



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103139893 A

(43) 申请公布日 2013.06.05

(21) 申请号 201310049999.4

(22) 申请日 2008.04.10

(30) 优先权数据

60/914,140 2007.04.26 US

12/099,886 2008.04.09 US

(62) 分案原申请数据

200880022534.7 2008.04.10

(71) 申请人 霖那控股私人有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 卡拉马·哈姆迪 张伟 李德富

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 胡琪

(51) Int. Cl.

H04W 52/28 (2009.01)

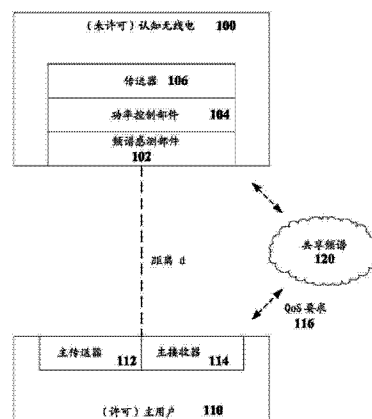
权利要求书2页 说明书14页 附图13页

(54) 发明名称

基于频谱感测边信息的认知无线电系统的功率控制

(57) 摘要

公开了认知无线电设备和系统,以及一种方法。所述方法包括:基于来自频谱感测过程的感测信息,确定与在主设备的主传送器和认知无线电设备之间的距离有关的参数,该确定包括确定主设备的主传送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数,所述频谱感测过程基于从主传送器发出的信号而感测主设备在频谱上的存在。



1. 一种方法,包括:

基于来自频谱感测过程的感测信息,确定与在主设备的主发送器和认知无线电设备之间的距离有关的参数,该确定包括确定主设备的主发送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数,所述频谱感测过程基于从主发送器发出的信号而感测主设备在频谱上的存在。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:

基于所述参数,动态控制认知无线电设备的传送功率,以满足主设备的服务质量(QoS)要求,其中所述动态控制包括保持认知无线电设备的传送功率和主设备的传送功率之间的预定比率。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述确定参数包括:基于感测信息,确定在主发送器和认知无线电设备之间的距离。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述确定参数包括:基于感测信息,确定在主发送器和认知无线电设备之间的路径损耗。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述确定参数包括:基于遗漏能量检测的平均可能性,确定主发送器和认知无线电设备之间的距离。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述确定参数包括:基于遗漏能量检测的平均可能性,确定作为所述距离的函数的所述参数。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,所述确定参数包括:基于遗漏能量检测的平均可能性,确定作为距离的路径损耗函数的所述参数。

8. 如权利要求 1 所述的方法,还包括响应于主设备和认知无线电设备之间的传送的信噪比的减小,增大认知无线电设备的传送功率。

9. 一种认知无线电设备,包括:

频谱感测部件,配置为感测与主设备利用网络频谱的指定部分有关的存在信息,其中认知无线电设备与主设备共享网络频谱的指定部分;和

功率控制部件,配置为基于从频谱感测部件输出的主设备的主发送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数,控制认知无线电设备的传送功率。

10. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中该认知无线电设备配置为在网络频谱的指定部分限制对主设备的干扰。

11. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中功率控制部件进一步配置为基于主设备位于预定位置或区域来控制所述认知无线电设备的传送功率,以便满足主设备的服务质量(QoS)要求。

12. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中功率控制部件进一步配置为基于存在信息,确定在所述主设备的主发送器和所述认知无线电设备之间的距离。

13. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中功率控制部件进一步配置为基于存在信息,确定在所述主设备的主发送器和所述认知无线电设备之间的路径损耗特性。

14. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中功率控制部件进一步配置为基于主设备和认知无线电设备之间的距离来控制认知无线电设备的传送功率,其中该距离是基于遗漏能量检测的平均可能性而计算的。

15. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中功率控制部件进一步配置为基于路径损耗函数来控制所述认知无线电设备的传送功率,路径损耗函数在数学上与在主设备和认

知无线电设备之间的距离相关,其中该距离是基于遗漏能量检测的可能性的函数而计算的。

16. 如权利要求 9 所述的认知无线电设备,其中所述认知无线电设备的传送功率间接地与所述认知无线电设备和主设备之间的传送的信噪比成比例。

17. 一种包括计算机可执行指令的非瞬时计算机可读存储介质,所述计算机可执行指令响应于执行而使得计算设备执行操作,所述操作包括:

基于从频谱感测边信息确定的至少一个许可设备的至少一个遗漏能量检测的至少一个平均可能性的函数,导出认知无线电设备和至少一个许可设备之间的一组候选距离,包括确定该组候选距离中的最短距离。

18. 如权利要求 17 的非瞬时计算机可读存储介质,所述操作还包括

基于所述最短距离,动态控制认知无线电设备的传送功率,以限制认知无线电设备对所述至少一个许可设备的干扰。

19. 如权利要求 17 的非瞬时计算机可读存储介质,其中,所述导出包括:对于所述至少一个许可设备,从自至少一个许可设备接收到的频谱感测边信息导出从认知无线电设备到所述至少一个许可设备的至少一个可能距离范围,并且,所述确定包括:选择所述至少一个范围的最近距离。

20. 如权利要求 17 的非瞬时计算机可读存储介质,其中,所述导出包括:基于频谱感测边信息,导出在所述至少一个许可设备和所述认知无线电设备之间的至少一个信道的至少一个路径损耗特性。

21. 如权利要求 17 的非瞬时计算机可读存储介质,所述操作还包括:

响应于在所述至少一个许可设备和所述认知无线电设备之间的至少一个信道上路径损耗的增大,动态增大认知无线电设备的传送功率。

22. 一种系统,包括:

用于确定主设备的主发送器和认知无线电设备之间的距离或关于距离的函数,作为来自于频谱感测部件的主设备的主发送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数的部件,该频谱感测部件用于基于从主发送器发出的信号而感测主设备在共享频谱上的存在;和

用于基于从用于确定的部件输出的距离或关于距离的函数,动态地控制认知无线电设备的传送功率,以在认知无线电设备与主设备共享所述共享频谱时,帮助满足主设备的服务质量(QoS)要求。

基于频谱感测边信息的认知无线电系统的功率控制

[0001] 本申请是申请日为 2008 年 4 月 10 日、申请号为 200880022534.7 (国际申请号为 PCT/IB2008/003360)、发明名称为“基于频谱感测边信息的认知无线电系统的功率控制”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的引用

[0003] 本申请要求以美国临时申请 60/914,140 为优先权,其在 2007 年 4 月 26 提交,题为“基于频谱感测边信息的认知无线电系统的功率控制”。

技术领域

[0004] 公开的主题涉及在认知无线电系统中基于频谱感测边信息的功率控制。

背景技术

[0005] 作为简要的背景技术,认知无线电是无线通信的一个范例,在其中,网络或者无线节点改变其传送或接收参数,以在不干扰许可用户的情况下高效地通信。参数的改变基于主动监测在外部和内部的无线电环境中的几个因素,例如无线电频谱、用户行为和网络状态。

[0006] 在认知无线电系统中,只要许可(主)用户在某个特定时隙和某个具体地理位置上未出现,未许可(次)用户就可以使用许可频谱。然而,当主用户重现(例如,回来又再次出现)时,理想地,次用户应该立刻腾空该频谱以避免干扰主用户。

[0007] 在过去几年中,无线服务的爆增表现出对商业社区、消费者和无线通信管制的巨大且不断增长的需求。随着通信应用的这种增长,频谱已变得更拥挤。即使联邦通信委员会(FCC)已经扩充了一些频带,但这些频带被专有地分配给具体的用户或服务提供方。这些扩充不一定会保证总是最有效率地使用频带。

[0008] 在这一点上,已经说明:大部分的无线电频谱在极大程度上未被充分利用。例如,蜂窝式网络频带在世界的大部分地区都已经超负荷,但是业余无线电或寻呼频率则不然。另外,即使未许可用户的传送将不会给许可服务带来任何干扰,也将那些很少使用的频带分配给未许可用户不能访问的具体服务。

[0009] 为了解决在频谱拥挤和在频谱未充分利用之间的冲突,最近已提出了认知无线电,作为聪明且巧妙的技术,其允许非法用户择机使用许可频带。通过检测特殊频谱“洞(holes)”且迅速跳入它们以满足频谱的需求,认知无线电可以显著地改善频谱利用。为确保高频谱效率、同时又避免干扰许可用户,认知无线电应该能够灵活地适应频谱状况。因此,在频谱感测、动态频率选择和传送功率控制的领域中,期待认知无线电的改进。

[0010] 认知无线电的最有挑战性的问题之一是:当认知无线电接入许可频带、但未能注意到许可用户的存在时出现的干扰。为了解决这个问题,认知无线电应该被设计为在不产生有害的干扰的情况下与许可用户共存。已提出了用来减轻在认知无线电系统中的未许可用户的干扰的一些传统技术,包括:(1)正交频分多路复用(OFDM)方法,其被提出,以通过留有一组子信道不使用,来避免干扰,(2)变换域通信系统(TDCS)方法,其被提出,以通过在

被破坏的谱位置不设置波形能量来减轻干扰,和(3)功率控制方法,其被提出,以基于对于主信号的局部信噪比(SNR)的测量,来允许认知无线电调整它们的传送功率,以便保证对主系统的服务质量(QoS)。

[0011] 然而,为了避免对许可用户的干扰,认知无线电的传送功率应该基于许可用户的位置而被限制。上述的第三个方法首先假设认知无线电无法知道许可用户的这些位置,然后提出使用SNR作为代理测量,然而,如果主接收器是在屋顶的TV天线,则它可能在一个位置上测量出0dB的SNR,同时在相同的位置的地面上的认知无线电可能测量出-10dB,因此,SNR是不良的代理,其没有呈现出直接相关于许可用户的位置。

[0012] 在这一点上,在实践中,对于认知无线电来说很难定位许可用户,这是因为,在认知无线电和许可用户之间的信道通常是未知的。此外,系统处于运行中的环境可能有很大的延迟扩散,且因此,在认知无线电和主用户之间的信道模型因衰落、屏蔽和路径损耗效应而很复杂。

[0013] 在另一个传统的系统中,利用本地振荡器(LO)泄漏功率,以尝试定位主接收器。然而,这样的方法很难在实践中应用,这是因为,该方法要求靠近于主接收器而安装的传感器节点以检测LO泄漏功率,其非常不实际。

[0014] 因此,期望改进的系统和方法,以提高认知无线电系统的功率控制,其不依赖于附加结构,如主接收器附近添加的用于检测LO泄漏功率的传感器节点。此外,期望这样的系统,其基于关于到许可用户的距离的测量来控制认知无线电的功率,且其没有如上述讨论的第三个方法的固有缺陷。

[0015] 现有设计的上述缺陷是仅仅意欲提供当今设计的一些问题的总的回顾,并且没有意欲是穷举性的。认知无线系统的技术现状的其他问题和本发明的相应的益处会在本发明的非限制性实施例的后续描述中变得更清晰。

发明内容

[0016] 在这里给出简要的概括以帮助对示例性、非限制性实施例的各个方面的一个基本或大致的理解,这些实施例在随后有更详细的描述和附图中被说明。然而,本发明内容不是意欲扩展或穷举性的概括。本发明内容的唯一目的是以一种简单的形式作为随后更详细的描述的前序,来提出一些涉及多个示例性非限制性实施例的概念。

[0017] 对于认知无线电系统来说,控制认知无线电通信设备的传送功率,使得认知未许可无线通信设备不干扰主许可设备使用共享频谱。在示例性的非限制性实施例中,本发明的功率控制方法包括:基于来自频谱感测过程的感测信息,确定在主设备的主传送器和认知无线电设备之间的距离、或者该距离的函数。认知无线电设备的最大传送功率就是基于该距离、或者该距离的函数、同时考虑到基本认知无线电模型的最坏情况的情形而被动态调整的,以确保主设备的服务质量要求。

[0018] 根据本发明的一个方面,提供了一种方法,包括:基于来自频谱感测过程的感测信息,确定与在主设备的主传送器和认知无线电设备之间的距离有关的参数,该确定包括确定主设备的主传送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数,所述频谱感测过程基于从主传送器发出的信号而感测主设备在频谱上的存在。

[0019] 根据本发明的另一个方面,提供了一种认知无线电设备,包括:频谱感测部件,配

置为感测与主设备利用网络频谱的指定部分有关的存在信息,其中认知无线电设备与主设备共享网络频谱的指定部分;和功率控制部件,配置为基于从频谱感测部件输出的主设备的主传送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数,控制认知无线电设备的传送功率。

