



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119234464 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 31

(21) 申请号 202380041627.9

P·J·布莱克

(22) 申请日 2023.05.16

(74) 专利代理机构 北京市正见永申律师事务所

11497

(30) 优先权数据

专利代理师 黄小临

63/365,111 2022.05.20 US

63/365,113 2022.05.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.Cl.

2024.11.20

H04W 72/542 (2006.01)

H04W 72/04 (2006.01)

H04B 7/0413 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/14 (2006.01)

PCT/US2023/067041 2023.05.16

(87) PCT国际申请的公布数据

H04L 25/02 (2006.01)

W02023/225497 EN 2023.11.23

(71) 申请人 维尔沃克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·刚古利 A·E·埃克彭勇

H·M·M·A·戈兹朗

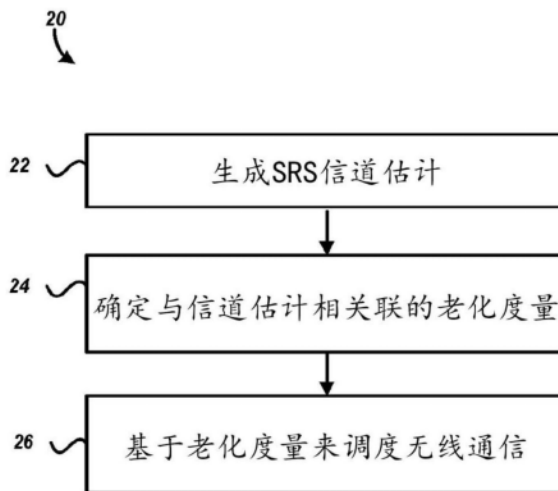
权利要求书2页 说明书15页 附图13页

(54) 发明名称

基于老化度量调度无线通信

(57) 摘要

本申请的方面涉及基于信道估计老化来调度无线通信。可以基于由用户设备无线发射的信号来生成信道估计。可以确定与信道估计相关联的老化度量。可以基于老化度量来调度与用户设备中的至少一些无线通信。



1. 一种基于信道估计老化来调度无线通信的方法,所述方法包括:  
基于由用户设备无线发射的信号来生成信道估计;  
确定与所述信道估计相关联的老化度量;以及  
基于所述老化度量来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,由所述用户设备无线发射的信号是探测参考信号。
3. 如权利要求2所述的方法,其中,所述探测参考信号中的第一探测参考信号由所述用户设备中的第一用户设备在第一时隙中无线发射,并且所述探测参考信号中的第二探测参考信号由所述用户设备中的第二用户设备在第二时隙中无线发射,所述第二时隙跟随所述第一时隙。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述无线通信是时分双工(TDD)多输入多输出(MIMO)无线通信。
5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述老化度量的一个老化度量仅基于与相应信道估计相关联的时间延迟。
6. 如权利要求1所述的方法,其中,所述老化度量的一个老化度量基于与相应信道估计相关联的信道的移动性和与所述相应信道估计相关联的时间延迟。
7. 如权利要求1所述的方法,其中,所述老化度量的一个老化度量基于与相应信道估计相关联的信道质量预测以及与所述相应信道估计相关联的时间延迟。
8. 如权利要求1所述的方法,其中,所述调度包括:基于指示较低信道不确定性的所述老化度量中的相应第一老化度量,在时隙期间选择用于无线通信的所述用户设备的第一组天线端口,以及基于中指示高信道不确定性的所述老化度量的相应第二老化度量,在所述时隙期间不调度用于无线通信的所述用户设备的第二组天线端口。
9. 如权利要求8所述的方法,其中,所述调度包括使用所述老化度量中的至少一些来确定用于时隙的用户设备优先级。
10. 如权利要求9所述的方法,其中,所述调度包括减少用于时隙的所述无线通信的层数。
11. 如权利要求8所述的方法,其中,所述调度包括减少用于时隙的无线通信的层数。
12. 如权利要求1所述的方法,其中,所述调度包括使用所述老化度量中的至少一些来确定用于时隙的用户设备优先级。
13. 如权利要求12所述的方法,其中,所述确定时隙的用户设备优先级还基于一个或多个服务质量度量。
14. 如权利要求12所述的方法,其中,所述调度包括减少用于时隙的无线通信的层数。
15. 如权利要求1所述的方法,其中,所述调度包括减少用于时隙的无线通信的层数。
16. 如权利要求1所述的方法,还包括:基于所述老化度量中的至少一些,对被调度用于时隙的所述用户设备的一组天线端口执行调制和编码方案选择。
17. 一种包括计算机可执行指令的非暂时性计算机可读存储器,其中,当由基带单元执行时,使方法被执行,所述方法包括:  
基于由用户设备无线发射的信号来生成信道估计;  
确定与所述信道估计相关联的老化度量;以及  
基于所述老化度量来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。

18. 一种用于无线通信的系统,所述系统包括:

基带单元,包括至少一个处理器并存储指令,其中,当由所述至少一个处理器执行时,使所述基带单元执行操作,所述操作包括:

基于从用户设备接收的信号来生成信道估计;

确定与所述信道估计相关联的老化度量;以及

基于所述老化度量来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。

19. 如权利要求18所述的系统,还包括:与所述基带单元通信的一个或多个无线电单元,所述一个或多个无线电单元配置为经由所述无线通信与所述用户设备中的至少一些进行无线通信。

20. 如权利要求19所述的系统,其中,所述一个或多个无线电单元包括分布式远程无线电单元。

## 基于老化度量调度无线通信

### 技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及无线通信,并且更具体地涉及无线通信的调度和/或速率选择。

[0002] 优先权申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2022年5月20日提交的美国临时专利申请第63/365,113号、标题为“基于老化度量调度无线通信”的优先权,并且要求于2022年5月20日提交的美国临时专利申请第63/365,111号、标题为“基于老化度量的无线通信速率选择”的优先权,每个申请的公开内容在此通过引用整体且出于所有目的并入本文中。

### 背景技术

[0004] 在无线通信系统中,可以有多个用户设备(UE)被布置为与通信网络进行无线通信。信道估计可以从参考信号(诸如探测参考信号)生成。信道估计可用于减轻小区内干扰。通常需要高数据速率和/或低时延通信。在需要高数据速率的情况下,可能会有密集的UE部署。在保持相对较低的小区内干扰的同时高效利用无线通信资源可能存在技术挑战。

### 发明内容

[0005] 权利要求中所描述的创新各自都具有多个方面,其中没有单一的方面能够单独地负责其期望的属性。不限制权利要求范围的情况下,现在将简要描述本申请的一些突出特征。

[0006] 本申请的一个方面是一种基于信道估计老化来调度无线通信的方法。所述方法包括基于由用户设备无线发射的信号来生成信道估计,确定与所述信道估计相关联的老化度量,并基于所述老化度量来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。

[0007] 所述用户设备无线发射的信号可以是探测参考信号。所述探测参考信号中的第一探测参考信号可由所述用户设备中的第一用户设备在第一时隙中无线发射。所述探测参考信号中的第二探测参考信号可由所述用户设备中的第二用户设备在第二时隙中无线发射,其中,所述第二时隙跟随所述第一时隙。

[0008] 所述无线通信可以是时分双工(TDD)多输入多输出(MIMO)无线通信。

[0009] 所述老化度量中的一个老化度量可以仅基于与相应信道估计相关联的时间延迟。所述老化度量中的一个老化度量可以基于与相应信道估计相关联的信道的移动性和与所述相应信道估计相关联的时间延迟。所述老化度量中的一个老化度量可以基于与相应信道估计相关联的信道质量预测以及与所述相应信道估计相关联的时间延迟。

[0010] 所述调度可以包括:基于指示较低信道不确定性的所述老化度量中相应第一老化度量,在时隙期间选择用于无线通信的所述用户设备的第一组天线端口;以及,基于指示高信道不确定性的所述老化度量中的相应第二老化度量,在所述时隙期间不调度用于无线通信的所述用户设备的第二组天线端口。所述调度可以包括使用所述老化度量中的至少一些来确定用于时隙的用户设备优先级。所述调度可以包括减少用于时隙的所述无线通信的层

数。所述调度可以包括减少用于时隙的所述无线通信的层数。

[0011] 所述调度可以包括使用所述老化度量中的至少一些来确定用于时隙的用户设备优先级。所述确定用于时隙的用户设备优先级还可以基于一个或多个服务质量度量。所述调度可以包括减少用于时隙的无线发射的层数。

[0012] 所述调度可以包括减少用于时隙的无线通信的层数。

[0013] 所述方法还可以包括基于所述老化度量中的至少一些,对被调度用于时隙的所述用户设备的一组天线端口执行调制和编码方案选择。

[0014] 本申请的另一方面是包括计算机可执行指令的非暂时性计算机可读存储,其中,当由基带单元执行时,所述计算机可执行指令使本文公开的任何方法被执行。

[0015] 本申请的另一方面是一种用于无线通信的系统。所述系统包括基带单元,其包括至少一个处理器并存储指令,其中当由所述至少一个处理器执行时,使所述基带单元执行操作。所述操作包括基于从用户设备接收的信号来生成信道估计、确定与所述信道估计相关联的老化度量、以及基于所述老化度量来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。

[0016] 所述系统可以包括与所述基带单元通信的一个或多个无线电单元。所述一个或多个无线电单元可以配置为经由所述无线通信与所述用户设备中的至少一些进行无线通信。所述一个或多个无线电单元可以包括分布式远程无线电单元。

[0017] 本申请的另一方面是一种调度无线通信的方法。所述方法包括在不同的上行链路时隙中从用户设备接收探测参考信号,基于在所述不同的上行链路时隙中接收的所述探测参考信号来生成信道估计,以及基于从所述用户设备中的至少一些接收到探测参考信号的时间来调度与所述用户设备中的至少一些的无线通信。

[0018] 本申请的另一个方面是基于信道估计老化的用户设备速率选择方法。所述方法包括基于由用户设备无线发射的信号来生成信道估计、确定与所述信道估计相关联的老化度量、以及基于所述老化度量中的至少一些对所述用户设备的组执行调制和编码方案选择。

[0019] 本申请的另一方面是一种无线通信系统。所述系统包括基带单元,其包括至少一个处理器并且存储指令,其中当由所述至少一个处理器执行时,所述指令使所述基带单元执行操作。所述操作包括基于从用户设备接收的信号来生成信道估计、确定与所述信道估计相关联的老化度量、以及基于增益度量中的至少一些为所述用户设备的组选择调制和编码方案。所述系统可以包括与所述基带单元通信的一个或多个无线电单元,其中所述一个或多个无线电单元配置为采用所述选择的调制和编码方案与所述用户设备组进行无线通信。所述一个或多个无线电单元可以包括分布式远程无线电单元。

[0020] 本申请的另一个方面是包括指令的计算机可读存储器,当由一个或多个处理器执行时,使本文公开的任何方法被执行。

[0021] 出于概述本申请的目的,本文描述了创新的某些方面、优点和新颖特征。应当理解,并非所有这些优点都可以根据任何特定实施例来实现。因此,这些创新可以以实现或优化本文教导的一个优点或优点组的方式来体现或执行,而不必实现本文教导或建议的其他优点。

## 附图说明

[0022] 现在将参考附图,通过非限制性示例来描述本申请的实施例。

[0023] 图1A图示了具有被划分成组的天线端口的用户设备 (UE)。图1B图示了两个UE的天线端口组到时隙的映射。

[0024] 图2是根据实施例的调度无线通信的方法的流程图。

[0025] 图3是图示根据实施例用于时分双工 (TDD) 无线通信的发射组到时隙的映射的图,其中,UE天线端口调度具有最新的探测参考信号 (SRS) 信道估计。

