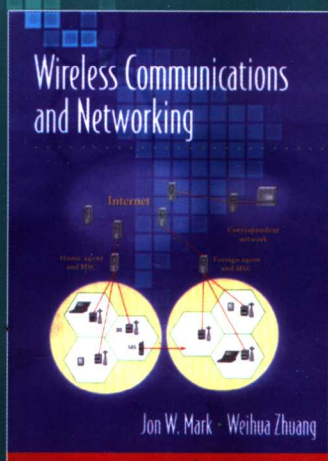


国外电子与通信教材系列

无线通信与网络

Wireless Communications and Networking



[美] Jon W. Mark 著
Weihua Zhuang
李 锵 郭继昌 等译
滕建辅 审校

PEARSON
Prentice
Hall



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

中国大学计算机专业主干课程系列教材

无线通信与网络

Wireless Communications and Networking



作者：(美) 阿德里安·帕帕迪米特里奥
(美) 詹姆斯·巴尼特
译者：李 强 李 强 李 强
李 强 李 强 李 强



清华大学出版社

TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

国外电子与通信教材系列

无线通信与网络

Wireless Communications and Networking

[美] Jon W. Mark 著
Weihua Zhuang

李 锵 郭继昌 等译

滕建辅 审校

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

内 容 简 介

本书涵盖了从无线/有线混合信息传输平台的物理层到网络层的大部分内容。书中关于有线网络与无线网络互联的内容是本书的独特之处,全书将蜂窝移动通信与网络的基本内容(信号设计,信道特性,接收机结构,多址接入技术,移动蜂窝网,系统容量的增加,移动性管理,无线/有线网络互联)融合交织在一起,进行了统一且系统的讲述,并附有大量的说明性实例。

本书适合作为高年级本科生和一年级研究生的教科书,用于短期但又完整的、自成体系的一学期课程。

Simplified Chinese edition Copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Wireless Communications and Networking, ISBN: 0130409057 by Jon W. Mark, Weihua Zhuang. Copyright © 2003.

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和Pearson Education培生教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有Pearson Education培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2003-0364

图书在版编目(CIP)数据

无线通信与网络/(美)马克(Mark, J. W.)等著;李锵等译.-北京:电子工业出版社,2004.6
(国外电子与通信教材系列)

书名原文:Wireless Communications and Networking

ISBN 7-120-00048-9

I. 无... II. ①马... ②李... III. 无线电通信-通信网-教材 IV. TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第046566号

责任编辑:谭海平

印 刷:北京兴华印刷厂

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480千字

印 次:2004年6月第1次印刷

定 价:28.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。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。

序

2001年7月间,电子工业出版社的领导同志邀请各高校十几位通信领域方面的老师,商量引进国外教材问题。与会同志对出版社提出的计划十分赞同,大家认为,这对我国通信事业、特别是对高等院校通信学科的教学工作会很有好处。

教材建设是高校教学建设的主要内容之一。编写、出版一本好的教材,意味着开设了一门好的课程,甚至可能预示着一个崭新学科的诞生。20世纪40年代MIT林肯实验室出版的一套28本雷达丛书,对近代电子学科、特别是对雷达技术的推动作用,就是一个很好的例子。

我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老师 and 专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,是会有好处的。

一年多来,电子工业出版社为此做了很多工作。他们成立了一个“国外电子与通信教材系列”项目组,选派了富有经验的业务骨干负责有关工作,收集了230余种通信教材和参考书的详细资料,调来了100余种原版教材样书,依靠由20余位专家组成的出版委员会,从中精选了40多种,内容丰富,覆盖了电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等方面,既可作为通信专业本科生和研究生的教学用书,也可作为有关专业人员的参考材料。此外,这批教材,有的翻译为中文,还有部分教材直接影印出版,以供教师用英语直接授课。希望这些教材的引进和出版对高校通信教学和教材改革能起一定作用。

在这里,我还要感谢参加工作的各位教授、专家、老师与参加翻译、编辑和出版的同志们。各位专家认真负责、严谨细致、不辞辛劳、不怕琐碎和精益求精的态度,充分体现了中国教育工作者和出版工作者的良好美德。

