

Development and Research Situation of Cognitive Radio Technology at Home and Abroad

Yueping Liu

Meishan Vocational and Technical College, Meishan, Sichuan, 620010, China

Abstract

At present, the shortage of spectrum resources has become one of the main factors restricting the development of wireless networks all over the world, which has attracted more and more attention. This is because the current spectrum management is basically based on static allocation, so the spectrum can not be used effectively. In this case, software wireless technology has become the main way to solve this kind of problems. Under the condition that the authorized users are not affected as much as possible, the spectrum is detected by cognitive wireless technology, and then allocated to the users who need it. Therefore, cognitive radio technology can effectively alleviate the current spectrum resources, dynamically allocate to users who need to communicate, and maximize the spectrum efficiency. Based on this, this paper studies the development status of cognitive radio technology in the world.

Keywords

cognitive radio; spectrum sharing; spectrum sensing

认知无线电技术的国内外发展和研究现状

刘岳苹

眉山职业技术学院, 中国·四川眉山 620010

摘要

目前, 频谱资源不足问题已经成为制约世界各国无线网络发展的主要因素之一, 越来越受到人们的关注。这是由于当前的频谱管理基本上都是基于静态分配, 使得频谱不能够有效地得到利用。在这种情况下, 软件无线电就成为了解决此类问题的主要途径。在尽可能的不影响授权用户的条件下, 通过认知无线电对频谱进行检测, 然后将其向需要的用户分配。因此, 对认知无线电技术能够有效缓解目前频谱资源, 动态地分配给需要通信的用户, 最大程度地增强频谱利用率。基于此, 本文对认知无线电技术的世界各国发展现状展开研究。

关键词

认知无线电; 频谱共享; 频谱感知

1 引言

认知无线电的概念首次由学者 Joseph Mitola 提出, 其核心思想是 CR 具有学习能力。他将认为无线电是软件无线电的智能化, 其主要通过对周围环境的感应来对自身进行调整, 以此来最大限度的降低与环境的不适应。

学者 Simon Haykin 以 Joseph Mitola 的观点为基础对认知无线电提出了自己的看法

他认为认知无线电是指其通过自我感知和学习, 通过人工智能从环境中学习, 在其与环境发生冲突后通过参数的调整来适应环境, 以此来达到实时的高度可信。

2 研究现状

2.1 结构设计

美国加州大学教授 Brodersen 等提出了基于无线电方式的虚拟非授权频谱的 CORVUS 结构, 该结构实质上是将集中式与分布式相集合。德国 Karlsruhe 大学的 Fieclriuh .Jondral 教授领导的研究小组提出了基于正交频分复用 (OFDM) 的集中式网络结构。其中, 分布式体系结构是最先提出的, 而 OFDM 结构当前已经被广泛接收。

2.2 频谱感知技术

认知无线系统智能化水平的一个重要体现就是拥有感知

和分配频谱空穴的能力。频谱感知技术的核心是系统具备对授权用户状态的判别。除此之外,若认知用户在不同的用户之间进行切换,需要最短的检测时间,这主要是由于较短的检测时间就意味着提供给用户的分析数据量少,但是频谱感知技术通常都是基于大数据进行分析处理。Li 提出了基于广义似然比 (GLR) 与并行累计和 (CUSUM) 的频谱识别算法,该算法通过 ARL (Average Run Lengths) 来检测延迟的性能,而不是检测概率的性能。Chen 提出了基于马尔科夫链的快速识别算法,但是该算法并没有较大的优越性,Zou 提出了基于选择中继合作频谱感知算法,该算法不依赖于专门信道提供检测结果。

通常来讲,频谱感知技术主要包括探测发射机、合作探测以及干扰探测。其中,合作探测技术是研究最早的,且对其研究近年来越来越多,这要归咎于合租探测技术能够在多径衰落的条件下更好的探测用户授权。

2.3 频谱共享技术

认知无线网系统中的 CR 用户在感知到频谱的基础上来探测其空穴,这样对于动态频谱接入就成了所要研究的关键问题,而频谱共享技术能够确有效的对此类问题的进行解决,使得 CR 用户与授权用户畅通的实现共存。

自从认知无线电技术出现后,世界各国许多学者提出了多种算法来解决频谱共享问题。Suris 所研究出的基于合作博弈的频谱共享算法来实现对功率受限的认知用户的频谱共享问题,主要途径是通过对用户进行组群的划分来让其之间进行合作交换信息。Yu 所研究出的分布式迭代逐水算法实现了所有用户够达到数据速率。

在频谱共享技术中,基于结构的频谱共享与基于技术接入的频谱共享最早被研究,长期以来受到学者的关注,而基于频谱分配行为的共享研究技术最多。虽然当前世界各国学者和研究机构对频谱共享技术的研究已经相当广泛和深入,但是仍然还不能够说是完全的高效、无缝的开放频谱运行,仍然存着着诸多的难题亟待解决,例如,共享控制信道分配、动态无线电射程等。共享技术通道实现了多个频谱的同时共享,但是面临主要用户通道时,就需要改换正在占用的次要用户通道,除此之外,认知无线网络系统中多个用户来共享一个控制通道时,就会对拓扑产生很大的依赖性,因而共享通道的有效设计就成为了问题的关键之所在。

