

# 认知无线电标准化进展

## Standardization Status of Cognitive Radio

中图分类号: TN92 文献标识码: A 文章编号: 1009-6868 (2007) 03-0009-03

**摘要:** 认知无线电技术的出现, 为解决频谱资源不足、实现频谱动态管理及提高频谱利用率提供了强有力的技术支撑。随着认知无线电技术的发展, 各标准化组织和行业联盟也纷纷开展相关的研究, 并且开始着手制订认知无线电的标准和协议。美国电气电子工程师学会(IEEE)、国际电信联盟(ITU)和软件无线电(SDR)论坛是研究认知无线电相关标准的主要组织和行业联盟, 相关的标准制订工作推进了认知无线电技术的发展和运用。

**关键词:** 认知无线电; 标准化进展; IEEE 802.22; IEEE 802.16h; IEEE P1900

**Abstract:** The cognitive radio technology provides a strong technical support to resolve spectrum resource scarcity; it implements dynamic spectrum management and improves spectrum efficiency. With the development of cognitive radio, many standard organizations and industrial unions have initiated pertinent research, and constituted corresponding standards and protocols. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), the International Telecommunication Union (ITU), and the Software Defined Radio (SDR) Forum are the main bodies whose researches promote the development and application of cognitive radio.

**Key words:** cognitive radio; standardization status; IEEE 802.22; IEEE 802.16h; IEEE P1900

陈劭/CHEN Jie  
吴非/WU Fei

(电子科技大学 通信抗干扰技术国家级重点实验室, 四川 成都 610054)  
(National Key Lab of Communication,  
University of Electronic Science and  
Technology of China, Chengdu 610054, China)

而实现任何时间、任何地点的高可靠通信以及对异构网络环境有限的无线频谱资源进行高效地利用。

从定义上看, 认知无线电的主要出发点就是使无线用户之间实现频谱资源共享。目前, 大多数频段已根据不同应用目的分配给相应的频段使用者(或称授权用户), 利用认知无线电技术实现频谱资源共享是否真的可行? 美国FCC的报告<sup>[3]</sup>指出, 当前面临的最主要问题不是频谱资源稀少, 而是现有固定分配方式导致频谱资源没有充分利用。

随着认知无线电技术的发展, 各标准化组织和行业联盟也纷纷开展相关的研究, 并且开始着手制定认知无线电的标准和协议, 以期推动技术的发展与运用。

## 2 认知无线电相关标准的进展情况

目前涉及认知无线电标准制订的组织和行业联盟主要是美国电气电子工程师学会(IEEE)、国际电信联盟(ITU)和软件无线电论坛等。

### 2.1 IEEE相关标准

IEEE对于认知无线电技术的标准化推进工作比较积极, 目前正在制订的与认知无线电相关的标准主要包括: IEEE 802.22<sup>[4]</sup>、IEEE 802.16h<sup>[5]</sup>、

用户对多媒体通信业务需求的增加, 使得通信系统对无线频谱资源的需求也不断增加。近年来出现许多无线通信理论与技术, 如链路自适应、正交频分复用(OFDM)以及多输入多输出(MIMO)技术等, 以解决无线频谱资源紧张的问题。这些技术在一定程度上提高频谱利用率, 但其提高的程度有限, 远远不能满足用户的通信需求。认知无线电技术的提出, 为解决频谱资源不足、实现频谱动态管理及提高频谱利用率提供了强有力的技术支撑。

## 1 认知无线电的定义

1999年, Joseph Mitola 博士首先

基金项目: 国家自然科学基金项目  
(60496313)

提出认知无线电的概念, 2000年进一步系统地阐述了认知无线电的概念和方法, 并明确给出认知无线电的定义<sup>[1]</sup>。

2003年, 美国联邦通信委员会(FCC)给出了认知无线电的狭义定义<sup>[2]</sup>。从狭义上讲, 认知无线电是指能够通过与环境交互, 改变发射机参数的无线电设备, 其主体可能是软件无线电, 但既没有软件也没有现场可编程的要求。

