用.....	(87)
3.5.2 时分多路复用.....	(88)
3.5.3 波分多路复用.....	(92)
3.5.4 码分多路复用.....	(93)
3.6 差错控制方法.....	(93)
3.6.1 检错纠错的基本原理.....	(94)
3.6.2 差错控制方法.....	(96)
3.6.3 检纠错编码.....	(97)
3.6.4 循环码.....	(99)
练习与思考.....	(100)
第4章 数据链路协议.....	(102)
4.1 数据链路层的服务与功能	(102)
4.1.1 数据链路层的基本服务	(102)
4.1.2 数据链路层的主要功能	(103)
4.2 成帧方法	(104)
4.3 流量控制与滑动窗口协议	(107)
4.3.1 基本流量控制方法	(107)
4.3.2 滑动窗口协议	(109)
4.3.3 自动重复请求	(111)
4.4 数据链路层协议实例	(114)
4.4.1 面向字符的同步控制协议	(115)
4.4.2 高级数据链路控制规程	(119)
4.4.3 Internet 的链路层协议	(127)

练习与思考.....	(129)
第5章 介质访问控制与局域网技术.....	(131)
5.1 局域网的特点	(131)
5.2 局域网信道分配	(132)
5.2.1 MAC子层功能信道分配	(132)
5.2.2 ALOHA协议	(133)
5.2.3 载波侦听多路访问协议CSMA	(134)
5.2.4 五种多路访问协议性能比较	(135)
5.3 逻辑链路控制子层	(136)
5.4 IEEE802.3标准及以太网	(138)
5.4.1 带冲突检测的载波侦听多路访问协议CSMA/CD	(138)
5.4.2 802.3网络	(140)
5.4.3 802.3的MAC帧	(142)
5.4.4 二进制指数后退算法	(143)
5.5 IEEE802.5标准——令牌环	(143)
5.5.1 令牌环的结构	(144)
5.5.2 令牌环的操作与维护	(145)
5.5.3 令牌环介质访问控制协议	(146)
5.6 IEEE802.4标准——令牌总线	(149)
5.6.1 令牌总线工作原理	(149)
5.6.2 IEEE 802.4MAC帧	(152)
5.6.3 三种局域网的比较	(153)
5.7 IEEE802.6标准	(154)
5.8 光纤分布数据接口	(155)
5.8.1 FDDI工作原理	(156)
5.8.2 FDDI体系结构	(157)
5.8.3 FDDI MAC帧.....	(158)
5.9 高速局域网技术	(159)
5.9.1 快速以太网	(159)
5.9.2 千兆以太网	(162)

5.9.3 万兆以太网	(163)
5.10 虚拟局域网.....	(164)
5.11 无线局域网技术.....	(168)
5.11.1 802.11 标准	(169)
5.11.2 无线网技术机制.....	(170)
5.11.3 组网方式.....	(171)
思考与练习.....	(172)
第 6 章 网络互联技术	(173)
6.1 网络层概述	(173)
6.1.1 网络服务模式	(173)
6.1.2 虚电路与数据报机制	(174)
6.2 路由选择算法	(177)
6.2.1 路由选择算法概述	(177)
6.2.2 静态路由选择策略	(177)
6.2.3 动态路由选择策略	(179)
6.2.4 距离向量路由算法	(179)
6.2.5 链路状态路由算法	(181)
6.2.6 移动主机的路由	(183)
6.3 路由选择协议	(185)
6.3.1 路由信息协议	(185)
6.3.2 开放最短路径优先	(187)
6.3.3 边缘网关协议	(190)
6.4 流量控制和拥塞控制	(192)
6.4.1 流量控制	(192)
6.4.2 拥塞控制	(193)
6.5 网桥技术	(197)
6.5.1 网桥的工作原理	(198)
6.5.2 透明网桥	(200)
6.5.3 源路由选择桥	(201)
6.6 网络互联设备	(203)

6.6.1	网络互联基本概念	(203)
6.6.2	网络互联设备概述	(205)
6.6.3	集线器	(207)
6.6.4	路由器	(207)
6.6.5	交换式互联设备	(209)
6.7	网络接入	(211)
6.7.1	网络接入概述	(211)
6.7.2	Modem 接入	(213)
6.7.3	网络接入技术	(214)
	练习与思考	(219)
第7章	因特网(TCP/IP)技术	(220)
7.1	TCP/IP 协议框架	(220)
7.2	IP 协议	(223)
7.2.1	IP 分组格式	(223)
7.2.2	IP 分段	(226)
7.2.3	IP 地址	(228)
7.2.4	子网与子网掩码	(231)
7.2.5	可变长子网掩码	(232)
7.2.6	无类域间路由技术	(233)
7.3	因特网控制协议	(234)
7.3.1	地址解析协议	(234)
7.3.2	反向地址解析协议	(236)
7.3.3	因特网控制报文协议	(236)
7.4	组播与 IGMP 协议	(241)
7.4.1	组播地址	(241)
7.4.2	IGMP 协议	(242)
7.4.3	组播路由协议	(243)
7.5	IP 路由	(244)
7.5.1	路由表	(244)
7.5.2	路由过程	(246)