[0020] 根据本发明的又一个方面,提供了一种包括计算机可执行指令的非瞬时计算机可读存储介质,所述计算机可执行指令响应于执行而使得计算设备执行操作,所述操作包括:基于从频谱感测边信息确定的至少一个许可设备的至少一个遗漏能量检测的至少一个平均可能性的函数,导出认知无线电设备和至少一个许可设备之间的一组候选距离,包括确定该组候选距离中的最短距离。

[0021] 根据本发明的再一个方面,提供了一种系统,包括:用于确定主设备的主传送器和认知无线电设备之间的距离或关于距离的函数,作为来自于频谱感测部件的主设备的主传送器的遗漏能量检测的平均可能性的函数的部件,该频谱感测部件用于基于从主传送器发出的信号而感测主设备在共享频谱上的存在;和用于基于从用于确定的部件输出的距离或关于距离的函数,动态地控制认知无线电设备的传送功率,以在认知无线电设备与主设备共享所述共享频谱时,帮助满足主设备的服务质量(QoS)要求。

附图说明

[0022] 参考附图,进一步描述基于频谱感测边信息的功率控制技术的各个实施例,其中:

[0023] 图 1 说明了基于频谱感测边信息的功率控制的高级框图;

[0024] 图 2 是说明基于频谱感测边信息执行功率控制的第一个非限制方法的流程图;

[0025] 图 3 是说明基于频谱感测边信息执行功率控制的第二个非限制方法的流程图;

[0026] 图 4 是示出这里描述的功率控制技术的系统模型的示例性的非限制性框图。

[0027] 图 5 和 6 说明有关认知无线电的频谱感测的对遗漏可能性的影响的示例性图示;

[0028] 图 7 和 8 说明对于不同数学关系建立基础的、有关认知无线电的频谱感测的示例性图示;

[0029] 图 9 是说明性图,其显示了基于频谱感测技术的边信息(side information)的功率控制的结果和好处;

[0030] 图 10 说明基于频谱感测边信息执行功率控制的第三个非限制方法的流程图;

[0031] 图 11 为描述示例性非限制性网络环境的框图;

[0032] 图 12 为描述示例性非限制性计算系统或操作环境的框图;和

[0033] 图 13 示出了适合于这里描述的多个实施例的数据传送和服务的网络环境的总览。

具体实施方式

[0034] 综述

[0035] 如背景技术中提到的,最近,认知无线电已作为有前途的技术提出,用来通过智能感测和接入许可用户的某些空闲频带(命名为“洞”)来提高频谱利用效率。在这一点上,如背景技术中描述的,已提出功率控制算法以允许认知无线电调整它们的传送功率,以便保证许可用户的 QoS。然而,目前,实际上很难利用现有系统来定位(locate)许可用户,且可

能导致干扰许可用户。例如,通过至少一个传统系统测量的 SNR 特性是不可靠的,容易出错且没有适当地与距离相互关联。

[0036] 考虑到现有功率控制技术的这些限制,依照多个非限制性实施例,通过控制认知无线电的传送功率,允许认知无线电在存在许可用户时操作。为了使对许可用户的干扰最小化,通过利用频率感测边信息来控制认知无线电的传送功率,从而确保在未许可认知无线电存在时的许可用户的 QoS。

[0037] 在各种非限制性实施例中,基于频谱感测边信息,为认知无线电系统提供功率控制,以便减轻了因认知无线电的存在导致的对主用户的干扰。在一个实施例中,首先,从频谱感测边信息导出许可接收器和认知无线电之间的最短距离。然后,基于这个最短距离来确定认知无线电的传送功率,以确保许可用户的 QoS。因为在这个方法中考虑到最坏的情况(其中,认知无线电在最接近于许可用户),所以,所提出的功率控制方法可以应用到任何位置的许可用户。

[0038] 图 1 是一个示例性的非限制性框图,其通常说明应用于未许可的认知无线电 100 的功率控制技术,为了当认知无线电 100 和许可用户 110 都利用共享频谱 120 时,保持许可的主用户 110 的 QoS 要求 116。如所示出的,主用户 110 包括主传送器 112 和主接收器 114。如所示,认知无线电 100 包括传送器 106、功率控制部件 104 和频谱感测部件 102。依照本发明,基于频谱感测部件 102 确定的数据,由功率控制元件 104 确定距离 d 或该距离 d 的函数。随之,由功率控制部件 104 作为距离 d 的函数来控制传送器 106 的功率。通过考虑用于保证 QoS 的要求 116 的最坏情况的情形,功率控制部件 104 允许认知无线电 100 在不干扰主用户 110 的操作的情况下共享频谱 120。

[0039] 在图 2 的示例非限制性流程图中进一步阐明本发明的方法。在 200,基于频谱感测边信息来确定在主传送器(许可的)和认知无线电(未许可的)之间的该距离 d 。接着,在 210,依照如下描述的过程,基于距离 d 控制该认知无线电的传送功率,以便确保与主接收器关联的任何 QoS 要求。

[0040] 如图 3 的流程图所示,在示例性非限制性细节中,在 300,距离 d 的确定可以包括:针对于在认知无线电的频谱感测期间确定主用户的主传送器的存在,计算遗漏能量检测的平均可能性。然后,在 310,基于在 300 计算的遗漏的平均可能性,确定在主传送器和认知无线电之间的距离 d (或者基于 d 的函数,例如由于距离 d 引起的路径损耗)。接着,在 320,本发明的传送功率控制通过基于距离 d 来计算作为距离 d 的函数(或者例如路径损耗的函数)的认知无线电的最大传送功率。结构,认知无线电的传送功率确保了主接收器可接受的 QoS。

[0041] 在以下的描述中,作为各个实施例的基础而呈现系统模型的多个方面,其用于利用这里描述的频谱感测边信息以实现功率控制。然后,提出某些非限制性结果来说明本发明的成效。接着,对于其中可以实现这里描述的实施例的一个或多个方面的认知无线电系统的某个附加环境、之后是一些非限制性操作环境,提供有关认知无线电系统的某个更进一步的背景。

[0042] 系统模型

[0043] 作为在以下更详细描述的本发明的各个实施例的基础,本发明考虑由传送器—接收器对形成的主系统(即,许可用户),其和次用户(认知无线电)在相同的区域中共存。图 4 示

出了依照本发明的所关注的系统模型,其中,对主传送器 PT_x、主接收器 PR_x 和认知无线电 CR 分别进行描述。

[0044] 在主系统中,主传送器 PT_x 与主接收器 PR_x 以传送功率 Q_p 通信。以下将解释图 4 所示的某些系统参数。围绕主传送器 PT_x 的半径为 R_d (m) 的圆代表可解码区域,在其内,在不存在对主接收器的干扰时产生解码能力的信噪比 (SNR)。围绕主传送器 PT_x 的半径为 R_p (m) 的圆代表保护区域,在其内,即使在认知无线电 CR 存在的情况下,也必须确保主接收器 PR_x 成功接收。 Δ (dB) 是归因于距离 R_d 的信号衰减。 μ 是以 dB 形式的保护容限,其代表主系统在本底噪声之上能容忍多少干扰。

[0045] 在次系统 (secondary system) 中,可选地,认知无线电 CR 工作在和主系统相同的频带。在接入信道之前,认知无线电 CR 作为收听方来从接收到的信号检测主系统是否运行。令 d (m) 代表主传送器 PT_x 和认知无线电 CR 之间的距离。在实践中,很难获得 d 的值,这是因为,来自主传送器 PT_x 的信号和信道两者对于认知无线电 CR 都是未知的。

[0046] 另一个有挑战性的问题是允许认知无线电 CR 接入与主用户操作的相同频谱。在这种情况下,认知无线电 CR 可能会干扰主系统,因此降低了主接收器的 QoS。为了减小干扰,基于主接收器 PR_x 可容忍的干扰,来限制认知无线电 CR 的传送功率率 Q_c ,所述干扰直接取决于认知无线电 CR 和主接收器 PR_x 之间的距离。然而,认知无线电 CR 很难定位主接收器 PT_x,其可以在保护区域内的任何位置。

[0047] 为了解决这个问题,依照本发明,作为界限来考虑最坏情况的情形,其中,如图 4 所示,主接收器 PR_x 位于保护区域的边界和从主传送器 PT_x 到认知无线电 CR 的线之间的交点。通过对于此最坏情况限制认知无线电 CR 的传送功率,对于处于保护区域内的任意位置的、正在操作中的主接收器 PT_x,维持可接受的 QoS。在这种情况下,可以从图 4 中看出,被允许对主接收器施加可忍受的干扰的认知无线电 CR 的传送功率取决于以 dB 形式的 SNR 损耗 ($\mu + \psi$)。也注意到,由距离 d 造成的 SNR 损耗是由 $\eta = \psi + \Delta$ (dB) 给出的。然后,传送功率控制问题被转化为针对于给定的 μ 和 Δ 来估算由 d 造成的 SNR 损耗 η 的问题。

[0048] 将图 4 中的任意两端之间的信道假定为经历平坦瑞利衰落和路径损耗。传播功率衰减的特征在于 $Q(r) = r^{-\alpha}$,这里, r 代表距离, α 代表功率损耗指数(即,典型为范围在 2 至 6 之间的常量)。这里,使用其对应于自由空间衰减参数的 $\alpha = 2$ 。

[0049] 基于频谱感测边信息的功率控制

[0050] 如所提到的,依照本发明,实现了基于频谱感测边信息的认知无线电系统中的功率控制方法,用来通过允许认知无线电与主系统共存,有效地利用了频谱。依照本发明方法的各个非限制性实施例,在主传送器和认知无线电之间的距离 d 是基于频谱感测边信息来确定的。接着,基于这个距离 d 来控制认知无线电的传送功率,以确保主接收器的 QoS 要求。

[0051] 为了避免对主(许可)系统的有害干扰,认知无线电通过已知的频谱感测来感测频谱的可用性。频谱感测的目标是在以下两个假定之间判定:

[0052] $H_0: x(t) = n(t) \quad 0 < t \leq T(1)$ 方程 1

[0053] $H_1: x(t) = hs(t) + n(t) \quad 0 < t \leq T(2)$

[0054] 其中, T 代表观测时间, $x(t)$ 是在认知无线电处接收到的信号, $s(t)$ 是来自主传送器的传送信号, $n(t)$ 是带有方差 σ^2 的零均值加性白高斯噪声 (AWGN),且 h 代表瑞利衰落信道系数。瞬时 SNR 被定义为 $\gamma = |hs(t)|^2 / \sigma^2$ 。

[0055] 对于认知无线电频谱感测的另一个挑战是利用有关信道 h 和传送信号 $s(t)$ 的很少信息来检测主传送器的存在。在这样的情形下, 能量检测器已被显示为用于 $s(t)$ 的零均值星座(constellation)的最优检测器。具体的, 以固定频宽 W 和时隙持续时间 T 来采集由 Y 代表的接收到信号的能量, 然后将其与预设的阈值 λ 进行比较。如果 $Y > \lambda$, 则认知无线电假定主系统正在操作, 即, H_1 。否则, 它假定 H_0 。

[0056] 瑞利衰落信道上的能量检测的错误警报、检测和遗漏的平均可能性可以分别给出为

$$[0057] \quad P_f = \mathbf{E}_Y [\text{Prob}\{H_1 | H_0\}]$$

$$[0058] \quad = \frac{\Gamma(u, \frac{\lambda}{2})}{\Gamma(u)}, \quad \text{方程 2}$$

$$[0059] \quad P_d = \mathbf{E}_Y [\text{Prob}\{H_1 | H_1\}]$$

$$[0060] \quad = e^{-\frac{\lambda}{2}} \sum_{n=0}^{u-2} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{2} \right)^n + \left(\frac{1+\bar{\gamma}}{\bar{\gamma}} \right)^{u-1}$$

$$[0061] \quad \times \left[e^{-\frac{\lambda}{2(1+\bar{\gamma})}} - e^{-\frac{\lambda}{2}} \sum_{n=0}^{u-2} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda \bar{\gamma}}{2(1+\bar{\gamma})} \right)^n \right], \quad \text{方程 3}$$

[0062] 和

$$[0063] \quad P_m = \mathbf{E}_Y [\text{Prob}\{H_0 | H_1\}] = 1 - P_d, \quad \text{方程 4}$$

