



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108029104 B

(45)授权公告日 2020.10.16

(21)申请号 201580080500.3

(22)申请日 2015.06.05

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108029104 A

(43)申请公布日 2018.05.11

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2015/062581 2015.06.05

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/192810 EN 2016.12.08

(73)专利权人 华为技术有限公司  
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 彼得·莱格 达米安·科尔马什

(74)专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329

代理人 魏雪娇 毛威

(51)Int.Cl.  
H04W 72/04(2006.01)  
H04L 5/00(2006.01)

(56)对比文件  
WO 2014051478 A1,2014.04.03  
WO 2014050584 A1,2014.04.03  
US 2014241242 A1,2014.08.28  
CN 103095442 A,2013.05.08  
US 2008233967 A1,2008.09.25  
CN 103825663 A,2014.05.28  
CN 102291770 A,2011.12.21

审查员 倪大建

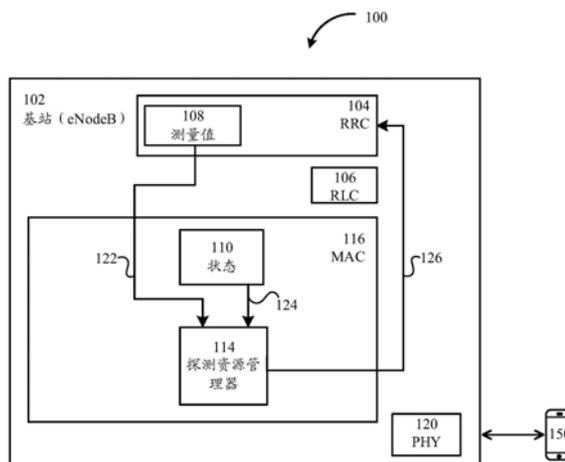
权利要求书2页 说明书21页 附图15页

(54)发明名称

用于配置探测参考符号(SRS)的方法和装置

(57)摘要

一种用于在无线网络的接入节点中分配探测资源的计算装置。该计算装置包括处理器，该处理器用于基于设备状态模型和第一设备信息，确定第一设备状态，其中，第一设备状态模型包括有限数量的状态。所述处理器用于基于所述第一设备状态，确定第一设备信息的第一目标探测配置，并输出所述第一目标探测配置。



1. 一种用于接入节点中的计算装置(1700),所述计算装置包括处理器(1702),其中,所述处理器(1702)用于:

基于设备状态模型和第一设备信息,确定第一设备状态,其中,所述设备状态模型包括有限数量的状态;

基于所述第一设备状态,确定所述第一设备信息的第一目标探测配置;以及输出所述第一目标探测配置;

基于所述第一设备状态和所述第一设备信息,确定所述第一设备的第一优先级;

基于所述设备状态模型和第二设备信息,确定第二设备状态;

基于所述第二设备状态,确定所述第二设备信息的第二目标探测配置;

基于所述第二设备状态和所述第二设备信息,确定所述第二设备的第二优先级;

当所述第一设备信息的当前探测配置包括比所述第一目标探测配置更少的探测资源时,将所述第一设备信息分配至升级列表;

当所述第二设备信息的所述当前探测配置包括比所述第二目标探测配置更多的探测资源时,将所述第二设备信息分配至降级列表。

2. 根据权利要求1所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于基于发送缓存中的数据量,确定所述第一设备状态。

3. 根据权利要求2所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于当所述发送缓存中的所述数据量在第一预定时间段内超过第一预定阈值时,将所述第一设备状态移动到较高的缓存状态(300,1000),并且当所述发送缓存中的所述数据量在第二预定时间段内下降到第二预定阈值以下时,将所述第一设备状态移动到较低的缓存状态。

4. 根据权利要求1所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于基于发送缓存中的数据量、发送的数据量以及业务类型,确定所述第一设备状态。

5. 根据权利要求1所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于基于所述第一设备信息中的当前和过去的资源块数量和/或所述第一设备信息中的当前和过去的数据传输频率,确定所述第一设备状态。

6. 根据权利要求5所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于:

基于一个或多个过去的设备信息值,估计下一时间段的设备信息值;以及

基于所述估计的设备信息值,确定资源块状态。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算装置(1700),其中,所述第二目标探测配置包括比所述第二设备信息的当前探测配置更少的探测资源,所述处理器(1702)用于:

当小区的可用探测资源不足以支持所述第一目标探测配置时,输出所述第二目标探测配置,以增加所述小区中的所述可用探测资源。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于基于接收信号强度、功率余量和所述第一设备的位置中的至少一个,确定所述第一设备的所述第一优先级。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用于基于传输资源的数量、上行链路信道状态和所述第一设备的服务质量中的至少一个,确定所述第一设备的所述第一优先级。

10. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算装置(1700),其中,所述处理器(1702)用

于：

当所述第一优先级包括所述升级列表的最高优先级时，将所述第一设备信息从所述升级列表中移除；

输出所述第一目标探测配置；以及

当小区中没有足够的可用探测资源，以支持所述第一目标探测配置时：

当所述第二优先级包括所述降级列表的最低优先级时，将所述第二设备信息从所述降级列表中移除；以及

输出所述第二目标探测配置。

11. 根据权利要求1至6中任一项所述的计算装置(1700)，其中，所述处理器(1702)用于基于定时器，启动所述目标探测配置的确立。

12. 一种用于分配探测资源的方法(200)，包括：

基于设备状态模型和第一设备信息，确定(202)第一设备状态，其中，所述设备状态模型包括有限数量的状态；

基于所述第一设备状态，确定(204)所述第一设备信息的第一目标探测配置；以及输出(708)所述第一目标探测配置；

基于所述第一设备状态和所述第一设备信息，确定所述第一设备的第一优先级；

基于所述设备状态模型和第二设备信息，确定第二设备状态；

基于所述第二设备状态，确定所述第二设备信息的第二目标探测配置；

基于所述第二设备状态和所述第二设备信息，确定所述第二设备的第二优先级；

当所述第一设备信息的当前探测配置包括比所述第一目标探测配置更少的探测资源时，将所述第一设备信息分配至升级列表；

当所述第二设备信息的所述当前探测配置包括比所述第二目标探测配置更多的探测资源时，将所述第二设备信息分配至降级列表。

13. 一种包括非暂时计算机程序指令的可读存储介质，当由处理装置执行时，所述计算机程序使所述处理装置执行根据权利要求12所述的方法。

## 用于配置探测参考符号(SRS)的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本申请的各方面一般涉及无线通信系统,并且更具体地,涉及探测参考符号资源的分配。

### 背景技术

[0002] 在资源块(resource block, RB)利用率(例如>75%)和在小区中同时连接或在线的设备的数目方面,签约长期演进(Long Term Evolution, LTE)型无线通信系统的移动设备的数量增长,引起了高小区负载。随着数据包大小的增加和数据包间到达时间的缩短,移动用户预计将享受到各种各样的移动应用,从而产生各种类型的“智能手机业务”。通过使用多用户分级和频率选择调度(frequency selective scheduling, FSS),这些条件有利于实现大的增益,从而为用户提供更好的智能手机体验。

[0003] 当小区中移动设备的数量较多时,向每个在线的移动设备提供丰富的信道状态信息(channel state information, CSI)信令以实现良好的FSS,是不可行的。丰富的CSI信令意味着在整个载波带宽上具有相对较短的更新周期的详细子频带CSI。这可能导致大的信令开销,并且由于所有在线移动设备在每个子频带上SRS的重复传输,可能会耗尽所有可用的探测参考符号(sounding reference symbol, SRS)资源。高的小区负载使得管理SRS传输以及以最大化重要性能指标的方式(诸如,小区上行吞吐量或者位于小区边缘的移动设备的上行吞吐量)向移动设备分配探测资源变得困难。丰富的CSI对于精确的FSS是必要的。整个带宽上的频率响应的信息允许为每个移动设备识别出最佳频带。

[0004] 特定频率的CSI在被另一个探测刷新之前,在多个调度周期(例如,在LTE中为1毫秒)应该保持精确。即使对于缓慢移动的移动设备也需要频繁的CSI测量。例如,对于以大约3km/h移动的用户,推荐在整个频段上每20ms进行一次探测(每5ms单独进行一次子频带探测传输)。对于更高移动速度的用户,报告间隔应与速度成反比而缩短。丰富的探测是要付出代价的。例如,在一些常规网络中,每个子帧可以用于使用一个SC-FDMA符号作为SRS,导致1/12或约8%的探测开销。因此,仅在必要时,才需要配置移动设备用于丰富探测。可以通过使用无线资源控制(radio resource control, RRC)连接重配置过程改变移动设备的探测配置或SRS报告配置。虽然RRC连接重配置的资源块成本低,但是其消耗了大量的物理下行链路控制信道(physical downlink control channel, PDCCH)资源。当移动设备处于差的无线状况时(例如当移动设备在小区的边缘时),也会有遇到无线链路失败和掉话的风险。因此,建议将RRC连接重配置保持为低频率,例如每个移动设备不到1赫兹。

[0005] 因此,需要一种用于向移动设备分配探测资源方法和装置,有效地最大化期望的性能标准,例如小区边缘用户的吞吐量,同时将RRC连接重配置的频度保持最小。

### 发明内容

[0006] 本申请的目的是提供一种能够在无线接入网络中分配探测资源的装置和方法,使得移动设备在没有过多的无线资源控制重配置的情况下,可能实现最大的吞吐量的改进、

接收最丰富的探测配置。

[0007] 根据本申请的第一方面,一种用于接入节点中的计算装置可以获得上述和更多的目的和优点。计算装置包括用于基于设备状态模型和第一设备信息,确定第一设备状态的处理器,其中,设备状态模型包括有限数量的状态。然后,处理器基于第一设备状态,确定第一设备信息的第一目标探测配置,并且输出第一目标探测配置。以这种方式,在没有过多的无线资源控制重配置的情况下提供更丰富的探测配置。

[0008] 在根据第一方面的计算装置的第一种可能实现方式中,处理器用于基于发送缓存中的数据量,确定第一设备状态。这允许向需要传输更大数据量的移动设备提供更丰富的探测配置。

[0009] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种可能实现方式的计算装置的第二种可能实现方式中,处理器用于当发送缓存中的数据量在第一预定时间段内超过第一预定阈值时,将第一设备状态移动到较高的缓存状态,并且当发送缓存中的数据量在第二预定时间段内下降到第二预定阈值以下时,将第一设备状态移动到较低的缓存状态。以这种方式,可以实现可靠的设备状态的确定。

[0010] 在根据第一方面的计算装置的第三种实现方式中,处理器用于基于发送缓存中的数据量、发送的数据量以及业务类型,确定第一设备状态。以这种方式,实现了改进的设备状态的确定。

[0011] 在根据第一方面的计算装置的第四种实现方式中,处理器用于基于第一设备信息中的当前和过去的资源块数量和/或第一设备信息中的当前和过去的数据传输频率,确定第一设备状态。这样可以改进探测资源的分配。

[0012] 在根据第一方面本身或者第一方面的第四种实现方式的计算装置的第五种实现方式中,处理器用于基于一个或多个过去的设备信息值,估计下一时间段的设备信息值,并且基于估计的设备信息值,确定资源块状态。这样可以实现改进的探测资源的分配。

[0013] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种至第五种实现方式的装置的第六种可能实现方式中,处理器用于基于设备状态模型和第二设备信息,确定第二设备状态;确定第二目标探测配置,其中,第二目标探测配置包括比第二设备信息的当前探测配置更少的探测资源;以及当小区的可用探测资源不足以支持第一目标探测配置时,输出第二目标探测配置,以增加小区中的可用探测资源。这提供了在需要额外的探测资源的移动设备和具有超额探测资源的移动设备之间交换探测资源。

[0014] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种至第六种实现方式的计算装置的第七种可能实现方式中,处理器用于基于第一设备状态和第一设备信息,确定第一设备信息的第一优先级;基于第二设备状态和第二设备信息,确定第二设备信息的第二优先级;当第一设备信息的当前探测配置包括比第一目标探测配置更少的探测资源时,将第一设备信息分配至升级列表;当第二设备信息的当前探测配置包括比第二目标探测配置更多的探测资源时,将第二设备信息分配至降级列表。这样可以将探测资源分配给最有可能从丰富探测中受益的移动设备。

[0015] 在根据第一方面的计算装置的第八种实现方式中,处理器用于基于接收信号强度、功率余量和移动设备的位置中的至少一个,确定第一设备的第一优先级。这允许向小区边缘的移动设备提供丰富的探测。

[0016] 在第一方面本身或者第一方面的第七种或第八种实现方式的计算装置的第九种实现方式中,处理器用于基于传输资源的数量、上行链路信道状态和移动设备的服务质量中的至少一个,确定第一设备的第一优先级。这样可以改进探测资源的分配。

[0017] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种至第九种实现方式的计算装置的第十种可能实现方式中,处理器用于基于第一设备信息或第二设备信息中的特征的加权和,确定第一设备优先级或第二设备优先级。这样可以改进探测资源的分配。

[0018] 在根据第一方面本身或者第一方面的第七种至第十种实现方式的计算装置的第十一种可能实现方式中,处理器用于当第一优先级包括升级列表的最高优先级时,将第一设备信息从升级列表中移除;以及输出第一目标探测配置。当小区中没有足够的可用探测资源,以支持第一目标探测配置时,处理器用于当第二优先级包括降级列表的最低优先级时,将第二设备信息从降级列表中移除;以及输出第二目标探测配置。这样可以获得额外的探测资源。

[0019] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种到第十一种实现方式的计算装置的第十二种可能实现方式中,处理器用于基于定时器,启动目标探测配置的确定。这样可以提供更好的探测资源配置的触发。

[0020] 在根据第一方面本身或者第一方面的第一种到第十一种实现方式的计算装置的第十三种可能实现方式中,处理器用于基于事件,启动目标探测配置的确定,其中,事件包括移动设备从小区断开连接。这样可以提供更好的探测资源的触发。

[0021] 根据本申请的第二方面,一种用于分配探测资源的方法可以获得上述和更多的目的和优点。在一个实施例中,该方法包括基于设备状态模型和第一设备信息,确定第一设备状态,其中,第一设备状态模型包括有限数量的状态。该方法基于第一设备状态,确定第一设备信息的第一目标探测配置,以及输出第一目标探测配置。以这种方式,在没有过多的无线资源控制重配置的情况下提供更丰富的探测配置。

[0022] 在根据第二方面的方法的第一种可能实现方式中,该方法包括基于设备状态模型和第二设备信息,确定第二设备状态;确定第二目标探测配置,其中,第二目标探测配置包括比第二设备信息的当前探测配置更少的探测资源。当小区的可用探测资源不足以支持第一目标探测配置时,该方法输出第二目标探测配置,以增加小区中的可用探测资源。这提供了在需要额外的探测资源的移动设备和具有超额探测资源的移动设备之间交换探测资源。

[0023] 在根据第二方面本身或者第二方面的第一种实现方式的方法的第二种可能实现方式中,该方法包括基于第一设备状态和第一设备信息,确定第一设备信息的第一优先级;基于第二设备状态和第二设备信息,确定第二设备信息的第二优先级。该方法当第一设备信息的当前探测配置包括比第一目标探测配置更少的探测资源时,将第一设备信息分配至升级列表;当第二设备信息的当前探测配置包括比第二目标探测配置更多的探测资源时,将第二设备信息分配至降级列表。这样可以将探测资源分配给最有可能从丰富探测中受益的移动设备。

[0024] 在根据第二方面本身或者第二方面的第一种或第二种实现方式的方法的第三可能实现方式中,该方法包括当第一优先级包括升级列表的最高优先级时,将第一设备信息从升级列表中移除;以及输出第一目标探测配置。当小区中没有足够的可用探测资源,以支持第一目标探测配置时,该方法包括当第二优先级包括降级列表的最低优先级时,将第二

