

文章编号: 1001 - 893X(2012)07 - 1079 - 03

基于认知无线电的多频段跳频通信系统^{*}

顾庆峰¹, 杨仕平²

(1. 海军驻广州地区通信军事代表室, 广州 510663; 2. 广州海格通信集团股份有限公司, 广州 510663)

摘 要: 为充分利用认知无线电对环境频谱的感知能力, 设计了一种基于认知无线电的多频段跳频抗干扰通信系统, 通过感知单元动态控制跳频序列生成, 实现了干扰频点的避让。具体实现时, 采用低频段可靠传输高频段的频谱感知信息, 高频段则主要用于具体业务传输, 利用不同频段实现了频谱控制与应用业务的分离。

关键词: 认知无线电; 跳频通信; 抗干扰; 多频段; 频谱感知

中图分类号: TN914.4 **文献标志码:** A doi: 10.3969/j.issn.1001-893x.2012.07.005

A Multiband Frequency-hopping Communication System Based on Cognitive Radio

GU Qing-feng¹, YANG Shi-ping²

(1. Military Representative Office of Navy in Guangzhou Area, Guangzhou 510663, China;
2. Guangzhou Haige Communication Group Incorporated Company, Guangzhou 510663, China)

Abstract: To take full advantage of the spectrum sensing ability of cognitive radio (CR), a multiband frequency - hopping anti - jamming communication system is designed based on CR. Through dynamically controlling the generation of frequency - hopping (FH) sequence by CR unit, avoidance of the interference frequency spots is realized. In implementation, the cognitive information of high frequency band is reliably transmitted by the low frequency band, application data is transmitted by high frequency band, so the spectrum control and application traffic is isolated by different frequency band.

Key words: cognitive radio; FH communication; anti-jamming; multiband; spectrum sensing

1 引 言

从抗干扰通信角度来看, 跳频通信是靠载频的随机跳变来躲避敌方恶意干扰, 将干扰排斥在接收信道以外来达到抗干扰的目的, 避免敌方电台的测向和干扰。跳频通信技术在抗干扰通信方面的突出优势, 使其在通信装备中得以广泛应用, 并且成为超短波通信装备的主要抗干扰技术。但是, 跳频电台中的频点一般在遂行任务之前通过参数加注的方式静态规划好, 而在任务实际执行过程中, 已规划好的频点中存在被干扰的频点, 特别是在敌方恶意干扰

的情况下。若跳频电台能根据外部干扰情况自适应调整可用频点, 则将大大提升跳频电台的使用效能。

认知无线电 (Cognitive Radio, CR)^[1] 能够感知外界环境, 并使用人工智能技术从环境中学习, 通过频谱检测、频谱分析、频谱判决, 在所有的可用频段的特性都被分析出后, 根据 QoS 的要求, 为当前的传输选择合适的工作频段、传输速率、可接收的误码率、延时限度、传输方式和带宽, 在抗干扰的同时, 设备会选择最佳的通信方案。

将认知无线电技术与跳频技术结合起来, 可以使跳频电台知悉频谱状况, 实现频点智能、跳跃式的选择, 更有效地抵御单频或多频点跟踪和阻塞干扰, 全

^{*} 收稿日期: 2011 - 11 - 28; 修回日期: 2012 - 04 - 24

面提高无线电台对电磁环境的适应性,增加频谱资源的利用率,减少电台之间的干扰,提高无线通信网络的网络吞吐量^[2],以及增强不同网系无线电台之间协作通信的能力,进而大大提高跳频系统的性能。

2 基于认知无线电的跳频抗干扰整体设计

抗干扰通信系统中我们增加了认知无线电单元,其具体的结构示意图如图 1 所示^[3]。在实际的通信系统中,信息交流是双向的,即发射端同时也具有接收端的设备和功能。基于认知无线电的抗干扰系统是将 CR 技术引入到抗干扰通信系统中,核心部分是频谱感知模块。接收端和发送端均采用宽带天线。在发送端,被传送的信息经过调制器的相应调制,得到已调波信号,再与频率合成器输出的频率信号进行混频。混频器输出的已调波的载波频率经发送单元发送出去的就是跳频信号。在接收端,一方面,CR 单元获取来自接收单元的信号,该信号包括目前可以检测到的信道中的通信信号;另一方面,CR 单元将感知到的信道频率等信道信息发送给频率集合单元。

