



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102710349 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201210181931. 7

H04W 16/14 (2009. 01)

(22) 申请日 2012. 05. 31

(71) 申请人 宁波大学

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路  
818 号

(72) 发明人 金明 李有明 王炯滔 俞建定  
王晓丽 王刚 陈杰辉

(74) 专利代理机构 宁波奥圣专利代理事务所  
(普通合伙) 33226

代理人 周珏

(51) Int. Cl.

H04B 17/00 (2006. 01)

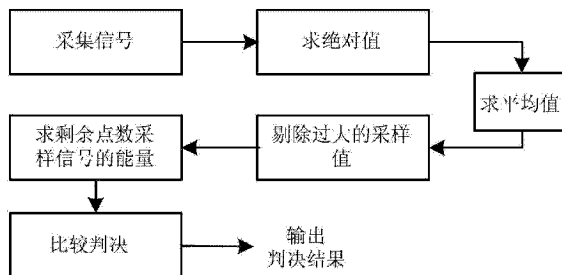
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法

(57) 摘要

本发明公开了一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法,其包括以下步骤:首先认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行多次时域采样;然后计算各个时域采样点的信号的绝对值离散值,并比较由所有离散值构成的第一绝对值离散值序列中的每个离散值与所有离散值的平均值的大小,当第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的离散值大于平均值的 3 倍时剔除这些存在脉冲干扰的离散值;接着计算由所有不存在脉冲干扰的离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量;最后比较检验统计量与判决门限的大小,根据比较结果判定该监测信道是否处于空闲状态;本发明方法有效克服了在存在脉冲干扰时虚警概率增大的问题,提高了频谱资源利用率。



1. 一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法,其特征在于包括以下步骤:首先认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行多次时域采样得到由多个时域采样点的信号构成的时域采样信号;然后计算各个时域采样点的信号的绝对值离散值,并比较由所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成的第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的大小,当第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值大于所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的 3 倍时剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值;接着计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量;最后比较检验统计量与判决门限的大小,根据比较结果判定该监测信道是否处于空闲状态。

2. 根据权利要求 1 所述的一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法,其特征在于包括以下具体步骤:

① 认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行 K 次时域采样,得到由 K 个时域采样点的信号构成的时域采样信号,将第 k 个时域采样点的信号记为  $x(k)$ , 其中  $k \in [1, K]$ ;

② 对时域采样信号中的各个时域采样点的信号分别进行求绝对值操作,得到时域采样信号中的每个时域采样点的信号的绝对值离散值,将第 k 个时域采样点的信号  $x(k)$  的绝对值离散值记为  $y(k)$ ,  $y(k) = |x(k)|$ , 其中,符号“|”为取模操作符号;

③ 计算时域采样信号中的所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值,记为  $m_y$ , 
$$m_y = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y(k);$$

④ 将所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成一个第一绝对值离散值序列,然后比较第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与  $m_y$  的大小,如果第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍,则判定这些绝对值离散值中存在脉冲干扰,并剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值,如果第一绝对值离散值序列中不存在连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍,则判定第一绝对值离散值序列中的所有绝对值离散值均不存在脉冲干扰;

⑤ 计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量,记为 T, 
$$T = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |z(n)|^2,$$
 其中,  $n \in [1, N]$ , N 表示第二绝对值离散值序列中的绝对值离散值的个数,  $z(n)$  表示第二绝对值离散值序列中的第 n 个绝对值离散值,符号“|”为取模操作符号;

⑥ 根据虚警概率  $P_F$  计算判决门限,记为  $\lambda_T$ ,  $\lambda_T = \sqrt{N} \times \sigma^2 \times Q^{-1}(P_F) + N \times \sigma^2$ , 其中,  $\sigma^2$  表示噪声的功率,  $Q^{-1}(P_F)$  表示  $Q(P_F)$  的反变换函数,  $Q(P_F)$  为标准正态分布概率密度的尾部面积函数, 
$$Q(P_F) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{P_F}^{\infty} e^{-t^2/2} dt,$$
 t 为微积分变量;

⑦ 比较检验统计量 T 与判决门限  $\lambda_T$  的大小,如果  $T \geq \lambda_T$ , 则判定该监测信道处于忙状态,如果  $T < \lambda_T$ , 则判定该监测信道处于空闲状态。

## 一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种认知无线电系统中的频谱感知技术,尤其是涉及一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法。

