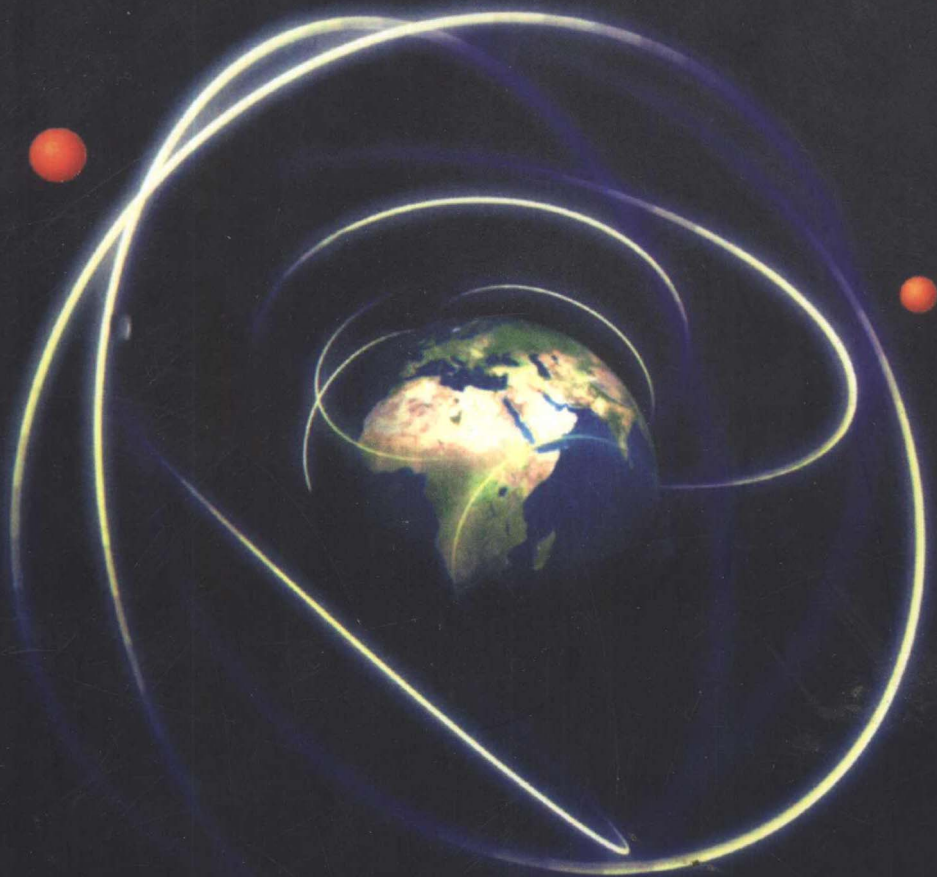


国外计算机科学经典教材



Kaveh Pahlavan

Prashant Krishnamurthy 著

刘剑 安晓波 李春生 等译

A Unified Approach

Principles of Wireless Networks

无线网络通信 原理与应用



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



无线网络通信原理与应用

Kaveh Pahlavan 著

Prashant Krishnamurthy

刘剑 安晓波 李春生 等译

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2002-4657

内 容 简 介

本书介绍了重要的面向语音和面向数据的无线网络——从 PCS 到 IMT-2000 3G, 从蓝牙技术到无线 LAN 的统一的通用的基本原理。无线网络是一种非常复杂且多领域的系统, 为了描述清楚, 全书按逻辑分为四部分: 空中接口的设计原理、无线网络的工作原理、无线广域网以及宽带局域网与 ad hoc 网络。具体内容包括: 空中接口的设计; 无线网络的运行; 基于 CDMA、TDMA 和 GSM 的蜂窝电话和移动数据网络的实现; IEEE 802.11 WLAN、HIPERLAN 和 WATM 宽带本地接入技术; 新兴的 OFDM 技术和超宽频带(UWB)技术; ad hoc 网络、蓝牙技术和 WPAN; 无线定位和室内定位技术。

本书结构划分灵活、内容全面。本书可作为无线通信专业本科生和研究生的教材或教学参考书。对于从事无线通信的科研和工程技术人员, 本书也是一本极佳的参考读物。

Simplified Chinese edition copyright © 2002 by Pearson Education NORTH ASIA LIMITED and Tsinghua University Press.

Principles of Wireless Networks a Unified Approach: first publication by Kaveh Pahlavan, Prashant Krishnamurthy, Copyright © 2002.

All Rights Reserved.

Published by arrangement with Pearson Education, Inc., publishing as PH PTR.

