

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2013年12月5日 (05.12.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/177984 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 72/04 (2009.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/074562
- (22) 国际申请日: 2013年4月23日 (23.04.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210169698.0 2012年5月28日 (28.05.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 索尼公司 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 日本东京都港区港南 1-7-1, Tokyo 108-0075 (JP)。
- (72) 发明人; 及
- (71) 申请人 (仅对美国): 郭欣 (GUO, Xin) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村科学院南路 2 号融科资讯中心 C 座 701 室, Beijing 100190 (CN)。
- (74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: COGNITIVE RADIO SYSTEM, RESOURCE ALLOCATION APPARATUS THEREOF AND METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 认知无线电系统及其资源分配设备和方法

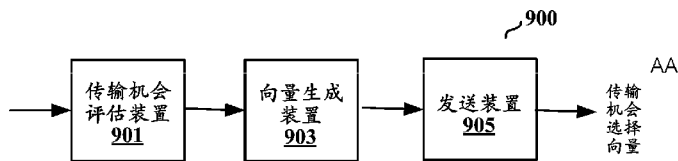


图9 / Fig. 9

- 901 TRANSMISSION OPPORTUNITY ASSESSMENT DEVICE
- 903 VECTOR PRODUCTION DEVICE
- 905 SENDING DEVICE
- AA TRANSMISSION OPPORTUNITY SELECTION VECTOR

(57) Abstract: Disclosed is a cognitive radio system, resource allocation apparatus thereof and method therefor. A resource allocation apparatus comprises: a transmission opportunity assessment device which is used to assess availabilities of transmission opportunities in radio resources of a primary communication system; a vector production device which is used to set a transmission opportunity selection vector for each secondary user in the cognitive radio system based on assessment results of the availabilities of transmission opportunities, wherein the transmission opportunity selection vector includes information for identifying multiple transmission opportunities assessed available; and a sending device which is used to distribute the transmission opportunity selection vector to the secondary user.

(57) 摘要: 公开了认知无线电系统及其资源分配设备和方法。一种资源分配设备包括: 传输机会评估装置, 用于估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性; 向量生成装置, 用于根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量, 所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息; 以及发送装置, 用于将所述传输机会选择向量发布给该次用户。



WO 2013/177984 A1

认知无线电系统及其资源分配设备和方法

技术领域

5 [01] 本公开涉及认知无线电领域，具体而言，涉及认知无线电系统以及用于认知无线电系统中的资源分配设备和方法、资源利用设备和方法。

背景技术

10 [02] 用户对无线多媒体业务的需求日益增长，使得有限的无线资源变得尤为稀缺，从而促进了通信技术朝着更加合理高效的无线资源利用的方向迅猛发展。然而，如今所采用的固定频谱分配策略使得许可频谱(Licensed Spectrum)无法被主通信网络的主用户(对许可频谱拥有使用

15 权的无线用户)充分使用，成为无线资源利用的瓶颈。在这种环境下，认知无线电(Cognitive Radio)技术应运而生。认知无线电功能使得次通信网络的次用户(对许可频谱不具有使用权的无线用户)通过与所在无线环境进行交互，发现更多可用频谱资源，并动态改变其运行参数以能够有效利用这些资源，且对主用户造成影响处于限制范围内。

20 [03] 在认知无线电技术中，由于缺乏主用户频谱分配的信息，因此，许可频谱的使用模式对次用户呈现出复杂的随机性，导致次通信系统的次用户难以对许可频谱进行有效的资源利用。

发明内容

25 [04] 本公开的一些实施例提供了能够快速、有效地为认知无线电系统中的次用户分配资源的资源分配设备和方法、资源利用设备和方法以及应用所述设备和方法的认知无线电系统。

30 [05] 在下文中给出关于本公开的简要概述，以便提供关于本公开的某些方面的基本理解。应当理解，这个概述并不是关于本公开的穷举性概述。它并不是意图确定本公开的关键或重要部分，也不是意图限定本公开的范围。其目的仅仅是以简化的形式给出某些概念，以此作为稍后论述的更详细描述的前序。

- [06] 根据本公开的一个方面，提供了一种用于认知无线电系统的资源分配设备，该设备包括：传输机会评估装置，用于估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性；向量生成装置，用于根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量，所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及发送装置，用于将所述传输机会选择向量发布给该次用户。
- [07] 根据本公开的另一方面，提供了一种用于认知无线电系统的资源分配方法，该方法包括：估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性；根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量，所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及将所述传输机会选择向量发布给该次用户。
- [08] 根据本公开的另一方面，提供了一种用于认知无线电系统的资源利用设备，该设备包括：接收装置，用于接收用于该次用户的传输机会选择向量，该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及感知装置，用于对所述传输机会选择向量中包含的估计可用的传输机会进行感知，以判断该传输机会当前是否可用；若是，则确定该传输机会可用于数据传输；若否，则按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知，直到找到可用传输机会或者传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。
- [09] 根据本公开的另一方面，提供了一种用于认知无线电系统的资源利用方法，该方法包括：接收用于该次用户的传输机会选择向量，该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及对所述传输机会选择向量中包含的估计可用的传输机会进行感知，以判断该传输机会当前是否可用；若是，则确定该传输机会可用于数据传输；若否，则按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知，直到找到可用传输机会或者传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。
- [10] 根据本公开的另一方面，还提供了一种用于认知无线电系统，包括上述的资源分配设备和资源利用设备。
- [11] 根据本公开的另一方面，还提供了一种用于认知无线电系统的资

源分配和利用方法，包括上述的资源分配方法和资源利用方法。

[12] 另外，本公开还提供用于实现上述方法的计算机程序。

[13] 此外，本公开也提供至少计算机可读介质形式的计算机程序产品，其上记录有用于实现上述方法的计算机程序代码。

5

附图说明

[14] 参照下面结合附图对本公开实施例的说明，会更加容易地理解本公开的以上和其它目的、特点和优点。附图中的部件不是成比例绘制的，而只是为了示出本公开的原理。在附图中，相同的或类似的技术特征或部件将采用相同或类似的附图标记来表示。

10

[15] 图 1 是示出认知无线电通信网络的一个示例的示意图；

[16] 图 2 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统的资源分配方法的示意性流程图；

15

[17] 图 3 是示出估计传输机会的可用性的方法的一个示例的示意性流程图；

[18] 图 4 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统的资源利用方法的示意性流程图；

[19] 图 5 是示出认知无线网络的资源划分的一个示例的示意图；

20

[20] 图 6 是示出根据本公开的资源分配方法应用于初始化学过程的一个应用示例的示意图；

[21] 图 7 示出根据本公开的资源分配方法应用于实际数据传输过程的一个应用示例的示意图；

[22] 图 8 是示出计算传输机会选择矩阵的一个示例的示意性流程图；

25

[23] 图 9 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统的资源分配设备的示意性框图；以及

[24] 图 10 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统的资源利用设备的示意性框图。

具体实施方式

- 5 [25] 下面参照附图来说明本公开的实施例。在本公开的一个附图或一种实施方式中描述的元素和特征可以与一个或更多个其它附图或实施方式中示出的元素和特征相结合。应当注意，为了清楚的目的，附图和说明中省略了与本公开无关的、本领域普通技术人员已知的部件和处理的表示和描述。
- [26] 本公开的一些实施例提供了能够快速、有效地为认知无线电系统中的次用户分配资源的资源分配设备和方法、资源利用设备和方法以及使用所述设备和方法的认知无线电系统。
- 10 [27] 为了更好地理解根据本公开的实施例，下面先简要描述本公开的实施例可以应用的应用场景。图 1 是示出认知无线电通信网络的一个示例的示意图。
- [28] 如图 1 所示，认知无线网络(Cognitive Radio Network)100 包括主网络(Primary Network)110，并且还包含一个或更多个次网络(Secondary Network)，如图 1 中所示的次网络 120、130 和 140。主网络 110 包含主用户(Primary User, PU)112 (如图 1 中所示的圆形)和主基站(Primary Base Station, PBS)111 (如图 1 中所示的菱形块)。每个次网络包含次用户(Secondary User, SU) (如图 1 所示的矩形块 122、132、142)和次基站(Secondary Base Station, SBS) (如图 1 所示的梯形块 121、131、141)。
- 15 [29] 主用户被授权在主基站的协调下使用许可频谱(Licensed Spectrum)。主网络的各个节点(主用户和主基站)的传输不允许受到次网络的各节点(次用户和次基站)信号的干扰，或者受到的干扰必须在可容忍的范围之内。主网络节点不具备认知无线电功能，所以要保证主网络节点能够在不知道次网络存在的情况下正常工作。
- 20 [30] 次网络使用主网络的许可频谱，当且仅当次网络节点信号对主网络节点的影响处于限制范围内。次用户的频谱使用通常可由次基站进行管理。次网络节点都具有认知无线电功能，主要包括频谱感知(Spectrum Sensing)和分析、频谱管理和切换、以及频谱分配和共享等功能。
- 25 [31] 认知无线网络可以包含一个或多个次网络。在有多个次网络共享频谱的情况下，通常使用频谱协调器(Spectrum Coordinator, SC)进行管理。例如，在图 1 所示的认知无线网络的示例中，包括用于
- 30

在各个次网络之间进行频谱资源协调的频谱协调器 150 (如图 1 中所示的三角形)。频谱协调器收集各个次网络的运行信息, 并对其进行资源分配, 以实现次网络间高效的、公平的资源共享。为了使次网络增加灵活性和布网的便利性, 在主网络和次网络之间没有直接的信息交互。次网络节点通过对许可频谱进行感知、检测、监控, 以调整所使用的资源及相关系统配置, 从而在不影响主网络节点的前提下实现对该资源的共享。

[32] 在根据本公开的一些实施例的用于认知无线电系统的资源分配方法和设备中, 根据次网络感知到的许可频谱使用情况的历史信息预测次用户未来估计各无线资源可用性(使用该无线资源是否能够进行成功数据传输), 指导次用户对资源进行选择, 从而实现资源的有效分配。

[33] 在根据本公开的实施例中, 涉及到次用户对无线资源可用性的估计。其中, 将无线资源以传输机会(Transmission Opportunity, TO)为单位进行划分。这里所述的传输机会是指主系统资源的子集合, 其可以包含一个或多个主系统资源分配单位。例如, 在 FDMA 网络中, 一个传输机会可对应于一个或一组频带(Frequency Band); 在 TDMA 网络中, 一个传输机会对应于一个或一组时隙(Time Slot); 而在 OFDM 网络中, 一个传输机会对应于一个或一组资源块(Resource Block, RB)

[34] 图 2 是示出了根据本公开一实施例的资源分配方法的流程图。该资源分配方法可以由次网络的次基站实施, 或者, 在多个次网络的情况下, 由频谱协调器实施。

[35] 如图 2 所示, 该资源分配方法包括步骤 202、204 和 206。

[36] 具体地, 在步骤 202 中, 估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性。

[37] 这里所述的传输机会的可用性为用于表示传输机会是否可为次用户使用的特征值。其可以用于表征主网络及次网络对许可频谱的使用模式。

[38] 作为示例, 传输机会的可用性可以用连续空闲时段 (Contiguous Idle Time Duration, CITD) 统计量、传输结果统计量(Transmission Result Estimator)以及传输机会选择概率(Transmission Opportunity

Selection Probability)中的一个或更多个来表示。其中,所述连续空闲时段统计量表示传输机会对应的频带不被主网络使用的连续时长;所述传输结果统计量表示次用户在各传输机会对应的频带上实现成功数据传输的统计结果;所述传输机会选择概率表示次用户选择该传输机会并成功传输的概率。

[39] 作为一个示例,可以统计传输机会的连续空闲时段统计量,作为反映传输机会的可用性的特征值。传输机会的连续空闲时段统计量可以用下列参量中的一个或更多个来表示:(1)该传输机会所在的频段在过去预定内连续空闲时段的平均时长;(2)该传输机会所在的频段在过去预定时间段内出现概率最高的连续空闲时段的时长;(3)当前传输机会所在的频段在过去预定时间段内的对应时刻所在连续空闲时段的时长(如果当前传输机会被主网络使用,则该值为零)。这些时间统计量可以由频谱协调器或次基站来感知,或者可以由各个次用户感知并报告到次基站或频谱协调器进行统计;(4)该传输机会所在的频段在过去的预定时间段内的累计的连续空闲时段个数。

