

 Springer

**Cognitive Radio,  
Software Defined Radio,  
and Adaptive Wireless Systems**

# 认知无线电、软件定义无线电 和自适应无线系统

[美] 侯赛因·阿尔斯兰 编  
任品毅 吴广恩 译



西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

**Cognitive Radio, Software Defined  
Radio, and Adaptive Wireless Systems**

**认知无线电、软件定义  
无线电和自适应无线系统**

[美] 侯赛因·阿尔斯兰 编



**西安交通大学出版社**

Xi'an Jiaotong University Press

Translation from the English language edition;  
“Cognitive Radio, Software Defined Radio, and Adaptive Wireless Systems”  
By Hüseyin Arslan; ISBN 978-1-4020-5541-6  
Copyright © 2007 Springer, being a part of Springer Science+Business Media  
All Rights Reserved

本书中文简体字版由斯普林格科学与商业传媒公司授权西安交通大学出版社独家出版发行。  
未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

陕西省版权局著作权合同登记号 图字 25-2009-083 号

---

### 图书在版编目(CIP)数据

认知无线电、软件定义无线电和自适应无线系统/(美)阿尔斯兰(Arslan, H.)编;  
任品毅,吴广恩译.—西安:西安交通大学出版社,2010.5  
书名原文:Cognitive Radio, Software Defined Radio, and Adaptive Wireless Systems  
ISBN 978-7-5605-3281-3

I. ①认… II. ①阿…②任…③吴… III. ①无线电技术 IV. ①TN014

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020427 号

---

书 名 认知无线电、软件定义无线电和自适应无线系统  
编 者 (美)侯赛因·阿尔斯兰(Hüseyin Arslan)  
译 者 任品毅 吴广恩  
策划编辑 赵丽平 鲍媛  
责任编辑 鲍媛

---

出版发行 西安交通大学出版社  
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)  
网 址 <http://www.xjtpress.com>  
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)  
(029)82668315 82669096(总编办)  
传 真 (029)82668280  
印 刷 西安东江印务有限公司

---

开 本 687mm×1012mm 1/16 印张 25.75  
印 数 0001~3000 字数 430千字  
版次印次 2010年5月第1版 2010年5月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5605-3281-3/TN·118  
定 价 60.00元

---

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82665380

读者信箱:banquan1809@126.com

**版权所有 侵权必究**

# 译者序

Copyright © 2012, John Wiley & Sons, Inc.

自1999年认知无线电概念诞生以来,在认知无线电和认知无线网络领域已产生了一批重要的研究成果,这不仅拓展了我们对未来无线网络的认知,而且极大地推动了认知无线电技术自身的发展。本书全面涵盖了认知无线电的定义、软件无线电和认知无线电架构、认知网络、频谱效率和软频谱使用、自适应无线通信系统设计、可变参数的测量和感知、物理层接入技术、跨层自适应相关思想等重要概念,内容完整、可读性强。既总结了认知技术的当前发展现状和已有成果,也客观地指出了存在的挑战和未来发展方向。

本书译自侯赛因·阿尔斯兰编著的"Cognitive Radio, Software Defined Radio, and Adaptive Wireless Systems"一书。该书作为认知无线电领域中一本较早问世的学术著作,影响广泛。其中多个章节的作者都是相应领域的学界专家,所撰内容均是对已有特别是自身研究成果的概括和总结,因此本书具有较高的学术水平和知名度。本书可以作为初学者的技术入门教材,也可以作为学术界和产业界内专业技术人员或技术管理者的高级技术参考。

全书由任品毅和吴广恩翻译,其中吴广恩参与了第3章和第6章的工作,任品毅完成了其余章节并负责全书的统稿工作。在翻译过程中,得到了王熠晨、尹稳山、汪瑞、魏莉、吕福顺、龚敏康、晏双成、战明浩、胡文权等同学对本书文稿及图片的协助整理。最后,但绝对不是最少的,衷心地感谢赵丽萍及鲍媛两位编辑的大力协助,没有她们的帮助,本书将难以完成。由于本书内容的新颖性和译者不可避免存在的主观片面性,书中不妥和错误之处在所难免,殷切希望广大读者和同行专家批评指正。