[0026] 图4A是图示示例帧结构和与信道估计相关联的处理延迟的时序图。图4B是图示示例信道老化优先级随时间变化的图表。

[0027] 图5A是图示示例帧结构和与信道估计相关联的处理延迟的时序图。图5B是图示由于信道估计老化而导致无线通信层数随时间的减少的示例图。

[0028] 图6是根据实施例的速率选择方法的流程图。

[0029] 图7是根据实施例的调度无线通信的方法的流程图。

[0030] 图8是图示根据实施例的在SRS感知调度中处理重传的时序图。

[0031] 图9是图示根据实施例对具有保证比特率 (GBR) 服务质量 (QoS) 规范和SRS感知调度的UE进行优先化的时序图。

[0032] 图10是图示根据实施例的示例帧结构和交错SRS发射的时序图。

[0033] 图11图示了多发射/接收点网络的示例。

[0034] 图12是根据实施例的具有基于信道估计老化的调度和/或速率选择的示例网络系统的框图。

[0035] 图13是图示其中可以实现基于信道估计老化的调度和/或速率选择的示例多输入多输出 (MIMO) 网络环境的图。

## 具体实施方式

[0036] 对某些实施例的以下描述给出了具体实施例的各种描述。然而,本文所述的创新可以以例如如权利要求所定义和涵盖的多种不同的方式体现。在本说明书中,参考附图,其中相似的附图标记可指示相同或功能相似的元件。应当理解,附图中所示的元件不一定按比例绘制。此外,应当理解,某些实施例可包括比附图中所示的和/或附图中所图示的元件的子集更多的元件。此外,一些实施例可结合来自两个或更多个附图的特征的任何适当组合。

[0037] 无线通信系统可以具有用于各种通信参数的规范。例如,无线通信系统可以具有用于高数据速率应用的规范,诸如扩展现实和/或增强型移动宽带应用。作为另一示例,无线通信系统可以具有用于超可靠和低时延应用的规范。无线通信系统可以具有用于其他垂直领域的规范,包括汽车和高数据速率和/或超可靠和低时延的扩展,诸如元宇宙应用。

[0038] 在实践中,高数据速率用例可以发生在密集的小型蜂窝部署场景中。在这种情况下,用户设备 (UE) 可以密集地位于特定的地理位置。在这种情况下,多用户多输入多输出 (MU-MIMO) 应用可以为给定带宽提供相对较高的频谱效率。时分双工 (TDD) 多输入多输出 (MIMO) 系统可以通过利用信道互易性来支持基于探测参考信号 (SRS) 的下行链路MU-MIMO。基站处的信道状态信息 (CSI) 可用于构建下行链路预编码器,以减轻和/或消除在相同时频

资源上发射的数据流之间的小区内干扰。

[0039] 虽然基于从UE接收的SRS的信道估计可用于减轻小区内干扰,但信道估计可能会老化。随着从生成信道估计经过更多的时间,与信道估计相关联的不确定性也会越来越多。信道估计老化会降低预编码器提供的小区内正交性,因为信道条件会由于从UE发射SRS而发生变化。例如,由于移动性,信道可能会相对于从UE发射SRS时演进。随着信道条件的变化,预编码器可能会过时。信道估计老化可能会替代地或附加地受到基站处的处理和/或调度延迟的影响。

[0040] 另一个技术挑战是SRS容量。SRS资源是有限的。这可以限制可以用于下行链路波束成形的UE和每个UE的天线端口的数量。在特定时隙期间,只有一些UE可以在某些应用中发射SRS。使用老化的信道估计可以导致老化效应和增加的干扰。对于周期性SRS发射,需要在增加SRS周期以支持更多UE与因信道老化而导致的性能损失之间进行权衡。

[0041] 期望高效利用SRS资源。通过将UE及其对应的SRS天线端口划分为不同的不相交发射组(虚拟UE),可以增强SRS资源利用率。图1A图示了具有被划分成组的天线端口的UE。图1B图示了两个UE的天线端口组到时隙的映射。

[0042] 图1A示出了UE 10,其SRS天线端口P0、P1、P2和P3被划分为两个不同的发射组。第一发射组包括SRS天线端口P0和P1,并且对应于虚拟UE0;第二发射组包括SRS天线端口P2和P3,并且对应于虚拟UE1。

[0043] 在某些应用中,如图1B,无线通信系统中的每个发射组可以包括用于UE子集的配置的SRS天线端口子集。发射组中的一些或全部可以包括用于各种应用中的UE子集的一个或多个UE的全部天线端口。在一些应用中,发射组中的一些或全部可以包括一个或多个UE的天线端口子集。不同的发射组可以在不同的时隙中发射。

[0044] 图1B示出了用于TDD无线通信的发射组到时隙的映射。在第一时隙,发射组0可以发射。发射组0包括第一UE 10A的SRS天线端口P0和P1。在第二时隙中,发射组1可以发射。发射组1包括第二UE 10B的SRS天线端口P0和P1。在第三时隙中,第一UE 10A可以从SRS天线端口P2和P3发射。在第四时隙中,第二UE 10B可以从SRS天线端口P2和P3发射。如图1B所示,第一UE 10A可以将SRS天线端口分成不同的发射组。SRS可以在与发射相关联的不同时间从这些天线端口发射。SRS信道估计的老化可能会带来技术问题。即使具有高效的SRS资源利用,仍然还存在与信道估计老化相关联的技术挑战。

[0045] 本申请的各方面涉及基于SRS信道估计的老化来调度无线通信。这样的调度可以减轻信道估计老化效应。UE选择可以优先考虑具有最近发射SRS的UE。所选UE的速率选择和/或层选择可以基于老化度量。老化度量基于SRS信道估计的老化。在一些情况下,老化度量还基于一个或多个附加参数,诸如移动性和/或信道估计质量的测量。在调度无线通信时考虑SRS信道估计的老化可以称为SRS感知调度。

[0046] 公开了基于SRS估计的老化来调度无线通信的方法。第一种方法涉及只调度最近发射SRS的UE。第二种方法包括在UE优先级计算中使用SRS信道估计老化,UE优先级计算用于选择要调度的UE。每个时隙中所有符合条件的UE中,具有最高UE优先级的UE可以被调度用于该时隙中的发射。第三种方法包括用增加的信道估计老化来调度更少的层以减轻老化效应。这些方法的任何合适的原理和优点都可以相互一起实现。对于任何的这些调度方法,还可以基于调度的UE的老化度量来执行调制和编码方案(MCS)选择。本文公开的调度无线

通信方法可以由任何合适的电路和/或硬件执行,诸如专门配置为执行该方法操作的基站的基带单元(BBU)。这样的BBU可以包括至少一个处理器并存储指令,当由至少一个处理器执行时,导致执行本文公开的方法的一些或全部操作。在一些情况下,BBU包括集中单元(CU)和至少一个分布式单元(DU)。将参考图2至5B讨论基于SRS信道估计的老化来调度无线通信的示例方法。

[0047] 图2是根据实施例的调度无线通信的方法20的流程图。UE可以将SRS无线地发射到网络系统。网络系统可以接收SRS。在块22中,网络系统可以基于从UE收到的SRS来生成信道估计。BBU可以生成信道估计。

[0048] 在块24处,可以为信道估计确定老化度量。老化度量是基于相应信道估计的老化。老化度量可以纯粹或者单独基于与信道估计相关联的时间延迟。时间延迟可以表示信道在多长时间前被采样。时间延迟可以指示SRS发射和/或接收和调度之间的延迟。例如,老化度量可以是或表示与信道估计相关联的时间戳、自生成信道估计以来的时间量或自接收到SRS以来的时间量。老化度量可以基于与信道估计和一个或多个其他参数相关的时间延迟。

[0049] 在某些应用中,老化度量也可以基于信道的多普勒。在这样的应用中,在块24处确定老化度量可以包括估计信道的多普勒。这种老化度量是基于时间延迟和信道的移动性。指示高信道老化的高老化度量值可以是低时间延迟和高信道移动性的结果。指示高信道老化的高老化度量值可以是高时间延迟和低信道移动性的结果。

[0050] 在一些应用中,老化度量可以基于时间延迟和信道预测质量的测量。在这样的应用中,在块24处确定老化度量可以包括估计信道的预测质量。指示高信道老化的高老化度量值可以是高预测误差的结果。指示低信道老化的低老化度量值可以是低预测误差的结果。即使在高移动性的情况下,指示低信道老化的低老化度量值对于低预测误差是可能的。

[0051] 在块26处,可以基于老化度量来调度无线通信。老化度量可以各自与和UE天线端口相关联的相应信道相关联。然后,数据可以作为无线通信的部分无线地发射到用户设备中的至少一些。所述无线通信可以为TDD MIMO无线通信。调度可以包括仅调度最近发射SRS的UE、在UE优先级计算中使用SRS信道估计老化、或者随着信道估计老化的增加而调度更少的层中的一个或多个。时隙期间调度的一组用户设备的调制和编码方案选择可以基于老化度量中的至少一些来执行。

[0052] 尽管本文可参考上行链路SRS接收来讨论信道估计老化,但本文公开的任何适当原理和优点均可应用于信道状态信息(CSI)测量和/或由基站从UE接收的数据。CSI可从UE测量的反馈中获得。

[0053] 图3是图示根据实施例用于TDD无线通信的发射组到时隙的映射的图,其中,UE天线端口调度具有最新的SRS信道估计。UE 10A和10B各自可以具有四个天线端口。天线端口可以是物理天线。发射组可以如参考图1B的讨论进行划分。在每个时隙之前,UE天线端口可以发射SRS。例如,可以在第一时隙之前接收从第一UE 10A的天线端口P0和P1无线发射的SRS。接收SRS和生成信道估计之间存在SRS信道估计处理延迟。在此处理延迟之后,可以调度与该信道相关联的无线通信。

[0054] 在图3所示的每个时隙中,具有最新SRS信道估计的一组UE天线端口被调度用于与网络的无线通信。这可以通过使用新的SRS信道估计来缓解信道老化问题。基于从第一UE 10A的天线端口P0和P1接收的SRS生成的信道估计对于第一时隙来说是最新的。可以将与第



—UE 10A的天线端口P0和P1的无线通信调度用于第一时隙。基于从第二UE 10B的天线端口P0和P1接收的SRS生成的信道估计对于第二时隙来说是最新的。可以将与第二UE 10B的天线端口P0和P1的无线通信调度用于第二时隙。基于从第一UE 10A的天线端口P2和P3接收的SRS生成的信道估计对于第三时隙来说是最新的。可以将与第一UE 10A的天线端口P2和P3的无线通信调度用于第三时隙。基于从第二UE 10B的天线端口P2和P3接收的SRS生成的信道估计对于第四时隙来说是最新的。可以将与第二UE 10B的天线端口P2和P3的无线通信调度用于第四时隙。

[0055] 尽管图3是参考时隙进行讨论的,但在某些应用中,图3时隙中的一个或多个可以表示两个或多个时隙的组。调度窗口可以指一个或多个时隙,其中一个或多个UE可供调度。参考图8和图9讨论了示例调度窗口,其中多个UE可以在若干时隙期间进行调度。

[0056] 在图3的示例中,具有4个天线端口的两个UE 10A和10B被分成组以用于无线通信。可以为特定应用的时隙调度任意适当数量的UE和/或天线端口。

[0057] 可以基于信道估计老化来调整UE优先级。UE优先级可以根据以下数据或应用的服务质量(QoS)度量中的一个或多个来计算:流量类型、时延预算、可靠性、或吞吐量/有效吞吐量。信道估计老化度量可以纳入UE优先级确定。因此,可以使用老化度量和一个或多个QoS指标来确定UE优先级。