设备信息从降级列表中移除；以及输出第二目标探测配置。这使得能够从较不活跃的移动设备中释放探测资源，以使得探测资源对于非常活跃的移动设备可用。

[0025] 根据本申请的第三方面，一种包括非暂时计算机程序指令的计算机程序产品可以获得上述和更多的方面和优点，当由处理装置执行时，该计算机程序产品使得处理装置执行根据第二方面所述的方法。

[0026] 根据本文所描述的实施例结合附图，示例性实施例的这些和其他方面、实现方式和优点是显而易见的。然而，应当理解，说明书和附图仅仅是为了说明的目的而设计的，而不是作为对所披露的申请的限定，限定应当参考所附的权利要求。本申请的其他方面和优点将在下文说明书中阐述，并且部分根据说明书是显而易见的，或者可以通过本申请的实践来了解。此外，本申请的方面和优点具体可通过所附权利要求指出的手段和组合来实现和获得。

### 附图说明

[0027] 在下文中，将参照附图中所示的示例实施例更详细地解释本申请，其中：

[0028] 图1示出了根据所公开的实施例的方面用于调整向小区中的移动设备分配的探测资源的接入节点的框图。

[0029] 图2示出了根据所公开的实施例的方面用于探测资源的分配的示例性方法的流程图。

[0030] 图3示出了根据所公开的实施例的方面适于确定缓存状态的设备状态模型的示例性实施例。

[0031] 图4示出了根据所公开的实施例的方面示出媒体访问控制层吞吐量和设备状态之间的关系图。

[0032] 图5示出了根据所公开的实施例的方面一种选择目标探测配置的方法的示例性实施例的框图。

[0033] 图6示出了根据所公开的实施例的方面一种计算移动设备优先级的方法的示例性实施例。

[0034] 图7示出了结合所公开的实施例的方面的探测资源分配算法的示例性实施例。

[0035] 图8示出了根据所公开的实施例的方面的升级列表和降级列表的示例性实施例。

[0036] 图9示出了结合所公开的实施例的方面用于示例性探测资源分配算法的文件上传延迟的累积分布函数的图。

[0037] 图10示出了结合所公开的实施例的方面用于无线通信系统的具有3个缓存状态的设备状态模型的实施例。

[0038] 图11示出了结合所公开的实施例的方面用于无线通信系统的示例性升级和降级列表的实施例。

[0039] 图12示出了结合所公开的实施例的方面用于无线通信系统的业务状态计算器的示例性实施例。

[0040] 图13示出了结合所公开的实施例的方面用于无线通信系统的业务状态模型的示例性实施例的状态图。

[0041] 图14示出了结合所公开的实施例的方面示出无线通信系统中的业务状态转换和

上行链路吞吐量的图。

[0042] 图15示出了结合所公开的实施例的方面的无线通信系统中的资源块状态模型的示例性实施例。

[0043] 图16示出了结合所公开的实施例的方面的无线通信系统中对应于资源块状态模型的示例性数据业务模式。

[0044] 图17示出了适于实现所公开的实施例的方面的示例性计算设备的框图。

### 具体实施方式

[0045] 图1示出了用于调整向小区中的一个或多个移动设备150分配的探测资源的接入节点100的框图。本文所用的术语“小区”是指接入节点、由接入节点控制的所有无线资源单元以及所有移动设备,这些移动设备的无线传输和接收通过接入节点在公共无线资源集合上协调。接入节点100(在某些实施例中可以是eNodeB 102)是通过无线链路或空中接口直接连接到移动设备150的无线通信系统中的单元。在其他功能中,接入节点100负责为每个移动设备150配置探测参考符号报告,以最大化移动设备150的上行链路性能。上行链路性能可以通过使用如传输延迟、数据吞吐量等的各种参数进行量化。

[0046] 在某些实施例中,接入节点100可以基于移动设备150的位置,配置探测参考符号报告或分配探测资源,以提升移动设备150的上行链路性能,例如,提升位于小区边缘的移动设备的上行链路性能。大部分由探测资源分配来完成的性能提升通过频率选择调度(frequency selective scheduling,FSS)实现,频率特定信道信息使得FSS成为可能。

[0047] FSS的有效管理要求接入节点(access node,AN) 100或eNodeB 102对于每个被调度的子频带具有频率特定信道状态信息(channel state information,CSI)。为了调度下行链路传输,接入节点100可以依靠在物理上行链路控制信道(physical uplink control channel,PUCCH)或物理上行链路共享信道(physical uplink shared channel,PUSCH)上由移动设备150发送的信道质量指示(channel quality indicator,CQI)或其他下行链路信道状况信息。接入节点100通过使用由移动设备150发送的探测参考符号(sounding reference symbol,SRS)来确定上行链路信道状况。

[0048] 上行链路调度器的信道质量估计主要是基于由移动设备150发送的SRS。在某些情况下,上行链路估计也可以基于在PUSCH上发送的解调参考符号(demodulation reference symbols,DM-RS)。用于信道估计的探测资源可以包括SRS和/或DM-RS。例如,在每个小区中,在每个无线帧中(例如,在基于LTE的小区中使用的小于10毫秒(ms)无线帧中)保留用于SRS传输的一个或多个单载波频分多址(single carrier frequency division multiple access,SC-FDMA)符号或符号位置。这些保留的符号位置(在本文中称为探测资源)通过使用诸如时分多址(time division multiple access,TDMA),交织的频分多址(frequency division multiple access,FDMA)和码分多址(code division multiple access,CDMA)等各种技术在移动设备150之间共享。

[0049] 接入节点100包括无线资源控制(radio resource control,RRC)单元104,RRC单元104与无线链路控制(radio link control,RLC)单元106一起工作,以管理无线资源以及管理连接的移动设备150。在线设备是处于RRC连接状态的、发送/接收数据或预期开始发送/接收数据的移动设备。无线资源控制单元104从连接到接入节点100的移动设备150接收

测量值。这些测量值108包括移动设备信息,例如,发送缓存的大小(指示移动设备150中等待发送的数据量)、设备位置、下行链路信道状态信息、SINR等。移动设备测量值108还可以包括在移动设备150上运行的应用(例如,VoIP、VoLTE、股票交易、流媒体广播)的有关信息,并且还可以包含有关数据业务类型或所需服务的的质量的信息。

[0050] 接入节点100还包括物理层120,物理层120是由物理通信组件组成的通信栈中的最底层。物理层120与小区内的或连接至接入节点100的一个或多个移动设备150交换(即,发送和接收)数据和其他信息。信息通过MAC层116在物理层120和无线资源控制104以及无线链路控制106之间进行传递。

[0051] 探测资源管理器114接收移动设备信息122,该移动设备信息122与连接到接入节点100的每个移动设备150相关联。每个移动设备150的关于状态或状况的信息被保留在状态单元110中,状态单元110在某些实施例中如下文进一步描述的实施例中,可以包括各种类型的状态模型以及探测资源分配和配置。探测资源管理器114从无线资源控制104和无线链路控制106接收移动设备信息122,并且从状态单元110接收如设备状态124的信息。探测资源管理器114用于确定什么时候移动设备150的探测配置需要被改变。当确定需要改变配置时,探测资源管理器114请求126无线资源控制104执行无线资源控制重配置过程,以修改移动设备150的探测配置。探测资源是以每个小区为基础进行管理的。因此,小区中的所有探测资源都是由单个探测资源管理器114进行管理的。

[0052] 基于10兆赫兹载波频率的一个具体的示例性探测配置,可以通过移动设备150为每个SRS传输规定12个RB的探测,这就需要四次传输以探测整个频带。利用这种探测配置,48个RB被用于探测,2个RB被预留给PUCCH,因此,2个RB不能被PUSCH加以利用。配置有5ms周期的移动设备150可以在20ms内探测整个频带。该示例性探测配置可以在采用LTE型无线通信标准的小区中使用,其中,上行链路被配置,以使得每个子帧包括用于探测参考符号的一个SC-FDMA符号。

[0053] 表1示出了示例性探测周期,该探测周期可配置为单个10ms LTE型无线帧分割而成的10个子帧。在表1的示例性探测配置中,需要丰富探测的移动设备150可以被配置为在每10ms无线帧的两个子帧期间发送探测参考符号,以提供5ms的探测周期。对于5ms的探测周期,子帧0和子帧5被有效配对,以允许移动设备150每5ms发送一个探测参考符号。类似地,对于5ms探测参考符号传输,子帧1与子帧6配对且子帧2与子帧7配对。

	子帧号									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[0054] SRS 周期	5ms	5ms	5ms	80ms	80ms	5ms	5ms	5ms	80ms	80ms

[0055] 子帧3、4、8以及9可以用于支持需要较低探测速率的移动设备150。通过在每隔八个无线帧的3、4、8或9子帧之一中发送一个探测参考符号,需要更少探测资源的移动设备150可以被配置为具有80ms的探测周期。

[0056] 当确定表1所示的探测配置可以支持的用户数量时,需要一些关于无线接口的假设。假设循环移位为4,相当于CDMA因子等于4,假设梳状因子为2且每次探测传输覆盖12个资源块,则需要四次探测参考符号传输,以覆盖48个资源块的整个探测频带。基于这些假

设,子帧对0和5以及类似的子帧对1-6和2-7支持具有每个子帧对的32个用户。

[0057] 表2示出了每个子帧探测参考符号传输支持的用户。需要说明的是,因为在子帧0、1和2期间正在发送探测参考符号的相同用户也在子帧5、6和7期间发送探测参考符号,所以子帧5、6和7不支持任何其他用户。

		子帧号									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[0058]	<b>SRS 周期</b>	5ms	5ms	5ms	80ms	80ms	5ms	5ms	5ms	80ms	80ms
	<b>支持 的 用 户</b>	32	32	32	256	256				256	256

[0059] 总的来说,上述示例性的探测配置支持具有5ms探测的96个移动设备和具有80ms探测的1024个移动设备。提出使用上述两种探测配置的探测方案仅仅是为了帮助理解,并且本领域技术人员可以容易地认识到许多其它探测周期配置具有不同的探测周期是可能的,并且在相同小区中的不同移动设备上同时配置多于或少于两个不同的探测周期是可能的。

[0060] 有限数量的移动设备(上述示例中为96个)可以配置丰富的(在上述示例中为5ms的探测周期)探测,当小区有大量连接的设备时,并非所有连接的设备可以配置丰富探测。用于分配探测资源的常规方法是使用先来先服务(first come first serve)的方法,其中移动设备被配置为最佳可用探测周期。利用这种方法,连接到小区的前96个移动设备被配置为5ms的探测周期,且额外的移动设备在连接到该小区时被配置为80ms的探测。虽然易于实现,但是该方法并不能有效利用探测资源,因为第一个连接的移动设备可能靠近信号强度良好的小区中心,并且通过丰富探测获得的吞吐量增益可能不大。还可能出现的情况是,被配置丰富探测的设备也可能并不发送数据,在这种情况下,实际上浪费了丰富的探测资源。

[0061] 图2示出了方法200的实施例的流程图,该方法200用于分配适合在探测资源管理器(诸如上文描述的以及结合图1的探测资源管理器114)中使用的探测资源。方法200开始于确定202设备状态或为移动设备150分配探测资源的移动设备150的活动状态。设备状态是基于设备信息的,且设备状态包括关于特定移动设备150的各种信息(例如,发送缓存的容量、移动设备150上当前运行应用的业务类型、资源块使用模式、资源块分配频率)或关于其他移动设备的各种信息以及业务特征。

[0062] 本文所用的术语“设备信息”是指与单个移动设备有关的数据和信息的集合或其他集合。设备信息可以包括由移动设备150收集且发送到接入节点100的信息,例如,在类似LTE的系统中与缓存状态报告一起发送的缓存容量、下行链路信道质量信息(诸如信道质量指示符(channel quality indicator,CQI))、下行链路信号干扰噪声比(signal to interference plus noise ratio,SINR)、功率余量报告、关于业务类型的信息(诸如因特网协议语音(voice over internet protocol,VoIP)或长期演进语音(voice over long term evolution,VoLTE)),以及运行的应用程序类型(例如,证券交易应用程序,网页浏览

应用程序或网络发布应用程序)。

[0063] 设备信息还可以包括基于从移动设备150接收的信号、在接入节点100确定的数据和信息,例如,上行链路的SINR、被调度给移动设备150的资源块的数量和频率等。设备信息可以指由接入节点100服务的移动设备150的信息,或者设备信息可以指移动设备150本身,根据上下文设备信息的含义会变得清楚。

[0064] 在生成用于上行链路传输的用户平面数据的过程中,基于移动设备150的活动的方面,通过使用每个移动设备150的状态模型,确定202设备状态。本文所用的术语“业务”是指由移动设备150发送的数据,也指数据的容量以及诸如传输频率等的其它数据传输特性。例如,在某些实施例中,设备状态表征移动设备150中发送缓存的状态,并且设备状态可以基于缓存容量测量值。在这种情况下,设备状态可以被称为缓存状态。

[0065] 然后,基于在步骤202中确定的设备状态以及其他设备信息,确定204目标探测配置。在上文描述的示例性探测配置中,目标探测配置主要是移动设备150探测整个载波带宽的时间周期。探测配置确定分配给移动设备150的探测资源的数量。丰富的探测提供较短的探测周期并且需要更多数量的探测资源。移动设备150的目标探测配置根据移动设备状况的改变而改变,并且这些改变可以在移动设备150的活动会话期间多次发生。

[0066] 在负载高的小区中,所有可用的探测资源可能都在使用中,这就意味着被分配用于探测参考符号传输的所有无线资源正被连接到小区的移动设备150使用。当发生这种情况时,额外的探测资源可能并不会分配给新连接的移动设备或需要额外探测资源的移动设备,直到探测资源已经从小区断开的移动设备中收回或通过连接移动设备的探测配置转换到较低的探测配置。较低的探测配置需要更少的探测资源。

[0067] 本质上,移动设备150之间对于可用的探测资源存在竞争。为了确定哪些移动设备应获得它们的目标探测配置以及哪些移动设备应接收较低的探测配置,为每个移动设备150计算206优先级。所计算的优先级206可以基于设备状态以及设备信息。然后,基于每个移动设备150的目标探测配置和优先级,分配探测资源。

[0068] 设备状态的一个实施例是基于移动设备150的发送缓存容量,并且设备状态可以被称为缓存状态。例如,在某些无线系统中,通过由移动设备150在上行链路上发送的缓存状态报告(buffer status report,BSR),在接入节点100处的发送缓存容量是可用的。图3示出了具有两个缓存状态的有限状态机300的实施例,这两个缓存状态适于确定诸如移动设备150的移动设备的缓存状态。在有限状态机300中,第一缓存状态302表示具有低缓存容量的移动设备150,第二缓存状态304表示具有高缓存容量的移动设备150。当移动设备150成为连接态的无线资源控制时,移动设备150被初始化为低缓存状态302。此后,当移动设备150保持连接态的无线资源控制时,根据有限状态机300,更新设备状态。基于阈值和定时器,低缓存状态302和高缓存状态304之间的转换会发生。

[0069] 当移动设备150的缓存容量在第一预定时间段(例如,零或更多毫秒)内超过第一阈值(例如,6000比特)时,将设备状态移动或转换306到高缓存状态304。当移动设备150的缓存容量在第二预定时间段(例如,25ms)内下降到第二预定阈值(例如,100比特)时,将设备状态移动或转换308到低缓存状态302。阈值和时间周期可以由运营商配置,且难以在接入节点100中编码,或者阈值和时间周期可以基于关于小区的信息来不时地自动更新。

