

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



计算机网络 简明教程

史志才 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

计算机网络 简明教程

史志才 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

随着信息时代的到来,掌握计算机网络的基础知识和基本原理,能够熟练使用计算机网络已成为当代大学生、甚至公民的一项基本素养。无论是计算机科学与技术、网络工程、信息安全等专业,还是其他电气信息类非计算机专业,计算机网络已成为学生必修的一门重要课程。本书从方便读者学习的角度出发,遵循网络用户的使用习惯以及读者的思维习惯,结合 Internet 和以太网技术,基于网络体系结构的层次模型,采用自顶向下的方法,按照数据发送时的信息流向,从应用层、传输层到物理层,深入剖析和讲解计算机网络的原理和实现技术,为读者建立一个完整的网络通信和信息共享模型。最后,本书还介绍了计算机网络安全与管理、高性能集群计算、网格计算、云计算、移动计算、普适计算等网络计算新模式,以及主动网、自组网、无线传感器网络等新型网络。

本书理论方法与实现技术并重,内容简明精练,重点突出,结构清晰,逻辑性强,语言叙述流畅,易于阅读和理解;主要章节后均附有大量习题,有助于学生巩固理论知识。本书面向应用型本科院校,可以作为计算机科学与技术等电气信息类专业的本科生和研究生教材,也可作为广大网络爱好者自学的参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络简明教程/史志才编著. —北京:清华大学出版社,2018

(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-49178-1

I. ①计… II. ①史… III. ①计算机网络—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 328405 号

责任编辑:闫红梅 常建丽

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:董瑾

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:548 千字

版 次:2018 年 9 月第 1 版

印 次:2018 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00 元

产品编号:073330-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

目前,伴随着大数据、云计算、移动互联、物联网等技术的发展,经济社会已经迈入工业4.0和互联网+时代,计算机网络正以惊人的速度向人类社会的各个领域渗透,彻底颠覆了人们传统的生活、学习、工作乃至思维方式,实现了信息世界与物理世界的高度融合,有力地推动了经济社会的进步和快速发展。熟练操作和使用计算机网络已成为现代公民的一项基本素养。但是,对于计算机科学与技术等相关专业的学生而言,不但应熟练地掌握计算机网络的各种应用技术,而且还应掌握计算机网络的工作原理,以便更好地开发网络应用软件,优化网络性能,为用户提供更好的网络服务和用户体验。以往的计算机网络教材一般都是从信息接收者的角度出发,按照信息的接收流程,从物理层、数据链路层到应用层讲解计算机网络的工作过程。但是,当计算机网络的使用者想得到某种网络服务(如打开某个网页)时,首先要发送请求给网络,然后才能得到来自网络的响应信息;所以,对于计算机网络用户,从信息发送的角度讲解计算机网络的工作原理更直观和易于理解。本书就是从上述角度出发,根据国民经济建设和社会发展对计算机等电气信息类专业技术人才在素质、知识和能力等方面的要求,并参考 IEEE-CS/ACM 联合制定的 CS2013 (Computer Science Curricula 2013) 计算机科学教程,同时,结合 Internet 和以太网技术,采用自顶向下的方式,按照应用层、传输层到物理层的顺序详细介绍计算机网络的工作过程,使读者能够更好地理解和掌握计算机网络的原理和实现技术。本书具有如下特点:

(1) 从用户角度出发,按照计算机网络中数据发送的信息流向和网络层次模型,采用自顶向下的方法,按照从应用层、传输层到物理层的顺序,详细地介绍计算机网络的工作原理。全书内容组织安排合理,结构清晰,易于阅读和理解。

(2) 书中内容简明扼要,重点突出,主要介绍典型的网络协议(即以太网协议和 Internet 协议)以及网络安全和管理技术。

(3) 注重理论联系实际,概念讲解透彻、具体。对于网络各个协议层包括的功能,从理论、方法讲解到具体实现细节。例如,对于简化的五层网络协议,每层的功能不但讲解其原理,而且结合以太网、因特网等技术详细介绍了各种功能的具体实现方法。