# 前 言

从部署以语音业务为主体的蜂窝系统开始至今,无线通信服务已经历了漫长历程。当今在语音和高速率多媒体应用中对无线接入服务的需求与日俱增,新一代的无线通信系统正试图通过更好的资源管理和改进的传输技术使得这种与日俱增的需求得以缓解。

人们希望引入软件定义无线电并实现可用于无线电的机器学习,以增加频谱接入、改善频谱效率。这对无线电研究人员而言就意味着一种新的令人神往的意境。

本书旨在从几个方面讨论认知无线电、软件定义无线电(Software Defined Radio,SDR)和自适应无线电的概念。我们将在增强无线通信系统的大的方面上探讨认知无线电和认知网络,同时强调对频谱利用率的优化。本书涵盖了如认知无线电的定义、软件无线电和认知无线电架构、认知网络、频谱效率和软频谱使用、自适应无线通信系统设计、可变参数的测量和感知(如干扰温度与地理位置信息)、物理层接入技术、跨层自适应相关思想等重要概念。

## 内容结构

在第1章的概论之后,全书结构大致可以分为四个部分:

- 基础概念和架构(第2~7章)
- 感知、测量和传感(第8~10章)
- 物理层接入技术(第11、12章)
- 认知无线电和软件无线电的应用(第13、14章)

连同软件无线电,第1章提出了一个较为广义的认知无线电概念,同时给出了其发展简史和推动因素,包括经济方面的因素。第2章主要介绍了认知网络的概念,并同认知无线电和跨层自适应作比较。这一章还提出了认知网络设计和相关实体。第3章对理想认知无线电的架构,尤其是在关键机器学习技术方面进行了描述。认知无线电架构的组件及其功能、认知循环、推论结构以及如何软件无线电架构的顶层建立认知无线电架构,这些都在本章给出了详细解释。第4章进一步介绍了软件无线电架构及其与认知无线电的联系,详细描述了软件无线电架构下的组建模块。第5章介绍了通信价值链并探讨了认知无线电改变价值链的途径以及认知网络。动态频谱接入能够极大地提高频谱效率,故而在认知无线电中极为重要。因此第6章从博弈和编码理论来讨论认知无线电的动态频谱接入方面的内容。第7章讨论了认知无线电共存的几种类型,以及从MAC方面对认知无线电的效率建模。

第 8 到 10 章讨论了认知无线电系统中与意识、感知和测量相关的问题。第 8 章给出了基本概念、各种认知测量和意识功能。第 9 章详细讨论了认知无线电中最重要的感知之一——频谱感知,并解释了多维频谱空间,介绍了感知频谱空间的方法及其面临的挑战。在第 10 章提出了另一个非常重要的感知——用户位置感知,并从不同的方面讨论了认知无线网络里的位置信息管理。

第 11、12 章讨论了认知无线电的物理层。正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)已被证实为未来移动无线网络的接入技术。第 11 章讨论了 OFDM 对认知无线电的适用性。另一个极有潜力的技术是超宽带(Ultra Wideband, UWB)技术,它在通信和精确定位方面可能对认知无线电非常有用。第 12 章详细讨论了超宽带及其对认知无线电的适用性。

最后,第 13、14 章讨论了认知无线电和软件无线电的应用。第 13 章作了概述并给出不同的应用场景。第 14 章则从跨层自适应和优化角度来讨论认知无线电的应用。

### 适用对象

本书可以作为初学者的技术入门教材,也可以作为学术界和产业界内专业技术人员或技术管理者的高级技术综述。我们认为读者即便是跳过高级技术部分,也同样能够从本书受益良多。