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

本书中文简体字版由培生教育出版集团授权清华大学出版社出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 翻印必究。

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

图书在版编目(CIP)数据

无线网络通信原理与应用/(美)帕勒万,(美)克瑞森那莫斯著;刘剑等译. —北京:清华大学出版社, 2002

书名原文: Principles of Wireless Networks: A Unified Approach

ISBN 7-302-05807-5

I. 无... II. ①帕... ②克... ③刘... III. 无线电通信—通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062460 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 郭东青

封面设计: 康博

版式设计: 康博

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28 字数: 716 千字

版 次: 2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05807-5/TP·3433

印 数: 0001~4000

定 价: 56.00 元

序 言

在过去的 10 年中,无线网络按照自己的规则显现出来。从蜂窝语音电话到无线接入 Internet 和无线家庭网络,无线网络给我们的生活带来了深刻的影响。在经过 10 年呈指数增长后,今天的无线产业已经成为世界上最大的产业之一。在编写本书的时候,蜂窝移动电话业务的用户已经接近 10 亿户,每年 GSM 短消息的交换量接近 2000 亿条,芬兰的蜂窝电话覆盖率超过 75%,是世界上最高的。与此增长相应,有大量的大学和其他教育机构开始了无线通信的研究和教学计划,并且有大量的工程师和科学家对自己进行了无线通信领域的再教育。在综合网络领域,也有许多新的教材讲述了关于无线网络的技术,但这些书籍中的分析并不充分,因为无线网络的设计和分析与有线网络的设计与分析差别很大。无线网络的复杂性在于空中接口的设计和移动性的支持,而这两个方面在有线网络中不加考虑。因此,我们需要一本内容广泛的教材,它能使我们对无线网络中特定的问题获得较深刻的理解。

在 1995 年,当时无线联网还是一门新兴的学科,本书的主要作者就和 Allen Levesque 一起写了第一本内容广泛的教材 Wireless Information Networks,该书讲述了蜂窝系统、PCS 系统、移动数据网和无线局域网。在此之前出版的有关无线通信的书籍主要关注模拟蜂窝系统方面内容。Wireless Information Networks 包含 2G 数字蜂窝系统的内容,重点强调了物理层问题,该书供有电子工程专业背景,特别是有通信和信号处理背景的学生使用。在过去 10 年的后几年中,随着无线产业的增长,出现了几本介绍最新的特定标准或标准族的书籍,例如 GSM、IS-95、W-CDMA、无线局域网和蓝牙技术。但是没有一本教材综合介绍当前无线网络的所有方面的问题。本书与以前的书籍不同,本书提供了综合论述,给出了所有面向语音和面向数据无线网络的统一的基本原则。本书的新意在于它除了包括传统的第二代(2G)系统之外,还包括了第三代(3G)、无线宽带和 ad hoc 网络,它把重点放在较高层的通信问题上。本书除了供有电子工程和计算机专业背景的现代电信工程师使用之外,还可供软件和系统工程师使用。

传统上,面向语音的无线网络是无线系统书籍中的焦点。但随着 Internet 呈指数增加,面向数据的无线网络也变得流行起来。第三代广域蜂窝系统在广域覆盖范围内支持几百 kbps 速率,在选定的局域范围内速率可达 2Mbps。在 3G 业务出现之前,移动数据网络,例如在 TDMA 系统之上的通用分组无线业务(GPRS)和在 CDMA 系统之上的高速分组数据,也正在变得流行起来。与此同时,在 1998 年推出蓝牙技术之后,局域宽带和 ad hoc 无线网络也吸引了众多的注意力。这部分无线网络产业包括了传统的无线局域网(WLAN)和新兴的无线个人区域网(WPAN)。无线宽带与 ad hoc 网络被认为是未来 Internet 接入、家庭连网和无线用户产品的革命。虽然语音网络和数据网络之间存在众多标准和区别,但它们的无线系统的本质是相同的。我们知道无线网络在物理层设计、介质访问、网络规划和部署、网络运行方面都使用了相同的基本原理。本书重点强调了在各种无线网络中隐含的相似之处。

本书的结构和系列材料最初是形成于本书的主要作者于 1996 年在数字设备公司的一系列演讲。他也在一些会议和行业论坛上讲授较短的宽带与 ad hoc 网络课程。主要作者于 1999 年



春季在马塞诸塞伍斯特工业大学(WPI)第一次讲授一门为期 14 周,每周 3 小时的研究生课程,课程名称为“无线移动数据网络”。本书的核心内容基本上就是来自为该课程准备的演讲材料和参考论文。在 1999 年夏季,他又在芬兰奥卢大学讲授另一门为期 10 周,每周 3 小时的课程,课程名称为“无线网络的发展”。本书的合作者于 2000 年春季和 2001 年夏季在匹兹堡大学用本书的内容讲授一门名为“移动数据网络”的课程。这些课程都是为有电子工程、计算机科学和网络背景的学生而设,两者都是来自学术界和产业界。