[0064] 其中, $\bar{\gamma}$ 代表在认知无线电的平均 SNR。 $\mathbf{E}_Y [\cdot]$ 代表在随机变量 Y 的期望, 其是瑞利分布的。 $\text{Prob}\{\cdot\}$ 代表可能性。 $\Gamma(\cdot, \cdot)$ 是不完全伽马函数, 且 $\Gamma(\cdot)$ 是伽马函数。最后, 在 $u=5$ 情况下的 $u=TW$ 在本文中被通篇使用。

[0065] 对于图 5 中的每个曲线 500、510 和 520, P_m 是分别对于 $P_f = 0.1$ 、 0.01 和 0.001 的路径损耗效果下的瑞利衰落的认知无线电的平均 SNR 来绘出的。图 5 示出了当平均 SNR 增大时, 遗漏的可能性变小。对于具体的平均 SNR, 由于在能量检测中使用的阈值减小, 更大的 P_f 会导致 P_m 的减小。

[0066] 由于距离 d 引起的路径损耗可以如下给出:

$$[0067] \quad \eta \triangleq -10 \log(d^{-\alpha}), \quad dB$$

$$[0068] \quad = 10 \log \left(\frac{Q_p}{\sigma^2} \right) - 10 \log(\bar{\gamma}), \quad \text{方程 5}$$

[0069] 这里 $\log(\cdot)$ 代表底数为 10 的对数函数。从方程 5 可以获得以下方程:

$$[0070] \quad \bar{\gamma} = \frac{Q_p}{\sigma^2} d^{-\alpha}$$

$$[0071] \quad = \frac{Q_p / \sigma^2}{10^{\frac{\eta}{10}}}. \quad \text{方程 6}$$

[0072] 通过把方程 6 带入方程 3, 得到对于已给出的 Q_p / σ^2 和 α 的 P_m 和 d (或者 η) 之间的关系, 如下:

$$[0073] \quad P_m = f(d) \text{ 或 } P_m = f(\eta). \quad \text{方程 7}$$

[0074] 这个距离 d (或者 η) 可以由 P_m 决定。

[0075] 图 6 的每个曲线 600、610 和 620 显示针对当 $\alpha=2$ 和 $P_f = 0.01$ 时的不同传送 SNR

$Q_p/\sigma^2=80,90$ 和 100 的相对于距离 d 的 P_m 。数值结果说明：当认知无线电远离主传送器时，存在很高的遗漏的可能性。对于固定的距离 d ，更高的传送器 SNR 可以产生更好的感测性能，即，更低的 P_m ，这是由于，接收的 SNR $\bar{\gamma}$ 增强。

[0076] 在主传送器正在操作、但是认知无线电未能测到它时发生遗漏检测。在这种情况下，遗漏可能性 P_m 可以按如下计算。令

$$[0077] \quad I(Y_i) = \begin{cases} 1, & \text{如果 } Y_i > \lambda(10) \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad \text{方程 8}$$

[0078] 其中 $i = 1, \dots, N$ ，这里 Y_i 代表由认知无线电以时隙 i 采集的能量，且 N 为时隙的总数。然后 P_m 可以被估算为：

$$[0079] \quad \hat{P}_m = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I(Y_i). \quad \text{方程 9}$$

[0080] 一旦确定了 P_m ，则可以从方程 7 中获得 d （或者 η ）。

[0081] 当在频谱感测过程期间未正确地检测到主用户的存在时，总系统性能会因为来自认知无线电的干扰而显著降低。因此，依照本发明，提出了传送功率控制方法，用来通过限制因认知无线电的存在引起的干扰、同时也保证有效的频谱利用，来解决这个问题。

[0082] 为了允许主接收器在存在在认知无线电时成功地解码从主传送器接收到的信号，主接收器的信号对干扰加噪声比 (SINR) 应被确保在解码能力 SNR γ_d （以 dB 形式）的阈值之上，即， $\text{SINR} \geq \gamma_d$ 。然后，主接收器的 QoS 可以由下计算：

$$[0083] \quad \frac{Q_p}{Q_c + \sigma^2} \geq 10^{\frac{\gamma_d}{10}}, \quad \text{方程 10}$$

[0084] 这里， Q_p 和 Q_c 分别代表来自主传送器和认知无线电的接收信号功率，从方程 10 和图 2 中所示的参数，可以获得以下方程：

[0085] 对于常量 α 和 μ ，

$$[0086] \quad 10 \log \left(\frac{Q_c}{\sigma^2} \right) \leq \Delta + 10 \log(10^{\frac{\mu}{10}} - 1)$$

$$[0087] \quad + 10\alpha \log \left((10^{\frac{\mu}{10}})^{\frac{1}{\alpha}} - (10^{-\frac{\mu}{10}})^{\frac{1}{\alpha}} \right)$$

$$[0088] \quad \triangleq g(\psi) \quad \text{方程 11}$$

[0089] 可以从方程 11 中看出，允许的 Q_c 的值取决于 SNR 损耗 ψ 。由于主接收器的位置对于认知无线电来说通常是未知的，所以，很难得到 ψ 的值。依照本发明，考虑到主接收器位于与认知无线电最接近的点的这一最坏情况。在这种情况下，从图 4 中，以下方程适用：

$$[0090] \quad \psi = \eta - \Delta, \text{ dB}. \quad \text{方程 12}$$

[0091] 通过将方程 12 带入方程 11，可由 η 决定 Q_c ，考虑 $\eta = -10 \log(d^{-\alpha})$ 的情况：

$$[0092] \quad Q_c^{\max} = g(\eta - \Delta) + 10 \log(\sigma^2), \text{ dB}$$

$$[0093] \quad = g(-10 \log(d^{-\alpha}) - \Delta) + 10 \log(\sigma^2), \text{ dB} \quad \text{方程 13}$$

[0094] 其中， Q_c^{\max} 代表以 dB 形式的 Q_c 的最大值，并且已从上述频谱感测边信息导出 d 。结果，根据这里描述的实施例，从针对认知无线电功率控制的以下步骤，来确定确保主接收器的可接受的 QoS 的认知无线电的传送功率：

[0095] 步骤 1：通过方程 9 计算 P_m 。

[0096] 步骤 2 :通过方程 7 导出 d 或 η 。

[0097] 步骤 3 :通过方程 13 计算 Q_c^{max} 。

[0098] 如上所述,参照本发明,呈现了一些示例性的非限制性数值结果,以从数学上说明在认知无线电系统中的传送功率控制方法的效果。

[0099] 这些数值结果假定系统参数如下:

[0100] • $\Delta = 60\text{dB}$;

[0101] • $\mu = 1\text{dB}$;

[0102] • $Q_p / \sigma^2 = 100\text{dB}$;

[0103] • $P_f = 0.01$;

[0104] • $\alpha = 2$ 。

[0105] 同时,假设信道环境具有平坦瑞利衰落和路径损耗。为了允许认知无线电和主系统共享频谱、同时确保由方程 10 特征化的主接收器的阈值 QoS ,应当相应地控制认知无线电的传送功率。

[0106] 下面,通过示出获得了认知无线电的最大传送功率,来说明本发明的效果。因为对于认知无线电来说很难定位主接收器,所以,如上所述,考虑了主接收器最接近于认知无线电的这一最坏情况的情形,如图 4 所示。

[0107] 首先,通过方程 7,得到如图 7 的曲线 700 所示的 P_m 对 η (以 dB 形式)的曲线,从而说明在 P_m 和因距离引起的 SNR 损耗之间的比例关系。

[0108] 接着,通过方程 13,得到如图 8 中的曲线 800 所示的 Q_c^{max} 对 η (以 dB 形式)的曲线。图 8 的曲线 800 说明:当认知无线电和主接收器之间发生严重的 SNR 损耗时,可以增加认知无线电的可允许的传送功率。这是合理的,因为认知无线电对主接收器施加的干扰功率通过大路径损耗而减小。

[0109] 最后,从图 7 和 8 中,由图 9 的曲线 900 说明建立了在 Q_c^{max} 和 P_m 之间的关系。通过方程 9 计算 P_m ,可以确定最大传送功率 Q_c^{max} ,以确保许可用户在认知无线电环境中的 QoS 。因为根据主接收器最接近于认知无线电的这个最坏情况情形估算了最大功率 Q_c ,所以,本发明的功率控制方法可以应用到任何位置上的主接收器。

[0110] 图 10 是示例性方法的另一个流程图,该方法用于处理频谱感测边信息,以动态控制在认知无线电系统中的认知无线电的传送功率,以便减小 / 消除由认知无线电引起的对许可用户干扰的可能性。在 1000,基于频谱感测边信息,导出许可用户和认知无线电之间的信道的路径损失。在 1010,针对于在频谱感测期间检测到许可用户的传送,计算遗漏能量检测的平均可能性。在 1020,基于频谱感测边信息,导出从认知无线电到许可用户之间的一组或一个范围的候选距离。接着,在 1030,从这组或这个范围的距离中选择该组候选距离范围中的最短距离。然后,在 1040,基于到该许可用户的最短距离(或者,在存在多个许可用户的情况下,到多个许可用户的最短距离),用于在共享频谱中传送的认知无线电的传送功率被动态控制,以消除对许可用户(多个)的干扰的可能性。由于在确定中考虑到最坏情况的因素,所以,即使在最坏情况显露时,许可用户也将能够在共享频谱内无来自认知无线电的干扰的情况下继续。

[0111] 因此,本发明应用在主用户和认知无线电同时共享频谱的环境中。为了限制对主用户的干扰,根据本发明提供了功率控制方法,其智能地调整认知无线电的传送功率,同时

保持对主用户的服务质量。通过频谱感测边信息、实际上包括主用户的隐含的位置信息的遗漏可能性,来控制传送功率。数值结果示出:本发明保证了对于在任何位置中的主用户的可靠的服务质量,同时大大增强了频谱的利用。

[0112] 认知无线电系统的补充环境

[0113] 认知无线电曾被视为一个理想目标,朝着这个目标,软件定义的无线电平台应该涉及:完全可重配置的无线黑箱(black box),其响应于网络 and 用户需求,自动改变其通信变量。

[0114] 就通信行业来说,不同国家的规管机构发现:大部分无线电频谱未被有效利用。例如,发现在世界的大部分地方,蜂窝式网络超负荷,但是,业余无线电和寻呼频率则不然。所进行的独立研究证实了该观察,且得出结论,即:频谱利用强烈依赖于时间和地点。此外,固定频谱分配阻止了未许可用户使用极少使用的频率(被分配给具体服务的那些频率),即使它们的传送根本不会对所分配的服务造成干扰。因此,开发了基本原则,用于允许未许可用户利用许可频带,只要其不会引起任何干扰(通过每当感测到阈值的合法用户存在时避免它们)即可。

[0115] 近来,例如,出现了频谱使用的强烈竞争,特别是 3GHz 以下的频谱。来自联邦通信委员会(FCC)的研究示出:许可频谱的利用率的范围仅为从 15%到 85%。为了充分使用频谱(空白空间),建立了 IEEE802. 22 无线地区区域网络(WRAN)团体,以利用在 54MHz 和 862MHz 之间的频谱。作为 WRAN 的候选,认知无线电技术已经被追捧,以利用频谱洞的存在。

[0116] 取决于在针对传送和接收变化作出判定时考虑的一组参数,有两种主要类型的认知无线电:(1)全认知无线电,或 Mitola 无线电,其中,考虑通过无线节点和网络可观测的每个可能参数;和(2)频谱感测认知无线电,其中,只考虑无线电频谱。此外,作为另一个区分因素,对于许可频带认知无线电,可使用与未许可频带分离的分配给许可用户的频带。对于未许可频带认知无线电,只使用无线电频谱的未许可部分。

[0117] 对于电信行业来说,频谱感测认知无线电已变得引起越来越多的兴趣。频谱感测认知无线电的应用包括但决不局限于:紧急网络和 WLAN,其具有更高的吞吐量和传送距离延伸。频谱感测认知无线电的焦点在于设计高质量的频谱感测设备和算法,用于在节点之间交换频谱感测数据。

[0118] 在这一点上,认知无线电的主要功能是:(1)频谱感测,(2)频谱管理,(3)频谱移动性,和(4)频谱共享。认知无线电的频谱感测涉及检测未使用的频谱,并在不带有其他用户的有害干扰的情况下共享未使用的频谱。在这个意义上,认知无线电网络的目的是感测频谱洞,且一种感测频谱洞的方法是有效地分析网络的主用户。

