



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104159248 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410325155. 2

(22) 申请日 2014. 07. 09

(71) 申请人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253 号

(72) 发明人 邵玉斌 余超 杜庆治 龙华

(51) Int. Cl.

H04W 24/02 (2009. 01)

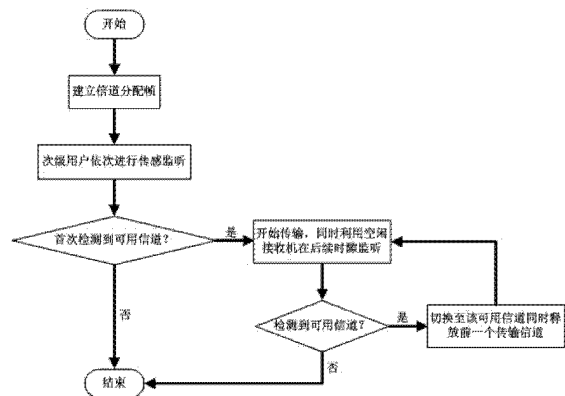
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种认知无线网络的性能提升方法

(57) 摘要

本发明涉及一种认知无线网络的性能提升方法,属于认知无线电系统领域。本发明首先根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧,得到分配帧矩阵;然后每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道;接着每个次级用户根据其在在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量;最后根据每个次级用户获得的吞吐量计算认知无线网络的总吞吐量。本发明提高了网络的吞吐量;进一步保证了更多次级用户拥有传输的机会,即进一步提升了网络的性能。



1. 一种认知无线网络的性能提升方法,其特征在于:首先根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧,得到分配帧矩阵;然后每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道;接着每个次级用户根据其在在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量;最后根据每个次级用户获得的吞吐量计算认知无线网络的总吞吐量。

2. 根据权利要求 1 所述的认知无线网络的性能提升方法,其特征在于:所述方法的具体步骤如下:

Step1、构建信道分配帧矩阵:

根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧,信道分配帧的每行由 N_p 个元素组成,表达了各列上指配的待检测信道号;为每个次级用户分一行,他们分别独立的去按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道;以此构建 N_s 行 N_p 列信道分配帧矩阵

$$\begin{bmatrix} s_{1,1} & s_{1,2} & \dots & s_{1,j} & \dots & s_{1,N_p} \\ s_{2,1} & s_{2,2} & \dots & s_{2,j} & \dots & s_{2,N_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{N_s,1} & s_{N_s,2} & \dots & s_{N_s,j} & \dots & s_{N_s,N_p} \end{bmatrix}; \text{其中 } S_{i,j} \text{ 为信道号, } i=1, \dots, N_s, j=1, \dots, N_p;$$

Step2、并行频谱监听与分配:

每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道,如此不断一列一列地向后监听矩阵中一行元素所示的信道号,直至整个感知周期的结束:

如果发现第一个信道忙,没有检测到传输机会的次级用户继续按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况,并在发现有空闲信道时占用,如果在一个感知周期内始终没有发现可用信道,则结束;

如果已经找到空闲信道,则正在传输的次级用户接着利用空闲接收机按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况;若在后续列的监听中发现下一个可用信道,则切换至该信道,并释放当前使用的信道,以空出给其他次级用户,此过程不断重复直至整个感知周期的结束;如果没有再次检测到可用信道,则保持传输直至整个感知周期的结束;

Step3、计算认知无线网络中每个次级用户的吞吐量:

每个次级用户根据其在在一个检测周期内是否检测到空闲信道计算吞吐量:

如果次级用户检测到空闲信道,则次级用户根据第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量 B_n ;

如果次级用户没有检测到空闲信道,则吞吐量为零;

Step4、计算认知无线网络的总吞吐量:

根据步骤 Step3 中每个次级用户获取的吞吐量计算总吞吐量 $Q = \sum_{n=1}^N B_n$; 其中, n 表示的是第 n 次级用户。

3. 根据权利要求 2 所述的认知无线网络的性能提升方法,其特征在于:所述吞吐量 B_n

的计算公式为：

$$B_n = R \times \left(1 - \frac{k \times t}{T}\right)$$

式中, n 表示的是第 n 次级用户, R 表示次级用户的传输速率, k 为次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列, t 为感知时间, T 为感知周期。

一种认知无线网络的性能提升方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种认知无线网络的性能提升方法,属于认知无线电系统领域。

