



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109660946 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201710930870.2

(22)申请日 2017.10.09

(71)申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72)发明人 赵友平 刘康怡 孙晨 郭欣

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 唐京桥 杨铁成

(51)Int.Cl.

H04W 4/021(2018.01)

H04W 4/02(2018.01)

H04W 24/06(2009.01)

H04W 16/14(2009.01)

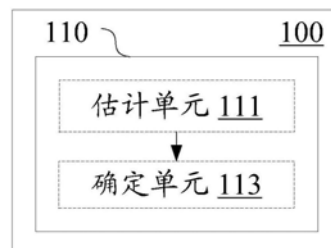
权利要求书2页 说明书13页 附图15页

(54)发明名称

电子装置、无线通信方法以及计算机可读介质

(57)摘要

本公开涉及电子装置、无线通信方法以及计算机可读介质。根据一个实施例,一种用于无线通信的电子装置包括处理电路。处理电路被配置为:基于时变的多状态模型估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及基于所估计的通信业务模式确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。



1. 一种用于无线通信的电子装置,包括:  
处理电路,所述处理电路被配置为  
基于时变的多状态模型,估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及  
基于所估计的通信业务模式,确定要应用于所述用户设备的主用户保护区的大小。
2. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述多状态模型是基于历史数据得出的,所述历史数据包括用户位置和/或用户位移、时间以及用户数据通信量。
3. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述通信业务模式包括用户数据通信量的概率分布属于重尾分布的模式,以及用户数据通信量的概率分布属于轻尾分布的模式。
4. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,对所述通信业务模式的估计包括:  
基于所述用户设备的历史数据,确定所述用户设备在与所述目标时段相对应的多个历史时段中的数据通信量的分布类型;以及  
基于所述分布类型估计所述用户设备在所述目标时段内的通信业务模式。
5. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,对所述主用户保护区的大小的确定包括:  
基于所估计的通信业务模式估计所述用户设备在所述目标时段内的通信资源需求;以及  
根据所估计的资源需求确定所述主用户保护区的大小。
6. 根据权利要求5所述的电子装置,其中,对所述资源需求的估计包括:  
对所述多状态模型中的状态所对应的用户数据通信量的概率分布进行参数估计;  
利用所述参数估计的结果,重建用户数据通信量的累积概率分布;以及  
基于所重建的累积概率分布,估计所述用户设备在所述目标时段内的资源需求量。
7. 根据权利要求5所述的电子装置,其中,根据所估计的资源需求确定所述主用户保护区的大小包括:  
基于所估计的资源需求,根据信道容量确定信干噪比;以及  
根据所确定的信干噪比以及信道模型和网络参数,确定所述主用户保护区的大小。
8. 根据权利要求6所述的电子装置,其中,基于所重建的累积概率分布,将与阈值概率对应的数据通信量估计为所述资源需求量。
9. 根据权利要求5所述的电子装置,其中,对所述主用户保护区的大小的确定包括:  
基于与所述资源需求相对应的信道容量确定信干噪比;以及  
基于所确定的信干噪比确定所述主用户保护区的大小。
10. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述主用户保护区的大小的确定还基于以下信息中的一项或更多项:基站密度、邻近基站开启的概率以及信道带宽。
11. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述处理电路还被配置为:将所述主用户保护区的大小确定为使得主用户保护区的半径低于与邻近主用户之间的距离。
12. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述处理电路还被配置为:在现有主用户保护区大小不能满足所述用户设备的通信需求的情况下,调整主用户保护区的大小。
13. 根据权利要求1所述的电子装置,其中,所述多状态模型是通过以下方式获得的:  
基于主用户的历史行为的历史记录,将用户数据通信量按照时间、用户位置和/或用户位移进行第一分类;  
针对通过所述第一分类得到的每个类别,对用户数据通信量所服从的概率分布进行第

二分类;以及

将概率分布的各类型确定为所述多状态模型的假设集。

14. 根据权利要求13所述的电子装置,其中,所述第二分类包括:

针对所述第一分类的分类结果,对相应分类上的用户数据通信量建立拟合的概率密度函数;以及

针对所拟合的概率密度函数,进行重尾分布和轻尾分布的分类。

15. 一种无线通信方法,包括:

基于时变的多状态模型,估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及

基于所估计的通信业务模式,确定要应用于所述用户设备的主用户保护区的大小。

16. 一种用于无线通信的电子装置,包括:

处理电路,所述处理电路被配置为

进行控制以从控制节点接收指示信息,所述指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小,

其中,所述主用户保护区的大小是基于所述用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,所述估计基于时变的多状态模型。

17. 一种无线通信方法,包括:

从控制节点接收指示信息,所述指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小,

其中,所述主用户保护区的大小是基于所述用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,所述估计基于时变的多状态模型。

18. 一种计算机可读介质,其包括可执行指令,当所述可执行指令被信息处理设备执行时,使得所述信息处理设备执行根据权利要求15或权利要求17所述的方法。

## 电子装置、无线通信方法以及计算机可读介质

### 技术领域

[0001] 本公开一般涉及无线通信领域,例如动态频谱共享以及认知无线电。更具体地,涉及用于无线通信的电子装置、无线通信方法以及计算机可读介质。

### 背景技术

[0002] 存在以下频谱管理方式:将用户分为主用户(Primary user)和次用户(Secondary user),主用户相对于次用户具有对频谱的优先接入权,并且规定对主用户进行地理上的保护区(Exclusion Zone)划分以免受到其他用户的干扰。

### 发明内容

[0003] 在下文中给出了关于本发明实施例的简要概述,以便提供关于本发明的某些方面的基本理解。应当理解,以下概述并不是关于本发明的穷举性概述。它并不是意图确定本发明的关键或重要部分,也不是意图限定本发明的范围。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。

[0004] 根据一个实施例,提供一种用于无线通信的电子装置,其包括处理电路。处理电路被配置为:基于时变的多状态模型,估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及基于所估计的通信业务模式,确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。

[0005] 根据另一个实施例,提供一种无线通信方法,包括:基于时变的多状态模型估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及基于所估计的通信业务模式确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。

[0006] 根据又一个实施例,提供一种用于无线通信的电子装置,其包括处理电路。处理电路被配置为进行控制以从控制节点接收指示信息,指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小。其中,主用户保护区的大小是基于用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,该估计基于时变的多状态模型。

[0007] 根据再一个实施例,提供一种无线通信方法,包括:从控制节点接收指示信息,指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小。其中,主用户保护区的大小是基于用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,该估计基于时变的多状态模型。

[0008] 本公开实施例还包括计算机可读介质,其包括可执行指令,当可执行指令被信息处理设备执行时,使得信息处理设备执行根据本公开实施例的方法。

[0009] 根据本公开实施例,能够在有效保护主用户免受其他用户干扰的前提下,提升无线频谱资源利用率。

### 附图说明

[0010] 本发明可以通过参考下文中结合附图所给出的描述而得到更好的理解,其中在所有附图中使用了相同或相似的附图标记来表示相同或者相似的部件。所述附图连同下面的详细说明一起包含在本说明书中并且形成本说明书的一部分,而且用来进一步举例说明本

发明的优选实施例和解释本发明的原理和优点。在附图中：

- [0011] 图1是示出根据本发明一个实施例的用于无线通信的电子装置的配置示例的框图；
- [0012] 图2是示出根据本发明的一个实施例的无线通信方法的过程示例的流程图；
- [0013] 图3是示出根据本发明的一个实施例的用于无线通信的电子装置的配置示例的框图；
- [0014] 图4是示出根据本发明的一个实施例的无线通信方法的过程示例的流程图；
- [0015] 图5是示出根据本发明的一个实施例的信息处理设备的配置示例的框图；
- [0016] 图6是示出根据本发明的一个实施例的信息处理设备的配置示例的框图；
- [0017] 图7是用于说明根据本发明的实施例的应用场景的示意图；
- [0018] 图8示出了基于历史行为确定主用户保护区的示例过程；
- [0019] 图9示出了基于历史行为确定主用户保护区的另一示例过程；
- [0020] 图10是用于说明本公开示例实施例中的多状态模型的示意图；
- [0021] 图11A和图11B分别示出了重尾业务模式和轻尾业务模式下的数据量分布的示例；
- [0022] 图12示出了重建的累积分布函数的示例；
- [0023] 图13示出了基于历史行为确定主用户保护区的处理及信息交互的示例；
- [0024] 图14示出了为主用户确定保护区的仿真场景；
- [0025] 图15示出了根据预测的用户需求确定的保护区半径的示例；
- [0026] 图16示出了用户需求和资源分配的仿真结果；
- [0027] 图17是示出实现本公开的方法和设备的计算机的示例性结构的框图；
- [0028] 图18是示出可以应用本公开内容的技术的智能电话的示意性配置的示例的框图；
- [0029] 图19是示出可以应用本公开内容的技术的基站的示意性配置的示例的框图。

### 具体实施方式

[0030] 下面将参照附图来说明本发明的实施例。在本发明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发明无关的、本领域普通技术人员已知的部件和处理的表示和描述。

[0031] 如图1所示,根据本实施例的用于无线通信的电子装置100包括处理电路110。处理电路110例如可以实现为特定芯片、芯片组或者中央处理单元(CPU)等。

[0032] 处理电路110包括估计单元111和确定单元113。需要指出,虽然附图中以功能块的形式示出了估计单元111和确定单元113,然而应理解,这些单元的功能也可以由处理电路110作为一个整体来实现,而并不一定是通过处理电路110中分立的实际部件来实现。另外,虽然图中以一个框示出处理电路110,然而电子装置100可以包括多个处理电路,并且可以将估计单元111和确定单元113的功能分布到多个处理电路中,从而由多个处理电路协同操作来执行这些功能。

[0033] 根据本实施例的电子装置可以实现在控制节点侧,其包括但不限于基站侧、核心网络侧以及用户设备侧。

[0034] 估计单元111被配置为基于时变的多状态模型估计用户设备在目标时段内的通信

业务模式。

[0035] 作为示例而非限制,多状态模型可以包括多状态隐马尔科夫模型 (Hidden Markov Model, HMM)。

[0036] 目前对于用户行为的预测中,一般采用时间恒定的二状态隐马尔科夫进行建模,用户状态只有是否占用信道两种状况。作为经典的时不变隐马尔科夫模型,在预测用户行为上需要考虑用户活动本身的倾向和时间上的规律,并且提供的信息也限于用户是否需要占用信道。本公开实施例通过采取时变的多状态模型,使得能够更加准确预测用户行为、用户业务类型等,进而能够更好地对主用户进行保护。

[0037] 另外,目前对于用户行为的预测中一般不考虑用户的地理位置等对于用户的业务影响以及用户未来位移的影响。一些研究中依据HMM得出用户占用信道和非占用信道概率的表达式,并且基于HMM采取训练向量的方式得到信道状态信息预测的表达式,然而这些方式在用户需求差异较大的环境下信道状态信息预测的置信度较低、对于用户行为分析不够全。根据本公开的一个实施例,多状态模型可以是基于历史数据得出的,历史数据可以包括用户位置和/或用户位移(例如移动方向和速度等)、时间以及用户数据通信量等。

[0038] 图7示出了本公开实施例的示例应用场景。在该应用场景中,超密集组网通过小基站加密部署提升空间复用,该方式成为解决未来5G网络数据流量以及用户体验速率提升的有效解决方案。然而,小区密集部署带来的干扰会降低网络容量和用户体验。本公开方案的一个目的是确定用户保护区的范围以及提高网络容量。