7.6 TCP 与 UDP 协议	(246)
7.6.1 端口和套接字接口	(246)
7.6.2 TCP 协议	(250)
7.6.3 UDP 协议	(259)
7.7 应用层协议	(260)
7.7.1 网络应用与应用层协议	(260)
7.7.2 应用所需的传输服务	(261)
7.7.3 万维网与 HTTP 协议	(261)
7.7.4 文件传输与 FTP 协议	(267)
7.7.5 电子邮件服务和邮件传送协议	(268)
7.7.6 域名服务 DNS	(273)
7.8 IPv6 协议	(278)
7.8.1 IPv6 报头结构	(279)
7.8.2 IPv6 协议地址	(280)
7.8.3 IPv6 特点	(282)
练习与思考	(285)
第 8 章 数据通信网技术	(286)
8.1 光同步数字传输网 SDH/SONET	(286)
8.1.1 SDH/SONET 体系结构	(286)
8.1.2 SONET 帧结构	(288)
8.1.3 SDH 帧结构	(290)
8.2 数字数据网	(291)
8.3 X.25 分组交换数据网	(293)
8.3.1 X.25 概述	(293)
8.3.2 X.25 协议分层	(294)
8.3.3 X.25 协议功能	(294)
8.4 ISDN 综合业务数据网	(295)
8.4.1 ISDN 的业务能力	(295)
8.4.2 ISDN 的用户—网络接口	(297)
8.4.3 ISDN 协议	(298)

8.5 帧中继	(299)
8.6 异步传输模式	(302)
8.6.1 ATM 参考模型	(302)
8.6.2 物理层	(302)
8.6.3 ATM 层	(304)
8.6.4 ATM 适配层	(306)
8.6.5 ATM 中服务类型	(309)
练习与思考	(310)
第9章 网络安全与管理技术	(311)
9.1 网络安全体系结构	(311)
9.1.1 物理安全	(311)
9.1.2 网络安全	(313)
9.1.3 信息安全	(315)
9.1.4 安全管理	(317)
9.2 数据加密算法	(319)
9.2.1 密码技术概述	(319)
9.2.2 对称加密算法	(322)
9.2.3 非对称加密算法	(329)
9.3 身份认证与鉴别	(331)
9.3.1 身份认证	(332)
9.3.2 数字签名	(334)
9.3.3 单向 Hash 函数	(335)
9.3.4 密钥管理	(337)
9.3.5 其他安全通信技术	(339)
9.4 网络管理	(342)
9.4.1 SNMP 管理模型	(343)
9.4.2 管理对象的描述和存储	(345)
9.5 防火墙	(346)
9.5.1 防火墙的概念	(346)
9.5.2 防火墙的功能	(347)

9.6 入侵检测系统	(349)
9.6.1 入侵检测技术	(349)
9.6.2 入侵检测系统的概念	(350)
9.6.3 基于网络的入侵检测	(351)
9.6.4 基于主机的入侵检测	(352)
练习与思考	(353)
第10章 计算机网络组网技术	(354)
10.1 计算机网络工程	(354)
10.1.1 网络设计的原则与过程	(354)
10.1.2 需求分析	(356)
10.1.3 网络分析	(358)
10.1.4 逻辑网络设计	(359)
10.1.5 物理网络设计	(360)
10.2 网络布线技术	(362)
10.2.1 综合布线的概念	(362)
10.2.2 综合布线设计	(364)
10.3 组网技术	(366)
10.3.1 硬件选购	(366)
10.3.2 硬件的连接	(370)
10.4 网络规划与设计实例	(371)
10.4.1 网络体系结构	(371)
10.4.2 网络拓扑结构	(373)
10.4.3 网络实施要求	(374)
10.4.4 网络管理	(375)
10.4.5 网络硬件、主机及工作站配置	(376)
练习与思考	(377)
主要参考文献	(378)

第1章 概述

计算机网络(Computer Networks)是计算机技术与通信技术发展的结晶。由于人类社会对信息快速交换和快速处理的需求,以及在计算机和通信两大技术发展的驱动下,计算机网络得到了空前的发展,已成为计算机应用中一个必不可少的方面,对整个社会的进步做出了重大贡献。就计算机网络技术而言,其发展主要体现在三个方面:信道的数据通信速率、向用户提供的网络服务和网络体系结构。本章主要介绍计算机网络的发展历史、计算机网络的定义与特点、计算机网络的应用、Internet的发展与应用以及网络标准化组织。

1.1 计算机网络的发展历史

计算机网络的发展过程经历了从简单到复杂、从单机到多机、从终端与计算机间的通信再到计算机与计算机之间直接通信的演变过程。其发展可概括为四个阶段:20世纪60年代初期以单个计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端互联的计算机网络;60年代后期多个主计算机通过通信线路互联的计算机网络;70年代中期的具有统一网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络;90年代后的高速、综合化计算机网络。

1. 远程联机系统

所谓联机系统,即一台中央主计算机连接大量在地理上处于分散位置的终端。1946年,世界上第一台数字计算机问世,但当时计算机的数量非常少,且非常昂贵。所以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,再送到计算中心进行处理。1954年,出现了一种被称作收发器的终端,人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据通过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,用户可以在远地的电传打字机上输入自己的程序,而计算机计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,计算机网络的基本原型就这样诞