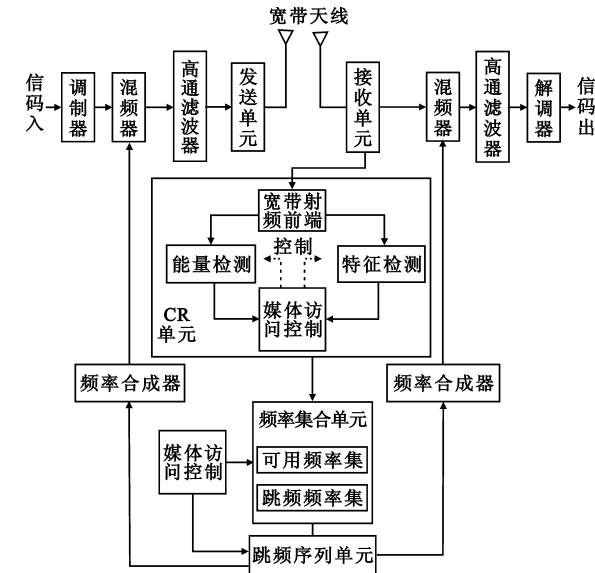


图 1 抗干扰通信系统框图

Fig.1 Block diagram of anti-jamming communication system

在该系统中收发双方都需要对后面 $p(p \geq 1)$ 个跳频间隔内的通信信道进行检测,查看这些频段的占用情况。所以,跳频器需要预先计算出后面的 p 个跳变载频,将这些载频输入 CR 信道监测器中,对周围的信道占用情况进行勘查,然后将监测结果生成“信道占用标识码”^[4]。这些标识码将输入编码

器,生成控制帧在收发两端之间传递。当监测对象(即监测频段)或者监测结果发生变化时,CR 与跳频序列单元之间需要更新“信道占用标识码”信息,所以在每次频率跳变后通信双方至少执行一次控制帧的信令交换操作。如果信道环境发生突变,将影响到“信道占用标识码”的传送,具体如图 2 所示。

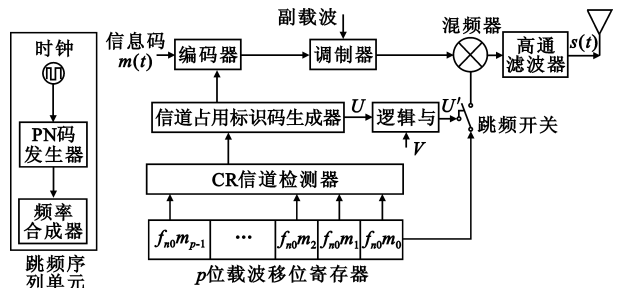


图 2 CR 单元与跳频序列单元交互关系图

Fig.2 Interactive relationship between CR unit and FH code sequence unit

3 支持快速频谱认知、波形重构的多频段电台实现

3.1 原型系统框架

根据一体化、通用化和模块化设计原则,结合当前业内先进技术,认知电台原型系统的整机原理框图如图 3 所示^[5]。

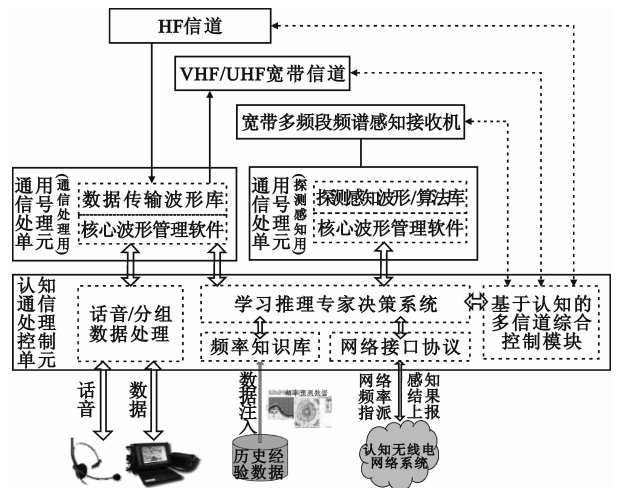


图 3 认知电台原型系统的整机原理框图

Fig.3 Functional block diagram of CR radio prototype system

(1)通用模块化信道

由于短波通信固有的特点,HF 采用单独的短波信道与功放,而 VHF 和 UHF 信道及功放综合为频段覆盖 30 ~ 512 MHz 的超短波宽带信道和功放,这样的信道设计也能够处理宽带信号以适应多模和多频