随着我国经济建设的发展和科学技术的不断进步,对高校教学工作会不断提出新的要求和希望。我想,无论如何,要做好引进国外教材的工作,一定要联系我国的实际。教材和学术专著不同,既要注意科学性、学术性,也要重视可读性,要深入浅出,便于读者自学;引进的教材要适应高校教学改革的需要,针对目前一些教材内容较为陈旧的问题,有目的地引进一些先进的和正在发展中的交叉学科的参考书;要与国内出版的教材相配套,安排好出版英文原版教材和翻译教材的比例。我们努力使这套教材能尽量满足上述要求,希望它们能放在学生们的课桌上,发挥一定的作用。

最后,预祝“国外电子与通信教材系列”项目取得成功,为我国电子与通信教学和通信产业的发展培土施肥。也恳切希望读者能对这些书籍的不足之处、特别是翻译中存在的问题,提出意见和建议,以便再版时更正。

吴佑寿

中国工程院院士、清华大学教授
“国外电子与通信教材系列”出版委员会主任

出版说明

进入 21 世纪以来,我国信息产业在生产和科研方面都大大加快了发展速度,并已成为国民经济发展的支柱产业之一。但是,与世界上其他信息产业发达的国家相比,我国在技术开发、教育培训等方面都还存在着较大的差距。特别是在加入 WTO 后的今天,我国信息产业面临着国外竞争对手的严峻挑战。

作为我国信息产业的专业科技出版社,我们始终关注着全球电子信息技术的发展方向,始终把引进国外优秀电子与通信信息技术教材和专业书籍放在我们工作的重要位置上。在 2000 年至 2001 年间,我社先后从世界著名出版公司引进出版了 40 余种教材,形成了一套“国外计算机科学教材系列”,在全国高校以及科研部门中受到了欢迎和好评,得到了计算机领域的广大教师与科研工作者的充分肯定。

引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,将有助于我国信息产业培养具有国际竞争能力的技术人才,也将有助于我国国内在电子与通信教学中掌握和跟踪国际发展水平。根据国内信息产业的现状、教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的指示精神以及高等院校老师们反映的各种意见,我们决定引进“国外电子与通信教材系列”,并随后开展了大量准备工作。此次引进的国外电子与通信教材均来自国际著名出版商,其中影印教材约占一半。教材内容涉及的学科方向包括电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等,其中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。我们还将与国外出版商一起,陆续推出一些教材的教学支持资料,为授课教师提供帮助。

此外,“国外电子与通信教材系列”的引进和出版工作得到了教育部高等教育司的大力支持和帮助,其中的部分引进教材已通过“教育部高等学校电子信息科学与工程类专业教学指导委员会”的审核,并得到教育部高等教育司的批准,纳入了“教育部高等教育司推荐——国外优秀信息科学与技术系列教学用书”。

为做好该系列教材的翻译工作,我们聘请了清华大学、北京大学、北京邮电大学、东南大学、西安交通大学、天津大学、西安电子科技大学、电子科技大学等著名高校的教授和骨干教师参与教材的翻译和审校工作。许多教授在国内电子与通信专业领域享有较高的声望,具有丰富的教学经验,他们的渊博学识从根本上保证了教材的翻译质量和专业学术方面的严格与准确。我们在此对他们的辛勤工作与贡献表示衷心的感谢。此外,对于编辑的选择,我们达到了专业对口;对于从英文原书中发现的错误,我们通过与作者联络、从网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订;同时,我们对审校、排版、印制质量进行了严格把关。

今后,我们将进一步加强同各高校教师的密切关系,努力引进更多的国外优秀教材和教学参考书,为我国电子与通信教材达到世界先进水平而努力。由于我们对国内外电子与通信教育的发展仍存在一些认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多需要改进的地方,恳请广大师生和读者提出批评及建议。

