

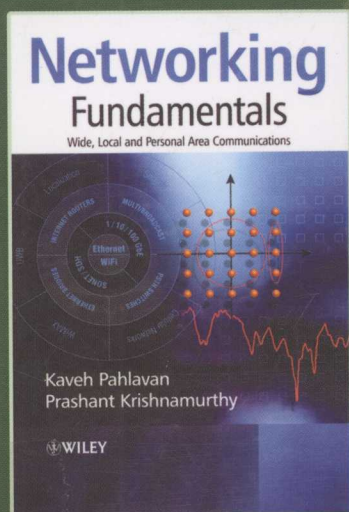


网络构建基础

——广域网、局域网和个域网通信

Networking Fundamentals

Wide, Local and Personal Area Communications



[美] Kaveh Pahlavan 著
Prashant Krishnamurthy

任 鸿 吕丽刚 等译
赵红宇 王 莉
战晓苏 审校

网络构建基础

——广域网、局域网和个域网通信

Networking Fundamentals
Wide, Local and Personal Area Communications

[美] Kaveh Pahlavan 著
Prashant Krishnamurthy

任 鸿 吕丽刚 等译
赵红宇 王 莉

战晓苏 审校

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以物理层研究为技术背景,对信息网络及其相关技术做了比较深刻而全面的阐述。第1章概述信息网络,讲解了信息网络的组成、发展等基本情况;第2章至第5章分析了信息网络底层的设计思想和原理,主要讲解传输媒体的特性、传输、编码以及媒体接入控制等技术;第6章和第7章重点涉及因特网和蜂窝网络;第8章至第10章涵盖主流的有线局域网、无线局域网和无线个域网技术;第11章至第13章介绍网络安全、定位和传感器网络,它们作为信息网络的重要组成部分,近年来已成为基础研究的重要课题。每一章都通过实际案例和图表对原理、标准与核心技术进行辅助说明,并包含具有针对性的习题、思考题和实验题,供教学或自学过程中考查、复习使用。

本书可作为高等院校计算机科学、通信、电子或电气工程等信息技术专业高年级本科生和研究生的教材或者教学参考书,也可作为各类通信、网络研究人员和应用开发工程师开展相关技术研究的参考资料。

Networking Fundamentals: Wide, Local and Personal Area Communications, Kaveh Pahlavan and Prashant Krishnamurthy
Copyright © 2009, John Wiley & Sons, Ltd.

All rights reserved. This translation published under license.

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Ltd.

本书简体中文字版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons, Ltd. 授予电子工业出版社。未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字:01-2010-5777

图书在版编目(CIP)数据

网络构建基础:广域网、局域网和个域网通信/(美)卡威,(美)普拉山特著;任鸿等译.

北京:电子工业出版社,2011.10

(国外计算机科学教材系列)

书名原文:Networking Fundamentals: Wide, Local and Personal Area Communications

ISBN 978-7-121-14654-1

I. ①网… II. ①卡… ②普… ③任… III. ①计算机网络-高等学校-教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第192672号

策划编辑:马 岚

责任编辑:许菊芳

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:31.75 字数:813千字

印 次:2011年10月第1次印刷

定 价:69.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

出版说明

21世纪初的5至10年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入WTO后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流IT人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如Pearson Education培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

- | | | |
|----|-----|---|
| 主任 | 杨芙清 | 北京大学教授
中国科学院院士
北京大学信息与工程学部主任
北京大学软件工程研究所所长 |
| 委员 | 王 珊 | 中国人民大学信息学院院长、教授 |
| | 胡道元 | 清华大学计算机科学与技术系教授
国际信息处理联合会通信系统中国代表 |
| | 钟玉琢 | 清华大学计算机科学与技术系教授、博士生导师
清华大学深圳研究生院信息学部主任 |
| | 谢希仁 | 中国人民解放军理工大学教授
全军网络技术研究中心主任、博士生导师 |
| | 尤晋元 | 上海交通大学计算机科学与工程系教授
上海分布计算技术中心主任 |
| | 施伯乐 | 上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授
中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长 |
| | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师
教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员 |
| | 张昆藏 | 青岛大学信息工程学院教授 |