从广义上讲, 认知无线电以灵活、智能、可重配置为显著特征, 通过感知外界环境, 并使用人工智能技术从环境中学习, 有目的地实时改变某些操作参数(比如传输功率、载波频率和调制技术等), 使其内部状态适应接收到的无线信号的统计变化, 从

IEEE P1900<sup>[6]</sup>、IEEE 802.11h<sup>[7]</sup>以及IEEE 802.11y<sup>[8]</sup>等。

#### (1) IEEE 802.22标准

2004年10月, IEEE正式成立了IEEE 802.22工作组, 这是第一个世界范围的基于认知无线电技术的空中接口标准化组织。

IEEE 802.22也被称为无线区域网络(WRAN), 系统工作于54 MHz~862 MHz的VHF/UHF频段上未使用的TV信道, 工作模式为点到多点。该工作组目的是利用认知无线电技术将分配给电视广播的VHF/UHF频带用作宽带接入。

为了与TV频道的授权用户共存, 802.22系统的物理层(PHY层)和媒体接入控制层(MAC层)协议应该允许基站根据感知结果, 动态调整系统的功率或者工作频率, 还应包括降噪机制, 从而避免对TV频道的授权用户造成干扰。现有的IEEE 802.22标准提案对空中接口进行了规范, 包括PHY层与MAC层的规范, MAC层和PHY层协议栈对于所有被支持的服务都是相同的。

根据IEEE 802.22标准提案, PHY层可细分为一个会聚子层和一个物理媒体(PMD)子层, PMD是PHY层的主要部分, 而会聚子层能自适应映射MAC层的特定需要到通用的PMD服务, IEEE 802.22协议在PHY层上增加了频谱感知功能, 通过本地频谱感知技术以及分布式检测等方法, 来可靠地感知某时刻、某地区的电视频段中各子信道是否被授权的电视信号(ATSC、DVB-T、DMB-T等制式)占用, 以使得认知用户能够在对授权用户系统不造成干扰的情况下接入空闲的电视频段, 充分利用有限的频谱资源; 而MAC层的协议设计不同于以往, 除提供媒介接入控制等传统业务能力, 还以共存为主要目的, 为与授权用户共存和保护授权用户提供了丰富的手段, 并且引入了一个新颖的共存信标协议(CBP)来使得那些具有重叠覆盖区域的802.22基站可以协

作和有效地分享宝贵的频谱资源。另外, 还提供了信道管理和测量功能, 这使得MAC层在频谱管理上更加灵活和有效。

#### (2) IEEE 802.16h标准

1999年, IEEE成立了802.16工作组专门开发宽带固定无线技术标准(WiMAX), 目标就是要建立一个全球统一的宽带无线接入标准。但是, 随着802.16系列规范的不间断制订和完善, 频谱资源问题成为制约技术发展的关键问题, 为此, 2004年12月, 专门成立了致力于解决共存问题的802.16h工作组, 利用认知无线电技术使802.16系列标准可以在免授权频段获得应用, 并降低对其他基于IEEE 802.16免授权频段服务用户的干扰。同月, IEEE 802.16h工作组公开征集提案, 主要针对802.16h规范涉及的具体方面、新系统对授权用户产生的冲突影响、802.16不同PHY层模式下的共存机制、802.16-2004标准中现有的免授权频段服务支持以及802.16h标准制定的主要目标等。2005年1月, 确定了IEEE 802.16h标准的具体涉及内容, 其主要思路是在IEEE 802.16制定的QoS要求下, 让多个系统共用资源。目前公布的最新版本为2006年8月的版本。

IEEE 802.16h标准由License-Exempt Task Group所制定, 致力于改进诸如策略和媒介接入控制等机制, 以确保基于IEEE 802.16的免授权系统之间的共存, 以及与授权用户系统之间的共存。