(4) 实用性和先进性并重。计算机及其网络技术发展迅速,可以说是日新月异。本书作为一门计算机网络课程的教材,不但将以太网、因特网等传统的计算机网络技术详细地介绍给读者,而且还力争将云计算、移动计算等网络技术的最新发展及其作用展现给读者,以激发读者的学习兴趣。

(5) 本书内容丰富,系统性强,从计算机网络的基本概念、原理到工作过程、网络接入、网络管理、网络安全和网络计算等多个方面,将计算机网络的原理和实现技术系统地呈现给读者,使读者可以完整地获得计算机网络方面的相关知识。

(6) 书中充分借鉴案例教学的思想,由实际生活中的案例引出网络中的一些重要概念,以方便读者学习。例如,通过通信录的管理引出域名及域名解析,通过书信的邮寄过程引出

协议和协议栈。

(7) 书中内容表述直观,图文并茂,逻辑性强,易于理解。原理和方法(如域名解析等)均按照步骤和流程进行了详尽描述,不但做到条理清晰,还配有丰富的原理图以及案例图示,从而将复杂的原理和方法直观地呈现出来,方便读者阅读和理解。

本书共分6篇、20章。第1篇是计算机网络与数据通信技术基础,共包括两章。第1章是计算机网络概述,介绍了计算机网络的基本概念、组成、发展历史、网络体系结构以及计算机网络的一些重要概念。第2章是数据通信技术基础,简单介绍了计算机网络中所涉及的一些通信技术和基本概念。这两章为后续内容的学习奠定了基础。第2篇是Internet与TCP/IP,共包括3章。其中,第3章介绍了Internet的HTTP、FTP、SMTP、Telnet等应用层协议,以及域名的概念和组成、域名解析、DHCP等协议,讲述了网络系统是如何接受和响应用户的应用请求,并为用户提供服务的。第4章介绍了Internet的TCP、UDP等传输层协议,重点介绍了TCP在确保网络传输可靠性中的作用。第5章介绍了Internet的网络层协议,即IP,全面论述了IP在网络互联中的重要作用,同时也介绍了ICMP、IGMP、ARP、路由选择等与IP密切相关的几个协议,以及网络地址转换技术(NAT)。第3篇是物理网络与因特网接入篇,包括第6~10章,分别介绍了数据链路层和物理层的功能以及为网络提供底层通信功能的局域网、广域网和接入网等技术。其中,第6、7两章从共性角度出发,分别介绍了数据链路层和物理层的功能,以及数据链路层中进行流量控制和差错控制的方法,同时也介绍了几个典型的数据链路层和物理层协议。第8章以以太网系列局域网为例,通过从10M带宽到吉比特的过程详细介绍了局域网技术的原理及其演变进程。第9章介绍了广域网技术,具体包括X.25、帧中继、ISDN、ATM等。第10章介绍了Internet接入技术。第4篇是计算机网络安全与管理篇,共包括两章,分别介绍了网络管理和网络安全技术。第5篇是网络计算,共包括5章,分别介绍了高性能集群计算、网格计算、云计算、移动计算、普适计算等网络计算新技术。第6篇是新型计算机网络,共包括3章,分别介绍了主动网、自组网、无线传感器网络等新型网络。

本书由上海工程技术大学的史志才教授编写,书中内容遵循典型网络技术的发展脉络,结合作者多年的教学经验进行组织,并适当精简和筛选,力求简明、精练,希望能够方便读者掌握相关知识。由于计算机及其网络技术发展迅速,涉及的知识面广,加上作者的知识能力有限,对书中不妥之处,恳请读者批评指正。