电子工业出版社

教材出版委员会

- 主任** 吴佑寿 中国工程院院士、清华大学教授
- 副主任** 林金桐 北京邮电大学校长、教授、博士生导师
杨千里 总参通信部副部长、中国电子学会会士、副理事长
中国通信学会常务理事
- 委员** 林孝康 清华大学教授、博士生导师、电子工程系副主任、通信与微波研究所所长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
徐安士 北京大学教授、博士生导师、电子学系副主任
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
樊昌信 西安电子科技大学教授、博士生导师
中国通信学会理事、IEEE会士
程时昕 东南大学教授、博士生导师
移动通信国家重点实验室主任
郁道银 天津大学副校长、教授、博士生导师
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
阮秋琦 北方交通大学教授、博士生导师
计算机与信息技术学院院长、信息科学研究所所长
张晓林 北京航空航天大学教授、博士生导师、电子工程系主任
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员
郑宝玉 南京邮电学院副院长、教授、博士生导师
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
朱世华 西安交通大学教授、博士生导师、电子与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
彭启琮 电子科技大学教授、博士生导师、通信与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员
徐重阳 华中科技大学教授、博士生导师、电子科学与技术系主任
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
毛军发 上海交通大学教授、博士生导师、电子信息学院副院长
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
赵尔沅 北京邮电大学教授、教材建设委员会主任
钟允若 原邮电科学研究院副院长、总工程师
刘彩 中国通信学会副理事长、秘书长
杜振民 电子工业出版社副社长

译 者 序

从 20 世纪 90 年代开始至今,信息技术迅猛发展,信息产业已成为世界各国国民经济的主导产业之一,推动着世界经济不断向前发展。通信作为信息产业中的排头兵,发展速度最快,尤其是无线通信技术和因特网技术取得了令人瞩目的成就,将两种技术融合起来就能够真正实现任何人在任何时间任何地点的信息交换。

Jon W. Mark 和 Weihua Zhuang 所著的本书是作者多年在加拿大滑铁卢大学教学和科研的总结,该书全面、系统地论述了无线通信的基本理论以及无线网络与有线网络互联的基本概念和基本原理,并附有大量说明性的实例。书中内容涉及第一代和第二代无线蜂窝系统的显著特征以及第三代无线系统的主要特点、无线信道的特点、带通传输技术、接收技术、蜂窝系统基本原理、多址接入技术、移动性管理以及无线前端与基于因特网协议的骨干网的互联等问题。本书最大的特点是比较详细地介绍了关于有线网络与无线网络互联的内容。该书适合于作为高等院校电子、信息、通信、计算机等专业的高年级本科生或低年级研究生相关课程的教材,通过学习,读者可以掌握无线通信的基本理论和无线/有线网络互联的主要技术。本教材也是一本很好的相关领域的教学参考书。

本书从前言至第 3 章、第 7 章至第 8 章以及附录和缩写词表由李镛翻译,第 4 章至第 6 章由郭继昌翻译,全书由滕建辅审校。参加本书翻译和初校工作的还有肖志涛、王昕、关欣、马杰、赵全明、崔志刚、饶中洋、刘航、童央群、邢喆、郭琦等,在此表示衷心的感谢。

由于译者水平有限,译文中难免有不妥乃至错误之处,敬请读者不吝指正。

前 言

当信号在导线(如同轴电缆、光纤等)中传播时,相对而言会免受干扰,而信号在无线信道中传播时,其损伤会十分严重。信号通过无线信道时常会受到加性背景噪声的干扰,并经历信号衰落、多径扩散、同信道干扰以及邻信道干扰等。然而,无线系统所具有的可以支持用户漫游的灵活性却是有线系统所缺乏的,正是由于无线系统对用户移动性的支持,使其成为满足现代社会需求的重要的信息传输平台。但是,无线系统也存在一些缺点,其中最重要的一点就是严重的信道损伤,它限制了可用的频谱带宽;同时,无线系统具有有限的地理覆盖范围(如地面无线电)和长传播时延(如同步卫星)。基于无线电波传播的无线蜂窝通信系统已经逐渐由窄带[即第一代(1G)和第二代(2G)无线系统]向宽带[即第三代(3G)无线系统]过渡,由于其地理覆盖范围的限制,无线通信系统需要借助一个骨干网络来扩展其地域范围,从而实现全球通信的目标。有线网络如因特网具有普遍的吸引力。近年来,以无线网络为前端、Internet 为骨干网的将二者互联起来的做法一直受到广泛关注,在这种混合的无线/Internet 网络中,无线前端支持用户漫游,而 Internet 骨干网提供全球覆盖。

