



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106465399 B

(45)授权公告日 2020.03.20

(21)申请号 201580034068.4

(22)申请日 2015.06.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106465399 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
62/017,182 2014.06.25 US
14/535,745 2014.11.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/034271 2015.06.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/199942 EN 2015.12.30

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 N·布尚 季庭方

K·K·穆克维利 J·索里阿加
P·P·L·洪

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 张扬 王英

(51)Int.Cl.
H04W 72/08(2009.01)
H04W 72/12(2009.01)

(56)对比文件
CN 103458420 A,2013.12.18,
CN 103458420 A,2013.12.18,
CN 103209415 A,2013.07.17,
CN 103797749 A,2014.05.14,
CN 103516638 A,2014.01.15,

审查员 范蕾

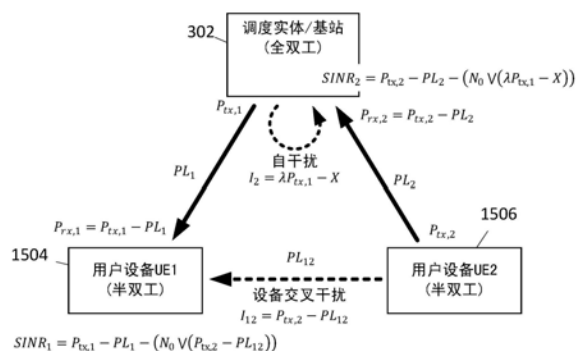
权利要求书3页 说明书23页 附图22页

(54)发明名称

无线通信网络中的全双工操作方法及系统

(57)摘要

本文公开了用于在无线通信网络中通信的方法、装置和计算机软件,其中该无线通信网络包括配置为实现全双工通信的调度实体和配置为实现半双工通信的用户设备(UE)。在一些例子中,一个或多个UE可以被配置为实现有限的(准)全双工通信。一些方面涉及对UE进行调度,其包括:基于诸如设备间路径损耗之类的一个或多个因素,判断协同调度这些UE共享时间-频率资源是否是适当的。



1. 一种在网络节点处可操作的无线通信的方法,包括:

通过使用与第一设备和第二设备中的每一个设备的半双工通信,与所述第一设备和所述第二设备进行通信;

基于由所述第一设备报告的从所述第二设备接收的干扰发现信号的接收信号强度和由所述第二设备所使用的所述干扰发现信号的发射功率之间的差值,来确定所述第一设备和所述第二设备之间的设备间路径损耗,其中,所述发射功率是由所述网络节点指示的,或者是由所述第二设备报告给所述网络节点的;以及

如果所述第一设备和所述第二设备之间的所述设备间路径损耗大于门限,则协同调度所述第一设备和所述第二设备使用第一时间-频率资源。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

向所述第一设备分配为了向所述第二设备发送干扰发现信号而使用的资源;以及向所述第一设备发送用于指示所分配的资源信号。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

在一系列时隙上随机地改变所分配的资源的时间-频率位置,直到确定来自多对设备之中的每一对设备之间的所述设备间路径损耗为止。

4. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

从多个设备之中选择设备子集来发送所述干扰发现信号,所述第一设备是所述子集的一部分,其中,所述子集是从所述多个设备之中随机选择的。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中,被分配给所述第一设备的所述资源与所述第一设备独有的标识符相对应。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述设备间路径损耗包括:

确定所述第一设备和所述第二设备之间的距离;以及根据所述距离来推断所述设备间路径损耗。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一设备和所述第二设备的所述协同调度还根据所述第一设备和所述第二设备以及所述网络节点之间的路径损耗的确定。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述网络节点包括:被配置为使用回程通信接口与上游节点进行通信的中继节点。

9. 一种在用户设备(UE)处可操作的无线通信的方法,包括:

使用半双工通信与网络节点进行通信;

从干扰的UE接收干扰发现信号,其中,所述干扰发现信号的发射功率是由所述网络节点指示的,或者是由所述干扰的UE报告给所述网络节点的;

向所述网络节点发送与所接收的干扰发现信号的强度相对应的干扰报告;以及

从所述网络节点接收资源分配,其中,仅当与所接收的干扰发现信号的所述强度和由所述干扰的UE所使用的所述干扰发现信号的发射功率之间的差值相对应的路径损耗大于门限时,与所述干扰的UE协同调度所述资源分配。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述接收干扰发现信号包括:在没有调度所述UE进行上行链路传输的时间-频率资源期间,接收来自干扰的UE的上行链路传输;以及

其中,发送所述干扰报告包括:报告接收到所述上行链路传输的所述时间-频率资源。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:

如果所述UE的配置的发射功率小于发射功率门限,则在所述UE处启用全双工通信。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

接收按照最低可能的功率进行发送的准许,其中,所述最低可能的功率产生目标信号与干扰加噪声比。

13. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

发送与一个或多个干扰消除能力参数相对应的信息元素,其中,所述干扰消除能力参数指示所述UE的干扰消除能力。

14. 一种被配置用于无线通信的网络节点,包括:

至少一个处理器;

通信地耦合到所述至少一个处理器的计算机可读介质;以及

通信地耦合到所述至少一个处理器的收发机,

其中,所述至少一个处理器被配置为:

使用所述收发机,以通过使用与第一设备和第二设备中的每一个设备的半双工通信,来与所述第一设备和所述第二设备进行通信;

基于由所述第一设备报告的从所述第二设备接收的干扰发现信号的接收信号强度和由所述第二设备所使用的所述干扰发现信号的发射功率之间的差值,来确定所述第一设备和所述第二设备之间的设备间路径损耗,其中,所述发射功率是由所述网络节点指示的,或者是由所述第二设备报告给所述网络节点的;以及

如果所述第一设备和所述第二设备之间的所述设备间路径损耗大于门限,则协同调度所述第一设备和所述第二设备使用第一时间-频率资源。

15. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

向所述第一设备分配为了向所述第二设备发送干扰发现信号而使用的资源;以及使用所述收发机向所述第一设备发送用于指示所分配的资源信号。

16. 根据权利要求15所述的网络节点,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

在一系列时隙上随机地改变所分配的资源的时间-频率位置,直到确定来自多对设备之中的每一对设备之间的所述设备间路径损耗为止。

17. 根据权利要求15所述的网络节点,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

从多个设备之中选择设备子集来发送所述干扰发现信号,所述第一设备是所述子集的一部分,其中,所述子集是从所述多个设备之中随机选择的。

18. 根据权利要求15所述的网络节点,其中,被分配给所述第一设备的所述资源与所述第一设备独有的标识符相对应。

19. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,被配置为确定设备间路径损耗的所述至少一个处理器还被配置为:

确定所述第一设备和所述第二设备之间的距离;以及

根据所述距离来推断所述设备间路径损耗。

20. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

确定无线设备和所述网络节点之间的单设备路径损耗。

21. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,被配置为协同调度所述第一设备和所述第二设备的所述至少一个处理器还被配置为:根据所述第一设备和所述第二设备以及所述网

络节点之间的路径损耗的确定,协同调度所述第一设备和所述第二设备。

22. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,被配置为协同调度所述第一设备和所述第二设备的所述至少一个处理器还被配置为:根据所述第一设备或所述第二设备中的至少一个设备使用的数据速率和/或数据类型,协同调度所述第一设备和所述第二设备。

23. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,所述网络节点包括基站。

24. 根据权利要求14所述的网络节点,其中,所述网络节点包括:被配置为使用回程通信接口与上游节点进行通信的中继节点。

25. 一种被配置用于无线通信的用户设备(UE),包括:

至少一个处理器;

通信地耦合到所述至少一个处理器的计算机可读介质;以及

通信地耦合到所述至少一个处理器的收发机,

其中,所述至少一个处理器被配置为:

使用所述收发机,以使用半双工通信与网络节点进行通信;

使用所述收发机,以从干扰的UE接收干扰发现信号,其中,所述干扰发现信号的发射功率是由所述网络节点指示的,或者是由所述干扰的UE报告给所述网络节点的;

使用所述收发机,以向所述网络节点发送与所接收的干扰发现信号的强度相对应的干扰报告;以及

使用所述收发机,以从所述网络节点接收资源分配,其中,仅当与所接收的干扰发现信号的所述强度和由所述干扰的UE所使用的所述干扰发现信号的发射功率之间的差值相对应的路径损耗大于门限时,与所述干扰的UE协同调度所述资源分配。

26. 根据权利要求25所述的UE,其中,被配置为接收干扰发现信号的所述至少一个处理器还被配置为:使用所述收发机,以在没有调度所述UE进行上行链路传输的时间-频率资源期间,接收来自干扰的UE的上行链路传输;以及

其中,被配置为发送干扰报告的所述至少一个处理器还被配置为:报告接收到所述上行链路传输的所述时间-频率资源。

27. 根据权利要求26所述的UE,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

如果所述UE的配置的发射功率小于发射功率门限,则在所述UE处启用全双工通信。

28. 根据权利要求27所述的UE,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

使用所述收发机,以接收按照最低可能的功率发送的准许,其中,所述最低可能的功率产生目标信号与干扰加噪声比。

29. 根据权利要求25所述的UE,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

如果信号与干扰加噪声比大于门限,则在所述UE处启用全双工通信。

30. 根据权利要求25所述的UE,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

使用所述收发机,以发送与一个或多个干扰消除能力参数相对应的信息元素,其中,所述干扰消除能力参数指示所述UE的干扰消除能力。

无线网络中的全双工操作方法及系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享受2014年6月25日向美国专利商标局提交的临时专利申请No. 62/017,182和2014年11月7日向美国专利商标局提交的非临时专利申请No. 14/535,745的优先权,故以引用方式将这两份申请的全部内容并入本文,以达到仿佛本文进行了全面阐述的所有目的。

技术领域

[0003] 概括地说,本公开内容的方面涉及无线通信系统,具体地说,本公开内容的方面涉及组合全双工节点和半双工节点的无线通信系统的调度算法。

背景技术

[0004] 已广泛地部署无线网络,以便提供诸如电话、视频、数据、消息、广播等等之类的各种通信服务。这些网络通常是多址接入网络,通过共享可用的网络资源来支持多个用户的通信。在很多网络中,为采用时分双工(TDD)或频分双工(FDD)的双向通信分配资源。在TDD或FDD中,使用单一频率信道的通信在任何给定的时刻,只在一个方向上可行。因此,TDD和FDD网络通过使用多个频率信道(如在FDD情况下),或者根据分配的时隙来划分通信的两个方向(如在TDD情况下),来实现全双工功能。