[0039] 另外,参照图7用户在不同的位置可以具有不同的业务需求,例如在某些地点(例如商场、商店、公园等)通常具有较多的业务需求,在某些地点(例如家、公司、加油站等)通常具有较少的业务需求。此外,用户在不同的运动状态下可以具有不同的业务需求,例如在静止状态下通常具有较多的业务需求,在运动状态下通常具有较少的业务需求。另外,用户在不同的时间可以具有不同的业务需求,例如在休闲时段通常具有较多的业务需求,在工作时段和睡眠时段通常具有较少的业务需求。

[0040] 接下来,说明根据历史数据估计用户设备在目标时段内的通信业务模式的示例方式。

[0041] 根据一个实施例,估计单元111可以被配置为基于历史数据确定用户设备在与目标时段相对应的多个历史时段中的数据通信量的分布类型;以及基于所确定的分布类型估计用户设备在该目标时段内的通信业务模式。

[0042] 作为示例而非限制,历史时段与目标时段相对应可以是指:历史时段与目标时段属于一天中的相应时间段(例如,白天或晚上,或者早晨、上午、中午、下午、傍晚、晚上以及午夜等,或者按照小时或更细粒度分成的时段);历史时段与目标时段属于一周中的相应天(例如,周一、周二、……周六以及周日);历史时段与目标时段同属于工作日(周一至周五)或休息日(周末、节假日等)。

[0043] 通过基于更多的历史数据获得的多状态模型,能够更准确地估计用户的业务需求,进而能够更好地对主用户进行保护。

[0044] 此外,根据一个实施例,通信业务模式可以包括用户数据通信量的概率分布属于重尾分布的模式,以及用户数据通信量的概率分布属于轻尾分布的模式。

[0045] 目前的用户行为预测方法一般使用泊松分布刻画用户的业务需求。然而,本公开

的发明人认识到,用户突发业务的流量倾向于服从重尾分布,而不是曾经假设的符合轻尾分布,如泊松分布和指数分布。用户突发流量具有较强的不稳定性且一般数据量较大,使用重尾分布如广义帕累托分布等可以更准确的模型刻画用户突发业务的流量。

[0046] 图10示意性地示出了本公开示例实施例中的多状态模型,其中包含空闲状态(S0)、轻负载状态(S1)以及重负载状态(S2)。

[0047] 传统的用于描述用户行为的隐马尔科夫模型为时不变二状态马尔科夫模型,根据本公开实施例的多状态模型不同于传统的模式。此外,多状态时变马尔科夫模型的状态数量可以依据具体应用来确定,且时变特性使得时间趋向性被考虑在内。

[0048] 接下来,参照具体实施例说明基于历史数据获得多状态模型的示例方式。

[0049] 根据一个实施例,多状态模型可以通过以下方式获得:

[0050] 基于主用户的历史行为的历史记录,将用户数据通信量按照时间、用户位置和/或用户位移进行第一分类;

[0051] 针对通过第一分类得到的每个类别,对用户数据通信量所服从的概率分布进行第二分类;以及

[0052] 将概率分布的各类型确定为多状态模型的假设集。

[0053] 更具体地,第二分类可以包括:

[0054] 针对第一分类的分类结果,对相应分类上的用户数据通信量建立拟合的概率密度函数;以及

[0055] 针对所拟合的概率密度函数,进行重尾分布和轻尾分布的分类。

[0056] 上述概率密度函数的拟合例如可以通过核平滑法进行。

[0057] 接下来,描述用户行为建模的示例过程。

[0058] 步骤A1:将主用户历史行为信息转化为用户历史行为信息记录,记录内容可以包括但不限于用户标识、用户位置、用户位移信息(速度)、时间以及用户数据通信量等。

[0059] 由于用户上传的历史行为数据的数据量可能较大,为了便于原始信息的处理,可以将数据转化成为用户历史行为记录。表1为该记录的一个示例,其中包含用户标识(ID)、用户位置、用户速度和时间(时间片),以及该时间内用户的通信数据量(包长度)。除此之外,标志位(Flag)可以用来记录一些事件,如工作日或者假期,以方便在此维度上进行分类。另外,还可以提供多个标志位,以便于在更多维度上进行分类。

[0060] 表1:

[0061]

用户ID	标志位	位置	速度	时间片	包长度
------	-----	----	----	-----	-----

[0062] 步骤A2:基于步骤A1中建立的主用户历史行为信息记录,将某时间内的用户数据通信量,按照时间、用户位置、用户位移信息等进行分类;

[0063] 步骤A3:步骤A2分类完成后,对用户在对对应分类类别上的用户数据通信量所服从的概率分布进行二次分类,分类器中的假设集内容为概率分布,例如包括重尾分布(如帕累托分布等)和轻尾分布(如泊松分布等);

[0064] 步骤A4:依据概率分布的数量确定时变的多状态隐马尔科夫模型中状态的数量,步骤A1中记录了对应概率分布出现时的时间,可以建立概率分布在某一时间段内出现的概率,进而确定时变多状态隐马尔科夫模型,如图10所示。

[0065] 步骤A5:持续分类,若出现无法识别的概率分布类型,则将该类型的概率分布加入分类器的假设集中,重复上述步骤。

[0066] 上述示例过程中,步骤A3可以包括以下子过程(步骤A31~步骤A32,分类示意图如图11A和图11B所示):

[0067] 步骤A31:依据步骤A2中完成的分类结果,对相应分类上的用户数据通信量建立拟合的概率密度函数,可采取的方法包括但不限于核平滑(Kernel smoothing)法;

[0068] 步骤A32:针对拟合后的概率密度函数,进行重尾分布和轻尾分布的分类。

[0069] 图11A示出了属于重尾分布的概率密度函数的拟合结果的示例,图11B示出了属于轻尾分布的概率密度函数的拟合结果的示例。可以看出,重尾分布的拟合曲线具有较小的斜率绝对值,轻尾分布的拟合曲线具有较大的斜率绝对值。

[0070] 需要指出,重尾分布和轻尾分布均不是指具体的某个分布,而是两类分布的总称。此外,可以根据具体应用确定重尾分布和轻尾分布判断标准。

[0071] 上述示例过程中的处理并不一定均由根据本公开实施例的电子装置进行。例如,历史信息的获取和处理可以是预先进行的,估计单元111可以直接利用历史数据来估计目标时段的用户行为模式。

[0072] 继续参照如图1,确定单元113被配置为基于估计单元111所估计的通信业务模式,确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。

[0073] 根据一个实施例,对主用户保护区的大小的确定可以包括:

[0074] 基于所估计的通信业务模式估计用户设备在目标时段内的通信资源需求;以及

[0075] 根据所估计的资源需求确定主用户保护区的大小。

[0076] 对资源需求的估计可以包括:

[0077] 对多状态模型中的状态所对应的用户数据通信量的概率分布进行参数估计;

[0078] 利用参数估计的结果,重建用户数据通信量的累积概率分布;以及

[0079] 基于所重建的累积概率分布,估计用户设备在目标时段内的资源需求。

[0080] 作为示例而非限制,参数估计的方式可以包括矩估计(Moment estimation)或最大似然估计(Maximum likelihood estimation)。

[0081] 根据一个实施例,可以基于所重建的累积概率分布,将与阈值概率对应的数据通信量估计为资源需求。

[0082] 接下来,仍然结合图11A和图11B的示例说明根据所建立的模型进行用户行为的分析和预测的示例方式。用户行为预测的目的是便于进行用户保护和资源分配,行为预测可以包括以下示例过程:

[0083] 步骤B1:对已确定的多状态隐马尔科夫模型下的某状态下对应的用户数据通信量的概率分布类型进行参数估计,包括但不限于矩估计或最大似然估计;

[0084] 步骤B2:依据步骤B1中的参数估计结果,重建用户数据通信量的累积密度函数;

[0085] 步骤B3:依据步骤B2中重建的用户数据通信量的累积密度函数,预测用户未来的资源需求。

[0086] 在上述示例方式中,在概率分布分类完成后,经过参数提取,可以重建累计分布函数(CDF),依据需要满足的概率可以预测用户未来的资源需求。主用户需求满足概率代表主用户保护程度,当主用户保护的程需要改变时,可以改变这一参数,进而更好的保护主用

户或兼顾次用户的需求。

[0087] 图12示出了与图11A的重尾分布和图11B的轻尾分布的概率密度函数相对应的CDF。此外,图12中还示出了阈值概率(例如0.9)。在该示例中,对于轻尾分布,与阈值概率对应的包长度约为1MiB,而对于重尾分布,与阈值概率对应的包长度约为20MiB。

[0088] 基于所预测的资源需求,可以相应地确定主用户保护区的大小。

[0089] 根据一个实施例,对主用户保护区的大小的确定可以包括:基于与资源需求相对应的信道容量确定信干噪比;以及基于所确定的信干噪比确定主用户保护区的大小。

[0090] 接下来,仍然参照前面的示例说明基于所预测的资源需求确定主用户保护区的大小的示例方式:

[0091] 步骤C1:依据确定的隐马尔科夫模型和需要满足的概率,确定用户所需要的资源;

[0092] 步骤C2:依据步骤C1中预测的用户所需要资源,根据信道容量反求信干噪比,之后根据信干噪比以及信道模型和网络参数,确定用户保护区的大小。

[0093] 作为示例,可以根据以下式(1)至式(3)计算主用户保护区(Primary Exclusion Zone, PEZ)的半径。

[0094]  $Cap_s = B_{eff} \cdot \log_2(1 + SINR_{th})$  式(1)

[0095] 
$$SINR_{th} = \frac{P_{PU} \cdot \Gamma(r_{TX})}{\sigma^2 + \eta \cdot \int_0^{2\pi} \int_{R_{PEZ}}^{\infty} \lambda_{AP}(r) \cdot P_{SU} \cdot \Gamma(r) \cdot r dr d\theta}$$
 式(2)

[0096] 
$$R_{PEZ} = d_{break} \cdot \exp\left(\frac{\sigma^2 - \frac{P_{PU}\beta}{r_{TX}^2 \cdot SINR_{th}}}{2\pi\lambda_{AP}\eta P_{SU}\beta}\right)$$
 式(3)

[0097] 其中,  $cap_s$  为信道容量,单位时间内的信道容量为用户需求资源的上限。 $B_{eff}$  为有效带宽,  $SINR_{th}$  为所需信噪比下限,  $P_{PU}$  和  $P_{SU}$  为主用户和次用户发射机的发射功率,  $\Gamma(\cdot)$  为路径损耗函数,  $\sigma^2$  为信道噪声,  $\eta$  代表基站开启的概率,  $\lambda_{AP}(\cdot)$  为基站密度函数,  $R_{PEZ}$  为主用户保护区的半径,  $r_{TX}$  表示主用户发射机与主用户的距离。

[0098] 式(1)给出了信道容量  $cap_s$  与信干噪比  $SINR_{th}$  之间的关系,式(2)给出了信干噪比  $SINR_{th}$  与用户保护区半径  $R_{PEZ}$  之间的关系。

[0099] 式(3)为在有断点且断点内衰减因子为2的信道模型下,基站密度  $\lambda_{AP}$  为常数时的保护区半径的闭式解。

[0100] 式(1)用于根据有效带宽 ( $B_{eff}$ ) 和信道容量 ( $Cap_s$ ) 来计算信干噪比门限 ( $SINR_{th}$ ),式(1)基于香农公式。信道容量在数值上可以等于用户的数据业务需求量。