为需要了解该领域的各阶层读者,包括经理、工程师、科学家和学生,提供一份同时理解传统的面向语音的无线网络和新兴的面向数据的无线网络的综合组织材料是极具挑战性的。如果深入地讲述关于空中接口的特定主题,例如信道建模或调制解调器设计,就会失去对整个系统工程的理解。如果避开空中接口的细节,就缺少了无线方面的内容,因为空中接口是无线网络和有线网络的核心区别。我们尽量使用的方法是在直观理解无线介质和系统细节之间权衡轻重。我们把所有的这些主题分为三类:(1)概述、比较评价和重要标准的逻辑分类。(2)解释设计原理和分析无线网络。(3)详细描述重要的无线系统。在本书第 1 章中概述了流行的标准。无线网络设计和分析原理分为空中接口设计原理(第 2 章到第 4 章)与网络部署和运行原理(第 5 章到第 6 章)。对系统的描述分为两部分,包括传统的广域无线网络(第 7 章到第 9 章)和新兴的宽带局域与 ad hoc 无线网络(第 10 章到第 14 章)。本书的结构划分灵活,既适合用作教材,又适合用作参考书。因此,根据材料的选择、覆盖的深度和学生的专业背景,本书可作为一门课程或连续的两门课程,用于计算机科学(CS)、电信、电子与计算机工程(ECE)或电子工程(EE)系本科高年级课程或第一年和第二年研究生课程。

在前面为伍斯特工业大学 ECE 和 CS 的学生开设的课程中,前两周主要是介绍无线网络。第一周的授课内容为来自本书第 1 章的“无线网络概述”,它提供了无线网络标准的总体结构和发展趋势。第二周的授课内容为来自本书第 5 章的“网络问题概述”,它对与无线网络相关的技术问题进行分类。下一部分课程(约六周)讲授无线网络技术方面的细节。这部分内容是从来自本书第 2 章的“无线介质的特性”开始。随后的二周讲授来自第 5 章的“网络规划原理”。接着用 3 周的时间讲授来自第 3 章的“物理层方案”和“介质访问方案”。这段时间学生们已做好了可以理解标准细节的准备,因此在随后二周讲授“GSM: 一个 TDMA 技术的实例”,它详细讲述了来自本书第 7 章中关于 GSM 的整体结构。紧接着用 1 周的时间讲授本书第 8 章的“CDMA 技术、IS-95 和 IMT-2000”。最后 4 周课程的内容是无线宽带和 ad hoc 网络,其中第一讲是来自第 10 章和第 11 章的“无线 LAN 和 IEEE 802.11”,随后 1 周讲授来自第 12 章和第 13 章的“面向语音的 HIPERLAN-2 和蓝牙技术”。最后花大约 2 周的时间进行考试和答辩。学生每周都有家庭作业,内容包括与授课内容相关的一组问答题和一些练习题。另外要求学生做一个规定的关于越区切换的项目和一篇任选的学期论文。

在芬兰奥卢大学进行的 10 周,每周 3 小时的授课中,其讲课内容也差不多包括了与以上相同的材料。在完成了几个月的授课之后,在结束本课程之前,还安排了两门考试,另外学生还要完成一个规定的项目。在芬兰的授课重点放在本书的最后一部分,因为学生已经学习过 GSM 和 W-CDMA 系统。在 2001 年夏季,本书主要作者也使用了本书最后五章以及 Stalling 的书籍 Local & Metropolitan Area Networks 的部分内容,在奥卢大学进行了 30 个小时的授课,课程名称为“有线 LAN 和无线 LAN”,听课的学生都来自大学和本行业。要灵活使用本书,可参考本

书的合作者于 2000 年春季和 2001 年夏季在匹兹堡大学讲授的“移动数据网络”课程。该课程对本书第一部分和第 7 章的一些内容进行了概述,然后主要讨论了第 9 章到第 14 章的无线数据网络。

本书主要作者的大部分写作和准备工作来自于他在芬兰奥卢大学的几个月的教学和学术成就,他在 1999 年成为第一个非芬兰人诺基亚会员,并在 2000 年首次成为富尔布莱特-诺基亚学者。本书主要作者对诺基亚基金会、富尔布莱特基金会、奥卢大学和伍斯特工业大学深表感谢,感谢他们提供的这些机会。另外要特别感谢奥卢大学通信实验室主管 Pentti Leppanen 教授的帮助,感谢他不断的鼓励以及具有创造性的行政上的支持。还要特别感谢诺基亚移动电话公司的行政 VP 和 CTO, Yrjo Neuvo 博士,感谢他通过诺基亚基金会给予的支持。另外还要感谢 ECE 系主任 John Orr 教授和 WPI 学术协会的副主席 John Carney 院长,感谢他们给予的支持和理解,特别是在富尔布莱特-诺基亚的学术期间。本书的合作者在 WPI 的 CWINS 期间参与到本书的创作中,并在匹兹堡大学深入到其中而成为本书的第二作者。在匹兹堡大学,他在师从 David Tipper 和 Joseph Kabara 教授的电信理学硕士课程学习期间开始涉及无线信息系统。这两位教授在他的教学与研究工作上给予了极大的帮助。匹兹堡大学电信项目主管 Richard Thompson 教授和信息科学与电信系主任 Martin Weiss 教授为本书的合作者提供了创新和自由的良好环境,这是它能够专注于本书的主要原因。同时要感谢他的同事 Sujata Banerjee 教授和 Taieb Znati 教授,感谢他们在他最近两年的学术成就中所提供的帮助。