### 背景技术

[0002] 随着越来越多的无线通信业务的出现,有限的频谱资源出现了越来越紧缺的局面。而在实际中,大量被分配给特定通信业务的物理频谱资源在许多时间、空间上处于空闲状态,这表明现在的频谱资源缺乏现象并不是由物理频谱资源缺乏而引起的,而是由于固定的频谱资源分配政策引起的。认知无线电的提出为提高频谱利用率提供了一个可行的思路,即有效利用处于空闲状态的授权频段,但是在利用这些处于空闲状态的授权频段之前,必须先有效检测出哪些授权频段出现空闲状态,因此频谱感知是认知无线电中的关键技术之一。

[0003] 已有的频谱感知方法有能量检测法、协方差矩阵检测法、特征检测法等,这些频谱感知方法都是在考虑平稳噪声环境下,直接利用所有采样数据进行频谱检测的。但是,当存在雷电、汽车打火等引起的脉冲干扰的情况下,已有的频谱感知方法的虚警概率会急剧增大,进而使得频谱资源利用率严重低下。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法,其能够有效降低在脉冲干扰环境下的虚警概率,提高频谱资源利用率。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法,其特征在于包括以下步骤:首先认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行多次时域采样得到由多个时域采样点的信号构成的时域采样信号;然后计算各个时域采样点的信号的绝对值离散值,并比较由所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成的第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的大小,当第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值大于所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的3倍时剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值;接着计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量;最后比较检验统计量与判决门限的大小,根据比较结果判定该监测信道是否处于空闲状态。

[0006] 其包括以下具体步骤:

[0007] ①认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行K次时域采样,得到由K个时域采样点的信号构成的时域采样信号,将第k个时域采样点的信号记为 $x(k)$ ,其中 $k \in [1, K]$ ;

[0008] ②对时域采样信号中的各个时域采样点的信号分别进行求绝对值操作,得到时域采样信号中的每个时域采样点的信号的绝对值离散值,将第k个时域采样点的信号 $x(k)$ 的

绝对值离散值记为  $y(k)$ ,  $y(k) = |x(k)|$ , 其中, 符号“ $||$ ”为取模操作符号;

[0009] ③计算时域采样信号中的所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值, 记为

$$m_y, m_y = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y(k);$$

[0010] ④将所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成一个第一绝对值离散值序列, 然后比较第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与  $m_y$  的大小, 如果第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍, 则判定这些绝对值离散值中存在脉冲干扰, 并剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值, 如果第一绝对值离散值序列中不存在连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍, 则判定第一绝对值离散值序列中的所有绝对值离散值均不存在脉冲干扰;

[0011] ⑤计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量, 记为  $T$ ,  $T = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |z(n)|^2$ , 其中,  $n \in [1, N]$ ,  $N$  表示第二绝对值离散值序列中的绝对值离散值的个数,  $z(n)$  表示第二绝对值离散值序列中的第  $n$  个绝对值离散值, 符号“ $||$ ”为取模操作符号;

[0012] ⑥根据虚警概率  $P_F$  计算判决门限, 记为  $\lambda_T$ ,  $\lambda_T = \sqrt{N} \times \sigma^2 \times Q^{-1}(P_F) + N \times \sigma^2$ , 其中,  $\sigma^2$  表示噪声的功率,  $Q^{-1}(P_F)$  表示  $Q(P_F)$  的反变换函数,  $Q(P_F)$  为标准正态分布概率密度的尾部面积函数,  $Q(P_F) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{P_F}^{\infty} e^{-t^2/2} dt$ ,  $t$  为微积分变量;

[0013] ⑦比较检验统计量  $T$  与判决门限  $\lambda_T$  的大小, 如果  $T \geq \lambda_T$ , 则判定该监测信道处于忙状态, 如果  $T < \lambda_T$ , 则判定该监测信道处于空闲状态。

[0014] 与现有技术相比, 本发明的优点在于通过利用时域采样信号幅度的比较, 剔除存在脉冲干扰的采样点, 然后利用剩余的采样点, 通过判断检验统计量值与判决门限的大小判定当前感知周期的监测信道是否处于空闲状态, 实现频谱感知, 本发明方法有效克服了现有的频谱感知方法在存在脉冲干扰时虚警概率增大的问题, 从而提高了频谱资源利用率。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本发明的频谱感知方法的流程框图;