[0101] 式(2)是信干噪比的定义式,式(2)中的分子部分是发射功率乘以路径损耗,即用户端的有效信号接受功率。式(2)分母中  $\sigma^2$  是信道噪声。式(2)分母中的另一项是用二重积分表达的累积干扰功率,其相当于开启基站占总计基站的百分比、基站的密度、基站的发射功率以及路径损耗的乘积在平面上的积分,积分范围为从保护区半径到无限远。

[0102] 在发射机发射功率和需要满足的  $SINR$  门限时以及信道带宽已知的前提下,如果知道信道模型,可以求出能容忍的干扰最大功率。最大干扰功率和保护区的半径之间的关系由式(2)中分母中加号后的那一项表示,将其带入信道模型就可以求得式(3)。

[0103] 在本示例中,选择以下路径损耗模型:

[0104]  $PL[dB] = \beta[dB] + 10\alpha \log_{10}(d) + \xi, \xi \sim N(0, \sigma^2)$

[0105] 其中,PL表示路径损耗, $\beta$ 是距离 $d_0$  ( $d_0=1m$ ) 处的自由空间路径损耗,其为一个固定的损耗, $\alpha$ 为损耗系数,也为一个固定值; $\xi$ 为一个正态分布的随机变量,代表一个随机的损耗。

[0106] 假设基站密度函数 $\lambda_{AP}(r)$  是一个固定值,即 $\lambda_{AP}$ ,则该路径损耗模型可以简化为:

$$[0107] \quad \Gamma(d) = \beta \cdot \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-2}$$

[0108] 将路径损耗模型带入式(2)中可以得到:

$$[0109] \quad SINR_{th} \cdot (\sigma^2 + \eta \cdot 2\pi\lambda_{AP}P_{SU}\beta \int_{R_{PEZ}}^{\infty} r^{-2} \cdot r dr) = P_{PU} \beta \cdot r_{TX}^{-2}$$

$$[0110] \quad SINR_{th} \cdot [\sigma^2 + \eta \cdot 2\pi\lambda_{AP}P_{SU}\beta \cdot (0 - \ln R_{PEZ})] = P_{PU}\beta \cdot r_{TX}^{-2}$$

$$[0111] \quad \ln R_{PEZ} = \frac{\sigma^2 - \frac{P_{PU} \beta \cdot r_{TX}^{-2}}{SINR_{th}}}{\eta \cdot 2\pi\lambda_{AP}P_{SU}\beta}$$

[0112] 通过在上式中加入断点距离 $d_{break}$ ,并写成指数形式则可以得到式(3)。

[0113] 相应地,根据一个实施例,主用户保护区的大小的确定还基于以下信息中的一项或更多项:基站密度、邻近基站开启的概率以及信道带宽。

[0114] 根据上述示例实施例,在时变转移概率模型中已经确定用户的数据业务处于何种状态之后,通过记录好的历史数据,可以采用最大似然估计或矩估计的方法得到重尾分布或轻尾分布的中的参数。得到概率分布的参数之后,可以重建累积分布函数。结合阈值概率,可以计算出满足这一概率下的用户数据量的上限。该概率下的通信数据量结合预测的时间周期,在数值上等于这段时间内信道的容量。从而可以依据式(1)计算出所需的SINR门限,再依据公式(3)可以计算出满足该SINR门限的主用户保护区的大小。

[0115] 在上述实施例中,在考虑到主用户本身的需求和网络的利用率的情况下确定主用户保护区的大小,能够在有效保护主用户免受干扰的同时提升无线频谱资源利用率。

[0116] 此外,根据一个实施例,确定单元113还可以被配置为将主用户保护区的大小确定为使得主用户半径不超过与邻近主用户之间的距离(优选地,低于与邻近主用户之间的距离的0.5倍),从而能够避免主用户之间的相互干扰。

[0117] 另外,根据一个实施例,确定单元113还可以被配置为在现有主用户保护区大小不能满足用户设备的通信需求的情况下,调整主用户保护区的大小。通过在根据主用户需求划分保护区范围的前提下引入用户行为倾向和时间相关性,可以更有效地提升资源利用率和降低能耗。

[0118] 接下来,参照图8简要总结上述示例实施例中确定主用户保护区的方式。在S810(例如对应于前述示例过程A1-A5),进行主用户行为建模;在S820,进行主用户行为预测(例如对应于前述示例过程B1-B3);在S830,确定主用户保护区(例如对应于前述示例过程C1-C2)。

[0119] 图9示出了基于历史行为确定主用户保护区的示例过程。在S910,基于历史数据进

行用户行为建模；在S920，进行分布参数提取；在S930，使用用户需求满足概率来预测主用户资源需求；在S940，计算主用户保护区半径，并且可以基于用户反馈(S950)自适应地调整主用户保护区半径。

[0120] 接下来，参照图13说明与上述示例实施例对应的处理以及信息交互过程的示例。

[0121] (1) 主用户将大量用户历史行为数据上传给认知引擎；

[0122] (2) 认知引擎对上传的数据在时间、速度和位置上的概率分布类型进行分类；

[0123] (3) 依据分类结果，建立住用户行为的时变多状态的隐马尔科夫模型；

[0124] (4) 认知引擎对已分类出的概率分布类型进行相应的各个变量上的概率分布的参数提取，可以采取的方法包括但不限于最大似然估，矩估计等；

[0125] (5) 依据提取的参数，重建各个变量上用户需求资源的累计概率密度函数；

[0126] (6) 依据重建的累计概率密度函数，以及需要满足的概率，预测用户的资源需求；

[0127] (7) 依据预测的用户资源需求和估计的信道容量，计算出用户保护区的范围；

[0128] (8) 认知引擎将用户保护区的范围通知给所辖基站或者无线接入点；

[0129] (9) 用户保护区划分完成后，用户反馈划分的结果。

[0130] 接下来，结合仿真结果描述所提出方案的性能。仿真场景选择了28GHz毫米波系统的超密集网络，并且次用户的数量大于主用户数量，该场景下的基站有已知的地理分布模型(可以不需要基站的具体位置信息)，并且具有大量的用户历史行为记录用以进行用户行为的建模，具有相同性能的基站分布在1000米×1000米的区域内，信道模型选择带有断点的路径损耗模型。具体的仿真参数如下面的表2所示。

[0131] 表2

[0132]

参数	值
工作频率	28GHz
信道带宽	20MHz
UE数量	1PU和80SU
发射功率(等效各向同性辐射功率(EIRP))	30dBm
PEZ的最小半径	40m
仿真区域	1000m×1000m
仿真区域中的接入点数量	40
接入点的地理分布	泊松点过程
PEZ调整间隔	1分钟

[0133] 图14至图16示出了根据本公开示例实施例的确定过程的执行结果的示例。对应于前述示例，基于图10所示的用户业务状态的模型，经过分类后可以确定用户处于图10中的哪一个状态，用户业务状态分类的示例如图11所示。在确定了用户业务状态的情况下，也就确定了相应的概率分布。图12是在确定了概率分布和概率分布的参数之后进行用户业务需求预测的结果的示例。图14示出了仿真场景中为具有重负载的PU和具有轻负载的PU确定的保护区。图15示出了根据预测的用户需求确定的保护区半径的示例，尽管该图中仅示出了某个特定时刻的PEZ半径，然而该半径可以随着所估计的资源需求而被动态地调整。图16示出了用户需求和资源分配的仿真结果，其中所估计的资源(相应地，所确定的PEZ半径)能够

良好地对应于用户的数据通信量。从上述仿真结果中可以看出,本方案可以依据用户历史行为来预测未来用户的需求,并且在绝大部分环境下能够满足用户需求。

[0134] 在前面对根据本发明实施例的装置的描述过程中,显然也公开了一些过程和方法。接下来,在不重复前面已经描述过的细节的情况下,说明根据本发明实施例的无线通信方法。

[0135] 如图2所示,根据一个实施例的无线通信方法包括以下步骤:

[0136] S210,基于时变的多状态模型,估计用户设备在目标时段内的通信业务模式;以及

[0137] S220,基于所估计的通信业务模式,确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。

[0138] 上面描述了控制节点(认知引擎)侧的实施例(其可以实现在基站侧、核心网络侧以及用户设备侧),本公开实施例还包括从控制节点接收所确定的主用户保护区大小的一侧的装置和方法。该接受侧例如对应于图13中的接入点,然而该接收侧可以包括基站侧、核心网络侧以及用户设备侧。

[0139] 如图3所示,根据本实施例的用户无线通信的电子装置300包括处理电路310,处理电路310(控制单元311)被配置为进行控制以从控制节点接收指示信息,指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小。主用户保护区的大小是基于用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,该估计基于时变的多状态模型。

[0140] 图4示出了相应的无线通信方法的示例过程,包括:

[0141] S410,从控制节点接收指示信息,所述指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小,其中,主用户保护区的大小是基于用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,该估计基于时变的多状态模型。

[0142] 此外,本公开实施例还包括计算机可读介质,其包括可执行指令,当可执行指令被信息处理设备执行时,使得信息处理设备执行根据上述实施例的方法。

[0143] 如图5所示,本公开实施例还包括提供一种信息处理设备500,其包括估计装置510和确定装置520。估计装置510被配置为基于时变的多状态模型估计用户设备在目标时段内的通信业务模式。确定装置520被配置为基于所估计的通信业务模式确定要应用于用户设备的主用户保护区的大小。

[0144] 如图6所示,本公开实施例还包括提供一种信息处理设备600,其包括控制装置610。控制装置610被配置为进行控制以从控制节点接收指示信息,指示信息指示要应用于用户设备的主用户保护区的大小。其中,主用户保护区的大小是基于用户设备在目标时段内的通信业务模式的估计而确定的,该估计基于时变的多状态模型。

[0145] 作为示例,上述方法的各个步骤以及上述装置的各个组成模块和/或单元可以实施为软件、固件、硬件或其组合。在通过软件或固件实现的情况下,可以从存储介质或网络向具有专用硬件结构的计算机(例如图17所示的通用计算机2000)安装构成用于实施上述方法的软件的程序,该计算机在安装各种程序时,能够执行各种功能等。

[0146] 在图17中,运算处理单元(即CPU)2001根据只读存储器(ROM)2002中存储的程序或从存储部分2008加载到随机存取存储器(RAM)2003的程序执行各种处理。在RAM 2003中,也根据需要存储当CPU 2001执行各种处理等等时所需的数据。CPU 2001、ROM 2002和RAM 2003经由总线2004彼此链路。输入/输出接口2005也链路到总线2004。

[0147] 下述部件链路到输入/输出接口2005:输入部分2006(包括键盘、鼠标等等)、输出部分2007(包括显示器,比如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)等,和扬声器等)、存储部分2008(包括硬盘等)、通信部分2009(包括网络接口卡比如LAN卡、调制解调器等)。通信部分2009经由网络比如因特网执行通信处理。根据需要,驱动器2010也可链路到输入/输出接口2005。可拆卸介质2011比如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等根据需要被安装在驱动器2010上,使得从中读出的计算机程序根据需要被安装到存储部分2008中。

[0148] 在通过软件实现上述系列处理的情况下,从网络比如因特网或存储介质比如可拆卸介质2011安装构成软件的程序。

[0149] 本领域的技术人员应当理解,这种存储介质不局限于图17所示的其中存储有程序、与设备相分离地分发以向用户提供程序的可拆卸介质2011。可拆卸介质2011的例子包含磁盘(包含软盘(注册商标)、光盘(包含光盘只读存储器(CD-ROM)和数字通用盘(DVD))、磁光盘(包含迷你盘(MD)(注册商标))和半导体存储器。或者,存储介质可以是ROM 2002、存储部分2008中包含的硬盘等等,其中存有程序,并且与包含它们的设备一起被分发给用户。