读者需要有无线通信的基本背景,这样能更好理解本书中的所有问题。

### 作为教材

本书有机协调地涵盖了认知无线电的内容,从无线电硬件和数字基带信号处理一直到应用。在这个框架内,各章节是相互独立的。因此根据不同的课程结构和长度,以及使用对象的知识背景,可以有选择性地使用本书。本书讨论问题时兼用描述性和技术性风格,因此能满足不同读者的需求。对于每一章我们认为读者即便跳过高级的技术描述也能从中获益良多。

本书的目标是介绍认知网络研究中的主要方向和目前所面临的诸多挑战。若需对认知无线电和网络的理论和实际设计的近期进展作一个全面调研,也可以参考本书。

### 致谢

我要感谢我所有同事为编写本书所付出的时间和努力,及其对本书的支持。

我还要感谢我们的编辑 Mark de Jongh,以及 Springer 的整个编辑团队。

最后要感谢我的家人(我的妻子、儿女)和研究生在此过程中一直陪伴并给予我最大的支持。

侯赛因·阿爾斯兰

# 目 录

译者序

前言

<b>第 1 章 自适应、感知和认知无线电的概论</b> .....	(1)
1.1 最初 .....	(2)
1.1.1 对用户的支持 .....	(2)
1.1.2 对网络的支持 .....	(3)
1.1.3 对网络运营商的支持 .....	(4)
1.1.4 对管理机构的支持 .....	(4)
1.1.5 对频谱所有者和用户的支持 .....	(5)
1.2 认知无线电的经济效益 .....	(5)
1.2.1 频谱的价值 .....	(5)
1.2.2 频谱自适应 .....	(6)
1.2.3 智能天线 .....	(6)
1.2.4 多输入多输出 .....	(6)
1.2.5 频谱转租和共享 .....	(7)
1.2.6 本地统计值 .....	(11)
1.2.7 峰值需求的支持 .....	(11)
1.2.8 频谱租赁 .....	(12)
1.2.9 频谱感知数据库 .....	(12)
1.2.10 礼仪服务的价值 .....	(12)
1.2.11 认知 .....	(13)
1.3 小结 .....	(14)
<b>第 2 章 认知网络</b> .....	(15)
2.1 引言 .....	(15)
2.1.1 定义 .....	(16)
2.1.2 动机与要求 .....	(16)
2.1.3 一个简单的例子 .....	(17)
2.2 基础和相关工作 .....	(18)
2.2.1 认知无线电 .....	(18)

---

2.2.2 跨层设计 .....	(19)
2.2.3 近期研究 .....	(20)
2.3 实现 .....	(21)
2.3.1 用户/应用/资源需求 .....	(22)
2.3.2 认知进程 .....	(23)
2.3.3 软件自适应网络 .....	(24)
2.4 一个多播生存期的认知网络 .....	(25)
2.4.1 问题描述 .....	(25)
2.4.2 认知网络设计 .....	(27)
2.4.3 结果 .....	(31)
2.5 未来的问题和研究领域 .....	(33)
2.6 小结 .....	(34)
参考文献 .....	(34)
<b>第 3 章 认知无线电架构 .....</b>	<b>(37)</b>
3.1 引言 .....	(37)
3.1.1 理想认知无线电熟悉无线电就如同 TellMe® 熟悉 800 电话一样 .....	(38)
3.1.2 认知无线电看你所看,发现你的射频使用、需求和偏好 .....	(39)
3.1.3 认知无线电听你所听,增强你的个人技能 .....	(40)
3.1.4 认知无线电学会区分讲话者以减少混淆 .....	(41)
3.1.5 对无线电频谱更灵活的次级使用 .....	(42)
3.1.6 软件定义无线电技术为认知无线电打下了基础 .....	(43)
3.1.7 隐私是首要的 .....	(45)
3.1.8 大量的军事应用 .....	(46)
3.1.9 信息质量测度 .....	(46)
3.1.10 架构 .....	(48)
3.2 认知无线电架构 I:功能、组件和设计准则 .....	(49)
3.2.1 理想认知无线电功能组件架构 .....	(49)
3.2.2 软件定义无线电组件 .....	(50)
3.2.3 理想认知无线电节点功能组件 .....	(50)
3.2.4 作为本体的<Self/> .....	(52)
3.2.5 包括功能组件接口的设计准则 .....	(52)
3.2.6 近期实施 .....	(57)
3.2.7 认知组件 .....	(57)