两位作者要感谢 Bernard Sklar 博士和 Jacques Beneat 博士,他们仔细审阅了原稿并提出了有用的评语。另外要感谢 Phongsak Prasithsangaree、Xinrong Li 和 Wiklom Teerapabkajornmet 对原稿进行了认真的校对。

此外,两位作者要对 Allen Leveque 博士、Xinrong Li、Ali Zahedi 博士、Jeff Feigin、Aram Falsafi 博士、Robert Tingley 博士、Hamid Hatami、Yan Xu、Jim Matthews 博士和其他 CWINS 实验室的新会员,以及奥卢大学 CWC 的 Jaakko Talvitie 博士、Jari Vallstrom、Matti LatvaAho 博士、Roman Pichna 博士、Mika Ylianttila 和 Juha-Pekka Makela 表示感谢,他们在本书的准备期间直接或间接地帮助作者在该领域学会了更多的知识并帮助理顺了思路。最后要感谢在过去几年中,美国 DARPA、DoD 和 NSF,芬兰 TEKES, Nokia 和 Sonera,以及其他机构对我们研究项目的资助。在本书中重要的新材料都是来自这些研究成就中的成果。

Kaveh Pahlavan

Prashant Krishnamurthy

目 录

第 1 章 无线网络概述	1
1.1 引言	1
1.1.1 信息网络基础结构	2
1.1.2 现有网络基础结构概述	4
1.1.3 无线应用的四部分市场	5
1.1.4 面向语音无线网络的发展	6
1.1.5 面向数据无线网络的发展	8
1.2 几代不同的无线网络	10
1.2.1 1G 无线标准	10
1.2.2 2G 无线系统	12
1.2.3 3G 及其后的系统	16
1.3 本书的结构	17
1.3.1 第 I 部分：空中接口设计原理	18
1.3.2 第 II 部分：无线网络工作原理	18
1.3.3 第 III 部分：无线广域网	19
1.3.4 第 IV 部分：宽带局域和 ad hoc 网络	20
附录 1A 用于无线接入的骨干网络	21
1A.1 PSTN 和蜂窝移动电话的发展	22
1A.2 Internet 的出现	24
1A.3 有线电视基础结构	26
附录 1B 重要标准组织概述	27

第 I 部分 空中接口设计原理

第 2 章 无线介质的特性	33
2.1 引言	33
2.1.1 有线介质和无线介质的比较	33
2.1.2 为什么研究电波传播	34
2.2 电波传播机制	36
2.3 路径损耗模型和信号覆盖范围	37
2.3.1 自由空间传播	37
2.3.2 用于移动无线环境中的双线模型	38



2.3.3	距离功率的关系和阴影衰落	39
2.3.4	用于大蜂窝区的路径损耗模型	42
2.3.5	用于宏蜂窝区的路径损耗模型	42
2.3.6	用于微蜂窝区的路径损耗模型	43
2.3.7	用于室内微微蜂窝区的路径损耗模型	45
2.3.8	用于毫微微蜂窝区的路径损耗模型	46
2.4	多径效应和多普勒效应	47
2.4.1	多径衰落模型	47
2.4.2	多普勒频谱	48
2.4.3	多路延迟扩展	49
2.4.4	无线信道特性和减轻措施的总结	51
2.4.5	新兴的信道模型	51
2.5	信道测试与建模技术	55
2.6	无线信道仿真	57
2.6.1	软件仿真	57
2.6.2	硬件仿真	59
附录 2A	什么是 dB	61
附录 2B	有线介质	62
附录 2C	路径损耗模型	63
附录 2D	宽带信道模型	63
第 3 章	无线网络的物理层方案	68
3.1	引言	68
3.1.1	有线传输技术	68
3.1.2	无线调制解调器设计中的考虑因素	69
3.2	应用无线传输技术	72
3.3	短距离基带传输	72
3.4	超宽带脉冲传输	75
3.5	载波调制传输	76
3.6	传统的数字蜂窝传输	76
3.6.1	数字频率调制和 GMSK	77
3.6.2	数字相位调制和 $\pi/4$ -QPSK	79
3.7	更高速率的宽带调制解调器	86
3.8	扩频传输	88
3.8.1	跳频扩频	89
3.8.2	直接序列扩频	92
3.9	扩频技术采用的高速调制解调器	93
3.9.1	PPM-DSSS	93