[0150] 本发明的实施例还涉及一种存储有机器可读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,可执行上述根据本发明实施例的方法。

[0151] 相应地,用于承载上述存储有机器可读的指令代码的程序产品的存储介质也包括在本发明的公开中。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。

[0152] 本申请的实施例还涉及以下电子设备。在电子设备用于基站侧的情况下,电子设备可以被实现为任何类型的演进型节点B(eNB),诸如宏eNB和小eNB。小eNB可以为覆盖比宏小区小的小区的小的eNB,诸如微微eNB、微eNB和家庭(毫微微)eNB。代替地,电子设备可以被实现为任何其他类型的基站,诸如NodeB和基站收发台(BTS)。电子设备可以包括:被配置为控制无线通信的主体(也称为基站设备);以及设置在与主体不同的地方的一个或多个远程无线头端(RRH)。另外,下面将描述的各种类型的终端均可以通过暂时地或半持久性地执行基站功能而作为基站工作。

[0153] 电子设备用于用户设备侧的情况下,可以被实现为移动终端(诸如智能电话、平板个人计算机(PC)、笔记本式PC、便携式游戏终端、便携式/加密狗型移动路由器和数字摄像装置)或者车载终端(诸如汽车导航设备)。此外,电子设备可以为安装在上述终端中的每个终端上的无线通信模块(诸如包括单个或多个晶片的集成电路模块)。

[0154] [关于终端设备的应用示例]

[0155] 图18是示出可以应用本公开内容的技术的智能电话2500的示意性配置的示例的框图。智能电话2500包括处理器2501、存储器2502、存储装置2503、外部连接接口2504、摄像装置2506、传感器2507、麦克风2508、输入装置2509、显示装置2510、扬声器2511、无线通信接口2512、一个或多个天线开关2515、一个或多个天线2516、总线2517、电池2518以及辅助控制器2519。

[0156] 处理器2501可以为例如CPU或片上系统(SoC),并且控制智能电话2500的应用层和另外层的功能。存储器2502包括RAM和ROM,并且存储数据和由处理器2501执行的程序。存储装置2503可以包括存储介质,诸如半导体存储器和硬盘。外部连接接口2504为用于将外部装置(诸如存储卡和通用串行总线(USB)装置)连接至智能电话2500的接口。

[0157] 摄像装置2506包括图像传感器(诸如电荷耦合器件(CCD)和互补金属氧化物半导体(CMOS)),并且生成捕获图像。传感器2507可以包括一组传感器,诸如测量传感器、陀螺仪传感器、地磁传感器和加速度传感器。麦克风2508将输入到智能电话2500的声音转换为音频信号。输入装置2509包括例如被配置为检测显示装置2510的屏幕上的触摸的触摸传感器、小键盘、键盘、按钮或开关,并且接收从用户输入的操作或信息。显示装置2510包括屏幕(诸如液晶显示器(LCD)和有机发光二极管(OLED)显示器),并且显示智能电话2500的输出图像。扬声器2511将从智能电话2500输出的音频信号转换为声音。

[0158] 无线通信接口2512支持任何蜂窝通信方案(诸如LTE和LTE-先进),并且执行无线通信。无线通信接口2512通常可以包括例如基带(BB)处理器2513和射频(RF)电路2514。BB处理器2513可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用,并且执行用于无线通信的各种类型的信号处理。同时,RF电路2514可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线2516来传送和接收无线信号。无线通信接口2512可以为其上集成有BB处理器2513和RF电路2514的一个芯片模块。如图18所示,无线通信接口2512可以包括多个BB处理器2513和多个RF电路2514。虽然图18示出其中无线通信接口2512包括多个BB处理器2513和多个RF电路2514的示例,但是无线通信接口2512也可以包括单个BB处理器2513或单个RF电路2514。

[0159] 此外,除了蜂窝通信方案之外,无线通信接口2512可以支持另外类型的无线通信方案,诸如短距离无线通信方案、近场通信方案和无线局域网(LAN)方案。在此情况下,无线通信接口2512可以包括针对每种无线通信方案的BB处理器2513和RF电路2514。

[0160] 天线开关2515中的每一个在包括在无线通信接口2512中的多个电路(例如用于不同的无线通信方案的电路)之间切换天线2516的连接目的地。

[0161] 天线2516中的每一个均包括单个或多个天线元件(诸如包括在MIMO天线中的多个天线元件),并且用于无线通信接口2512传送和接收无线信号。如图18所示,智能电话2500可以包括多个天线2516。虽然图18示出其中智能电话2500包括多个天线2516的示例,但是智能电话2500也可以包括单个天线2516。

[0162] 此外,智能电话2500可以包括针对每种无线通信方案的天线2516。在此情况下,天线开关2515可以从智能电话2500的配置中省略。

[0163] 总线2517将处理器2501、存储器2502、存储装置2503、外部连接接口2504、摄像装置2506、传感器2507、麦克风2508、输入装置2509、显示装置2510、扬声器2511、无线通信接口2512以及辅助控制器2519彼此连接。电池2518经由馈线向图18所示的智能电话2500的各个块提供电力,馈线在图中被部分地示为虚线。辅助控制器2519例如在睡眠模式下操作智能电话2500的最小必需功能。

[0164] 在图18所示的智能电话2500中,根据本发明实施例的用户设备侧的设备的收发装置可以由无线通信接口2512实现。根据本发明实施例的用户设备侧的电子装置或信息处理设备的处理电路和/或各单元的功能的至少一部分也可以由处理器2501或辅助控制器2519实现。例如,可以通过由辅助控制器2519执行处理器2501的部分功能而减少电池2518的电力消耗。此外,处理器2501或辅助控制器2519可以通过执行存储器2502或存储装置2503中存储的程序而执行根据本发明实施例的用户设备侧的电子装置或信息处理设备的处理电路和/或各单元的功能的至少一部分。

[0165] [关于基站的应用示例]

[0166] 图19是示出可以应用本公开内容的技术的基站例如演进型基站 (eNB) 的示意性配置的示例的框图。eNB 2300包括一个或多个天线2310以及基站设备2320。基站设备2320和每个天线2310可以经由射频 (RF) 线缆彼此连接。

[0167] 天线2310中的每一个均包括单个或多个天线元件 (诸如包括在多输入多输出 (MIMO) 天线中的多个天线元件), 并且用于基站设备2320发送和接收无线信号。如图19所示, eNB 2300可以包括多个天线2310。例如, 多个天线2310可以与eNB 2300使用的多个频带兼容。虽然图19示出其中eNB2300包括多个天线2310的示例, 但是eNB 2300也可以包括单个天线2310。

[0168] 基站设备2320包括控制器2321、存储器2322、网络接口2323以及无线通信接口2325。

[0169] 控制器2321可以为例如CPU或DSP, 并且操作基站设备2320的较高层的各种功能。例如, 控制器2321根据由无线通信接口2325处理的信号中的数据来生成数据分组, 并经由网络接口2323来传递所生成的分组。控制器2321可以对来自多个基带处理器的数据进行捆绑以生成捆绑分组, 并传递所生成的捆绑分组。控制器2321可以具有执行如下控制的逻辑功能: 该控制诸如为无线资源控制、无线承载控制、移动性管理、接纳控制和调度。该控制可以结合附近的eNB或核心网节点来执行。存储器2322包括RAM和ROM, 并且存储由控制器2321执行的程序和各种类型的控制数据 (诸如终端列表、传输功率数据以及调度数据)。

[0170] 网络接口2323为用于将基站设备2320连接至核心网2324的通信接口。控制器2321可以经由网络接口2323而与核心网节点或另外的eNB进行通信。在此情况下, eNB 2300与核心网节点或其他eNB可以通过逻辑接口 (诸如S1接口和X2接口) 而彼此连接。网络接口2323还可以为有线通信接口或用于无线回程线路的无线通信接口。如果网络接口2323为无线通信接口, 则与由无线通信接口2325使用的频带相比, 网络接口2323可以使用较高频带用于无线通信。

[0171] 无线通信接口2325支持任何蜂窝通信方案 (诸如长期演进 (LTE) 和LTE-先进), 并且经由天线2310来提供到位于eNB 2300的小区中的终端的无线连接。无线通信接口2325通常可以包括例如BB处理器2326和RF电路2327。BB处理器2326可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用, 并且执行层 (例如L1、介质访问控制 (MAC)、无线链路控制 (RLC) 和分组数据汇聚协议 (PDCP)) 的各种类型的信号处理。代替控制器2321, BB处理器2326可以具有上述逻辑功能的一部分或全部。BB处理器2326可以为存储通信控制程序的存储器, 或者为包括被配置为执行程序的处理器和相关电路的模块。更新程序可以使BB处理器2326的功能改变。该模块可以为插入到基站设备2320的槽中的卡或刀片。可替代地, 该模块也可以为安装在卡或刀片上的芯片。同时, RF电路2327可以包括例如混频器、滤波器和放大器, 并且经由天线2310来传送和接收无线信号。

[0172] 如图19所示, 无线通信接口2325可以包括多个BB处理器2326。例如, 多个BB处理器2326可以与eNB 2300使用的多个频带兼容。如图19所示, 无线通信接口2325可以包括多个RF电路2327。例如, 多个RF电路2327可以与多个天线元件兼容。虽然图19示出其中无线通信接口2325包括多个BB处理器2326和多个RF电路2327的示例, 但是无线通信接口2325也可以包括单个BB处理器2326或单个RF电路2327。

[0173] 在图19所示的eNB 2300中,根据本发明实施例的基站侧的设备的收发装置可以由无线通信接口2325实现。根据本发明实施例的基站侧的电子装置或信息处理设备的处理电路和/或各单元的功能的至少一部分也可以由控制器2321实现。例如,控制器2321可以通过执行存储在存储器2322中的程序而执行根据本发明实施例的基站侧的电子装置或信息处理设备的处理电路和/或各单元的功能的至少一部分。

[0174] 在上面对本发明具体实施例的描述中,针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以用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。

[0175] 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。

[0176] 在上述实施例和示例中,采用了数字组成的附图标记来表示各个步骤和/或单元。本领域的普通技术人员应理解,这些附图标记只是为了便于叙述和绘图,而并非表示其顺序或任何其他限定。

[0177] 此外,本发明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发明的技术范围构成限制。

[0178] 尽管上面已经通过对本发明的具体实施例的描述对本发明进行了披露,但是,应该理解,上述的所有实施例和示例均是示例性的,而非限制性的。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发明的各种修改、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发明的保护范围内。