带认知无线电系统。

(2)通用信号处理单元

负责完成基带信号处理的功能,包括信道编码与译码、调制和解调、扩频和解扩、滤波和同步,以及波形重构等。

(3)认知/通信处理控制单元

实现认知无线电功能的关键,它可以完成各种认知无线电算法,包括频谱的检测、用户通信内容的识别以及对识别的内容进行分析、推理、规划,以及波形重构控制、各层参数自适应调整等。

3.2 支持认知的可重构通用硬件平台

为了真正实现灵活的频率和传输参数调整,基于认知无线电的电台还需要具备可重配置的通用硬件平台。因为认知电台的工作频带较宽,可采取的传输方案、可选择的传输参数较多,要求的切换时间较短,因此需要具备高性能的、可重配置的通用硬件平台。可重配置技术使得单一硬件平台能够支持不同类型的技术标准,大大降低终端的制造成本。支持重构的通用软硬件平台框图如图 4 所示,主要包括支持重构的通用射频通道和支持通用信号处理与频谱认知处理的通用软件平台。

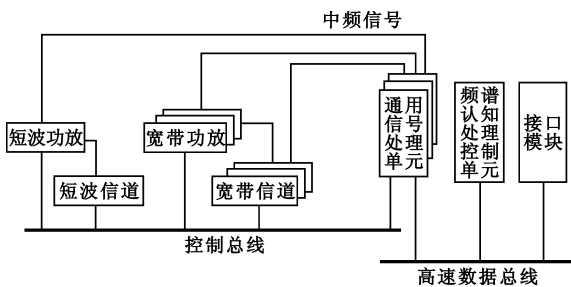


图 4 支持重构的通用硬件平台

Fig.4 Universal hardware platform supporting reconfiguration

3.3 基于软件通信体系结构的通用软件平台

在认知无线电台原型系统中,除了天线、信道、功放、电源等硬件单元的功能无法通过软件实现外,其他大部分功能均通过软件实现。考虑到软件需具备的可重用、可移植、可扩展、可继承等功能,参照 SCA 规范,将软件体系结构划分为自底向上的 6 层:总线驱动层(含板级支持包)、网络协议栈和串行接口服务、实时操作系统、CORBA 中间件、核心框架和波形应用程序,前 5 层共同构成一个通用的软件平台,为波形应用软件提供一个透明的、与底层硬件无关的运行环境。认知无线电的通用平台软件架构如图 5 所示。

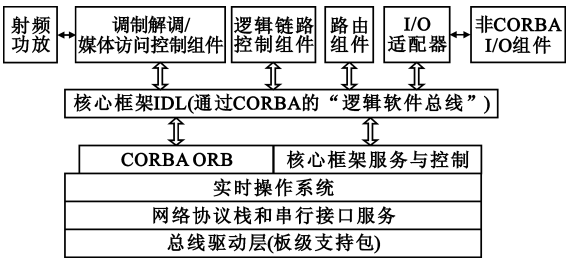


图 5 通用平台软件组成

Fig.5 Composition of universal platform software

4 结束语

基于上述设计思路,我们设计了一个基于认知无线电的 V/U 多频段电台,其中 V 频段用于传输所感知的 U 频段频谱,U 频段则专用于传输视频等高速业务,经实际验证表明,U 频段传输图像时稳定、可靠。

参考文献:

[1] 彭启航. 认知无线电中频谱感知技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2007.
PENG Qi - hang. Research on Spectrum Detection Technology in Cognitive Radio[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2007. (in Chinese)

[2] 梅文华. 跳频通信[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
MEI Wen - hua. FH Communication[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2005. (in Chinese)

[3] 谭俊锋. 自适应跳频通信系统仿真研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2005.
TAN Jun - feng. Simulation and Research on Adaptive FH Communication System[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2005. (in Chinese)

[4] 刘先锋. 基于认知无线电的跳频系统研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2009.
LIU Xian - feng. Research on FH System Based on Cognitive Radio[D]. Xi'an: Xidian University, 2009. (in Chinese)

[5] 宋麟. 频谱感知及干扰评估技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2009.
SONG Lin. Study on Spectrum Sensing and Interference Assessment Technology[D]. Chongqing: Chongqing University, 2009. (in Chinese)

作者简介:

顾庆峰(1974—),男,江苏昆山人,硕士研究生,工程师,主要研究方向为无线通信;
GU Qing - feng was born in Kunshan, Jiangsu Province, in 1974. He is now an engineer and also a graduate student. His research concerns wireless communication.
杨仕平(1974—),男,四川阆中人,博士,高级工程师。
YANG Shi - ping was born in Langzhong, Sichuan Province, in 1974. He is now a senior engineer with the Ph. D. degree.
Email: yspisir@163.com