[40] 作为一个示例,可以进一步统计传输机会的传输结果统计量,作为反映传输机会的可用性的特征值。传输结果统计量可定义为:在当前传输机会对应时刻之前的预定时间段内,次用户在各传输机会对应的频带上成功进行数据传输的次数。作为一个变型,可以将传输结果统计量进行归一化为:在当前传输机会对应时刻之前的预定时间段内,次用户在各传输机会的对应频带上成功进行数据传输的次数与其尝试数据传输的所有次数的比值。有关次用户在传输机会上进行数据传输是否成功的信息由次用户反馈给次基站或频谱协调器,并由次基站或频谱协调器进行统计。

[41] 作为一个示例,还可以进一步根据上述传输结果统计量来计算传输机会选择概率。传输机会选择概率随着传输结果统计量的变化而变化。具体地,传输机会选择概率随传输结果统计量增加而增加,随传输结果统计量降低而降低。可以采用例如下文参考式(15)、(28)或(29)描述的方法来计算传输机会选择概率,这里不作详述。

[42] 图3是示出了估计传输机会的可用性的一个具体示例是示意性流程图。如图3所示,该方法可以包括步骤302-1,在该步骤中计算该传输机会在过去的预定时间段内的连续空闲时段统计量。可选地,该方法还可以包括步骤302-2和302-3。在步骤302-2中,针对每一次

5 用户，计算该次用户在待估计的传输机会对应的频带上的传输结果统计量。具体地，可以统计次用户在当前时刻之前的预定时间段内在该传输机会对应的频带上进行数据传输的成功次数，或者计算该成功次数与该次用户在该传输机会对应的频带上尝试进行数据传输的总次数的比，作为该传输机会的传输结果统计量。在步骤 302-3 中，根据所述传输结果统计量来计算该传输机会的选择概率。作为估计传输机会的可用性的方法的另一示例，可以针对每一次用户，计算该次用户在待估计的传输机会对应的频带上的传输结果统计量，作为评估该传输机会的可用性的依据。换言之，在该示例中，估计传输机会的可用性的方法可以仅包括步骤 302-2，而不包括估计连续空闲时段统计量的步骤 302-1。

15 [43] 作为具体示例，频谱协调器或次基站可以保存有关各个次用户的传输机会可用性的信息，并在该资源分配过程中根据次用户反馈的传输结果以及次基站对未被次用户选择的传输机会的检测结果来计算并更新有关各次用户的传输机会可用性的信息。

20 [44] 然后，在步骤 204 中，根据各传输机会的可用性为认知无线电系统中的每一个次用户设置传输机会选择向量 (Transmission Opportunity Selection Vector)，每个次用户的传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会（即在步骤 204 中估计为可用的传输机会）的信息。

25 [45] 频谱协调器或次基站为每个次用户设置一个传输机会选择向量。在该向量中可以包括标识各个传输机会的信息。这里所述的标识传输机会的信息可以是传输机会的序号或其他标识。作为一个示例，传输机会选择向量可以是(全部或部分)传输机会的序号的某一排列 (Permutation)。

30 [46] 例如，在为各个次用户设置传输机会选择向量时，需保证各次用户传输机会选择向量的相同位置上传输机会序号不同。这样可以避免次用户在传输机会选择时发生碰撞(即不同的次用户同时占用相同传输机会)。又如，在为各个次用户设置传输机会选择向量时，要保证同一个次用户的传输机会选择向量在不同位置上的传输机会序号不同。这样可以避免次用户在一个传输机会中的传输机会选择阶段对同一传输机会进行多次重复的选择。

[47] 传输机会选择向量的长度为该向量中元素(即传输机会的序号)的个数。作为一个示例,可以考虑以下因素中的一个或更多个来设置传输机会选择向量的长度:一是传输机会选择的方法及其时间限制,即使得次用户选择传输机会的总时间的上限不超越一个传输机会的时
5 长;二是该向量要具有一定的长度,即要保证次用户有足够的选择机会,从而提高资源的利用率;三是考虑信息量,即要尽可能减少将信息发布给次用户时所占用的带宽和所引起的时延。可以根据实际应用情况来选择各个传输机会选择向量的长度,这里不限定其具体数值。

[48] 作为一个示例,例如在利用图 3 所示的方法计算传输机会选择概率和/或连续空闲时段统计量来衡量传输机会的可用性的情况下,频谱协调器或次基站可以根据传输机会选择概率和/或连续空闲时段统计量,为每个次用户设置传输机会选择向量。在一个具体示例中,可以将传输机会选择概率作为衡量传输机会的可用性的特征值,来设置传输机会选择向量。传输机会选择概率值越大,则表征次用户选择该
10 传输机会进行数据传输能够成功的几率越高。在另一具体示例中,可以将连续空闲时段统计量作为衡量传输机会的可用性的特征值,来设置传输机会选择向量。上述表示连续空闲时段统计量的三个时间参量在传输机会选择向量的计算中可分别起不同的作用,比如,当两个传输机会具有相同的传输机会选择概率值时,可以优先选择连续空闲时段的平均时长与当前传输机会对应时刻所在连续空闲时段的时长之差较大的传输机会,这是因为该传输机会对应频带在其下一个传输机会上空闲的几率较高。
15 20

[49] 在计算得到针对次用户的传输机会选择向量之后,在步骤 206 中,频谱协调器或者次基站将所生成的传输机会选择向量发布给相应的
25 次用户。

[50] 在上述实施例和示例中,为每个次用户设置一个传输机会选择向量,即设定了次用户选择传输机会的规则,由于提供给次用户的多个传输机会是根据其对于该次用户的可用性来选择的,因此,提高了次用户选择传输资源的效率并提高了资源利用率。

[51] 另外,如上所述,作为示例,传输机会选择向量可以仅包括针对次用户的估计可用的传输机会的序号,因此,传输机会选择向量的发布仅占用较少的传输资源和较小的时延。
30

- 5 [52] 作为一个示例，传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息可以是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的。这样，次用户在根据该向量中各个传输机会的次序，优先选择可用性的值大的一个，从而进一步减少了选择所花费的时间，可进一步提高资源选择效率。
- [53] 作为另一示例，为不同的次用户选择的各传输机会选择向量在其对应的相同位置上的分量(即估计可用的传输机会的标识信息)彼此不同，这样可以避免各个次用户之间的传输碰撞。
- 10 [54] 以上描述了根据本公开的实施例或示例的频谱协调器或次基站为次用户分配传输资源的方法。下面描述根据本公开的次用户侧根据所接收的传输机会选择向量来选择传输机会的方法的一些实施例和示例。
- [55] 图 4 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统中的资源利用方法的示意性流程图。该资源利用方法是在次用户侧实施的。
- 15 [56] 如图 4 所示，该方法包括步骤 412 和 414。
- [57] 在步骤 412 中，次用户从频谱协调器或次基站接收用于该次用户的传输机会选择向量。该传输机会选择向量包含多个传输机会分量，每一传输机会分量对应于一候选传输机会(即被频谱协调器或次基站估计为可用的传输机会，也称为估计可用的传输机会)的标识信息。
- 20 [58] 作为一个示例，该传输机会选择向量可以是多个估计可用的传输机会的序号的一个排列，如根据各个传输机会的可用性的值的大小按序排列。上文所述的实施例或示例中已经给出了传输机会选择向量的详细描述和具体示例，这里不重复描述。
- [59] 然后，在步骤 414 中，次用户在所述传输机会选择向量中包含的多个估计可用的传输机会中选择一个，并对所选择的传输机会进行感知，以确定该传输机会当前是否可用(即感知该传输机会当前是否为主网络所使用)。若是(即若感知到该传输机会当前空闲)，则利用该传输机会进行数据传输。否则，则感知传输机会选择向量中的下一估计为可用的传输机会。如果感知到传输机会选择向量中的所有估计可用
- 25 30 用的传输机会当前均不可用，则该次用户此次不进行数据传输。
- [60] 在一个具体示例中，所述传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息可以是根据这多个估计可用的传输机会的

可用性的值的大小按序排列的。这样，在步骤 414 中，次用户可以首先对所述传输机会选择向量中的多个估计可用的传输机会中可用性的值最大的一个估计可用的传输机会进行感知，若感知到其可用，则利用该可用传输机会用于数据传输。否则，按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知。

[61] 假设次用户对传输机会选择向量中的估计可用的传输机会完成一次选择和感知操作所用时间称为一个传输机会选择单元(Selection Unit, SeU)。一次选择和感知操作包括对某个传输机会对应频带的感知以及检测该频带是否被占用的操作。次用户所使用的传输机会选择单元的个数等于传输机会选择向量的长度。在每个传输机会选择单元开始的时刻，次用户对传输机会选择向量中相应位置的元素所对应的传输机会进行感知，若检测结果为该传输机会可用，则该次用户立刻转入数据传输阶段；若检测结果为该传输机会不可用，则该次用户在下一个传输机会选择单元开始对传输机会选择向量中下一个元素对应的传输机会进行感知和检测；依此类推直到找到可用传输机会转入数据传输阶段，或者尝试了传输机会选择向量中所有估计可用的传输机会仍然未能发现可用传输机会，则停止传输机会选择。

[62] 作为一个示例，图 4 所示的资源利用方法还可包括步骤 416。在步骤 416 中，次用户反馈与利用所述传输机会进行数据传输有关的传输结果信息。

[63] 作为具体示例，次用户反馈的传输结果信息可以包括传输结果向量和/或传输结果值。传输结果向量包含关于所述传输机会选择向量中的各传输机会对该次用户是否可用和/或数据传输是否成功的信息。传输结果值表示为各次用户使用的传输机会在传输机会选择向量中的位置，如果该值小于传输机会选择向量的长度，通过查询传输机会选择向量即可确定被选择的传输机会；如果该值不小于传输机会选择向量的长度，即可确定该次用户没有找到可用的传输机会。

[64] 作为具体示例，次用户反馈信息的时机可以根据反馈信道来确定。例如，可以采用专用的反馈信道，在次用户确定传输机会之后即可进行反馈。又如，对于获得可用传输机会的次用户，可以使用所获得的资源在数据传输后进行反馈，而未获得可用传输机会的次用户使用某些专用的反馈信道在完成传输机会选择之后进行反馈。

[65] 如果次基站从频谱协调器收到有关不会为次用户所选择的传输机会的信息，则在传输机会选择阶段，次基站对这些传输机会进行感知，以检测它们是否被主系统使用。

5 [66] 以下参考图5-8来描述根据本公开的资源分配和利用方法的一些应用示例。

[67] 在这些示例中，假设认知无线电网络的系统包括：1个频谱协调器，记作SC； N_{SBS} 个次基站，分别记作 $SBS_0, SBS_1, \dots, SBS_{N_{SBS}-1}$ ； N_{su} 个次用户，分别记作 $SU_0, SU_1, \dots, SU_{N_{su}-1}$ 。

10 [68] 图5示出了认知无线电网络的资源划分的一个示例。假设认知无线电网络的资源根据图5所示的示例划分：主网络包含 N_{CH} 个信道，分别记作 $CH_0, CH_1, \dots, CH_{N_{CH}-1}$ ；一个时隙的时长记作 T_{ts} ，时间轴按时隙划分，时间变量记作 $t \in [0, \infty]$ ；一个传输机会包含一个信道的一个时隙。因此，在第 i 个时隙用信道序号来标识传输机会(下文中，信道序号和传输机会序号是同一的)。

15 [69] 在本示例中，由频谱协调器进行传输机会可用性估计、传输机会选择向量计算以及传输机会选择向量的发布。频谱协调器在每一传输机会开始时进行上述处理，所用总时间记作 T_E 。

20 [70] 次用户根据传输机会选择向量来选择传输机会所用时间记作 T_{Se} ，其中，传输机会选择向量的长度记作 L_{SeV} ，选择一次传输机会的时长记作 T_{SeU} 。数据传输所用时间记作 T_{TR} ，表征次用户可用于进行数据传输的最少有效时间。