[0005] 最近,随着干扰消除技术的技术提高,真正的无线电级别全双工通信是可行的,其中在该情况下,在同一时间,使用单一频率信道在设备之间发生双向通信。随着移动宽带接入需求的持续增加,继续进行研究和开发以提高无线通信技术不仅满足移动宽带接入需求的不断增长,而且还提升和增强用户体验。

发明内容

[0006] 为了对本公开内容的一个或多个方面提供一个基本的理解,下面给出了这些方面的简单概括。该概括部分不是对本公开内容的所有预期特征的详尽概述,也不是旨在标识本公开内容的所有方面的关键或重要元素,或者描述本公开内容的任意或全部方面的范围。其唯一目的是用简单的形式呈现本公开内容的一个或多个方面的一些概念,以此作为后面的详细说明的前奏。

[0007] 本公开内容的一些方面提供了用于在无线网络中通信的方法、装置和计算机软件,其中该无线网络包括被配置为进行全双工通信的调度实体和被配置为进行半双工通信的用户设备(UE)。在一些例子中,一个或多个UE可以被配置为进行受限的(准)全双工通信。一些方面涉及对UE进行调度,其包括:基于诸如设备间路径损耗之类的一个或多个因素,判断协同调度这些UE共享时间-频率资源是否是适当的。

[0008] 在一个方面,本公开内容提供了一种被配置用于无线通信的网络节点,其包括至少一个处理器、通信地耦合到所述至少一个处理器的计算机可读介质、以及通信地耦合到所述至少一个处理器的收发机。这里,所述至少一个处理器可以被配置为:使用收发机,以

通过使用与第一设备和第二设备中的每一个设备的半双工通信,来与第一设备和第二设备进行通信;确定第一设备和第二设备之间的设备间路径损耗;如果第一设备和第二设备之间的设备间路径损耗大于门限,则协同调度第一设备和第二设备使用第一时间-频率资源。

[0009] 本公开内容的另一个方面提供了一种在网络节点处可操作的无线通信的方法。这里,该方法包括:通过使用与第一设备和第二设备中的每一个设备的半双工通信,与第一设备和第二设备进行通信;确定第一设备和第二设备之间的设备间路径损耗;如果第一设备和第二设备之间的设备间路径损耗大于门限,则协同调度第一设备和第二设备使用第一时间-频率资源。

[0010] 本公开内容的另一个方面提供了被配置用于无线通信的UE,其包括至少一个处理器、通信地耦合到所述至少一个处理器的计算机可读介质、以及通信地耦合到所述至少一个处理器的收发机。这里,所述至少一个处理器可以被配置为:使用收发机,以使用半双工通信与网络节点进行通信;使用收发机,以从干扰的UE接收干扰发现信号;使用收发机,以向网络节点发送与所接收的干扰发现信号的强度相对应的干扰报告;以及使用收发机,以从网络节点接收资源分配,其中,仅当与所接收的干扰发现信号的强度相对应的路径损耗大于门限时,与该干扰的UE协同调度所述资源分配。

[0011] 本公开内容的另一个方面提供了一种在UE处可操作的无线通信的方法。这里,该方法包括:使用半双工通信与网络节点进行通信;从干扰的 UE接收干扰发现信号;向网络节点发送与所接收的干扰发现信号的强度相对应的干扰报告;从网络节点接收资源分配,其中,仅当与所接收的干扰发现信号的强度相对应的路径损耗大于门限时,与该干扰的UE协同调度所述资源分配。

[0012] 在阅读了下面的具体实施方式之后,将变得更加全面理解本发明的这些和其它方面。在结合附图阅读了下面的本发明的特定、示例性实施例的描述之后,本发明的其它方面、特征和实施例对于本领域普通技术人员来说将变得显而易见。虽然相对于下面的某些实施例和附图讨论了本发明的特征,但本发明的所有实施例可以包括本文所讨论的优势特征中的一个或多个。换言之,虽然将一个或多个实施例讨论成具有某些优势特征,但根据本文所讨论的本发明的各个实施例,也可以使用这些特征中的一个或多个。用类似的方式,虽然下面将示例性实施例讨论成设备、系统或者方法实施例,但应当理解的是,这些示例性实施例可以用各种各样的设备、系统和方法来实现。

附图说明

[0013] 图1是根据一些实施例,示出用于使用处理系统的调度实体的硬件实现的例子的框图。

[0014] 图2是根据一些实施例,示出用于使用处理系统的用户设备(UE)的硬件实现的例子的框图。

[0015] 图3是根据一些实施例,示出包括全双工调度实体和半双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0016] 图4是根据一些实施例,示出用于判断是否在时间-频率资源中协同调度一对UE的过程的流程图。

[0017] 图5是根据一些实施例,示出具有干扰发现和干扰报告信令、包括全双工调度实体

和半双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0018] 图6是根据一些实施例,示出用于干扰发现和协同调度UE的过程的流程图。

[0019] 图7是根据一些实施例,示出用于干扰发现和协同调度UE的另一种过程的流程图。

[0020] 图8是根据一些实施例,示出用于使用UE间距离来确定UE间路径损耗和协同调度UE的过程的流程图。

[0021] 图9是根据一些实施例,示出使用径向坐标来确定UE间距离的示意性视图。

[0022] 图10是根据一些实施例,示出具有信号参数的另外细节的、包括全双工基站和半双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0023] 图11是根据一些实施例,示出用于根据可行性条件,判断在调度实体处,是否实现准全双工通信的过程的流程图。

[0024] 图12是根据一些实施例,示出包括全双工基站和受限的全双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0025] 图13是根据一些实施例,示出控制准全双工UE的过程的流程图。

[0026] 图14是根据一些实施例,示出具有广义的信号参数的另外细节、包括全双工基站和受限的全双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0027] 图15是根据一些实施例,示出具有广义的信号参数的另外细节、包括全双工基站和半双工UE的无线通信网络的例子的框图。

[0028] 图16是根据一些实施例,示出在多个锚定基站和多个终端UE之间包括操作在全双工模式的中间中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0029] 图17是根据一些实施例,示出包括从锚定基站接收下行链路数据和向UE发送下行链路数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0030] 图18是根据一些实施例,示出包括从UE接收上行链路数据和向锚定基站发送上行链路数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0031] 图19是根据一些实施例,示出包括向第一UE发送下行链路数据和从第二UE接收上行链路数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0032] 图20是根据一些实施例,示出包括从第一基站接收下行链路数据和向第二基站发送上行链路数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0033] 图21是根据一些实施例,示出包括向全双工基站发送数据和从全双工基站接收数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

[0034] 图22是根据一些实施例,示出包括向全双工UE发送数据和从全双工UE接收数据的中继节点的无线通信网络的例子的框图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图描述的具体实施方式旨在是对各种配置的描述,而不是旨在表示仅在这些配置中才可以实现本文所描述的概念。为了对各种概念提供一个透彻理解,具体实施方式包括特定的细节。但是,对于本领域普通技术人员来说显而易见的是,可以在不使用这些特定细节的情况下实现这些概念。在一些实例中,为了避免对这些概念造成模糊,公知的结构和部件以框图形式给出。

[0036] 图1是示出用于使用处理系统114的装置100的硬件实现的例子的概念图。根据本

公开内容的各个方面,元素或者元素的任何部分或者元素的任意组合可以使用包括一个或多个处理器104的处理电路114来实现。例如,装置100可以是调度实体、网络节点、基站(BS)或者中继站,如图 3、5、9、10、12、14、15、16、17、18、19、20、21和/或图22中的任何一个所示出的。处理器104的例子包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门逻辑、分离硬件电路和被配置为执行贯穿本公开内容描述的各种功能的其它适当硬件。也就是说,如装置100中所使用的处理器104可以用于实现下面所描述的过程中的任何一个或多个过程。

[0037] 在该例子中,处理系统114可以利用总线架构来实现,其中该总线架构通常用总线102来表示。根据处理系统114的具体应用和整体设计约束条件,总线102可以包括任意数量的相互连接总线和桥接。总线102将包括一个或多个处理器(其通常用处理器104来表示)、存储器105、以及计算机可读介质(其通常用计算机可读介质106来表示)的各种电路链接在一起。总线102还可以链接诸如时钟源、外围设备、电压调节器和电源管理电路之类的各种其它电路,其中这些电路是本领域所公知的,因此没有做任何进一步的描述。总线接口108提供总线102和收发机110之间的接口。收发机110提供用于通过传输介质与各种其它装置进行通信的手段。在各种例子中,收发机110可以包括一个或多个天线,在多天线例子中,可以启用收发机110来确定接收信号到达时的角度。收发机110可以包括被配置为实现无线通信的各种子部件,其包括但不限于一个或多个功率放大器、发射机、接收机、滤波器、振荡器等等。根据该装置的本质,还可以提供用户接口112(例如,键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆)。

[0038] 处理器104负责管理总线102和通用处理,其包括执行计算机可读介质106上存储的软件。当该软件由处理器104执行时,使得处理系统114 执行下文针对任何特定装置所描述的各种功能。计算机可读介质106还可以用于存储当处理器104执行软件时所操作的数据。

[0039] 该处理系统中的一个或多个处理器104可以执行软件。无论软件被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其它术语,其应当被广泛地解释为意味着指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例行程序、子例行程序、对象、可执行文件、执行的线程、过程、函数等等。软件可以位于计算机可读介质106中。计算机可读介质106可以是非临时性计算机可读介质。举例而言,非临时性计算机可读介质包括磁存储器件(例如,硬盘、软盘、磁带)、光盘(例如,压缩光盘(CD)或者数字多用途光盘(DVD))、智能卡、闪存器件(例如,卡、棒或钥匙驱动器)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电子可擦除PROM(EEPROM)、寄存器、移动硬盘以及用于存储能够由计算机进行存取和读取的软件和/或指令的任何其它适当介质。举例而言,计算机可读介质还可以包括载波波形、传输线、以及用于发送能够由计算机进行存取和读取的软件和/或指令的任何其它适当介质。计算机可读介质 106可以位于处理系统114中、位于处理系统114之外、或者分布在包括处理电路114的多个实体之中。计算机可读介质106可以用计算机程序产品来体现。举例而言,计算机程序产品可以包括在封装材料中的计算机可读介质。本领域普通技术人员应当认识到,如何最佳地实现贯穿本公开内容所给出的描述的功能,取决于特定的应用和对整个系统所施加的设计约束条件。