译者序

进入21世纪,信息网络构建技术进入了快速发展的关键时期。及时掌握国外本学科领域的最新基础理论与应用技术,需要内容全面、权威的教材。本书为合适之选。

信息网络是一门前沿性的交叉学科,新理论、新技术、新应用层出不穷,尤其是无线网络的快速发展,使得多层次、多维度的应用更加广泛。这就要求本领域和本行业的研究人员和工程技术人员需要深刻理解通信、计算机和网络等相关领域的原理、理论以及信息网络基础设施的性能特点。

本书以作者多年高校教学与工程实践经验为基础,对当代网络构建技术进行了系统全面阐述,介绍了重要的网络标准,对已经成熟的技术提供了详细的应用实例。尤其是对有线局域网、因特网、蜂窝网络、无线局域网(WLAN)和无线个域网(WPAN)等诸多技术做了详细的论述,融原理、技术、应用实例于一体,便于学习和参考。

本书共13章,对信息网络及其相关技术做了比较深刻而全面的阐述。第1章介绍信息网络的发展等基本情况;第2章至第5章为第一部分,讲解了信息网络底层的设计思想和分析原理;第6章和第7章为第二部分,重点讲解因特网和蜂窝网络;第8章至第10章为第三部分,涵盖了主流的有线局域网、无线局域网和无线个域网技术;第11章至第13章为第四部分,主要介绍安全、定位和传感器网络。

本书的翻译、编审工作得到军内外相关领域专家的关注与指导。宋俊德教授、刘玉军教授、宋梅教授、陈晖副教授与金晶讲师等专家学者均对书稿的翻译做了大量的工作,提出了宝贵的修改意见。在此,译者表示衷心的感谢。

本书翻译的具体分工如下:任鸿翻译了前言、附录、全部章节的思考题、习题、实验题以及图表,并负责全书的统稿、排版和校对;赵红宇翻译了第1章至第3章;常广建、陈维义完成了第4章至第6章;吕丽刚负责第7章、第8章和第11章;王莉翻译了第9章、第10章、第12章和第13章。最后,全书由战晓苏审校。

信息网络构建问题,无论在理论研究还是实际工程应用领域,都有很多问题有待进一步研究、解决,加之译者水平有限,编译时间比较仓促,本书不当甚至错误之处在所难免,恳请各位专家和读者批评指正。

作者简介

Kaveh Pahlavan

电子与计算机工程 (ECE) 专家, 计算机科学 (CS) 教授, 马萨诸塞州伍斯特市伍斯特工学院 (WPI) 无线信息网络研究中心主任, 同时也是芬兰欧鲁大学电信实验室和 CWC 的客座教授。他的研究领域是无线宽带室内网络定位, 在该领域发表了大量具有重大影响的论文, 并取得多项专利。作为第一作者, 于 1995 年与 Allen Levesque 在 John Wiley & Sons 出版了 *Wireless Information Networks*, 并于 2002 年与 P. Krishnamurthy 在 Prentice Hall 出版了 *Principles of Wireless Networks: A Unified Approach*。他还是众多公司的顾问, 包括马萨诸塞州的 CNR 公司、GTE 实验室、Steinbrecher 公司、Simplex、Mercury Computers、WINDATA、SieraComm、3COM、Codex/Motorola, 加利福尼亚州的 JPL、Savi Technologies、RadioLAN, 俄亥俄州的 Aironet, 康涅狄格联邦技术研究中心, 亚利桑那州的 Honeywell, 芬兰的诺基亚、LK-Products、Electrobit、TEKES、芬兰学院, 以及日本的 NTT 等。在加入 WPI 之前, 他担任马萨诸塞州安杜佛 Infinite 有限公司的高级研发主任, 从事通信数据研究。职业生涯伊始, 他在马萨诸塞州波士顿东北大学军事学院担任助理教授。他是 *International Journal on Wireless Information Networks* 的主编, 还是 1991 年和 1996 年在伍斯特举办的 IEEE 无线局域网工作室的创始人、执行主席和组织者, 1992 年和 1998 年在马萨诸塞州波士顿举办的 IEEE 个人、室内与无线通信国际座谈会的组织者和执行主席。他被选为 1997 年美国国家研究协会无线通信发展委员会成员, 1999 年芬兰电子和电信领域研发项目和 2003 年 NETs 项目评议组负责人。由于在无线网络方面的杰出贡献, 1993 年至 1996 年, 他担任伍斯特工学院电子与计算机工程系的首席教授, 1996 年当选为 IEEE 特别会员, 1999 年当选为诺基亚特别会员。2000 年 5 月至 12 月, 他获得芬兰欧鲁大学第一届富布莱特-诺基亚奖学金。由于他出版了具有前瞻性的刊物和在国际会议方面的表现, 极大促进了无线局域网产业的发展, 被认为是无线局域网产业的奠基人之一。在过去几年里, 他的研究成果成为 Skyhook Wireless 公司超过 25 项专利的核心技术, 并担任该公司的首席技术顾问。2008 年 1 月, 斯蒂芬·乔布斯宣布将 Skyhook Wireless 公司的 WiFi 定位技术应用于 iPhone。他对该领域的贡献详情, 可以参阅 www.cwins.wpi.edu。