无线信道中的严重损伤给网络提供商提出了一系列赋有挑战性的问题。当系统的带宽需求还不是很小时,传统的调制方式与编码方法所伴随的频谱限制和传输错误还不至于无法容忍,窄带蜂窝通信系统(如 1G 与 2G)就属于这种情况;为支持多媒体通信(如在 3G 系统中),如何减轻信道色散衰落和多址干扰的影响就成为一个极其重要的问题。

本教科书的目的是为高年级本科生讲述无线通信与网络的基本知识,本书中的内容已多次为滑铁卢大学四年制本科生的一学期课程所采用,学习这门课程的学生应该在以前的学期中已经学过模拟与数字通信原理、概率论以及信号分析方法等先修课程。

本书通过首先对无线通信与网络进行概述,提供一个主题的路线图,在概述中重点强调了第一代和第二代无线蜂窝系统的显著特征以及第三代无线系统的主要特点;教材将重点放在为高年级本科学子介绍基本理论上,书中关于无线通信与网络的内容分成七章叙述,即第 2 章到第 8 章。第 2 章详细阐述无线信道的特点,它是第 3 章中带通传输技术与第 4 章中接收技术的基础,这三章重点介绍了物理传输层的性质,目的是使学生理解各类干扰的特性以及发射机和接收机中所采用的减轻这些干扰的措施。

蜂窝通信系统的基本内容,包括蜂窝系统基本原理以及采用频率复用增加系统容量的性质,将在第 5 章中进行讨论说明。无线蜂窝通信系统的主要优点之一就是能够支持多个移动中的用户进行通信,而多个用户同时发送信号会导致冲突,造成破坏性干扰,解决这种冲突从而允许公共资源多址接入的技术及其分支在第 6 章中讨论。

虽然无线系统提供了用户漫游的灵活性,然而,这种用户移动性也给网络提供商提出了一系列赋有挑战性的问题。第 7 章讨论移动性管理的问题,它用于处理切换、确定移动单元的位置等,从而促进信息的传递;另一方面,无线系统的地域覆盖是有限的,为达到任何人在任何地点任何时间都可以进行通信的目的,就要求系统实现全球地域覆盖,Internet 作为最普遍的

球性网络已经获得广泛接受,在第 8 章中将讨论无线前端与基于因特网协议(Internet Protocol, IP)的骨干网的互联、演化以形成支持用户移动性的全球通信平台的内容。

各章后习题的解答为各学术机构中选用该书作为教材的教师提供,教师可与出版商联系索取,同时还可以获得本书中各类练习的 MATLAB 仿真程序包,该程序包是用 MATLAB 6.0 开发的,拥有友好的用户接口,可作为课堂演示程序使用。

在任何时间任何地点对不同业务的社会需求可能会随着时间不断地增长,希望本书所讲述的无线通信与网络的基本知识能为想在该领域继续深造的工科本科毕业生打下良好的基础,同时也能满足他们的求知欲。

我们要感谢 Ka Chun(Kyle)Chan 为本书开发了配套的仿真程序包,还要感谢 Vijay Bhargava 教授以及不知姓名的审阅人为本书手稿提出了宝贵的意见和改进建议!