[0016] 图 2 为不同脉冲干扰与噪声功率比值下, 现有的能量检测法与本发明方法的虚警概率的比较示意图。

## 具体实施方式

[0017] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0018] 本发明提出的一种脉冲干扰环境下基于数据挑选的频谱感知方法, 其流程框图如图 1 所示。其包括以下步骤: 首先认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行多次时域采样得到由多个时域采样点的信号构成的时域采样信号; 然后计算各个时域采样点的信号的绝对值离散值, 并比较由所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成的第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的

大小,当第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值大于所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值的 3 倍时剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值;接着计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量;最后比较检验统计量与判决门限的大小,根据比较结果判定该监测信道是否处于空闲状态。具体包括以下具体步骤:

[0019] ①认知无线电系统中的天线对监测信道内的信号进行 K 次时域采样,得到由 K 个时域采样点的信号构成的时域采样信号,将第 k 个时域采样点的信号记为  $x(k)$ ,其中  $k \in [1, K]$ 。在实际操作过程中,一般对监测信道内的信号进行最少几百次时域采样。

[0020] ②对时域采样信号中的各个时域采样点的信号分别进行求绝对值操作,得到时域采样信号中的每个时域采样点的信号的绝对值离散值,将第 k 个时域采样点的信号  $x(k)$  的绝对值离散值记为  $y(k)$ ,  $y(k) = |x(k)|$ ,其中,符号“|”为取模操作符号。

[0021] ③计算时域采样信号中的所有时域采样点的信号的绝对值离散值的平均值,记为  $m_y$ ,  $m_y = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y(k)$ 。

[0022] ④将所有时域采样点的信号的绝对值离散值构成一个第一绝对值离散值序列,然后比较第一绝对值离散值序列中的每个绝对值离散值与  $m_y$  的大小,如果第一绝对值离散值序列中连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍,则判定这些绝对值离散值中存在脉冲干扰,并剔除这些存在脉冲干扰的绝对值离散值,如果第一绝对值离散值序列中不存在连续两个及以上的绝对值离散值都大于  $m_y$  的 3 倍,则判定第一绝对值离散值序列中的所有绝对值离散值均不存在脉冲干扰。

[0023] ⑤计算由所有不存在脉冲干扰的绝对值离散值构成的第二绝对值离散值序列的检验统计量,记为 T,  $T = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |z(n)|^2$ ,其中,  $n \in [1, N]$ , N 表示第二绝对值离散值序列中的绝对值离散值的个数,  $z(n)$  表示第二绝对值离散值序列中的第 n 个绝对值离散值,符号“|”为取模操作符号。在此,构成的第二绝对值离散值序列包括两种情况,第一种情况为第一绝对值离散值序列中剔除存在脉冲干扰的绝对值离散值后形成的新的绝对值离散值序列,该新的绝对值离散值序列中包含的绝对值离散值的个数小于第一绝对值离散值序列中包含的绝对值离散值的个数;第二种情况为无需剔除第一绝对值离散值序列中的任一个绝对值离散值,即第二绝对值离散值序列中包含的绝对值离散值为第一绝对值离散值序列中原有的绝对值离散值。

[0024] ⑥根据虚警概率  $P_F$  计算判决门限,记为  $\lambda_T$ ,  $\lambda_T = \sqrt{N} \times \sigma^2 \times Q^{-1}(P_F) + N \times \sigma^2$ ,其中,  $\sigma^2$  表示噪声的功率,  $Q^{-1}(P_F)$  表示  $Q(P_F)$  的反变换函数,  $Q(P_F)$  为标准正态分布概率密度的尾部面积函数,  $Q(P_F) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{P_F}^{\infty} e^{-t^2/2} dt$ , t 为微积分变量。

[0025] ⑦比较检验统计量 T 与判决门限  $\lambda_T$  的大小,如果  $T \geq \lambda_T$ ,则判定该监测信道处于忙状态,如果  $T < \lambda_T$ ,则判定该监测信道处于空闲状态。

[0026] 通过以下仿真以进一步说明本发明的频谱感知方法的可行性和有效性。

[0027] 假设认知无线电系统每个感知周期内的信号时域采样次数  $K=1000$ ,其中 30 个连续采样点的信号中存在脉冲噪声,预设的虚警概率为  $P_F = 0.1$ 。图 2 给出了不同脉冲干扰