#### (3) IEEE 1900标准

IEEE 802.22和802.16h都只是认知无线电的简单应用, 为了进一步研究认知无线电, IEEE于2005年成立了IEEE 1900标准组, 进行与下一代无线通信技术和高级频谱管理技术相关的电磁兼容研究。该工作组对于认知无线电技术的发展及与其他无线通信系统的协调与共存有着极其重要的意义。

IEEE 1900目前包括IEEE 1900.1、

IEEE 1900.2、IEEE 1900.3和IEEE 1900.4这4个工作组。IEEE 1900.1工作组任务是解释和定义有关下一代无线电系统和频谱管理的术语和概念, 主要澄清术语并且弄清各个技术之间的关系, 提供对技术的准确定义和对关键技术的解释, 如频谱管理、政策无线电、自适应无线电、软件无线电等, 目前标准草案最新版本是v0.28版本。IEEE 1900.2工作组主要为干扰和共存分析提供操作规程建议, 提供分析各种无线服务共存和相互间干扰的技术指导方针, 其项目提案需求书(PAR)预计提交投票和项目完成时间分别是2008年2月和8月。IEEE 1900.3工作组主要为软件无线电的软件模块提供一致性评估的操作规程建议。提供分析软件定义无线电的软件模型以保证符合管理和操作需求的技术指导方针。其PAR中指出将在2008年9月将草案提交投票, 预计项目结束时间是2009年9月。IEEE 1900.4工作组主要任务为动态频谱接入的无线系统提供实际应用、可靠性验证和评估可调整性能。在第一阶段, 标准将限于结构和功能定义, 而后一阶段将着重于与信息交换有关的协议定义。该标准预期2009年2月完成。

#### (4) IEEE 802.11h标准

从表面上看, IEEE 802.11h似乎不是有关认知无线电的标准。但是, 802.11h协议中的一个关键内容: 动态频谱选择实际上已经属于认知无线电的范畴。IEEE 802.11h为“无线局域网媒体接入控制和物理层规范, 欧洲5 GHz频段频谱和发射功率管理扩展”协议, 其修改了IEEE 802.11a PHY层标准, 增强了5 GHz频段的网络管理、频谱控制和传输功率管理功能, 提高了信道能量测量和报告、多个管理域的信道覆盖、动态信道选择和传输功率控制机制, 及其在协议中的一些定义和术语。

#### (5) IEEE 802.11y

IEEE 802.11y是802.11协议族中

基于竞争的协议, 主要制定标准化的干扰避免机制, 同时方便今后新频段的应用, 其应用频段主要是2005年7月FCC向公众应用开放的原来用于卫星服务网络的3.65 GHz ~ 3.7 GHz频段, 为该频段的宽带无线业务分配提供补充和改善。

2006年11月的会议上, 将原802.11y草案0.02重新命名为P802.11y草案1.0。

## 2.2 ITU-R

ITU关于认知无线电的研究工作目前仍隶属于ITU-R8A工作组中的软件无线电研究课题。因为软件无线电不足以涵盖认知无线电的所有范畴, 所以ITU-R于2006年3月提出一项新的建议, 将认知无线电单独作为一个研究课题进行研究, 这说明ITU已经充分认识到认知无线电技术在未来通信发展中的重要意义。

## 2.3 软件无线电论坛

2003年8月软件无线电论坛就开始探讨放松当前严格的频谱划分政策的可能性, 研究通过开发新的智能无线电设备从而提高频谱利用效率。该论坛于2004年10月成立了认知无线电工作组与认知无线电特殊兴趣组, 专门开展有关认知无线电技术的研究。认知无线电工作组主要任务是标准化认知无线电定义及确认可用于认知无线电的技术。特殊兴趣组的任务是对工作组所确认的技术确定商业应用的价值。鉴于软件无线电论坛的特殊任务, 目前主要致力于开展认知无线电平台的分析和多模式调整功能的研究。