Jon W. Mark 与 Weihua Zhuang

滑铁卢,安大略

目 录

第 1 章 无线通信与网络概述	1
1.1 无线通信发展历史概述	1
1.2 无线通信网络中存在的挑战	1
1.2.1 无线信道	2
1.2.2 用户移动性	2
1.3 无线通信标准	3
1.3.1 第一代蜂窝系统	3
1.3.2 第二代蜂窝系统	4
1.3.3 第三代无线通信网络	5
1.3.4 扩大覆盖范围	6
1.3.5 无线通信网络的种类	6
1.4 本书的组织结构	7
小结	8
附注	8
习题	8
第 2 章 无线信道的特性	10
2.1 多径传播环境	10
2.2 线性时变信道模型	13
2.2.1 信道冲激响应	13
2.2.2 时变传输函数	14
2.2.3 多普勒扩展函数与时延多普勒扩展函数	15
2.2.4 信道函数举例	18
2.3 信道相关函数	20
2.3.1 时延功率谱密度	20
2.3.2 频率和时间相关函数	22
2.3.3 多普勒功率谱密度	23
2.3.4 信道相关函数举例	25
2.4 大尺度路径损耗与阴影衰落	29
2.4.1 自由空间传播模型	29
2.4.2 光滑平面上的电波传播	31
2.4.3 带有阴影的对数距离路径损耗	33
2.4.4 奥村-哈塔(Okumura-Hata)路径损耗模型	34

2.4.5	Lee 路径损耗模型	35
2.4.6	无线小区覆盖	37
2.5	小尺度多径衰落	39
2.5.1	一阶统计特性	39
2.5.2	二阶统计特性	42
小结		47
附注		47
习题		48
第 3 章	移动无线系统的带通传输技术	53
3.1	引言	53
3.2	信号空间与判决域	57
3.2.1	M 元信号的矢量空间表示	57
3.2.2	信号检测与最佳接收机	58
3.3	数字调制	63
3.3.1	M 元相移键控(MPSK)	63
3.3.2	最小频移键控(MSK)	69
3.3.3	高斯最小频移键控(GMSK)	73
3.3.4	正交频分复用(OFDM)	75
3.4	功率谱密度	77
3.5	传输错误概率	83
3.5.1	AWGN 信道中的相干接收	83
3.5.2	平坦慢瑞利衰落信道的相干接收	90
小结		93
附注		93
习题		94
第 4 章	衰落色散信道的接收机技术	98
4.1	减轻信道损伤的技术综述	98
4.2	分集	100
4.2.1	分集结构	101
4.2.2	线性合并	101
4.2.3	性能改善	105
4.3	信道均衡	111
4.3.1	线性均衡	113
4.3.2	判决反馈均衡	121
小结		128
附注		128
习题		129

第 5 章 蜂窝通信基础	132
5.1 概述.....	132
5.2 频率复用与移动性管理.....	133
5.2.1 蜂窝通信与频率复用.....	133
5.2.2 移动性管理.....	134
5.3 区群的概念.....	134
5.3.1 通过频率复用扩大系统容量.....	134
5.3.2 频率复用下的小区规划.....	136
5.3.3 六边形小区的几何结构.....	138
5.3.4 频率复用比.....	141
5.4 同信道与相邻信道干扰.....	141
5.4.1 同信道干扰.....	142
5.4.2 邻信道干扰.....	144
5.5 基站处的呼叫阻塞与延迟.....	144
5.6 扩大系统容量的其他方法.....	147
5.6.1 小区分裂.....	148
5.6.2 定向天线(扇区化).....	150
5.7 信道分配策略.....	152
小结.....	152
附注.....	152
习题.....	153
第 6 章 多址接入技术	156
6.1 无线小区中的多址接入技术.....	156
6.2 随机接入.....	157
6.2.1 Aloha 系统.....	157
6.2.2 载波侦听多址接入(CSMA).....	160
6.3 无冲突多址接入技术.....	162
6.3.1 FDMA.....	162
6.3.2 TDMA.....	162
6.3.3 CDMA.....	165
6.4 频谱效率.....	174
6.4.1 FDMA 系统.....	174
6.4.2 TDMA 系统.....	178
6.4.3 DS-CDMA 系统.....	182
小结.....	187
附注.....	187
习题.....	189