[0119] 频谱管理包括捕获最优可用频谱,以满足用户通信需求,即,认知无线电应当在最优谱带上判定,以满足所有可用谱带上的任何 QoS 要求,包括频谱分析和作出判定。

[0120] 随之,频谱移动性被定义为当认知无线电用户改变其操作频率时的过程。认知无线电网络的目的在于:通过允许无线终端在最优可用频带中操作,动态地使用频谱,从而保持在向更好频谱的转换期间的无缝通信要求。正如这个命名字所暗示的,频谱共享致力于为所有节点提供公平的频谱调度方法。

[0121] 示例性网络和分布式环境

[0122] 本领域的普通技术人员能理解,这里描述的认知无线电的功率控制的各个实施例

可以与任何计算机或其他客户端或服务器设备结合实现,其可以被部署为计算机网络的一部分或在分布式计算环境中,且可以连接到任何种类的数据存储装置。在这一点上,这里描述的各个实施例可以在具有任意数目的存储器或存储单元的任何计算机系统或环境、以及跨越任意数目的存储单元而出现的应用程序和程序中实现。这包括但不限于,具有在网络环境或分布式计算环境中部署的服务器计算机和客户端计算机的环境,其具有远程的或本地存储装置。

[0123] 分布式计算通过在计算设备和系统之间的通信交换提供了计算机资源和服务的共享。这些资源和服务包括信息的交换,高速缓冲存储装置和用于例如文件的对象的盘存储装置。这些资源和服务也包括跨越用于负载均衡、资源扩充、处理专门化等的多个处理单元而共享处理能力。分布式计算利用网络连通性的优点,从而允许客户机平衡(leverage)它们的集合能力,以对整个企业有益。在这一点上,大量设备可以具有应用程序、对象或资源,其可以利用如针对所公开主题的各个实施例描述的认知无线电的功率控制。

[0124] 图 11 提供了示例性网络或分布式计算环境的示意图。这个分布式计算环境包括计算对象 1110、1112 等等、以及计算对象或设备 1120、1122、1124、1126、1128 等等,其可以包括通过应用程序 1130、1132、1134、1136、1138 表现的程序、方法、数据存储、可编程逻辑等等。可以理解,对象 1110、1112 等和计算对象或设备 1120、1122、1124、1126、1128 等可以包括不同的设备,如 PDA、音频 / 视频设备、移动电话、MP3 播放器、个人电脑、便携式电脑等等。

[0125] 每个对象 1110 和 1112 等和计算对象或设备 1120、1122、1124、1126、1128 等可通过通信网络 1140,与一个或多个其他的对象 1110、1112 等和计算对象或设备 1120、1122、1124、1126、1128 等直接或间接地通信。即使在图 11 中被示出为单个元件,但网络 1140 可以包括提供服务给图 11 的系统的其他计算对象和计算设备,和 / 或可能代表未示出的多个连接网络。每个对象 1110、1112 等或 1120、1122、1124、1126、1128 等也可以包括可以利用 API 的应用程序,如应用程序 1130、1132、1134、1136、1138,或包括其他对象、软件、固件和 / 或硬件,其适于与依照公开主题的各个实施例而提供的认知无线电通信,或实现所述认知无线电的功率控制。

[0126] 存在支持分布式计算环境的各种系统、组件和网络构造。例如,计算系统可以由有线或无线系统、由局域网或广泛分布式网络连接在一起。当前,很多网络连接到因特网,其为广泛分布式系统提供基础结构,且包括很多不同网络,尽管任何网络基础结构可被用于在各个实施例中描述的认知无线电的功率控制所伴随的示例性典型通信。

[0127] 因此,可以利用网络拓扑和网络基础结构的主机,如客户机 / 服务器、对等网络或混合架构。在客户机 / 服务器架构尤其是网络系统中,客户机通常是访问由例如服务器的另一个计算机提供的共享网络资源的计算机。如图 11 所示,作为非限制性例子,计算机 1120、1122、1124、1126、1128 等可被认为是客户机,且计算机 1110、1112 等可以认为是服务器,其中,服务器 1110、1112 等提供数据服务,如从客户端计算机 1120、1122、1124、1126、1128 等接收数据、存储数据、处理数据、将数据传送给客户端计算机 1120、1122、1124、1126、1128 等,尽管依据环境,任意计算机可被认为是客户机、服务器或者两者。这些计算机设备中的任一个可以处理数据,或者请求服务或任务,所述服务或任务可能暗示对于一个或多个实施例在这里描述的认知无线电的功率控制。

[0128] 典型地,服务器是通过例如因特网或无线网络基础结构的远程或本地网络可访问的远程计算机系统。客户端进程可以在第一计算机系统中有效,且服务器进程可以在通过通信介质彼此通信的第二计算机系统中有效,从而提供分布的功能且允许多个客户机利用服务器的信息采集能力。依照认知无线电的功率控制使用的任一软件对象可以被独立提供,或分布在多个计算设备或对象中。

[0129] 在通信网络 / 总线 114 是因特网的网络环境中,例如,服务器 1110、1112 等可以为万维网服务器,通过其,客户机 1120、1122、1124、1126、1128 等通过例如超文本传送协议 (HTTP) 的众多已知协议中的任一个通信。服务器 1110、1112 等也可以用作客户机 1120、1122、1124、1126、1128 等,如分布式计算环境的特性那样。

[0130] 示例性计算设备

[0131] 如提到的,有利地,这里描述的技术可以应用到任意设备,其中,希望使次用户使用主要为次用户指派的未被利用的频谱。因此,应该理解,考虑到各种各样的手持、便携式和其他计算设备和计算对象,用于与各个实施例结合使用,即,在设备可在认知无线网络中请求服务的任何地方。因此,以下在图 12 中描述的通用远程计算机仅是计算设备的一个例子。

[0132] 尽管不需要,但可以通过被设备或对象的服务的开发者利用的操作系统部分地实现实施例,和 / 或所述实施例被包括在应用软件内,所述应用软件运行,以执行这里描述的各个实施例的一个或多个功能方面。软件可以被描述在例如程序模块的计算机可执行指令的通用环境中,其由一个或多个计算机执行,客户端工作站、服务器或其他设备。本领域的技术人员将理解,计算机系统具有可被用来传递数据的各种结构和协议,且因此,特定配置或协议不应被视为限制。

[0133] 图 12 由此说明了合适的计算系统环境 1200 的例子,其中,可以实现这里描述的实施例的一个或多个方面,尽管如上面清楚地说明的,计算系统环境 1200 只是合适的计算环境的一个例子,而不意欲暗示对于使用或功能范围的任何限制。计算环境 1200 也不应理解为具有与在示例性操作环境 1200 中所示的组件的任意一个或组合有关的任何依赖或要求。

[0134] 参考图 12,实现一个或多个实施例的示例性设备包括以计算机 1210 的形式的通用计算设备。计算机 1210 的组件可以包括但不局限于处理单元 1220、系统存储器 1230、以及将包括系统存储器的各种系统组件连接到处理单元 1220 的系统总线 1222。

[0135] 典型地,计算机 1210 包括各种计算机可读介质,且可为可由计算机 1210 存取的任何可用介质。系统存储器 1230 可以包括以例如只读存储器和 / 或随机存取存储器 (RAM) 的易失性和 / 或非易失性存储器的形式的计算机存储介质。通过举例而并非限制,存储器 1230 也可以包括操作系统、应用程序、其他程序模块和程序数据。

[0136] 用户可以通过输入设备 1240 输入命令和信息给计算机 1210,监视器或其他类型的显示设备也通过例如输出接口 1250 的接口连接到系统总线 1222。除了监视器,计算机也可以包括其它外围输出设备,如扬声器和打印机,其可以通过输出接口 1250 连接。

[0137] 计算机 1210 可以通过网络接口 1260,利用到例如远程计算机 1270 的一个或多个其他远程计算机的逻辑连接,在网络式或分布式环境中运行。该远程计算机 1270 可以是个人计算机、服务器、路由器、网络 PC、对等设备或其他共同网络节点、或任何其他远程媒介消

耗或传送设备,并且可以包括关于计算机 1210 的如上所述的任意或所有成分。在图 12 所示的逻辑连接包括网络 1272,如局域网(LAN)或广域网(WAN),但也可以包括其他网络/总线。这些网络环境普遍存在于家庭、办公室、整个企业计算机网络、内联网和因特网。将理解,所示和描述的网络连接是示例性的,且可以利用建立在计算机之间的通信的其他方式。

[0138] 示例通信网络和环境之间

[0139] 上述优化算法和进程可以应用到任何网络,然而,下面的描述提出一些示例性的无线网络和非限制性操作环境,其用于伴随着本发明的功率控制算法和过程的通信。以下描述的操作环境应该认为是非穷举性的,然而,以下描述的网络架构仅仅示出了其中可并入本发明的网络架构之一。然而,可以意识到,本发明也可以被并入任何现存或未来可选的通信网络架构。

[0140] 全球移动通信系统(“GSM”)是当今快速发展系统中的最广泛使用的无线接入系统之一。GSM 向例如移动电话或计算机用户的用户提供电路交换的数据服务。作为 GSM 技术的延伸的通用分组无线电服务(“GPRS”)对 GSM 网络引入分组交换。GPRS 利用基于分组的无线通信技术,以高效的方式传送高速和低速数据和信令。GPRS 优化网络和无线电资源的使用,因此使得成本有效、以及允许对分组模式应用的 GSM 网络资源的有效利用。

[0141] 作为本领域的普通技术人员的其中一员,可以理解,这里描述的示例性 GSM/GPRS 环境和服务也可以被扩展到 3G 服务,如全球移动电话系统(“UMTS”)、频分双工(“FDD”)和时分双工(“TDD”)、高速分组数据存取(“HSPDA”)、cdma20001x 演进数据优化(“EVDO”)、码分多址 2000 (cdma20003x)、时分同步码分多址(“TD-SCDMA”)、宽带码分多址(“WCDMA”)、增强数据 GSM 环境(“EDGE”)、国际移动通信-2000 (“IMT-2000”)、数字增强无绳通信(“DECT”)等等,以及扩展到适时可用的其它网络服务。在这一点上,本发明的技术可以与数据传输方法独立地应用,且不依赖于任何特定网络架构或基础协议。

[0142] 图 13 描绘了其中可以实践本发明的、示例性的基于分组的移动蜂窝网络环境(如 GPRS 网络)的总体框图。在这样的环境中,存在多个基站子系统(“BSS”) 1300 (只示出一个),其每一个包括基站控制器(“BSC”) 1302,其服务多个基础收发站(“BTS”),如 BTS1304、1306 和 1308。BTS1304、1306、1308 等为接入点,其中,基于分组的移动设备的用户变成连接到无线网络。在示例性方式中,源自用户设备的分组流量经由空中接口而传输到 BTS1308,且从 BTS1308 传输到 BSC1302。

[0143] 基站子系统,如 BSS1300,是内部帧中继网络 1310 的一部分,其可以包括例如 SGSN1312 和 1314 的服务 GPRS 支持节点(“SGSN”)。每个 SGSN 依次连接到内部分组网络 1320,通过其,SGSN1312、1314 等能向和从多个网关 GPRS 支持节点(GGSN) 1322、1324、1326 等路由数据包。如图所示,SGSN1314 和 GGSN1322、1324 和 1326 是内部分组网络 1320 的一部分。网关 GPRS 服务节点 1322、1324 和 1326 主要提供接口给外部因特网协议(“IP”)网络,如公用陆地移动网(“PLMN”) 1345、企业内联网 1340、或固定端系统(“FES”)或公共因特网 1330。如图所示,用户企业网络 1340 可以通过防火墙 1332 连接到 GGSN1324;且 PLMN1345 通过更宽的网关路由器 1334 连接到 GGSN1324。当移动蜂窝设备呼叫公共网络 1340 时,远程认证拨号用户服务(“RADIUS”)服务器 1342 可被用于呼叫方认证。

[0144] 通常,在 GSM 网络中可以有四种不同的小区大小,即宏(macro)、微(micro)、微微(pico)和伞状小区(umbrella cell)。每个小区的覆盖面积在不同环境下不同。宏小区可

以认为是这样的小区,其中,基站天线被安装在平均屋顶水平之上的天线杆或建筑物中。微小区是其天线高度在平均屋顶水平之下的小区;典型地,它们被用在市区。微微小区是具有直径是小于几十米的很小的小区;它们主要用在室内。另一方面,伞状小区被用于覆盖更小的小区的屏蔽区域,且填补了那些小区之间的覆盖的间隙。