背景技术

[0002] 我们知道,无线频谱资源是由政府统一分配的。随着社会的逐渐信息化,无线通信技术的飞速发展,频谱资源变得越来越紧张;而另一方面,目前大量已分配频谱的平均利用率较低,有很大的提升空间。为了提高频谱资源的利用率,认知无线电技术被提出。

[0003] 目前已经存在的认知无线电技术中,有各种尝试和方法来提升认知无线电的性能,例如,在强化频谱感知技术方面,为了提高频谱检测效率,提出许多不同的协作频谱感知方法;在检测时间和传输时间的分配比率上进行了深入的探究等等。但是它们存在一个共同的缺点就是,每个次级用户都是只有一个接收机的次级用户,每当次级用户感知到可用信道时,即开始占用并传输,并不再理会后续信道的占空情况。而本发明正是为了弥补这一缺点,提出了一种认知无线网络并行频谱监听与分配方法,其中设定每个次级用户都是多(两个)接收机的次级用户,在通信时还能监听其他信道的占用情况,检测是否可用。相对于单接收机的情况,本发明的优势在于:在次级用户已经找到传输信道并在传输的同时,可利用空闲的接收机仍然对后续信道保持监听,并在发现下一个可用信道时切换至该可用信道,并将当前使用的信道释放,留给其他次级用户,如此不断循环重复。这样可使得更多的次级用户能找到可用的信道和传输的机会。通过多接收机的次级用户的多次频谱切换来较大的提升无线网络的吞吐量,进而提升认知无线网络的性能,最终达到提高频谱利用率的目的。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是如何让更多的次级用户找到可用信道和传输机会的问题,提供了一种认知无线网络的性能提升方法。

[0005] 本发明的技术方案是:一种认知无线网络的性能提升方法,首先根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧,得到分配帧矩阵;然后每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道;接着每个次级用户根据其在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量;最后根据每个次级用户获得的吞吐量计算认知无线网络的总吞吐量。

[0006] 所述方法的具体步骤如下:

Step1、构建信道分配帧矩阵:

根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧,信道分配帧的每行由 N_p 个元素组成,表达了各列上指配的待检信道号;为每个次级用户分一行,他们分别独立的去按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道;以此

构建 N_s 行 N_p 列信道分配帧矩阵

$$\begin{bmatrix} s_{1,1} & s_{1,2} & \dots & s_{1,j} & \dots & s_{1,N_p} \\ s_{2,1} & s_{2,2} & \dots & s_{2,j} & \dots & s_{2,N_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{N_s,1} & s_{N_s,2} & \dots & s_{N_s,j} & \dots & s_{N_s,N_p} \end{bmatrix};$$

其中 $s_{i,j}$ 为信道

号, $i=1, \dots, N_s, j=1, \dots, N_p$;

Step2、并行频谱监听与分配:

每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道, 如此不断一列一列地向后监听矩阵中一行元素所示的信道号, 直至整个感知周期的结束:

如果发现第一个信道忙, 没有检测到传输机会的次级用户继续按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况, 并在发现有空闲信道时占用, 如果在一个感知周期内始终没有发现可用信道, 则结束;

如果已经找到空闲信道, 则正在传输的次级用户接着利用空闲接收机按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况; 若在后续列的监听中发现下一个可用信道, 则切换至该信道, 并释放当前使用的信道, 以空出给其他次级用户, 此过程不断重复直至整个感知周期的结束; 如果没有再次检测到可用信道, 则保持传输直至整个感知周期的结束;

Step3、每个次级用户根据其在在一个检测周期内是否检测到空闲信道计算吞吐量:

如果次级用户检测到空闲信道, 则次级用户根据第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量 B_n ;

如果次级用户没有检测到空闲信道, 则吞吐量为零;

Step4、计算认知无线网络的总吞吐量:

根据步骤 Step3 中每个次级用户获取的吞吐量计算总吞吐量 $Q = \sum_{n=1}^n B_n$; 其中, n 表示的是第 n 次级用户。

[0007] 所述吞吐量 B_n 的计算公式为:

$$B_n = R \times \left(1 - \frac{k \times t}{T}\right)$$

式中, n 表示的是第 n 次级用户, R 表示次级用户的传输速率, k 为次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列, t 为感知时间, T 为感知周期。

[0008] 本发明的工作原理是:

步骤 01) 首先建立系统模型:

假设一个系统是一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的时隙化认知无线网络。根据网络用户数量建立信道分配帧, 信道分配帧的每行由 N_p 个元素组成, 表达了各列上指配的待检信道号序列, 为每个次级用户分一行, 他们分别独立的去按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道。故信道分配帧是个 N_s 行 N_p 列的矩阵。

[0009] 步骤 02) 主要用户以及所有次级用户在时隙上是同步的。在每个列(即时隙)的开始, 一个信道被确认为忙碌还是空闲。对于每个次级用户来说, 每个时隙包含两个阶段:

感知阶段和传输阶段。传感的过程在每个列的开始被执行。此处假定所有次级用户安装有两个简单的传送接收器,因此他们在用一个接收机传输时还能利用空闲的另外一个接收机感知其他信道的占用情况。每个次级用户通过指定的待检测信道号序列去感知信道,即,次级用户从为其预先设定的传感序列的顶部(该次级用户所在行的第一列的元素所示的信道号)感知第一个信道,然后,如果发现第一个信道忙,则感知第二个信道(该次级用户所在行的第二列的元素所示的信道号),如此按照指配待检测序列不断的在相应列向后对信道进行感知。这个过程将持续到一个周期的结束。

[0010] 步骤 03) 次级用户在占用某信道并正在进行传输的过程中,若在后续列对指配待检测信道序列进行监听检测时发现下一个可用信道,次级用户则暂时停止传输,释放正在占用的信道,并且切换至新的信道进行传输,即进行频谱切换。由于频谱切换的时间极短,此处忽略不计,并定义每次的感知时间为 t ,各用户传输速率相同为 R ,在次级用户根据指配的传感序列第一次找到空闲信道感知至第 k 列时,即在感知了传感序列中已被占用的前 $k-1$ 列之后,可知时隙效率 E_k 为:

$$E_k = 1 - \frac{k \times t}{T}$$

并且每个次级用户根据其在在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列 k 计算每个次级用户的吞吐量 B_n :

$$B_n = R \times E_k = R \times \left(1 - \frac{k \times t}{T}\right)$$

式中, n 表示的是第 n 次级用户, R 表示次级用户的传输速率, k 为次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列, t 为感知时间, T 为感知周期。

[0011] 步骤 04) 要想使吞吐量尽量大,即需使次级用户尽快找到传输机会,感知时间尽量短,传输时间尽量长。由仿真模拟测试发现,信道分配帧中的前几列对吞吐量贡献大,后面的列中,重复元素会越来越多,几乎是无效信道。因此将所有可用信道号随机分配在前几列中,即可得到较优的信道分配帧,使得网络的吞吐量得到提高,性能得以提升。

[0012] 步骤 05) 在得到较优信道分配帧的基础上,充分发挥次级用户多接收机的作用,即:所有次级用户在按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道,没有检测到传输机会的次级用户继续按照指配待检测信道序列在相应列去监听相应指配待检测信道的占用情况,并在发现有空闲信道时占用,如果在一个周期内始终没有发现可用信道,则结束;已经找到空闲信道并且在传输的次级用户利用空闲接收机仍然对后续指配待检测信道保持监听,若在后续列监听中发现下一个可用信道,则切换至该信道,并释放当前使用的信道,以空出给其他次级用户,此过程不断重复直至整个周期的结束;如果没有再次检测到可用信道,则保持传输直至整个周期的结束。

[0013] 本发明的有益效果是:

1、根据主用户和此用户数量建立信道分配帧,并将空闲的信道随机分配在前几列,如此优化了信道分配机制,避免了碰撞后造成不可用的情况,提高了网络的吞吐量。

[0014] 2、每个次级用户都是多接收机的次级用户,在通信的同时监听其他信道的占用情况,检测是否可用:如已经在传输的次级用户在首次发现可用信道并传输的过程中,继续利用空闲接收机感知后续信道的可用性,若发现了可用信道则切换,将前一次使用的信道空

出给其他次级用户；如此进一步保证了更多次级用户拥有传输的机会，即进一步提升了网络的性能。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明的算法流程图；

图 2 为本发明中一个次级用户在一个周期中的并行频谱感知示意图。

具体实施方式

[0016] 实施例 1：如图 1-2 所示，一种认知无线网络的性能提升方法，首先根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧，得到分配帧矩阵；然后每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道；接着每个次级用户根据其在在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量；最后根据每个次级用户获得的吞吐量计算认知无线网络的总吞吐量。