Prashant Krishnamurthy

一位在匹兹堡大学从事电信和网络研究生教学的副教授, 讲授的课程包括密码学、网络安全以及无线通信与网络。他的研究领域包括无线网络安全、无线数据网络和室内无线网络定位等, 是 *Principles of Wireless Networks: A Unified Approach and Physical Layer of Communications System* 丛书的合著者, 也是 *Information Assurance: Dependability and Security in Networked Systems* 的主编之一。2000 年至 2005 年担任 IEEE 通信协会匹兹堡分会主席, 1999 年获得马萨诸塞州伍斯特市伍斯特工学院博士学位。

前 言

信息网络的研究在过去几十年里呈现出跨学科领域和多元化发展的趋势。从传统的有线电话到蜂窝移动电话,从有线接入到无线接入因特网,信息网络极大地影响了人们的生活方式。目前,共有超过30亿人享受着蜂窝通信服务,有近1亿户家庭接入了因特网。最近,融合了计算机、网络 and 多媒体移动网络定位导航功能的智能手机的普及,开创了人类和信息网络终端交互的新途径。为了适应这种发展趋势,大学和其他的一些教育机构必须做好使学生掌握这些新技术的准备。

信息网络是一门涉及多学科的技术。为了理解这种产业及技术,我们需要掌握大量学科知识,并且需要对这些学科相互之间的作用关系建立一种直观的认识。为实现这个目标,本书介绍了重要的网络标准,对基本技术按逻辑方式进行归类,对已经成熟的技术提供了详细的事例说明。在一个如此庞大的多学科领域,由于重点讲授的技术会随时间而不断变化,选择用于授课的技术教材非常具有挑战性。从20世纪70年代到80年代,网络产业和教学上关注的重点是排队技术[Kle75, Sch87, Ber87],这是因为当时媒体接入控制在不同的局域网(LAN)技术方面扮演着非常重要的角色,如以太网、令牌环和令牌总线。当时,研究人员和学者们的兴趣,在于研究争用计算机资源时业务量的随机行为以及吞吐量和延迟等性能问题。20世纪90年代第二代网络的教科书,主要是围绕七层ISO模型中的协议细节进行讲述,并且大多数教材都是由计算机学科的教授编著[Tan03, Pet07, Dur01]。在这个时期,具有电气工程教育背景的作者,一般会更加强调物理信道[如Sta00]。这些教科书讲授广域网(WAN)时,以因特网和异步传输模式为事例,并且不同深度地讲述了一系列局域网(LAN)技术。但是,这些教材缺乏对近年来已成为创新网络关注焦点的蜂窝网络和其他无线网络的详细介绍。

20世纪90年代,无线信息网络的成功催生了其他一系列介绍广域和局域无线网络的教科书[Pah95, Goo97, Wal99, Rap03, Pah02]。这些教材的技术重点,放在描述广域蜂窝网络和无线局域网,由电气工程和计算机工程领域的教授编著,不同程度地侧重于无线网络的底层问题以及在系统工程方面实现细节的描述。这些教材并不涉及有线局域网技术,如以太网或组成因特网的网桥、交换机、路由器等设备的实现细节。