[0058] 例如,可以基于一个或多个QoS指标将用户数据分类到不同的队列中。UE优先级可以基于队列优先级(queue priority)、比例公平调度(PFS)优先级和信道老化优先级(channel age priority)来确定。举例来说,对于使用来自时间 $t$ 的信道估计在时间 $t+T$ 处进行的调度,UE优先级可以由公式1表示。

[0059] 
$$\text{UE priority} = \text{queue priority} + \frac{r(t)}{\bar{R}(t)} + \text{channel age priority}(\tau) \quad (\text{式 } 1)$$

[0060] 在公式1中, $\frac{r(t)}{\bar{R}(t)}$ 是PFS优先级,计算为瞬时可实现数据速率 $r(t)$ 与平均服务数据速率 $\bar{R}(t)$ 的比率,且信道老化优先级是信道老化 $\tau$ 的递减函数。

[0061] PFS优先级可以旨在公平地分配UE之间的数据速率。PFS优先级可以计算为瞬时数据速率与历史吞吐量的比率。信道老化优先级会随着所利用的SRS信道估计老化的增加而降低。

[0062] 图4A是图示具有特殊时隙(S)、上行链路时隙(U)和下行链路时隙(D)的示例帧结构的时间图。该示例帧结构包括特殊时隙,随后是2个上行链路时隙,再后是7个下行链路时隙。如图4A所示,SRS可以在特殊时隙中接收。SRS信道估计可以在处理延迟后可使用。例如,SRS信道估计可以是准备好用于图4A中所示的示例帧结构的第二下行链路时隙。

[0063] SRS发射的周期可以随着时间而改变。在一些情况下,可以每帧或周期从UE的天线端口接收SRS。在一些其他情况下,可以每4帧或周期从UE的天线端口接收SRS(例如,在参考图3讨论的示例中)。随着SRS发射之间的时间变化,信道老化优先级可用于计算UE优先级。在图4A中,可以使用基于信道老化优先级的UE优先级来调度下行链路时隙中的无线通信。在信道估计和相应的信道老化优先级之后,信道老化优先级可以用于确定在下行链路时隙中调度哪些UE和天线端口。

[0064] 图4B是图示示例信道老化优先级随时间变化的图。信道老化优先级可以随着连续

SRS发射之间的时间单调递减。信道老化优先级可通过对应的SRS信道估计来获得。

[0065] 基于信道估计老化可以减少MIMO通信的层数。随着信道估计的老化,小区内干扰可能增加。随着信道估计老化,可以减少每个UE集群用于无线通信的总调度层数,以减轻与信道估计老化相关联的小区内干扰。在一些应用中,可以基于与UE相关联的一个或多个信道估计的老化来减少与UE进行无线通信的总层数。

[0066] 图5A是图示具有特殊时隙(S)、上行链路时隙(U)和下行链路时隙(D)的示例帧结构的时序图。当SRS信道估计准备好使用时,无线通信的最大层数可以达到最高。在SRS信道估计准备就绪后,最大层数可以随着时间单调减少。随着SRS信道估计的不确定性越大,无线通信可使用的层数就越少。这可以减轻与老化信道估计相关联的小区内干扰。在图5A中,随着信道估计老化的增加,下行链路时隙中的无线通信可以用更少的层来调度。例如,当SRS信道估计值可用时,可在第二下行链路时隙中调度更多的层,而当收到SRS后经过的时间较长时,可在第七下行链路时隙调度较少的层。

[0067] 图5B是图示由于信道估计老化而导致无线通信层数随时间的减少的示例图。每个UE集群要调度的最大层数会随着连续SRS发射之间的时间而单调减少。最大层数可以用对应的SRS信道估计来获得,用于调度与UE集群的无线通信。

[0068] 本申请的各方面涉及基于SRS信道估计的老化的速率选择。这种速率选择可以减轻信道估计老化效应。可以基于老化度量来选择调制和编码方案(MCS)。随着老化度量指示更多的信道估计老化,MCS可以减少。在某些应用中,MCS的分贝退避(backoff)可以与老化度量成比例。基于老化度量的MCS选择可以通过本文公开的SRS感知调度的任何合适原理和优点来实现。在速率选择中考虑SRS信道估计的老化可以称为SRS感知速率选择。

[0069] 图6是根据实施例的速率选择方法60的流程图。UE可以将SRS无线地发射到网络系统。在方法60中,可以根据上面讨论的任何合适的原理和优点,例如,参考图2的方法20,在块22处生成信道估计,并且可以在块24处确定与信道估计相关联的老化度量。

[0070] 在块64处,可以基于老化度量来执行对用户设备的MCS选择。老化度量可以是在块24处确定的老化度量中的至少一些。

[0071] MCS选择可以包括在所选UE的内环信号与干扰加噪声比(SINR)计算中应用退避。退避可以以分贝(dB)为单位,与所用SRS信道估计的老化成比例。

[0072] 对于不考虑SRS信道估计老化的MCS选择,MCS可以基于内环SINR和来自UE(外环)的ACK/NACK反馈。这种MCS可按照公式2执行。

$$[0073] \quad \text{MCS}(u) = f(\text{SINR}^{\text{CQI}}(u), \delta_{\text{MCS}}^{\text{OL}}(u)) \quad (\text{式 } 2)$$

[0074] 作为示例,MCS(u)可以是公式3所示形式的函数。术语 $\delta_{\text{MCS}}^{\text{OL}}(u)$ 可以表示由于来自UE的ACK/NACK反馈而产生的退避项。

$$[0075] \quad \text{MCS}(u) = f(\text{SINR}^{\text{CQI}}(u)) - \delta_{\text{MCS}}^{\text{OL}}(u) \quad (\text{式 } 3)$$

[0076] 即使采用SRS感知调度,尽管信道估计已经过时,一些具有高优先级的UE仍可以被调度。例如,可以由于QoS、时延规范、重传等中的一个或多个而调度具有高优先级的UE。这些UE的预编码器和速率选择可以潜在地基于老化的信道估计。这可能会导致性能下降。因此,可以在速率(例如,MCS)选择中考虑SRS信道估计老化。老化度量可以纳入到MCS选择中。

可以根据本文公开的任何合适的原理和优点,按与SRS信道估计老化和/或老化度量成比例的方式来应用MCS退避。该SRS感知MCS选择可以根据公式4和/或5执行,其中老化退避是老化度量。项 $\delta_{MCS}^{OL}(u)$ 可以表示由于来自UE的ACK/NACK反馈而导致的外环退避项。

$$[0077] \quad MCS(u) = f(\text{SINR}^{CQI}(u), \delta_{MCS}^{OL}(u), \text{aging metric}) \quad (\text{式 } 4)$$

[0078] 例如,MCS(u)可以是如公式5所示形式的函数。

$$[0079] \quad MCS(u) = f(\text{SINR}^{CQI}(u)) - \delta_{MCS}^{OL}(u) - \text{aging backoff} \quad (\text{式 } 5)$$

[0080] MCS选择可与本文公开的SRS感知调度的任何适当原理和优点一起应用。

[0081] 可以针对在特定时隙中为TDD MIMO通信调度的UE来执行MCS选择。可以基于在块24处确定的老化度量为所调度的UE执行MCS选择。在选择MCS之后,网络系统可以采用所选择的调制和编码方案与UE进行无线通信。这样的无线通信可以是TDD MIMO通信。

[0082] 图7是根据实施例的调度无线通信的方法70的流程图。在块72处,诸如gNodeB (gNB)的基站可以配置UE用于SRS发射。UE和天线端口可以划分为不同的发射组。这种划分的示例可以包括对UE和天线端口进行分组,如参考图1A和1B所讨论的。然后,UE可以在块74处无线地发射SRS。发射组的天线端口可以在相应的时隙中发射SRS。

[0083] 基站的基带单元(BBU)可以在块75处基于接收的SRS来执行信道估计。例如,gNB可以在物理层(PHY)基于SRS执行信道估计。信道估计可以用诸如时间戳的时序信息存储在缓存中。时序信息指示SRS何时无线地发射。时序信息指示何时生成SRS信道估计。时序信息指示信道估计的老化。

[0084] 在块76处可以将信道估计和时序信息提供给BBU的调度器。调度器可以是媒体访问控制(MAC)调度器。调度器可以包括在gNB中。调度器可以在块78处执行调度和速率选择。调度可以涉及基于信道估计和时序信息来选择用于特定时隙中的无线通信的UE和/或天线端口。调度可以用本文公开的任何合适的原理和优点来实现,例如,参考图2至5B中的一个或多个。调度器可以基于信道估计和时序信息来执行速率选择。例如,可以基于与信道估计和与信道估计相关联的时间戳来执行MCS选择。速率选择可以用本文公开的任何合适的原理和优点来实现,例如参考图6。

[0085] 在一些情况下,UE被调度而不管信道老化如何,以满足QoS参数,诸如端到端时延或保证比特率(GBR)。仅基于老化度量调度具有最新的SRS信道估计的UE和/或天线端口可能不足以处理这种情况。可以采用不同的方法或方法的组合来满足这些情况的QoS参数。调度器可以通过权衡小区吞吐量来处理这些情况,以实现最低QoS接受度量。

[0086] 图8是图示根据实施例的在SRS感知调度中处理重传的时序图。为了优先化重传以减少和/或最小化时延,可以实现上述方法的组合。在图8所示的示例中,TDD系统中有6个UE,每个UE有2层。一帧可以包括10个时隙,时隙0至时隙9。UE可以分为两组,每组在不同的特殊时隙中探测(sound)。在时隙0中,UE 0、1、2发射SRS。UE 3、4、5在时隙10中发射SRS。SRS信道估计可以准备好在时隙4处用于UE 0、1、2。

[0087] UE 0、1、2可用于在时隙4至9中调度无线通信。对于这些时隙,具有最新SRS信道估计的UE 0、1和2可在跨越时隙4至9的调度窗口期间进行调度。

[0088] UE 4可以在时隙6的重传队列中。由于在重传队列中,因此UE 4的优先级可以在时隙6中提升。老化度量可以纳入到UE优先级计算中。UE 4可以具有重传的高优先级,并且UE

0、1和2由于具有较新的SRS信道估计而可以具有相对高的优先级。由于UE 4的高优先级,因此可以被调度用于在时隙6中重传。在时隙6中,UE 0、1、2中的两个也可以被调度用于无线通信。

[0089] 随着信道估计老化的增加,可以减少调度层的数量。在时隙4至6中可以调度6层(3个UE,每个2层),而在时隙7至9中可以调度4层(2个UE,每个2层)。

[0090] 速率选择可以考虑信道估计老化。在图8中,相对于较早的时隙,所选UE的MCS可以在较晚的下行链路时隙中减少。在图8中,所选UE的MCS可以每个时隙进行回退。

[0091] 图9是图示根据实施例对具有保证比特率(GBR) QoS规范和SRS感知调度的UE进行优先化的时序图。为了满足GBR QoS规范并减轻信道老化效应,可以实现上述方法的组合。在图9所示的示例中,TDD系统中有6个UE,每个UE有2层。UE2和4可以在GBR队列中。

[0092] 一帧可以包括10个时隙,时隙0至时隙9。UE可以分为两组,每组在不同的特殊时隙中探测。在时隙0中,UE 0、1、2发射SRS。UE 3、4、5在时隙10中发射SRS。SRS信道估计可以准备好在时隙4处用于UE 0、1、2。