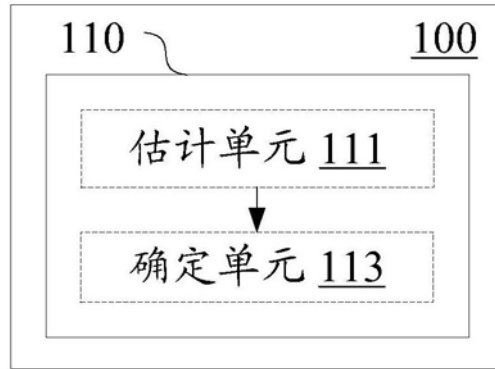


图1

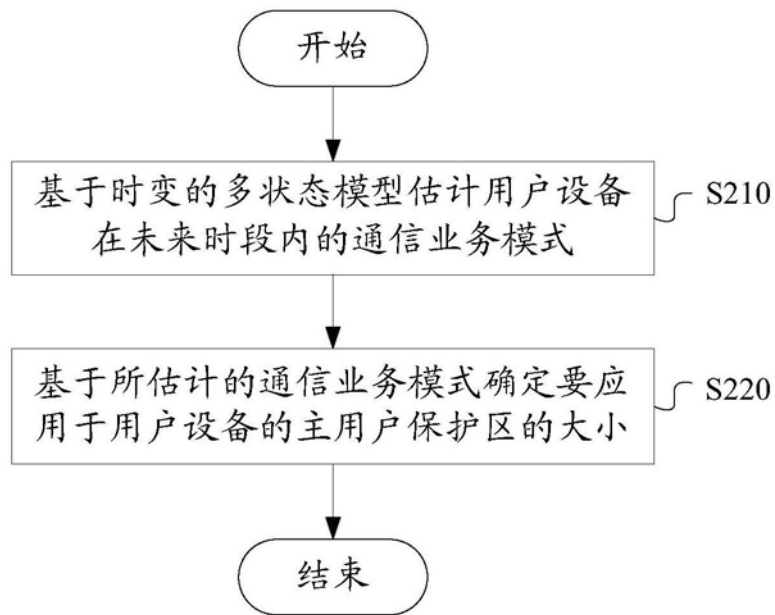


图2

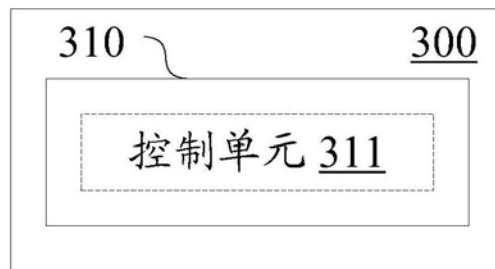


图3

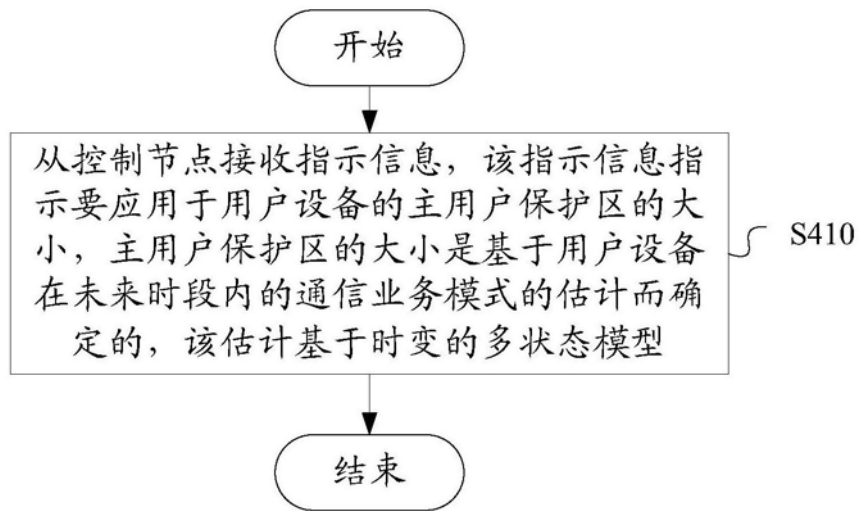


图4



图5

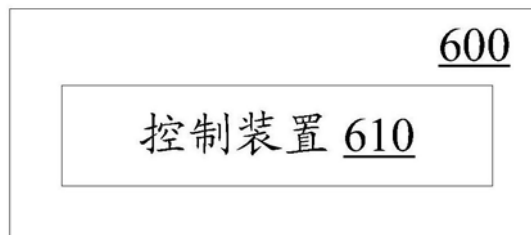
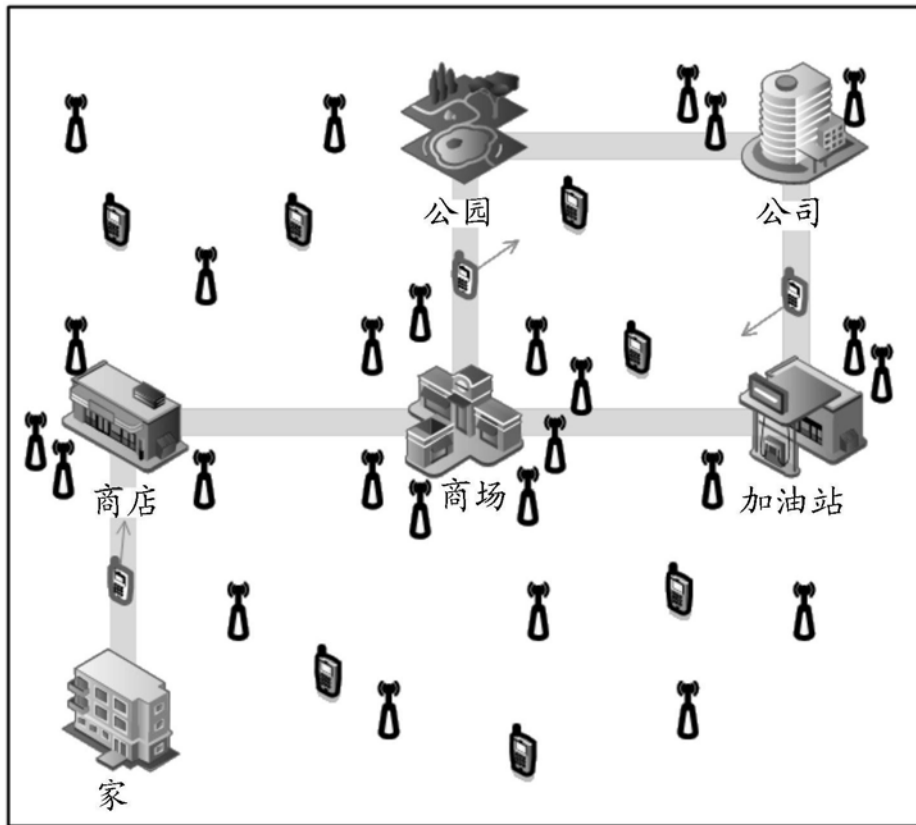