---

3.2.8	架构中的无线电知识 .....	(58)
3.2.9	架构中的用户知识 .....	(59)
3.2.10	灵活信息服务的跨域基础 .....	(60)
3.2.11	自参考组件 .....	(61)
3.2.12	自参考的不一致性 .....	(62)
3.2.13	看门狗定时器 .....	(62)
3.2.14	组件架构的灵活功能 .....	(63)
3.3	认知无线电架构 II: 认知环 .....	(64)
3.3.1	认知环 .....	(64)
3.3.2	观察(传感和感知) .....	(65)
3.3.3	导向 .....	(66)
3.3.4	规划 .....	(67)
3.3.5	决策 .....	(67)
3.3.6	行动 .....	(67)
3.3.7	学习 .....	(68)
3.3.8	自我监控定时 .....	(68)
3.3.9	回顾 .....	(69)
3.3.10	超出能力 .....	(69)
3.4	认知无线电架构 III: 推理层次 .....	(69)
3.4.1	原子刺激 .....	(70)
3.4.2	原始序列: 单词和死亡时间 .....	(71)
3.4.3	基本序列 .....	(71)
3.4.4	认知无线电架构推理层次中的自然语言 .....	(72)
3.4.5	用于场景感知的观察导向的链接 .....	(73)
3.4.6	用于无线电技能集的观察导向的链接 .....	(75)
3.4.7	一般世界的知识 .....	(75)
3.5	认知无线电架构 V: 在软件定义无线电架构上构建认知无线电架构 .....	(77)
3.5.1	软件无线电和软件定义无线电架构原理 .....	(77)
3.5.2	无线电架构 .....	(80)
3.5.3	软件通信架构 .....	(81)
3.5.4	无线电的功能变换模型 .....	(84)
3.5.5	架构的变迁: 从软件定义无线电到理想的认知无线电 .....	(85)
3.5.6	认知电子学 .....	(86)

3.5.7	无线电何时向认知转化 .....	(86)
3.5.8	无线电朝着认知无线电架构演进 .....	(87)
3.5.9	认知无线电架构研究主题 .....	(88)
3.5.10	工业级的理想的认知无线电设计规则 .....	(88)
3.6	总结与展望 .....	(90)
3.6.1	架构的框架 .....	(91)
3.6.2	工业级的架构 .....	(91)
3.6.3	小结 .....	(92)
	参考文献 .....	(92)
<b>第 4 章</b>	<b>针对认知无线电的软件定义无线电架构 .....</b>	<b>(95)</b>
4.1	引言 .....	(95)
4.2	软件定义无线电和认知无线电的关系 .....	(96)
4.3	软件定义无线电架构 .....	(97)
4.3.1	理想的软件定义无线电架构 .....	(97)
4.3.2	实际的软件定义无线电架构 .....	(98)
4.4	软件可调模拟无线通信组件 .....	(101)
4.4.1	软件可调滤波器 .....	(102)
4.4.2	软件可调功率放大器 .....	(102)
4.4.3	软件可调双工设备 .....	(103)
4.4.4	软件可调天线系统 .....	(103)
4.4.5	软件可调阻抗合成器 .....	(104)
4.4.6	软件可调功率管理电路 .....	(104)
4.4.7	软件可调数据转换器 .....	(105)
4.4.8	软件可调上变频器和下变频器 .....	(106)
4.5	天线系统 .....	(107)
4.5.1	多输入多输出系统 .....	(107)
4.5.2	智能天线与波束成形 .....	(111)
4.6	可重配置数字无线电技术 .....	(113)
4.6.1	数字信号处理器 .....	(114)
4.6.2	现场可编程门阵列 .....	(115)
4.6.3	通用处理器 .....	(117)
4.6.4	异构系统 .....	(119)
4.6.5	可重配置的数字硬件技术的比较 .....	(121)
4.7	基本数字无线电组件 .....	(122)