[0070] 缓存容量阈值使用低的数值允许具有较低传输容量的用户从丰富探测中获益且

可能获得更好的性能。然而,低缓存容量阈值导致了更多数量的无线资源控制重配置,以调整探测资源和探测参考符号传输周期,特别是当小区负载高时。使用更高的缓存容量阈值,更少的无线资源重配置会发生,并且发送大数据量的移动设备(如大文件上传和附著)会受益。因此,缓存容量阈值的选择影响了无线网络的整体行为和性能。

[0071] 图4示出了曲线400,曲线400示出了媒体访问控制(MAC)层吞吐量和具有两个缓冲状态的有限状态机器或设备状态模型300的设备状态之间的关系。MAC吞吐量在上边的曲线402中示出,其中,纵轴406表示以每秒比特为单位的MAC层吞吐量,横轴410表示以秒为单位的时间。下边的曲线404示出了移动设备150的缓存状态,其中,纵轴408上的值1表示低缓存状态302,纵轴408上的值2表示高缓存状态304。如下面将进一步详细讨论的,根据优先级计算期间分配给缓存状态的值得到了值1和值2。

[0072] 在图4的示例中,在大约第五(5)秒412处,移动设备150将大量的数据放入其发送缓存中,导致缓存状态404转换为高缓存状态304。从大约第五秒412到第六点五秒414的时间段内,移动设备150发送数据,如MAC吞吐量416所示。

[0073] 一旦数据传输已经完成且移动设备150的发送缓存容量在预定时间段内下降到预定阈值以下,则缓存状态404在大约第六点五秒414处转换回到低缓存状态302。移动设备150在时间418和420处都发送大容量的数据,缓存状态转换到高缓存状态,并且直到数据传输完成,MAC吞吐量都在增加。

[0074] 移动设备150的目标探测配置是基于移动设备150的设备状态来确定的,并且还可以基于设备信息中的其他值来确定。在某些实施例中,设备状态可以是缓存状态,例如,上文所述的从设备状态模型300中得到的缓存状态。或者,基于不同标准和不同设备状态模型的其他类型的设备状态可以用于移动设备150的目标探测配置的确定的。基于从设备状态模型中得到的设备状态确定目标探测配置,与传统的方法相比,提供了更有效的探测资源的使用或分配。

[0075] 在常规方法中,在最佳可用的基础上分配探测配置是常见的,其中,当移动设备150连接到接入节点100时,给移动设备150最佳可用配置,导致所有的丰富探测配置被分配给第一个连接的移动设备且后续连接的移动设备在其连接时接收较低的探测配置。这通常导致丰富的探测配置被分配给执行很少或没有数据传输的移动设备,并且低探测配置被分配给执行大数据上传的设备。低探测配置是具有更少或少量探测资源的探测配置,其提供较长的探测周期和不太准确的信道信息。为了满足服务质量要求,可能需要执行无线资源控制重配置,以在每次移动设备150开始发送数据时改变探测配置。

[0076] 无线资源控制重配置会使用可以用于数据传输的无线资源,从而引发开销,并且有连接丢失和掉话的风险。本文公开的替代策略是当移动设备150连接时,向移动设备150仅分配适当数量的探测资源,其中,探测资源数量的分配是基于目标探测配置的确定的。

[0077] 在一个实施例中,目标探测配置可以基于如上所述的缓存状态。具有较高容量缓存状态304的移动设备150与具有较低容量缓存状态302的移动设备150相比,具有更好的目标探测配置。这是因为,高缓存状态304中的移动设备150比低缓存状态302中的移动设备150发送更多的数据,并且可能从丰富探测配置中获益更多。处于低缓存状态302的移动设备150也可以从该探测资源分配中间接获益。由于通过使用丰富探测实现了更好的吞吐量,较少的资源块会被高缓存状态304中的移动设备150用尽。基于设备状态的探测配置意味着

每当移动设备150以最小的开销或成本来连接或改变它们的设备状态时,探测配置可能会改变。

[0078] 基于缓存状态来确定移动设备150的目标探测配置的实施例,可以基于上文所述的设备状态模型300中的两个缓存状态302、304。在系统中,两个探测配置称为X和Y,其中,探测配置X的探测周期为5ms,并且探测配置Y的探测周期为80ms,如表3所示,两个缓存状态302、304可以直接映射到两个探测配置X和Y。在低缓存状态302中,对应于具有低发送缓存容量的移动设备150,移动设备150不需要丰富的探测,并且可以分配较少量的探测资源,例如,由探测配置Y提供的80ms的探测周期。当移动设备150移动到高缓存状态304时,移动设备150在其发送缓存中具有大容量的数据,移动设备150可能受益于大量的探测资源和对应于更丰富的探测配置X的较短的探测周期(5ms)。由探测配置X提供的丰富探测允许更好的频率选择调度,从而为移动设备150改善上行传输。

[0079] 使用诸如缓存状态302、304的设备状态,当活跃的移动设备150处于低缓存状态302时,即使有足够的探测资源可用于将移动设备150分配给高探测配置X,移动设备150会被分配与探测配置Y相对应的较少数量的探测资源。通过基于设备状态来分配探测资源,当移动设备150转换到较高的缓存状态304时,更容易分配更加丰富的探测配置X,而不必将处于较低缓存状态的移动设备302从探测配置X降级到探测配置Y。

缓存状态	优选的探测配置	探测周期[ms]
304	X	5
302	Y	80

[0081] 图5示出了基于发送缓存容量或发送缓存大小506,选择目标探测配置510的方法500的示例性实施例的框图。在图5所示的框图中,并且类似地在后续的图中,框502、504表示处理单元,箭头506、508、510表示传入或由处理单元502、504创建的数据项。示例性方法500从移动设备150接收发送缓存容量506,并且使用发送缓存容量506来计算502或确定移动设备150的缓存状态508。缓存状态508的确定可以基于例如上文所述的两个缓存状态模型300,在这种情况下,缓存状态508是两个缓存状态302或304之一。然后,使用确定的缓存状态508来确定504优选的探测配置510。目标探测配置510的确定504是基于缓存状态508的,在本示例中是如缓存状态302或缓存状态304的缓存状态,并且可以使用如上文所述且在表3中示出的映射来确定。或者,可以是使用其他的确定514方法,包括基于与配置的设备150相对应的设备信息的映射和计算。

[0082] 为了帮助选择应该被重新配置的设备,为每个移动设备计算优先级,并且优先级用于确定相对重要性,不同的移动设备应该接收它们的目标探测配置。给定移动设备150的优先级是基于该移动设备的设备信息,以及移动设备确定的502设备状态的。

[0083] 例如,在上文所述的示例性实施例中,可以基于两个输入来计算优先级。第一输入是来自缓存状态模型300的缓存状态。为了优先级计算的目的,向低缓存状态302分配值1,并且向高缓存状态304分配值2。示例性优先级计算器的第二输入是下行(downlink,DL)参考符号接收功率(reference symbol received power,RSRP)。下行参考符号接收功率的单

位为分贝毫瓦 (decibel-milliwatts, dBm), 并且可以在优先级计算中使用, 而无需进一步的修改。下行参考符号接收功率代表下行路径损耗并且逼近移动设备150的上行路径损耗。上行路径损耗帮助识别移动设备150与服务接入节点100之间的距离。

[0084] 小区边缘的移动设备150离服务接入节点100较远, 并且与服务接入节点100附近的移动设备150相比, 可能存在更大的路径损耗。由于移动设备中的功率限制, 在上行功率控制中不使用全路径损耗补偿, 小区边缘上的移动设备150往往具有最低的上行吞吐量。因此, 移动设备150可以基于其缓存状态302或304以及其路径损耗来进行区分。等式1示出了优先级计算的示例性实施例:

$$P_{md} = KB_s - RSRP_{d1}, \quad (1)$$

[0086] 其中,  $P_{md}$  是针对移动设备计算的优先级,  $B_s$  是如上所述的缓存状态值,  $RSRP_{d1}$  是移动设备的下行参考符号接收功率, 且  $K$  是常数。常数  $K$  通常可以取任何所需的值。在某些实施例中, 保持常数  $K$  的值大约大于移动设备的下行参考符号接收功率  $RSRP_{d1}$  的值的范围值是有利的。

[0087] 例如, 在等式 (1) 所示的示例性优先级计算中, 常数  $K$  大约为 500。移动设备的发送缓存容量被量化为如上所述的缓存状态之后可以被用于优先级计算, 或者替代地, 移动设备150的上行发送缓存容量可以被用于不改变单位 (例如, 比特) 的优先级计算。

[0088] 图6示出了用于计算移动设备150优先级的方法600的示例性实施例。移动设备优先级的计算可以结合如上所述的移动设备目标探测配置的确定的方法500以及图5。移动设备优先级计算器602将移动设备缓存状态508与以 dBm 为单位的参考符号接收功率604一起作为输入。优先级计算器向每个缓存状态508分配一个值, 例如, 当使用如上所述的两个缓存状态模型300时, 为低缓存状态302分配值一 (1), 为高缓存状态分配值二 (2)。执行优先级计算602 (例如等式 (1) 所示的优先级计算), 以产生移动设备150的优先级606。

[0089] 现可以通过使用上文所述的以及结合图6所示的目标探测配置的确定的和优先级计算来构建小区的探测资源分配算法。图7示出了探测资源分配算法700的示例性实施例。示例性的探测资源分配算法700可以用于向小区内的活跃的移动设备150分配探测资源。探测资源是用于探测参考符号传输的无线资源。探测资源分配算法700将基于移动设备150的设备状态确定的目标探测配置与移动设备150的当前探测配置进行比较。在当前探测配置更差或包括比移动设备150确定的目标探测配置更少的探测资源时, 探测资源分配算法700试图将移动设备150提升或升级到其目标探测配置。

[0090] 当小区中的所有探测资源都正在使用中或者没有足够的可用探测资源来升级移动设备150时, 可以通过降级移动设备 (该移动设备当前的探测配置包括比该移动设备所需的目标探测配置更多的探测资源) 来增加可用的探测资源, 从而释放可以用于升级其他移动设备的额外的探测资源。在小区负载高的状况下, 降级一个设备来释放另一设备的探测资源的这个过程, 通常导致在当前没有发送数据的移动设备和正开始数据传输的移动设备之间交换探测配置或探测资源。

[0091] 探测资源分配算法700被调度以重复运行, 并且可以被配置为周期性地运行或基于定时器诸如每 100ms 或其他期望的时间间隔周期性地运行。或者, 探测资源算法700可以通过小区中使用的探测资源被改变进行触发。当移动设备150离开小区时、新的移动设备连接到小区时、或者当移动设备的目标探测配置发生改变时 (例如当移动设备的设备状态改

变时),探测资源的改变可能会发生。分配算法700的每次运行都基于所需的触发从702开始。

[0092] 为连接到接入节点100的每个移动设备150确定(704)在下一个时间段期间使用的目标探测配置。术语“下一个时间段”是指继资源分配算法700的当前运行已经完成或发生在资源分配算法700的当前运行已经完成后,并且基于探测配置输出708、716,通过探测资源分配算法700,移动设备被重新配置之后的时间段。

[0093] 参考图2,接入节点100服务的每个移动设备150的优选的或目标探测配置的确定704,可以通过基于设备信息和设备状态模型确定202设备状态,然后基于该设备状态确定204优选的或目标探测配置来完成。然后,基于每个移动设备150的当前探测配置和目标探测配置,将移动设备放置在升级列表或降级列表706上。

[0094] 当移动设备150确定的目标探测配置需要比当前拥有的更多的探测资源时,将移动设备150放置在升级列表上。当移动设备150确定的目标探测配置需要比当前拥有的更少的探测资源时,将移动设备150放置在降级列表上。当升级和降级列表中有多个设备时,确定应该升级哪些移动设备、应该降级哪些移动设备就会变得困难。为了帮助选择升级和降级的移动设备,对升级列表和降级列表上的每个移动设备进行优先级计算708,并且基于计算的优先级,对每个列表进行排序。

[0095] 然后,重配置过程720处理升级和降级列表上的移动设备。重配置过程720尝试升级相应的探测配置需要比当前使用的探测资源更多的探测资源的移动设备。当小区中没有足够的可用资源来升级升级列表上的所有移动设备时,重配置过程720将降级降级列表上的移动设备,以便增加用于升级的移动设备的可用探测资源。

[0096] 在一个实施例中,重配置过程为需要额外的探测资源的移动设备检查710升级列表734。如果升级列表上没有移动设备150(724),则执行分支722,并且重配置过程720被完成且继续执行结束步骤718。当升级列表上有移动设备150时,步骤710,将最高优先级的移动设备从升级列表734中移除,并且继续执行分支724,其中,进行检查712,以确定是否有足够的可用探测资源升级在步骤710处从升级列表734中移除到其目标探测配置移动设备。当探测资源可用时,执行分支728,向移动设备150输出目标探测配置,且重配置过程720返回到步骤710,为将要移除和升级的另一移动设备检查升级列表734。

[0097] 如果在步骤712处,确定有足够的可用探测资源来升级在步骤710处从升级列表734中移除的移动设备,则重配置过程720继续执行分支712,其中,在步骤714处,检查降级列表736并且将移动设备从降级列表736中移除。当降级列表736上没有移动设备时,执行分支732,重配置过程720被完成且继续执行结束步骤718。当降级列表736上有移动设备时,执行分支730,将移动设备从降级列表中移除,并且通过为移除的设备输出目标探测配置,在步骤716处降级移动设备的探测配置,从而释放探测资源,该探测资源可用于升级需要额外探测资源的移动设备。

[0098] 然后,重配置过程720返回到步骤712,其中,进行检查,以确定是否有足够的可用探测资源来降级在步骤710处从升级列表736中移除的移动设备。重配置过程720继续通过升级列表进行迭代,直到升级列表中没有移动设备,或者直到降级列表上的所有设备都被降级,且小区中的所有探测资源都在使用。升级列表包括比当前探测配置需要更多探测参考符号的目标探测配置的所有移动设备,而降级列表包括比当前探测配置需要更少的探测

参考符号的目标探测配置的所有移动设备。

[0099] 在有限状态机300具有如上所述的两个缓存状态302、304的情况下,每个移动设备150只可以被分配以下两个状态中的一种状态:低缓存状态302和高缓存状态304。表4示出了根据移动设备的当前缓存状态以及当前和目标探测配置,移动设备如何被分配到升级和降级列表。前三列列出了可能的缓存状态、当前的探测配置和目标探测配置,而最后一列示出了对于缓存状态以及探测配置的相应组合的列表分配。

[0100] 在表4所示的实施例中,系统有两种可能的探测配置,分别为X和Y,其中,探测配置X有5ms的探测周期,对应于需要比探测配置Y更多的探测参考符号资源的探测配置,并且探测配置Y有80ms的探测周期,对应于需要比探测配置X更少的探测参考符号资源的探测配置。可以从表4看出,当移动设备150的当前探测配置与移动设备150的目标探测相同时,移动设备150既没有被放置在升级列表中,也没有被放置在降级列表中。

设备的缓存状态	设备的当前配置	设备的目标配置	对设备的操作
304	X	X	无操作
304	Y	X	被放置到升级列表
302	X	Y	被放置到降级列表
302	Y	Y	无操作

[0102] 图8示出了升级列表802和降级列表816的示例性实施例,升级列表802和降级列表816可以由两个缓存状态模型以及表4所示的两个探测配置示例形成。一旦移动设备被放置在相应的升级和降级列表中,为每个列表上的每个移动设备计算优先级,例如,利用上述等式(1)中的优先级公式。根据每个移动设备150所计算的优先级对列表进行排序。基于如箭头812所示的优先级的增加,对升级列表802进行排序,使得优先级最高的移动设备被放置在升级列表802的顶部808,并且优先级最低的设备被放置在升级列表802的底部810。