[0017] 所述方法的具体步骤如下：

Step1、构建信道分配帧矩阵：

根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧，信道分配帧的每行由 N_p 个元素组成，表达了各列上指配的待检信道号；为每个次级用户分一行，他们分别独立的去按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道；以此

构建 N_s 行 N_p 列信道分配帧矩阵

$$\begin{bmatrix} S_{1,1} & S_{1,2} & \dots & S_{1,j} & \dots & S_{1,N_p} \\ S_{2,1} & S_{2,2} & \dots & S_{2,j} & \dots & S_{2,N_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{N_s,1} & S_{N_s,2} & \dots & S_{N_s,j} & \dots & S_{N_s,N_p} \end{bmatrix};$$

其中 $S_{i,j}$ 为信道号，

$i=1, \dots, N_s, j=1, \dots, N_p$ ；

Step2、并行频谱监听与分配：

每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道，如此不断一列一列地向后监听矩阵中一行元素所示的信道号，直至整个感知周期的结束：

如果发现第一个信道忙，没有检测到传输机会的次级用户继续按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况，并在发现有空闲信道时占用，如果在一个感知周期内始终没有发现可用信道，则结束；

如果已经找到空闲信道，则正在传输的次级用户接着利用空闲接收机按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况；若在后续列的监听中发现下一个可用信道，则切换至该信道，并释放当前使用的信道，以空出给其他次级用户，此过程不断重复直至整个感知周期的结束；如果没有再次检测到可用信道，则保持传输直至整个感知周期的结束；

Step3、每个次级用户根据其在在一个检测周期内是否检测到空闲信道计算吞吐量：

如果次级用户检测到空闲信道，则次级用户根据第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量 B_n ；

如果次级用户没有检测到空闲信道，则吞吐量为零；

Step4、计算认知无线网络的总吞吐量：

根据步骤Step3中每个次级用户获取的吞吐量计算总吞吐量 $Q = \sum_{n=1}^N B_n$ ；其中， n 表示的是第 n 次级用户。

[0018] 所述吞吐量 B_n 的计算公式为：

$$B_n = R \times (1 - \frac{k \times t}{T})$$

式中， n 表示的是第 n 次级用户， R 表示次级用户的传输速率， k 为次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列， t 为感知时间， T 为感知周期。

[0019] 实施例 2：如图 1-2 所示，一种认知无线网络的性能提升方法，首先根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧，得到分配帧矩阵；然后每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道；接着每个次级用户根据其在在一个检测周期内第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量；最后根据每个次级用户获得的吞吐量计算认知无线网络的总吞吐量。

[0020] 所述方法的具体步骤如下：

Step1、构建信道分配帧矩阵：

根据一个拥有 N_p 个主要用户和 N_s 个次级用户的认知无线网络建立信道分配帧，信道分配帧的每行由 N_p 个元素组成，表达了各列上指配的待检信道号；为每个次级用户分一行，他们分别独立的去按照指配的待检测信道号序列去监听检测是否存在可用信道；以此

构建 N_s 行 N_p 列信道分配帧矩阵
$$\begin{bmatrix} s_{1,1} & s_{1,2} & \dots & s_{1,j} & \dots & s_{1,N_p} \\ s_{2,1} & s_{2,2} & \dots & s_{2,j} & \dots & s_{2,N_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{N_s,1} & s_{N_s,2} & \dots & s_{N_s,j} & \dots & s_{N_s,N_p} \end{bmatrix}$$
；其中 $s_{i,j}$ 为信道号，

$i=1, \dots, N_s, j=1, \dots, N_p$ ；

具体参数设计如下：4 个主用户，4 个次级用户，构建 4 行 4 列信道分配帧矩阵：

$$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 2 & 2 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \\ 4 & 1 & 3 & 3 \end{bmatrix}; R=100\text{bit/s}, T=10\text{s}, t=1\text{s};$$

Step2、并行频谱监听与分配：

每个次级用户根据信道分配帧矩阵指配的 N_p 个待检测信道号序列并行地感知信道，如此不断一列一列地向后监听矩阵中一行元素所示的信道号，直至整个感知周期的结束：

如果发现第一个信道忙，没有检测到传输机会的次级用户继续按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况，并在发现有空闲信道时占用，如果在一个感知周期内始终没有发现可用信道，则结束；