[0040] 在本公开内容的一些方面,处理器104可以包括半双工通信电路141,其可以与半

双工通信软件161协调地起作用。这里,半双工通信电路141 和/或软件161可以使用收发机110,以采用半双工通信技术(例如,时分双工(TDD)和/或频分双工(FDD))来实现与一个或多个设备(例如,下面进一步描述的UE 200)的通信。

[0041] 处理器104还可以包括全双工通信电路142,其可以与全双工通信软件 162协调地起作用。这里,全双工通信电路141和/或软件161可以利用单一频率信道,来实现与一个或多个设备(例如,UE 200)的全双工通信。在一些例子中,全双工通信电路141可以与干扰消除电路143协调地起作用。

[0042] 也就是说,处理器104还可以包括干扰消除电路143,其可以与干扰消除软件163协调地起作用。这里,干扰消除电路143和/或软件163可以被配置为在收发机110处实现自动干扰消除,其可以用于对设备内干扰(例如,自干扰)进行消除。干扰消除电路143和/或软件163可以使用任何适当的干扰消除算法或技术,其包括但不限于:天线/RF隔离、发射信号重建和消除(例如,使用数字基带信号和/或收发机输出信号、信道响应估计、收发机非线性建模等等)、功率放大器噪声消除等等。在一些例子中,干扰消除电路143和/或软件163还可以用于对设备间干扰进行消除。也就是说,与一个或多个其它发射设备的干扰。干扰消除电路143和/或软件163可以包括被配置为进行干扰消除的任何适当的滤波器或均衡器。

[0043] 处理器104还可以包括路径损耗发现和确定电路144,其可以与路径损耗发现和确定软件164协调地起作用。这里,路径损耗发现和确定电路144 和/或软件164可以根据诸如相应设备之间的距离之类的一个或多个因素或参数,实现设备对(例如,UE 200)之间的设备间路径损耗的确定;实现单个设备(例如,UE 200)和网络节点/调度实体100之间的路径损耗值151 的确定和存储;在一些例子中,可以使用如本文在下面所详细描述的一种或多种算法,实现一对UE之间的距离的确定,并相应地基于所确定的距离来确定这些UE之间的路径损耗。此外,路径损耗发现和确定电路144和/ 或软件164可以将确定的设备间路径损耗与路径损耗门限152进行比较来做出各种判断,例如,判断是否协同调度UE对来共享时间-频率资源。

[0044] 处理器104还可以包括资源分配和调度电路145,其可以与资源分配和调度软件165协调地起作用。这里,资源分配和调度电路145和/或软件165 可以向一个或多个设备(例如,UE 200)分配用于与网络节点/调度实体100 进行通信的资源,和/或用于UE之间的通信(例如,用于干扰发现信号) 的资源;其可以使用任何适当的资源选择方案来选择用于分配的资源,其中该方案包括但不限于:随机选择或者与相应的设备独有的标识符相对应的选择;其可以调度用于一个或多个设备(例如,UE 200)进行使用的时间-频率资源;其可以基于一个或多个因素或参数(例如,它们的设备间路径损耗是否大于路径损耗门限151),基于相应的设备和网络节点/调度实体 100之间的路径损耗,和/或基于相应的设备使用的数据速率和/或数据类型 153,判断是否协同调度两个或更多设备(例如,UE 200)使用相同的时间-频率资源。此外,资源分配和调度电路145和/或软件165可以与收发机110 协调地起作用,以向设备(例如,UE 200)发送资源分配信号。

[0045] 处理器104还可以包括可选的回程通信电路146,其可以与可选的回程通信软件166协调地起作用。这里,回程通信电路146和/或软件166可以使用任何适当的有线或无线回程通信接口,实现与上游节点的通信。回程通信电路146和/或软件166是可选的,以及通常可以包括在网络节点/调度实体100是中继节点的例子中,下面将进一步详细地描述该例

子。

[0046] 图2是示出用于使用处理系统214的装置200的硬件实现的例子的框图。根据本公开内容的各个方面,元素或者元素的任何部分或者元素的任意组合可以利用包括一个或多个处理器204的处理系统214来实现。例如,装置200可以是用户设备(UE),如图3、5、9、10、12、14、15、16、17、18、19、20、21和/或图22中的任何一个所示出的。装置200具有与上面结合图1所描述的那些部件相同或者相类似的很多部件。例如,总线202、总线接口208、收发机210和用户接口212基本与上面结合图1所描述的那些相同。此外,处理器204、存储器205和计算机可读介质206与上面结合图1所描述的那些如此命名的部件相比具有很多类似性,除了在下面本文所描述的差别之外。

[0047] 也就是说,在本公开内容的各个方面,处理器204可以包括半双工通信电路241,其可以与半双工通信软件261协调地起作用。这里,半双工通信电路241和/或软件261可以使用收发机210,以采用半双工通信技术(例如,时分双工(TDD)和/或频分双工(FDD))来实现与一个或多个设备的通信。

[0048] 处理器204还可以包括全双工通信电路242,其可以与全双工通信软件262协调地起作用。这里,全双工通信电路242和/或软件262可以与干扰消除电路243和/或软件262(下面将描述)协调地起作用,以使用单个频率信道来实现与一个或多个设备的全双工通信。因此,例如,如果配置的发射功率低于发射功率门限253的话,全双工通信电路242和/或软件262可以实现全双工通信。在一些例子中,全双工通信电路242和/或软件262可以是可选的,一些UE可能缺少这种全双工通信能力。

[0049] 处理器204还可以包括干扰消除电路243,其可以与干扰消除软件263协调地起作用。这里,干扰消除电路243和/或软件263可以实现干扰消除(例如,自动干扰消除),例如,用于对设备内干扰(例如,自干扰)进行消除和/或用于对设备间干扰进行消除。此外,干扰消除电路243和/或软件263可以包括被配置为进行干扰消除的任何适当的滤波器或均衡器。

[0050] 处理器204还可以包括干扰确定和报告生成电路244,其可以与干扰确定和报告生成软件264协调地起作用。这里,干扰确定和报告生成电路244和/或软件264可以实现与干扰设备相对应的干扰电平的确定(例如,通过确定从该干扰设备接收的干扰发现信号的强度),以及相应地基于所确定的干扰电平来生成干扰报告,并(例如,利用收发机210)向网络节点/调度实体100发送干扰报告。此外,干扰确定和报告生成电路244和/或软件264可以计算和存储路径损耗值251,其可以包括在所发送的报告中。

[0051] 处理器204还可以包括目标SNR确定电路245,其可以与目标SNR确定软件265协调地起作用。这里,目标SNR确定电路245和/或软件265可以实现信噪比(SNR)和/或信号与干扰加噪声比(SINR)的确定,以及可以将所确定的SNR/SINR与目标SNR/SINR进行比较,以用于基于该SNR/SINR来实现全双工通信的目的。

[0052] 引言

[0053] 在无线通信系统中,通信设备可以表现出全双工或半双工功能。在半双工操作情况下,通信在特定的信道上每次只能在一个方向上是可能的,其在一个方向或另一个方向中在各段之间通常是时分的。这种情形通常称为时分双工(TDD)。在全双工操作情况下,去往和来自一个设备的同时的通信是可能的。

[0054] 在当前部署的系统中,通常通过使用频分双工(FDD)来实现全双工功能,其中,一个频带用于一个方向上的通信,另一个频带用于另一个方向上的通信。在这些部署中,虽然通信在时间上是全双工的,但其在频域中仍然是半双工的,这是由于在每一个信道上,仍然只能进行一个方向的通信。

[0055] 在无线电级别真正地实现全双工的通信节点同时地使用相同的频率信道来发送和接收信号。在下面的描述中,使用术语全双工来指代同一时间在相同的频率信道上的无线电级别全双工操作。此外,在下面的公开内容中,时分双工和频分双工(TDD和FDD)系统均被视作为无线电级别半双工系统。

[0056] 最近,部分地由于主动干扰消除技术的提高,具有高可靠性的无线电级别全双工功能(其中,可以使用单个频率信道来实现全双工通信)是可能的。在该系统中,可能的情况是,一些无线节点(例如,基站、eNodeB、接入点、调度实体等等)可以被配置有全双工无线电装置以用于真正的无线电级别全双工功能,而某些其它节点(例如,无线设备、UE、从属实体等等)可以只被配置有半双工无线电装置以用于无线电级别的半双工功能。此外,该系统中的某些无线电装置可以具有部分的和/或有条件的全双工能力,例如,除非满足某些条件,否则它们只使用半双工功能。

[0057] 图3是示出具有与只能够进行半双工通信的两个UE 304和UE 306进行通信的、能够实现全双工功能的基站302的示例性无线通信网络的简化框图。在该示图中,将基站302示出成向第一UE 304发送下行链路信号,同时,从第二UE 306接收上行链路信号。

[0058] 在该网络中,在全双工节点与半双工节点通信的情况下,半双工节点之间的干扰可能成为问题。例如,如图3中的场景所示出的,第一UE 304 和第二UE 306是被协同调度的,使得第一UE 304被分配使用特定的资源来接收下行链路信号,而第二UE 306被分配使用相同的特定资源来发送上行链路信号。在该情况下,对这两个UE进行协同调度可能造成来自第二UE 306的传输产生设备交叉干扰,其影响第一UE 304的接收性能。在该无线通信系统中,当基站302或者其它调度节点正操作在全双工模式时,基站302处的调度实体308(例如,媒体访问控制或者MAC层的调度器)或者任何其它适当的调度节点通过采取适当的预防措施来获益,以缓解这种UE交叉干扰。例如,当UE之间的路径损耗较大时,可以减少这种设备交叉干扰。因此,本公开内容的各个方面探索了一些方法,根据这些方法,基站可以例如基于相应的UE之间的路径损耗,选择要进行协同调度的UE。本公开内容的另外方面考虑当对这些UE进行协同调度时,向基站处的发射机和接收机链路分配的数据速率。