无线接入技术的兴起和以太网在局域网技术中的统治地位,将网络发展转向研究物理层和传输媒体的特性。当前,没有一本教材能够把目前流行的信息网络各个方面的内容整合在一起,并且强调物理层的细节描述。本书在讲授为局域和广域用途设计的有线和无线网络所采用的信息网络技术基础上,重点关注物理层。同时,对有线以太网和因特网,以及蜂窝网络、无线局域网(WLAN)和无线个域网(WPAN)等技术作了广泛的论述。本书的独到之处,在于重点说明了与各种网络中数据包的形成与传输有关的物理层问题。关于本书素材的结构和顺序,最初来源于第一作者在马萨诸塞州伍斯特市伍斯特工学院(WPI)为研究生院授课时使用的系列讲稿,名为“广域网和局域网概述”。第一作者还在芬兰的欧鲁大学期间,讲授过一个重点在于有线局域网和无线局域网的短课程。本书的合著者在匹兹堡大学讲授过书

中部分内容的一些课程,如“移动数据网络”、“网络安全”和“无线通信基础”。这些课程的讲授对象,主要针对院校和产业界的具有电气工程、计算机科学、信息科学和网络专业背景知识的学生。

本书的组织结构如下。首先从电信概述讲起,接下来分为四个部分:第一部分包括第2章至第5章,讲述了信息网络最下面几层的设计和分析原则。具体来说,这部分专注于讲述传输媒体的特点、应用传输与编码以及媒体接入控制技术。第二部分和第三部分,分别对重要的广域网和局域网进行了详细介绍。第二部分讲解因特网和蜂窝网络,第三部分涵盖了流行的有线局域网、无线局域网和无线个域网技术。第四部分介绍了安全、定位和传感器网络,它们作为信息网络的重要组成部分,已经成为近年来基础研究的重要课题。本书的结构划分,使得教师能够灵活地选取教学内容。我们认为,对于学生来说难点在于第2章至第5章,这些章节主要介绍各种技术的数学描述。本书的第二部分和第三部分从数学上看较为简单,但是包含了更多系统工作原理的细节描述。为了使学生更容易地理解难点部分,教师可以对这些主题进行适当穿插融合。举个例子,本书的第一作者曾经在本科生的一门无线网络课程中讲授了相似的内容:首先介绍信道行为(第2章),接下来在讲解时分多址蜂窝网络(第7章)之前介绍了分配接入方法(第5章);然后,介绍扩频编码技术(第3章和第4章)以及码分多址蜂窝网络(第7章);最后,在论述无线局域网(第9章)之前提到了多维星图。实际上,我们相信这是一个能够帮助学生理解基础概念的有效方法。因此,根据对内容的取舍、所涵盖范围的深度和学生的不同背景,本书可以用作为计算机科学、通信、电子与计算机工程或者电气工程专业的高年级本科生以及一、二年级研究生而开设的一门或两门课程的教材。

产生编写本书的想法和本书最初的提纲,是第一作者和芬兰欧鲁大学的Mika Ylianttila教授于2006年夏末在芬兰赫尔辛基和欧鲁共同提出并完成的。另外,诺基亚公司的Sassan Iraj博士也提供了一些帮助。其基本想法,是认为当前网络问题最有趣的部分都是围绕无线网络的物理层方面展开的。因此,编写一本讲述网络基础且重点强调底层通信协议和技术的新书是个很好的主意。为了有一个可实际操作的模型,我们用作者以前撰写的*Principles of Wireless Networks: A Unified Approach*一书的结构作为蓝本,对其进行扩充,以包括应用到以太网和因特网有线媒体的物理层方面的内容。最初,我们把传输涉及的全部调制和编码内容放在一章中讲述。通过WPI无线信息网络研究中心的Mohammad Heidari博士的帮助,我们将编码部分单独提取出来,并且根据第一作者在WPI当助教时讲授的一门类似局域网和广域网课程的课堂记录,起草了有关编码内容的新一章。Heidari博士还负责提供本书的答案。作者感谢Heidari博士为准备本书第4章和编辑第3章所做的贡献;同时,感谢Ylianttila博士对本书初稿准备工作的帮助。另外,作者还要向Allen Levesque博士致谢,这是因为他和第一作者在另外一些书中所做的工作,间接影响到了本书的构思和内容细节。作者还要感谢Jacques Beneat教授的间接帮助,他为我们的另外一本书*Principles of Wireless Networks: A Unified Approach*准备了参考手册。这本书用到了里面很多的问题和答案。第一作者还要感谢Siamak Ayandeh和Brian Sylvester博士在因特网和以太网课程上的讲稿,它们对本书第6章和第8章的材料组织有所帮助;还要感谢Ferit Akgul对本书手稿的事例和问题的仔细校对,以及WPI 2009年春季学期修学“广域网和局域网概述”这门课的学生对本书初稿编辑上所提的意见。本书的第二作者还要向匹兹堡大学讲授电信与网络方面研究生课程的Richard Thompson博士、David

