认知通信技术的特征及发展趋势分析

赵培洪

(海军士官学校, 安徽 蚌埠 233012)

摘要: 认知通信是指通过对无线频谱环境的感知, 在不影响授权用户使用的前提下, 根据感知到的环境参数和系统状态, 动态调整自身参数以提高频谱利用率的通信技术。近年来, 随着无线通信技术的快速发展, 传统的基于固定频谱分配策略的通信模式已经难以满足用户日益增长的需求。为了解决频谱资源短缺问题, 认知通信技术应运而生。认知通信系统通过对无线环境信息和用户信号特征的实时分析与处理, 自主调整自身参数以提高频谱利用率。通过分析认知通信系统特征, 有助于把握其发展趋势和方向, 为实现认知通信技术提供参考。

关键词: 认知通信技术; 特征; 发展趋势; 分析

认知通信技术是在无线通信领域的一种新型通信技术, 其基本思想是在认知无线电的基础上发展起来的。认知无线电技术可以使无线电频谱得到充分利用, 从而有效地缓解无线频谱资源紧张的现状。认知无线电是一种对频谱感知和智能处理的系统, 它能够通过学习 and 自适应来充分利用频谱资源, 其主要特征包括: 认知频谱感知、认知自适应调制、认知波形设计、认知调度和基于软件的基带处理等。未来, 随着人们对无线通信需求的不断增长, 认知通信技术将成为下一代无线通信领域最有可能取得重大突破的关键技术。

一、认知通信的概念

认知通信是在认知无线电理论上发展起来的一种无线通信新技术, 它利用感知通信环境的能力, 动态地调整自身的行为模式以适应无线通信环境。在认知通信中, 认知无线电是一种智能的无线电系统, 它能够感知周围环境并动态地调整自身的行为模式以适应无线通信环境, 从而实现对无线通信的自适应控制。认知无线电可以根据不同用户对频谱资源使用的需求来调整自己的行为模式以适应不同用户对频谱资源的需求, 从而提高频谱利用率。同时, 认知无线电还能动态地调整自身行为模式以适应环境的变化, 即通过感知周围无线信号环境和实时分析自身状态, 来动态地调整自身的行为模式以提高其适应性。根据认知无线电与传统认知无线电在理论基础、核心技术以及应用领域等方面的差异, 可将其定义为: 在频谱感知的基础上, 利用对无线通信环境信息的学习与分析能力来调整自身行为模式以适应无线通信环境变化的一种技术。

二、认知通信技术的具体特征

(一) 通信能力动态变化

在通信能力方面, 传统的固定频谱分配策略不再适用, 而认知通信技术则可通过对无线环境的感知和分析, 自主决定自身参数。其中, 无线环境感知可从“认知”和“感知”两个角度进行。所谓“认知”是指在无线环境中对当前信道状态和其他通信用户行为的感知, 并将其反馈至通信系统; 所谓“感知”则是指对无线环境的分析, 包括对当前信道状态、其他通信用户行为和无线环境参数等的感知。在认知通信系统中, 感知数据可由用户通过射频设备进行上报。这种方式是为了获得无线环境信息和用户行为信息。不同的感知方式可能导致不同的结果。

此外, 由于认知通信系统可自主调整自身参数以提高频谱利用率, 因此在无线环境感知与分析能力方面具有较大优势。首先,

由于不同的无线环境和用户行为对信道状态、其他通信用户行为和无线环境参数具有不同程度的影响, 因此在进行认知通信系统设计时需根据其无线环境和用户行为的影响程度进行分类, 从而为系统参数设计提供依据; 其次, 由于认知通信技术在授权用户使用前提下可以自主调整自身参数以提高频谱利用率, 因此在设计系统时需考虑到不同认知通信技术的频谱共享问题; 最后, 由于频谱资源是稀缺且宝贵的资源, 因此在设计认知通信系统时需考虑到如何高效利用有限资源。

(二) 认知用户的自主性

在认知通信系统中, 用户需要具有感知环境信息的能力, 同时, 还需要具有自主决策与实施的能力。认知用户的自主性可以从三方面理解:

1. 自主感知信息。认知用户不仅可以感知无线频谱环境信息, 还需要对无线频谱环境进行深入分析。认知用户所感知的信息包括空间环境信息、时间环境信息和能量环境信息三方面, 这些信息是实现认知用户自主决策与实施的基础。由于不同的频谱环境会影响认知用户在频谱感知阶段的结果, 因此, 在感知阶段需要对无线频谱环境进行实时分析和处理。由于无线频谱资源紧缺, 在通信系统中采用动态频谱分配策略, 实现动态频谱分配需要对无线频谱环境进行深入分析。然而, 在实际应用中, 由于受到用户行为、外界干扰等因素的影响, 认知用户不可能对无线频谱环境进行实时感知。因此, 在认知通信系统中需要采用智能信道选择技术对无线频谱环境进行实时感知。

2. 自主决策实施。在认知通信系统中, 根据用户状态和无线环境变化自主决定自身参数和策略是认知用户实现自主决策与实施的重要条件。在认知通信系统中, 如果检测到无线信道质量下降, 则需要改变自身参数以提高系统性能; 如果感知到外部干扰增强或信道状态恶化等情况发生时, 需要改变自身参数以降低对系统的影响; 如果感知到频谱资源紧张时, 则需要增加频谱资源利用率。总之, 当无线信道质量下降时, 认知用户可以采取自我调整的方式以适应外部环境变化。

3. 自主执行控制。由于无线信道变化速度快、持续时间短且多径效应严重等因素导致用户在认知通信系统中具有不稳定的行为特性。因此, 在实际应用中, 认知用户必须通过学习才能获得足够的无线信道状态信息 (CSI) 来制定并实施相应的通信策略。

(三) 强抗干扰能力

随着认知通信技术研究的不断深入, 认知通信系统将具备更强的抗干扰能力, 主要表现在以下几个方面:

1. 由于认知通信系统能通过对频谱感知和智能处理来感知并判断周围环境的变化, 进而决定采用哪种调制方式以及采用哪种天线; 在接收端通过自适应天线和数字滤波器来抑制多径干扰并提高系统的抗干扰能力。

2. 由于认知通信系统能根据外界环境变化情况来看改变功率放大器和滤波器的参数, 进而降低对通信系统性能的影响; 同时还可以采用低噪声放大器或低噪声滤波电路来减少噪声对系统性能造成的影响。

3. 在传输链路中采用高码率数字信号和宽带数字信号传输方式。由于认知通信系统能根据不同环境选择合适的数据传输速率,

所以能够提高对高速率数字信号和宽带数字信号传输方式的适应性；同时还能根据不同环境情况来选择合适的信道和信道编码方式来提高系统抗干扰能力。

4. 在接收端采用数字信号处理技术和自适应天线等技术来抑制多径干扰并提高系统抗干扰能力。

（四）高度智能化

认知无线电在完成认知任务时，不是简单地重复已有的通信系统中的任务，而是能够根据环境和业务需求的变化，不断地进行学习和优化，不断提高自身的性能。认知无线电系统通过频谱感知功能来获得对特定业务的支持，通过信号处理功能来完成调制方式的选择等。认知无线电系统通过感知环境中存在的干扰、信道衰落等信息，对特定业务进行频谱分析和匹配滤波。通过频谱感知，认知无线电可以获得一个可用信道范围，即其对通信业务的支持程度。如果其感知到该可用信道范围内存在干扰信号，则将在这个范围内进行通信业务调制方式的选择。如果对该可用信道范围内的信号进行检测，则可以判定该用户是正常用户还是干扰用户。认知无线电系统能够根据感知到的信道信息和自身对业务需求进行优化处理，并最终选择最合适的调制方式来保证通信质量。认知无线电系统能够自主学习和优化自身性能。通过不断地学习和优化，使自身性能达到最优。认知无线电系统在完成任务时所使用的参数也是不断变化的，所以其具有高度的自适应性。传统通信系统是在固定不变的参数条件下运行的，因此其性能很难满足实际需要。认知无线电系统会根据感知到的信道信息和自身性能来选择合适的调制方式、通信模式以及带宽等参数以适应不同场景下对通信业务质量提出的要求。因此，认知无线电系统能够在实际工作中根据实际需求进行学习和优化配置参数，从而达到最佳通信效果。

三、认知通信的发展趋势

未来的通信装备将是搭载新技术之后高度智能化的，具有很强的“认知”能力，唯有如此，才能在未来的高度复杂电磁环境中获得一线生机，尤其对打仗的双方来讲，谁的通信更“认知”，谁的存活可能性就高，谁就占据未来通信的主动地位。认知通信的获取及熟练应用对己方未来通信对抗取胜有很大的主动权。具体来说，认知通信的发展趋势主要：