[71] 次用户反馈传输结果所用时间记作 T_F 。

25 [72] 以上时间的设定仅仅是一个示例。在实际应用中，需考虑具体的次网络传输协议以及对次用户传输性能的优化目标，而不限于上述示例。

[73] 另外，假设信道 CH_j ($j \in [0, \dots, N_{CH}-1]$) 拥有与连续空闲时段统计量有关的3个参量：(1) $\overline{CITD}_j(t)$ ，定义为时隙 i 之前信道 CH_j 上连续空闲时段的平均时长；(2) $CITD_j(t)$ ，定义为时隙 $t-1$ 时信道 CH_j 所在连

续空闲时段的时长，如果时隙 $t-1$ 时的信道 CH_j 被主网络使用则该值为0；以及(3) $\widehat{CITD}_j(t)$ ，定义为时隙 t 之前信道 CH_j 上累计的连续空闲时段个数。

[74] 次用户 SU_i ($i \in [0, \dots, N_{SU}-1$]) 针对信道 CH_j ($j \in [0, \dots, N_{CH}-1$]) 在时隙 $t \in [0, \infty]$ 之前的传输结果统计量可表示为 $d_{i,j}(t)$ 。假设次用户 SU_i 对信道 CH_j 在时隙 t 之前的选择次数为 $z_{i,j}(t)$ ，其中使用信道 CH_j 成功进行数据传输的次数为 $W_{i,j}(t)$ 。若 $z_{i,j}(t) \neq 0$ ，则传输结果统计量 $d_{i,j}(t)$ 可采用下式计算：

$$d_{i,j}(t) = \frac{W_{i,j}(t)}{z_{i,j}(t)} \quad (1)$$

[75] 次用户 SU_i 对所有信道在时隙 t 之前的传输结果统计量可以构成一个向量，表示为 $D_i(t) = [d_{i,0}(t), \dots, d_{i,N_{CH}-1}(t)]$ 。所有次用户在时隙 t 之前的传输结果统计量构成矩阵 $D(t)$ ，该矩阵可用下式表示：

$$D(t) = \begin{bmatrix} d_{0,0}(t) & \dots & d_{0,N_{CH}-1}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ d_{N_{SU}-1,0}(t) & \dots & d_{N_{SU}-1,N_{CH}-1}(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[76] 次用户 SU_i 对信道 CH_j 在时隙 t 的传输机会选择概率可表示为 $p_{i,j}(t)$ ；对所有信道在时隙 t 的传输机会选择概率可以构成一个向量，表示为 $P_i(t) = [p_{i,0}(t) \dots p_{i,N_{CH}-1}(t)]$ ，并且有 $\forall i, \sum_{0 \leq j \leq N_{CH}-1} p_{i,j}(t) = 1$ 。所有次用户在时隙 t 的传输机会选择概率可以构成矩阵 $P(t)$ ，该矩阵可用下式表示：

$$P(t) = \begin{bmatrix} p_{0,0}(t) & \dots & p_{0,N_{CH}-1}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ p_{N_{SU}-1,0}(t) & \dots & p_{N_{SU}-1,N_{CH}-1}(t) \end{bmatrix} \quad (3)$$

[77] 次用户 SU_i 在时隙 t 的传输机会选择向量可表示为 $S_i(t) = [s_{i,0}(t) \dots s_{i,L_{Sev}-1}(t)]$ ，其中 $s_{i,j}(t) \in [-1, N_{CH}-1]$ ， $j \in [0, L_{Sev}-1]$ ，其中，-1表示无可选传输机会， $[0, N_{CH}-1]$ 对应于信道的序号。所有次用户在

时隙 t 的传输机会选择向量构成选择矩阵 $S(t)$, 该矩阵可用下式表示:

$$S(t) = \begin{bmatrix} s_{0,0}(t) & \dots & s_{0,L_{SeV}-1}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ s_{N_{SU}-1,0}(t) & \dots & s_{N_{SU}-1,L_{SeV}-1}(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

[78] 次用户 SU_i 在时隙 t 的传输结果向量可表示为 $R_i(t) = [r_{i,0}(t) \dots r_{i,L_{SeV}-1}(t)]$, 其中, $r_{i,j}(t) \in \{0,1\}$ 表示次用户 SU_i 对传输机会 $s_{i,j}(t)$ 是否可用, 其中1表示可用, 0表示不可用。次用户 SU_i 在时隙 t 的传输结果值, 记作 $\Gamma_i(t) \in [0..L_{SeV}]$, 表示 SU_i 的可用传输机会在传输机会选择向量中的位置, 若该值不超过 $L_{SeV}-1$ 则表示可用传输机会序号为 $s_{i,\Gamma_i(t)}(t)$, 若该值为 L_{SeV} 则表示无可用传输机会。

[79] 下面参考图6来描述认知无线电系统将本公开的方法应用于初始化学的示例。该初始化学阶段可发生于认知无线电系统的启用或者重启时。

[80] 时间变量被初始化为 $t=0$ 。另外, 假设初始化学时段的时间长度为 T_L (单位为时隙) (如图5所示)。

[81] 首先, 在步骤620中, 初始化连续空闲时段统计量与传输结果统计量。

[82] 信道 CH_j 的连续空闲时段统计量参量均初始化为零, 即 $\overline{CITD}_j(t) = 0$, $CITD_j(t) = 0$, $\widehat{CITD}_j(t) = 0$ 。

[83] 次用户 SU_i 对信道 CH_j 的选择次数 $Z_{i,j}(0)$ 、使用信道 CH_j 成功进行数据传输的次数 $Z_{i,j}(0)$ 以及传输结果统计量 $d_{i,j}(t)$ 均被初始化为零, 即 $Z_{i,j}(0) = 0$, $W_{i,j}(0) = 0$, $d_{i,j}(t) = 0$ 。

[84] 当 t 未达到 T_L (即 $0 < t < T_L$) 时, 在时隙 t 循环进行下述步骤622、624、626和628操作。

[85] 可选地, 在该步骤中, 还可以初始化传输机会选择概率。作为一个示例, 可以采用下文参考式 (15) 描述的方法来初始化传输机会选择概率。

[86] 然后,在步骤622中,频谱协调器更新连续空闲时段统计量与传输结果统计量。

[87] 若首次进入该循环(即 $t = 0$ 时),则忽略本操作;否则(即 $t > 0$ 时),频谱协调器收到来自次用户的传输结果向量 $R_i(t-1)$ 后,判断次用户对各传输机会的利用情形,并更新连续空闲时段统计量以及传输结果统计量。判断方法为依次满足下列2个条件:

[88] 条件1. 设所有传输结果向量 $R_i(t-1)$ ($0 \leq i \leq N_{SU}-1$) 中的所有标记为可用的传输机会形成集合,记作:

$$\mathbf{S}_1 = \bigcup_{0 \leq i \leq N_{SU}-1} \{s_{i,j}(t-1) | r_{i,j}(t-1) = 1;\}$$

10 对 \mathbf{S}_1 中的任意传输机会 $\mathbf{s} \in \mathbf{S}_1$,若其在多个次用户的传输结果向量中被标记为可用,即 $|\{i | s_{i,j}(t-1) = \mathbf{s} \text{ 且 } r_{i,j}(t-1) = 1, 0 \leq i \leq N_{SU}-1\}| > 1$,则其中该传输机会在传输机会选择向量中的位置最靠前的次用户获得该传输机会,即 $SU_{\min\{i | s_{i,j}(t-1) = \mathbf{s} \text{ 且 } r_{i,j}(t-1) = 1, 0 \leq i \leq N_{SU}-1\}}$ 。在其它次用户 SU_i 的传输结果向量 $R_i(t-1)$ 将该传输机会标记为不可用。

15 [89] 条件2. 经过条件1筛选后,对任一次用户 SU_i ,若其传输结果向量 $R_i(t-1)$ 中包含的非零元素超过1个,即 $|\{j | r_{i,j}(t-1) = 1\}| > 1$ 表示该次用户有多个可用传输机会,则其中在传输机会选择向量中位置最靠前的传输机会将被认为对该次用户可用,即 $s_{i, \min\{j | r_{i,j}(t-1) = 1\}}(t-1)$; 将该次用户的传输结果向量 $R_i(t-1)$ 中的其它传输机会标记为不可用。此时,所有
20 传输结果向量 $R_i(t-1)$ ($0 \leq i \leq N_{SU}-1$) 中的所有标记为可用的传输机会形成一个集合,记作:

$$\mathbf{S} = \bigcup_{0 \leq i \leq N_{SU}-1} \{s_{i,j}(t-1) | r_{i,j}(t-1) = 1\}。$$

也就是说, \mathbf{S} 为被次用户使用的传输机会集合。次基站检测到的未被

主系统使用也未被次用户使用的传输机会的集合记作 \mathcal{S} 。其它为主系统所使用的传输机会的集合记作 $\bar{\mathcal{S}} = \{CH_j | 0 \leq j \leq N_{CH} - 1\} - \mathcal{S} - \mathcal{S}$ 。

[90] 当更新连续空闲时段统计量时,若信道 CH_j 在时隙 $t-1$ 被主系统所使用(即 $CH_j \in \bar{\mathcal{S}}$),则当该信道在时隙 $t-2$ 也被主系统所使用(即

5 $CITD_i(t-1)=0$)时保持所有的参量值不变,即 $\overline{CITD}_i(t) = \overline{CITD}_i(t-1)$,

$CITD_i(t) = CITD_i(t-1)$, $\widehat{CITD}_j(t) = \widehat{CITD}_j(t-1)$ 。当该信道在时隙 $t-2$ 不被主系统使用(即 $CITD_i(t-1) > 0$)时,则重新计算得到:

$$\overline{CITD}_i(t) = \frac{\overline{CITD}_i(t-1) \times \widehat{CITD}_j(t-1) + CITD_i(t-1)}{\widehat{CITD}_j(t-1) + 1}, \quad (5)$$

$$CITD_i(t) > 0, \quad (6)$$

$$10 \quad \widehat{CITD}_j(t) = \widehat{CITD}_j(t-1) + 1 \quad (7)$$

若信道 CH_j 不被主系统所使用(即 $CH_j \in \mathcal{S} \cup \mathcal{S}$),则有:

$$\overline{CITD}_i(t) = \overline{CITD}_i(t-1), \quad (8)$$

$$CITD_i(t) = CITD_i(t-1) + 1, \quad (9)$$

$$\widehat{CITD}_j(t) = \widehat{CITD}_j(t-1) \quad (10)$$

15 [91] 当更新传输结果统计量时,任一次用户 SU_i 对未被选择的信道的传输结果统计量保持不变,即 $d_{i,j}(t) = d_{i,j}(t-1)$;而对被选择的信道 CH_j (经过条件2筛选后得到的传输结果向量 $R_i(t-1)$ 中,若存在标记为可用的位置,则 CH_j 为传输机会选择向量 $S_i(t-1)$ 中该位置及其之前所有位

置的传输机会；否则， CH_j 为传输机会选择向量 $S_i(t-1)$ 中所有的传输机会，可采用下式表示：

$$CH_j \in \begin{cases} \{s_{i,k}(t-1) | 0 \leq k \leq K, r_{i,K}(t-1) = 1\}, & \text{如果 } \exists r_{i,K}(t-1) = 1, 0 \leq K < L_{SeV} \\ \{s_{i,k}(t-1) | 0 \leq k < L_{SeV}\}, & \text{如果不存在 } r_{i,K}(t-1) = 1, 0 \leq K < L_{SeV} \end{cases} \quad (11)$$

- 5 [92] 进行如下操作：对其在时隙 t 的选择次数增加1，即 $Z_{i,j}(t) = Z_{i,j}(t-1) + 1$ ；对其中可成功进行数据传输的传输机会 CH_j （即经过条件2筛选后得到的传输结果向量 $R_i(t-1)$ 中，若存在标记为可用的位置，则 CH_j 为标记为选择向量 $S_i(t-1)$ 中该位置的传输机会；否则， CH_j 不存在，可用下式表示：

$$10 \quad CH_j \in \begin{cases} s_{i,k}(t-1), & \text{如果 } \exists r_{i,K}(t-1) = 1, 0 \leq K < L_{SeV} \\ \text{不存在}, & \text{如果不存在 } r_{i,K}(t-1) = 1, 0 \leq K < L_{SeV} \end{cases} \quad (12)$$