Tipper 博士、Martin Weiss 博士、Sujata Banerjee 博士、Taieb Znati 博士和 Joseph Kabara 博士表达谢意。作者在与他们的交流和交往当中学到了很多知识，也了解了许多有关网络方面的不同观点。同样，我们还要感谢 WPI CWINS 实验室的所有研究生和工作人员，以及匹兹堡大学电信工程专业的许多研究生，他们的工作以及他们与作者的交流都直接或间接地影响到了本书的内容编排。

我们在参考资料中没有直接提及因特网上的一些资源，特别是 Wikipedia。尽管有人质疑网络资源的准确性，然而这些资源却能够使我们快速获得信息、参数、缩略语和其他一些有用的参考资料，帮助我们积累更全面、更新的有关标准和技术内容。我们真心感谢这些使我们获益的资源。具体来说，我们通过多种途径使用了 Wikipedia 的大量文章，作为本书许多章节的快速检验事例和参考资料链接。我们相信这些资料对学生也非常有用。

作者还要感谢 Katharine Unwin、Sarah Tilley 和 Mark Hammond 对本书手稿的认真审阅和他们的建设性意见；同时，感谢他们对本书的仔细校对。

目 录

第 1 章 信息网络简介	1
1.1 引言	1
1.1.1 信息网络的组成	2
1.1.2 信息网络发展史	3
1.1.3 信息网络的标准化组织	5
1.1.4 远程复用技术标准的发展	7
1.2 广域网的发展	9
1.2.1 公共交换电话网的发展	10
1.2.2 因特网的诞生	11
1.2.3 有线电视 HFC 基础设施	12
1.2.4 蜂窝电话网络的发展	13
1.3 本地网络的发展	13
1.3.1 公共交换电话网本地接入技术的发展	14
1.3.2 IEEE 802.3 以太网的发展	15
1.3.3 IEEE 802.11 无线局域网的发展	16
1.3.4 因特网家庭接入和 IEEE 802.16	18
1.3.5 IEEE 802.15 无线个域网的发展	21
1.4 本书的结构	22

第一部分 传输和接入基础

第 2 章 媒体特性	26
2.1 引言	26
2.2 引导媒体	27
2.2.1 双绞线	28
2.2.2 同轴电缆	31
2.2.3 光纤	33
2.3 无线媒体	35
2.3.1 无线电传播机制	36
2.3.2 路径损耗模型和信号覆盖	37
2.3.3 室内路径损耗模型	41
2.3.4 室外路径损耗模型	45
2.3.5 多径衰退和多普勒效应	46
2.3.6 新兴信道模型	50
第 3 章 物理层传输基础	60
3.1 信息传输	60

3.1.1	有线和无线传输	61
3.1.2	基带传输	62
3.2	传输技术与信号星图	64
3.2.1	多码元数字通信	64
3.2.2	数字通信中的信号星图	66
3.2.3	二维信号星图	68
3.2.4	信道容量	73
3.3	物理层的性能	75
3.3.1	无线信道衰退对性能的影响	77
3.3.2	分集技术	78
3.4	宽带调制解调器	80
3.4.1	扩频传输	81
3.4.2	正交频分复用	85
3.4.3	空时编码	86
3.4.4	多输入多输出天线系统容量	87
第 4 章	编码与可靠数据包传输	92
4.1	引言	92
4.2	信源编码与组帧技术	93
4.2.1	信源与编码	93
4.2.2	组帧技术	95
4.3	前向纠错编码	97
4.3.1	编码基础	97
4.3.2	块编码	100
4.3.3	卷积码	104
4.3.4	用于处理数据的编码	108
4.4	扩频与码分多址系统编码	109
4.4.1	伪噪声码	109
4.4.2	M -ary 正交码	111
4.5	ARQ 方案	112
4.5.1	停止并等待方案	112
4.5.2	退避 N 重传方案	113
4.5.3	选择重传方案	114
4.5.4	混合 ARQ 方案	114
4.6	流量控制协议	115
4.6.1	停止并等待机制	116
4.6.2	滑动窗口	116
第 5 章	媒体接入方法	121
5.1	引言	121
5.2	集中分配接入方法	122
5.2.1	频分多址 (FDMA)	123
5.2.2	时分多址 (TDMA)	125