2.4 频谱分配技术

认知无线电系统中,频谱切换出现在信道新能下降与授权用户同时共存的情况下的频谱移动。在一个网络协议栈中不同层次的协议都需要适应工作频段所在信道参数变化,而且由于 CR 无线电网的动态性,使得认知用户的 QOS 性能被授权用户所影响,也即当授权用户出现连续不断的通信时很大程度的干扰到认知用户的通信。学者 Zhang 研究出了一种基于马尔科夫链的频谱分配模型,该模型通过计算 CR 用户接入频谱的排队时间与完成概率来最大限度地减少信道的阻塞概率。

Wang 研究出的基于图论的着色算法实现了频谱效率的最大化,但是他所提出的这种算法没有能够将 CR 无线电网内的待进入用户之间的相互干扰问题考虑到,因此,基于对此问题的解决敏感图论着色算法 (CSGC) 被提出,但是该模型仅能够在一次分配条件下对一个用户分行频谱分配,从而使得系统的时间开销较大。基于此,Liang 研究出了一种基于并行频谱分配算法,该算法将拓扑图分成几部分同时进行着色来增强分配效率。用户的频谱切换可分为基于时间频谱切换和基于空间频谱切换。这两种类型关于空间的切换研究多于基于时间切换。对于频谱切换的研究还存在着许多需要深入研究的领域,如多元性环境切换问题、频带选择问题以及移动管理协议的实现问题。

3 各地区研究概况

3.1 世界各国研究概况

当前全球共有 33 个国家涉及到了认知技术的研究。其中,瑞士、美国等是最先研究认知无线电技术的国家。从 Joseph Mitola 创造“认知无线电”这个词汇以来,在随后的几十年时间内美国一直处于认知无线电技术的研究前列,其研究数量与其它国家相比相当庞大。德国、荷兰以及法国等其它国家对于认知无线电技术也投入了较大的资金和精力。中国对于认知无线电技术的研究起步也比较早。

3.2 美国研究概况

据相关统计结果显示,美国有 122 个大学及其研究机构对认知无线电技术进行了相关研究,前三名分别为: uink.of California at Berkeley Geuria Inst. Of Tech、Virginia Pulytech lost.&State Univ. Univ. of California at Berkeley 是美国研究认

知无线电技术比较的机构, 2004年由 Brodersen 教授所领导的研究组所提出的虚拟非授权频谱的 CORVUS 体系结构已经在当前已经受到了业内人士的公认。除此之外, 一些其它研究机构也做出了相应的贡献, 如 Philips Res, Air Force Res, Labs 等。

3.3 中国研究概况

笔者通过对中国学者在 IEEE 发表的文章进行统计后发现, 中国当前共有 35 个研究机构从事于认知无线电技术领域的研究, 其中有 20 多个研究机构该领域内的研究处于世界先进水平, 其中北京邮电大学、中国科技大学、清华大学是在该研究领域内的佼佼者。其中, 北京邮电大学是中国最早研究认知无线电技术的高校, 而研究最为深入的当属清华大学、浙江大学。近年来, 中国在认知无线电领域内的研究不论是在资金投入还是人力投入的花费不断的增多。2008 年中欧认知无线电系统工作会议在中国的召开标志着在该领域内中国的学术研究得到了广泛的认可。

4 结语

认知无线网络从本质上讲就是当频谱资源出现空洞的情况下, 其它频谱正好有需求, 在这种情况下系统就需要进行频谱检测与分析资源管理控制以及频谱重配等问题。对于这一系列问题中国目前的研究大多数还是停留在理论层面, 而关于通信实践方面的研究还是比较少, 还存在着许多问题亟待解决, 如信道的加入、空间的分级等, 另外还需要加强

研究现有的蜂窝构架能否有效支撑认知无线网络以及小区架构问题等。总之, 认知无线技术不论是在理论还是实践层面仍待进一步研究。

参考文献

- [1] STAPLE G, WERBACH K. The end of spectrum scarcity[J]. *IEEE Spectrum*, 2004, 41(3): 48-52.
- [2] FEDERAL COMMUNICATION COMMISSION. Facilitating Opportunities for Flexible, Efficient, and Reliable Spectrum Use Employing Cognitive Radio Technologies[J]. *NPRM & Order, ET Docket*, 2003(03): 108-322.
- [3] P. Kolodzy. Spectrum Policy Task Force Report[J]. *Federal Communications Commission Tech. rep. rep. et Docket*, 2002, 40(4): 147-158.
- [4] K.G. Shin, H. Kim, C. Cordeiro, et al. An experimental approach to spectrum sensing in cognitive radio networks with off-the-shelf IEEE 802.11 devices[C]. *IEEE 802.11 Devices*, in *IEEE Workshop on Cognitive Radio Networks*, in conjunction with *IEEE CCNC*. 2007: 1154-1158.
- [5] F. F. Digham, M. S. Alouini, M. K. Simon. On the Energy Detection of Unknown Signals Over Fading Channels[J]. *IEEE Transactions on Communications*, 2007, 55(1): 21-24.
- [6] 曹华孝, 鲜永菊, 徐昌彪. 认知无线电技术的国内外发展与研究现状 [J]. *数字通信*, 2009(2).
- [7] 杨喆. 认知无线电中关键技术的研究 [D]. *电子科技大学*, 2018.