- [93] 次数增加1，否则次数保持不变，即：

$$W_{i,j}(t) = \begin{cases} W_{i,j}(t-1) + 1, & \text{如果 } CH_j \text{ 为 } SU_i \text{ 可用传输机会;} \\ W_{i,j}(t-1), & \text{其它。} \end{cases} \quad (13)$$

- [94] 最后，利用上式来计算传输结果统计量：

$$d_{i,j}(t) = \frac{w_{i,j}(t)}{z_{i,j}(t)} \quad (14)$$

- 15 [95] 在步骤624中，频谱协调器进行传输机会选择向量的计算与发布。

- [96] 在初始化学阶段 (T_L)，次用户仅通过学习来获取主网络资源的使用模式，即使发现可用资源也不用来进行实际的数据传输。所以，整个传输机会尽可能地用来进行学习，因此，传输机会选择向量的长度可以设为其上限，即除了 T_E 和 T_F 之外整个时隙都用来进行传输

机会选择，表示为 $L_{SeV} = \min \left\{ \left\lfloor \frac{T_{ts} - T_E - T_F}{T_{SeU}} \right\rfloor, N_{CH} \right\}$ 。

- [97] 传输机会选择矩阵 $S(t)$ 的设定要求包括：保证每个传输机会选择单元中各次用户的值或者为信道序号或者为-1(表示无可选传输机

会); 保证同一列中非负元素各不相同, 使得次用户在进行传输机会选择时避免相互冲突; 保证同一行中非负元素各不相同, 即每个非负元素在任一次用户的选择向量中最多出现一次, 减少重复选择; 在 T_L 时间内, 每个次用户的可选传输机会为 $T_L \times L_{SeV}$ 个, 保证其中任一次用户对每个信道的选择次数超过某个预先设定的较大正整数 N_{th} , 使得次用户对每个信道的使用模式学习到足够多的信息。

[98] 作为计算传输机会选择矩阵 $S(t)$ 的方法的一个示例, 可随机生成信道序号在各次用户上的一个排列作为 $S(t)$ 的起始列, 若信道序号数小于次用户数(即, $N_{CH} < N_{SU}$), 则没有分配到信道的次用户值设为-1, 若信道序号数大于次用户数(即, $N_{CH} > N_{SU}$), 则先从 N_{CH} 个信道中随机选出 N_{SU} 个, 然后再随机生成一个排列; 为保证各次用户在各信道上近似的选择机会, 新生成的排列将与之前的排列进行比较, 若至少有一位与之前相同, 则重新生成排列; 在1个时隙内重复以上操作生成一个 L_{SeV} 列的矩阵 $S(t)$; 在 T_L 时间内重复以上操作, 生成 T_L 个不同的矩阵 $S(t)$ 使得各信道在各次用户序列中出现的累计次数超过 N_{th} 。

[99] 作为计算传输机会选择矩阵 $S(t)$ 的方法的另一示例, 可随机生成信道序号在各次用户上的一个排列作为 $S(t)$ 的起始列, 若信道序号数小于次用户数(即, $N_{CH} < N_{SU}$), 则没有分配到信道的次用户值设为-1, 若信道序号数大于次用户数(即, $N_{CH} > N_{SU}$), 则随机选用其中 N_{SU} 个信道; 下一列从第0个次用户处改变其可选的信道序号, 使得与矩阵中其所在行之前的各列的值都不同, 如果不可更改, 则退回到其前一个次用户处进行更改, 然后, 再在后续次用户生成新排列; 在1个时隙内重复以上操作, 生成一个 L_{SeV} 列的矩阵 $S(t)$; 在 T_L 时间内, 重复以上操作, 生成 T_L 个不同的矩阵 $S(t)$, 使得各信道在各次用户序列中出现的累计次数超过 N_{th} 。

[100] 在生成传输机会选择矩阵 $S(t)$ 后, 将其中的各行(即传输机会选择向量 $S_i(t)$)发布给对应的次用户 SU_i 。

[101] 设传输机会选择矩阵 $S(t)$ 中包含的传输机会集合为 S_0 ，全部传输机会集合为 $\{CH_j | j \in [0..N_{CH} - 1]\}$ ，则不被次用户选择的传输机会集合为 $S_0 = \{CH_j | j \in [0..N_{CH} - 1]\} - S_0$ 。集合 S_0 被发布给次基站用于检测（即，该集合包含次基站进行感知和检测的传输机会）。当然，本领域技术人员应可了解，当传输机会选择矩阵 $S(t)$ 中包含的传输机会集合等于全部传输机会集合时，则次基站分配到的感知集合为空集，即不需要做任何感知操作。

[102] 在步骤626中，次用户根据接收到的传输机会选择向量来选择传输机会。

10 [103] 次用户 SU_i 接收到传输机会选择向量 $S_i(t)$ 后，将从在第0个传输机会选择单元的开始时刻进入传输机会选择阶段。因为在初始化阶段，次用户并不占用主网络资源进行数据传输，所以即使次用户发现可用资源也不能保证该发现先于其它次用户，因此次用户 SU_i 在传输机会选择阶段要对向量 $S_i(t)$ 中每一个传输机会进行尝试，生成传输结果向量 $R_i(t)$ 。

[104] 与此同时，次基站对集合 S_0 中的传输机会进行感知，检测到其中未被主系统使用的传输机会集合记作 S ，并反馈给频谱协调器。

[105] 在步骤628中，次用户反馈传输结果信息。

20 [106] 次用户 SU_i 生成时隙 t 的传输结果向量 $R_i(t) = [r_{i,0}(t) \dots r_{i,L_{sev}-1}(t)]$ ，其中 $r_{i,j}(t) \in \{0,1\}$ 表示 SU_i 对于传输机会 $s_{i,j}(t)$ 可用与否，其中1表示可用，0表示不可用。然后将传输结果向量 $R_i(t)$ 反馈给频谱协调器。

[107] 作为一个初始化传输机会选择概率的示例，对次用户 $SU_i, i \in [0..N_{SU} - 1]$ ，其传输机会选择概率 $p_{i,j}(T_L)$ 被设定为均值，即：

$$p_{i,j}(T_L) = \frac{1}{N_{CH}}, j \in [0..N_{CH} - 1] \quad (15)$$

25

[108] 以上描述了初始化学习阶段的具体示例。下面参考图7来描述

该学习阶段之后的实际数据传输阶段(即图5中所示的 T_L 之后的时段)的具体示例。

[109] 当 t 达到 T_L 且不超过网络总体运营时间 T_D (即 $T_L \leq t \leq T_D$)时,在每一时隙 t 循环执行下述步骤730-738的操作。

5 [110] 在步骤730,频谱协调器估计传输机会的可用性。

[111] 在该步骤730,可以首先更新连续空闲时段统计量与传输结果统计量。

[112] 若首次进入该循环(即 $t = T_L$),则忽略本操作;否则(即 $t > T_L$),根据传输结果值 $\Gamma_i(t-1)$ 判断次用户对各传输机会是否可用,并更新连续空闲时段统计量以及传输结果统计量。若 $\Gamma_i(t-1) < L_{SeV}$,则表示序号为 $s_{i,\Gamma_i(t-1)}(t-1)$ 的传输机会对于次用户 SU_i 可用,所以可被次用户使用的

传输机会的集合可表示为 $\mathbf{S} = \{s_{i,\Gamma_i(t-1)}(t-1) | \Gamma_i(t-1) < L_{SeV}\}$ 。次基站检测

到的未被主系统使用也未被次用户使用的传输机会的集合可记作 \mathcal{S} 。

被主系统使用的其它传输机会的集合可记作

15 $\bar{\mathcal{S}} = \{CH_j | 0 \leq j \leq N_{CH} - 1\} - \mathcal{S} - \mathcal{S}$ 。

[113] 在更新连续空闲时段统计量时,若信道 CH_j 在时隙 $t-1$ 被主系统使用(即 $CH_j \in \bar{\mathcal{S}}$),则当该信道在时隙 $t-2$ 被主系统使用(即

$CITD_i(t-1) = 0$)时保持所有的参量值不变,即:

$$\overline{CITD}_i(t) = \overline{CITD}_i(t-1) \tag{16}$$

20 $CITD_i(t) = CITD_i(t-1) \tag{17}$

$$\widehat{CITD}_i(t) = \widehat{CITD}_i(t-1) \tag{18}$$

[114] 当该信道在时隙 $t-2$ 不被主系统使用(即 $CITD_i(t-1) > 0$)时,重新

进行计算, 即

$$\overline{\text{CITD}}_i(t) = \frac{\overline{\text{CITD}}_i(t-1) \times \widehat{\text{CITD}}_j(t-1) + \text{CITD}_i(t-1)}{\widehat{\text{CITD}}_j(t-1) + 1} \quad (19)$$

$$\text{CITD}_i(t) = 0 \quad (20)$$

$$\widehat{\text{CITD}}_j(t) = \widehat{\text{CITD}}_j(t-1) + 1 \quad (21)$$

5 [115] 若信道 CH_j 不被主系统使用 (即 $\text{CH}_j \in \mathcal{S} \cup \mathcal{D}$), 则有:

$$\overline{\text{CITD}}_i(t) = \overline{\text{CITD}}_i(t-1) \quad (22)$$

$$\text{CITD}_i(t) = \text{CITD}_i(t-1) + 1 \quad (23)$$

$$\widehat{\text{CITD}}_j(t) = \widehat{\text{CITD}}_j(t-1) \quad (24)$$

[116] 在更新传输结果统计量时, 任一次用户 SU_i 对未被选择的信道的
 10 传输结果统计量保持不变, 即 $d_{i,j}(t) = d_{i,j}(t-1)$; 而对被选择的信道
 CH_j (若 $\Gamma_i(t-1) < L_{\text{SeV}}$ (即可用传输机会), 则 CH_j 为选择向量 $\text{S}_i(t-1)$ 中
 该位置及其之前所有位置的传输机会; 否则, CH_j 为选择向量 $\text{S}_i(t-1)$
 中所有的传输机会, 可表示为:

$$\text{CH}_j \in \begin{cases} \{s_{i,k}(t-1) | 0 \leq k \leq \Gamma_i(t-1)\}, & \text{如果 } \Gamma_i(t-1) < L_{\text{SeV}} \\ \{s_{i,k}(t-1) | 0 \leq k < L_{\text{SeV}}\}, & \text{如果 } \Gamma_i(t-1) = L_{\text{SeV}} \end{cases} \quad (25)$$

15 [117] 可进行如下操作: 对其在时隙 t 的选择次数增加 1, 即
 $z_{i,j}(t) = z_{i,j}(t-1) + 1$; 对其中可成功进行数据传输的传输机会 CH_j (若
 $\Gamma_i(t-1) < L_{\text{SeV}}$, 则 CH_j 为该可用传输机会; 否则 CH_j 不存在, 可表示为:

$$\text{CH}_j = \begin{cases} s_{i,\Gamma_i(t-1)}(t-1), & \text{如果 } \Gamma_i(t-1) < L_{\text{SeV}} \\ \text{不存在}, & \text{如果 } \Gamma_i(t-1) = L_{\text{SeV}} \end{cases} \quad (26)$$

[118] 次数增加 1, 否则次数保持不变, 即:

$$W_{i,j}(t) = \begin{cases} W_{i,j}(t-1)+1, & \text{如果CH}_j \text{为SU}_i \text{可用传输机会;} \\ W_{i,j}(t-1), & \text{其它。} \end{cases} \quad (27)$$

[119] 然后, 利用来上式(14)(即 $d_{i,j}(t) = \frac{W_{i,j}(t)}{z_{i,j}(t)}$) 计算传输结果统计量。

[120] 然后, 在该步骤730中, 还可更新传输机会选择概率。

[121] 若首次进入该循环(即 $t=T_L$), 则忽略本操作; 否则(即 $t>T_L$), 根据传输结果统计量更新传输机会选择概率: 对于传输结果统计量设定阈值 d_{th} 。对于传输结果统计量超过该阈值的传输机会进行奖励(reward), 对于不超过阈值的传输机会则进行惩罚(punish)。可采用下列方法来更新传输机会选择概率: 设定变更速度值 δ , 设进行奖励的传输机会个数为 N_{re} , 则进行惩罚的传输机会个数为 $N_{CH}-N_{re}$, 对于
5 每个被奖励的传输机会, 赋值其传输机会选择概率 $p_{i,j}(t)$ 为:

$$p_{i,j}(t) = \min \left\{ p_{i,j}(t-1) + \frac{\delta}{N_{re}}, 1 \right\} \quad (28)$$