[0059] 因此,在本公开内容的一个或多个方面,无线通信网络可以被配置为选择具有足够大的UE间路径损耗的一对UE,使得调度节点或者基站可以使用相同的时间-频率资源向一个UE进行发送,并从另一个UE进行接收,同时减少或者避免相应的UE之间的设备交叉干扰。在本公开内容的各个方面,给出了用于确定UE间路径损耗的一些方法或者算法。基站或者调度节点还可以对UE进行选择,使得它们到该基站的路径损耗足够小,以维持所需要的链路SINR,和/或可以确定这两个链路中的每一个链路所使用的的数据速率或者数据类型(业务与控制),从而全双工配置的两个链路均满足SINR 目标。

[0060] 图4是根据本公开内容的一个或多个方面,示出用于判断是否协同调度给定的一对UE的示例性过程400的流程图。在一些例子中,过程400 可以由网络节点(例如,如上所述并在图1中所示出的调度实体100和/或处理系统114)来执行。在一些例子中,过程400可以

由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0061] 在方框402处,调度实体100可以通过使用与第一设备(例如,UE 200) 和第二设备(例如,UE 200)中的每一个设备的半双工通信,与第一设备和第二设备进行通信。这里,调度实体100可以使用任何适当的设备间路径损耗发现算法、方法或者技术,来确定第一设备和第二设备之间的设备间路径损耗。下面将描述一些这种设备间路径损耗算法。如果所发现的UE 间路径损耗很高(例如,大于某个适当的路径损耗门限),则该过程可以进行到方框404处。这里,调度实体100可以协同调度第一设备和第二设备使用相同的时间-频率资源。另一方面,如果所发现的UE间路径损耗较低(例如,不大于该路径损耗门限),则该过程可以进行到方框406处。这里,调度实体100不会协同调度第一设备和第二设备使用相同的时间-频率资源。

[0062] UE间路径损耗的发现

[0063] 根据本公开内容的一个或多个方面,网络节点、基站或者其它调度实体(下文称为调度实体)可以被实现为发现UE间路径损耗。这里,路径损耗可以是信号从发送到接收的衰减量。也就是说,由于一个或多个因素或状况,在接收设备处接收到信号时该信号的功率或者能量可能小于从发射设备发送该信号时其的功率或者能量。这种改变通常称为路径损耗。在各个实施例中,可以使用多种技术、方法或者算法中的任何一种或多种来发现UE间或设备间路径损耗。通过考虑该路径损耗,两个或更多协同调度的 UE(例如,至少一个UE被调度进行发送,至少一个其它UE被调度使用相同的时间-频率资源进行接收)可能造成适当的低数量的设备交叉干扰,使得它们的同时调度是可能的。例如,UE间路径损耗可以与相应的UE之间的距离相关,例如,其与UE之间的距离的第四功率成比例。此外,UE 间路径损耗可能受到其它潜在的随机现象(例如,遮蔽)的影响。通常,如果两个UE接近彼此,则设备交叉干扰可能很高;但是,如果这两个UE 彼此之间足够地远离,则设备交叉干扰可能适当地低。

[0064] 举一个例子,参见图5,为了发现UE间路径损耗,这些UE中的至少一个(例如,第二UE 306)可以发送导频信号、参考信号或者任何其它适当的干扰发现信号510,而另一个UE(例如,第一UE 304)可以检测和/或测量所接收的干扰发现信号510的强度。在一些方面,第一UE 304可以向基站或调度实体302反向发送干扰报告512,其中该干扰报告512包括一个或多个因素(例如,接收的干扰发现信号510的信号强度)。这里,调度实体302可以已经知道所发送的干扰发现信号510的发射功率,例如,由于该发射功率是调度实体302指示的,或者发送方UE 306向调度实体302 报告了该发射功率。因此,调度实体302可以通过确定接收方UE 304报告的接收信号强度和发送方UE 306所使用的实际发射功率之间的差值,来确定第一UE 304和第二UE 306之间的路径损耗。因此,在一些例子中,如果所确定的路径损耗和/或UE 304报告的接收功率的值太低(例如,低于适当的路径损耗门限)或者太高(例如,高于适当的路径损耗门限),则作为调度实体302处的协同调度的全双工操作的候选,可以消除相应的UE对。也就是说,在本公开内容的各个方面,调度实体302可以根据所确定的或者发现的给定的一对UE之间的UE间路径损耗,判断是否协同调度该给定的一对UE(其中,这些UE对应于特定的时间-频率资源)。

[0065] 用于干扰发现的资源分配

[0066] 在一些例子中,例如(但不限于)基站或者其它调度实体服务于很多 UE的大型网络,某些资源可以是专门用于设备交叉干扰发现。例如,在本公开内容的一个方面,网络中

的UE的一个子集(例如,一半)可以被配置为在给定的发现时隙发送导频/发现信号,而可以指示剩余的UE发现这些信号,并向基站报告检测到的每一个发现信号的强度。这里,可以向每一个发送方UE分配独有的信号资源(例如,独有的时间-频率分配),其中该发送方UE在该独有的信号资源上,使用指定的发射功率来发送其发现信号/导频/参考信号。

[0067] 在本公开内容的另外方面,可以在后续的发现时隙上,(例如,随机地)改变被调度发送导频/发现信号的UE子集,例如,直到可以确定每一对邻近的UE之间的路径损耗为止。

[0068] 作为随机选择在给定的干扰发现时隙上进行发送的UE的替代方案,在本公开内容的另一个方面,可以向每一个UE分配独有的标记,其中该独有的标记可以是基于在该UE处存储的标识符252(例如,其MAC ID和/或其无线网络临时标识符(RNTI))。这里,举一个例子,如果UE 306的独有标记的第i个比特是‘1’,则UE 306可以在第i发现时隙期间,发送其干扰发现信号510,以及如果其独有标记的第i个比特是零,则可以监听来自其它UE的干扰发现信号。

[0069] 在发送和接收干扰发现信号之后,每一个UE可以报告在相应的发现时隙期间接收的每一个导频/发现信号的源和强度。因此,基站或者调度实体可以避免对于确定相互路径损耗太低的UE进行配对。用此方式,可以使网络中的各个UE能够在调度实体处的全双工数据传输期间,抵抗UE交叉干扰。

[0070] 图6是根据本公开内容的一些方面,示出用于为设备间干扰发现分配资源的示例性过程600的流程图。在一些例子中,过程600可以由网络节点(例如,如上所述并在图1中所示出的调度实体100和/或处理系统114)来执行。在一些例子中,过程600可以由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0071] 在方框602处,调度实体100可以从多个设备之中选择一个设备子集(例如,UE 200)来发送干扰发现信号。在一些例子中,该子集可以是连接到调度实体100的设备的一半设备。此外,在一些例子中,该子集可以是连接到调度实体100的设备之中随机选择的,或者在其它例子中,该子集可以是基于诸如设备标记或标识符之类的其它适当标准来选择的。在方框604处,调度实体100可以为所选的设备子集分配时间-频率资源,以用于传输干扰发现信号。因此,所选的设备可以使用所分配的资源,并且发现设备对之间的设备间干扰。此外,接收到干扰发现信号的一个或多个设备(例如,非所选的设备子集)可以向调度实体反向发送适当的干扰报告。

[0072] 在方框606处,调度实体100可以从所述一个或多个设备(例如,非所选的设备子集)接收干扰报告,以及在方框608处,调度实体100可以确定设备间路径损耗。这里,例如,该设备间路径损耗可以基于发射的干扰发现信号的强度(其可以是调度实体100已知的)和干扰报告中报告的强度之间的差值。

[0073] 在方框610处,调度实体100可以判断是否已经确定了足够的设备间路径损耗。也就是说,当连接的UE之间的较大数量的UE间路径损耗组合可获得时,可以改进关于是否向两个或更多UE协同调度时间-频率资源的决策判断。如果没有确定足够的设备间路径损耗,则该过程可以返回到例如方框602处,并且可以实现另外的干扰发现。另一方面,如果调度实体100已经确定了足够的设备间路径损耗,则该过程可以进行到方框612,其中,调度实体100可以调度用于半双工设备的时间-频率资源。这里,如果成对的设备之间的设备间路

径损耗较低(例如,低于适当的路径损耗门限),则调度实体100可以对该成对的设备进行协同调度。

[0074] 测量RF信号以发现UE间路径损耗

[0075] 再次返回到图5,根据本公开内容的另一个方面,为了发现设备间路径损耗,调度实体302可以被配置为调度多个UE在不同的时间-频率资源上进行数据/控制传输或者任何适当的干扰发现信号510。这里,没有被调度为使用特定的时间-频率资源进行干扰发现信号510传输的UE可以被指示对在每一个时间-频率资源中接收的能量进行测量,以及发送与该测量相对应的干扰报告512。用此方式,基于报告的特定时间-频率资源,调度实体302可以知道使用该资源发送干扰发现信号510的UE的身份。此外,基于报告方UE的身份和报告的给定的时间-频率资源的信号强度,调度实体302可以确定相应的一对UE之间的路径损耗。也就是说,调度实体302可以通过确定发射的干扰发现信号510(其是使用标识发送方UE的预定的时间-频率资源来发送的)的已知强度和接收的干扰发现信号510的报告强度之间的差值,来确定一对UE之间的UE间路径损耗。这里,可以基于任何适当的信息(例如,报告方UE所发送的干扰报告512中所包含的),来确定报告方UE的身份。

[0076] 在有关的例子中,为了更佳地有助于确定网络中的所有UE之间的设备交叉干扰,调度实体302可以改变(例如,随机地改变)在连续的时隙或者其它适当的持续时间上发送数据/控制的UE子集。因此,如上所述,随着时间,调度实体302可以确定任何一对UE之间的路径损耗。