[0145] 因此,可以涉及根据本发明的优化算法和过程的功能的网络元素可以包括但不限于不限于网关 GPRS 支持节点表、固定端系统路由表、防火墙系统、VPN 隧道和给定网络可能需要的任何网络单元。

[0146] 如上所提到的,尽管已结合各种计算设备和网络架构来描述示例实施例,但基本概念可以被应用到任何网络系统和任何计算设备或系统,其中希望在认知无线电网络中执行合作频谱感测。

[0147] 同时,存在很多方式来实现同样或类似的功能,例如合适的 API、工具包、驱动代码、操作系统、控制、单机或可下载的软件对象等,其使应用和服务能够根据这里的实施例请求认知无线电网络中的网络频谱。因此,从 API (或其他软件对象)的观点、以及从提供上述各种功能中的任一个的软件或硬件对象,来考虑上述实施例。而且,这里所述的各个实施例可以具有完全硬件的、部分硬件和部分软件的、以及软件的形式方面。

[0148] 尽管结合各个图的优选实施例而描述了本发明,但应理解,可以使用其他相似实施例,或对描述的实施例做修改和添加,以执行本发明的相同功能,而不会与其背离。例如,本领域的技术人员会认识到:在当前应用中所描述的本发明可以应用到任何环境,不论有线还是无线,且可以被应用到通过通信网络连接且跨越网络而交互的任何数目的设备。因此,本发明不应该局限于任意单个实施例,而应该被解释为根据所附权利要求的宽度和范围。

[0149] 这里用的词“示例性”意为举个例子,例证或说明。为避免疑问,这里揭示的主题不局限于这些例子。此外,这里描述的作为“示例性”任何方面或设计没有必要解释为比其他方面或设计首选或有利的,也不意味着排除相对于本领域技术人员已知的等效典型结构和技术。更进一步,在一定程度上,术语“包括”,“具有”,“包含”和其他类似的词用在或细节描述上或者在权利要求中,为了避免疑问,这些术语在一定程度上和术语“包含”类似为范围广阔的,其作为不排除任何附加或其他单元的开放性过渡词汇。

[0150] 这里描述的发明的各个实现可以具有完全是硬件的、部分是硬件且部分是软件的、以及软件的方面。如这里用到的,术语“组件”,“系统”等同样意欲表示计算机相关的实体,硬件、软件和硬件的组合、软件或执行软件。例如,组件可以是但不局限于在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行线程、程序和 / 或计算机。通过说明,在计算机上运行的应用软件和计算机都可以是组件。一个或多个组件可以驻留在进程中、和 / 或执行线程中,而且组件可以本地地位于一个计算机上,和 / 或分布在两个或更多计算机之间。

[0151] 因此,本发明的方法和装置,或其中某个方面或部分,可以采用在有形介质中实施的程序代码(即,指令)的形式,所述有形介质例如为软盘、CD-ROM、硬盘驱动器、或任意其他机器可读存储介质,其中,当程序代码被加载到例如计算机的机器中并有该机器执行时,该机器成为实践本发明的装置。在可编程计算机上执行程序代码的情况下,计算设备通常包括处理器、处理器可读的存储介质(包括易失或非易失性存储器和 / 或存储单元)、至少一个输入设备和至少一个输出设备。

[0152] 此外,公开的主题可以被实现为系统、方法、装置、或利用标准编程的产品和 / 或用来生产软件、固件、硬件或其任何组合的工程技术,以控制基于计算机或处理器的设备实现这里详述的方面。这里用到的术语“制品”,“计算机程序产品”或类似的术语意欲涵盖可从任何计算机可读设备、载波和介质访问的计算机程序。例如,计算机可读介质可以包括但不限于磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁带…)、光盘(例如 CD、数字多用盘(DVD) …)、智能卡、以及闪存器件(例如,卡、棒)。此外,众所周知,可以采用载波来携带计算机可读电子数据,如用于传送和接收电子邮件或用于接入例如因特网或局域网(LAN)的网络的那些计算机可读电子数据。

[0153] 已针对几个组件之间的交互来描述了前面提到的系统。可理解,这样的系统和组件可以包括那些组件或具体的子组件、具体组件或子组件中的一些、和 / 或附加组件,且根据前述的各种置换和结合。子组件也可以被实现为以通信方式连接到其他组件、而不是例如根据层级设置被包括在父母组件内。另外,应该注意到,一个或多个组件可以被组合到提供整体功能的单个组件中,或被划分成几个分离的子组件,且可提供任何一个或多个中间层,例如管理层,以便以通信方式连接到这样的子组件,从而提供集成的功能。这里描述到的任何组件也可以与这里没有具体描述但对于本领域技术人员公知的一个或多个其他组件交互。

[0154] 考虑到上面描述的示例性系统,参考各种图表的流程图,可以更好地理解根据所揭示的主题实现的方法。尽管为了解释的简单的目的,将方法示出并描述为一系列框,但应理解和认识到,权利要求的主题不局限于框的顺序,因为有些框可以以不同的顺序和 / 或与这里描述和表述的其他框同时出现。在非顺序或分支流程通过流程图来表示的情况下,可以认识到,可实现框的各种其他分支、流程路径和顺序,其达到相同或相似的结果。而且,不要求所有图示的框实现下文描述的方法。

[0155] 此外,由于上面揭示的系统的不同部分和下面的方法可以包括或包含人工智能、或基于知识或规则的组件、子组件、程序、部件、方法或机构(例如,支持向量机器、神经网络、专家系统、贝叶斯信念网络、模糊逻辑、数据融合技术、分类器…)。这样的组件及其他可以使机构或由此执行的过程自动化,从而使得部分系统和方法不但高效和智能还更具有适应性。

[0156] 虽然关于各种图的优选实施例描述了本发明,但要理解,其他类似实施例可以使用,或对所述的实施例修改或增加,以执行本发明同样的功能,而不背离于此发明。

[0157] 虽然示例性实施例涉及利用本发明在特殊程序语言概念、规范或标准的环境中,但本发明没有如此限制,而且可以以任何的语言执行以实现这里所述的认知无线电的功率控制算法。再者,本发明可以在处理芯片或设备中或其之间实现,且同样地,存储可以在多个设备之间有效。因此,本发明不应限制在任一单独的实施例,而应该被解释为根据所附权利要求的宽度和范围。