3.9.2 CCK 调制	94
3.9.3 多载波 CDMA	95
3.10 分集和智能接收技术	95
3.10.1 时间分集技术	96
3.10.2 频率分集技术	101
3.10.3 空间分集技术	103
3.11 各种调制技术的比较	105
3.12 无线通信中的编码技术	108
3.12.1 差错控制编码	109
3.12.2 语音编码	109
3.12.3 扩频系统编码	110
3.13 软件无线电概述	112
附录 3A 通信系统的性能	113
3A.1 信噪比	113
3A.2 有线信道的性能	114
3A.3 无线信道的性能	115
附录 3B 编码和相关	118
3B.1 块编码	118
3B.2 卷积码	120
3B.3 自动重复请求(ARQ)	121
3B.4 块交织	122
3B.5 相关	122
第 4 章 无线介质接入方案	127
4.1 引言	127
4.2 面向语音网络中的固定分配接入	128
4.2.1 频分多址	129
4.2.2 时分多址	131
4.2.3 码分多址	134
4.2.4 CDMA、TDMA 和 FDMA 的比较	136
4.2.5 固定分配接入方案的性能	139
4.3 面向数据网络中的随机接入	142
4.3.1 移动数据业务中的随机接入方案	143
4.3.2 无线局域网的接入方案	148
4.3.3 随机接入方案的性能	152
4.4 综合语音和数据业务	159
4.4.1 综合业务接入方案	159
4.4.2 数据业务并入面向语音的网络	159



4.4.3 语音业务并入面向数据的网络	164
---------------------------	-----

第 II 部分 无线网络工作原理

第 5 章 网络规划	175
5.1 引言	175
5.2 无线网络拓扑	176
5.2.1 基础结构网络拓扑	176
5.2.2 Ad hoc 网络拓扑	177
5.2.3 Ad hoc 网络拓扑与基础网络拓扑的比较	178
5.3 蜂窝拓扑结构	179
5.3.1 蜂窝概念	179
5.3.2 蜂窝层次结构	181
5.4 小区基本原理	182
5.5 信号干扰比的计算	184
5.6 容量扩展技术	187
5.6.1 容量扩展体系结构的方法	188
5.6.2 信道配置技术和容量扩展	195
5.6.3 升级到数字系统	201
5.7 CDMA 系统的网络规划	202
5.7.1 CDMA 网络规划中的问题	202
5.7.2 从 AMPS 系统升级到 IS-95 系统	203
第 6 章 无线网络的运行	206
6.1 引言	206
6.2 移动性管理	206
6.2.1 位置管理	207
6.2.2 越区切换管理	210
6.2.3 移动 IP	216
6.3 无线资源和功率管理	220
6.3.1 功率控制	221
6.3.2 无线网络中的功率节省机制	224
6.3.3 能量高效设计	225
6.3.4 能量高效的软件方法	228
6.3.5 无线资源和功率管理的实现：协议栈评价	229
6.4 无线网络中的安全性	230
6.4.1 无线网络的安全性要求	230
6.4.2 网络安全概述	232

6.4.3 识别方案	239
附录 6A DIFFIE-HELLMAN(DH)密钥交换协议	240
附录 6B 不可否认与数字签名	240

第III部分 无线广域网

第 7 章 GSM 和 TDMA 技术	247
7.1 引言	247
7.2 什么是 GSM	248
7.2.1 GSM 业务	248
7.2.2 参考体系结构	249
7.3 支持移动环境的机制	252
7.3.1 位置登记	253
7.3.2 呼叫建立	254
7.3.3 越区切换	255
7.3.4 安全性	255
7.4 网络基础结构中的通信	256
7.4.1 第一层: 物理层	257
7.4.2 第二层: 数据链路层	264
7.4.3 第三层: 网络层	265
第 8 章 CDMA 技术、IS-95 和 IMT-2000	269
8.1 引言	269
8.2 北美系统的参考体系结构	270
8.2.1 MSC-BS 接口的 IS-634 标准	271
8.2.2 MSC-MSC 接口的 IS-41 标准	272
8.3 什么是 CDMA	273
8.3.1 IS-95 CDMA 的正向信道	273
8.3.2 IS-95 CDMA 的反向信道	277
8.3.3 IS-95 分组和帧的格式	279
8.3.4 IS-95 的移动性和无线资源管理	281
8.4 IMT-2000	285
8.4.1 W-CDMA 和 CDMA2000 的正向信道	287
8.4.2 W-CDMA 和 CDMA2000 的反向信道	287
8.4.3 3G 系统的软切换和功率控制	288
第 9 章 移动数据网络	291
9.1 引言	291