[0077] 在另一个例子中,不是依赖于调度实体302使用干扰发现信号510的时间-频率位置来识别发送该信号的UE,而是发送方UE使用它们自己的身份(例如,MAC ID/RNTI/UE-ID/UE签名),主动地对它们的相应干扰发现信号510进行标记。在各个例子中,这种标记可以涉及:将MAC ID或者其它适当的标识符包括成干扰发现信号510的分组报头的一部分。在另一个例子中,这种标记可以涉及:使用特定于UE的序列对干扰发现信号510的至少一部分进行加扰。这里,接收方UE可以将相同的或者相对应的信息包括在其干扰报告512中,使得调度实体302知道发送该干扰发现信号510的UE的身份。

[0078] 图7是根据本公开内容的一些方面,示出用于针对设备间干扰发现分配资源的示例性过程700的流程图。在一些例子中,过程700可以由网络节点(例如,如上所述并在图1中所示出的调度实体100和/或处理系统114)来执行。在一些例子中,过程700可以由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0079] 在方框702处,诸如调度实体100之类的网络节点可以选择设备子集(例如,UE 200)来发送干扰发现信号,以及在方框704处,调度实体100可以为所选的设备子集分配时间-频率资源,以用于发送干扰发现信号。

[0080] 在方框706处,调度实体100可以指示一个或多个设备(例如,非所选的UE子集)根据所选的时间-频率资源(例如,每一个时间-频率资源)来测量能量,并基于它们的相应测量结果来发送干扰报告。因此,设备可以向调度实体反向发送它们的干扰报告。随后,在方框708处,调度实体100可以基于发射的干扰发现信号的强度(其可以是调度实体100已知的)和干扰报告中报告的强度之间的差值,来确定设备间路径损耗。

[0081] 使用地理信息来推断路径损耗

[0082] 根据本公开内容的一些方面,可以间接地确定一对UE之间的路径损耗,或者一对

UE之间的路径损耗可以基于相应的UE之间的距离的确定来推断出。因此,可以使用UE之间的地理距离,来判断UE间路径损耗是否足够高,以用于进行全双工协同调度。举一个简单的例子,如果两个UE之间的地理距离足够地大(例如,大于预定的门限),则可以认为它们的路径损耗保证对于协同调度来说足够地高。另一方面,如果两个UE之间的地理距离相对地较小(例如,小于门限),则它们的路径损耗可能足够地高,也可能不够高。在该情况下,在本公开内容的一些方面,如上所述,可以使用显式路径损耗估计(例如,使用干扰发现)来确定UE间路径损耗。

[0083] 在本公开内容的保护范围之内,可以使用各种方法来确定一对UE之间的距离。举一个例子,每一个UE(例如,一对的UE)可以向调度实体302提供其相应的全球定位卫星(GPS)坐标。因此,可以直接地计算这二者之间的距离。在另一个例子中,一对中的一个或两个UE可以在固定的位置,其中该位置可以记录在数据库中。这些静止的UE通常被发现成传感器、警报系统、计量器或者其它静态机器类型通信设备。在静止UE的情况下,可以使用从基站的数据库查询而不是实时GPS信息,来确定相应的静止UE或者一些UE的位置。因此,如上所述,可以直接地计算这二者之间的距离。这里,如果这两个UE之间的距离足够地大,则可以协同调度这些UE使用时间-频率资源来进行全双工通信。

[0084] 在另一个例子中,可以使用众包(crowd-sourcing)数据,以基于一对感兴趣的UE的地理位置,来推断它们之间的RF隔离度(即,是否存在足够大的UE间路径损耗)。例如,如果位于靠近给定的一对UE的两个(或更多)其它UE先前报告了它们之间的较大路径损耗(例如,通过RF测量或者发现,如上所述),则也可以认为该给定的一对UE有资格进行协同调度。

[0085] 图8是根据本公开内容的一些方面,示出用于使用地理信息来推断设备之间的设备间干扰的示例性过程800的流程图。在一些例子中,过程800可以由网络节点(例如,如上所述并在图1中所示出的调度实体100和/或处理系统114)来执行。在一些例子中,过程800可以由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0086] 在方框802处,设备(例如,调度实体100)可以使用任何适当的单元(上面描述了它们中的一些),来确定一对无线设备(例如,一对UE 200)之间的距离。在方框804处,调度实体100可以判断这两个UE之间的距离是否大于适当的距离门限。如果这两个UE之间的距离足够地大,则可以推断该设备间干扰对于协同调度来说足够地大。因此,该过程可以进行到方框806,其中在方框806处,调度实体100可以对这一对UE进行协同调度,以共享时间-频率资源。

[0087] 另一方面,如果这两个UE之间的距离不是足够地大(例如,不大于距离门限),则该过程可以进行到方框808,其中,调度实体可以使用任何其它适当的单元、技术或者算法,来显式地确定这两个UE之间的路径损耗。例如,可以使用上面所描述的干扰发现算法中的任何一个或多个(如,实现相应的UE之间的适当的信令),来发现它们的设备间路径损耗。

[0088] 在方框810处,调度实体100可以判断所确定的设备间路径损耗是否很大(例如,大于路径损耗门限)。如果该设备间路径损耗很大,则该过程可以进行到方框812,并且调度实体100可以协同调度这一对UE来共享时间-频率资源。另一方面,如果该设备间路径损耗较小(例如,不大于路径损耗门限),则该过程可以进行到方框814处,其中,调度实体100可以不协同调度这一对UE来共享时间-频率资源。

[0089] 使用极坐标来发现地理信息

[0090] 基于上行链路传输,调度实体302可以确定自己和UE之间的适当距离。例如,调度实体302可以估计往返延迟(RTD)。在现有的系统中,使用RTD估计来向UE提供上行链路定时校正,所以在本公开内容中,没有详细地描述RTD估计的性能或者确定的细节。在本质上,调度实体处的定时器确定从信号传输到UE直到从UE接收到响应为止的、与往返时间相对应的的时间。此外,可以使具有多个接收天线的调度实体302(例如,参见图1/2中的收发机110/210)能够基于在上行链路上接收的信号的多个观测量,估计来自给定UE的信号的到达角度。在一些例子中,可以使用多个观测量来过滤掉小规模衰落和噪声的任何影响。基于两个UE的距离以及它们的差分到达角度,调度实体302可以计算这两个UE之间的距离的下限。

[0091] 例如,图9是包括调度实体302、第一UE 304和第二UE 306的无线通信网络的示意性视图,如从头顶所观看的(例如,鸟瞰图)。例如,如果估计UE 304和UE 306相对调度实体302的距离为 r_1 和 r_2 ,以及它们的到达角度 θ_1 和 θ_2 相差至少 θ_{diff} ,则可以根据下式,使用三角规则来获得这两个UE之间的距离 d 的下限:

$$[0092] \quad d \geq \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \theta_{diff}}$$

[0093] 也就是说,根据上面给出的不等式,可以确定给定的一对UE 304和 UE 306之间的距离大于或等于预定的门限,因此,推断这两个相应的UE 之间的路径损耗对于时间频率资源的协同调度来说足够地大。在一些例子中,对于给定的角度间距 θ_{diff} 来说,调度实体302可以设置关于距离 r_1 和 r_2 的门限。也就是说,如果 r_1 和 r_2 均超过某个门限,则对于全双工协同调度来说,可以认为UE 304和UE 306分开的足够远。作为替代,调度实体 302可以使用其自己到这两个UE的路径损耗的估计,作为其自己相对这些 UE的距离的代理。

[0094] 因此,在本公开内容的各个方面,通过确定一对UE的地理信息,可以推断这些UE之间的路径损耗,并相应地,基于UE间干扰是否成为问题,来规划这些UE的协同调度。

[0095] 全双工MAC和路径损耗确定的概括

[0096] 如上所述,为了(调度实体处的)全双工操作而对协同调度UE的选择可以使用调度实体和两个UE之间的路径损耗的知识,以及要进行协同调度的两个UE之间的路径损耗的知识。如之前所提及的,可以使用UE到UE 发现信号(或者其它数据/控制信号),来显式地确定一对UE之间的UE间路径损耗(即,RF邻近度)。此外,还可以将UE到调度实体导频/探测/参考信号重用于UE到UE路径损耗发现。在本公开内容的其它方面,可以使用专门的发现信号和/或机制,它们还可以被用于诸如邻近度/服务发现、UE 之间的直接通信等等之类的其它目的。

[0097] 可以使用当前在蜂窝系统中使用的技术中的任何一种,对调度实体302 和给定UE之间的路径损耗进行测量,其中这些技术包括但不限于:由UE 进行下行链路RSRP测量和报告、由UE进行RACH/探测参考信号传输、以及在调度实体处进行测量等等。

[0098] 还可以使用地理邻近度的缺乏(如任何适当的定位/测距技术如GPS所确定的),来推断两个UE之间的路径损耗对于全双工协同调度来说足够地大。在一些例子中,可以只在这些UE对(对于这些UE对来说,地理邻近度估计并不一定意味着大的路径损耗)之中,显式地确定RF邻近度。

[0099] SINR分析

[0100] 如上面所简短讨论的,具备全双工能力的调度实体302可以被配置有某种程度的自干扰抑制。对于下面的讨论而言,假定给定的调度实体302 能够抑制其接收机处的X dB

的自干扰。可以根据在特定的调度实体302处采取的所选的自干扰抑制测量集合的复杂性和有效性,来确定X的值。在本公开内容的各个方面,可以通过各种适当单元中的任何一个,在调度实体302处可以实现自干扰抑制。举一个例子,调度实体302可以使用天线/RF 隔离、发射信号重建和消除(例如,使用数字基带信号和/或收发机输出信号、信道响应估计、收发机非线性建模等等)、功率放大器噪声消除等等中的一个或多个。

[0101] 图10是示出与上面所讨论并在图3中所描绘的网络相同的网络的框图,但在图10中,还示出了另外的信息,例如,与发射功率值和路径损耗相对应的值。在图10中:

[0102] $P_{tx,1}$ 表示来自调度实体302的发射功率;

[0103] $P_{tx,2}$ 表示来自UE2 306的发射功率;

[0104] $P_{rx,1}$ 表示在UE1 304处的与来自调度实体302的传输相对应的接收功率;

[0105] I_2 表示调度实体302处的自干扰;