[122] 对于每个被惩罚的传输机会, 则赋值其传输机会选择概率 $p_{i,j}(t)$ 为:

$$p_{i,j}(t) = \max \left\{ p_{i,j}(t-1) + \frac{\delta}{N_{CH} - N_{re}}, 0 \right\} \quad (29)$$

15 [123] 在步骤732中, 频谱协调器进行传输机会选择向量的计算与发布。

[124] 在实际数据传输阶段, 当次用户发现可用资源时, 即转入实际数据传输。所以, 传输机会选择向量长度的设定需要考虑有效数据传输的时长。

20 [125] 作为一个示例, 可以采用与上述初始化传输阶段相同的方法, 即整个传输机会尽可能的用来进行选择, 于是传输机会选择向量长度可以设为其上限, 即除了 T_E 和 T_F 以外整个时隙都用来进行传输机会选择, 表示为 $L_{SeV} = \left\lfloor \frac{T_{ts} - T_E - T_F}{T_{SeU}} \right\rfloor$ 。但是, 在这种方法中, 如果在靠后的

传输机会选择单元即使找到传输机会,也没有足够的时间进行数据传输了,从而导致这些选择无效。基于此,定义数据传输时长 T_{TR} 。

[126] 作为另一示例,除了 T_E 、 T_{TR} 和 T_F 的时间,整个时隙都用来进行传输机会的选择;同时为避免在一个选择序列中对同一传输机会进行重复选择,所以设定 L_{SeV} 长度不超过传输机会的总数 N_{CH} ,即:

$$L_{SeV} = \min \left\{ \left\lfloor \frac{T_{ts} - T_E - T_{TR} - T_F}{T_{SeU}} \right\rfloor, N_{CH} \right\} \quad (30)$$

[127] 而对传输机会选择矩阵 $S(t)$ 的要求是:保证每个传输机会选择单元中各次用户的值为信道序号或者为-1(表示无可选传输机会);保证同一列中非负元素各不相同,使得次用户在进行传输机会选择时避免相互冲突;保证同一行中非负元素各不相同,即每个非零元素在任一次用户的传输机会选择向量中最多出现一次,减少重复选择。

[128] 图8示出了根据传输机会选择概率矩阵 $P(t)$ 以及连续空闲时段统计量来计算传输机会选择矩阵 $S(t)$ 的一个示例。

[129] 如图8所示,在步骤840中,将 $P(t)$ 赋值给一新矩阵 $\bar{P}(t)$ 。

[130] 在步骤842中,从新矩阵 $\bar{P}(t)$ 中选取值最大的元素,如果同时存在多个元素具有相同的最大值则在其中选择满足下列条件的信道:

$$\max \left\{ \overline{CITD}_{j_1}(t) - \dot{CITD}_{j_1}(t) > 0 < \overline{CITD}_{j_1}(t) - \dot{CITD}_{j_1}(t) < \left\lfloor \frac{\overline{CITD}_{j_1}(t)}{2} \right\rfloor \right\},$$

[131] 如果仍然有多个元素,则从中随机选取一个。设被选取的元素为 $\bar{p}_{i_1,j_1}(t)$,则其对应的次用户为 SU_{i_1} ,信道为 CH_{j_1} ,则在矩阵 $S(t)$ 的次用户为 SU_{i_1} 所在行第0列标记信道序号 CH_{j_1} ,即 $s_{i_1,0}(t) = CH_{j_1}$,表示 CH_{j_1} 为次用户 SU_{i_1} 第0个进行选择尝试的信道;将 $\bar{p}_{i_1,j_1}(t)$ 的值设为0;

[132] 在步骤844中,在新矩阵 $\bar{P}(t)$ 中除去第 i_1 行、第 j_1 列以外的元素,按照步骤842的方法选择下一个元素 $\bar{p}_{i_2,j_2}(t)$,并标记 $s_{i_2,0}(t) = CH_{j_2}$;将 $\bar{p}_{i_2,j_2}(t)$ 的值设为0;

[133] 在步骤846中,判断 $S(t)$ 的第0列中是否充满元素或者所有信道序号是否都已被处理。若否,则重复以上步骤840-844的操作,直到

当信道序号数不少于次用户数即 $N_{CH} \geq N_{SU}$ 时, $S(t)$ 的第0列中充满元素; 或者当信道序号数小于次用户数即 $N_{CH} < N_{SU}$ 时, 所有信道序号都已被处理过。此时, $S(t)$ 中没有分配到信道的次用户第0列设为-1;

[134] 经过步骤840-844之后, 可形成新的矩阵 $\bar{P}(t)$ 。在该矩阵中重复
5 步骤840-844, 依次生成 $S(t)$ 的第1列, 第2列, 直到第 $L_{Sev}-1$ 列。

[135] 在生成传输机会选择矩阵 $S(t)$ 后, 该矩阵中的各行(即传输机会选择向量 $S_i(t)$)被发布给对应的次用户 SU_i 。

[136] 在步骤734中, 次用户根据接收到的传输机会选择向量来选择传输机会。

10 [137] 次用户 SU_i 接收到传输机会选择向量 $S_i(t)$ 后, 从在第0个传输机会选择单元开始时刻进入传输机会选择阶段。在第0个传输机会选择单元开始时刻, 次用户 SU_i 对选择向量中第0个元素 $s_{i,0}(t)$ 对应的传输机会进行感知, 若检测结果为该传输机会可用, 则该次用户立刻转入数据传输阶段; 若检测结果为该传输机会不可用, 则该次用户在下一传输机会选择单元开始对选择向量中下一个传输机会进行感知; 依次类推直到找到某传输机会转入数据传输阶段, 或者尝试了传输机会选择
15 向量中所有传输机会仍然未能发现可用资源, 于是放弃尝试。

[138] 在步骤736中, 次用户利用所选择的传输机会进行数据传输。

[139] 当次用户 SU_i 在传输机会选择阶段找到可用资源后, 就立即转入
20 数据传输阶段对该资源进行使用。

[140] 在步骤738中, 次用户反馈传输结果信息。

[141] 次用户 SU_i 生成时隙 t 的传输结果值。若该值不超过 $L_{Sev}-1$, 则表示可用传输机会序号为 $s_{i,r_i(t)}(t)$; 若该值为 L_{Sev} , 则表示无可用传输机会。次用户 SU_i 可以利用预先确定的反馈信道, 将传输结果值反馈给为其服务的次基站, 由该次基站将该信息发送给决策的频谱协调器。
25

[142] 以上描述了根据本公开的资源分配方法和资源利用方法的一些实施例和示例。下面参考图 9-10 来描述根据本公开的实施例的资源分配设备和资源利用设备。

- [143] 图 9 是示出根据本公开一实施例的资源分配设备的结构的示意性框图。该资源分配设备 900 可以配置于次网络的次基站侧或者配置于频谱协调器侧，例如作为次基站或者频谱协调器的一部分。
- [144] 如图 9 所示，该资源分配设备 900 包括步骤传输机会评估装置 901、向量生成装置 903 和发送装置 905。
- [145] 传输机会评估装置 901 用于估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性。
- [146] 与上文描述的方法实施例和示例相似，这里所述的传输机会的可用性为用于表示传输机会是否可为次用户使用的特征值。其可以用于表征主网络及次网络对许可频谱的使用模式。例如，传输机会的可用性可以用连续空闲时段统计量、传输结果统计量以及传输机会选择概率中的一个或更多个来表示。其中，所述连续空闲时段统计量表示传输机会对应的频带不被主网络使用的连续时长；所述传输结果统计量表示次用户在各传输机会对应的频带上实现成功数据传输的统计结果；所述传输机会选择概率表示次用户选择该传输机会的概率。
- [147] 作为一个示例，传输机会评估装置 901 可以统计传输机会的连续空闲时段统计量，作为反映传输机会的可用性的特征值。传输机会的连续空闲时段统计量可以用下列参量中的一个或更多个来表示：(1) 该传输机会所在的频段在过去的预定时间段内连续空闲时段的平均时长；(2) 该传输机会所在的频段在过去的预定时间段内出现概率最高的连续空闲时段的时长；(3) 当前传输机会所在在过去的预定时间段内的对应时刻所在连续空闲时段的时长（如果当前传输机会被主网络使用，则该值为零）。这些时间统计量可以由频谱协调器或次基站来感知，或者可以由各个次用户感知并报告到次基站或频谱协调器进行统计；(4) 该传输机会所在的频段在过去的预定时间段内的累计的连续空闲时段个数。
- [148] 作为一个示例，传输机会评估装置 901 可以进一步统计传输机会的传输结果统计量，作为反映传输机会的可用性的特征值。传输结果统计量可定义为：在当前传输机会对应时刻之前的预定时间段内，次用户在各传输机会对应的频带上成功进行数据传输的次数。作为一个变型，传输机会评估装置 901 可以将传输结果统计量进行归一化为：在当前传输机会对应时刻之前的预定时间段内，次用户在各传输机会

的对应频带上成功进行数据传输的次数与其尝试数据传输的所有次数的比值。有关次用户在传输机会上进行数据传输是否成功的信息由次用户反馈给次基站或频谱协调器，并由次基站或频谱协调器进行统计。

5 [149] 作为一个示例，传输机会评估装置 901 还可以根据上述传输结果统计量来计算传输机会选择概率。传输机会选择概率随着传输结果统计量的变化而变化。具体地，传输机会选择概率随传输结果统计量增加而增加，随传输结果统计量降低而降低。可以采用例如下文参考式 (15)、(28) 或 (29) 或者图 3 描述的方法来计算传输机会选择概率，
10 这里不重复描述。

[150] 向量生成装置 903 用于根据各传输机会的可用性为认知无线电系统中的每一个次用户设置传输机会选择向量，每个次用户的传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息。向量生成装置 903 可以采用上文各个实施例和示例中描述的方法来生成传输机会选择向量，这里不重复描述。
15

[151] 向量生成装置 903 在为各个次用户设置传输机会选择向量时，需保证各次用户传输机会选择向量的相同位置上传输机会序号不同。这样可以避免次用户在传输机会选择时发生碰撞(即不同的次用户同时占用相同传输机会)。又如，在为各个次用户设置传输机会选择向量
20 时，向量生成装置 903 要保证同一个次用户的传输机会选择向量在不同位置上的传输机会序号不同。这样可以避免次用户在一个传输机会中的传输机会选择阶段对同一传输机会进行多次重复的选择。

[152] 在向量生成装置 903 计算得到针对次用户的传输机会选择向量之后，发送装置 905 将所生成的传输机会选择向量发布给相应的次用户。
25

[153] 在上述实施例和示例中，为每个次用户设置一个传输机会选择向量，即设定了次用户选择传输机会的规则，由于提供给次用户的多个传输机会是根据其对于该次用户的可用性来选择的，因此，提高了次用户选择传输资源的效率并提高了资源利用率。