[0103] 在探测资源分配算法700中,从每个列表的顶部移除并处理移动设备,所以,将要升级的第一个移动设备具有最高的优先级,并且第一个降级的移动设备具有最低的优先级。因为,在图8所示的示例性实施例中,优先级计算是基于每个移动设备的参考符号接收功率的,具有较低参考符号接收功率的移动设备被放置在升级列表的顶部808。由于移动设备150与接入节点100之间的距离与参考符号接收功率呈负相关,所以这种优先级排序导致位于小区中心的移动设备被放置在升级列表806的底部,并且离接入节点100较远的移动设备位于升级列表的顶部804。重配置算法720以升级列表中从最高优先级808到最低优先级810的顺序升级设备。因此,利用基于如等式1所示的参考符号接收功率的优先级计算,优先考虑小区边缘设备,从而向小区边缘设备提供更好的性能。

[0104] 在高负载小区中,所有或几乎所有探测参考符号资源都在使用中,为了释放探测资源用于升级另一移动设备,降级当前具有高资源探测配置的设备是有必要的。两个移动设备实质上调换或交换其探测配置或探测资源。

[0105] 使用降级列表816,以便确定应该降级哪个移动设备150以释放探测资源。降级列

表816类似于升级列表802,除了降级列表816以相反顺序826进行排序,优先级最高的移动设备被放置在降级列表816的底部824,优先级最低的设备被放置在顶部822处。利用前述等式1中示例性示出的优先级计算,排序826将小区中心的移动设备放置在降级列表的顶部818,且将小区边缘的移动设备放置在降级列表816的底部820。从降级列表816中取出优先级最低的设备822,将它的探测配置与从升级列表中取出的优先级最高的设备808进行调换或交换。

[0106] 图9示出了如上文所述具有两个缓存状态和两个探测配置的探测资源分配算法700的示例性实施例与对于探测资源分配使用先来先服务方法的基线系统相比较,累积分布函数(cumulative distribution function,CDF)与文件上传延迟的曲线图。图9中的900示出的小区是基于模拟的无线网络,包括170个移动设备执行文件传输协议数据上传以及50个移动设备执行即时消息传送。在图9中的900中,横轴906表示以秒为单位的文件上传延迟,纵轴908表示值在0和1之间的累积分布函数(cumulative distribution function,CDF)。

[0107] 虚线示出的第一曲线912提供了基线系统的CDF,实线示出的第二曲线910示出了包含基于示例性有限状态机300的探测资源分配算法700的系统的CDF。在904区域,延迟1秒左右时,达到了最大的性能提升(接近10%)。图9中的902提供了图9中的900中904部分的放大图。从图9中的900和902可以看出,本文描述的改进的探测资源分配算法700,在基线系统上显着提升了性能。

[0108] 在某些实施例中,为了更好地表征移动设备数据业务并改善目标探测配置的选择,使用具有多于两个状态的设备状态模型是有利的。图10示出了具有三个缓存状态B1、B2和B3的设备状态模型1000的示例性实施例。三个缓存状态B1、B2和B3可用于表示三个发送缓存容量级别,其中,缓存状态B1表示低缓存容量,缓存状态B2表示中等缓存容量,缓存状态B3表示高缓存容量。与两缓存状态模型相比,三缓存状态模型1000的优势在于:三缓存状态模型1000使具有高缓存容量的移动设备的优先级高于仅具有中等缓存容量的移动设备。该设备状态模型1000向需要更长时间周期、更频繁地被调度以清空其发送缓存的移动设备,优先给予丰富的探测配置。探测资源分配算法700保持不变,除了目标配置的确定的704以及优先级的计算708是基于三缓存状态模型1000。

[0109] 三缓存状态模型1000的状态转换是由两个阈值容量 $thB2$ 和 $thB3$ 确定的。在一个实施例中,低缓存容量阈值 $thB2$ 可以是大约1000比特,且高缓存容量阈值可以是大约6000比特。也可以使用延迟时间 $T$ 来避免状态之间的震颤或不必要的转换。表5示出了三缓存状态模型1000的状态转换。第一列为初始缓存状态,示出了每次转换的起始状态,第二列为最终缓存状态,示出了每次转换的结束状态。最后一列为转换的条件,示出了引起缓存状态之间的转换的条件。在最后一列中,“容量”是移动设备的发送缓存容量。

[0110] 在表5所示的实施例中,从较高缓存状态到较低缓存状态的转换1004、1006、1012发生在发送缓存容量在某一时间段 $T$ 内下降到低于阈值容量 $thB2$ 或 $thB3$ 之后。当发送缓存容量超过阈值容量 $thB2$ 、 $thB3$ 时,发生从较低缓存容量状态到较高缓存状态的转换1008、1002、1010。

[0111] 在某些实施例中,需要对所有状态转换1002、1004、1006、1008、1010、1012使用定时器值。第一定时器值可用于从较低缓存状态到较高缓存状态的转换1002、1008、1010。第

二定时器值可以用于从较高缓存状态到较低缓存状态的转换1004、1006、1012。

初始缓存状态	最终缓存状态	转换的条件
B1	B2	$thB3 \geq \text{容量} > thB2$ (1008)
B1	B3	$\text{容量} > thB3$ (1010)
B2	B3	$\text{容量} > thB3$ (1002)
B2	B1	$\text{容量} < thB2$ 时间段 T (1006)
B3	B2	$\text{容量} < thB3$ 时间段 T (1004)
B3	B1	$\text{容量} < thB2$ 时间段 T (1012)

[0112] 可以通过使用映射或其他算法,根据三缓存状态模型1000,确定目标探测配置。表6示出了从缓存状态到目标探测配置的映射的一个实施例。表6示出了从缓存状态模型1000中描述的缓存状态B1、B2、B3到上文所述的两个探测配置X和Y的映射。或者,具有多于或少于两个探测配置的系统采用本文公开的缓存状态模型1000以及探测资源分配算法是有利的。两个缓存状态B2和B3都接收相同的目标探测配置。然而,如下面将进一步讨论的,缓存状态B2和B3接收不同的优先级值。

缓存状态	目标探测配置	探测周期[ms]
B3	X	5
B2	X	5
B1	Y	80

[0114] 可以使用先前所示的等式(1)中的优先级公式,完成三缓存状态模型1000的优先级值的计算。然而,为了优先级计算的目的,向三个缓存状态分配不同的值:缓存状态B1分配值1,B2分配值2,B3分配值3。对于每个缓存状态B1、B2、B3的这些值,具有缓存状态B3的移动设备与具有缓存状态B2的移动设备相比接收了较高的优先级,因此优先升级。

[0115] 如上所述,生成并排序708升级和降级列表。具有比当前的探测配置需要更多的探测资源的目标探测配置的手机设备被放置在升级列表上,且具有比当前配置需要更少的探测资源的目标探测配置的手机设备被放置在降级列表上。图11示出了基于上述三缓存状态模型1000、由探测资源分配算法700产生的升级列表1102和降级列表1104的实施例。基于优先级方程即等式(1),对升级列表1102和降级列表1104进行排序导致了列表1102、1104的有利结构。

[0116] 基于如箭头1114所示的计算的优先级,对升级列表1102进行排序。如前所述,移除具有最高优先级的移动设备1106用来优先升级,具有最低优先级的移动设备1122最后升级。具有最大缓存容量的移动设备(对应于缓存状态B3)位于升级列表的顶部1142处,并且与具有中等缓存容量、位于升级列表1102的底部1144附近的移动设备(对应于缓存状态B2)

相比,优先接受升级。

[0118] 在优先级计算即等式(1)中,使用参考符号接收功率,对升级的移动设备进行排序,使得位于小区边缘、具有较大缓存容量的移动设备1110先升级。接下来升级在小区中心、具有较大缓存容量的移动设备1112,随后升级小区边缘、具有中等缓存容量的移动设备1118。最后升级小区中心、具有中等缓存容量的移动设备。

[0119] 按照箭头1124所示,对降级列表1104进行排序,其中,具有最低优先级的移动设备(被调度将要首先降级的移动设备)位于降级列表1104的顶部1126处,具有最高优先级的设备位于降级列表1104的底部1140处。降级列表1104上的所有移动设备都处于低缓存容量状态B1,然而在某些实施例中,将先前处于中等缓存状态B2中的移动设备位于降级列表1104的顶部1146,且先前处于高缓存状态B3的移动设备位于降级列表1104的底部1148,这对于构造降级列表1104是有利的。包括关于移动设备的先前设备状态的信息可以通过对降级列表1104上的移动设备使用不同的优先级计算公式来实现,其中,用于降级列表的优先级计算考虑了移动设备的先前设备状态。

[0120] 在某些实施例中,包括预期的数据业务类型的信息以及发送缓存容量是有利的。例如,设备状态模型可以包括移动设备上运行的应用的名称的信息,或者服务质量类别指示符(quality of service class indicator,QCI)以及调度的数据容量。包括业务类型信息的设备状态模型在本文被称为业务状态模型或业务状态。

[0121] 图12中的框图1200示出了示例性业务状态计算器1202的框图。使用具有数据业务类型信息的业务状态计算器1202可以与缓存容量的信息相互补充,以更准确地预测哪些移动设备将会从丰富探测中获益最多。这对于语音业务尤其如此。在如上所述的缓存状态模型中,基于在前一时间段收集到的信息来确定目标探测配置,同时所确定的目标探测配置将在下一时间段被移动设备使用。因此,需要提升设备状态模型和提升通过计算最终目标探测配置的确定,该计算更好地预测在下一个时间段内将要出现的情况。

[0122] 在业务状态模型1200中,业务状态计算器用于基于包括移动设备的发送缓存容量1204、移动设备被调度的数据容量1206、服务质量类别指示符(quality of service class indicator,QCI)1208以及业务类型1210的多个输入,来确定业务状态1212。业务类型可以包括运行的应用信息,例如,语音通信、即时消息、网络发布、股票交易等。

[0123] 在图13中示出了业务状态模型1300的示例性实施例,其中,示例性业务状态模型包括五个业务状态。应当理解,不偏离本申请的精神和公开实施例的范围的情况下,五种业务状态模型仅仅是为了帮助理解,并且具有多于或少于5个状态的设备状态模型可以有利地在探测资源分配算法700中使用。在该示例中,业务状态T1、T2、T3、T4、T5按1到5进行编号,其中,业务状态T1被分配给具有最低数据业务的移动设备,业务状态T5被分配给具有最高数据业务的移动设备。

[0124] 业务状态T1表示移动设备发送偶发性的少量的数据分组(例如可由一个资源块处理的数据分组)的业务状况。业务状态T2表示移动设备发送较大的偶发性的数据分组(例如需要若干资源块的数据分组)的业务状况。业务状态T3表示移动设备频繁地发送少量分组(例如VoIP的语音突发期间)的业务状况。业务状态T4表示具有大量数据突发(例如需要大于约20ms来清除缓存的数据突发)的业务状况。业务状态T5表示具有非常大容量的数据(例如当发送缓存几乎满时)的业务状况。如双向箭头所示,业务状态模型1300允许五个业务状

态T1、T2、T3、T4、T5中的任何一个转换为业务状态T1、T2、T3、T4、T5中的任何另外一个,其中一个转换以标号1302示出。

[0125] 当移动设备空闲或完全不活动时,可以将移动设备置于业务状态T1中。可以通过例如从移动设备接收到的缓存容量测量值来识别空闲或不活动的移动设备。如果已知移动设备正在运行诸如VoIP或VoLTE的语音应用,则当识别出在上行链路上的话音突发时,可以将移动设备移动到业务状态T3。从业务状态T1到业务状态T3的转换是基于缓存容量以及移动设备的应用的信息或业务类型的信息来确定的业务状态转换的示例。业务状态T2可以通过测量分组突发之间的间隔来确定,该间隔可以通过测量发送缓存为空的时间,并将该间隔与诸如大约100ms的空闲阈值进行比较来确定。

[0126] 当空闲间隔超过空闲阈值并且每个数据分组突发的容量小于用于最大分组突发容量的预定阈值时,可以将移动设备置于业务状态T2。类似于业务状态T2,可以确定业务状态T4,业务状态T4对于分组突容量具有更大的阈值,例如,大约50千字节。当识别出发送缓存几乎满时或发送缓存占用大部分预定评估周期(例如大约一秒)时,可以将移动设备置于业务状态T5。

[0127] 一旦确定了移动设备的业务状态,就可以基于业务状态为移动设备确定目标探测配置。

业务状态	目标探测配置	探测配置更新周期
T5	C	5
T4	B	10
T3	A	80
T2	A	80
T1	X	无穷大(没有探测)

[0128] 表7示出了从上述五业务状态模型1300到目标探测配置的映射的示例性实施例,其可以有利地在使用了四个探测配置的无线通信系统中使用。最丰富的探测配置为C,具有5ms的探测周期,次丰富的探测配置为B,具有10ms的探测周期,而最低探测配置为A,具有80ms的探测周期。在表7所示的无线通信系统中,也可以有一些没有探测资源的移动设备,其中使用没有探测资源的探测配置表示为X。

[0130] 在表7中,第一列列出了五个可能的业务状态T1、T2、T3、T4、T5,第二列列出了对应的探测配置A、B、C、X,第三列示出了每个探测配置的探测周期。使用表7所示的映射,可以直接根据设备状态确定移动设备的目标探测配置。

[0131] 为了优先级计算的目的,可以将值1至值5分别分配给业务状态T1至T5。然后,为了确定每个移动设备的优先级,可以使用诸如等式(1)所示的优先级公式。需要说明的是,下行链路参考符号接收功率的基本优先级仅仅是设备优先级的一种可能的方式。或者,优先级计算可以基于移动设备150和服务接入节点100之间的距离,或者基于已签约的移动设备的服务质量,优先考虑距离服务接入节点100更近或更远的移动设备150。如上所述,在某些

实施例中,需要对升级列表和降级列表使用不同的优先级公式。

[0132] 图14示出了1400,1400示出了通过诸如文件传输协议(file transfer protocol, FTP)的协议上传大文件的移动设备的业务状态转换1408和上行链路吞吐量1406。横轴1416表示以秒为单位的时间。图14中的1406的纵轴1402表示以每秒比特为单位的上行吞吐量,而下图的纵轴1404表示业务状态T1和T4。图14中的1400示出了当上行吞吐量增加(如标号1414所示的点)时,业务状态如何在标号1410所示的时刻向业务状态T4转换,并且直到大约标号1412所示的时刻完成上传时,业务状态如何保持在业务状态T4。

[0133] 第二次大的上行传输大约发生在标号1418所示的时刻,并且由状态转换图14中的1408可以看出,直到上传完成,业务状态在业务状态T1和业务状态T4之间进行转换。如上所述,当业务状态转换到业务状态T4时,目标探测配置包括丰富的探测,以在文件上传期间提高上行吞吐量的性能。当上传完成时,业务状态转换回到空闲业务状态T1,允许移动设备被降级到较低的探测配置。

[0134] 在某些实施例中,以移动设备所使用的资源块(resource block, RB)为基础的设备状态模型是有利的。以使用的资源块为基础的状态模型(本文称为RB-状态模型)可以基于接入节点100调度给移动设备150的资源块的数量以及调度给资源块的频度。通过使用调度事件的频率(例如接入节点100向移动设备150授予资源块的频率),和每个调度事件期间移动设备150消耗或使用的资源块的数量,可以计算该种类型的资源块状态。RB-状态用于表示需要资源块的移动设备。资源块状态模型比上述缓存状态或业务状态模型更为高级。丰富的探测应该提供给可以从额外的探测资源中受益最多的移动设备。使用大量资源块的移动设备可能失去由频率选择性调度提供的好处,因为分配给移动设备的带宽可能超过信道的相干带宽,从而产生频率分散分配。使用很小数量资源块的移动设备只发送少量的数据分组,因此丰富的探测提供的潜在效益很小。