[0093] UE 0、1、2可用于在时隙4至8中调度无线通信。对于这些时隙,具有最新SRS信道估计的UE 0、1和2可在跨越时隙4至8的调度窗口期间进行调度。

[0094] UE 2可以在时隙8中满足其GBR规范。UE 4可以在时隙9的GBR队列中。老化度量可以纳入到UE优先级计算中。UE 4可以具有高优先级,以符合时隙9的GBR规范。由于UE 0和1具有更新的SRS信道估计值并且具有与比UE 2更高的优先级相关联的一个或多个其他参数,因此它们可以具有相对高的优先级。由于UE 4的高优先级,因此可以被调度用于时隙9中的无线通信。UE 4可以用时隙9中的无线通信来满足其GBR规范。在时隙9中,UE 0和1也被调度用于无线通信。

[0095] 速率选择可以考虑信道估计老化。在图9中,所选UE的MCS在较晚的下行链路时隙中可以比在较早的时隙中减少。在图9中,所选UE的MCS可以每个时隙进行退避。

[0096] 通过最大化实际信道和用于预编码的假定信道之间的一致性,可以提高下行链路性能。这可以通过使用具有减少的SRS老化的信道估计和/或SRS预测来实现。如果UE的子集处于高移动性并且具有高老化的信道估计,则老化降低是可能的。当大多数或所有UE处于高度移动性时,不同的方法可能是有利的。

[0097] 期望在下行链路时隙间具有相对恒定的SRS老化。在上行链路时隙期间具有交错(staggered) SRS发射的下行链路时隙间,SRS老化可以更类似。在某些应用中,通过在与下行链路时隙一一映射的上行链路时隙中执行SRS探测,SRS信道估计老化可以相对恒定。在这种应用中,下行链路时隙中的UE调度可以基于何时UE在上行链路时隙中发射SRS。

[0098] 尽管在本文公开的某些实施例中,SRS是在特殊时隙中发射的,但是SRS可以替代地或附加地在上行链路时隙中发射。在上行链路时隙中发射SRS可以允许SRS的交错发射。使用交错SRS发射,SRS信道估计可以在不同时间处可用。与仅在特殊时隙中的SRS发射相比,会有更高的概率来使用交错SRS发射获得最小时延或减少的时延SRS估计。通过根据本文公开的原理和优点、基于老化来调度下行链路时隙中的无线通信,交错的SRS信道估计可以提高下行链路性能。

[0099] 在示例方法中,可以在不同的上行链路时隙中从UE接收SRS。可以基于在不同上行链路时隙中接收的SRS来生成信道估计。可以基于何时从用户设备中的至少一些接收到探

测参考信号来使用用户设备中的至少一些来调度无线通信。

[0100] 图10是图示SRS的示例帧结构和交错发射的时序图。该序图图示了具有4个下行链路时隙(D)、1个特殊时隙(S)和5个上行链路时隙(U)的示例帧结构。SRS可以由UE在不同的上行链路时隙中无线地发射。例如,在图10中,SRS可以在5个上行链路时隙中的4个发射。一个上行链路时隙可以包括一个或多个SRS码元。举例来说,2个SRS码元可以由UE在14个码元的上行链路时隙中发射。在此示例中,上行链路时隙还可以包括1个物理上行链路控制信道(PUCCH)码元和11个物理上行链路共享信道(PUSCH)码元。

[0101] 参考图10,一个或多个UE中的第一组可以在上行链路时隙 $U_6$ 期间发射SRS。可以生成SRS信道估计,并可用于下行链路时隙 $D_{10}$ 处的调度。一个或多个UE中的其他组可以在上行链路时隙 $U_7$ 、 $U_8$ 和 $U_9$ 期间发射SRS,并且对应的信道SRS估计可分别用于在下行链路时隙 $D_{11}$ 、 $D_{12}$ 和 $D_{13}$ 处的调度。在图10的示例中,由于SRS信道估计处理延迟,SRS信道估计在SRS发射之后四个时隙才可用。

[0102] 可以基于SRS信道估计的时间延迟来调度无线通信和/或MCS选择。UE的SRS信道估计的时间延迟是与UE相关联的老化度量。本文公开的使用一个或多个老化度量的任何适当原理和优点均可应用于交错SRS发射的情形中,诸如图10的示例。当UE在不同的时隙中发射SRS时,可以调度UE用于具有较少老化SRS发射的下行链路发射。例如,在第一上行链路时隙中发射SRS的UE可以在下行链路时隙中被调度,该下行链路时隙在第一上行链路时隙之后的第二个上行链路时隙中发射SRS的另一个UE之前。

[0103] 使用交错SRS发射,在某些应用中,具有最小时延和/或最小老化SRS信道估计的UE可以被调度用于下行链路发射。例如,参考图10,在上行链路时隙 $U_7$ 期间发射SRS的UE可以在下行链路时隙 $D_{10}$ 中被调度,在上行链路时隙 $U_8$ 期间发射SRS的另一个UE可以在下行链路时隙 $D_{11}$ 中被调度,等等。在图10的示例中,具有最小时延和/或最小老化的SRS信道估计在每个下行链路时隙中可用。随着上行链路时隙的增多,可以有更多的机会来进行交错SRS发射。调度不限于相对于SRS发射具有最小老化的下行链路时隙。具有更高老化的更晚时隙也是可能的,但有相应性能上的折衷。然而,对于给定的下行链路时隙,交错SRS发射会增加调度器在所有时隙中找到具有更有利老化度量的UE的可能性。

[0104] 在一些应用中,SRS可以在特殊时隙和上行链路时隙中发射。这可以导致SRS估计可用于在交错时间处的调度。

[0105] 根据各种应用,SRS可以在一个或多个上行链路时隙期间发射,并且在SRS发射之后的第一个下行链路时隙之前的另一个上行链路时隙期间变为可用。

[0106] 本文公开的任何合适的原理和优点都可以在多小区和/或多发射/接收点(TRP)网络中实现。在这样的网络中,TRP可以是gNB、远程无线电单元(RRU)或中继节点(例如,综合接入回程(IAB)节点)。TRP可以协作地向UE发射数据和/或从UE接收数据。

[0107] 图11图示了示例多TRP网络100。在多TRP网络100中,网络系统包括基站102以及中继节点104A和104B。UE 10A、10B、10C、10D、10E、10F与多TRP网络100中的网络系统进行无线通信。SRS可以由UE 10A至10F发射至基站102。该发射可以是直接的或者借助于具有到基站102的回程的一个或多个中继104A、104B。可以存在来自不同UE 10A到10F的SRS之间的小区干扰。因此,并非所有UE 10A到10F都可以在每个特殊时隙发射SRS。UE 10A到10F和/或它们的天线端口可以被划分为不同的不相交的发射组。可以应用本文公开的方法的特征的任

何适当组合来减轻信道老化效应。

[0108] 尽管图11图示了中继节点104A和104B,但是可以替代地或附加地实现任何其他合适的TRP。这种其他TRP可以协同向UE发射和/或从UE接收。在一些情况下,一个或多个中继节点和一个或多个其他TRP可以协同向UE发射和/或从UE接收。

[0109] 网络系统可配置为根据本文公开的任何合适的原理和优点、基于信道估计老化来调度无线通信和/或执行速率选择。网络系统可以与UE交换TDD MIMO信息。图12图示了示例网络系统110。网络系统110可以在任何合适的网络环境中运行,诸如图13的网络环境230和/或任何合适的网络环境。

[0110] 图12是图示根据实施例的包括基带单元(BBU) 112和远程无线电单元(RRU) 130的示例网络系统110的框图。BBU 112可以根据本文公开的任何合适的原理和优点来调度无线通信和/或执行速率选择。BBU 112包括至少一个处理器并且存储指令,当由至少一个处理器执行时,可以使BBU 112执行本文公开的任何合适的基带操作。BBU 112可与至少一个远程无线电单元130耦接。一个或多个远程无线电单元130可以基于由BBU 112执行的调度和速率选择来与UE无线地通信。BBU 112可以与多个远程无线电单元130耦接,如图所示。这种远程无线电单元130可以是分布式的。远程无线电单元130和/或前传电路可以执行射频处理。

[0111] 远程无线电单元130可以包括一个或多个天线,诸如至少第一天线142和第二天线144,用于无线通信。无线通信可以是例如TDD MIMO无线通信。远程无线电单元130可以包括任何适当数量的天线和/或天线阵列。RRU 130的天线142和144与收发器134耦接。收发器134可以执行任何合适的射频处理以支持无线通信。收发器134包括接收器和发射器。接收器可以处理经由天线142和/或144接收的信号。收发器134可以将处理后的信号提供给BBU 112中包括的RRU接口128。收发器134可以包括任意适当数量的接收路径。发射器可以处理从BBU 112接收的信号以经由天线142和/或144发射。收发器134的发射器可以向天线142和/或144提供信号以供发射。收发器134可以包括任意适当数量的发射路径。收发器134可以包括用于每个天线142和144的不同发射和接收路径。

[0112] 如图所示,BBU 112包括处理器114、信道估计器116、调度器118、速率选择器120、数据存储器和波束形成器126、RRU接口128和总线129。总线129可以耦接BBU 112的几个元件。数据可以通过总线129在BBU 112的元件之间通信。

[0113] 处理器114可以包括配置为执行参考处理器114所描述的功能的任何适当的物理硬件。处理器114可以管理网络系统110与UE和/或网络节点之间的通信。例如,处理器114可以使控制信息和数据经由一个或多个RRU 130无线地发送到UE。处理器114可以包括配置有特定可执行指令的处理器、微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(诸如现场可编程门阵列(FPGA))等、或者其任何组合,其被设计用于执行本文所述功能。在某些应用中,处理器114可以由计算设备和/或离散处理电路的任意合适组合来实现。

[0114] 信道估计器116可以基于从UE接收的参考信号来生成信道估计。例如,信道估计器116可以基于从UE接收的SRS来生成信道估计。信道估计器116可以为无线通信环境中的各种通信信道生成信道估计。信道估计器116还可以生成与信道估计相关联的时序信息。信道估计器116可以生成与信道估计相关联的老化度量。信道估计器116可以由专用电路实现

和/或通过处理器114的电路。在一些情况下,信道估计器116可以包括用于SRS和/或CSI-RS的信道估计的电路。

[0115] 调度器118可以调度网络系统110与UE之间的无线通信。调度器118可以根据本文公开的任何适当原理和优点,基于与信道估计相关联的老化度量来调度无线通信。这种调度可以涉及仅调度具有最新信道估计的UE和天线端口、使用用户优先级计算中的老化度量、或者基于老化度量减少在时隙期间与UE集群无线通信的层数中的一项或多项。调度器118可以由专用电路和/或处理器114的电路来实现。

[0116] 速率选择器120可执行用于网络系统110与UE之间的无线通信的用户速率选择。速率选择器120可根据本文公开的任何适当原理和优点,基于与信道估计相关联的老化度量来执行MCS选择。该速率选择可以涉及基于指示信道估计已经老化增加的老化度量来在MCS中退避。速率选择器120可以由专用电路和/或处理器114的电路来实现。

[0117] 如图所示,处理器114与数据存储器124通信。数据存储器124可以存储可由一个或多个处理器(例如,包括处理器114、信道估计器116、调度器118或速率选择器120中的一个或多个)执行的指令,以实现本文所述特征的任何合适组合。数据存储器124可以保存与老化度量、用户选择、用户优先级、速率选择等中的一个或多个相关联的信息。数据存储器124可以存储用于BBU 112的任何其他适合数据。

[0118] 波束形成器126可以生成用于UE的服务节点的参数。参数可以包括发射模式、时间、频率、功率、波束形成矩阵、音调分配或信道秩(channel rank)中的一个或多个。波束形成器126可以确定与BBU 112耦接的RRU 130的期望和/或最优参数,其有助于全网络范围的增强和/或优化下行链路数据传输。可以实现类似的功能来接收上行数据发射。波束形成器126是高级预编码块的示例,其可以增强TDDTMO网络中的无线通信。波束形成器126可生成减轻和/或消除小区内干扰的预编码器。