---

4.8 小结 .....	(124)
参考文献 .....	(124)
<b>第 5 章 自适应认知与无线电系统中价值的创造与转移 .....</b>	<b>(127)</b>
5.1 引言 .....	(127)
5.2 认知无线电与网络 .....	(128)
5.3 价值链 .....	(128)
5.4 价值的创造与转移 .....	(130)
5.5 经济效益模型 .....	(132)
5.6 案例 .....	(134)
5.6.1 简化的人机接口 .....	(134)
5.6.2 动态谱接入 .....	(135)
5.6.3 消息中继与小额支付 .....	(137)
5.6.4 频谱管理者价值 .....	(138)
5.7 小结 .....	(139)
参考文献 .....	(139)
<b>第 6 章 用于动态频谱接入的编码和博弈 .....</b>	<b>(141)</b>
6.1 引言 .....	(141)
6.2 随机学习自动控制和博弈 .....	(144)
6.3 不相似的次级无线电系统的共存 .....	(146)
6.4 QoS 和干扰温度约束的影响 .....	(150)
6.4.1 次级频谱共享模型 .....	(150)
6.4.2 具有优先级分类的频谱分配 .....	(151)
6.4.3 次级频谱共享的潜势博弈 .....	(151)
6.5 用于动态频谱接入的喷泉码 .....	(156)
6.5.1 擦除信道 .....	(156)
6.5.2 LT 码 .....	(157)
6.5.3 Raptor 码 .....	(160)
6.5.4 使用 LT 码的次级频谱利用 .....	(161)
6.6 小结 .....	(162)
参考文献 .....	(162)
<b>第 7 章 认知无线电的效率与共存策略 .....</b>	<b>(165)</b>
7.1 引言 .....	(165)
7.2 系统模型 .....	(167)

7.3 认知无线电的频谱利用 .....	(169)
7.3.1 一个特例: $M=1$ .....	(169)
7.3.2 一般情况 .....	(170)
7.3.3 使用多信道的复用增益 .....	(176)
7.4 认知无线电中的共存和接入问题 .....	(179)
7.4.1 信道和业务模型 .....	(180)
7.4.2 使用模型和礼仪定义 .....	(180)
7.4.3 马尔可夫模型 .....	(181)
7.4.4 随机接入模型 .....	(185)
7.4.5 对广播时间份额和阻塞的概率的一般解 .....	(186)
7.4.6 认知无线电接入 .....	(187)
7.4.7 基于接入方案的 Homo Egualis 社会模型 .....	(190)
7.4.8 代理 Egualis 社会 .....	(190)
7.5 数值结果 .....	(191)
7.6 信道机会研究和最佳感知协议 .....	(198)
7.6.1 采样功能在实际网络中的实现 .....	(202)
7.7 小结 .....	(202)
参考文献 .....	(203)
7.8 附录 .....	(205)
7.8.1 复用增益计算 .....	(205)
<b>第 8 章 通过感知、认知与测量启动认知无线电</b> .....	(207)
8.1 引言 .....	(207)
8.2 无线信道感知 .....	(208)
8.2.1 信道的选择性 .....	(208)
8.2.2 链路质量 .....	(215)
8.2.3 其他无线信道特性 .....	(221)
8.3 网络感知 .....	(223)
8.3.1 同一网络的感知 .....	(223)
8.3.2 其他网络的感知 .....	(223)
8.4 用户感知 .....	(223)
8.5 其他可能的感知场景 .....	(224)
8.6 挑战与未来方向 .....	(225)
8.7 小结 .....	(227)
参考文献 .....	(228)