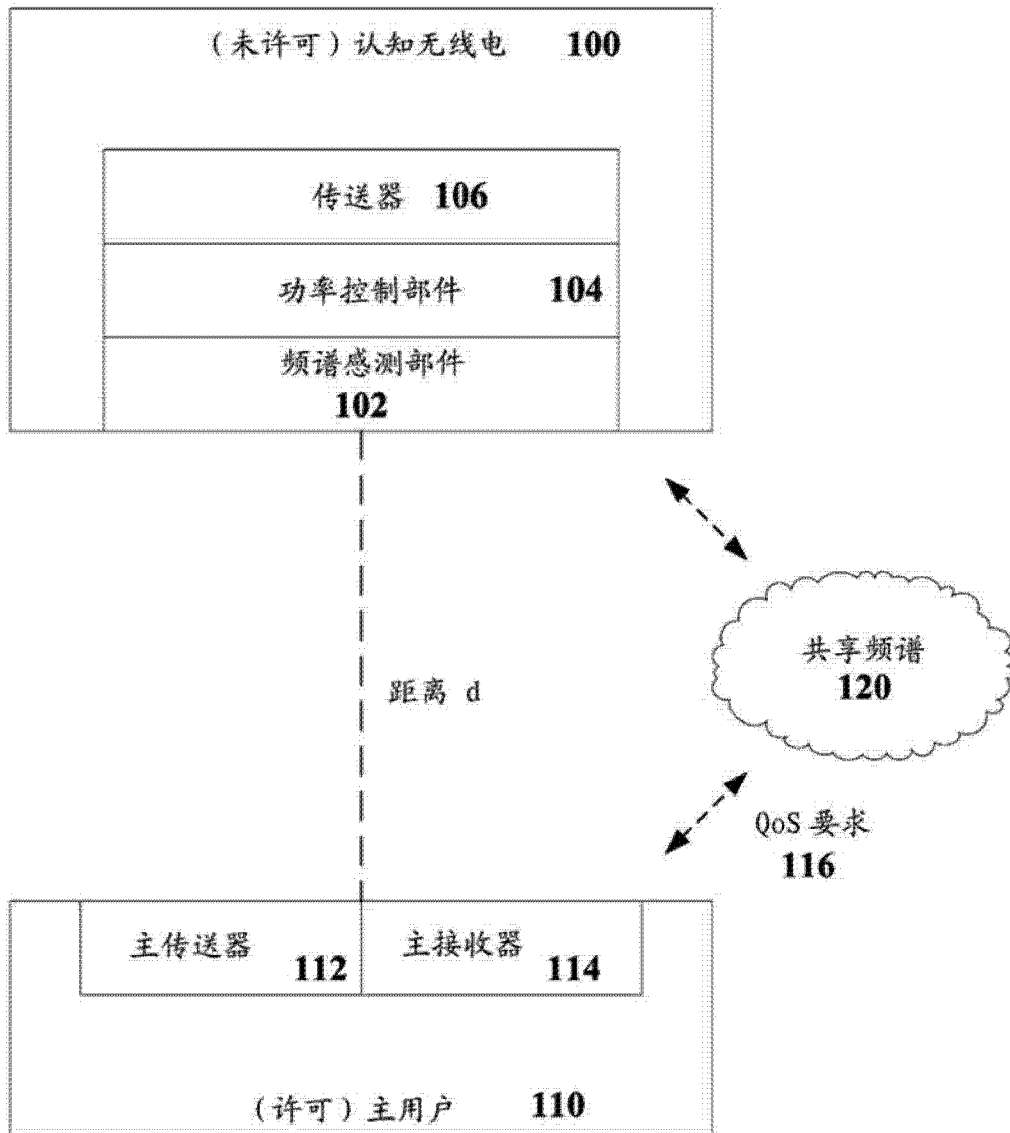


图 1

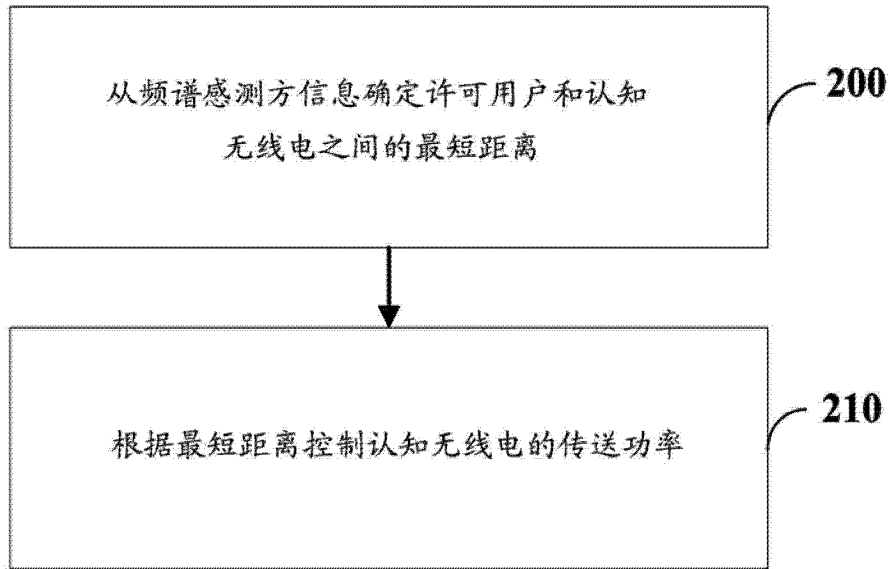


图 2

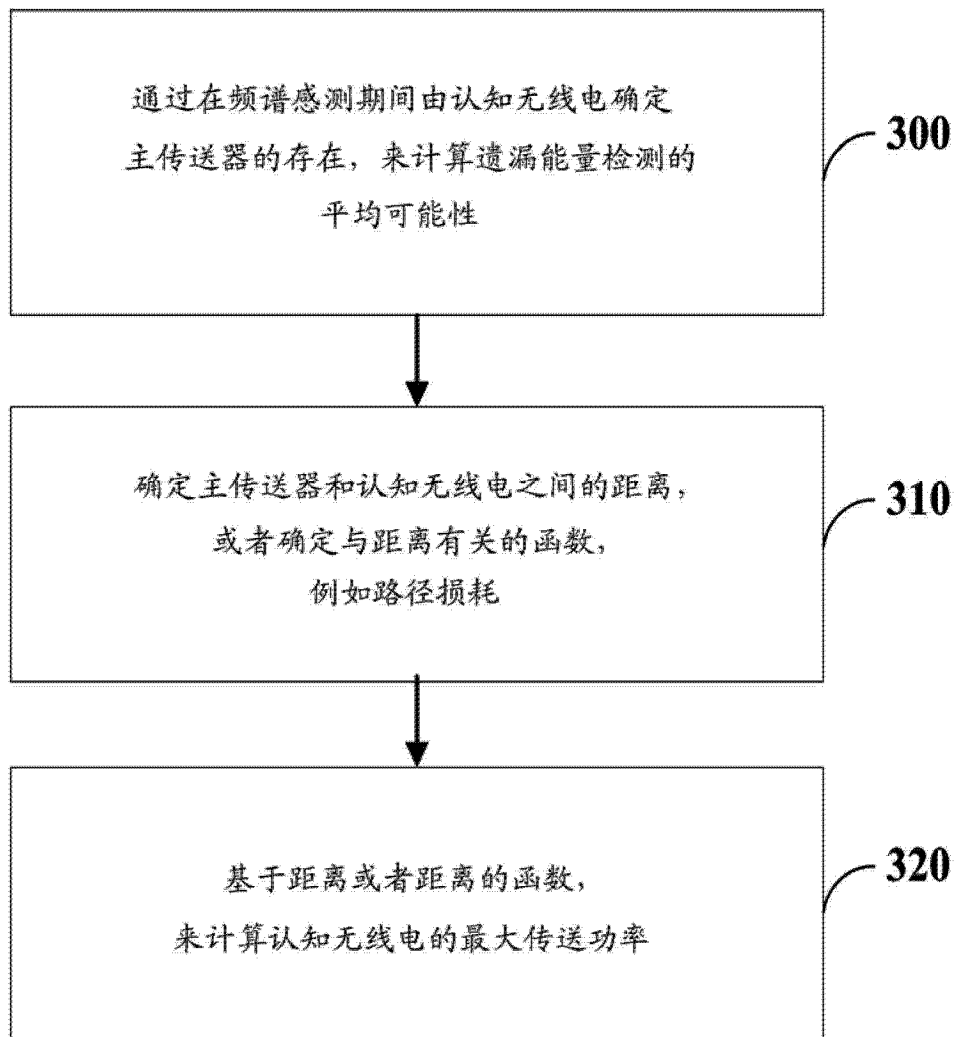


图 3

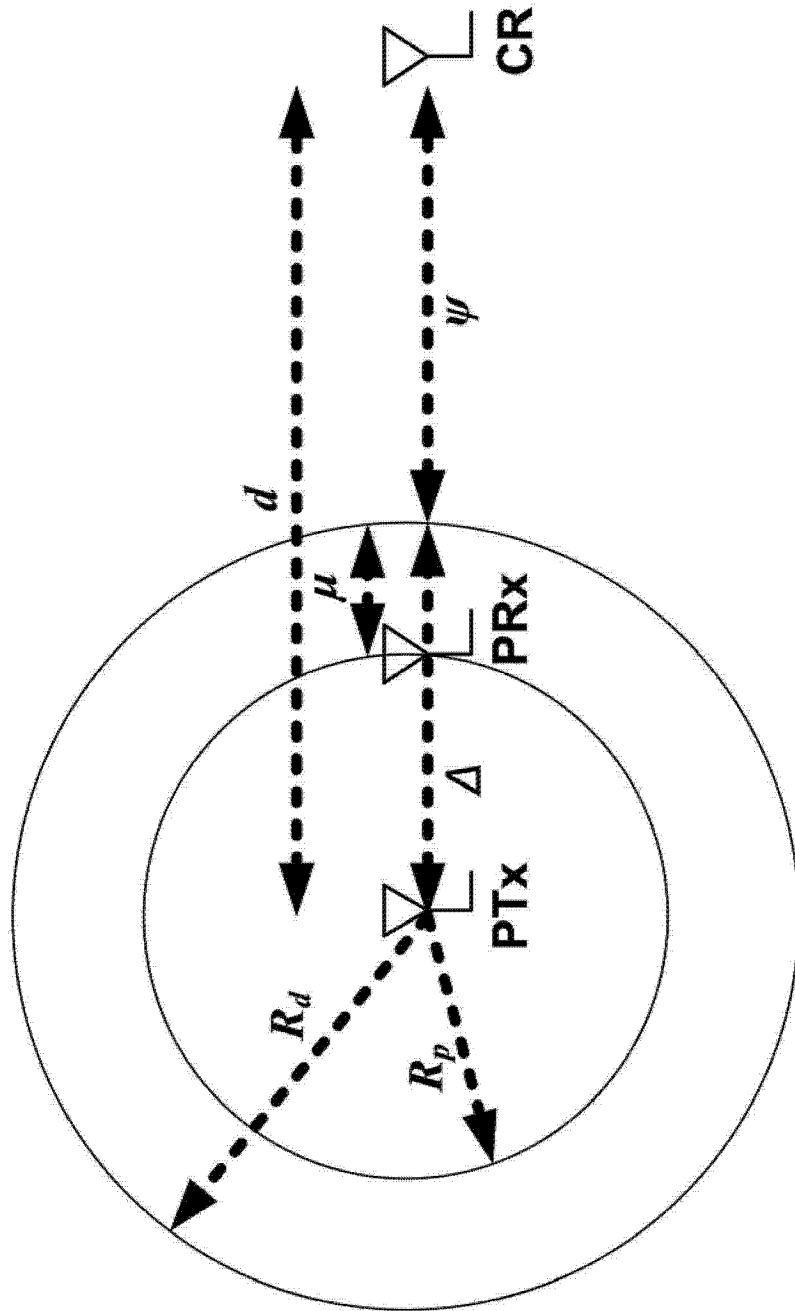


图 4