[0135] RB-状态模型中的状态转换可以是基于调度事件的频率的当前和过去测量值(即测量历史)以及使用例如统计业务分类消耗的资源块的数量。RB-状态模型假定信道状况相对稳定,使得根据当前和过去测量值确定的目标探测配置在下一个时间段是有效的。或者,在某些实施例中,使用不仅基于如上所述的资源块的频率和数量,而且包括附加信息(例如,移动设备发送缓存容量、小区负载、调制和编码方案,移动设备功率余量或其他有利于预测算法的值)的预测算法是有利的。

[0136] 移动设备中运行的应用的信息也可以改善设备状态的预测。例如,在VoIP应用的情况下,应用的信息是非常有用的。预测状态转换算法可以识别测量历史中的趋势,并使用它在下一个时间段对移动设备的状态进行更准确的预测。

[0137] 当通过使用基于测量值的方法确定RB-状态转换时,可以使用诸如上文针对业务状态模型1300所描述的简单逻辑来确定设备状态。图15示出了可以用于表征移动设备的状态或状况的五个RB状态模型1500的示例性实施例。示例性RB-状态模型1500包括五个RB-状态R1、R2、R3、R4、R5。如转换箭头所示,所有的状态转换都被支持,其中一个的转换箭头由标号1502表示。在RB-状态R1中,移动设备是空闲的或几乎接近空闲的。可以根据资源块使用的过去测量值来确定空闲移动设备,其中RB-状态R1中的设备具有非常不频繁的资源块分配,并且每一个资源块分配都非常少,例如少于两个资源块。

[0138] 当移动设备运行VoIP承载或VoLTE承载并且在上行链路上识别出话音突发时,将

移动设备移动到RB-状态R3。在这种情况下,使用资源块数量和应用类型的信息的组合来确定RB-状态。当运行应用的信息不可用时,转换至RB-状态R3可以基于其他标准,例如,频繁但低容量调度的资源块。当平均使用的资源块小于或低于预定阈值RT1(例如,大约4)时,R3的RB-状态可以被识别。使用的资源块的方差也可以小于或低于预定阈值RT2,例如大约16,并且新的传输(即,不算重传输)之间的平均时间小于或低于的预定阈值RT3,例如约20ms。用不同的阈值(例如,RT1约20,RT2约100),RB-状态R4可以通过与确定RB-状态R3类似的方式来确定。注意,RT1、RT2和RT3给定的示例性阈值适用于约10兆赫兹(MHz)的载波带宽或约50个资源块。在不同的无线通信系统中,可以有利地采用不同的阈值。

[0139] 可以通过测量分组突发之间的间隔,即通过测量发送缓存为空的时间,来确定RB-状态R2。然后,将测量的时间间隔与预定阈值(如约100ms)进行比较。当间隔超过阈值并且每个分组突发的平均资源块分配低于第一预定阈值(例如,约20)并大于第二阈值(例如,约5)时,移动设备处于RB-状态R2。当移动设备接收到资源块的频繁调度(如大约每20ms一次),并且每个调度事件的平均资源块消耗较大(例如,高于约20)时,移动设备处于RB-状态R5。

[0140] 图16示出了与上述RB-状态模型1500中的每个RB-状态对应的示例性数据业务模式。图16中的1600、1602、1604、1606中的横轴1612都表示时间,并且图16中的1600、1602、1604、1606中的纵轴1610都表示服务接入节点授予移动设备的资源块的数量。每个垂直条,例如标号1608所示的垂直条,都表示一个调度事件,这是将资源块授予给移动设备的时刻。每个条1608的高度表示在调度事件期间授予移动设备的资源块的数量。

[0141] 如图16中的1600所示,RB-状态R2表征需要若干资源块的较大的偶发性的传输。如图16中的1602所示,RB-状态R3表征相对频繁的少量传输,例如VoIP通信中由上行语音突产生的业务。如图16中的1604所示,RB-状态R4表征需要中等容量的资源块的频繁传输。如图16中的1606所示,RB-状态R5表征频繁的大量传输。RB-状态R1表征很少或没有上行数据传输,并且此状态在图16中未示出。

[0142] RB状态模型1500中的每个RB-状态的适当地目标探测配置的确立可以通过使用本文所述的任一优先级公式来实现,例如,表7所示的从五个设备状态到四个探测配置的映射。每个设备状态的目标探测配置的确立应力图为具有较高吞吐量要求的移动设备或会从更丰富的信道探测中受益最多的移动设备提供更丰富的目标探测配置。

[0143] 当使用资源块状态模型时,每个移动设备的优先级值的确定可以基于与上述等式(1)中所示的优先级公式类似的优先级公式。为了优先级计算的目的,可以向每个RB-状态分配整数值,该RB-状态相对于上文所述的业务状态模型1300,需要更高吞吐量接收更大值。或者,通过向应当被先升级的设备状态分配更高的权重,可以将除整数之外的实值分配给设备状态,使得某些设备状态比其他设备状态更受青睐。

[0144] 在某些实施例中,当区分应先升级或降级在小区内的哪些移动设备时,需要考虑多个特征。如上文所述,结合三缓存状态模型1000,对于升级列表和降级列表需要采用不同的优先级公式。例如,优先级公式可以包括若干特征,例如,可以在LTE型系统中从功率余量报告获取的功率余量、由接入节点收集同时向每个移动设备分配资源块的资源块分配统计、服务质量、以及其他移动设备信息。

[0145] 如等式(2)所示,这些特征可以使用加权和合并到优先级公式中:

[0146]  $P_{nd} = \sum_i (w_i \text{feature}_i)$ , (2)

[0147] 其中,  $\text{feature}_i$  表示所考虑的特征,  $w_i$  是用于  $\text{feature}_i$  的加权因子。  $\text{feature}_i$  可以包括例如平均方差或其他资源块统计、移动设备的发送缓存大小、功率余量等。对于某些特征,有时需要在使用等式 (2) 进行优先级计算之前,将归一化或滤波应用到特征值。加权因子  $w_i$  可以全部配置为相等 (例如,相加为一),或者可以被配置为给某些特征更高的权重或重要性。特定特征的加权可以基于特征值的方差。例如,如果特定特征具有比在优先级公式即等式 (2) 中考虑的另一特征更大的方差,则具有较大方差的特征可以被给予较低地权重以补偿更大的方差。在某些实施例中,所有特征可以被归一化,在哪种情况下可能不需要应用权重。

[0148] 图17示出了适于实现所公开的实施例的方面的示例性计算设备1700的框图。所示的计算设备1700包括耦合到计算机存储器1704、网络界面1706和用户界面 (UI) 1708的处理器1702。计算装置1700适合用作计算设备,在某些实施例中可以是无线通信系统中的节点,并且计算装置1700适于实现任何方法,例如,本文所述的示例性探测资源分配算法700。

[0149] 处理器1702可以是单个处理设备,或者可以包括多个处理设备,该多个处理设备包括专用设备,例如,数字信号处理 (digital signal processing, DSP) 设备、微处理器、专用处理设备或通用计算机处理器。处理器1702可以被配置为实现本文描述的用于分配探测资源的任何方法。在某些实施例中,处理器可以包括与图形处理单元 (graphics processing unit, GPU) 并行工作的CPU,并且可以包括DSP来处理信号处理任务。处理器1702还可以包括用于并行处理的一个或多个处理核。

[0150] 处理器1702耦合1712到存储器1704,存储器1704可以是各种类型的易失性和非易失性计算机存储器的组合,例如,只读存储器 (read only memory, ROM)、随机存取存储器 (random access memory, RAM)、磁盘或光盘或其他类型的计算机可访问存储器。存储器1704存储可由处理器1702访问和执行的计算机程序指令,使得处理器执行各种期望计算机实现的处理或方法,例如在无线网络中探测资源的分配。

[0151] 存储在存储器1704中的程序指令可以被建立为程序指令集或组,该程序指令集或组在行业中可以用各种术语指代,例如,程序、软件组件、软件模块、单元等。每个模块可以包括支持某个目的而设计的功能集。例如,软件模块可以属于识别类型,例如,操作系统、应用程序、设备驱动程序或其他常规识别的软件组件类型。还包括在存储器1704中的是程序数据和数据文件,可以在执行计算机程序指令集的同时由处理器1702存储和处理。

[0152] 在某些实施例中,计算设备1700包括网络界面1706,该网络界面1706耦合到处理器1702并用于与无线通信网络中的其他处理实体进行通信。网络界面1706可以属于标准化类型 (如以太网),或者可以是专用于特定网络实现的。在某些实施例中,网络界面1706可以包括能够通过无线通信网络进行通信的射频单元。

[0153] UI 1708可以包括一个或多个用户界面元件,例如触摸屏、键盘、按钮、语音命令处理器以及适于与用户交换信息的其他元件。UI 1708还可以包括用于显示适合于计算设备或移动用户设备的各种信息的显示单元1710,并且UI 1708可以通过使用任何适当的显示类型来实现,例如有机发光二极管 (organic light emitting diodes, OLED)、液晶显示器 (liquid crystal display, LCD)、以及如LED或指示灯的较不复杂的元件。在某些实施例中,显示单元1710包含触摸屏用于从用户的计算设备1700接收信息。或者,计算装置可以不

包括UI 1708,并且可以用于通过网络界面1706进行远程控制和管理。

[0154] 因此,虽然已经示出、描述和指出了适用于本申请的示例性实施例的基本新颖性特征,但是应当理解,在不脱离本申请的精神和范围的情况下,所示出的装置和方法的形式和细节上的各种省略、替换和改变可以由本领域技术人员进行操作。此外,应当强调的是,以基本相同的方式执行基本相同的功能以实现相同结果的那些元件的所有组合都在本申请的范围内。此外,应当认识到,所示和/或描述的结构和/或元件结合本申请的任何公开形式或实施例可以并入任何其他公开或描述或建议的形式或实施例中,作为设计选择的一般事项。因此,本申请旨在将范围限制在所附权利要求书的范围。