[0119] 所示处理器114与RRU接口128进行通信。RRU接口128可以是用于向RRU 130提供信号和从RRU 130接收信号的任何适合接口。作为示例,RRU接口128可以是通用公共无线电接口。

[0120] 图13是图示其中可以实现基于信道估计老化的调度和/或速率选择的示例多输入多输出(MIMO)网络环境230的图。各种UE可以与MIMO网络环境230中的网络系统进行无线通信。这种无线通信可以实现高吞吐量。无线通信可以是TDD通信。用于与UE进行无线通信的MIMO网络环境230的天线可以是分布式的。可以在MIMO网络环境230中基于SRS来执行不同节点之间的信道的信道估计。可以在MIMO网络环境230中实现根据本文公开的任何适当原理和优点、基于信道估计老化的调度和/或速率选择。网络系统的BBU 240可以执行这样的调度和/或速率选择。

[0121] 可以在MIMO网络环境230中实现各种标准和/或协议,以在基站和无线通信设备之间无线地通信数据。一些无线设备可以经由物理层使用正交频分复用(OFDM)数字调制方案进行通信。用于网络环境230中的无线通信的示例标准和协议可以包括第三代合作伙伴计划(3GPP)长期演进(LTE)、长期演进高级(LTEAdvanced)、3GPP新空口(NR)(也称为5G)、全球移动通信系统(GSM)、增强数据速率GSM演进(EDGE)、全球微波接入互操作性(WiMAX)和IEEE 802.11标准(可以称为Wi-Fi)。在一些系统中,无线电接入网络(RAN)可以包括与一个或多个演进节点B(通常也称为增强节点B、eNodeB或eNB)、gNB或任何其他合适的节点B(xNB)相

关联的一个或多个基站。在一些其他实施例中,无线网络控制器(RNC)可以被提供作为基站。基站在无线网络与诸如互联网的核心网络之间提供桥接。可以包括基站以促进无线网络的无线通信设备的数据交换。基站可以根据本文公开的任何合适的原理和优点来确定老化度量、执行调度和执行速率选择。

[0122] 无线通信设备可以称为用户设备(UE)。UE可以是用户使用的设备,诸如智能手机、笔记本电脑、平板电脑、蜂窝电话、可穿戴计算设备(诸如智能眼镜或智能手表或耳机)、一个或多个联网设备(例如,消费者联网设备或工业工厂设备)、具有连通性的工业机器人或车辆。在一些实施方式中,UE可以包括传感器或配置为收集数据并以将数据无线地提供给连接到核心网络(诸如互联网)的设备(例如,服务器)的其他联网设备。这种设备可被称为物联网(IoT)设备。下行链路(DL)传输通常指从基站收发台(BTS)或eNodeB到UE的通信。上行链路(UL)传输通常指从UE到BTS的通信。

[0123] 图13图示了协作的或云无线接入网络(C-RAN)环境230。在网络环境230中,eNodeB功能在基带单元(BBU)240和多个远程无线电单元(RRU)(例如,RRU 255、RRU 265和RRU 275)之间被细分。图13的网络系统包括BBU 240和RRU 255、265和275。一个RRU可以包括多个天线。RRU和/或TRP可以称为服务节点。BBU 240可以例如经由光纤连接物理连接到RRU 255、265、275。BBU 240可以向RRU提供操作信息以控制来自RRU的信号的传输和接收以及要发射的控制数据和有效载荷数据。RRU可以将与RRU相关联的服务区域内的UE接收的数据提供给网络。如图13所示,RRU 255向服务区域250内的设备提供服务。RRU 265向服务区域260内的设备提供服务。RRU 275向服务区域270内的设备提供服务。例如,可以向服务区270提供无线下行链路传输服务,以将数据传送到服务区270内的一个或多个设备。

[0124] 在网络环境230中,网络系统可以经由分布式MIMO与UE无线地通信。例如,UE 283可以与网络系统的天线无线地通信MIMO数据,网络系统的天线包括RRU 255的至少一个天线、RRU 265的至少一个天线和RRU 275的至少一个天线。作为另一个示例,UE 282可以利用分布式天线无线地通信MIMO数据,该分布式天线包括RRU 255的至少一个天线和RRU 265的至少一个天线。作为又一示例,UE 288可以利用分布式天线无线地通信MIMO数据,该分布式天线包括RRU 255的至少一个天线和RRU 275的至少一个天线。例如,本文公开的参考信号信道估计的任何合适的原理和优点都可以在这样的分布式MIMO应用中实现。

[0125] 图示的RRU 255、265和275包括多个天线并且可提供MIMO通信。例如,RRU可以配备各种数量的发射天线(例如,2、4、8或更多),其可用于同时向一个或多个接收器(诸如UE)发射。接收设备可以包括一个以上的接收天线(例如,2、4等)。接收天线阵列可配置为同时接收来自RRU的传输。RRU中包括的每个天线可单独配置为根据具体的时间、频率、功率和方向配置发射和/或接收。类似地,UE中包括的每个天线可以单独配置为根据特定的时间、频率、功率和方向配置来发射和/或接收。该配置可以由BBU 240提供。

[0126] 图13所示的服务区可以向用户设备的异构群体提供通信服务。例如,服务区250可以包括UE 290的集群,诸如与参加大型活动的用户相关联的一组设备。服务区250还可以包括远离UE 290集群的附加UE 292。移动用户设备294可以从服务区260移动到服务区270。移动用户设备的另一个示例是车辆286,其可以包括用于实时导航的无线通信的收发器,车载数据服务(例如,流视频或音频)或其他数据应用。网络环境230可以包括配置用于无线通信的半移动或固定UE,诸如机器人设备288(例如,机械臂、自主驱动单元或其他工业或商业机



器人)或电视284。

[0127] 用户设备282可以位于具有重叠服务的区域(例如,服务区250和服务区260)。网络环境230中的每个设备可能具有不同的性能需求,在一些情况下,其可能与其他设备的需求相冲突。

[0128] 可以在网络环境230中执行根据本文公开的任何适当原理和优点、基于老化度量的调度无线通信和/或速率选择。利用这样的调度和/或速率选择,可以减少和/或缓解小区内的干扰。

[0129] 取决于实施例,本文中描述的任何方法或算法的某些动作、事件或功能可以按照不同的顺序执行,可以添加、合并或完全省略(例如,并非所有描述的操作或事件对于方法或算法的实践都是必要的)。此外,在某些实施例中,操作或事件可以并发地执行,例如通过多线程处理、中断处理或多个处理器或处理器核或在其他并行架构上执行,而不是顺序执行。

[0130] 本文中使用的条件语言,诸如“可(can)”、“可能(could)”、“或许(might)”、“可以(may)”、“例如(e.g.)”、“诸如(such as)”等,除非另有明确说明或在使用的上下文中以其他方式理解,否则通常旨在传达某些实施例包括,而其他实施例不包括某些特征、元素和/或操作。因此,这样的条件语言一般不意在暗示一个或多个实施例以任何方式需要特征、元素和/或操作,或者一个或多个实施例必须包括用于在有或没有其他输入或提示的情况下决定这些特征、元素、和/或步骤是否被包括或将在任何特定实施例中执行的逻辑。术语“包括(comprising)”、“包含(including)”等是同义词,并且以包容性、开放式的方式使用,并且不排除附加元件、特征、动作、操作等。此外,当在本申请中使用“在此”、“上面”、“下面”等词语和类似含义的词语时,应指的是本申请整体,而不是本申请的任何特定部分。在上下文允许的情况下,上述具体实施例中使用单数或复数的词语也可以分别包括复数或单数。此外,术语“或”以包含性意义(而非以排他性意义)使用,使得当用于例如连接元件列表时,术语“或”表示列表中的一个、一些或所有元素。

[0131] 除非另有明确说明,否则,如短语“X、Y、Z中的至少一个”之类的虚拟语言在上下文中通常被理解为表示项目、术语等可以是X、Y或Z或其任何组合(例如,X、Y和/或Z)。因此,这样的析取语言一般不旨在也不应该暗示某些实施例要求X中的至少一个、Y中的至少之一或Z中的至少其中一个都存在。

[0132] 除非另有明确规定或从上下文中一般理解,否则术语“一”或“一个”通常应解释为包括一个或多个所述项目。因此,诸如“设备配置为”这样的短语旨在包括一个或多个所述设备。这样的—个或多个所述设备还可被共同配置为执行所述条款。例如,“配置为执行条款A、B和C的处理器”可包括配置为执行条款A的第一处理器,该第一处理器与配置为执行条款B和C第二处理器协同工作。

[0133] 如本文中通常使用的,单词“耦接”是指可直接彼此耦接,也可通过一个或多个中间元件耦接的两个或更多个元件。同样,如本文中通常使用的,单词“连接”是指可直接连接,也可通过一个或多个中间元件连接两个或更多个的元件。连接可经由空中接口和/或经由电线和/或光纤和/或任何其他合适的连接。

[0134] 如本文所用,术语“确定”或“确定了”包括多种行动。例如,“确定了”可包括计算、运算、处理、导出、生成、获取、查找(例如,在表、数据库或另一数据结构中查找)、通过硬件

元件确定而无需用户干预等。此外，“确定了”可包括经由硬件元件接收（例如，接收信息）、访问（例如，访问存储器中的数据）等，而无需用户干预。此外，“确定了”可包括通过硬件元件进行解析、选择、选取、建立等而无需用户干预。

[0135] 虽然上述详细描述已显示、描述并指出了应用于各种实施例的新颖特征，但可理解，在不背离本公开精神的情况下，可对所示设备或算法的形式和细节进行各种省略、替换和改变。例如，本文描述的电路块和/或方法块可被删除、移动、添加、细分、组合、以不同的顺序排列和/或修改。这些块中的每一个可以以各种不同的方式实现。本文公开的任何方法的任何部分都可与存储在由一个或多个处理器执行的非暂时性计算机可读存储介质上的特定指令相关联地执行。如可认识到的，本文描述的某些实施例可以以不提供本文阐述的所有特征和益处的形式体现，这是因为一些特征可与其他特征分开使用或实践。本文公开的某些实施例的范围由所附权利要求而不是由前述描述来指示。在权利要求的含义和等效范围内的所有变更都应包括在其范围内。