如果已经找到空闲信道，则正在传输的次级用户接着利用空闲接收机按照指配的待检测信道号序列在相应列去监听相应指配的待检测信道的占用情况；若在后续列的监听中发

现下一个可用信道,则切换至该信道,并释放当前使用的信道,以空出给其他次级用户,此过程不断重复直至整个感知周期的结束;如果没有再次检测到可用信道,则保持传输直至整个感知周期的结束;

具体为:第一列中,次级用户从为其预先设定的传感序列的顶部感知第一个信道(第一、二、三、四次级用户分别感知4号、1号、3号和4号信道),然后,如果发现第一个信道忙,则感知第二个信道(第一、二、三、四次级用户分别感知1号、4号、2号和1号信道),如此不断一列一列的向后监听检测,这过程将持续到一个周期的结束(即矩阵中一行元素所示的信道号全部检测完)。

[0021] 在第一列中,第二次级用户和第三次级用户分别找到1号和3号信道可用,并占用开始传输,而由于第一和第四次级用户同时检测4号信道发生碰撞,故没能找到传输机会,并且4号信道保持空闲。

[0022] 在第二列中,第三次级用户发现2号信道可用,切换至该信道,并空闲出3号信道,同理第二次级用户发现4号信道可用,切换至该信道,并空闲出1信道;另外,第一次级用户和第四次级用户此时在1号信道发生碰撞,无法占用。

[0023] 在第三列中,第一次级用户和第四次级用户发现1号信道和3号信道可用,第一次级用户即开始在1号信道传输,第四次级用户开始在3号信道传输;另外,第二次级用户发现2号信道被占用,故继续在4号信道传输,同理,第三次级用户发现4号信道被占用,故继续在2号信道传输。如此,在第三列中,四个次级用户就都找到了可以占用并传输的信道,同时后续不会有空闲信道,即次级用户的空闲接收机无法再找到可用信道,即不会再发生切换信道的情况,如此一直持续至整个周期结束。

[0024] Step3、计算认知无线网络中每个次级用户的吞吐量:

每个次级用户根据其在在一个检测周期内是否检测到空闲信道计算吞吐量:

如果次级用户检测到空闲信道,则次级用户根据第一次检测到空闲信道所在的列计算每个次级用户的吞吐量 B_n ;

如果次级用户没有检测到空闲信道,则吞吐量为零;

第一次级用户的吞吐量: $B_1 = 100 \times (1 - \frac{3 \times 1}{10}) = 70 \text{ bit}$; 其中,第一次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列为3;

第二次级用户的吞吐量: $B_2 = 100 \times (1 - \frac{1 \times 1}{10}) = 90 \text{ bit}$; 其中,第二次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列为1;

第三次级用户的吞吐量: $B_3 = 100 \times (1 - \frac{1 \times 1}{10}) = 90 \text{ bit}$; 其中,第三次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列为1;

第四次级用户的吞吐量: $B_4 = 100 \times (1 - \frac{3 \times 1}{10}) = 70 \text{ bit}$; 其中,第四次级用户第一次检测到空闲信道时所在的列为3;

Step4、计算认知无线网络的总吞吐量:

根据步骤Step3中每个次级用户获取的吞吐量计算总吞吐量 $Q = \sum_{n=1}^n B_n$;其中, n 表示的是第 n 次级用户。

[0025] 具体为： $Q = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = 320 \text{ bit}$ 。

[0026] 另外,若没有使用本发明的方法,则只有第二次级用户和第三次级用户分别找到1号和3号信道可用,并占用开始传输。在后续列中由于1号信道和3号信道分别被第二次级用户和第三次级用户占用,所以第一次级用户和第四次级用户在整个周期中均未能找到可用信道,而无法进行传输,由此吞吐量为零。

[0027] 此时该认知无线电系统的各个次级用户的吞吐量为：

第一次级用户的吞吐量： $B_1 = 0 \text{ bit}$ ；

第二次级用户的吞吐量： $B_2 = 100 \times (1 - \frac{1 \times 1}{10}) = 90 \text{ bit}$ ；

第三次级用户的吞吐量： $B_3 = 100 \times (1 - \frac{1 \times 1}{10}) = 90 \text{ bit}$ ；

第四次级用户的吞吐量： $B_4 = 0 \text{ bit}$ ；

故总吞吐量为： $Q_s = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = 180 \text{ bit}$ 。