本书可以作为计算机科学与技术等电气信息类相关专业的本科和研究生教材,建议授课学时为48~64学时。最后两篇的部分章节在对本科生的授课过程中可以概略地介绍给学生,目的在于拓宽学生的视野和知识面,使学生能够了解网络技术的最新发展,以及对相关技术的促进和支撑作用;而对于研究生,可以作为其相关研究方向的指导。本书配有教学课件,若需要,可以从清华大学出版社的相关网址上下载。

史志才

2017年8月

目 录

第 1 篇 计算机网络与数据通信技术基础

第 1 章 计算机网络概述	3
1.1 计算机网络的产生与发展	3
1.2 计算机网络的定义与功能	6
1.3 计算机网络的组成与分类	7
1.3.1 计算机网络的组成	7
1.3.2 计算机网络的拓扑结构	7
1.3.3 计算机网络的分类	9
1.4 计算机网络协议与体系结构	10
1.4.1 网络协议	10
1.4.2 网络体系结构	10
1.4.3 层次网络体系结构模型下数据的发送和接收过程	11
1.5 典型的网络体系结构	12
1.5.1 开放式系统互联参考模型	12
1.5.2 Internet 体系结构	14
1.6 常用的网络设备	15
1.7 计算机网络中的一些重要概念	16
1.7.1 IP 地址和物理地址	16
1.7.2 计算机网络的服务类型	17
1.7.3 计算机网络的主要性能指标	17
1.7.4 计算机网络中数据分组的传输方式	18
1.8 网络操作系统	18
1.9 典型的计算机网络	21
1.10 计算机网络在中国的发展	23
1.11 计算机网络的应用	24
习题	26
第 2 章 数据通信技术基础	28
2.1 数据通信的基本概念	28
2.2 传输介质	29
2.2.1 有线传输介质	29

2.2.2 无线传输介质	31
2.3 信道及其复用	31
2.3.1 信道	31
2.3.2 信道复用	32
2.4 数据传输方式	34
2.5 信道的性能指标	35
2.6 信息编码与数字信号编码	36
2.7 调制技术与远程传输	37
习题	38

第2篇 Internet 与 TCP/IP

第3章 应用层	43
3.1 概述	43
3.2 域名和域名解析	45
3.2.1 域名及域名的组成结构	45
3.2.2 域名解析	47
3.3 远程终端协议	51
3.4 文件传输协议	53
3.4.1 FTP 的工作原理	53
3.4.2 FTP 的命令和响应	55
3.4.3 FTP 的使用	57
3.4.4 简单文件传输协议	58
3.5 电子邮件服务	58
3.5.1 电子邮件系统的组成及工作过程	58
3.5.2 SMTP	60
3.5.3 POP3	62
3.5.4 电子邮件协议的扩充	62
3.6 WWW 服务	63
3.6.1 WWW 服务的工作原理	64
3.6.2 超文本标记语言	65
3.6.3 统一资源定位符	65
3.6.4 HTTP	66
3.7 动态主机配置协议	68
3.8 其他 Internet 服务	71
习题	71
第4章 传输层	74
4.1 TCP/IP 的传输层	74

4.2	TCP	75
4.2.1	TCP 报文段的格式	76
4.2.2	TCP 的复用和分用	78
4.2.3	报文段的顺序控制	78
4.2.4	报文段的可靠性控制	79
4.2.5	流量控制与拥塞控制	81
4.2.6	TCP 的连接管理	85
4.3	用户数据报协议	87
4.3.1	概述	87
4.3.2	用户数据报的首部	89
4.3.3	UDP 的应用	89
	习题	90
第 5 章	网络层与网络互联	91
5.1	路由器	92
5.2	因特网的网络层	94
5.3	IP	94
5.3.1	IP 地址	95
5.3.2	IP 数据报	101
5.3.3	IP 数据报的分片与重组	104
5.3.4	IP 数据报的转发	106
5.3.5	地址解析与逆向地址解析	107
5.4	路由选择协议	110
5.4.1	路由选择算法	110
5.4.2	路由选择协议	111
5.5	网络地址转换	117
5.6	因特网控制报文协议	118
5.7	因特网组管理协议	121
5.8	下一代网际协议 IPv6	124
	习题	128