---

<b>第 9 章 认知无线电应用中的频谱感知</b> .....	(231)
9.1 引言 .....	(231)
9.2 挑战 .....	(232)
9.3 认知无线电的频谱感知方法 .....	(235)
9.3.1 匹配滤波 .....	(235)
9.3.2 基于波形的感知 .....	(235)
9.3.3 基于循环平稳性的感知 .....	(237)
9.3.4 基于能量检测器的感知 .....	(237)
9.3.5 无线电识别 .....	(239)
9.3.6 其他的感知方法 .....	(240)
9.4 协作感知 .....	(241)
9.5 外部感知 .....	(242)
9.6 统计法与预测 .....	(243)
9.7 感知频度 .....	(244)
9.8 硬件要求与方法 .....	(244)
9.9 多维频谱感知 .....	(245)
9.10 当前无线标准下的频谱感知 .....	(248)
9.10.1 IEEE 802.11k .....	(248)
9.10.2 蓝牙 .....	(248)
9.10.3 IEEE 802.22 .....	(249)
9.11 小结 .....	(250)
参考文献 .....	(250)
<b>第 10 章 认知无线网络的位置信息管理系统</b> .....	(255)
10.1 引言 .....	(255)
10.2 认知无线网络模型 .....	(256)
10.2.1 认知 .....	(256)
10.2.2 协作 .....	(256)
10.2.3 节点分集 .....	(258)
10.3 位置估计与感知 .....	(259)
10.3.1 位置信息 .....	(259)
10.3.2 位置估计与感知 .....	(261)
10.3.3 位置估计方法 .....	(262)
10.3.4 传统的定位技术 .....	(264)
10.3.5 认知定位技术 .....	(266)

---

10.3.6 实现选择 .....	(267)
10.4 移动性管理 .....	(268)
10.4.1 移动模型 .....	(268)
10.4.2 位置跟踪 .....	(270)
10.5 应用 .....	(271)
10.5.1 基于位置的服务 .....	(271)
10.5.2 网络优化 .....	(272)
10.5.3 收发信机算法优化 .....	(277)
10.5.4 环境刻画 .....	(278)
10.6 隐私问题 .....	(279)
10.7 小结 .....	(279)
参考文献 .....	(280)
<b>第 11 章 认知无线电中的 OFDM:已取得的成果和面临的挑战</b> .....	<b>(283)</b>
11.1 引言 .....	(283)
11.2 一个基本的 OFDM 系统模型 .....	(284)
11.3 基于认知无线电的 OFDM .....	(288)
11.4 为什么 OFDM 非常适合于认知无线电 .....	(289)
11.4.1 频谱感知 .....	(289)
11.4.2 频谱成形 .....	(290)
11.4.3 对环境的自适应 .....	(292)
11.4.4 先进的天线技术 .....	(292)
11.4.5 多址接入和频谱分配 .....	(293)
11.4.6 互操作性 .....	(293)
11.5 认知 OFDM 系统的挑战 .....	(294)
11.5.1 频谱成形 .....	(295)
11.5.2 有效的剪枝算法设计 .....	(295)
11.5.3 传输参数信令 .....	(295)
11.5.4 同步 .....	(295)
11.5.5 互干扰 .....	(296)
11.6 多带 OFDM .....	(298)
11.7 迈向认知 OFDM 的一步:标准与技术 .....	(301)
11.7.1 WiMAX - IEEE 802.16 .....	(301)
11.7.2 IEEE 802.22 .....	(304)
11.7.3 IEEE 802.11 .....	(305)