5.2.3	码分多址 (CDMA)	128
5.2.4	码分多址、时分多址和频分多址比较	130
5.2.5	分配接入方法的性能	133
5.3	分布式随机接入方法	135
5.3.1	数据服务随机接入方法	136
5.3.2	局域网接入方法	141
5.3.3	随机接入方法性能	145
5.4	话音和数据业务集成	152
5.4.1	集成服务的接入方法	152
5.4.2	面向话音网络的数据集成	153
5.4.3	面向数据网络的话音集成	157

第二部分 广域网络

第 6 章	因特网	168
6.1	引言: 因特网基础结构	168
6.1.1	数据包转发基础	169
6.2	地址	170
6.2.1	面向连接 PSTN 的 ISDN 地址	170
6.2.2	无连接局域网的 MAC 地址	172
6.2.3	无连接因特网的 IP 地址	174
6.3	服务质量	177
6.3.1	面向连接网络的服务质量	177
6.3.2	无连接网络的服务质量	178
6.4	网桥	179
6.4.1	标准化与网桥	180
6.4.2	IEEE 802.1D 透明网桥	181
6.4.3	生成树算法	182
6.4.4	IEEE 802.5 源路由网桥	185
6.4.5	IEEE 802.1Q 虚拟局域网	185
6.5	交换机	186
6.5.1	公共交换电话网的电路交换	186
6.5.2	综合业务数据网的交换技术	187
6.5.3	公共交换电话网的分组交换	188
6.5.4	异步传输模式	189
6.6	路由器	194
6.6.1	路由器类型	195
6.6.2	路由器网络协议	196
6.6.3	路由选择算法	201
6.6.4	多协议标签交换	205
第 7 章	蜂窝网络	210
7.1	引言	210

7.1.1	蜂窝概念	210
7.1.2	蜂窝层次	212
7.2	蜂窝网络总体结构	214
7.2.1	移动站	215
7.2.2	基站子系统	215
7.2.3	网络和交换子系统	216
7.3	支持移动环境的机制	217
7.3.1	注册	217
7.3.2	呼叫建立	218
7.3.3	切换	219
7.3.4	安全	221
7.4	蜂窝网络协议栈	222
7.4.1	第一层: 物理层	223
7.4.2	第二层: 数据链路层	224
7.4.3	第三层: 网络层	225
7.5	TDMA 空中接口物理层	226
7.5.1	调制技术	227
7.5.2	功率和功率控制	228
7.5.3	物理层数据包突发	228
7.6	CDMA 空中接口物理层	232
7.6.1	CDMA 前向信道	233
7.6.2	CDMA 反向信道	236
7.6.3	典型 CDMA 网络的数据包和帧格式	239
7.6.4	其他类型的 CDMA 空中接口	240
7.7	在蜂窝网络中实现更高的数据速率	241
7.7.1	连接因特网参考架构的变化	241
7.7.2	如何实现高数据速率	242
7.8	蜂窝网络的部署	244
7.8.1	蜂窝基础和频率复用	245
7.8.2	频分/时分多址系统的容量扩展技术	248
7.8.3	码分多址系统的网络规划	251

第三部分 局域网和个域网

第 8 章	IEEE 802.3 以太网	258
8.1	引言	258
8.2	传统以太网	260
8.2.1	帧格式和物理层	262
8.2.2	带有冲突检测的载波侦听多址的媒体接入控制层	263
8.2.3	媒体接入控制性能	265
8.2.4	传统以太网的备选方案	266
8.2.5	传统以太网的早期发展	268