第 3 篇 物理网络与因特网接入

第 6 章	数据链路层	135
6.1	引言	135
6.2	流量控制	136
6.2.1	停止等待协议	136
6.2.2	连续 ARQ 协议	138
6.3	差错控制	140

6.3.1	奇偶校验	141
6.3.2	校验和	141
6.3.3	循环冗余校验	141
6.4	高级数据链路控制 DHLC 协议	142
6.4.1	概述	142
6.4.2	HDLC 的帧结构	143
6.4.3	HDLC 的信息交换过程	145
6.5	SLIP/PPP	145
6.5.1	SLIP	146
6.5.2	PPP	146
	习题	148
第 7 章	物理层	150
7.1	物理层的基本概念	150
7.2	典型的物理层协议	150
	习题	153
第 8 章	局域网	154
8.1	局域网概述	154
8.2	传统以太网	156
8.2.1	逻辑链路控制层	156
8.2.2	介质访问控制层	158
8.2.3	以太网的介质访问控制方式	160
8.2.4	传统以太网的物理层	164
8.2.5	传统以太网的连接方法	165
8.3	全双工以太网	168
8.4	高速以太网	169
8.4.1	100Base-T 以太网	169
8.4.2	千兆以太网	171
8.4.3	万兆以太网	173
8.5	其他高速局域网	174
8.6	局域网中的网络连接设备	176
8.6.1	中继器	176
8.6.2	集线器	176
8.6.3	网桥	177
8.6.4	以太网交换机	179
8.7	虚拟局域网	182
8.7.1	虚拟局域网的概念	182
8.7.2	VLAN 的标准及帧格式	183

8.7.3	VLAN 的划分方法	184
8.7.4	VLAN 交换机及应用	185
8.8	无线局域网	186
8.8.1	无线局域网的组成与分类	186
8.8.2	无线局域网的体系结构	187
	习题	188
第 9 章 广域网		191
9.1	广域网概述	191
9.2	广域网的组成及数据交换技术	191
9.3	广域网中的物理地址与分组转发	194
9.4	广域网中的拥塞控制	195
9.5	X.25 网	196
9.5.1	X.25 网概述	196
9.5.2	X.25 网络协议	197
9.5.3	X.25 网的接入	199
9.5.4	X.25 网的特点及应用	199
9.6	帧中继	200
9.6.1	帧中继的概念及特点	200
9.6.2	帧中继的协议层次及帧格式	201
9.6.3	帧中继的工作过程	202
9.6.4	帧中继的拥塞控制	203
9.6.5	帧中继网的接入	204
9.6.6	帧中继的应用	204
9.7	ISDN	205
9.7.1	ISDN 的定义与特点	206
9.7.2	ISDN 协议和基本结构	207
9.7.3	ISDN 的接入	207
9.7.4	ISDN 的应用	208
9.8	异步传输模式	209
9.8.1	ATM 的基本概念及特点	209
9.8.2	ATM 的工作原理	210
9.8.3	ATM 的协议参考模型和信元结构	211
9.8.4	ATM 的流量控制与拥塞控制	214
9.8.5	ATM 设备及接入	215
9.8.6	ATM 的应用	216
	习题	217

第 10 章 Internet 接入技术	219
10.1 概述	219
10.2 双绞线接入	219
10.2.1 通过普通电话拨号接入	219
10.2.2 通过 ISDN 接入	220
10.2.3 通过 ADSL 接入	222
10.3 DDN 接入	223
10.4 HFC 接入	224
10.5 光纤接入	224
10.6 无线接入	225
习题	226