30 [154] 另外，作为示例，传输机会选择向量可以仅包括针对次用户的估计可用的传输机会的序号，因此，传输机会选择向量的发布仅占用较少的传输资源和较小的时延。

- [155] 作为一个示例，传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息可以是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的。这样，次用户在根据该向量中各个估计可用的传输机会的次序，优先选择可用性的值大的一个，从而进一步减少了选择所花费的时间，可进一步提高资源选择效率。
- [156] 作为另一示例，为不同的次用户选择的各传输机会选择向量在其对应的相同位置上的估计可用的传输机会彼此不同，这样可以避免各个次用户之间的传输碰撞。
- [157] 作为具体示例，上述资源分配设备 900 可以保存有关各个次用户的传输机会可用性的信息（例如在存储装置中（图中未示出）），并在该资源分配过程中根据次用户反馈的传输结果以及次基站对未被次用户选择的传输机会的检测结果来计算并更新有关各次用户的传输机会可用性的信息。
- [158] 图 10 是示出根据本公开一实施例的用于认知无线电系统中的资源利用设备的示意性流程图。该资源利用设备 1000 设置于次用户侧，例如可以被配置作为次用户设备的一部分。
- [159] 如图 10 所示，资源利用设备 1000 包括接收装置 1001 和感知装置 1003。
- [160] 接收装置 1001 用于接收来自频谱协调器或次基站的用于该次用户的传输机会选择向量。如上文所述，该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息。
- [161] 作为一个示例，该传输机会选择向量可以是多个估计可用的传输机会的序号的一个排列，如根据各个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列。上文所述的实施例或示例中已经给出了传输机会选择向量的详细描述和具体示例，这里不重复描述。
- [162] 然后，感知装置 1003 在所述传输机会选择向量中包含的多个估计可用的传输机会中选择一个，并对所选择的估计可用的传输机会进行感知，以确定该传输机会当前是否可用（即感知该传输机会当前是否为主网络所使用）。若是（即若感知到该传输机会当前空闲），则次用户利用该传输机会进行数据传输。否则，则感知装置 1003 感知传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会。如果感知到传输机会选择向量中的所有估计可用的传输机会当前均不可用，则该次用户此

次不进行数据传输。

- [163] 在一个具体示例中，所述传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息可以是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的。这样，感知装置 1003 可以首先对所述传输机会选择向量中的多个估计可用的传输机会中可用性的值最大的一个估计可用的传输机会进行感知，若感知到其可用，则次用户利用该可用传输机会用于数据传输。否则，感知装置 1003 按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知。
- [164] 作为一个示例，资源利用设备 1000 还可包括发送装置 1005。发送装置 1005 反馈与利用所述传输机会进行数据传输有关的传输结果信息。
- [165] 作为具体示例，反馈的传输结果信息可以包括传输结果向量和/或传输结果值。传输结果向量包含关于所述传输机会选择向量中的各传输机会对该次用户是否可用和/或数据传输是否成功的信息。传输结果值表示为各次用户使用的传输机会在传输机会选择向量中的位置，如果该值小于传输机会选择向量的长度，通过查询传输机会选择向量即可确定被选择的传输机会；如果该值不小于传输机会选择向量的长度，即可确定该次用户没有找到可用的传输机会。
- [166] 作为具体示例，发送装置 1005 反馈信息的时机可以根据反馈信道来确定。例如，发送装置 1005 可以采用专用的反馈信道，在次用户确定传输机会之后即可进行反馈。又如，对于获得可用传输机会的次用户，发送装置 1005 可以使用所获得的资源在数据传输后进行反馈，而未获得可用传输机会的次用户使用某些专用的反馈信道在完成传输机会选择之后进行反馈。
- [167] 根据本公开的一个实施例，还提供了包括上述资源分配设备和资源利用设备的认知无线电系统。所述资源分配设备可以设置在次基站或频谱协调器处，并可以被设置作为次基站或频谱协调器的一部分。所述资源利用设备可以设置在次用户处，并可以被设置作为次用户设备的一部分。
- [168] 应理解，上述实施例和示例是示例性的，而不是穷举性的，本公开不应被视为局限于任何具体的实施例或示例。另外，在上述实施例和示例中，采用数字标记来表示方法的步骤或设备的模块。本领域的普通技术人员应理解，这些数字标记只是为了对这些步骤或模块作文

字上的区分，而并非表示其顺序或任何其他限定。

- 5 [169] 作为一个示例，上述方法的各个步骤以及上述设备的各个组成模块和/或装置可以实施为软件、固件、硬件或其组合。上述装置中各个组成部件、单元和子单元可通过软件、硬件或其组合的方式进行配置。配置可使用的具体手段或方式为本领域技术人员所熟知，在此不再赘述。
- [170] 本公开还提出一种存储有机器可读取的指令代码的程序产品。所述指令代码由机器读取并执行时，可执行上述根据本公开实施例的资源分配方法和资源利用方法。
- 10 [171] 相应地，用于承载上述存储有机器可读取的指令代码的程序产品的存储介质也包括在本公开的公开中。所述存储介质包括但不限于软盘、光盘、磁光盘、存储卡、存储棒等等。
- [172] 在上面对本公开具体实施例的描述中，针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或多个其它实施方式中使用，与其它实施方式中的特征相组合，或替代其它实施方式中的特征。
- 15 [173] 应该强调，术语“包括/包含”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在，但并不排除一个或多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。
- 20 [174] 此外，本公开的方法不限于按照说明书中描述的时间顺序来执行，也可以按照其他的时间顺序地、并行地或独立地执行。因此，本说明书中描述的方法的执行顺序不对本公开的技术范围构成限制。
- [175] 尽管上面已经通过对本公开的具体实施例的描述对本公开进行了披露，但是，应该理解，本领域的技术人员可在所附权利要求的精神和范围内设计对本公开的各种修改、改进或者等同物。这些修改、改进或者等同物也应当被认为包括在本公开的保护范围内。
- 25

权利要求书

1. 一种用于认知无线电系统中的资源分配设备，包括：

5 传输机会评估装置，用于估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性；

向量生成装置，用于根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量，所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及

10 发送装置，用于将所述传输机会选择向量发布给该次用户。

2. 根据权利要求 1 所述的资源分配设备，其中，所述向量生成装置被配置为根据所述多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列以设置传输机会选择向量。

15 3. 根据权利要求 1 所述的资源分配设备，其中，所述向量生成装置为不同的次用户设置的各传输机会选择向量在其对应的相同位置上的估计可用的传输机会彼此不同。

20 4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的资源分配设备，其中，所述传输机会评估装置被配置用于计算待估计的传输机会所在的频段在过去的预定时间段内的连续空闲时段统计量，以评估该传输机会的可用性，

其中，该连续空闲时段统计量包括以下参数中的一个或更多个：该传输机会所在的频段在该时间段内的连续空闲时段的平均时长、该
25 传输机会所在的频段在该时间段内的出现频率最高的连续空闲时段的时长、该传输机会所在的频段在该时间段内的对应时刻所在的连续空闲时段的时长以及该传输机会所在的频段在该时间段内的累计的连续空闲时段个数。

30 5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的资源分配设备，其中，所述

传输机会评估装置被配置为针对每一次用户，计算该次用户在待估计传输机会对应的频带上的传输结果统计量，以估计该传输机会的可用性，

5 其中，所述传输机会评估装置被配置为统计次用户在当前时刻之前的预定时间段内在该传输机会对应的频带上进行数据传输的成功次数或该成功次数与该次用户在该传输机会对应的频带上尝试进行数据传输的总次数的比，作为该传输机会的传输结果统计量。

6. 一种用于认知无线电系统中的资源利用设备，包括：

10 接收装置，用于接收用于该资源利用设备的传输机会选择向量，该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；以及

15 感知装置，用于对所述传输机会选择向量中包含的估计可用的传输机会进行感知，以判断该传输机会当前是否可用；若是，则确定该传输机会可用于数据传输。

7. 根据权利要求 6 所述的资源利用设备，其中，所述传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的，并且

20 其中，所述感知装置被进一步配置为：

25 对所述传输机会选择向量中的多个估计可用的传输机会中可用性的值最大的一个估计可用的传输机会进行感知，以判断其当前是否可用，若是，则确定该传输机会当前可用于数据传输；若否，则按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知，直到找到当前可用的可用传输机会或者所述传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的资源利用设备，还包括：

30 发送装置，用于反馈与利用所述传输机会进行数据传输有关的传输结果信息。

9. 根据权利要求 8 所述的资源利用设备, 其中, 所述传输结果信息包括传输结果向量和/或传输结果值, 该传输结果向量包含关于所述传输机会选择向量中的各传输机会对该次用户是否可用和/或数据传输是否成功的信息, 该传输结果值表示为次用户使用的传输机会在传输机会选择向量中的位置。

10. 一种用于认知无线电系统中的资源分配方法, 包括:

估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性;

10 根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量, 所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息; 以及

将所述传输机会选择向量发布给该次用户。

15 11. 根据权利要求 10 所述的资源分配方法, 其中, 所述传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的。

20 12. 根据权利要求 10 所述的资源分配方法, 其中, 为不同的次用户选择的各传输机会选择向量在其对应的相同位置上的估计可用的传输机会彼此不同。

13. 根据权利要求 10-12 中任一项所述的资源分配方法, 其中, 估计传输机会的可用性包括:

25 计算该传输机会所在的频段在过去的预定时间段内的连续空闲时段统计量,

其中, 该连续空闲时段统计量包括以下参数中的一个或更多个: 该传输机会所在的频段在该时间段内的连续空闲时段的平均时长、该传输机会所在的频段在该时间段内的出现频率最高的连续空闲时段的时长、该传输机会所在的频段在该时间段内的对应时刻所在的连续

30

空闲时段的时长以及该传输机会所在的频段在该时间段内的累计的连续空闲时段的个数。

14. 根据权利要求 10-12 中任一项所述的资源分配方法, 其中, 估计传输机会的可用性还包括: 针对每一次用户, 计算该次用户在待估计的传输机会对应的频带上的传输结果统计量, 以估计该传输机会的可用性, 其中

10 计算所述传输结果统计量包括: 统计次用户在当前时刻之前的预定时间段内在该传输机会对应的频带上进行数据传输的成功次数或者该成功次数与该次用户在该传输机会对应的频带上尝试进行数据传输的总次数的比, 作为该传输机会的传输结果统计量。

15. 一种用于认知无线电系统中的资源利用方法, 包括:

15 由认知无线电系统中的次用户接收用于该次用户的传输机会选择向量, 该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息;

20 在所述传输机会选择向量中包含的多个估计可用的传输机会中选择一个, 并对所选择的传输机会进行感知, 以判断该传输机会当前是否可用, 若是, 则利用该传输机会进行数据传输; 若否, 则按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知, 直到找到可用传输机会或者传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。

25 16. 根据权利要求 15 所述的资源利用方法, 其中, 所述传输机会选择向量中的用于标识多个估计可用的传输机会的信息是根据这多个估计可用的传输机会的可用性的值的大小按序排列的, 并且

其中, 在所述传输机会选择向量中包含的多个估计可用的传输机会中选择一个包括:

30 对所述传输机会选择向量中的多个估计可用的传输机会中可用性的值最大的一个估计可用的传输机会进行感知, 以判断其当前是否可用, 若是, 则选择该可用传输机会用于数据传输; 若否, 则按顺序

对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知，直到找到可用传输机会或者传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。

- 5 17. 根据权利要求 15 或 16 所述的资源利用方法，还包括：
反馈与利用所述传输机会进行数据传输有关的传输结果信息。

10 18. 根据权利要求 17 所述的资源利用方法，其中，所述传输结果信息包括传输结果向量和/或传输结果值，该传输结果向量包含关于所述传输机会选择向量中的各传输机会对该次用户是否可用和/或数据传输是否成功的信息，该传输结果值表示为次用户使用的传输机会在传输机会选择向量中的位置。

- 15 19. 一种认知无线电系统，包括资源分配设备和资源利用设备，其中，所述资源分配设备包括：

传输机会评估装置，用于估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性；

20 向量生成装置，用于根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量，所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；及

发送装置，用于将所述传输机会选择向量发布给该次用户，并且其中，所述资源利用设备包括：

接收装置，用于接收用于该次用户的传输机会选择向量，该传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；及

25 感知装置，用于对所述传输机会选择向量中包含的估计可用的传输机会进行感知，以判断该传输机会当前是否可用；若是，则确定该传输机会可用于数据传输；若否，则按顺序对所述传输机会选择向量中的下一估计可用的传输机会进行感知，直到找到可用传输机会或者传输机会选择向量中再无可选的估计可用的传输机会。

20. 一种用于认知无线电系统中的资源分配方法，包括：

估计主通信系统的无线资源中的传输机会的可用性；

5 根据对所述传输机会的可用性的估计结果为认知无线电系统中的每一次用户设置传输机会选择向量，所述传输机会选择向量包含用于标识多个估计可用的传输机会的信息；

将所述传输机会选择向量发布给每一次用户；

由认知无线电系统中的次用户接收用于该次用户的传输机会选择向量；以及

10 由该次用户在所述传输机会选择向量中包含的多个估计可用的传输机会中选择一个，并对所选择的传输机会进行感知，以判断该传输机会当前是否可用，若是，则该次用户利用该传输机会进行数据传输。