2006年4月, 软件无线电论坛于旧金山召开了认知无线电工作组会议。2006年6月软件无线电论坛对认知无线电技术可能面临的挑战进行了讨论。2006年11月软件无线电论坛也组织了认知无线电的专题讨论会。2007年1月软件无线电论坛会议上, 认知无线电与频谱效率工作组决定

对FCC相关的一些工作做出回应。

## 2.4 DARPA XG

美国国防部高级研究计划署(DARPA)于2003年成立了下一代通信计划(XG), 着眼于开发认知无线电的实际标准和动态频谱管理标准, 计划研制以认知无线电为核心的系统方法和关键技术, 以实现动态频谱接入和共享。该项目将研制和开发频谱捷变无线电, 这些无线电台在使用法规范围内, 可以动态自适应变化的无线环境, 在不干扰其他正常工作无线电台的前提下, 使可以接入的频谱范围扩大近10倍。

2003年开始, Raytheon公司与DARPA签订了下一代无线通信计划的合同, 从事认知无线电相关的技术研究及开发。其许多研究成果未公开, 目前公开可查的资料为XG的结构框架文档1.0版本以及XG项目文档2.0版本<sup>[9]</sup>。2006年9月, DARPA启动无线自适应项目, 计划通过智能适应与更大的节点密度减少设备代价。另外, DARPA计划在2007年8月, 进行有25个XG节点的系统现场实验。

在XG已公开的标准提案中对PHY层和MAC层进行了规范, 并制定了分阶段实现的思想, 初始阶段对现有MAC层与PHY层进行修改, 如物理增加了XG控制模块, 而MAC层增加了XG处理模块, 然后逐步演进, 最终实现具有完全认知特性的MAC层和PHY层。XG控制模块对部分特定帧进行识别然后进行相应处理。而XG处理模块利用物理层发送和交换频谱利用信息, 各XG处理模块彼此协调, 执行动态频谱共享, 限制对授权用户的干扰, 还产生物理层的状态信息。

## 3 结束语

认知无线电技术的应用, 无疑为频谱资源的充分利用提供了非常有力的支持。业界对认知无线电技术研究的关注, 推动着认知无线电相关标准的制订, 反过来, 标准制订工作的

推进也对认知无线电技术的实际应用推波助澜。

## 4 参考文献

- [1] MITOLA J. Cognitive radio: An integrated agent architecture for software defined radios [D]. Stockholm, Sweden: Royal Institute Technology (KTH), 2000.
- [2] FCC. Notice of proposed rule making and order [R]. FCC Et Docket no. 03- 322, 2003.
- [3] FCC. Spectrum policy task force report [R]. Tech. Rep 02- 155, 2002.
- [4] IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee 802.22 WG [EB/OL]. <http://www.ieee802.org/22/>.
- [5] IEEE 802.16 's License- Exempt (LE) Task Group [EB/OL]. <http://www.ieee802.org/16/le/>.
- [6] IEEE P1900 Working Group [EB/OL]. <http://grouper.ieee.org/groups/emc/emc/1900/index.html>.
- [7] IEEE Std 802.11h?- 2003 Part 11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment 5: Spectrum and Transmit Power Management Extensions in the 5 GHz band in Europe [S]. 2003.
- [8] IEEE P802.11- Task Group Y- Meeting Update: Status of project IEEE 802.11y [EB/OL]. [http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tyg\\_update.html](http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tyg_update.html).
- [9] The XG Vision.V2.0 [EB/OL]. <http://www.ir.bbn.com/projects/xmac/vision.html>.

收稿日期: 2007- 03- 16

## 作者简介



陈劭, 电子科技大学通信抗干扰技术国家级重点实验室副教授, 在读博士研究生。作为主研人员先后参与国家“863”计划项目、国家自然科学基金项目和校企合作项目5项。主要研究领域为移动性管理、无线资源管理以及认知无线电。已发表论文10余篇。



吴非, 电子科技大学通信抗干扰技术国家级重点实验室在读硕士研究生。主要研究领域为认知无线电。