图6



接入点    主用户    次用户    位移

图7

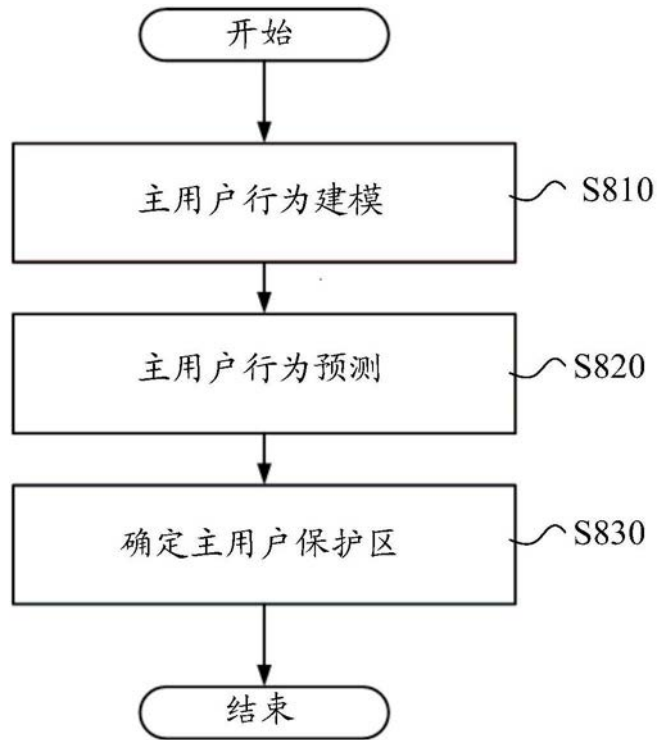


图8

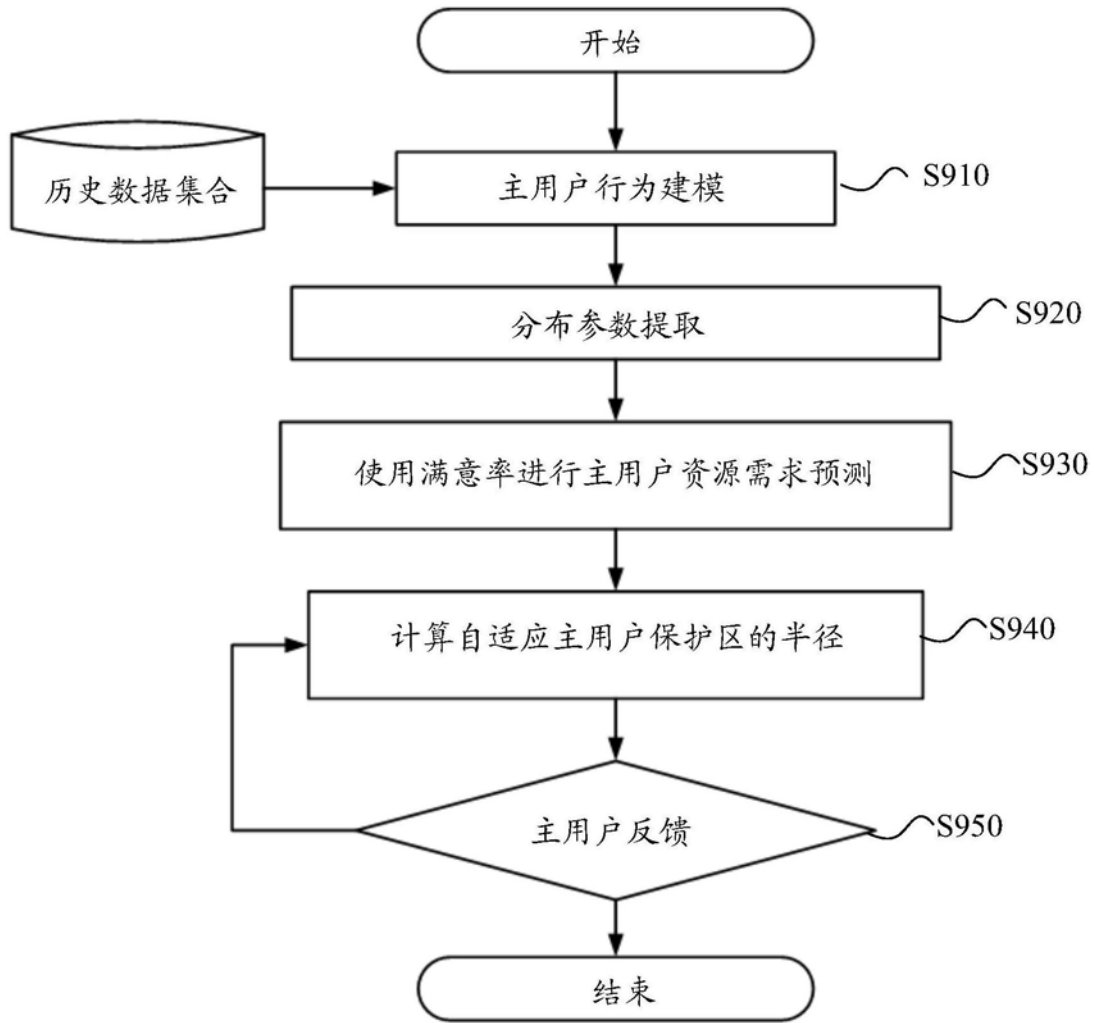


图9

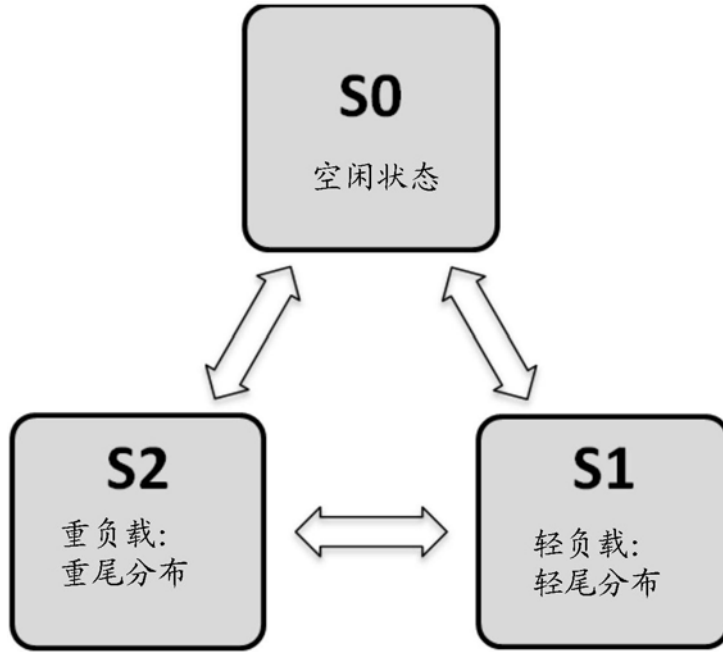


图10

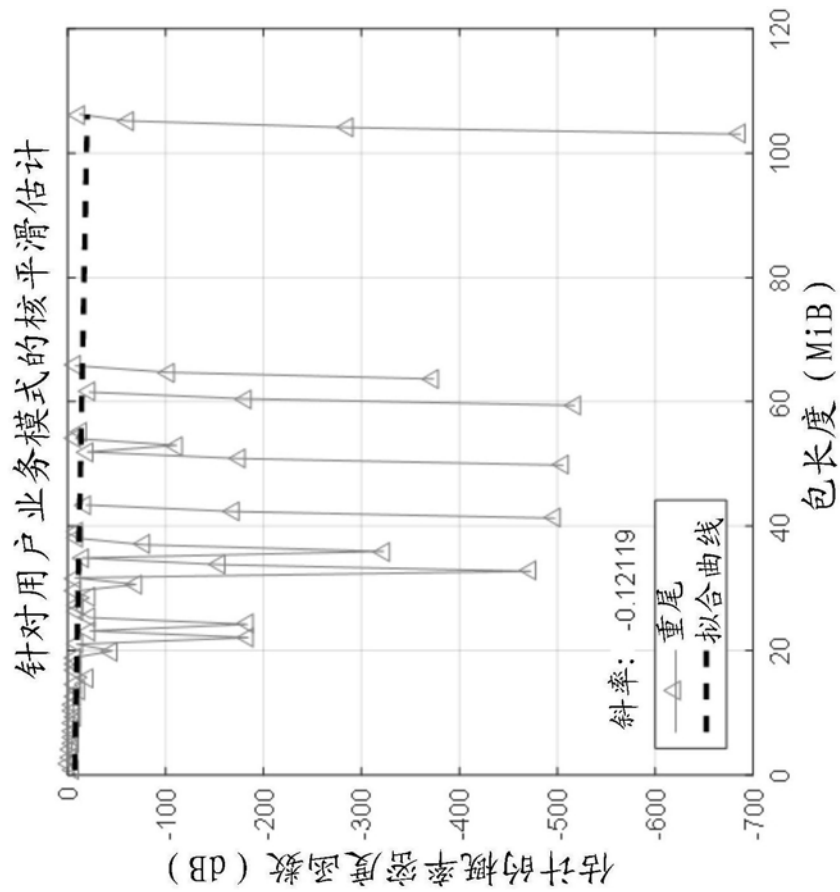


图11A