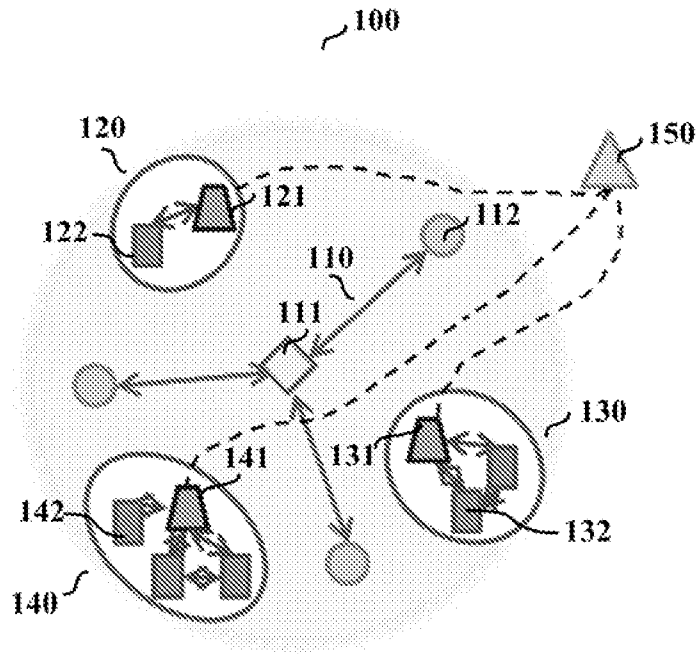


图1

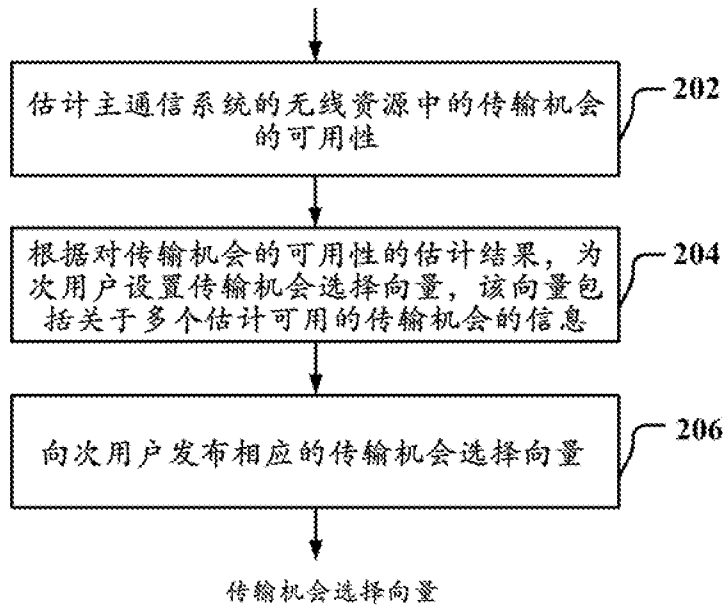


图2

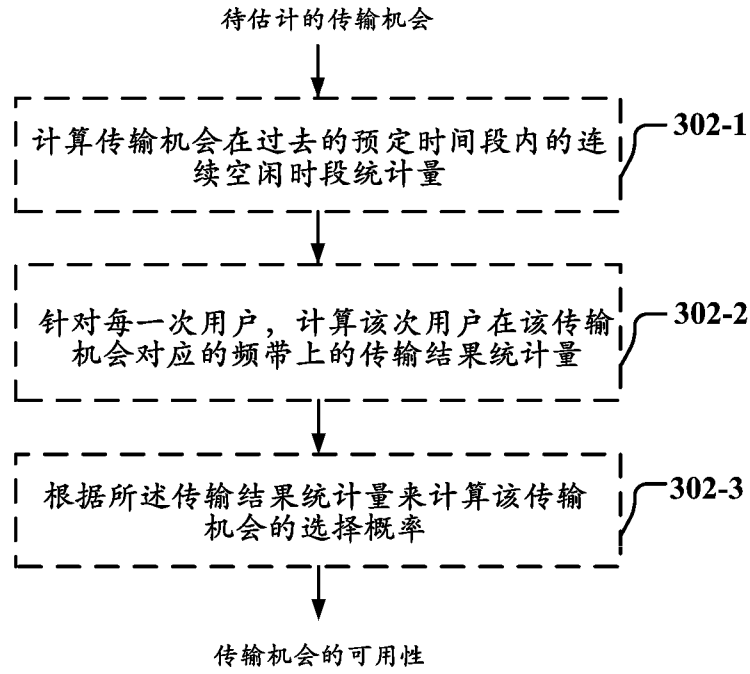


图3

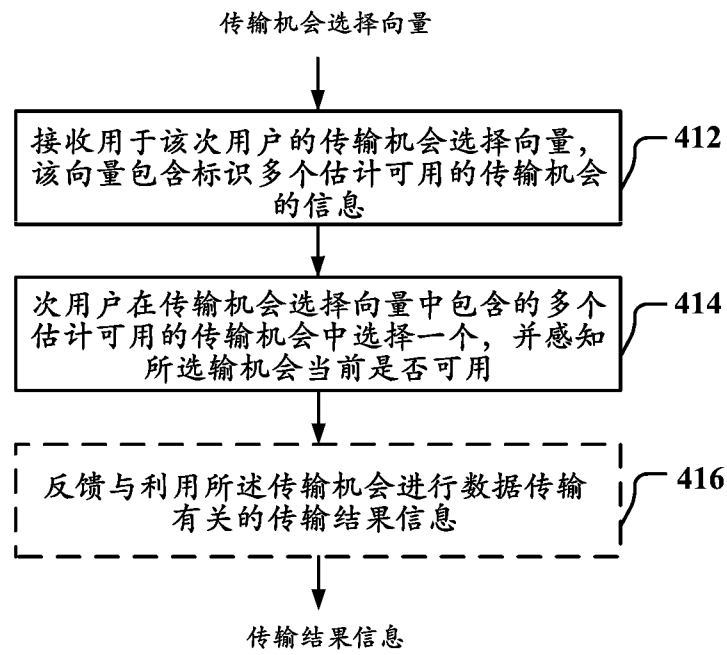


图4

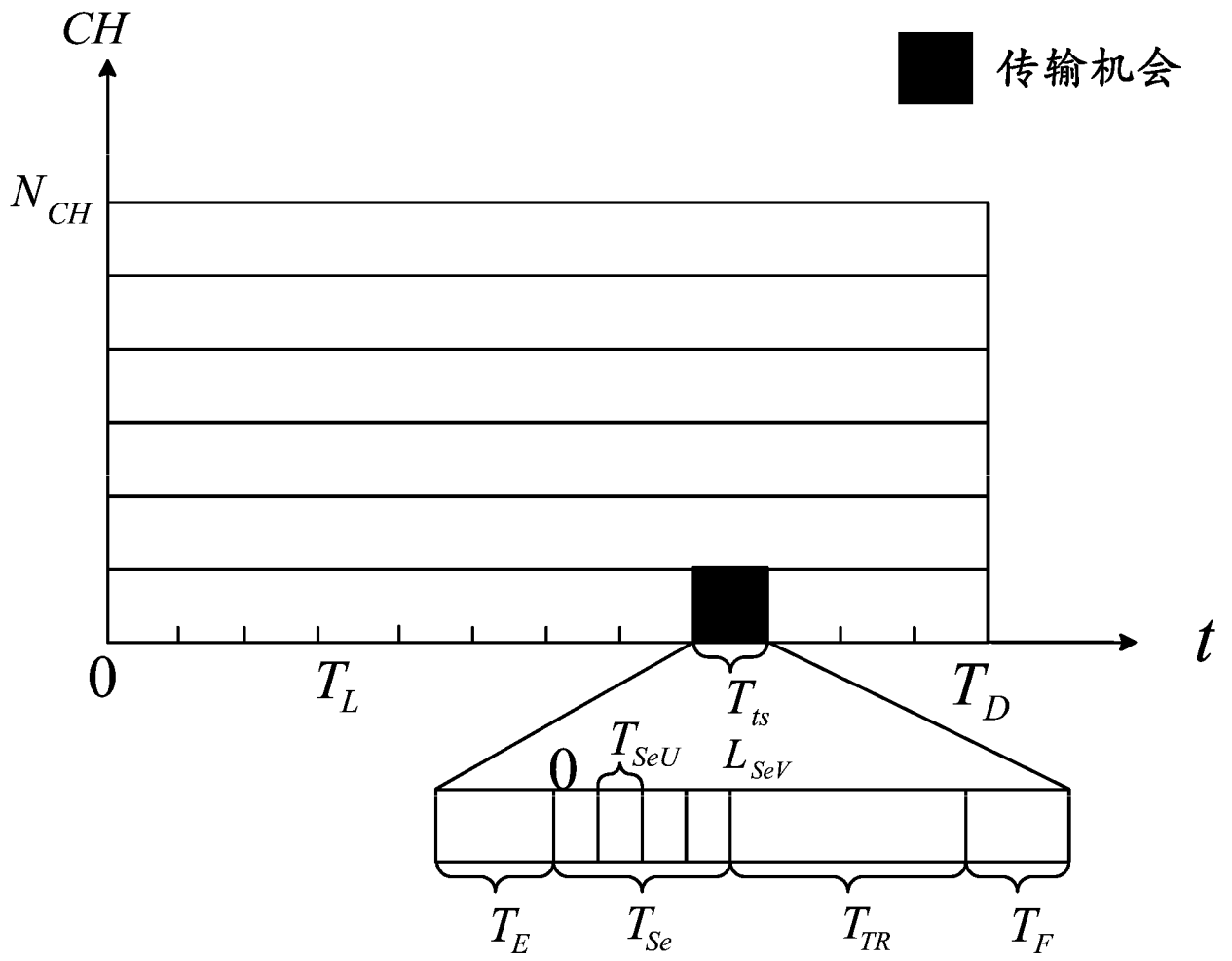
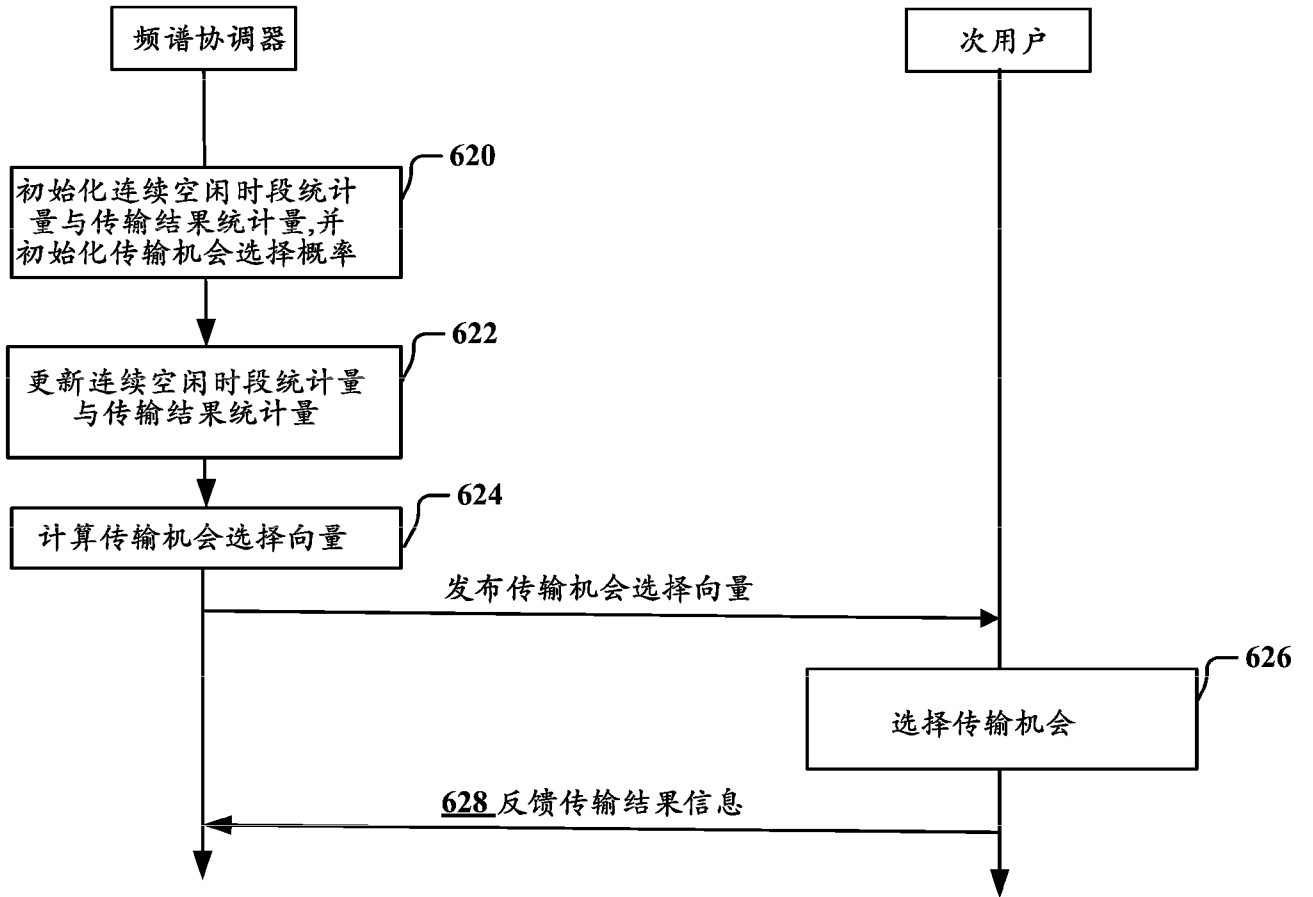
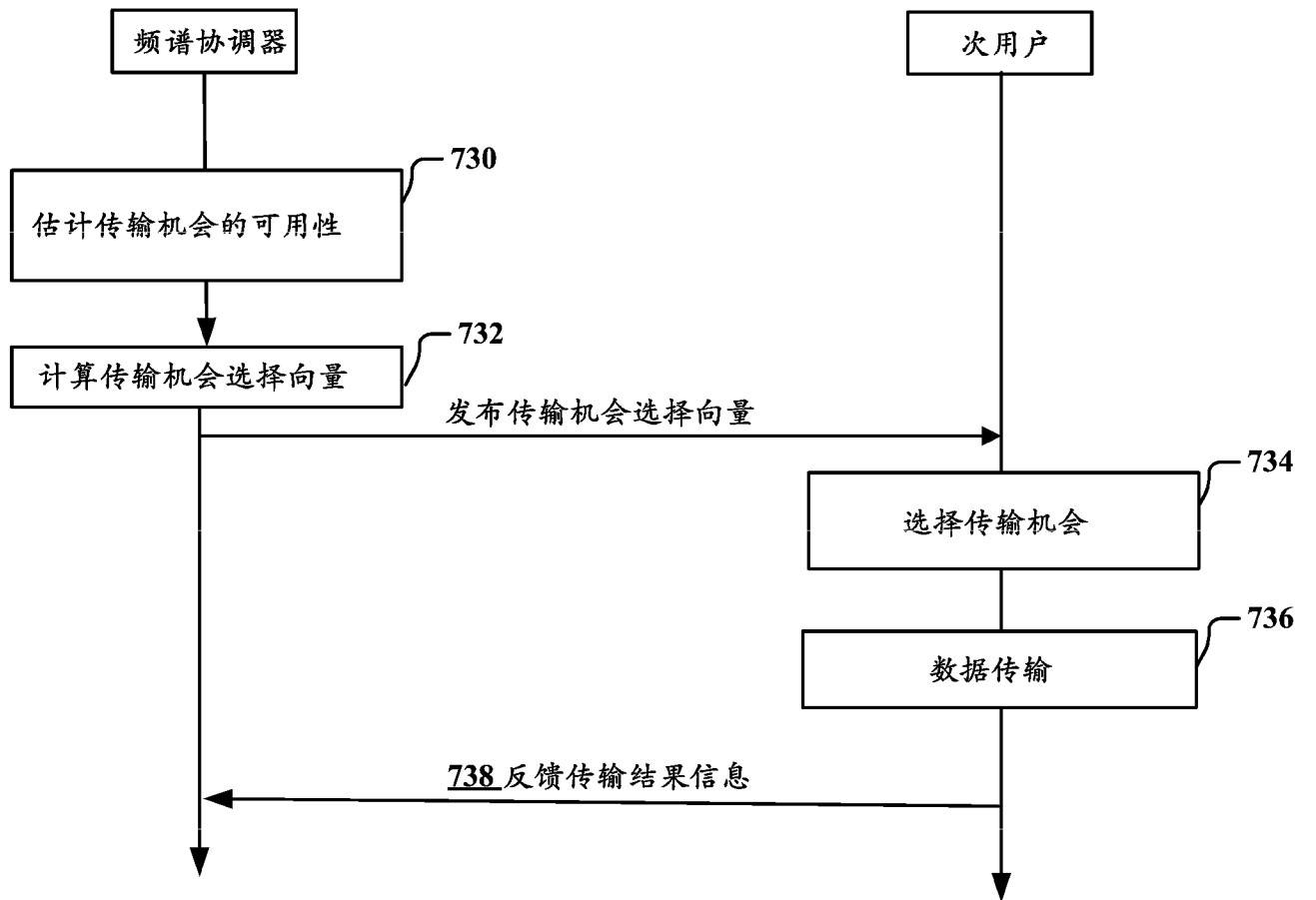