[0106] I_{12} 表示在UE1 304处接收的与来自UE2 306的传输相对应的设备交叉干扰功率;

[0107] PL_1 表示与从调度实体302到UE1 304的传输相对应的路径损耗;

[0108] PL_2 表示与从UE2 306到调度实体302的传输相对应的路径损耗;

[0109] PL_{12} 表示与从UE2 306到UE1 304的传输相对应的路径损耗;

[0110] $SINR_1$ 表示在UE1 304处检测的SINR;

[0111] $SINR_2$ 表示在调度实体302处检测的SINR;

[0112] X表示在调度实体302处的干扰抑制的幅度;以及

[0113] N_0 表示噪声。

[0114] 在本公开内容的一个方面,可以计算在两个接收机(即,UE 304和调度实体302)处实现的信号与干扰加噪声比(SINR),如图所示。在这些计算中,运算符V表示dB值的线性相加。也就是说:

$$[0115] \quad x \vee y \equiv 10 \log_{10} \left(10^{\frac{x}{10}} + 10^{\frac{y}{10}} \right) = \max(x, y) + 10 \log_{10} \left(1 + 10^{\frac{|x-y|}{10}} \right) \leq \max(x, y) + 3.011$$

[0116] 在本公开内容的一个方面,可能需要每一个接收机(即,UE1 304和调度实体302)处的SINR满足最小要求:

[0117] $SINR_1 \geq SINR_{1,min}$ 和 $SINR_2 \geq SINR_{2,min}$ 。

[0118] 调度实体302发射功率的最小值可以通过下式来给出:

[0119] $SINR_1 = P_{tx,1} - PL_1 - (N_0 \vee (P_{tx,2} - PL_{12})) = SINR_{1,min}$

[0120] $P_{tx,1} = SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 \vee (P_{tx,2} - PL_{12})) \quad (1)$

[0121] 使用 $P_{tx,1}$ 的这种选择,可能需要第二链路的参数满足不等式:

[0122] $P_{tx,2,max} \geq P_{tx,2} \geq SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 \vee (SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 \vee (P_{tx,2} - PL_{12})) - X)) \quad (2)$

[0123] 在上面的不等式中, $P_{tx,2,max}$ 表示设备UE2 306的峰值发射功率能力。如果两个协同调度的UE 304和306分开足够的远,以便确保 $P_{tx,2} - PL_{12} < N_0$,或者等价地,

[0124] $PL_{12} > P_{tx,2} - N_0, \quad (2.5)$

[0125] 则, $P_{tx,2,max}$ 足够满足该不等式:

[0126] $P_{tx,2,max} \geq P_{tx,2} \geq SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 \vee (SINR_{1,min} + PL_1 + N_0 + 3.011 - X)) \quad (3)$

[0127] 总之,全双工调度实体302处的MAC/调度器可以选择这两个协同调度的UE,以便遵循某些可行性条件,特别如不等式(2.5)和(3)中所描述的。显然地,根据这些等式和不等

式,较大的X值(其对应于调度实体302处的更佳的自干扰消除能力)会减少右侧,故放松了关于UE2 306的发射功率要求。对于固定的X值来说(其可以根据调度实体302的硬件能力来确定),可以通过增加 PL_1 、 PL_2 、 $SINR_{1,min}$ 或者 $SINR_{2,min}$,来减少不等式的右侧。

[0128] 全双工MAC原理

[0129] 可以使用上面参数的修改来控制这种全双工系统的期望特征。例如,减少向与调度实体302更近的UE(例如,UE1 304)发送的 PL_1 量,使得可以减少调度实体302发射功率,从而减少其自己接收机处的自干扰。减少从与调度实体302更近的UE(例如,UE2 306)接收的 PL_2 量,使得在调度实体302接收机处的期望信号的强度较高,其提供针对自干扰的更好免疫力。减少在全双工操作期间为UE(例如,UE1 304)服务诸如ACK/CQI/准许之类的低速率数据或控制信号(而不是高速率数据)的 $SINR_1$ 量。减少在全双工操作期间从UE(例如,UE2 306)接收诸如ACK/CQI/REQ之类的低速率用户数据或控制信号(而不是高速率用户数据)的 $SINR_2$ 量。此外,使用全双工能力来维持“始终打开”控制信道可以使交互式/延迟敏感型应用实现低时延数据传输。

[0130] 上面中的每一个都涉及:伴随全双工模式下的操作的某种程度的妥协。例如,X的值越低,则调度器(例如,调度实体302处的MAC层处的)在全双工操作期间诉诸的妥协的程度越高。在本公开内容的一些方面,调度实体302可以回退到半双工操作,同时对处于小区边缘的UE(例如,高PL)进行服务,或者在任一方向,服务高速率数据(例如,高 $SINR$)。

[0131] 精确分析

[0132] 上面给出的描述部分地依赖于近似式 $(x \vee y) \leq \max(x, y) + 3.022$ 。在下面的描述中,在可以进行全双工操作的情况下,描述精确的条件集。也就是说,基于 $SINR$ 分析,调度实体302和UE2 306处的最小发射功率可以满足下式:

$$[0133] \quad SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 \vee (P_{tx,2} - PL_{12})) \leq P_{tx,1} \leq P_{tx,1,max} \quad (1')$$

$$[0134] \quad SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 \vee (P_{tx,2} - X)) \leq P_{tx,2} \leq P_{tx,2,max} \quad (2')$$

[0135] 如果满足下面的条件,则可以同时地求解上面的两个式子:

$$[0136] \quad D \equiv X + PL_{12} - (SINR_{1,min} + SINR_{2,min} + PL_1 + PL_2) > 0;$$

$$[0137] \quad SINR_{1,min} + PL_1 + N_0 + (0 \vee (SINR_{2,min} + PL_2 - PL_{12})) - 10 \log_{10}(1 - 10^{-D/10}) \leq P_{tx,1,max}; \text{ 以及}$$

$$[0138] \quad SINR_{2,min} + PL_2 + N_0 + (0 \vee (SINR_{1,min} + PL_1 - X)) - 10 \log_{10}(1 - 10^{-D/10}) \leq P_{tx,2,max}。$$

[0139] 事实上,最后两个不等式的左侧是这两个节点处的最低要求发射功率($P_{tx,1}$ 、 $P_{tx,2}$)。

[0140] 如前所述,通过减少 $SINR_{1,min}$ 、 $SINR_{2,min}$ 、 PL_1 或者 PL_2 中的一个或多个,或者通过增加 PL_{12} 或者X中的一个或多个,有助于实现用于协同调度的可行性条件。调度器(例如,调度实体302处的MAC)可以通过用户选择来增加/减少路径损耗,以及可以通过数据速率/类型/格式(即,数据与控制)选择来降低最低 $SINR$ 要求。

[0141] 改进自干扰因子X的有效值,或者交叉干扰路径损耗 PL_{12}

[0142] 在本公开内容的一些方面,UE的协同调度可以包括:不仅使用相同的时间-频率资源,从更广泛的意义上说,可以使用准全双工模式,其中,协同调度的UE可以使用相同频带中的不同频率信道或者子频带。

[0143] 假定给定选择的要配对的UE(例如,UE1 304和UE2 306)和给定选择的目标 $SINR$ ($SINR_{1,min}$ 和 $SINR_{2,min}$)违反了用于协同调度的可行性条件(如上所述)。在该情况下,同一

信道上的全双工操作仍然是可能的,但值得考虑的是,在相同频带中的不同信道上调度这两个链路。也就是说,本公开内容的一个或多个方面可以使用准全双工操作,其中,给定节点处的发射和接收链路位于同一频带上的不同信道(或者子频带)上。在该情况下,发射机处的某种相邻信道泄漏比(ACLR)要求和接收机处的相邻信道抑制(ACS)要求可以提升调度实体302处的X的有效值、UE1 304处的 PL_{12} 的有效值。此外,使用X和 PL_{12} 的这些提高的值可以满足可行性条件。在该情况下,在本公开内容的一些方面,调度实体302处的MAC可以选择在准全双工模式下,对这些UE进行协同调度。

[0144] 总之,调度器(例如,调度实体302处的MAC实体)可以对协同调度的UE和每一个链路的数据速率/类型进行选择。为此,基站可以首先判断是否满足针对全双工操作的可行性条件。如果满足,则可以在全双工模式下,对这两个链路进行调度。否则,调度实体处的MAC可以判断是否满足针对准全双工操作的可行性条件。如果满足,则可以在准全双工模式下,对这两个链路进行调度。否则,在不同的时隙或者频带中,对这两个链路进行调度(即,半双工)。

[0145] 在确定两个或更多的可行性配置时(其可能涉及多个UE对和数据速率配置),调度实体302可以确定与每一个可行性配置相关联的效用度量,并选择具有最佳效用度量的配置。

[0146] 图11是根据本公开内容的一个或多个方面,示出用于基于某些可行性条件,对设备进行协同调度的示例性过程1100的流程图。在一些例子中,过程1100可以由网络节点(例如,如上所述并在图1中所示出的调度实体 100和/或处理系统114)来执行。在一些例子中,过程1100可以由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0147] 在方框1102处,第一设备(例如,调度实体100)可以选择用于进行潜在地协同调度的一对无线设备(例如,UE 200),在方框1104处,调度实体100可以判断是否满足一个或多个主要可行性条件。贯穿本公开内容描述了用于协同调度的这些可行性条件,例如,其包括:UE之间的地理距离或者UE之间的显式设备间干扰值。如果满足主要可行性条件,则该过程可以进行到方框1106,其中,调度实体100可以协同调度所选的一对UE 使用相同的时间-频率资源。另一方面,如果不满足主要可行性条件,则该过程可以进行到方框1108,其中,调度实体100可以判断是否满足一个或多个辅助可行性条件。贯穿本公开内容描述了用于协同调度的这些可行性条件,例如,其包括:UE之间的地理距离或者UE之间的设备间干扰值。举一个简单的例子,方框1104处的主要可行性条件可以对应于第一门限值,方框1108处的辅助可行性条件可以是第二门限值,其与第一门限值相比具有更大的设备间干扰容忍度。如果满足辅助可行性条件,则该过程可以进行到方框1110,其中,调度实体100可以实现准全双工选项,其中,协同调度所选的一对UE使用相同的频带中的不同频率信道。这里,如果甚至不满足辅助可行性条件,则该过程可以进行到方框1112,其中,调度实体100 可以确定不对所选的一对UE进行协同调度。