第 4 篇 计算机网络安全与管理

第 11 章 网络管理	229
11.1 网络管理的功能	229
11.2 简单网络管理协议	231
11.2.1 SNMP 的产生与发展	231
11.2.2 SNMP 的组成及网络管理模型	232
11.3 远程网络监控	236
11.4 常用的网络管理系统	237
习题	239
第 12 章 网络与信息安全	240
12.1 概述	240
12.2 网络的脆弱性及安全威胁	241
12.2.1 网络的脆弱性	241
12.2.2 网络的安全威胁	242
12.3 网络攻击与攻击过程	243
12.3.1 网络攻击	243
12.3.2 网络攻击过程	245
12.4 网络安全的基本功能和网络安全技术	246
12.5 密码学与数据加密	247
12.5.1 对称密钥密码体制	248
12.5.2 非对称密钥密码体制	248
12.5.3 混合密码体制	249
12.5.4 常见的密码算法	249
12.5.5 新兴的密码技术	250

12.6	消息认证与数字签名	251
12.6.1	消息认证	251
12.6.2	数字签名	253
12.7	信息隐藏技术	253
12.8	公开密钥基础设施	255
12.8.1	数字证书	256
12.8.2	PKI 的组成及功能	258
12.9	安全通信协议	259
12.9.1	IP 安全协议(IPSec)	259
12.9.2	安全套接层协议	262
12.9.3	安全外壳协议	262
12.10	虚拟专用网.....	263
12.10.1	虚拟专用网概述.....	263
12.10.2	隧道协议.....	264
12.11	防火墙技术.....	268
12.11.1	防火墙技术概述.....	268
12.11.2	防火墙的功能及分类.....	269
12.11.3	防火墙的体系结构.....	271
12.11.4	防火墙的发展趋势.....	272
12.12	网络入侵检测技术.....	273
12.12.1	入侵检测及入侵检测系统.....	273
12.12.2	入侵检测系统的组成及功能.....	274
12.12.3	入侵检测系统的分类.....	275
12.12.4	典型的入侵检测系统.....	276
12.13	入侵防御系统.....	277
	习题	278

第5篇 网络计算

第13章	高性能集群计算	283
13.1	集群系统及其体系结构	283
13.2	集群系统的分类	285
13.3	集群系统中的关键技术	286
13.4	集群系统的应用	288
	习题	289
第14章	网格计算	290
14.1	网格的基本特征和内涵	290
14.2	网格的分类	292

14.3	网络的体系结构	292
14.4	网络系统的层次划分	294
14.5	网络计算中的关键技术	294
14.6	网络计算的应用	296
	习题	297

第 15 章 云计算 298

15.1	云计算的概念和特点	298
15.2	云计算系统的组成和体系结构	300
15.3	云计算的关键技术	301
15.4	云计算的主要服务形式	303
15.5	典型的云计算平台	304
	习题	306

第 16 章 移动计算 307

16.1	移动计算环境的组成及特点	307
16.2	移动计算中的关键技术	309
16.3	移动计算的应用	311
	习题	311

第 17 章 普适计算 312

17.1	普适计算的产生、组成及特点	312
17.2	普适计算中的关键技术	313
17.3	普适计算的典型研究工作	315
	习题	317

第 6 篇 新型计算机网络

第 18 章 主动网 321

18.1	主动网的产生及特点	321
18.2	主动网体系结构	322
18.3	主动网的实现方法	325
18.4	主动网的应用	325
	习题	327

第 19 章 自组网 328

19.1	自组网的概念及特征	328
19.2	自组网的组成结构	329
19.3	自组网中的关键技术	331

19.4 自组网的应用	333
习题	334
第 20 章 无线传感器网络	335
20.1 概述	335
20.2 无线传感器网络的体系结构	337
20.3 无线传感器网络的关键技术及研究重点	339
20.4 无线传感器网络的应用	340
习题	341
部分习题参考答案	342
参考文献	343

第 1 篇

计算机网络与数据 通信技术基础

- 第1章 计算机网络概述
- 第2章 数据通信技术基础