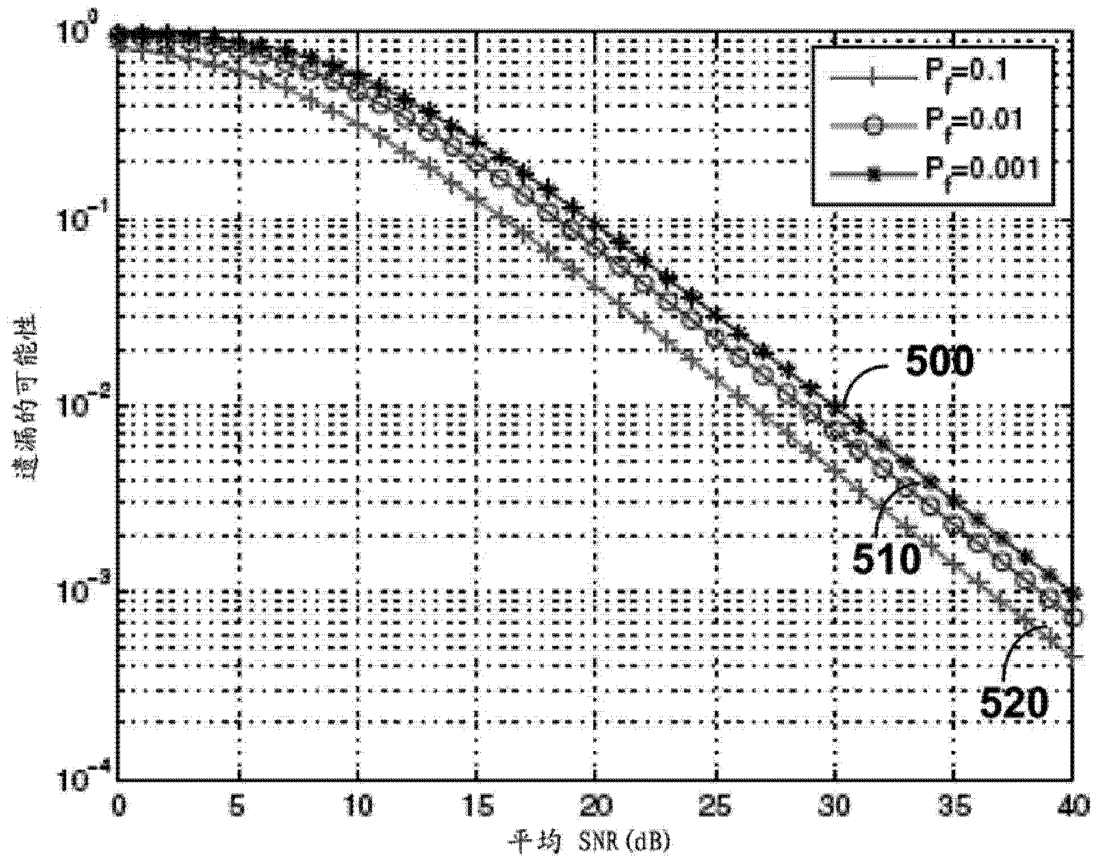


图 5

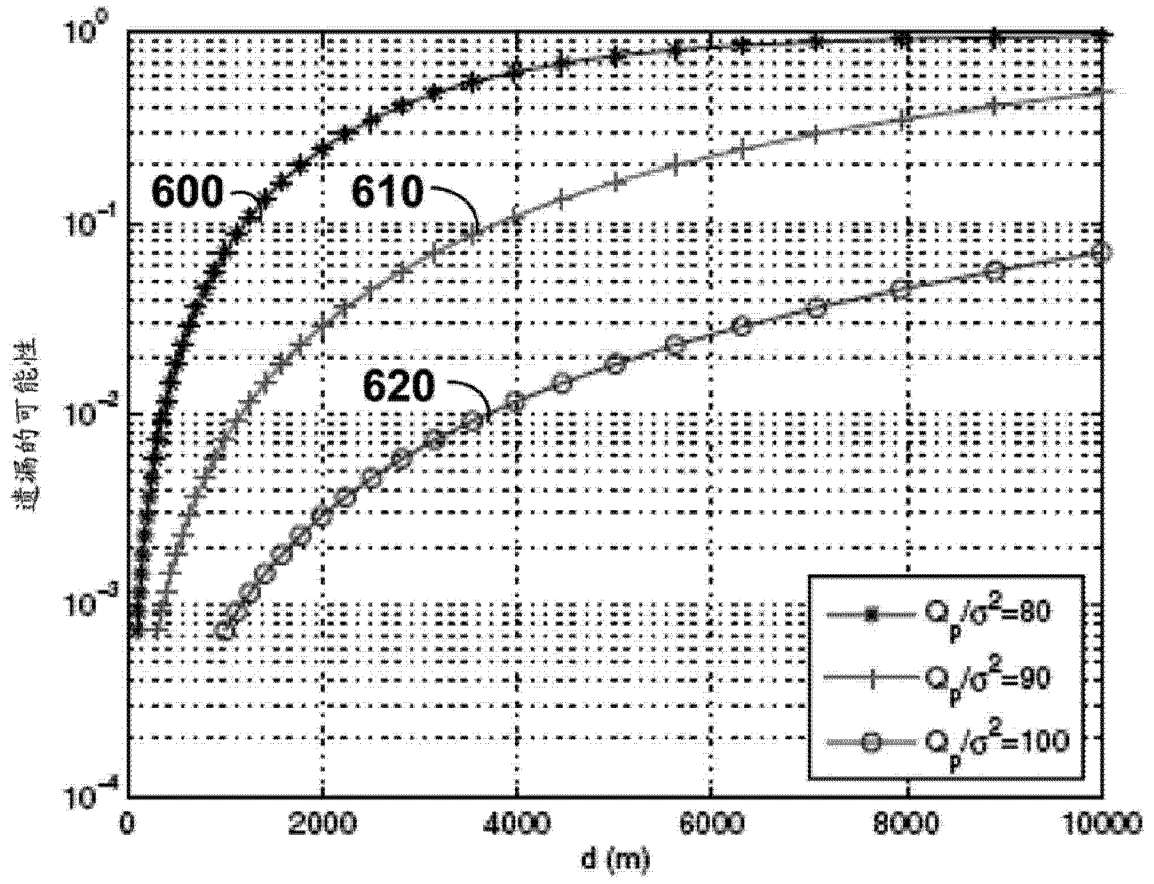


图 6

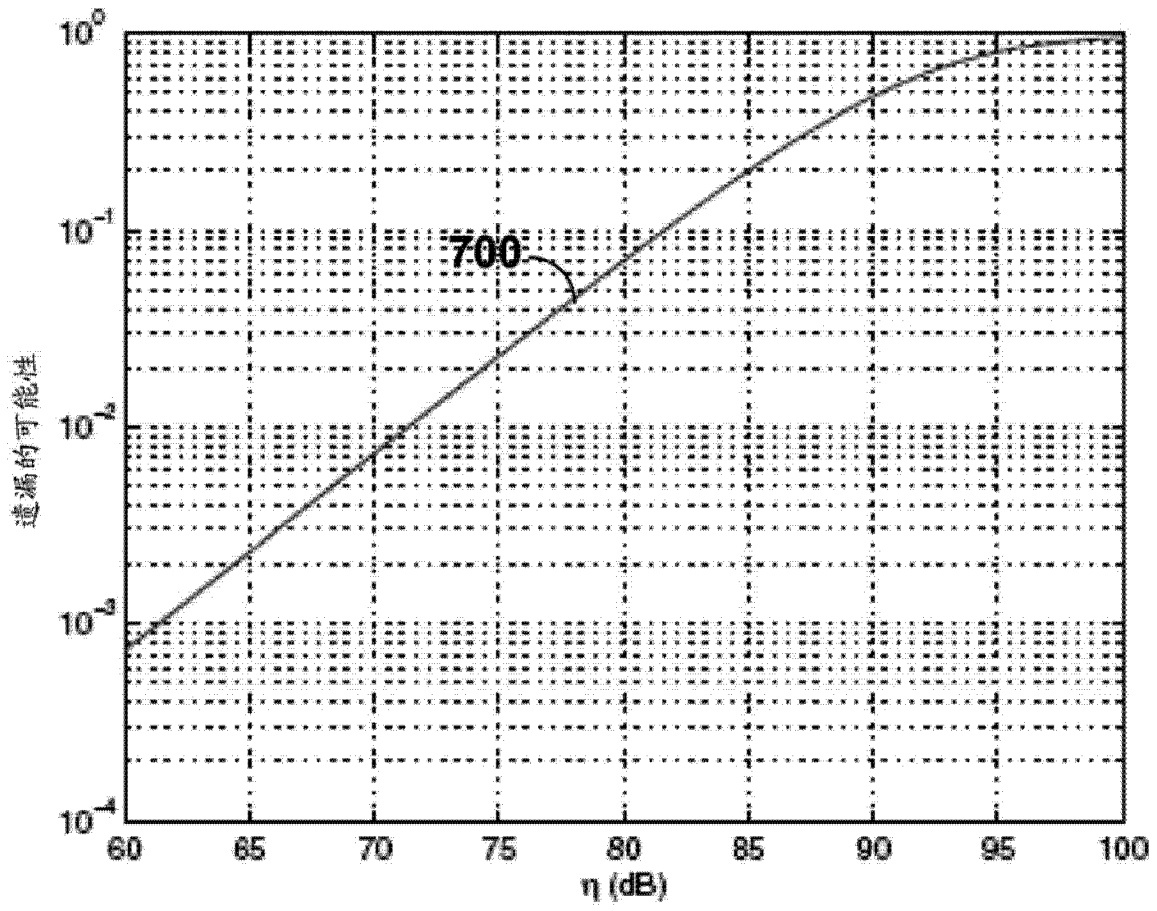


图 7

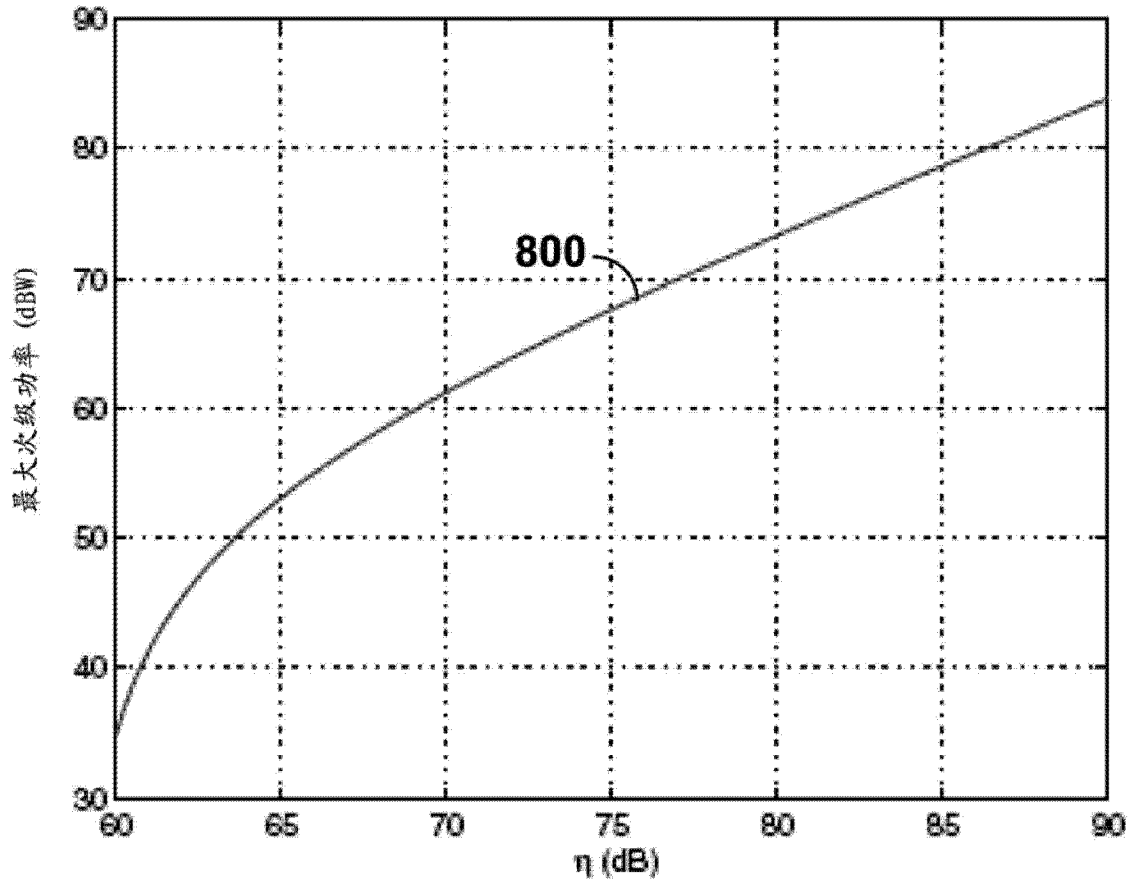


图 8

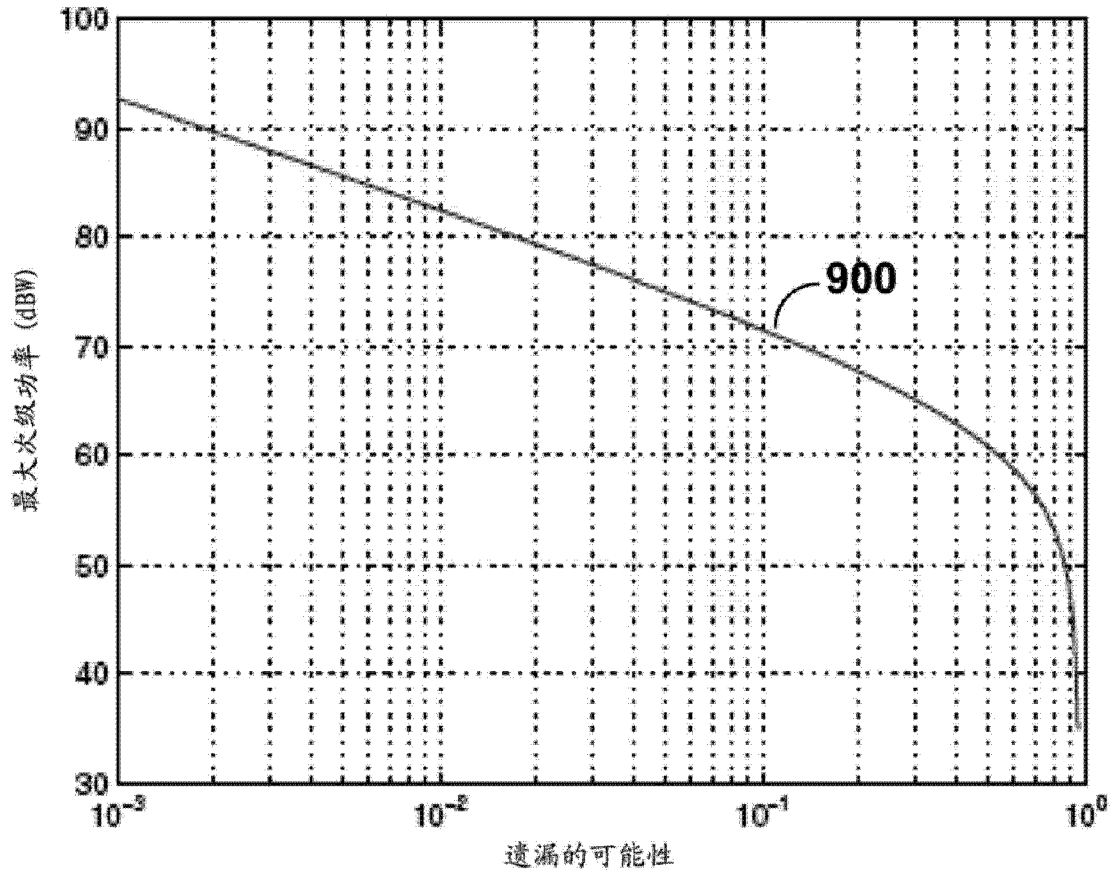