第 7 章 无线网络中的移动性管理	192
7.1 概述	192
7.2 呼叫接入控制(CAC)	193
7.2.1 优先权呼叫接入	194
7.3 切换管理	194
7.3.1 越区切换策略	195
7.3.2 越区切换的种类	195
7.3.3 设计问题	195
7.3.4 基于反馈的 MAHO 策略	196
7.3.5 AP/MSO 识别	197
7.3.6 分布图(Profile)	199
7.3.7 移动能力	199
7.3.8 移动性模型	200
7.3.9 群内越区切换算法	201
7.4 蜂窝网络的位置管理	204
7.4.1 IS-41 的双层结构	205
7.4.2 SS7 网络与公共信道信令	206
7.4.3 位置更新、呼叫建立与寻呼	207
7.5 PCS 网络的位置管理	210
7.5.1 覆盖方法	210
7.5.2 本地归属方法	211
7.6 流量计算	213
7.6.1 系统与流量参数	213
7.6.2 越区切换速率的计算	214
小结	216
附注	217
习题	217
第 8 章 无线/有线网络互联	221
8.1 背景	221
8.2 移动 IP	222
8.2.1 移动 IP 的运行	224
8.2.2 移动 IP 的本地归属	228
8.2.3 分级路由	229
8.3 因特网协议(IP)	230
8.3.1 IPv6 与 IPv4	231
8.3.2 移动 IPv6	233
8.4 传输控制协议(TCP)	234
8.4.1 流量控制	234

8.4.2	改进的 TCP	236
8.4.3	改进的 UDP	238
8.5	网络性能	238
8.5.1	网络模型	238
8.5.2	移动性模型 3	239
8.5.3	采用本地归属的切换延时	240
8.6	无线应用协议(WAP)	243
8.6.1	无线应用环境	244
8.6.2	WAP 协议栈	244
8.6.3	WAP 网关	245
8.7	移动 ad hoc 网络	245
8.7.1	ad hoc 路由协议	246
8.7.2	评述	247
小结	.....	247
附注	.....	248
习题	.....	249
附录	.....	252
缩写与首字母缩写词	.....	265
参考文献	.....	268
部分习题答案	.....	278

第 1 章 无线通信与网络概述

本书的目的是让高年级本科学生对由无线和有线两部分构成的信息传输平台上的端到端通信有一个深入的了解,书中指出了无线传播信道中造成频谱限制的各种障碍,用户漫游时保持业务连续性的困难,无线和有线连接的问题,以及克服端到端信息传输困难的技术等。

本章向读者概述无线通信与网络的主要特征,并介绍本书后续七章的内容安排。

1.1 无线通信发展历史概述

长距离无线传输已经有一百多年的历史,可以追溯到 1901 年马可尼将电报信号从康沃尔穿越大西洋发送到 1800 英里以外的纽芬兰的圣约翰。无线传输技术在过去一个世纪里经历了无线电、雷达、电视、卫星和移动电话等不同的发展和应用阶段。

在无线通信发展的早期,无线电是使用最为广泛的无线技术,不仅被用于公众场合,而且被用于法律的实施部门(如各级警力)。直到 1935 年埃德温·阿姆斯壮演示频率调制(FM)的可行性之前,射频载波的幅度调制(AM)一直是无线传输所采用的主要技术,从 20 世纪 30 年代后期开始,频率调制就成为无线通信系统中被广泛应用的主要调制方法。

第二次世界大战期间,雷达技术发展迅猛并逐渐成熟,当时几乎美国各大学的雷达研究所都将其主攻方向转向军事应用,如监视欧洲前线战场等,其中著名的研究机构有在安娜堡的密歇根大学雷达研究所和麻省理工学院(MIT)林肯研究所。20 世纪 40 年代和 50 年代后期,单向和双向无线电与电视系统的商业应用达到繁荣。

蜂窝无线和个人通信系统在 20 世纪 70 年代后期进入了加速发展期,这得益于成功地引入第一代(1G)、第二代(2G)和第三代(3G)蜂窝系统。

1.2 无线通信网络中存在的挑战

无线通信网络为用户提供了一个灵活的信息传输平台,使得移动用户在漫游时不必再遭受不可容忍的性能下降。无线通信网络的原理框图如图 1.1 所示。其中,基站(BS)是其信令覆盖范围内的所有移动台(MS)的信息发布中心,MS 与 BS 之间的信号传输媒质为无线信道,从 MS 到为其服务的 BS 的无线信道称为上行链路信道或者反向链路信道,而从 BS 到 MS 的无线信道称为下行链路信道或者前向链路信道。基站通过有线方式连接到移动交换中心(MSC)从而扩大单个 BS 的地域覆盖,同时 MSC 也可以有线方式与其他 MSC 相连接,或者与骨干网络相连,如与 ATM(异步传输模式)网络或因特网相连接,这样,作为通信双方的移动用户就可以在地域上相隔很远的距离。其中存在的主要挑战是如何创建能够支持移动用户间通信的、有生命力的信息传输平台,该平台是前端无线网络与骨干有线网络的混合连接。