（一）实现多模式的自适应通信

自适应通信技术是认知无线电的一个重要特性，通过自适应通信来实现频谱共享是认知无线电的基本要求。在认知无线网络中，要实现多模式的自适应通信，就需要把多种无线通信系统融合在一起，使其能够在不同的信道条件下使用不同的频谱资源，同时又能在同一信道条件下工作。目前，研究人员已经提出了一些多模式的自适应通信技术，如：基于认知无线电的网络接入协议（ACAP）、基于认知无线电的联合频谱共享协议（CAS）等。这些多模式通信技术能够实现多个无线通信系统之间的资源共享，将认知无线网络与其他无线通信网络融合在一起，从而可以根据不同无线通信环境和用户的需要灵活地选择不同的无线通信模式。

1. 基于认知无线电的网络接入协议（ACAP）

基于认知无线电的网络接入协议（ACAP）是将认知无线电技术应用于无线通信网络中，它通过对信道状态的感知，并根据不同的信道状态决定采用不同的无线通信模式，从而可以提高无线通信网络的容量，为用户提供更好的服务。ACAP能够对用户进行识别和分类，然后根据识别出的不同类型用户所处的信道状态，选择相应的无线通信模式。研究人员提出了一种基于MAC层的

ACAP协议，该协议采用动态分配带宽的方式，可以根据业务对带宽需求变化的特点动态调整信道接入资源。ACAP协议能够提高认知无线网络中无线通信系统之间的互通性和信息传输效率，同时还能够有效降低信道冲突概率。

2. 基于认知无线电的联合频谱共享协议（CAS）

目前，认知无线网络中的频谱资源是通过分配给授权用户来实现的，但由于授权用户对授权频谱的利用缺乏控制，从而导致频谱资源浪费。而基于认知无线电的联合频谱共享协议（CAS）是通过动态的方式来实现的，它将多个认知无线网络融合在一起，从而能够更好地利用各个网络中的频谱资源。

（二）实现作战条件下的通信效果评估

战效能评估是以战场环境为背景，通过对战场环境中的通信链路状态、通信设备的使用效率和通信质量的动态监测、评估，实现对作战效果的客观评估。它可以为作战方案制定提供信息支撑，对提高作战效能具有重要意义。目前，认知无线电技术在军事通信领域的应用主要集中在军事领域，而在民用通信方面则还处于探索阶段。对民用移动通信系统来说，目前并没有相关标准和规范来指导其工作，因此在军用移动通信领域应用认知无线电技术具有一定的困难。但军用移动通信系统与民用移动通信系统有着不同的要求和特点，其工作环境更为复杂。因此，需要对军用移动通信系统进行适当的改造和优化，使之能够更好地适应认知无线电技术。

未来认知无线电技术将进一步应用于军事领域中，以提升其对环境的感知能力和对战场上各种频谱资源的利用能力。具体来说，其主要包括以下几个方面：一是认知无线电设备能够自动调整其工作模式以适应不同频段内的可用频谱；二是能够通过频谱感知技术监测现有频谱资源；三是能够动态地改变其工作模式以适应不同频段内可用频谱；四是能够在军事网络中实现数据传输以及无线传输能力；五是能够实现军事通信系统与其他通信系统的信息交换和联合作战指挥。

四、结语

目前，认知通信技术正处于快速发展时期，已经成为近年来通信领域的研究热点之一。然而，由于认知通信技术本身所具有的特殊性，如复杂的无线环境、海量数据以及对频谱资源的动态分配等，使得认知通信技术在实际应用中还存在许多亟待解决的问题。尽管目前国内外对认知通信技术进行了大量的研究工作，但由于认知通信技术还处于起步阶段，其发展仍面临着许多挑战。在今后的研究中，要加强对认知通信技术相关基础理论和关键技术的研究，积极开展无线通信领域内不同学科间交叉融合，并加快构建具有自主知识产权的核心关键技术体系，为认知通信技术的大规模应用提供坚实可靠的理论基础和关键技术支撑。

参考文献：

[1] 赵培洪, 刘心路, 柯海宁. 认知通信技术特征浅析 [J]. 电子元件与信息技术, 2023, 7 (02): 171-174.
 [2] 杨帆. 认知无线电技术在军事通信中的运用分析 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2020, 32 (17): 150-151.
 [3] 张冠杰. 认知通信电子战关键技术分析 [J]. 舰船电子对抗, 2019, 42 (01): 34-37+101.
 [4] 叶春生. 认知无线通信系统传输技术的探讨 [J]. 通信电源技术, 2018, 35 (05): 281-282.