9.1.1	什么是移动数据	291
9.1.2	独立移动数据	292
9.1.3	共享移动数据	292
9.1.4	重叠移动数据	293
9.2	面向数据的 CDPD 网络	293
9.2.1	什么是 CDPD	293
9.2.2	CDPD 的参考体系结构	294
9.2.3	CDPD 支持的移动性	296
9.2.4	CDPD 的协议层	299
9.3	GPRS 和更高的数据速率	302
9.3.1	什么是 GPRS	302
9.3.2	GPRS 的参考体系结构	303
9.3.3	GPRS 支持的移动性	304
9.3.4	GPRS 的协议层	306
9.4	GPRS 的短消息业务	310
9.4.1	什么是 SMS	310
9.4.2	SMS 工作概况	311
9.5	移动应用协议	312
9.5.1	无线应用协议	312
9.5.2	i-Mode	314

第IV部分 宽带局域网和 ad hoc 网络

第 10 章	无线局域网介绍	319
10.1	引言	319
10.2	局域网发展的历史	319
10.3	无线局域网的发展	322
10.3.1	早期的经历	322
10.3.2	免许可证频段的出现	323
10.3.3	产品、频段和标准	324
10.3.4	市场战略转移	325
10.4	军方和服务提供商的新投资兴趣	327
10.5	开发新的市场和技术	330
10.6	无线家庭网络	331
10.6.1	什么是家庭区域网络	332
10.6.2	为什么需要家庭区域网络	334
10.6.3	HAN 技术	334
10.6.4	家庭网络接入技术	340

第 11 章 IEEE 802.11 无线局域网	343
11.1 引言	343
11.2 什么是 IEEE 802.11	343
11.2.1 IEEE 802.11 概述	344
11.2.2 参考体系结构	345
11.2.3 分层协议体系结构	346
11.3 物理层	347
11.3.1 跳频扩频	347
11.3.2 直接序列扩频	348
11.3.3 扩散红外线	350
11.3.4 IEEE 802.11a 和 IEEE 802.11b	351
11.3.5 载波侦听	353
11.4 MAC 子层	353
11.4.1 一般 MAC 帧格式	356
11.4.2 MAC 帧的控制字段	358
11.5 MAC 管理子层	359
11.5.1 登记	360
11.5.2 越区切换	360
11.5.3 功率管理	362
11.5.4 安全	362
 第 12 章 无线 ATM 和 HIPERLAN	 366
12.1 引言	366
12.2 什么是无线 ATM	367
12.2.1 参考模型	368
12.2.2 协议实体	369
12.2.3 物理层和 MAC 层的方案	370
12.2.4 移动性支持	371
12.3 什么是 HIPERLAN	372
12.3.1 HIPERLAN-1 的要求和体系结构	373
12.3.2 HIPERLAN 的物理层和 MAC 层	374
12.4 HIPERLAN-2	375
12.4.1 体系结构和参考模型	376
12.4.2 物理层	377
12.4.3 DLC 层	379
12.4.4 会聚层	381
12.4.5 安全性	382
12.4.6 同 802.11 的比较	382



第 13 章 Ad hoc 网络和 WPAN	386
13.1 引言	386
13.2 什么是 IEEE 802.15 WPAN	386
13.3 什么是 HomeRF	388
13.4 什么是蓝牙	388
13.4.1 总体体系结构	390
13.4.2 协议栈	391
13.4.3 物理连接	393
13.4.4 MAC 机制	394
13.4.5 帧格式	394
13.4.6 连接管理	398
13.4.7 安全性	401
13.5 蓝牙和 802.11 的干扰	401
13.5.1 干扰的距离	402
13.5.2 冲突的概率	404
13.5.3 实验结果	407
第 14 章 无线定位系统	411
14.1 引言	411
14.2 什么是无线定位系统	411
14.3 无线定位系统体系结构	412
14.4 无线定位技术	414
14.4.1 基于方向的技术	414
14.4.2 基于距离的技术	415
14.4.3 基于指纹的技术	419
14.5 E-911 业务采用的定位标准	419
14.6 定位系统的性能测试	420
缩略语	425

第1章 无线网络概述

1.1 引言

在 20 世纪,工程师的技术创新给人们的生活带来了重大的变化。今天,当我们在夜晚乘飞机穿越一座现代化的城市时,可以看见到处都有工程师们留下的足迹。闪烁的灯光使我们想起电子工程师的业绩,我们乘坐的飞机和路面行驶的汽车使我们想起机械工程师的贡献,而高耸的建筑和复杂的道路使我们想起土木工程师的成就。在工程师的眼中,这些闪烁的灯光、行驶的汽车和复杂的城市基础设施是与挑战的实现、市场的大小和技术对人们生活的影响相联系的。然而,有一个行业,它的基础设施是我们在飞机上无法察觉到的,因为它的基础设施大部分埋于地下,但它却是复杂程度最高、市场最大的一个行业。它使人们改变了生活方式,进入了信息技术时代。这个行业就是电信网络行业(telecommunications networking industry)。