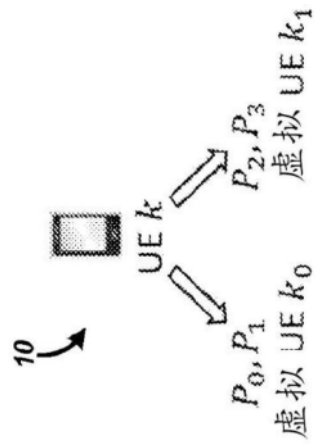


图1A

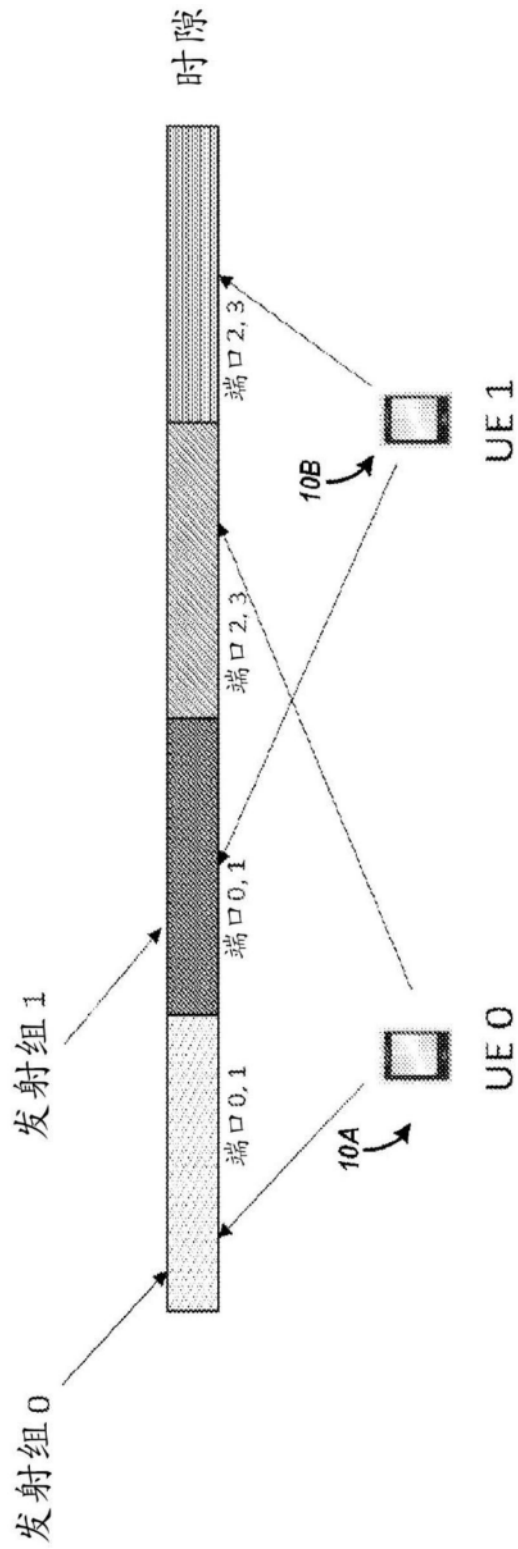


图1B

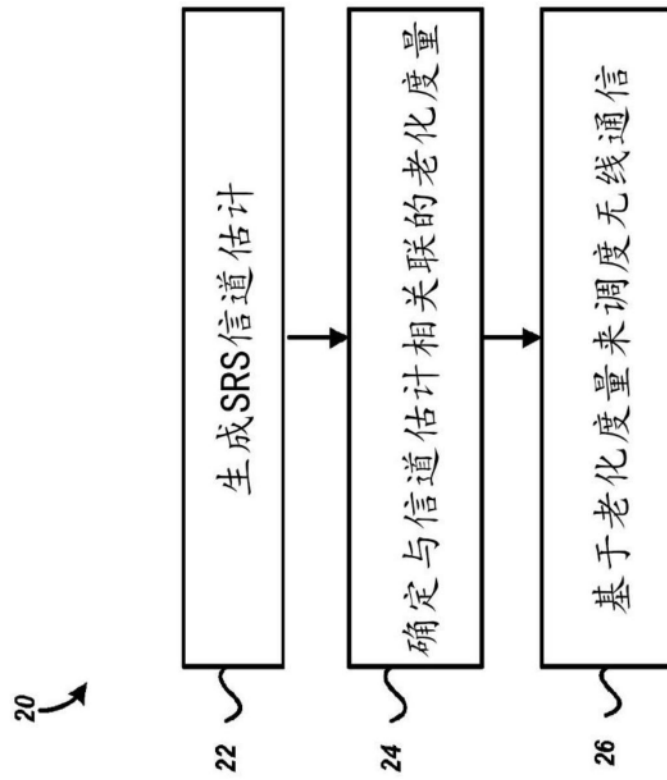


图2

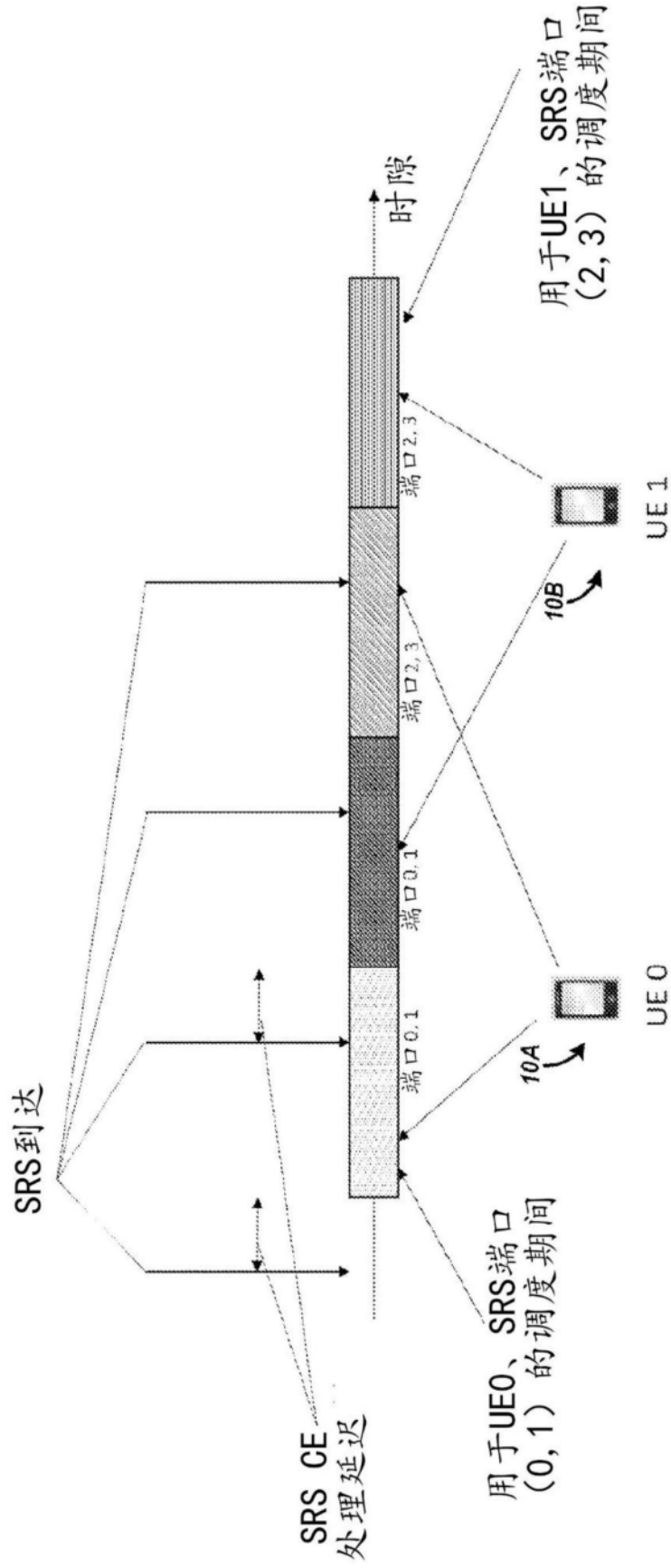


图3

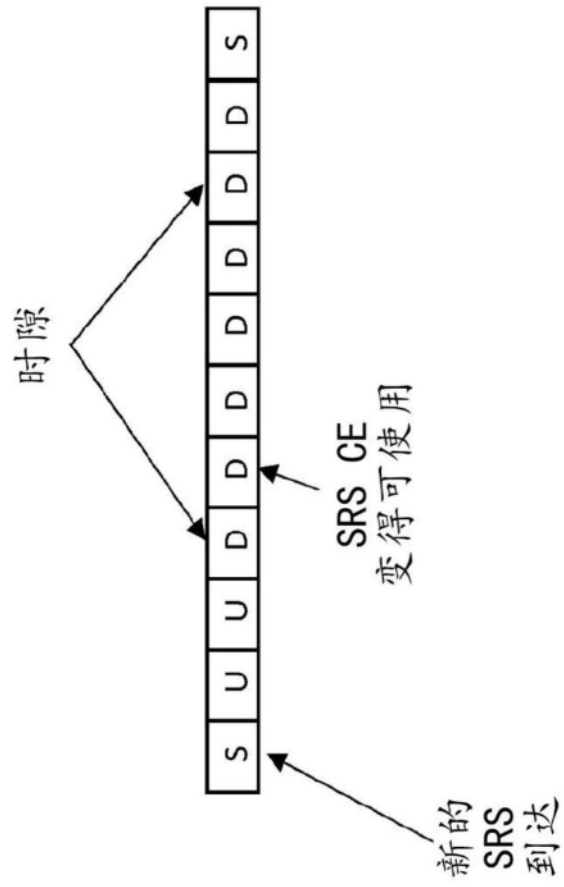


图4A