[0148] UE处的有限的全双工能力

[0149] 在上面的描述中,虽然将调度实体302描述成能够进行全双工通信,但假定UE 304和306只能够进行半双工通信。但是,在本公开内容的其它方面,至少在有限的范围内,无线通信系统中的一个或多个UE能够支持全双工操作。例如,图12是示出被配置为进行全双工通信的调度实体302和被配置为进行受限的全双工通信的UE 1204的框图。在本公开内容的

一个方面,当存在自干扰消除因子X的较小值时,UE 1204能够进行全双工通信。

[0150] 也就是说,在本公开内容的一些方面,诸如UE 1204之类的一个或多个UE可以支持全双工操作,例如,只要它们的发射功率较低(例如,低于适当的门限)。例如,在较低的发射功率,UE 1204能够旁路其功率放大器,从而减少或者消除对于功率放大器引入的失真和噪声进行补偿的需求。

[0151] 这里,如果全双工调度实体302服务于具有这种受限的全双工能力的 UE 1204,则可以在同一时间,在两个方向(即,下行链路和上行链路)上,对相同的UE 1204进行调度。在该情况下,UE 1204可以按照在调度实体 302接收机处产生目标SINR的最低可能功率进行发射。此外,调度实体302 可以按照足够高的功率进行发射,以确保UE 1204接收机实现期望的SINR (不管来自其自己传输的任何部分泄漏)。

[0152] 如果调度实体302处的发射功率超过其能力,则调度实体302可以切换到较低的传输速率,这减少了所需要的SINR。调度实体可以选择最高可能的数据速率,此时可以在不超过其发射功率能力的情况下,满足目标 SINR。

[0153] 替代地,调度实体302可以选择用于从UE 1204接收数据的较低数据速率,这导致来自UE 1204的较低发射功率。转而,这转换成UE 1204处的较低的自干扰。

[0154] 图12示出了在具有能够进行受限的全双工功能的UE 1204的网络中的下面参数。在该视图中:

[0155] $P_{tx,1}$ 与从调度实体302发送的信号的功率相对应。

[0156] $P_{tx,2}$ 与从UE 1204发送的信号的功率相对应。

[0157] PL与调度实体302和UE 1204之间的路径损耗相对应。

[0158] $P_{rx,1}$ 与调度实体302处接收的功率相对应。这里, $P_{rx,1}=P_{tx,2}-PL$ 。

[0159] $P_{rx,2}$ 与UE 1204处接收的功率相对应。这里, $P_{rx,2}=P_{tx,1}-PL$ 。

[0160] X_1 表示调度实体302处的自干扰消除能力。

[0161] X_2 表示UE 1204处的自干扰消除能力。

[0162] I_2 与调度实体302处的自干扰相对应,其考虑了它的自干扰消除能力。也就是说, $I_2=P_{tx,1}-X_1$ 。

[0163] I_1 与UE 1204处的自干扰相对应,其考虑了它的自干扰消除能力。也就是说, $I_1=P_{tx,2}-X_2$ 。

[0164] $SINR_1$ 与UE 1204处的SINR相对应。

[0165] $SINR_2$ 与调度实体302处的SINR相对应。

[0166] 这里, $SINR_1=P_{tx,1}-PL-(N_0V(P_{tx,2}-X_2))$; $SINR_2=P_{tx,2}-PL-(N_0V(P_{tx,1}-X_1))$ 。在本公开内容的一个方面,在与 $SINR_1$ 和/或 $SINR_2$ 中的一个或二者有关的某些条件下(例如,一个或二者是否位于或者高于给定的门限值),可以启用UE 1204处的全双工能力。例如,当 $SINR_1 \geq SINR_{1,min}$ 时;以及当 $SINR_2 \geq SINR_{2,min}$ 时,可以启用全双工。

[0167] 用于与单一UE的全双工操作的可行性条件

[0168] 基于SINR分析,调度实体302和UE 1204处的最小发射功率(参见图 12)可以满足下式:

$$[0169] \quad P_{tx,1} = SINR_{1,min} + PL + (N_0V(P_{tx,2} - X_2)) \leq P_{tx,1,max} \quad (1'')$$

$$[0170] \quad P_{tx,2} = SINR_{2,min} + PL + (N_0V(P_{tx,1} - X_1)) \leq P_{tx,2,max} \quad (2'')$$

[0171] 如果满足以下各式,则可以同时地求解上面的两个方程:

[0172] $D \equiv X_1 + X_2 - (\text{SINR}_{1,\min} + \text{SINR}_{2,\min} + 2\text{PL}) > 0$;

[0173] $\text{SINR}_{1,\min} + \text{PL} + N_0 + (0V(\text{SINR}_{2,\min} + \text{PL} - X_2) - 10) \log_{10}(1 - 10^{-D/10}) \leq P_{\text{tx},1,\max}$; 以及

[0174] $\text{SINR}_{2,\min} + \text{PL} + N_0 + (0V(\text{SINR}_{1,\min} + \text{PL} - X_1) - 10) \log_{10}(1 - 10^{-D/10}) \leq P_{\text{tx},2,\max}$ 。

[0175] 事实上,上面最后两个不等式的左侧是这两个节点处的最小发射功率。通过减少 $\text{SINR}_{1,\min}$ 、 $\text{SINR}_{2,\min}$ 或者 PL 中的一个或多个,或者通过增加 X_1 或者 X_2 中的一个或多个,有助于在 UE 1204 处实现受限的全双工功能的可行性条件。调度实体 302 可以通过用户选择来增加或减少路径损耗 PL , 以及通过数据速率/类型/格式(即,数据与控制)选择来降低最低 SINR 要求。

[0176] 这里,如果与调度实体 302 处的 (X_1) 相比,UE 1204 处的自干扰拒绝能力 (X_2) 要小的多,则对于类似的链路 SINR 来说,与 UE 1204 处的 ($P_{\text{tx},2}$) 相比,调度实体 302 处的所需发射功率 ($P_{\text{tx},1}$) 有益地小的多。

[0177] 在本公开内容的另外方面,调度实体 302 还可以通过选择操作在准全双工模式下来增加 X_1 和/或 X_2 的有效值,其中这两个链路分配给相同频带上的不同信道/子信道。

[0178] 图 13 是根据本公开内容的一个或多个方面,示出用于判断在 UE 处是否启用全双工操作的示例性过程 1300 的流程图。在一些例子中,过程 1300 可以由网络节点(例如,如上所述并在图 1 中所示出的调度实体 100 和/或处理系统 114) 来执行。在一些例子中,过程 1300 可以由用于实现所描述的功能的任何适当单元来执行。

[0179] 在方框 1302 处,设备(例如,调度实体 100)可以与第一无线设备(例如,UE 200)进行通信,在方框 1304 处,调度实体 100 可以判断第一 UE 200 的发射功率是否是不期望地低(例如,低于适当的发射功率门限)。如果发射功率不低于发射功率门限,则该过程可以进行到方框 1306,其中,调度实体 100 可以配置第一 UE 200 进行半双工功能。另一方面,如果 UE 200 的发射功率低于发射功率门限,则该过程可以进行到方框 1308,其中,调度实体 100 可以启用 UE 100 处的全双工功能。此外,在方框 1310 处,调度实体 100 可以将具备全双工能力的 UE 100 的发射功率配置成产生适当的目标 SINR 的最低可能发射功率。

[0180] 扩展到更广义的自干扰消除模型

[0181] 图 14 是示出类似于图 12 中所示出的系统的示例性无线通信系统的框图,其中,UE 1404 被配置为实现受限的全双工功能。但是,在图 14 中,该传输特性示出了用于自干扰消除的广义模型。也就是说,如上所述:

[0182] $P_{\text{tx},1}$ 与从调度实体 302 发送的信号的功率相对应。

[0183] $P_{\text{tx},2}$ 与从 UE 1404 发送的信号的功率相对应。

[0184] $\text{PL}_1 = \text{PL}_2 = \text{PL}$ 与调度实体 302 和 UE 1404 之间的路径损耗相对应。

[0185] $P_{\text{rx},1}$ 与调度实体 302 处接收的功率相对应。这里, $P_{\text{rx},1} = P_{\text{tx},2} - \text{PL}_2$ 。

[0186] $P_{\text{rx},2}$ 与 UE 1404 处接收的功率相对应。这里, $P_{\text{rx},2} = P_{\text{tx},1} - \text{PL}_1$ 。

[0187] X_1 表示调度实体 302 处的自干扰消除能力。

[0188] X_2 表示 UE 1404 处的自干扰消除能力。

[0189] 未消除的自干扰功率可以通过例如 $I = (1/X) \cdot P^\lambda$ 来给出。在 dB 域中,这可以写成为: $I = \lambda P - X$ 。

[0190] λ_1 和 λ_2 表示发射功率 P 和残留干扰功率 I 之间的关系。通常,对于很多全双工无线电

实现来说, $0 < \lambda < 1$, 但不一定是这种情况。在前面的例子和分析中, 假定 λ 等于 1, 在该情况下, 残留干扰 I 将比发射功率 P 小 X dB。在 λ 等于 0.5 的例子中, 如果将发射功率 P 增加 1dB, 则残留干扰功率 I 将只增加 0.5dB。

[0191] I_1 与调度实体 302 处的自干扰相对应, 其考虑了它的自干扰消除能力。这里, 自干扰功率的广义模型可以通过等式 $I_1 = \lambda_1 P_{tx,1} - X_1$ 来表示。

[0192] I_1 与 UE 1404 处的自干扰相对应, 其考虑了它的自干扰消除能力。这里, 自干扰功率的广义模型可以通过等式 $I_1 = \lambda_2 P_{tx,2} - X_2$ 来表示。