为了对电信行业的大小有一个直观的认识,让我们看一看 20 世纪 80 年代早期 AT&T 对电信行业的预算。在 AT&T 分解之前,它的预算是全球第五大经济预算。当时 AT&T 是全球最大的电信公司,它那时的收入来自从 1867 年就开始运作的简易老式电话业务(POST)。

在过去的 20 年中,移动电话行业通过向其遍布全球的 10 亿移动电话用户[EMC01]收取费用,增加了本来就繁荣的、面向语音的 POST 的收入。现在无线行业的收入已经超过了有线电话行业的收入。到目前为止,在无线行业的收入中,占统治地位的是移动电话的收入。在 20 世纪 90 年代中期,面向数据的 Internet 把计算机通信行业从办公室带到家庭,很快,它产生的收益就可以与面向语音的 POTS 和无线通信相媲美。图 1-1 示意了固定式电话(POTS)、无线通信和 Internet 行业在近几年中的增长情况。在写本书的时候,信息交换行业(information exchange industry)既包括固定电话、无线电话,也包括了 Internet 接入。Internet 接入每年有几万亿美元的收入,到目前为止是世界上最大的产业。无线网络行业在信息产业的收入中排在第三位,而且它的市场份额正在不断增加。现在无线网络行业的收入主要来自蜂窝电话的收入。无线网络行业的未来仰仗于宽带无线 Internet 接入,它的市场将会因为多媒体技术应用的不断增加,而发展得十分广阔。

本书写作的目的是为了给读者提供一本理解无线网络原理的教材。本书的内容包括了蜂窝电话和无线宽带接入技术。无线网络是一门涉及多学科的技术,为了理解这门技术,我们要学习好几种学科,并要对这些学科如何相互作用产生直观的认识。为了达到这个目的,本书对重要的无线通信标准和产品进行概述,从逻辑上对它们的底层技术进行描述和分类,对已经取得成功的标准和产品列举详细的例示,同时也关注正在发展中的技术。本书第 1 章对无线通信行业 and 它的发展之路进行概述。第 2 章到第 6 章描述无线网络的技术原理。第 7 章到第 9 章讨论无线广域网(WAN)的技术细节。第 10 章到第 14 章描述短距离的宽带无线网络和 ad hoc 无线网



络技术。

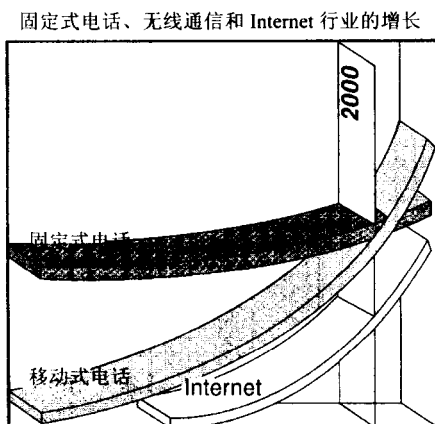


图 1-1 过去十年中全球固定式电话、无线通信和 Internet 通信业的增长

本章首先概述无线信息网络的发展,解释无线网络的概念,并概括重要的标准。然后讨论各项技术和无线网络的一般结构。最后列出每章概要和各章之间的联系。

1.1.1 信息网络基础结构

信息网络基础结构(INI)把电信设备相互连接起来,用于交换信息。电信设备是用户运行应用程序的终端,该终端通过信息网络基础结构与其他终端进行通信。信息网络基础结构的基本部件是一系列的交换机、路由器和点到点的连接。交换机包括固定的和可变速率的、面向语音的电路交换。路由器包括低速和高速的、面向数据的分组交换。点到点连接包括各类光纤、同轴电缆、双绞线和无线连接。

在上个世纪,为了支持语音、数据和视频传输,已经逐渐形成了几个有线的信息网络基础结构。无线网络可以使移动通信终端接入这些信息网络基础结构。一个无线网络初看只是连接到有线信息网络基础结构的某交换机上的一个天线站点,它使移动通信终端能够连接到骨干网上。事实上,除了天线站点外,无线网络也需要加入可感知移动的交换机和基站控制设备,这些设备用来实现当移动终端接入网络的位置发生变换时的移动连接。因此,除了天线和移动终端以外,与其他有线网络的基础结构类似,无线网络也有由可感知移动的交换机和点到点的连接所构成的固定基础结构。