---

11.8 小结 .....	(306)
参考文献 .....	(307)
<b>第 12 章 超宽带认知无线电 .....</b>	<b>(311)</b>
12.1 引言 .....	(311)
12.2 超宽带脉冲无线电的基础 .....	(313)
12.3 认知无线电的要求与 IR-UWB 的特性 .....	(317)
12.3.1 对授权系统有限的干扰 .....	(318)
12.3.2 灵活的脉冲形状/带宽(动态频谱) .....	(318)
12.3.3 动态可调整的数据速率和服务质量 .....	(319)
12.3.4 自适应的发射功率 .....	(321)
12.3.5 自适应的多址接入 .....	(321)
12.3.6 信息安全 .....	(322)
12.3.7 有限的成本 .....	(322)
12.4 脉冲无线电与认知无线电的结合 .....	(323)
12.4.1 用脉冲无线电实现认知无线电 .....	(323)
12.4.2 用 IR-UWB 对 CR 补充的各种方法 .....	(325)
12.5 小结 .....	(331)
参考文献 .....	(331)
<b>第 13 章 认知无线电的应用 .....</b>	<b>(335)</b>
13.1 引言 .....	(335)
13.2 认知无线电通信的应用 .....	(336)
13.2.1 资源最优化和质量增强的应用 .....	(337)
13.2.2 互操作性 .....	(350)
13.2.3 专用于认知无线通信应用的终端用户产品/服务 .....	(350)
13.3 认知无线电应用所面临的挑战 .....	(362)
13.4 小结 .....	(364)
参考文献 .....	(364)
<b>第 14 章 认知无线电的跨层自适应和优化 .....</b>	<b>(369)</b>
14.1 引言 .....	(369)
14.2 为什么需要跨层设计、自适应和优化 .....	(370)
14.2.1 传统分层设计及其演进 .....	(370)
14.3 跨层设计、自适应和优化 .....	(372)
14.3.1 认知无线电、跨层设计和自适应 .....	(373)

14.3.2	认知引擎和跨层架构设计 .....	(374)
14.3.3	当前通信系统中广泛使用的一些自适应参数 .....	(378)
14.4	跨层优化 .....	(380)
14.4.1	优化问题 .....	(381)
14.4.2	优化问题的分类 .....	(382)
14.4.3	跨层优化的挑战 .....	(390)
14.5	进一步说明 .....	(390)
14.6	小结 .....	(392)
	参考文献 .....	(393)



# 第 1 章

## 自适应、感知和认知无线电的概论

Bruce Fette 博士

美国亚利桑那州斯科特谷,通用动力 C4 系统

频谱是射频通信的生命线。<sup>①</sup>

在 20 世纪 90 年代末期,几乎全部的无线电通信设备都使用数字信号处理器(DSP)来实现调制和信号处理功能,以及使用通用处理器(General Purpose Processor, GPP)来完成操作界面、网络信令和系统开销功能。这样的结构对于制造商来说是富有吸引力的,因为同样的基础电子学在新的无线设计中反复使用,从而减少工程研发周期、促进大宗采购、优化通用平台制造,与此同时,面对复杂的波形和协议,设备具有灵活性。少数制造商宣称他们的无线电为“软件定义无线电(SDR)”,认识到消费群体的影响力和市场吸引力能够增加顺应市场专门应用的附加功能。

在 21 世纪初期,其中的少数制造商将应用层软件功能对额外的辅助用户的增值功能可用。用户可以增添音乐、游戏或其他应用,只要不改变无线电波形的功能。

同样的,在 21 世纪后期,很多无线电将为各类自适应性开放软件功能并且极大地扩展了用户支持的功能。这开启了“认知无线电”的生成。因而,只需最少的额外硬件,额外的软件特征将使用户、网络运营者、频谱所有者和监管部门取得比上一代的固定无线电应用更多的回报。

---

<sup>①</sup> 引自 Preston Marshall 和 B. A. Fette 所著的《认知无线电技术》第 5 章,2006 年 Newnes 出版。