8.3	物理层的发展	269
8.3.1	100 Mbps 快速以太网	270
8.3.2	快速以太网的备选方案	275
8.3.3	千兆以太网	276
8.3.4	10 Gbps 以太网及其他	279
8.4	以太网呈现的其他特性	283
8.4.1	虚拟局域网的帧格式	283
8.4.2	全双工操作	284
8.4.3	暂停帧	285
8.4.4	链路聚合	287
第 9 章	IEEE 无线局域网标准	291
9.1	引言	291
9.1.1	早期研究	291
9.1.2	免授权频带的出现	292
9.1.3	产品、频带和标准	292
9.1.4	市场策略的转变	294
9.2	IEEE 802.11 和 WLAN	295
9.2.1	IEEE 802.11 概述	296
9.2.2	IEEE 802.11 无线局域网操作	298
9.2.3	IEEE 802.11 媒体接入控制层	301
9.2.4	IEEE 802.11 物理层	307
9.2.5	无线局域网部署	315
9.2.6	IEEE 802.11 的安全问题与实现	321
9.2.7	无线局域网标准和 802.11 标准化活动	323
9.3	IEEE 802.16 (WiMAX)	324
9.3.1	总体架构	326
9.3.2	物理层	327
9.3.3	媒体接入控制层	327
第 10 章	IEEE 802.15 无线个域网	334
10.1	引言	334
10.1.1	IEEE 802.15 无线个域网标准化系列	334
10.2	IEEE 802.15.1 蓝牙	335
10.2.1	总体架构	336
10.2.2	协议栈	337
10.2.3	物理连接	339
10.2.4	媒体接入控制机制	340
10.2.5	帧格式	341
10.2.6	连接管理	345
10.2.7	安全	347
10.3	蓝牙和 802.11 之间的干扰	347

10.3.1	干扰范围	348
10.3.2	干扰概率	351
10.3.3	实验结果	353
10.4	IEEE 802.15.3a 超宽带无线个域网	355
10.4.1	直接序列超宽带	355
10.4.2	多频带正交频分复用	358
10.5	IEEE 802.15.4 ZigBee	360
10.5.1	总体架构	361
10.5.2	协议栈	362
10.5.3	媒体接入控制层	363
10.5.4	物理层	363
10.5.5	帧格式	365
10.5.6	蓝牙、WiFi 与 ZigBee 的比较	365
第 11 章	网络安全	370
11.1	引言	370
11.2	网络攻击和安全问题	370
11.2.1	网络通信	370
11.2.2	安全攻击的可能性	372
11.2.3	安全攻击事例	375
11.2.4	安全攻击、服务和体系结构的定义	379
11.3	保护和预防	380
11.3.1	防火墙和边界安全	380
11.3.2	密码系统和密码协议	383
11.3.3	阻止成功的钓鱼攻击	393
11.4	检测	394
11.5	评估和响应	395

第四部分 系统方面

第 12 章	无线定位	399
12.1	引言	399
12.2	什么是无线地理定位	399
12.2.1	无线应急服务	400
12.2.2	地理定位系统的性能测量	401
12.3	射频位置感知和定位方法	402
12.3.1	通用架构	402
12.3.2	定位算法	404
12.3.3	蜂窝电话系统的定位标准	409
12.4	蜂窝系统的定位服务架构	412
12.4.1	蜂窝网络架构	412
12.4.2	定位服务架构	413
12.4.3	定位服务的空中（接入网）通信	414

12.4.4	定位服务固定设施（核心网）的信令	415
12.4.5	移动定位协议	415
12.5	自组织和传感器网络的定位	416
第 13 章	无线传感器网络	419
13.1	引言	419
13.2	传感器网络应用	419
13.2.1	生活环境监测	419
13.2.2	建筑物健康监测	420
13.2.3	其他应用	420
13.3	传感器网络架构和传感器设备	420
13.3.1	传感器网络架构	420
13.3.2	传感器设备概述	422
13.3.3	商业传感器	423
13.3.4	未来方向	425
13.4	传感器网络的物理层	426
13.4.1	频谱	426
13.4.2	路径损耗	427
13.4.3	灰色区域	427
13.4.4	调制方案	428
13.5	传感器网络的 MAC 层	429
13.5.1	传感器网络的媒体接入问题	430
13.5.2	IEEE 802.15.4 媒体接入控制	431
13.5.3	低占空比媒体接入控制	432
13.5.4	低延迟媒体接入控制	433
13.6	传感器网络的高层问题	434
13.6.1	建立传感器网络	435
13.6.2	路由	436
13.6.3	覆盖率、连通性和拓扑控制	438
13.6.4	同步	440
13.6.5	安全	440
附录 A	什么是分贝	444
附录 B	两个发送天线和一个接收天线的空时编码	445
附录 C	信源编码	447
附录 D	缩略词	451
附录 E	变量表	461
参考文献	465
索引	475