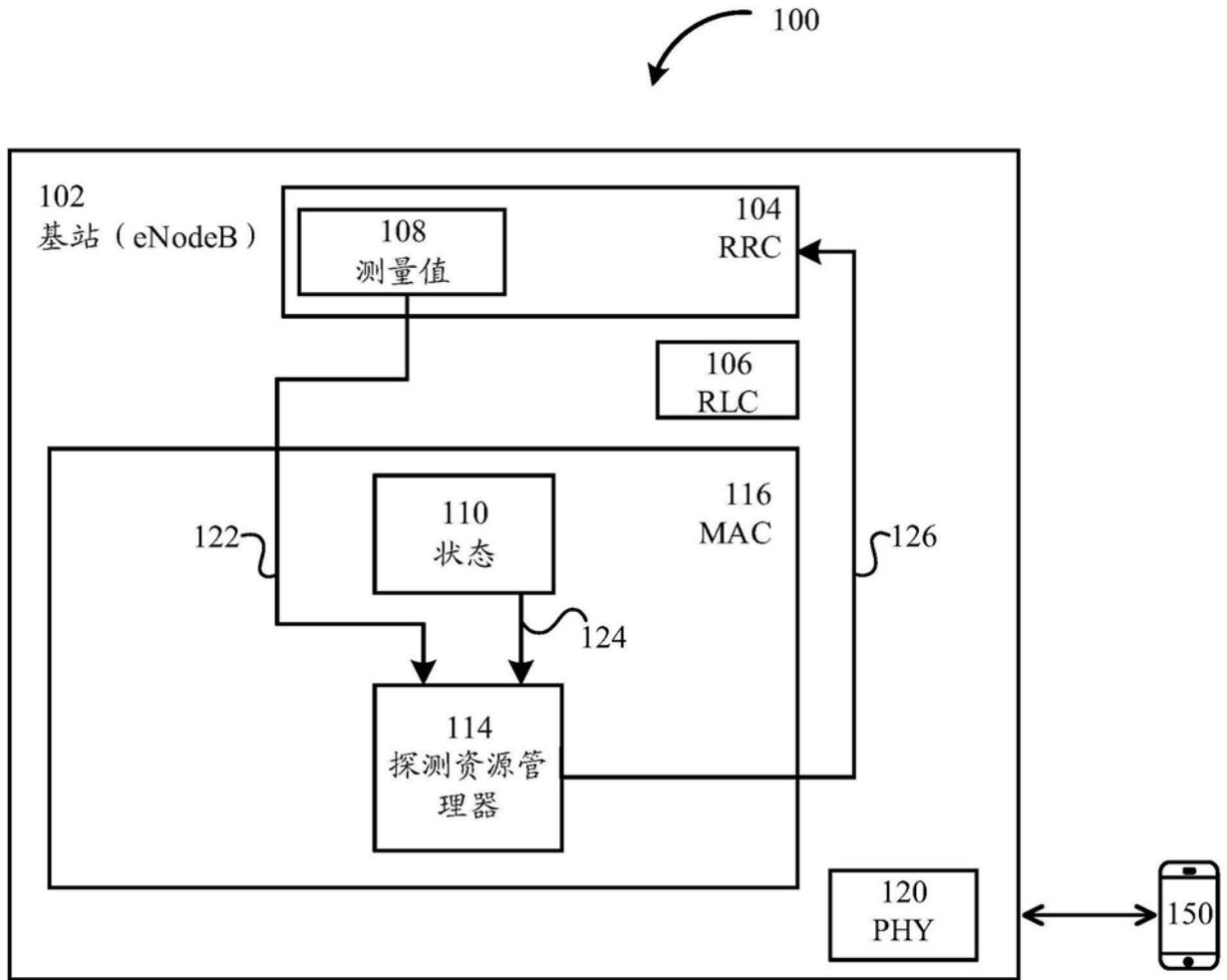


图1

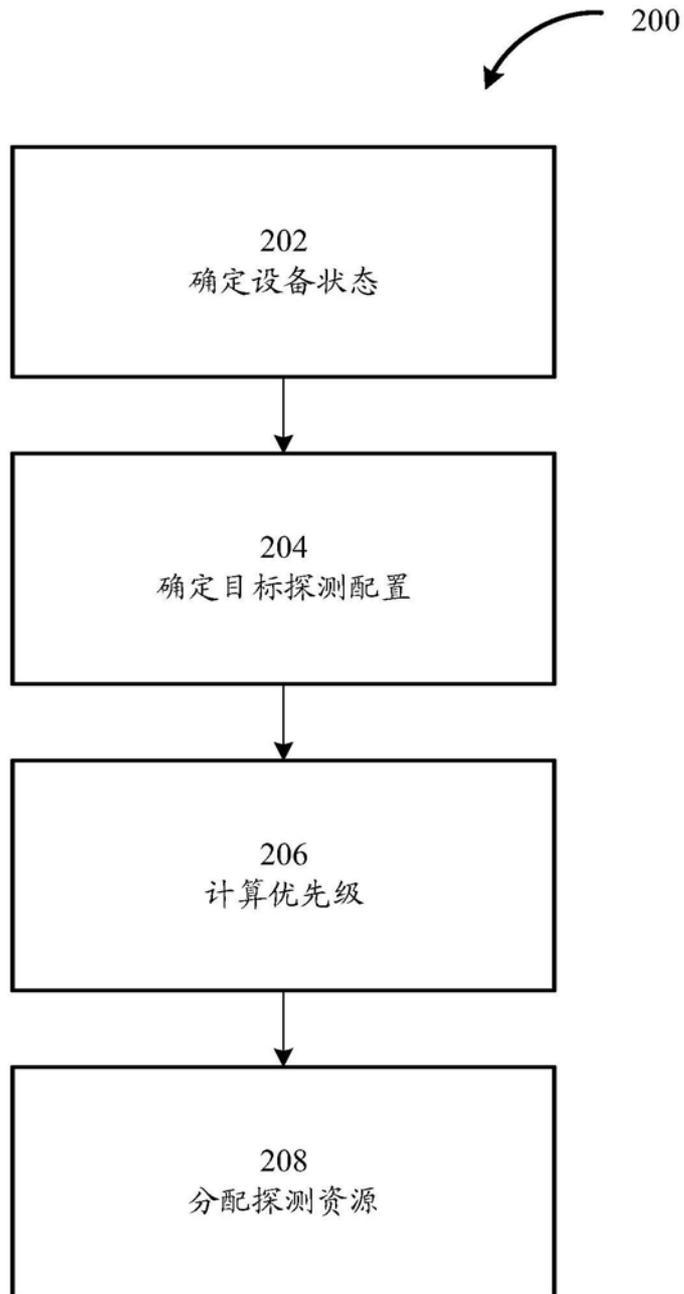


图2

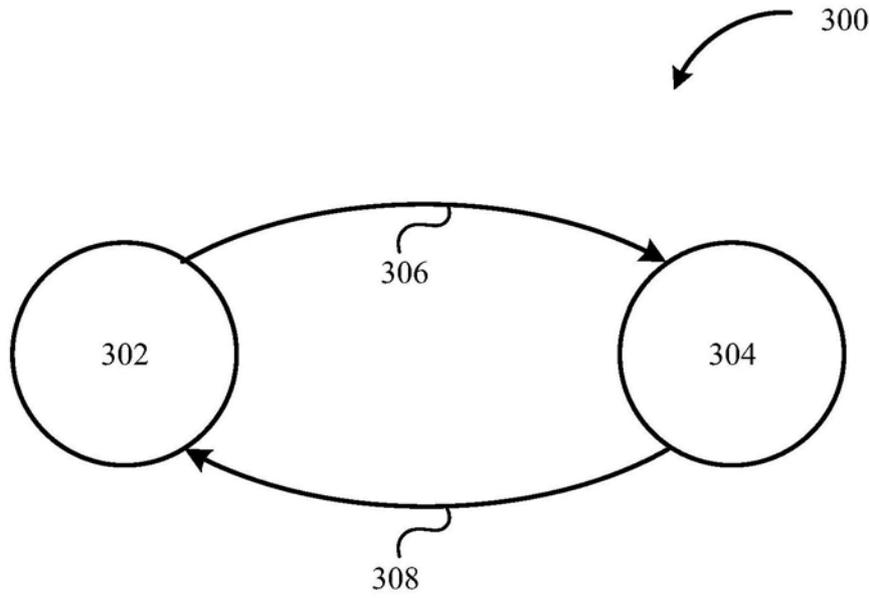


图3

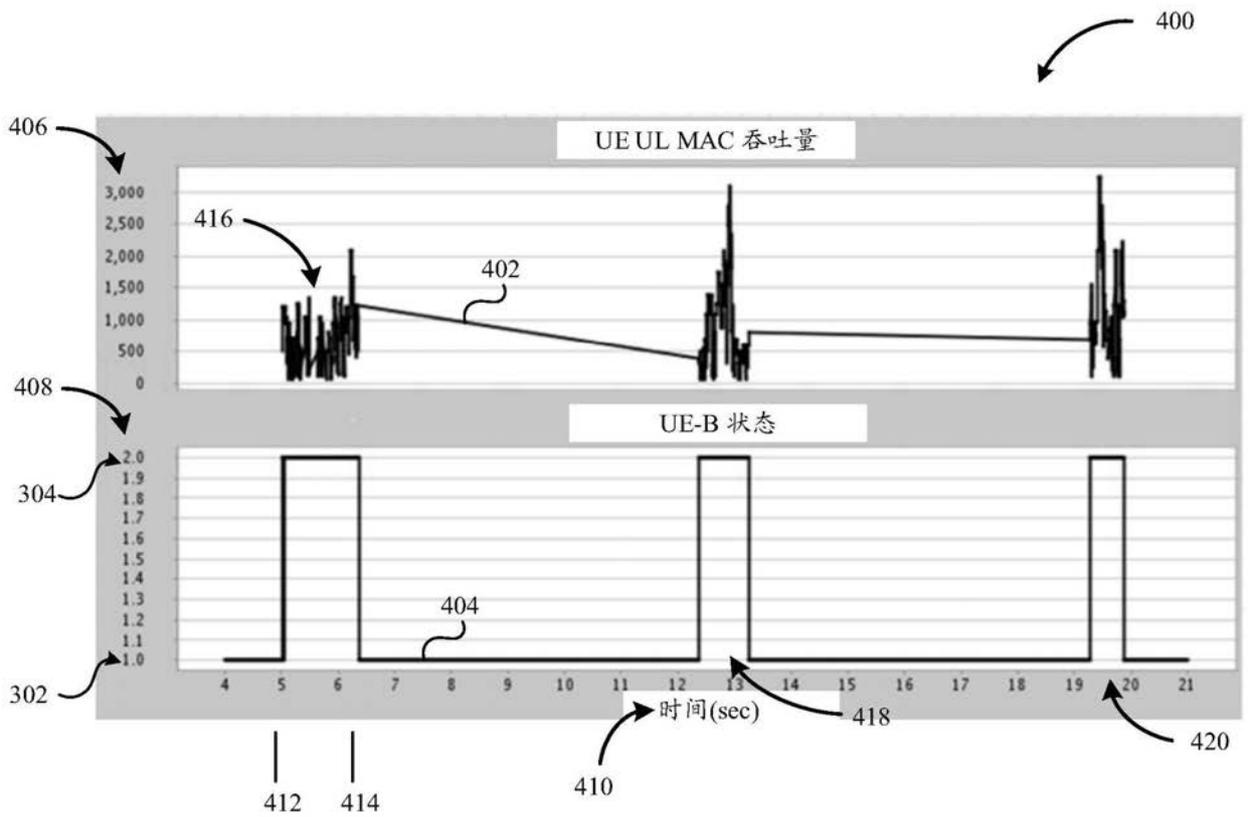


图4

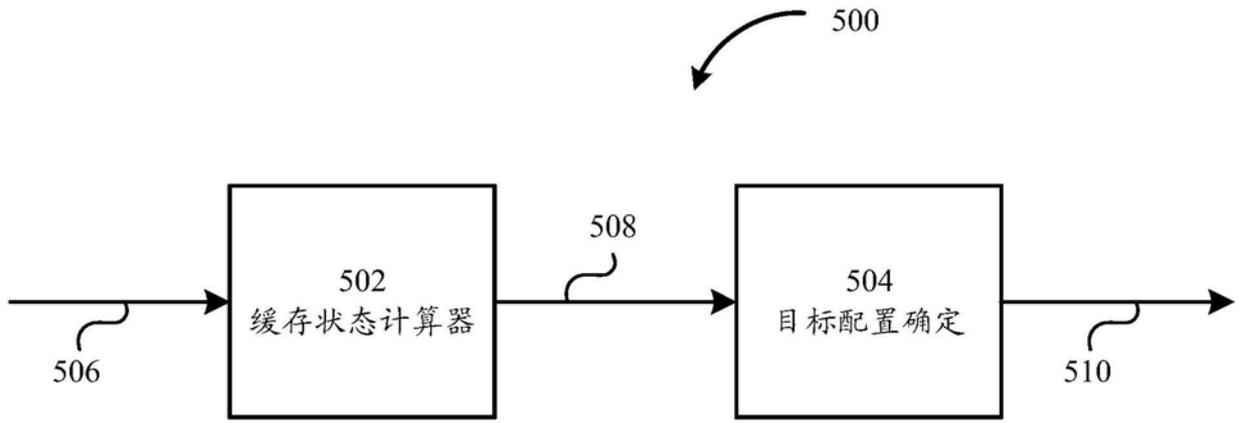


图5

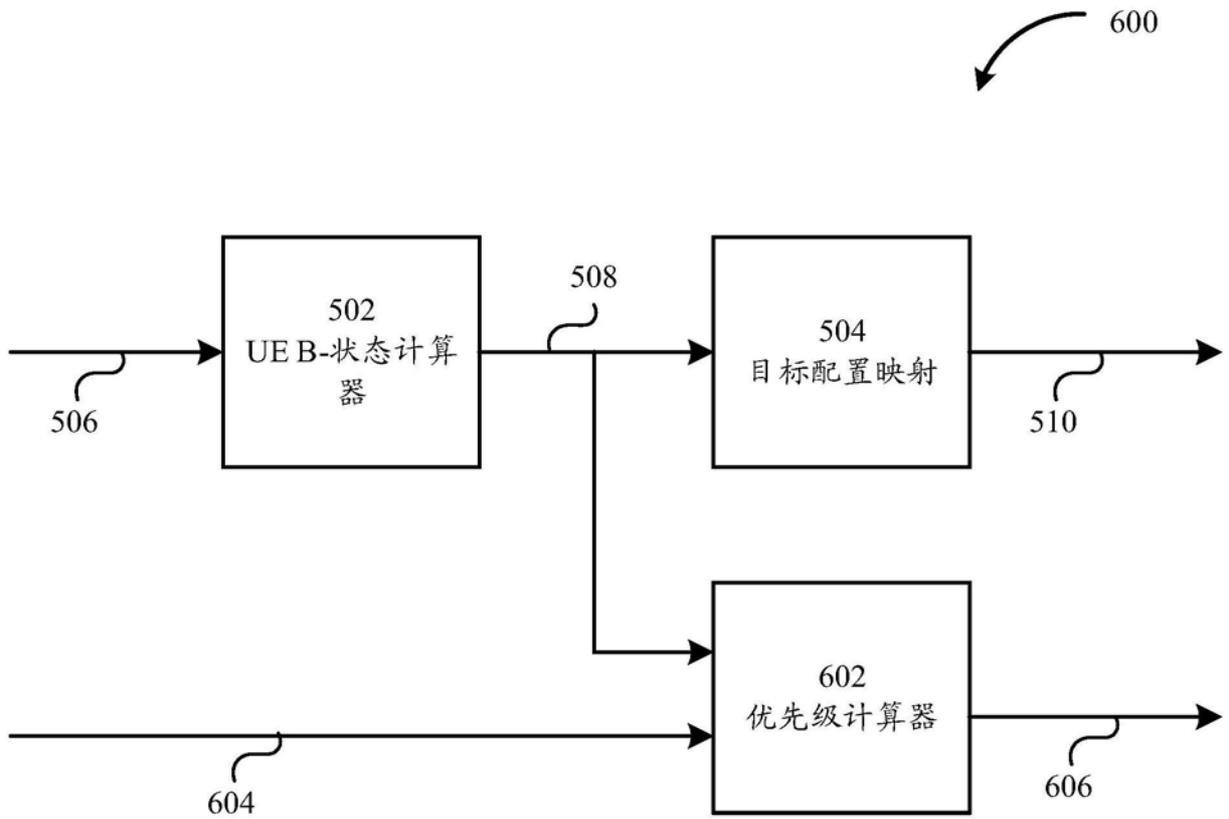