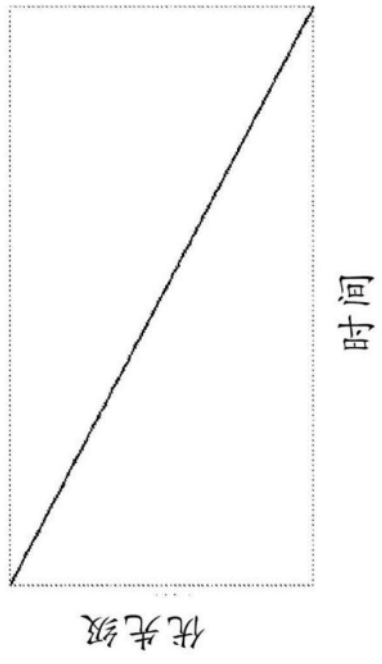


图4B

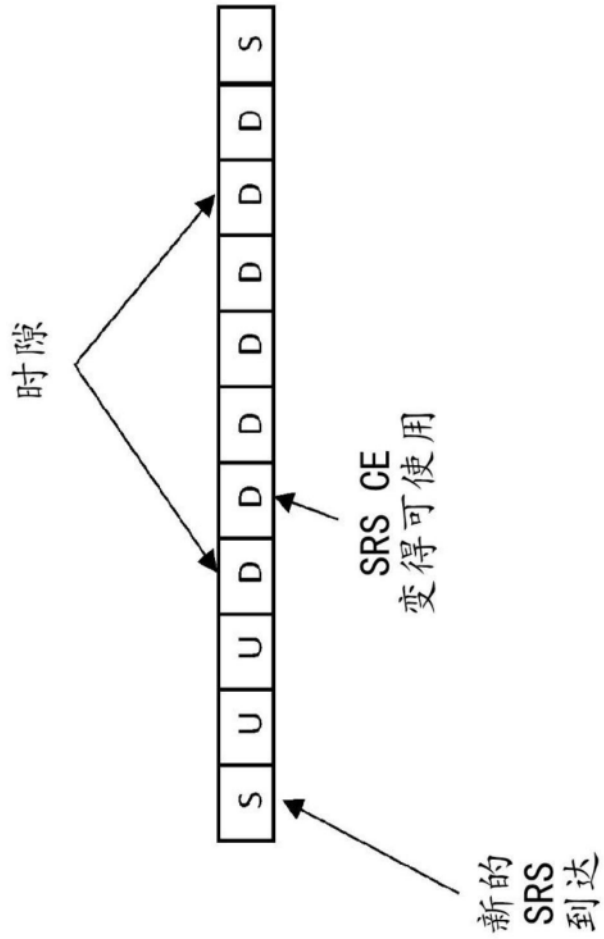


图5A

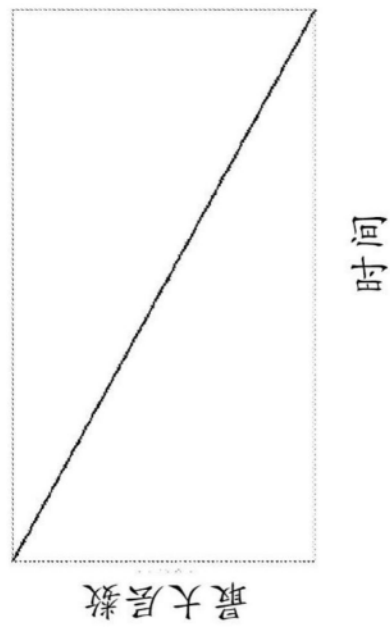


图5B



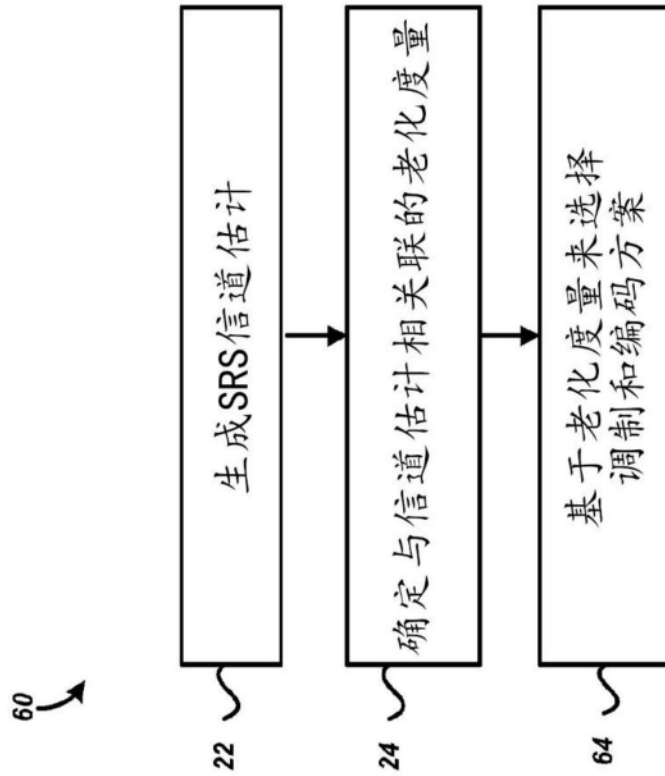


图6

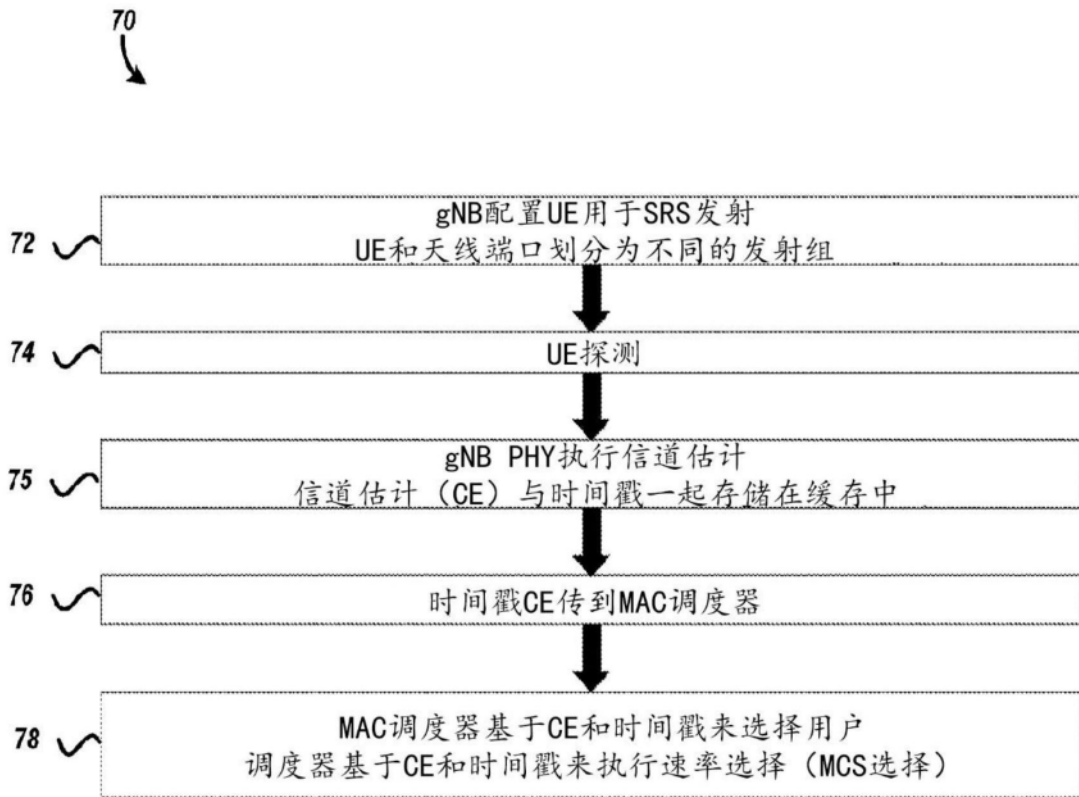


图7

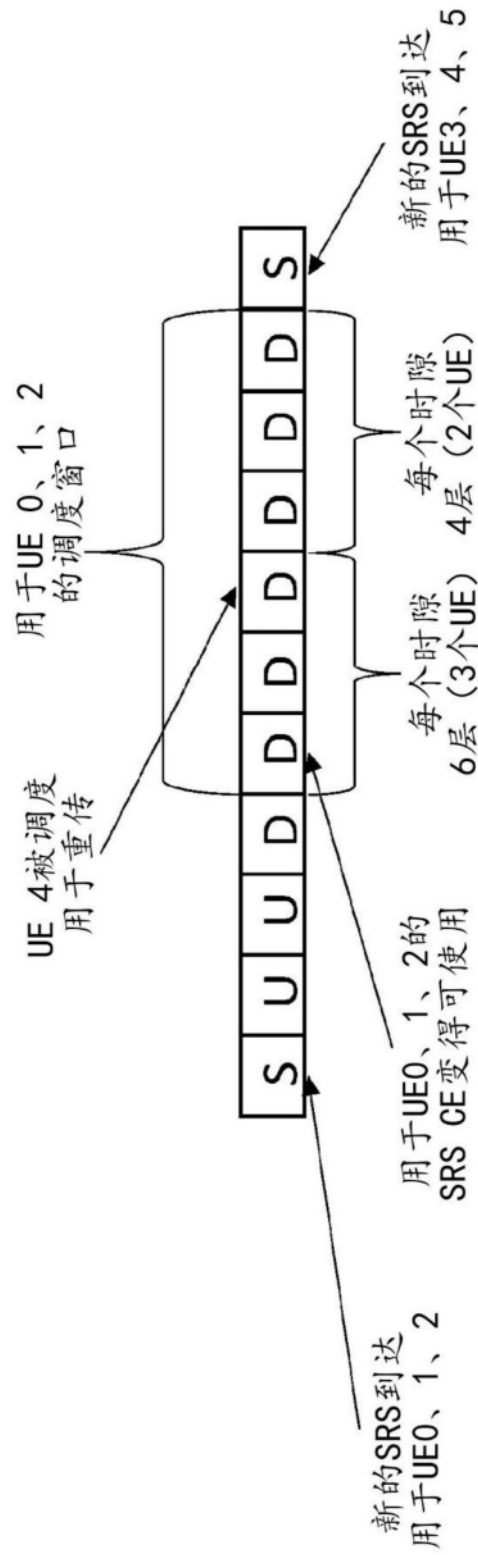