图 9

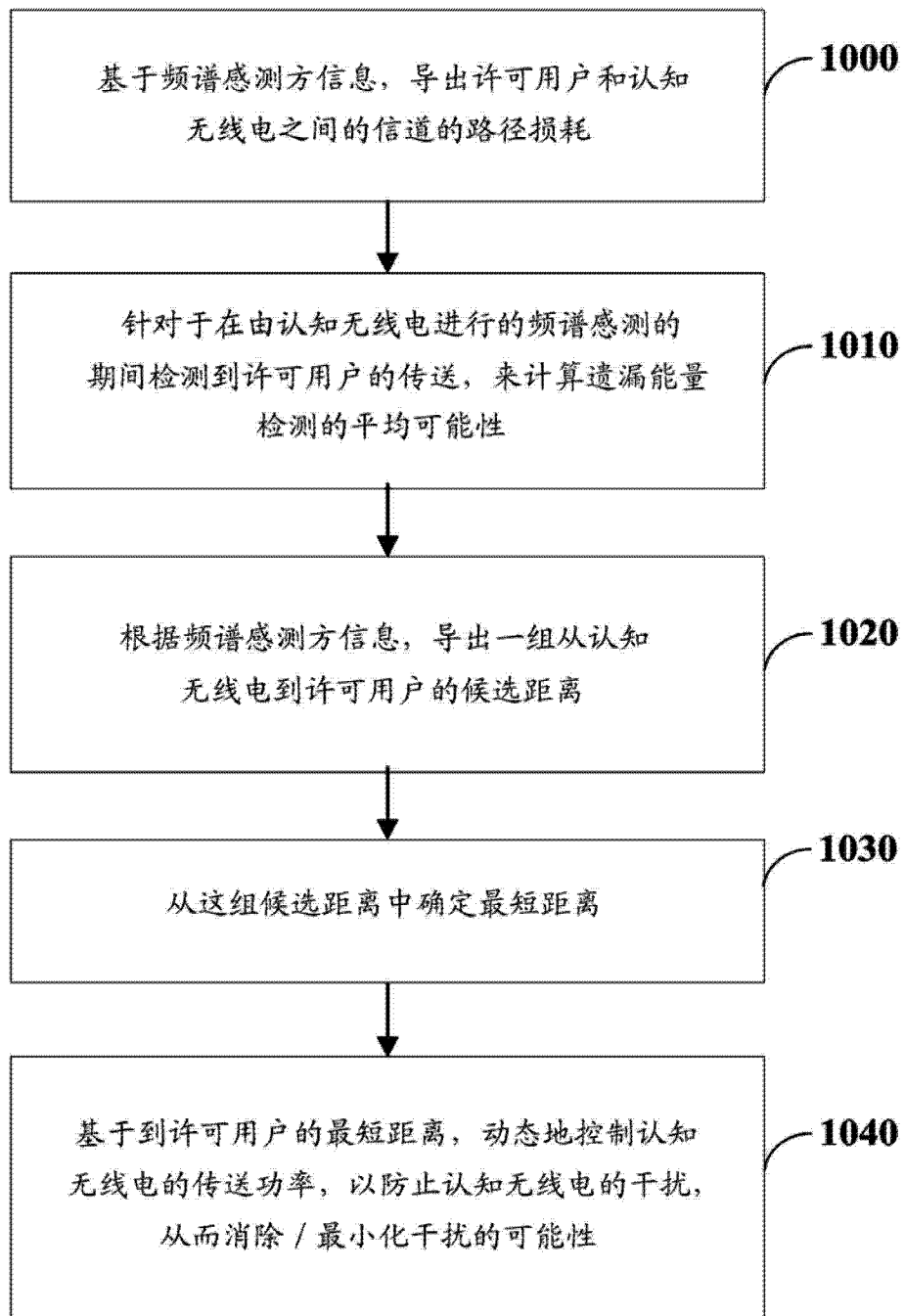


图 10

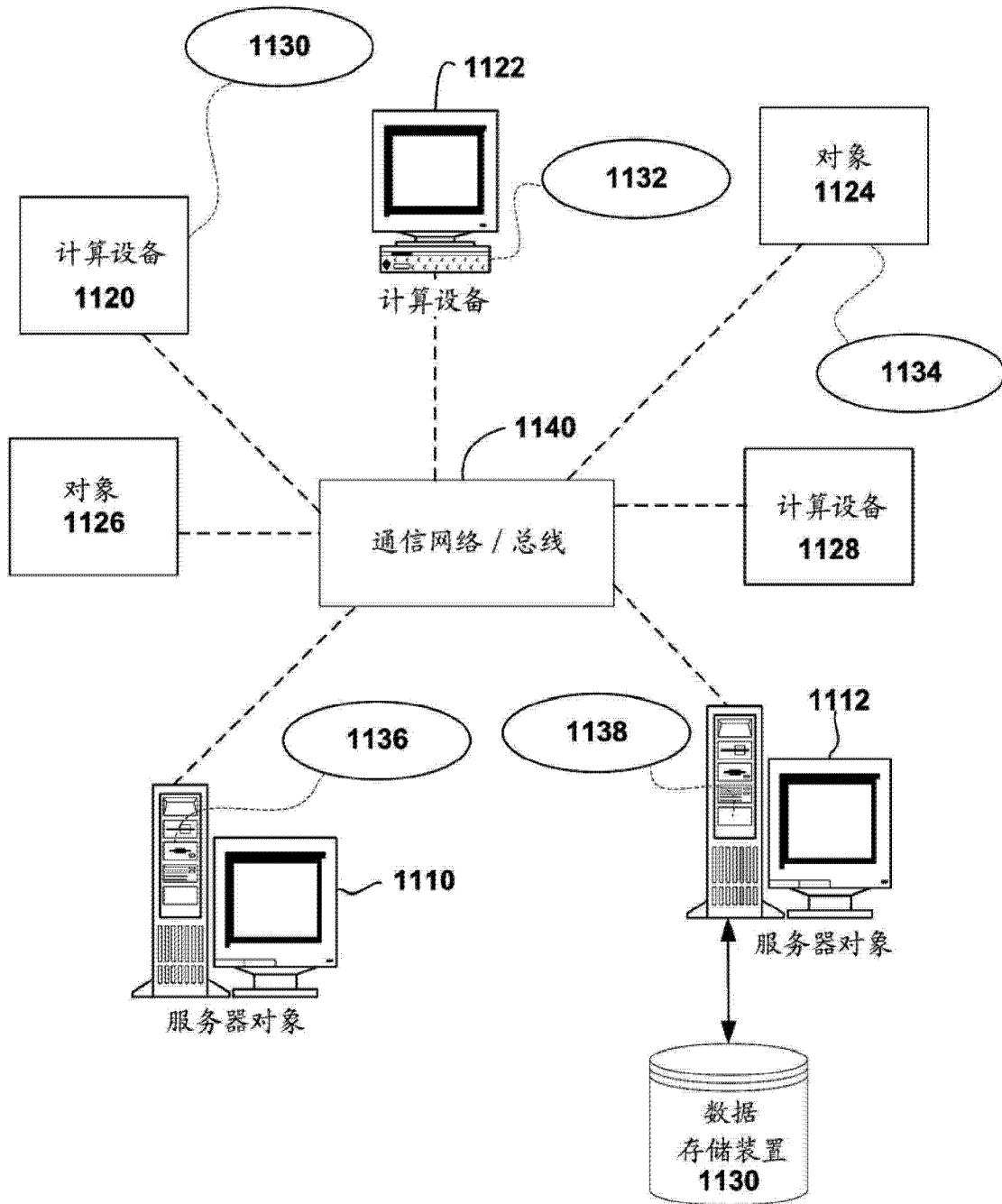


图 11

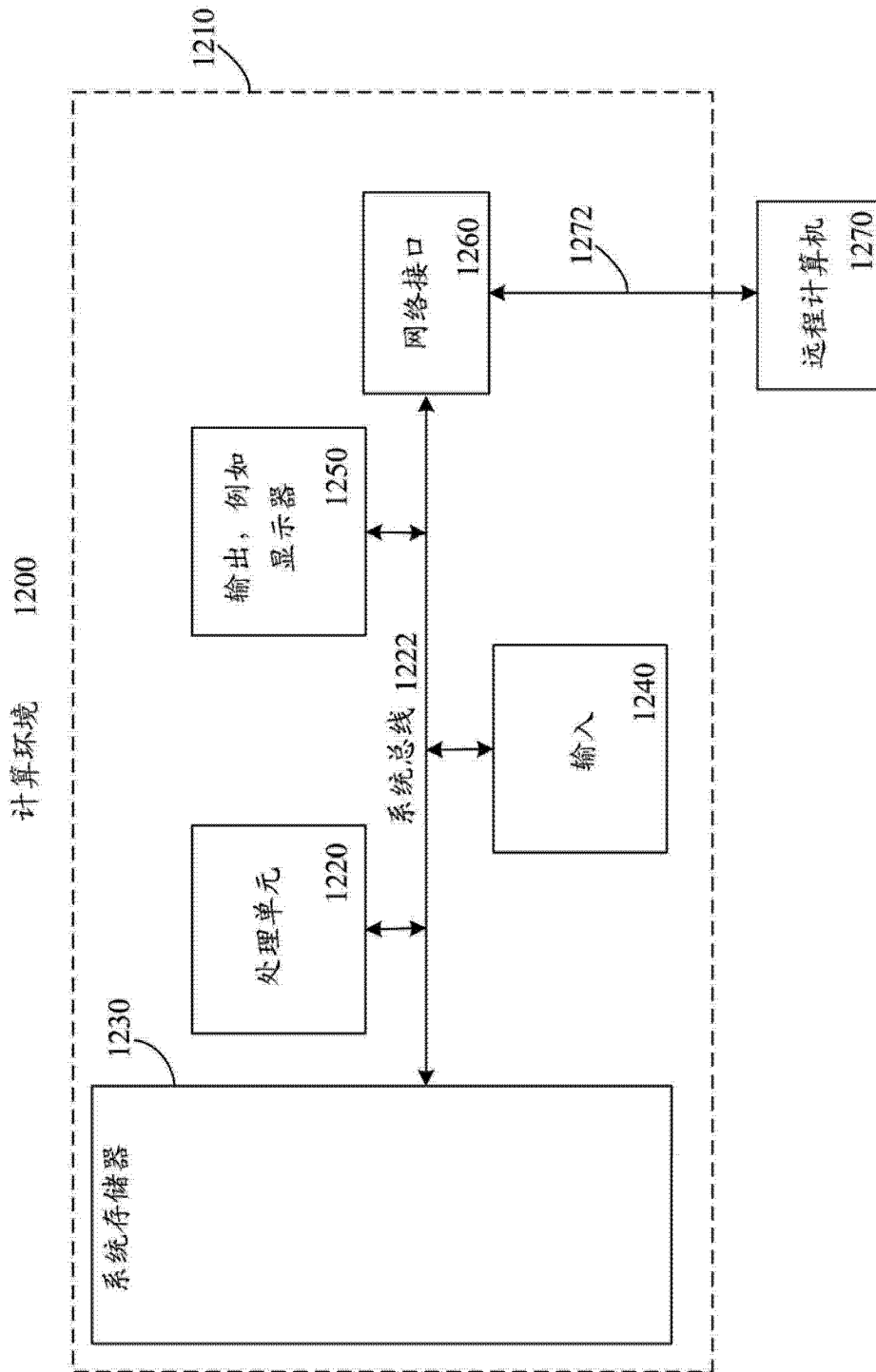


图 12

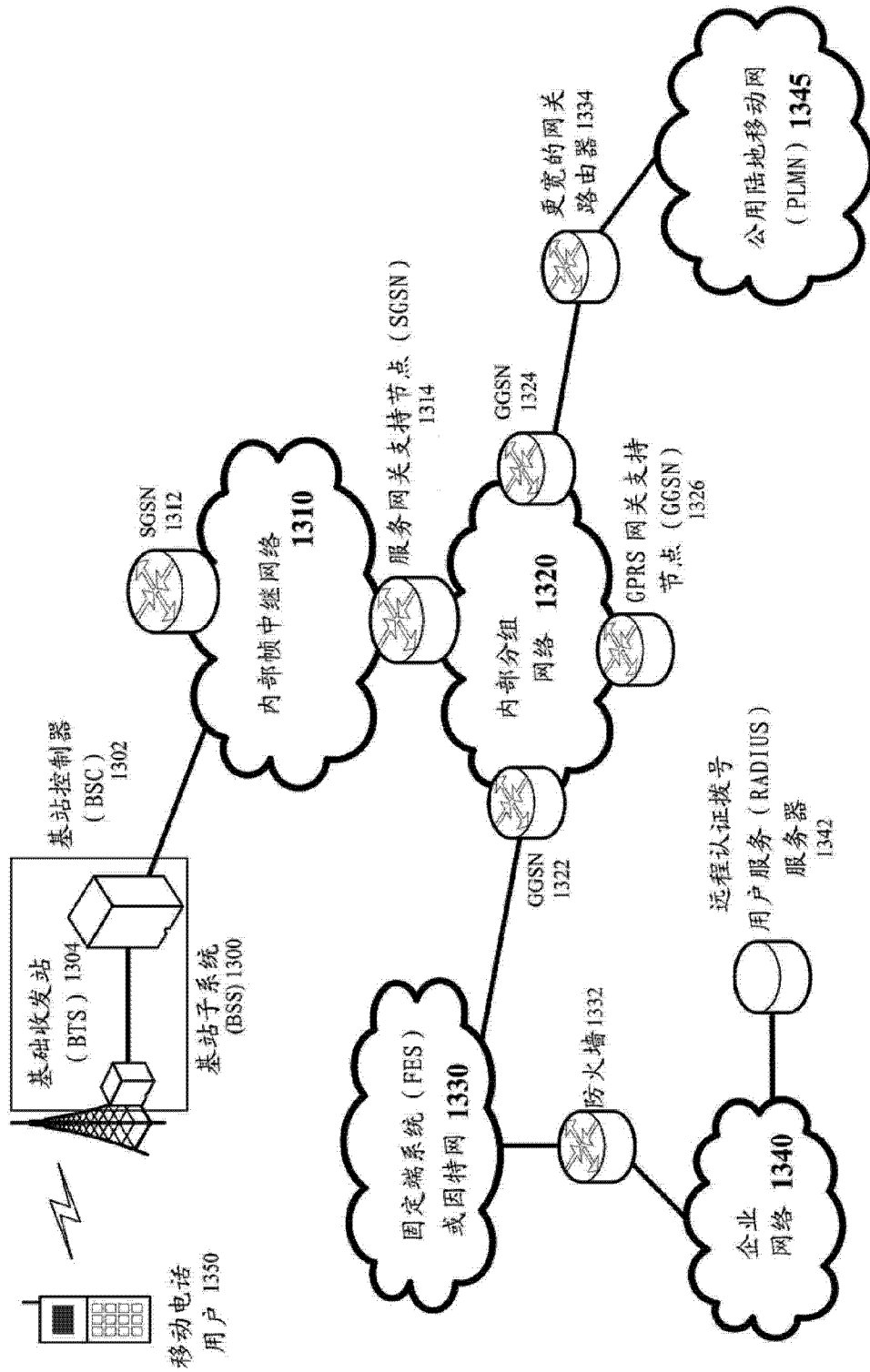


图 13