无线小区的定义 无线小区是指为许多移动台提供不同业务服务的单个基站所覆盖的地理区域。

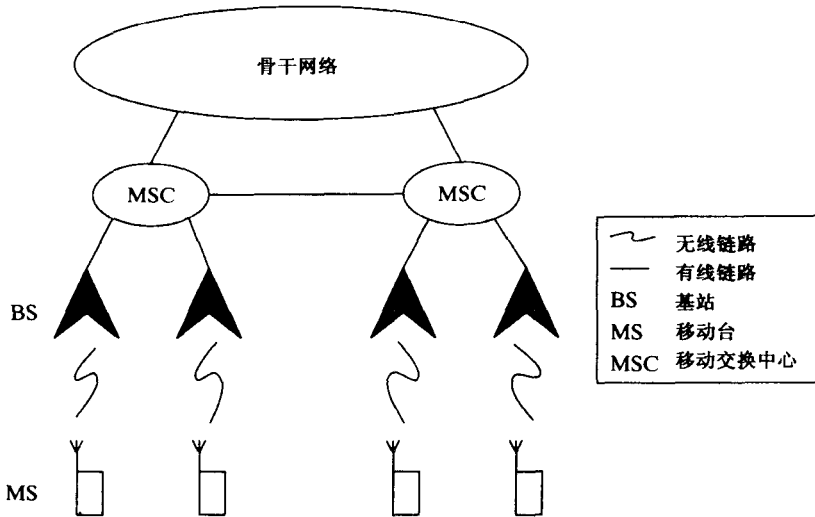


图 1.1 无线通信网络示意图

根据被覆盖区域大小的不同,无线小区可以分为微微小区、微小区和宏小区,无线通信中的主要问题源于(a)无线传播媒质对信号的损害性和(b)用户的移动性。

1.2.1 无线信道

无线传播信道呈现出多种不同形式的信道损伤,特别是多径时延扩展、多普勒扩展、小区内干扰、小区间干扰、衰落以及周围环境的噪声等。干扰、失真和噪声可以分为乘性和加性两类:

- a. 乘性干扰和失真通常是依赖于信号的,包括衰落、码间干扰等,它会造成发射信号的衰减、毁损等,其最终结果是造成可用频谱的缩减。这种形式的干扰不能采用滤波技术予以抑制。
- b. 加性噪声虽然不及乘性噪声严重,但它仍然会降低信号的可检测性。带外噪声可利用滤波器予以消除,但带内噪声仍会通过该滤波器而不会被消除。

需要有效且高效的发射机和接收机来克服干扰和失真。设计发射机和接收机需要很好地了解信道的特性。因此,深入理解传播信道的特性对设计有效的发射机、接收机以及通信协议来说是十分重要的。

1.2.2 用户移动性

为了利用有限的无线频谱为大量用户提供通信服务,无线通信系统是基于频率可以复用的蜂窝概念设计的,将大的服务区域划分为小的相互不重叠的(理想情况)小区,并且使每个基站可以用较低的发射功率与小区内的所有移动台进行通信,这样,在满足传输质量的条件下,无线频谱可以在不同的小区中重复使用。当移动台从一个小区进入到另一个小区时,为其服务的基站发生了变化,移动台穿越小区边界使得为其服务的基站发生改变的过程称为切换管理。跟踪用户的移动,支持用户在更大范围内的漫游以及将呼叫传递到用户当前位置的过程称为位置管理。因此,无线网络的运营就需要有适当的移动性管理功能,包括切换管理和位