图8

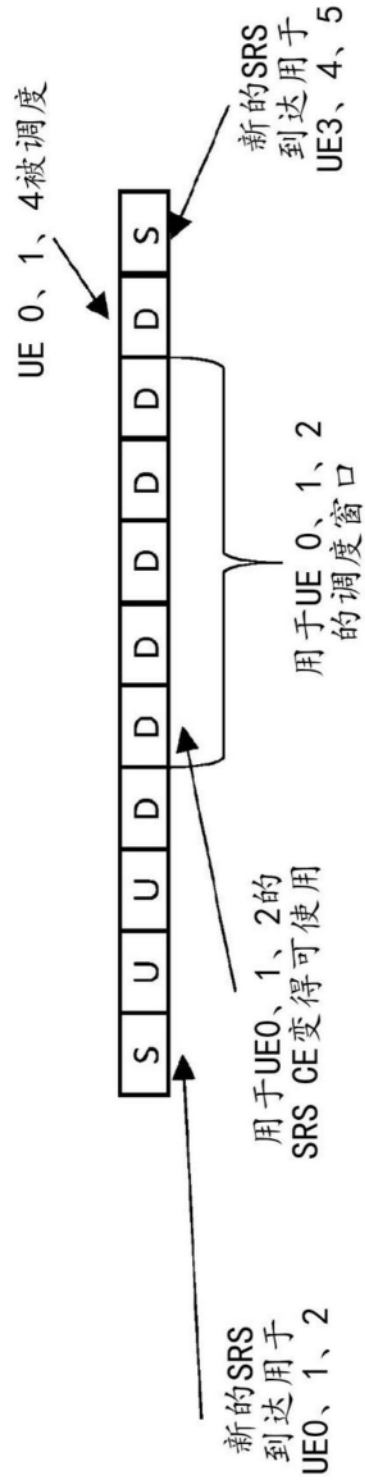


图9

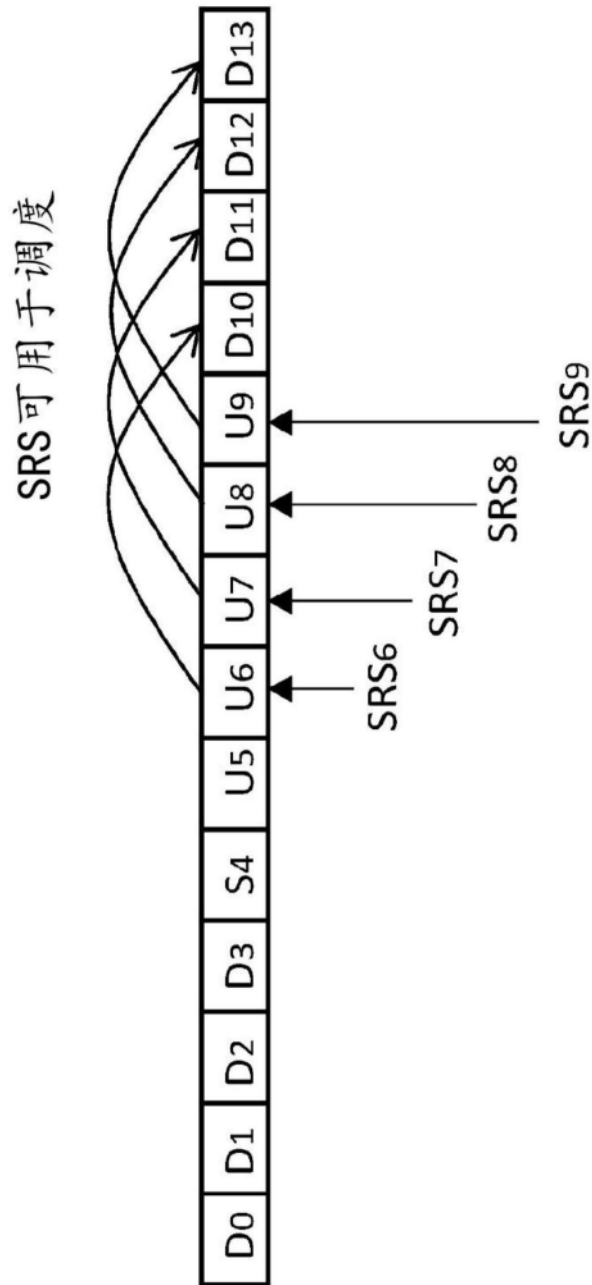


图10

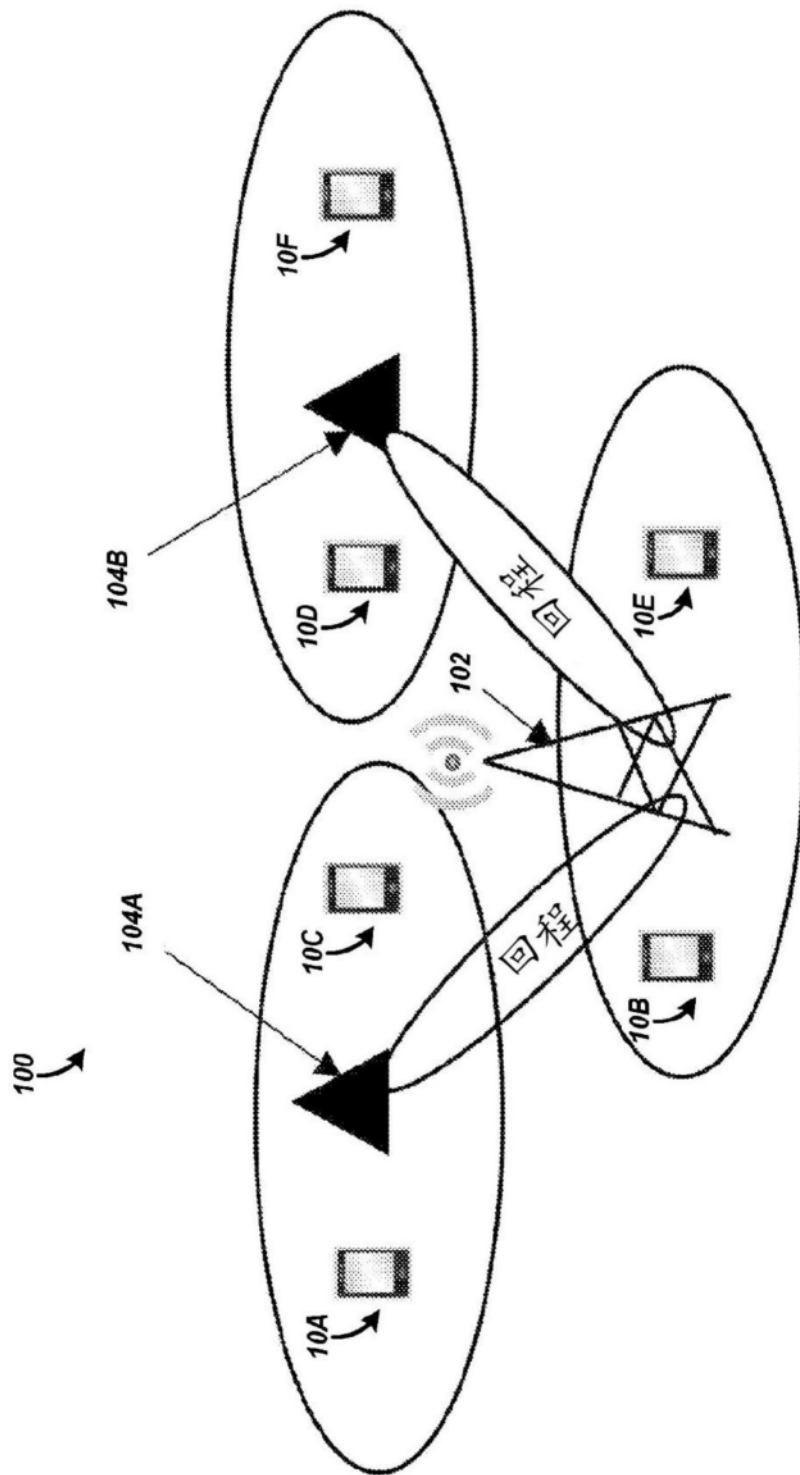


图11

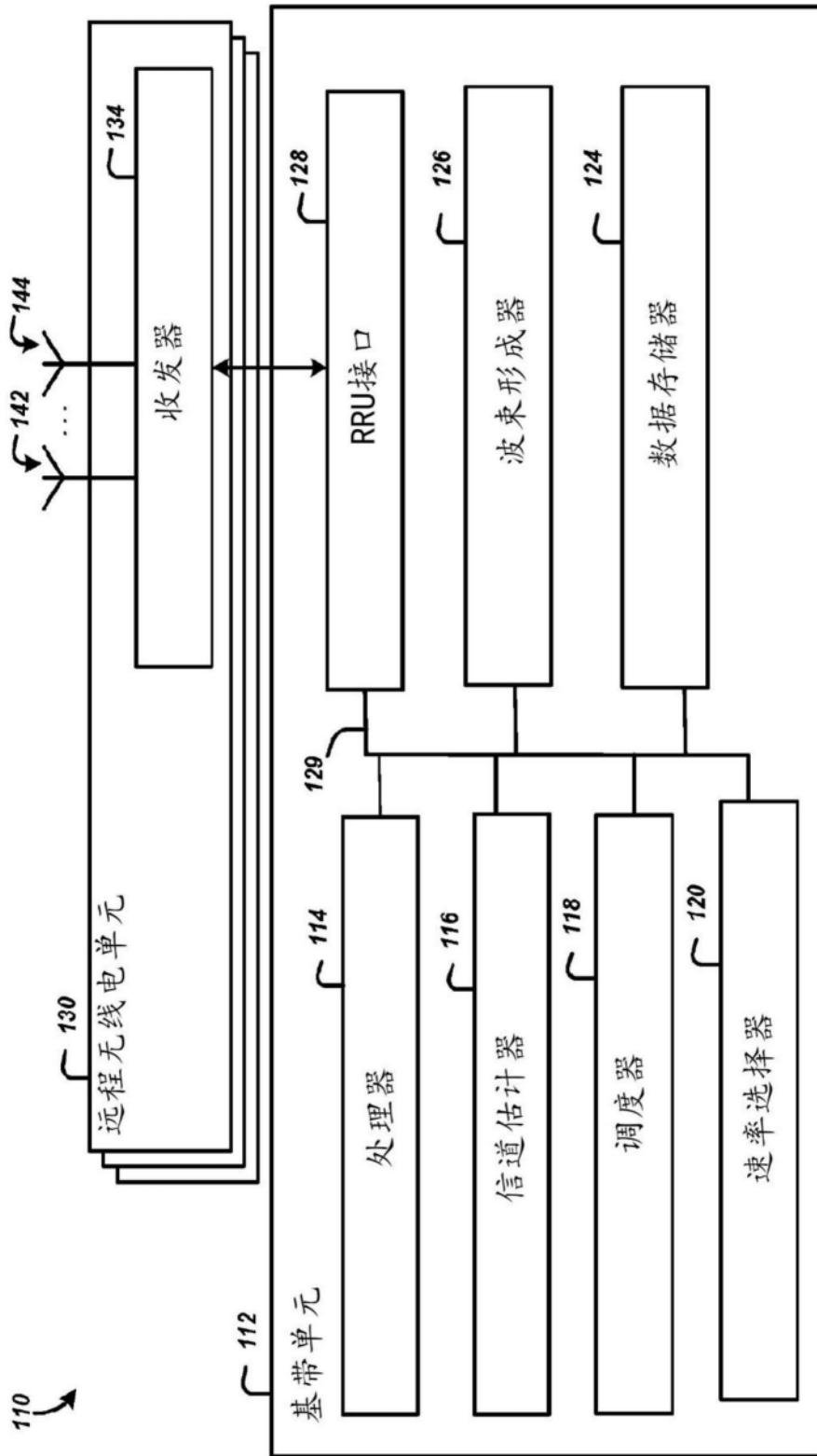


图12

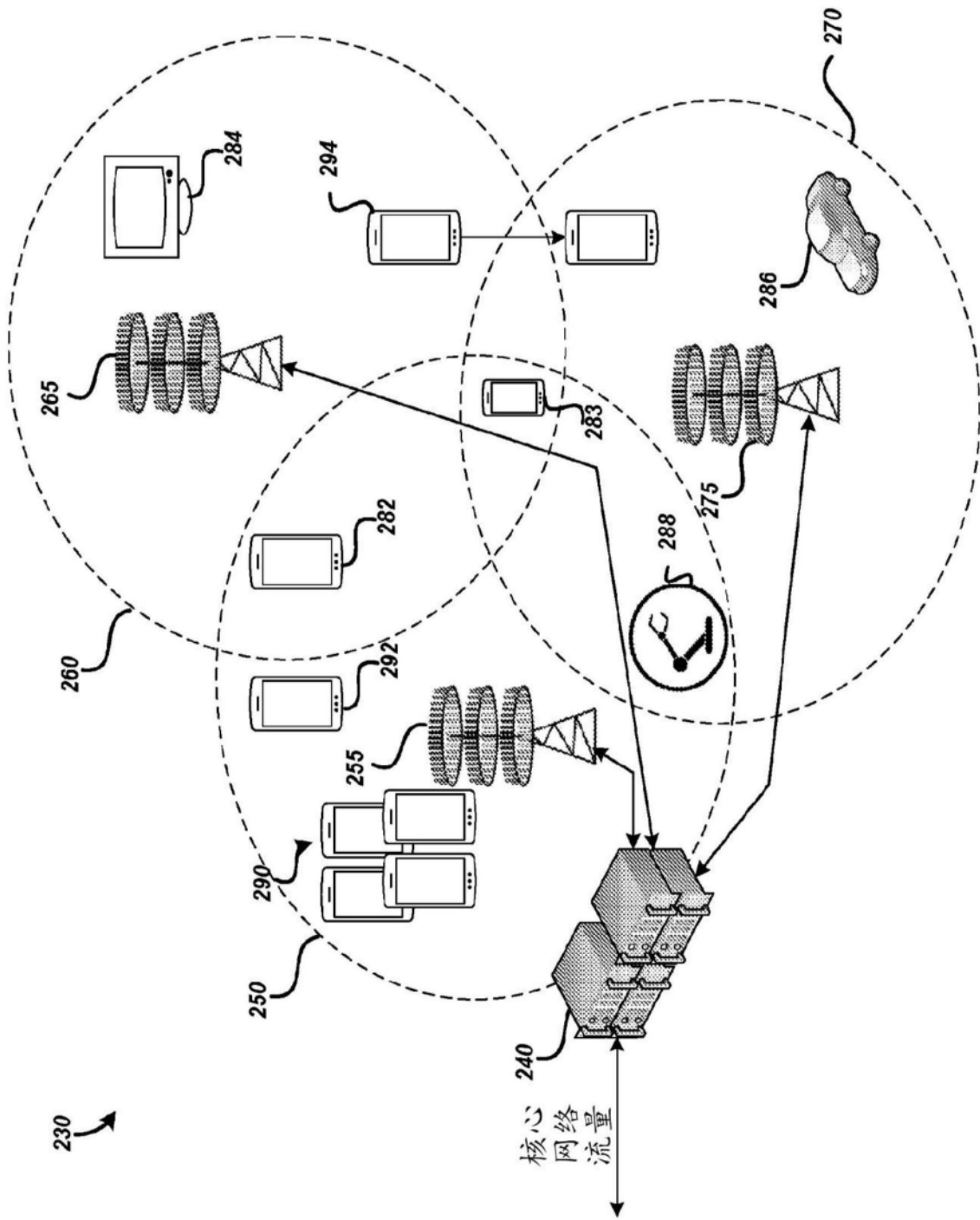


图13