图5



(初始化学习阶段)

图6



(实际数据传输阶段)

图7

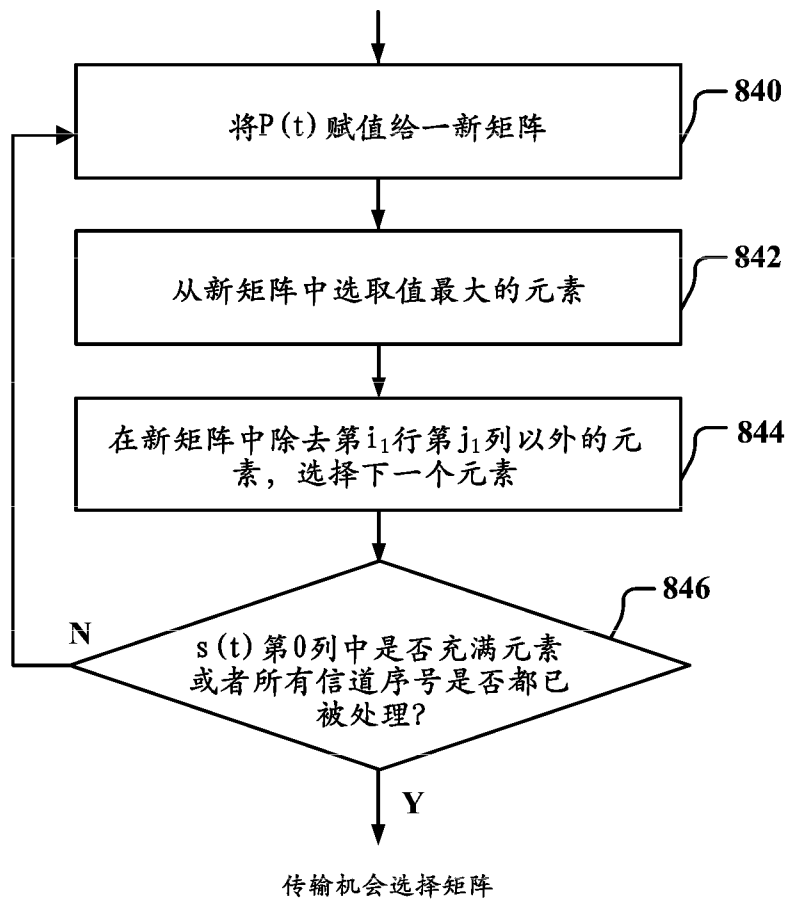


图8

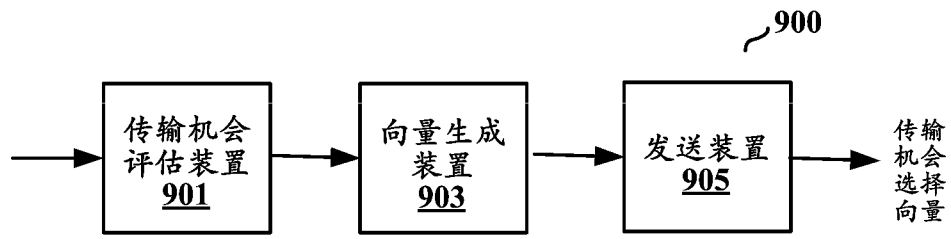


图9

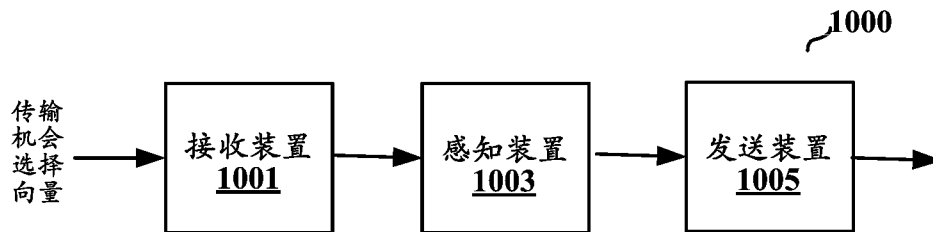


图10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/074562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/04 (2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04W; H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: sens+, secondary, unlicensed, primary, estimate+, predict+, evaluat+, frequency, spectrum, channel,
occupy+, time, cognitive radio, report+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101404513 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 08 April 2009 (08.04.2009) description, page 6, line 5 from the bottom to page 13, line 12	1, 2, 4, 5, 10, 11, 13, 14
A	CN 101257714 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 03 September 2008 (03.09.2008) the whole document	1-20
A	CN 101909303 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 08 December 2010 (08.12.2010) the whole document	1-20
A	US 2010/0069013 A1 (MOTOROLA, INC.) 18 March 2010 (18.03.2010) the whole document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
27 June 2013 (27.06.2013)

Date of mailing of the international search report
25 July 2013 (25.07.2013)

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer

LI, Weihua
Telephone No. (86-10) 62412825

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/074562

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101404513 A	08.04.2009	None	
CN 101257714 A	03.09.2008	None	
CN 101909303 A	08.12.2010	None	
US 2010/0069013 A1	18.03.2010	WO 2010/033333 A2	25.03.2010
		CA 2728825 A1	25.03.2010
		EP 2327242 A2	01.06.2011

A. 主题的分类 H04W 72/04(2009.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC: H04W;H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT,CNKI,EPODOC,WPI:认知, 感知, 次级, 次用户, 非授权用户, 未授权用户, 未许可用户, 非许可用户, 主用户, 评估, 预估, 预测, 估计, 频谱, 频带, 信道, 占用, 时间, 认知无线电, 上报, sens+, secondary, unlicensed, primary, estimate+, predict+, evaluat+, frequency, spectrum, channel, cognitive radio		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101404513A (浙江大学) 08.4 月 2009 (08.04.2009) 说明书第 6 页倒数第 5 行-第 13 页第 12 行	1,2,4,5,10,11,13,14
A	CN101257714A (浙江大学) 03.9 月 2008 (03.09.2008) 全文	1-20
A	CN101909303A (华为技术有限公司) 08.12 月 2010 (08.12.2010) 全文	1-20
A	US2010/0069013A1 (MOTOROLA, INC.) 18.3 月 2010 (18.03.2010) 全文	1-20
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 27.6 月 2013 (27.06.2013)	国际检索报告邮寄日期 25.7 月 2013 (25.07.2013)	
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	授权官员 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">李伟华</p> 电话号码: (86-10) 62412825	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/074562

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101404513A	08.04.2009	无	
CN101257714A	03.09.2008	无	
CN101909303A	08.12.2010	无	
US2010/0069013A1	18.03.2010	WO2010/033333A2	25.03.2010
		CA2728825A1	25.03.2010
		EP2327242A2	01.06.2011