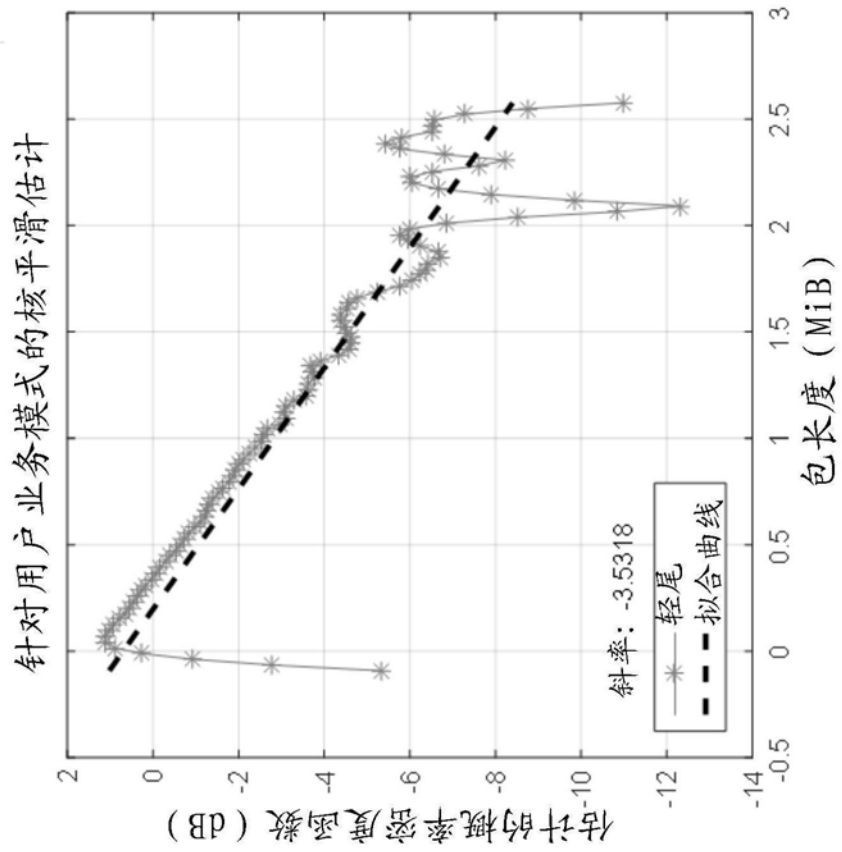


图11B

重/轻业务模式的估计CDF

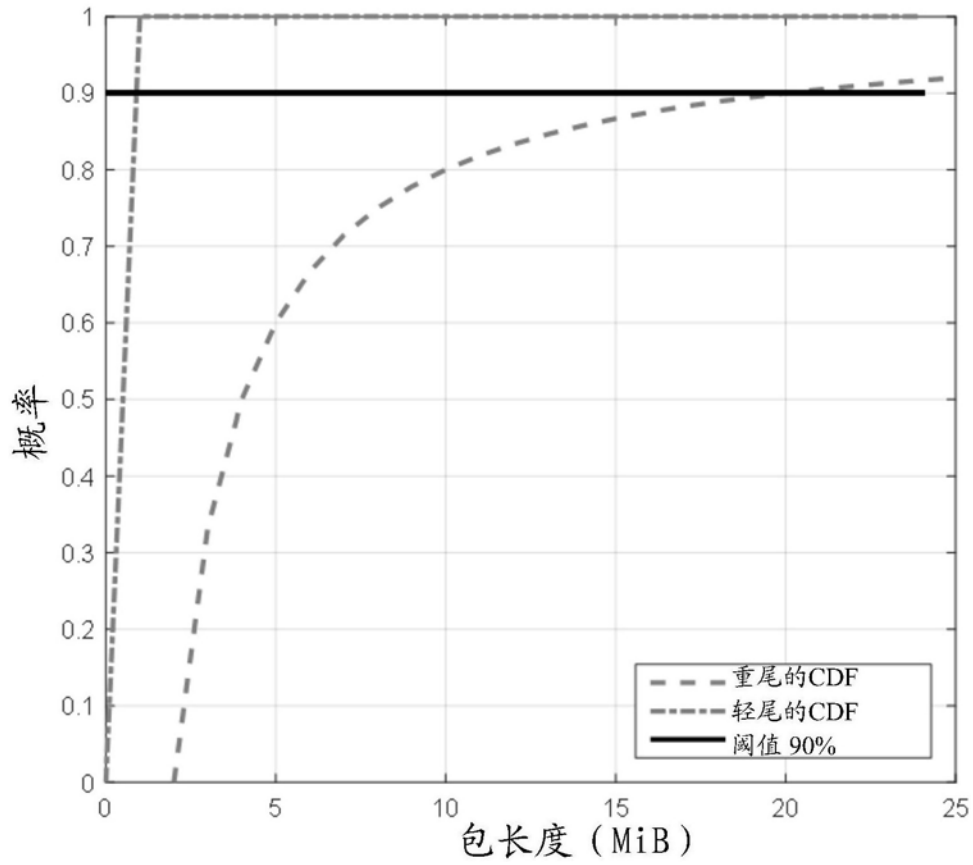


图12

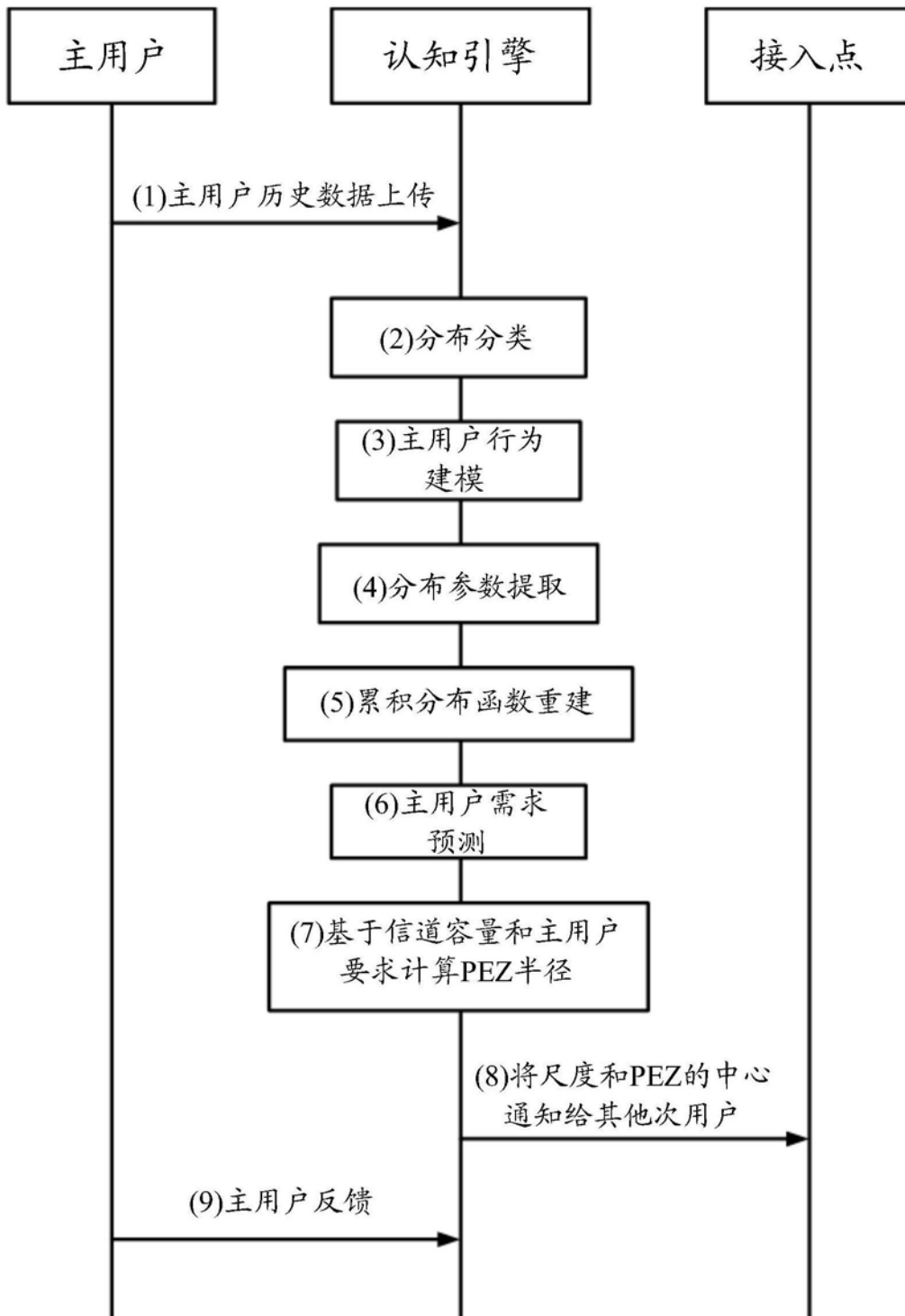


图13

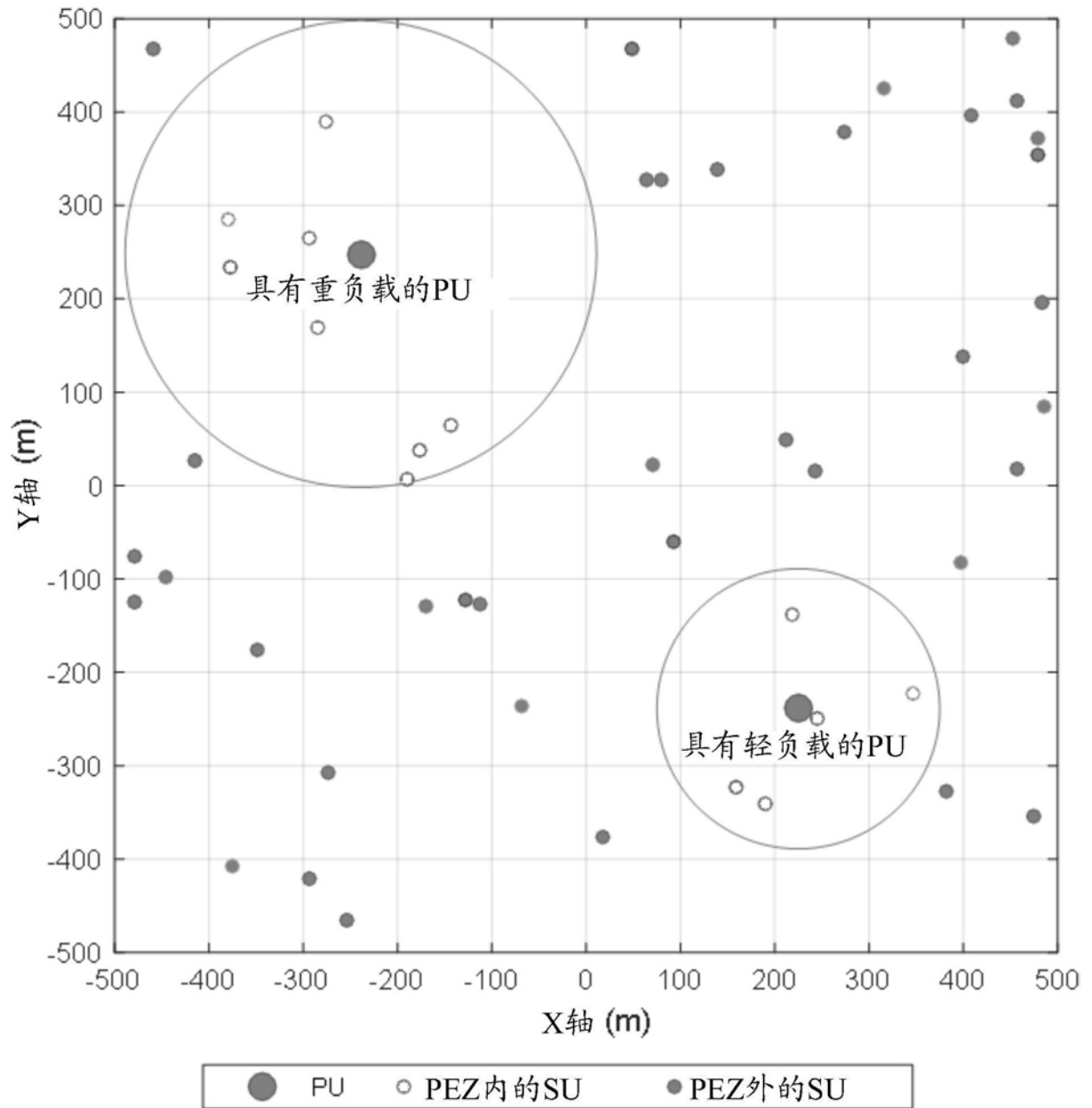


图14