图6

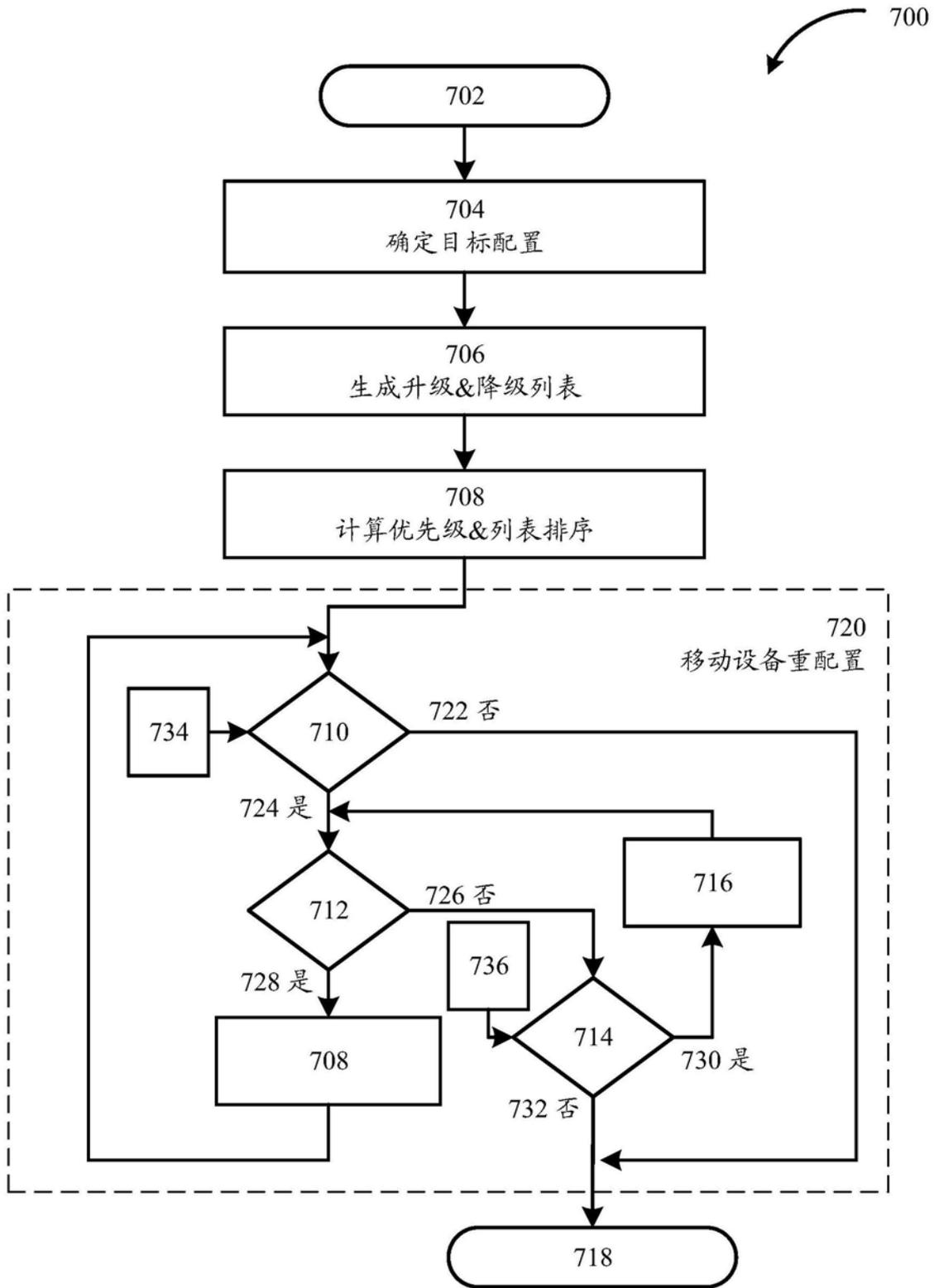


图7

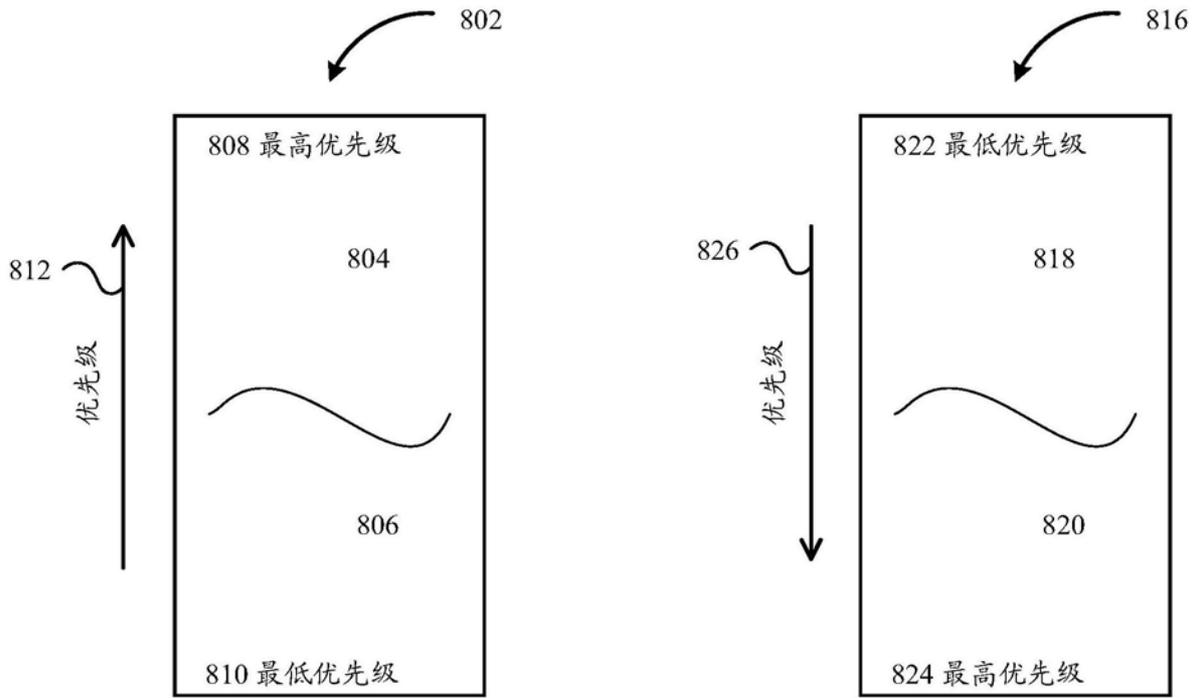


图8

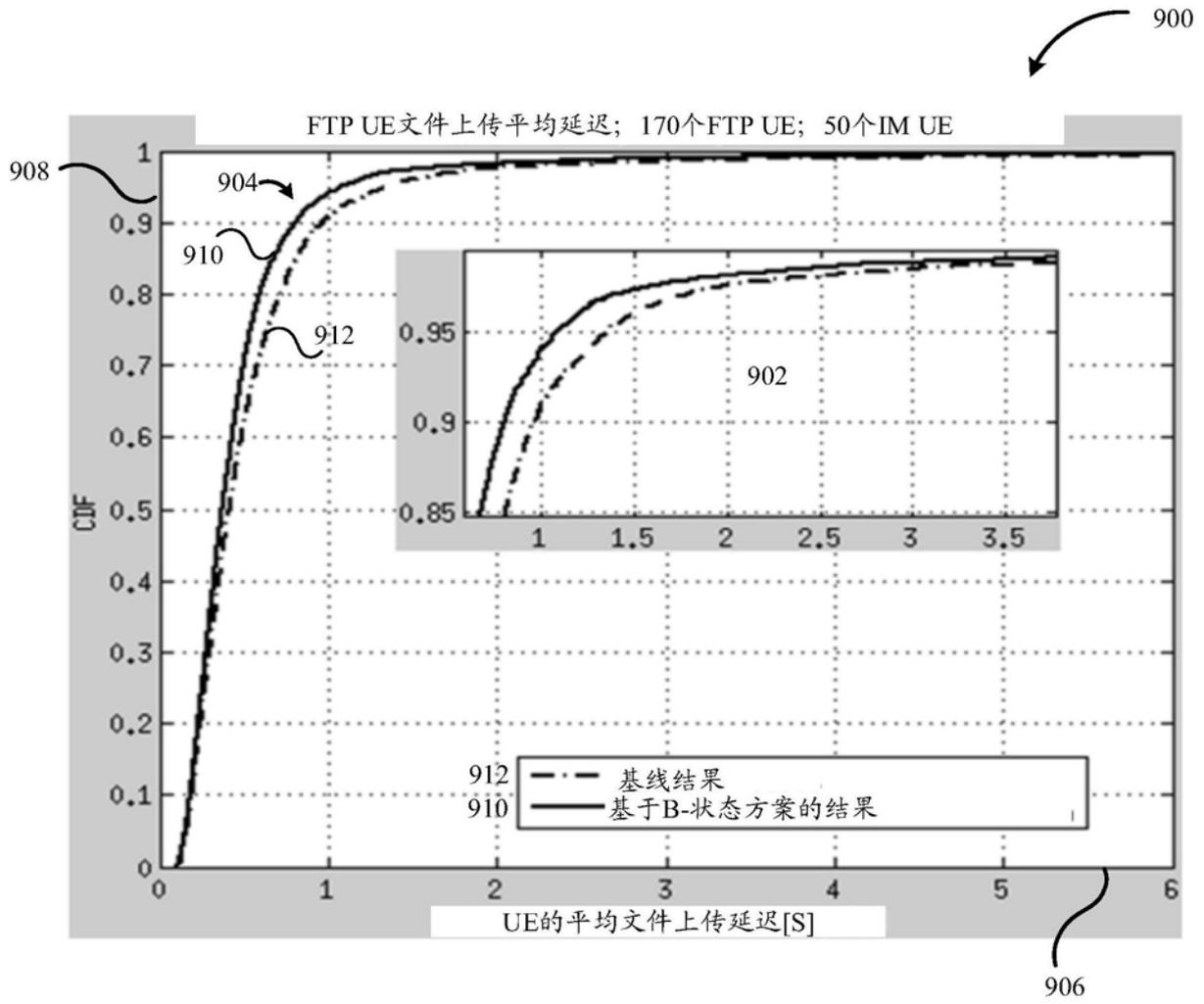


图9

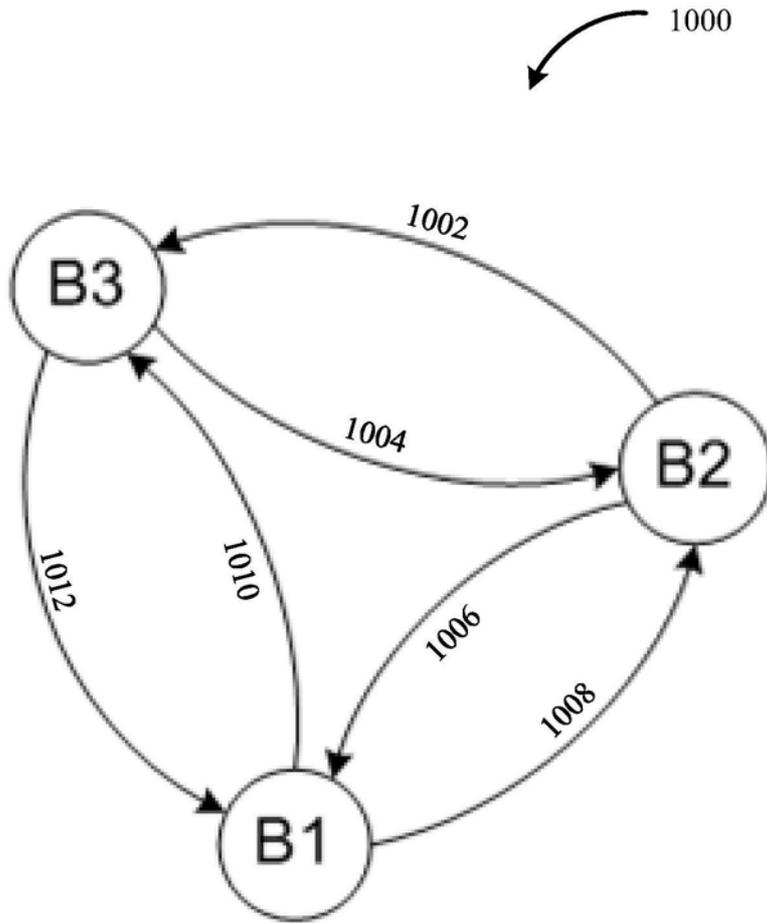


图10

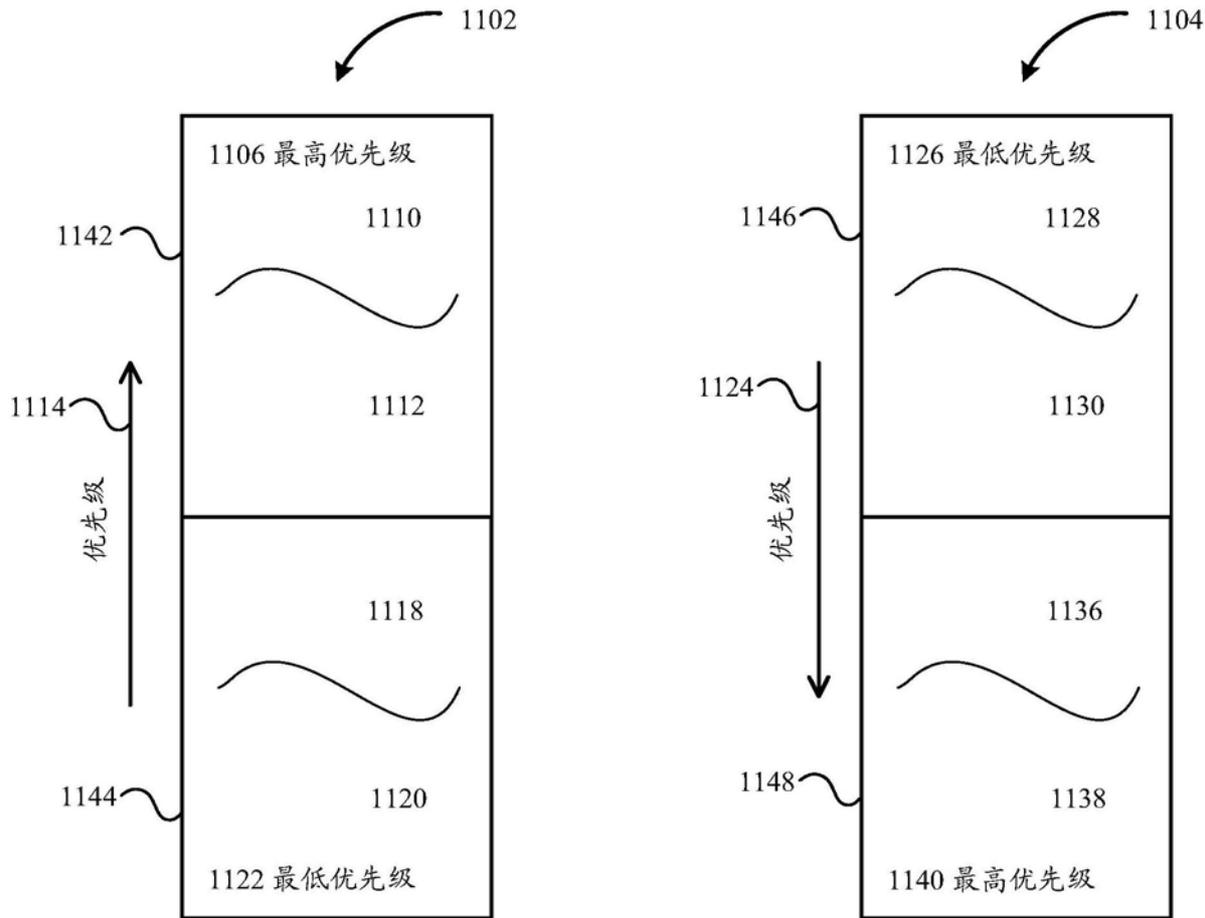


图11