例 1-1 PSTN 和蜂窝电话业务

图 1-2 是有线电话业务和无线电话业务的示意图。公共交换电话网(PSTN)用于提供有线电话业务。无线通信的固定基础结构扩展了 PSTN,它通过安装在天线上的几个基站与移动终端实现通信。PSTN 的基础结构包括交换机、点到点的连接和用于运行与维护网络的计算机。蜂窝电话业务的固定基础结构包括可感知移动的交换机、点到点的连接和其他用于运行与维护网络的软硬件。一个无线通信设备,例如无绳电话,通过用无线电波接收机代替有线连接,可以连接到 PSTN 基础结构上。然而,为了支持移动终端与接入点(天线)位置的变换,PSTN 的交换机必须具备支持这种移动性的功能。早期 PSTN 中的交换机没有设计这种功能。解决这个问题的方法是蜂窝电话业务提供商在他们自己的固定基础结构中安装可感知移动的交换机。蜂窝电话

设备提供商的固定基础结构是基站和 PSTN 基础结构之间的接口，它实现支持移动的请求。

电话服务提供商为了实现移动电话与 PSTN 的连接而构建了他们的基础结构，与此方法一样，无线数据网络提供商为了提供无线 Internet 接入，也要构建必要的基础结构。

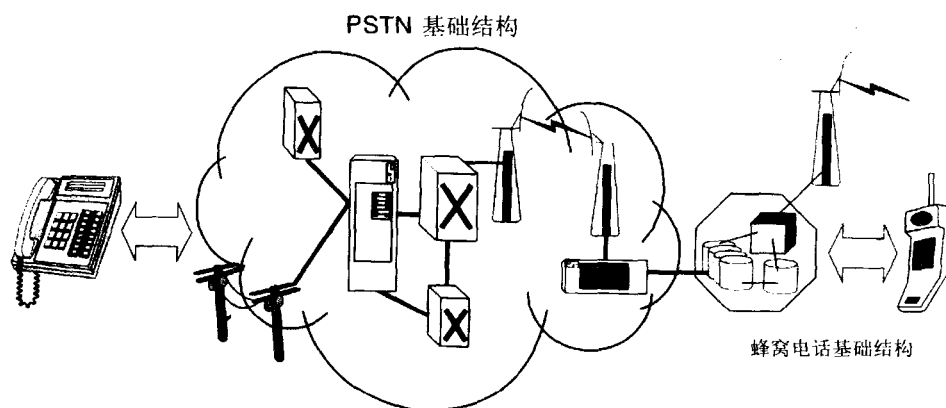


图 1-2 PSTN 和在其基础上扩展的蜂窝电话业务

例 1-2 无线 Internet

图 1-3 给出传统的有线数据网络的基础结构和在其基础上扩展的无线数据网络的基础结构。无线终端通过无线数据网络可以接入 Internet。传统的有线数据网络由路由器、点到点的连接和用于运行与维护网络的计算机组成。无线数据网络由移动终端、接入点、可感知移动的路由器和点到点的连接组成。无线数据网络的基础结构必须支持移动方面的所有功能。

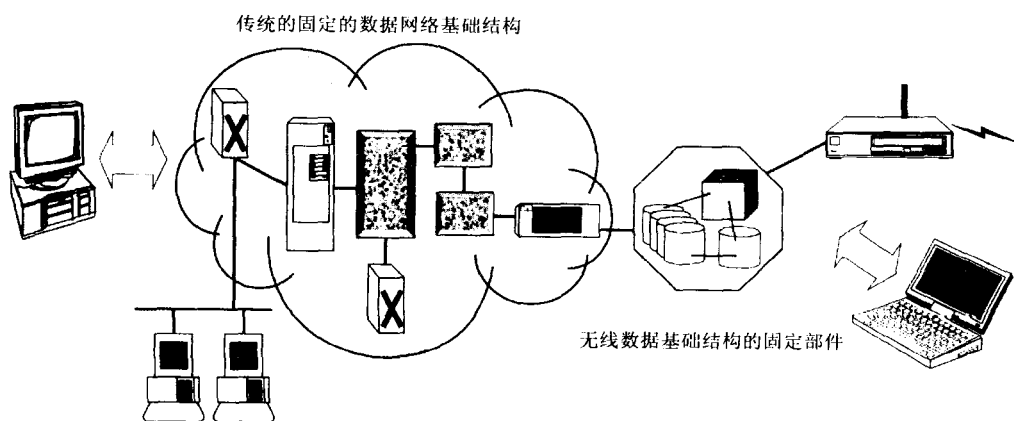


图 1-3 Internet 和在其基础上扩展的无线数据业务

例 1-1 和例 1-2 的不同之处在于：图 1-2 中的无线网络是基于连接、面向语音的网络，而图 1-3 中的无线网络是无连接、面向数据的网络。面向语音的网络通信前要拨号建立连接，在拨号成功后的通信过程中，具有可靠的服务质量(QoS)。而面向数据的网络没有拨号过程，终端设备一直与网络连通，但是通信过程中没有可靠的服务质量。