[0028] 对比该认知无线电系统在上述两种不同情况下的总吞吐量,可以明显的发现：

$Q >> Q_s$,即使用认知无线网络并行频谱监听与分配方法,可大幅度的提高了认知无线网络的吞吐量,进而提升认知无线网络的性能,最终提高了频谱利用率。

[0029] 上面结合附图对本发明的具体实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。

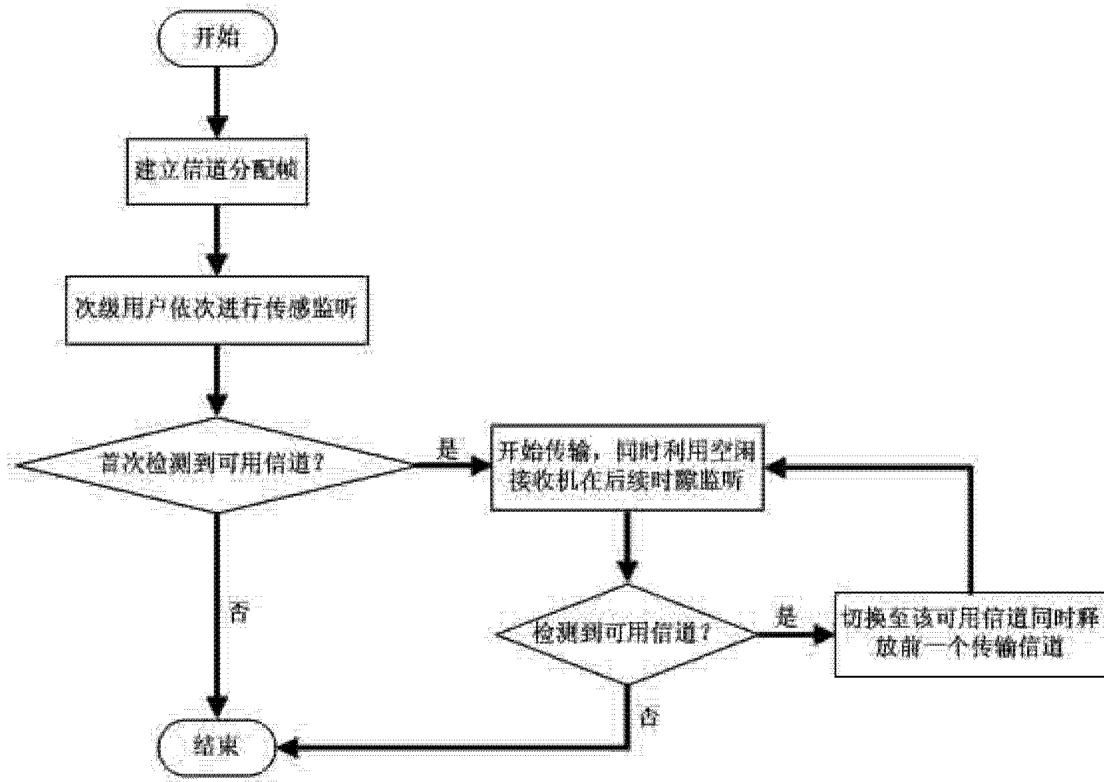


图 1

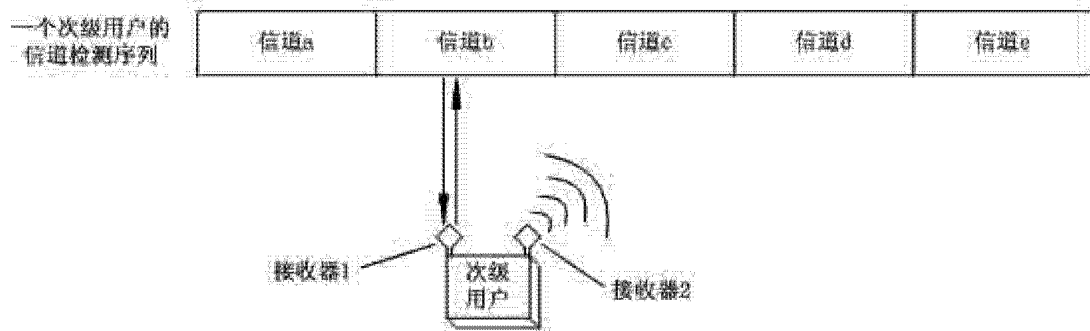


图 2