与噪声功率比值下,现有的能量检测法与本发明方法通过 10000 次蒙特卡洛仿真获得的虚警概率的比较。从图 2 中可以看出,当脉冲干扰与噪声功率比较低时,现有的能量检测法能够实现预设的虚警概率,而随着脉冲干扰功率的增大,其偏离预设的虚警概率会逐渐变大,甚至达到 1,而本发明方法能够使仿真的虚警概率始终维持在预设的虚警概率附近。

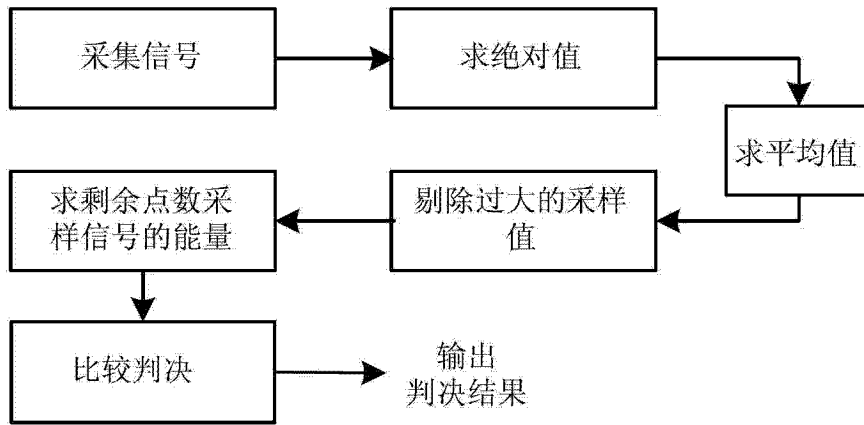


图 1

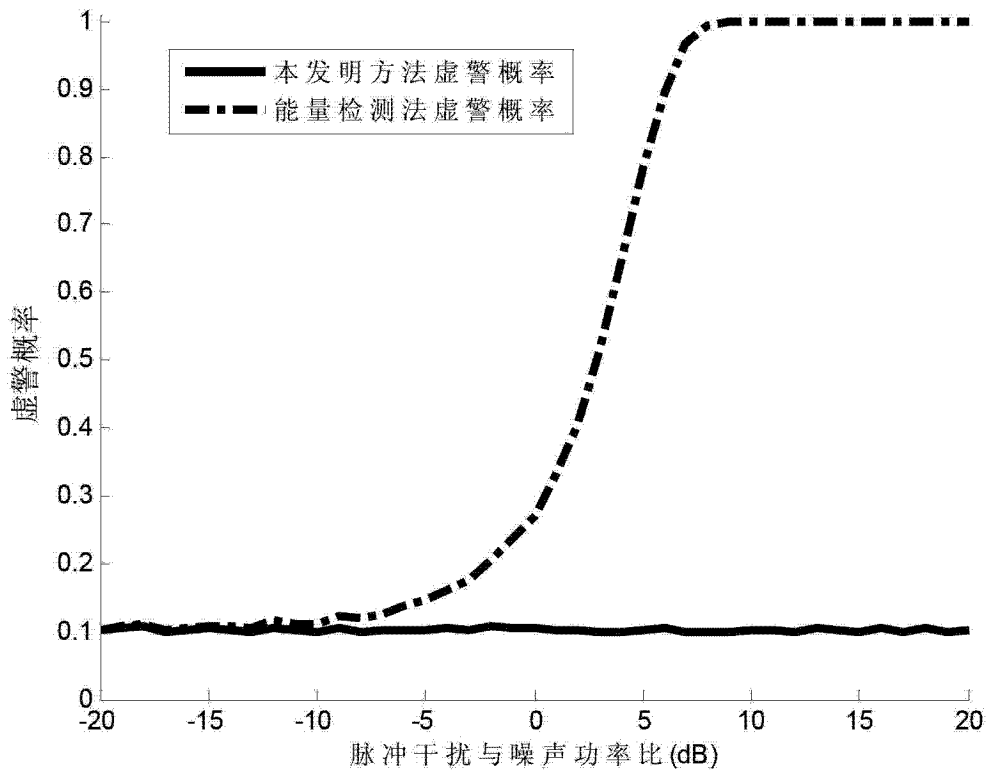


图 2