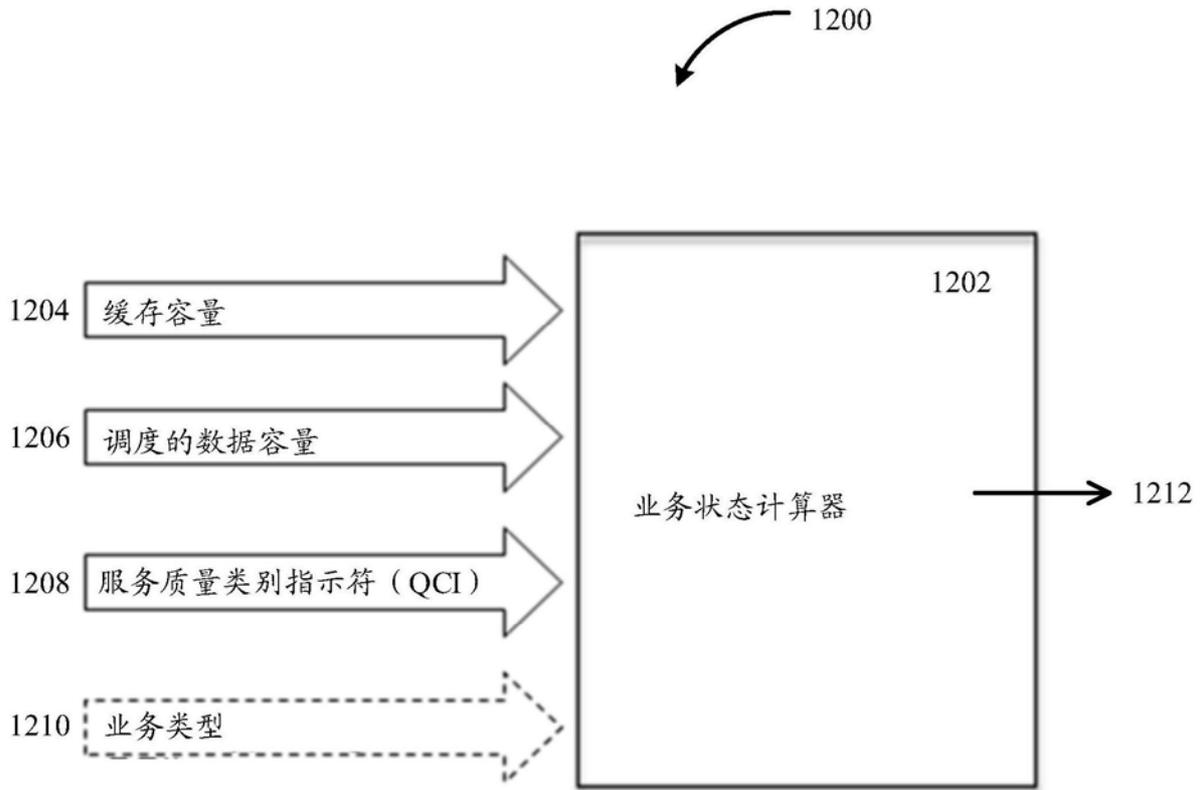


图12

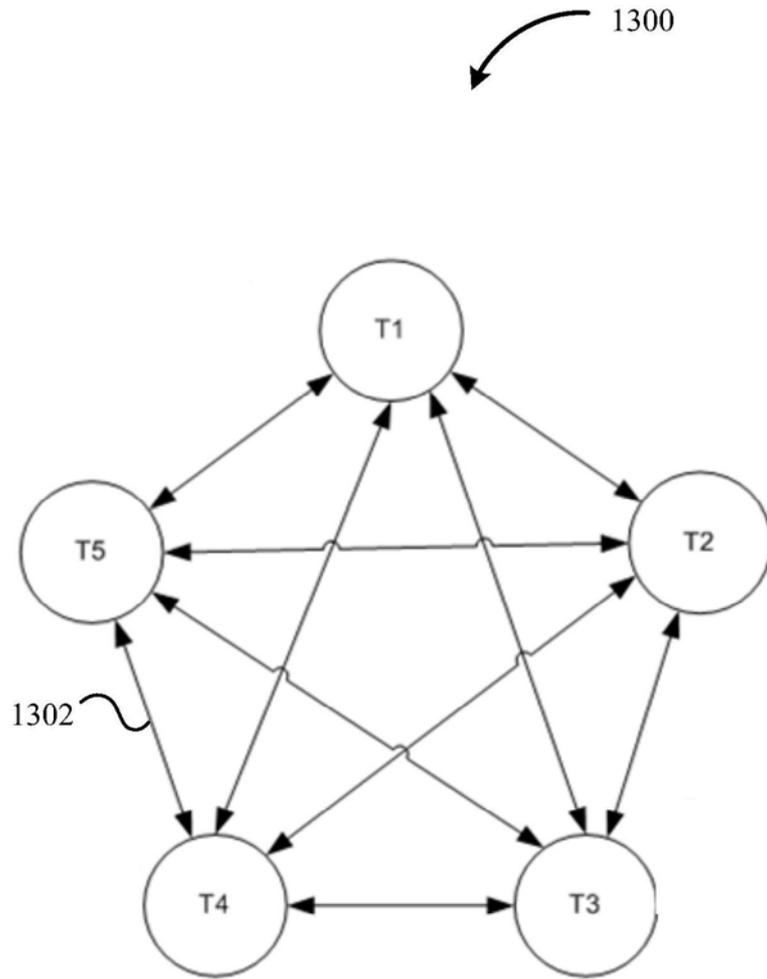


图13

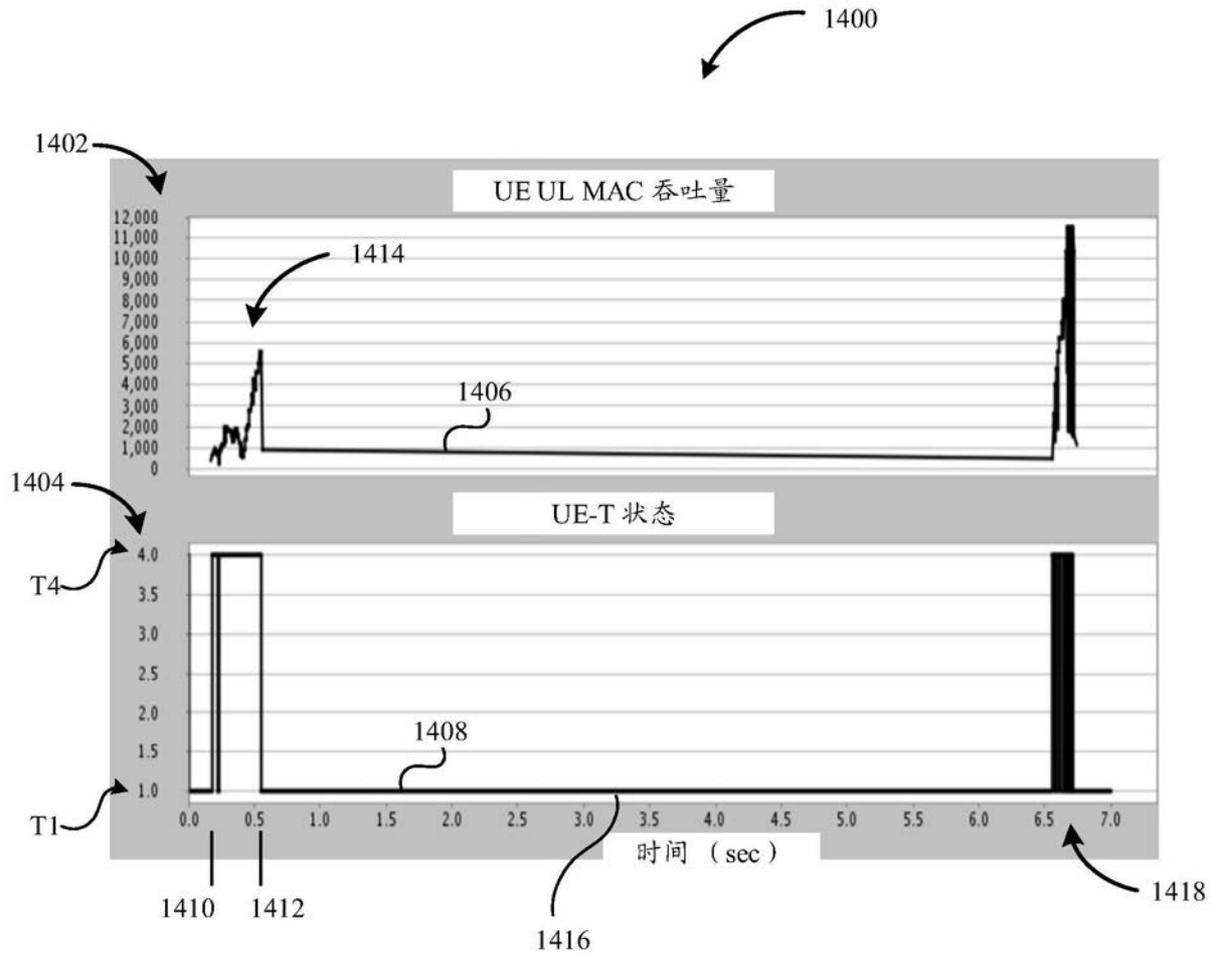


图14

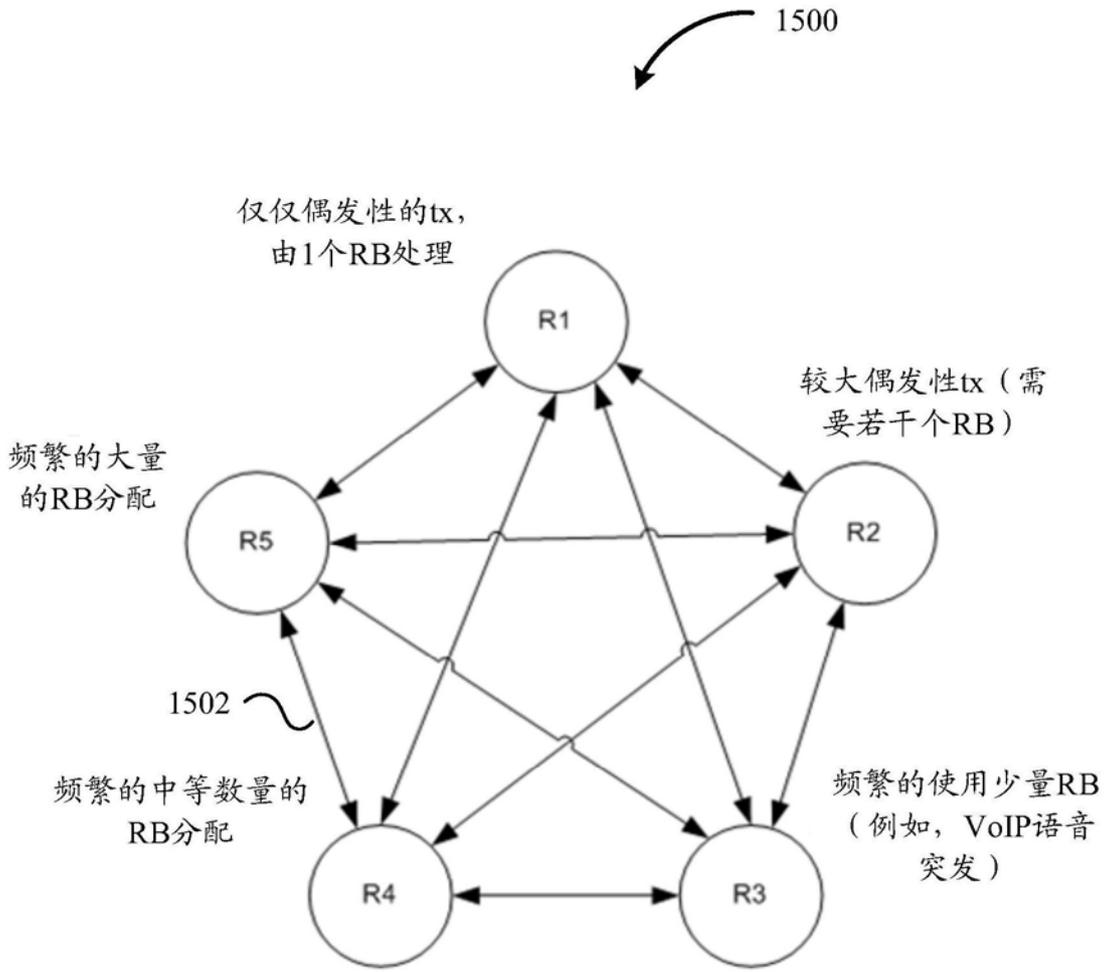


图15

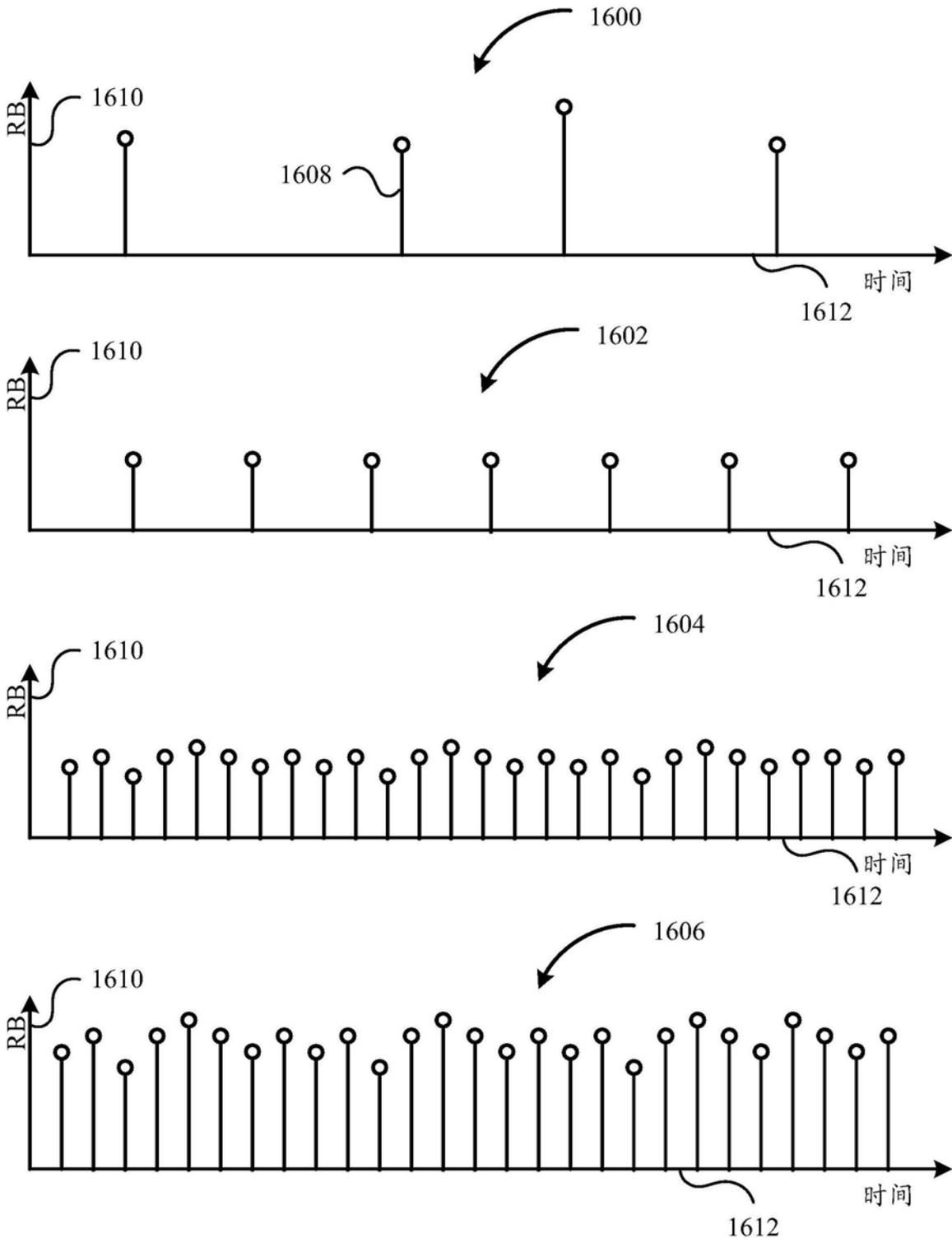


图16

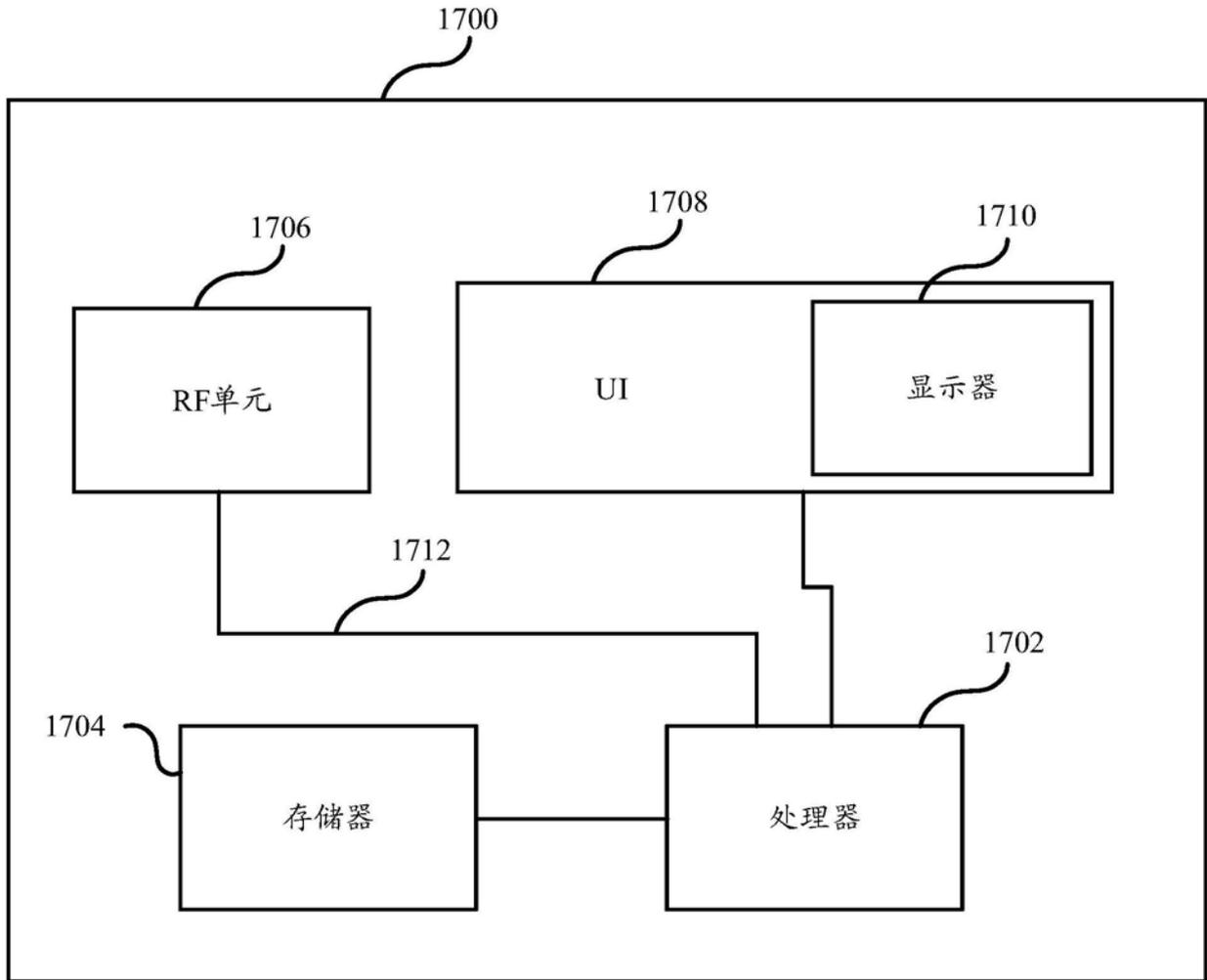


图17