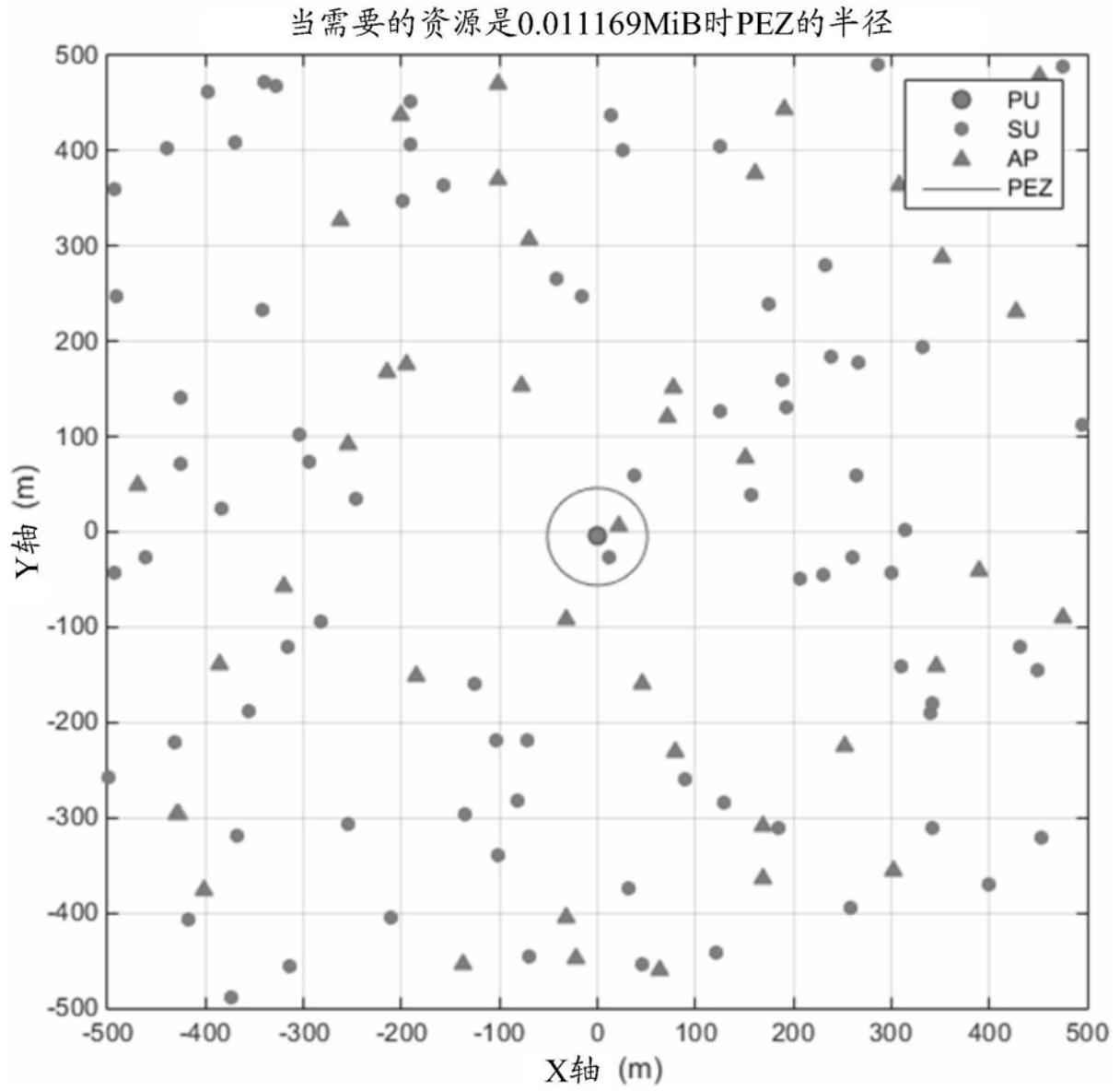


图15

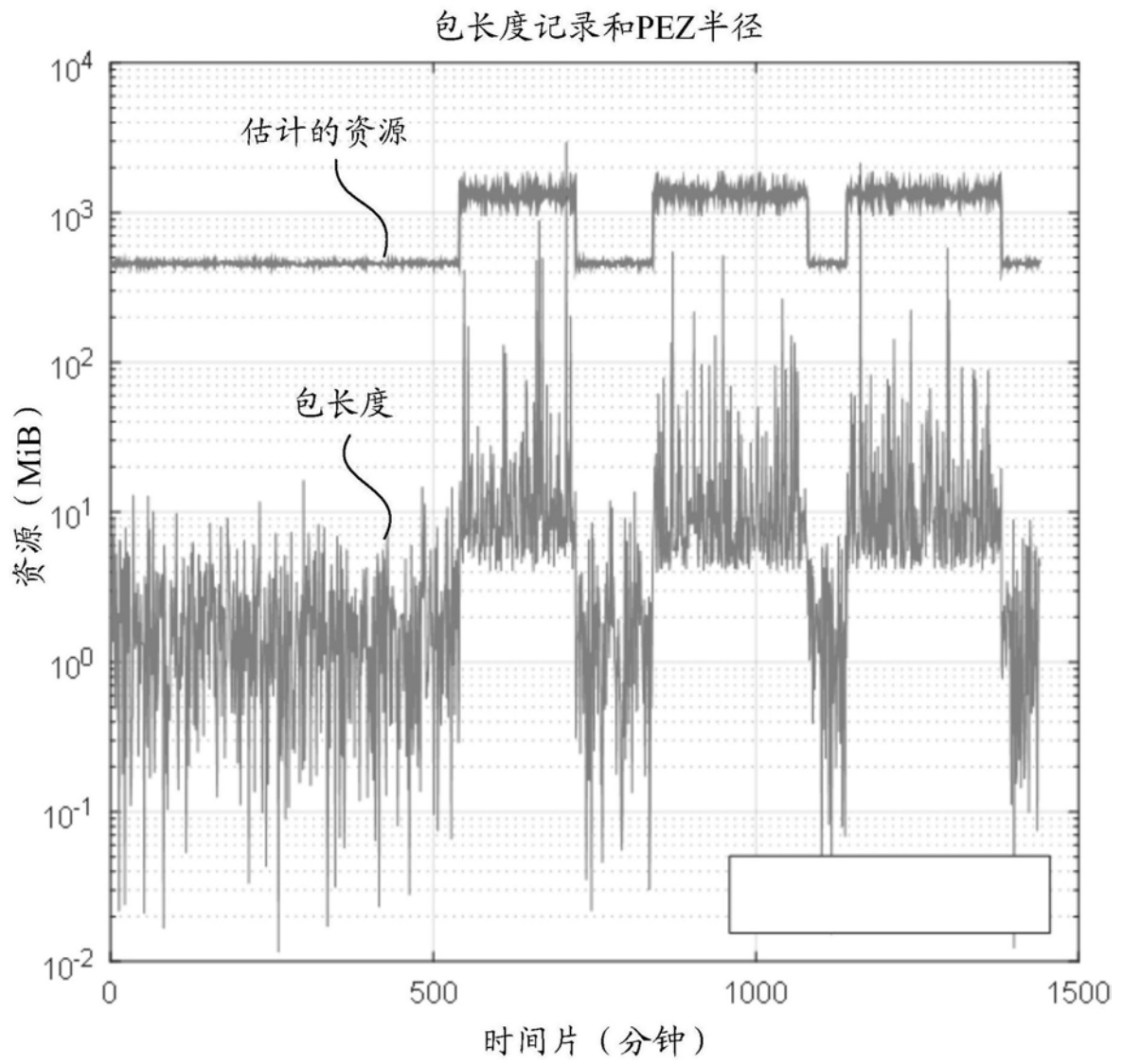


图16

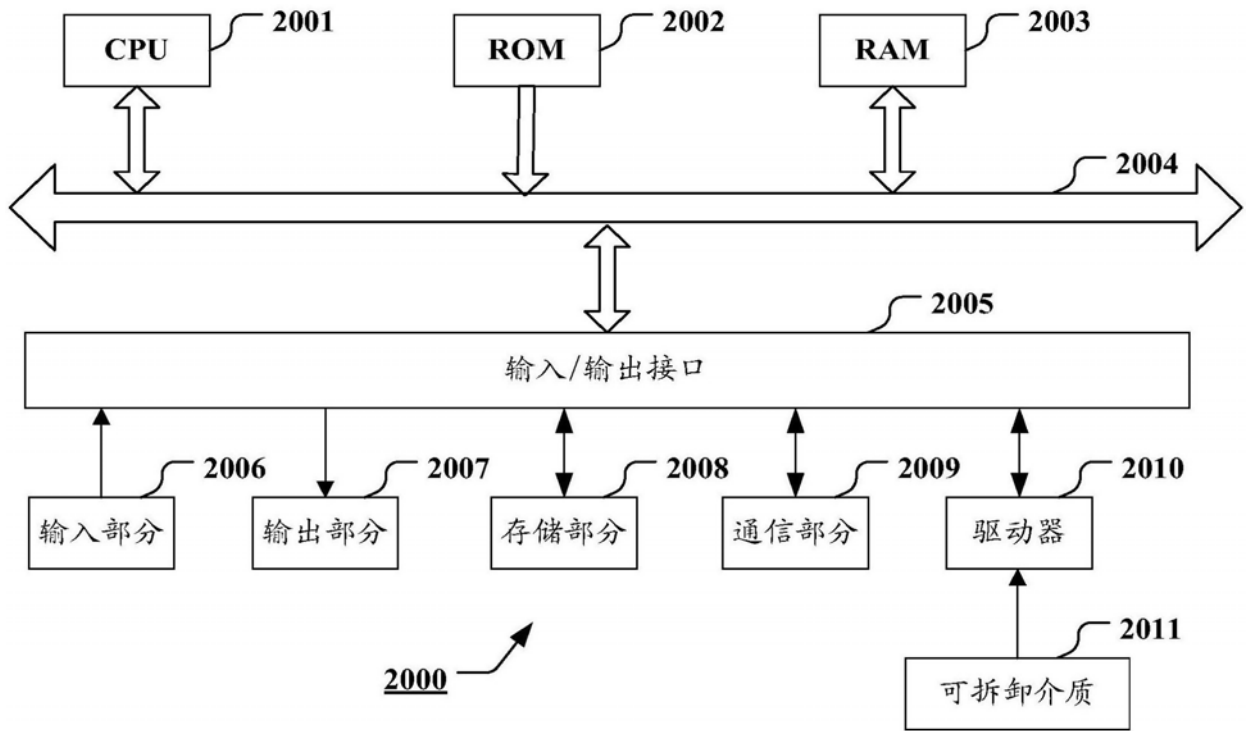


图17

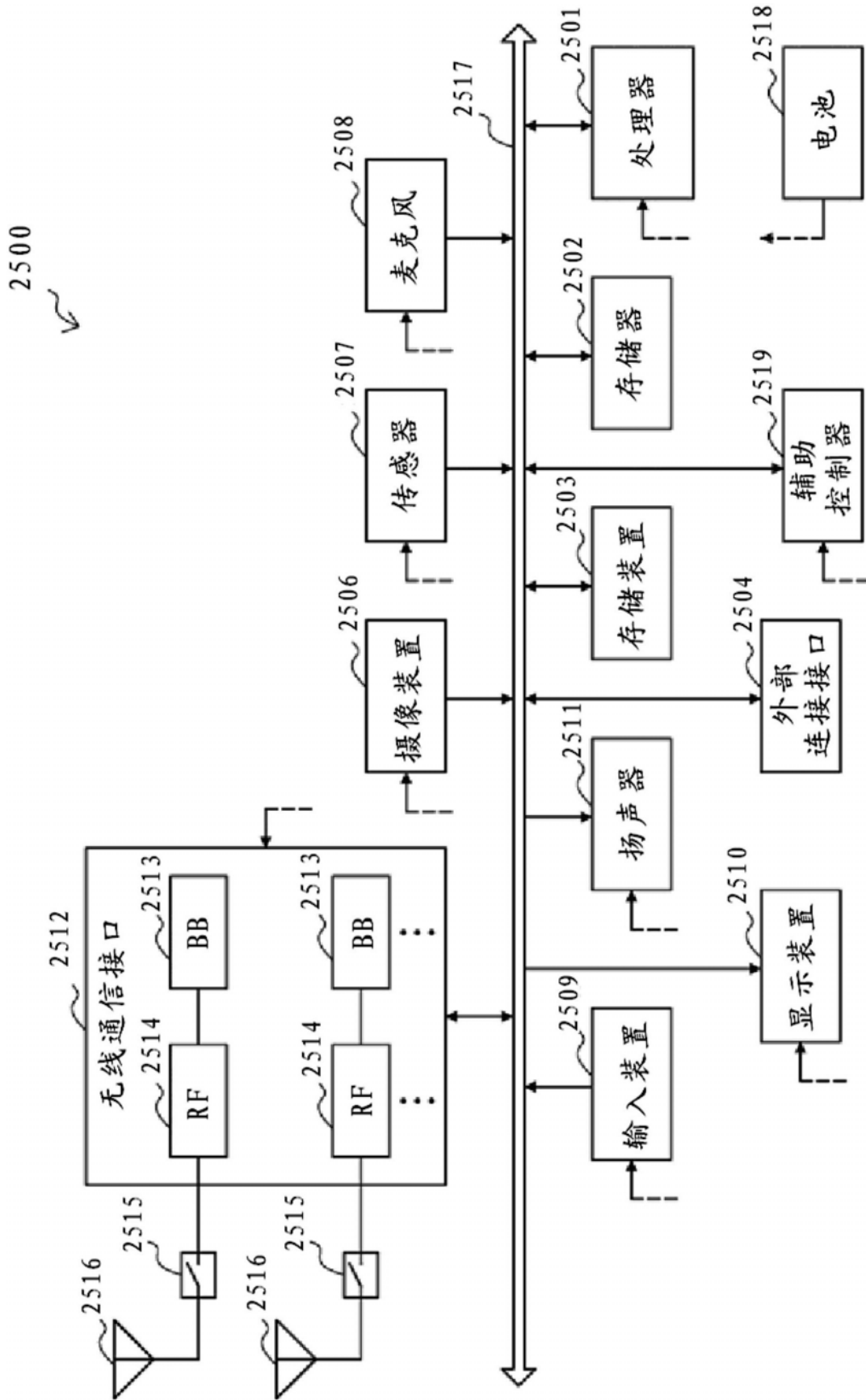


图18

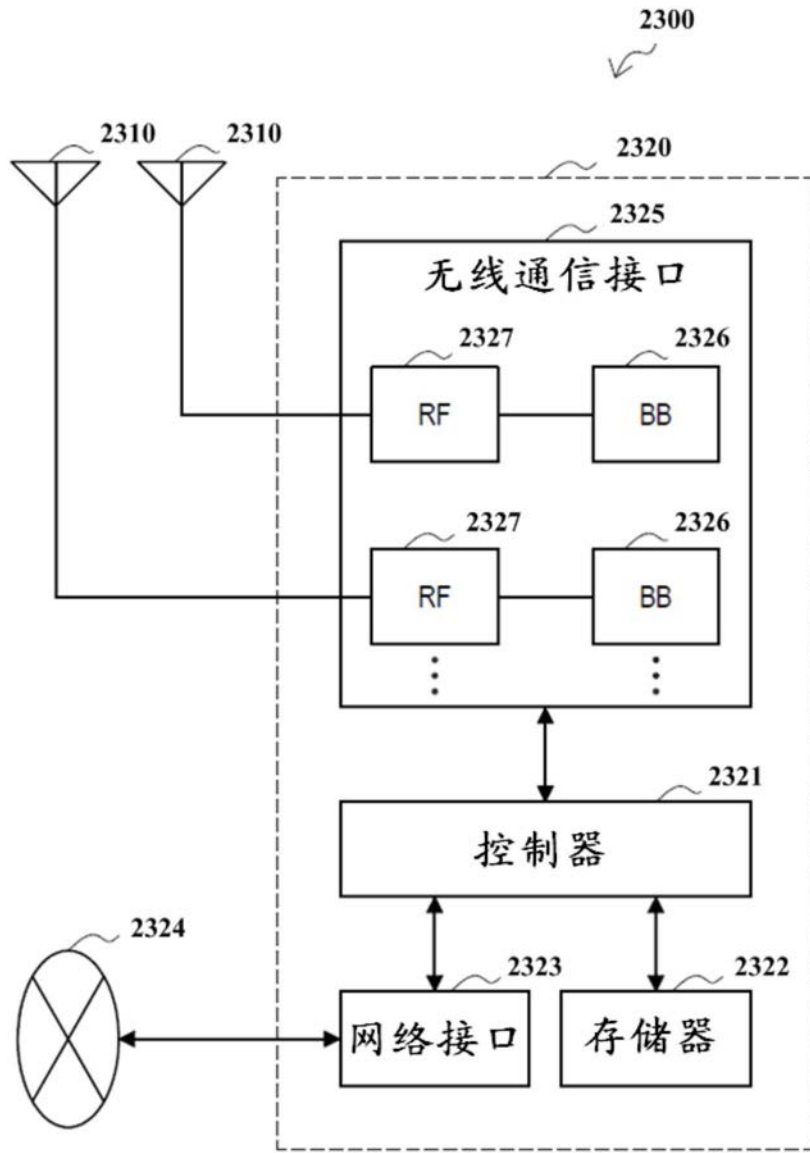


图19