[0193] $SINR_1$ 与 UE 1404 处的 SINR 相对应。

[0194] $SINR_2$ 与调度实体 302 处的 SINR 相对应。

[0195] 这里, $SINR_1 = P_{tx,1} - PL - (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2} - X_2))$; $SINR_2 = P_{tx,2} - PL - (N_0 V (\lambda_1 P_{tx,1} - X_1))$ 。在本公开内容的一个方面, 在与 $SINR_1$ 和/或 $SINR_2$ 中的一个或二者有关的某些可行性条件下 (例如, 一个或二者是否位于或者高于给定的门限值), 可以启用 UE 1404 处的全双工能力。例如, 当 $SINR_1 \geq SINR_{1,min}$ 时; 以及当 $SINR_2 \geq SINR_{2,min}$ 时, 可以启用全双工。

[0196] 使用广义自干扰模型的用于与单一 UE 的全双工操作的可行性条件

[0197] 基于发送的信号的 SINR 分析, 调度实体 302 和 UE 1404 处的最小发射功率可以通过满足下面的不等式来获益:

[0198] $SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2} - X_2)) \leq P_{tx,1} \leq P_{tx,1,max}$; 以及 (1''')

[0199] $SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 V (\lambda_1 P_{tx,1} - X_1)) \leq P_{tx,2} \leq P_{tx,2,max}$, (2''')

[0200] 其中, $PL_1 = PL_2 = PL$ 。

[0201] 在上面的公开内容中, 在概括之前, 已经解决 $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$ 的情况。因此, 只要考虑 $\lambda_1 \leq 1, \lambda_2 \leq 1, \lambda_1 \lambda_2 < 1$ 。在这些情况下, 只要满足以下条件, 就存在可行的功率分配:

[0202] $P_{tx,1,max} - PL_1 - (N_0 V (\lambda_2 (SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 V (\lambda_1 P_{tx,1,max} - X_1))) - X_2)) \geq SINR_{1,min}$ 。

[0203] $P_{tx,2,max} - PL_2 - (N_0 V (\lambda_1 (SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2,max} - X_2))) - X_1)) \geq SINR_{2,min}$ 。

[0204] 用于表达上式的另一种方式可以是生成可行性函数。例如, 通过从两边减去 $SINR_{1,min}$, 可以获得第一可行性函数 $f_1()$:

[0205] $P_{tx,1,max} - PL_1 - (N_0 V (\lambda_2 (SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 V (\lambda_1 P_{tx,1,max} - X_1))) - X_2)) - SINR_{1,min} \geq 0$ 。

[0206] 这里, $f_1() = P_{tx,1,max} - PL_1 - (N_0 V (\lambda_2 (SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 V (\lambda_1 P_{tx,1,max} - X_1))) - X_2)) - SINR_{1,min}$, 如果 $f_1() \geq 0$, 则可以满足该可行性条件。

[0207] 类似地, 可以获得第二可行性函数 $f_2()$, 如下所述:

[0208] $P_{tx,2,max} - PL_2 - (N_0 V (\lambda_1 (SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2,max} - X_2))) - X_1)) - SINR_{2,min} \geq 0$ 。

[0209] 这里, $f_2() = P_{tx,2,max} - PL_2 - (N_0 V (\lambda_1 (SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2,max} - X_2))) - X_1)) - SINR_{2,min}$, 如果 $f_2() \geq 0$, 则可以满足可行性条件。

[0210] 正如预期的那样, 可以通过减少 $PL_1 (= PL_2 = PL)$ 和/或 $SINR_{1,min}/SINR_{2,min}$, 或者通过增加 X_1 或 X_2 , 来增加上面的不等式的左侧。换言之, 可以通过减少 $SINR_{1,min}$ 、 $SINR_{2,min}$ 、 $PL_1 (= PL_2 = PL)$ 中的一个或多个, 或者通过增加 X_1 或 X_2 中的一个或多个, 来促进可行性条件。这意味着调度实体 302 的定性行为与原始干扰模型中的定性行为相同。也就是说, 调度实体 302 可以通过明智的用户选择来减少路径损耗, 或者通过数据速率或数据类型 (例如, 业务与控制) 的明智选择来减少目标 SINR。

[0211] 全双工能力报告

[0212] 在本公开内容的另外方面,为了促进调度实体302和UE 1404之间的全双工操作,UE 1404可以向调度实体302宣告(例如,通过发送相对应的信息元素)一个或多个干扰消除能力参数254(例如,其自干扰消除因子(λ_2 、 X_2))。在一些例子中,该宣告可以是UE类别报告的一部分,或者在另一个例子中,该宣告可以是单独的能力属性。

[0213] 此外,由于(λ_2 、 X_2)的值还可以是基于UE 1404处的功率放大器状态(例如,开或关),因此UE 1404可以宣告干扰消除能力参数(λ_2 、 X_2)的列表/阵列/表,例如,每一个功率放大器状态一个(一对)值。此外,在一些例子中,UE 1404可以定期地报告其功率放大器状态或者路径损耗,使得调度实体302可以确定UE 1404能够在给定的状态/配置下执行的干扰消除的程度。

[0214] 在基站处实现自干扰消除的扩展/广义模型情况下,重新访问服务于两个半双工UE的全双工基站

[0215] 图15是包括两个半双工UE(UE1 1504和UE2 1506)的无线通信网络的框图,其中,所示出的通信参数与用于全双工调度实体302处的自干扰消除的扩展模型或广义模型相对应。在该示图中:

[0216] $P_{tx,1}$ 表示来自调度实体302的发射功率;

[0217] $P_{tx,2}$ 表示来自UE2 1506的发射功率;

[0218] $P_{rx,1}$ 表示在UE1 1504处的与来自调度实体302的传输相对应的接收功率;

[0219] $I_2 = \lambda P_{tx,1} - X$ 表示调度实体302处的自干扰;

[0220] $I_{12} = P_{tx,2} - PL_{12}$ 表示在UE1 1504处接收的与来自UE2 1506的传输相对应的设备交叉干扰功率;

[0221] PL_1 表示与从调度实体302到UE1 1504的传输相对应的路径损耗;

[0222] PL_2 表示与从UE2 1506到调度实体302的传输相对应的路径损耗;

[0223] PL_{12} 表示与从UE2 1506到UE1 1504的传输相对应的路径损耗;

[0224] $SINR_1$ 表示在UE1 1504处检测的SINR;

[0225] $SINR_2$ 表示在调度实体302处检测的SINR;

[0226] X 表示在调度实体302处的干扰抑制的幅度;以及

[0227] N_0 表示噪声。

[0228] 可以将该场景的分析视作为上面结合图14针对于单一全双工UE情况所给出的分析的特殊情况。但是,这里,

[0229] $\lambda_1 = \lambda, \lambda_2 = 1, X_1 = X, X_2 = PL_{12}$ 。

[0230] 此外,在该示图中,路径损耗 PL_1 和 PL_2 可以是彼此之间不同的。这导致下面的情形。上面的公开内容解决了 $\lambda = 1$ 的情形。因此,应当只要考虑 $\lambda < 1$ 。在该情况下,只要满足以下条件,就存在可行的功率分配:

[0231] $P_{tx,1,max} - PL_1 - (N_0 V (SINR_{2,min} + PL_2 + (N_0 V (\lambda P_{tx,1,max} - X)) - PL_{12})) \geq SINR_{1,min}$; 以及

[0232] $P_{tx,2,max} - PL_2 - (N_0 V (\lambda (SINR_{1,min} + PL_1 + (N_0 V (\lambda_2 P_{tx,2,max} - PL_{12}))) - X)) \geq SINR_{2,min}$ 。

[0233] 如同在上面结合图14所描述的单一UE场景中,图15中所示出的广义模型导致调度实体302的定性行为如同原始干扰模型中的定性行为。也就是说,调度实体302可以通过明智的用户选择来减少路径损耗,或者通过数据速率或数据类型(业务与控制)的明智选择来减少目标SINR。

[0234] 扩展到多跳网络

[0235] 在上文,本公开内容基本上被限制于以下讨论:无线电级别全双工能力调度实体302(例如,基站)在同一时间在相同的频率信道/频带上向第一UE进行发送和从第二UE进行接收。但是,本公开内容在广义上并不限于此。也就是说,现参见图16,在本公开内容的一些方面,可以对本文所描述的概念进行推广以应用于多跳/网格系统,其中,全双工节点是多跳/中继网络中的中间节点1604,其从上游节点接收数据,向下游节点发送数据。这里,上游节点可以是基站1602/1603、UE或者甚至另一个中继节点。类似地,下游节点可以是UE 1606/1610或者另一个中继节点。在一些例子中,该中间节点(例如,中继站1604)可以不仅与多个下游节点(例如,多个UE)具有连接,而且还与多个上游节点(例如,多个锚定基站)具有连接。

[0236] 在一个特定的例子中,中继节点1604可以携带从上游节点(例如,锚定基站1602)到下游节点(例如,UE 1606)的下行链路数据。在另一个例子中,相同的中继节点1604可以携带从下游节点(例如,UE 1606)到上游节点(例如,锚定基站1602)的上行链路数据。在这些例子中,中继节点1604可以具有无线电级别全双工能力,但其它上游/下游节点可以具有这种全双工能力,也可以不具有这种全双工能力。换言之,锚定基站和UE可以是半双工、全双工、或者受限的全双工,如上所述。

[0237] 在本公开内容的各个方面,中继节点1604可以以几种不同方式中的任何一种来参与全双工操作,在图17、18、19、20、21和图22中示出了一些例子。

[0238] 例如,图17示出了一种无线通信系统,其中,中继节点1704可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)从锚定基站1702接收下行链路数据,向UE 1706发送下行链路数据。

[0239] 图18示出了根据另一个例子的无线通信系统,其中,中继节点1804可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)从UE 1806接收上行链路数据,向锚定基站1802发送上行链路数据。

[0240] 图19示出了根据另一个例子的无线通信系统,其中,中继节点1904可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)向UE 1910发送下行链路数据,从另一个UE 1906接收上行链路数据。

[0241] 图20示出了根据另一个例子的无线通信系统,其中,中继节点2004可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)从锚定基站2002接收(目的地针对于某个UE的)下行链路数据,向另一个锚定基站2003发送(源自于某个其它UE的)上行链路数据。

[0242] 图21示出了根据另一个例子的无线通信系统,其中,中继节点2104可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)发送和接收去往/来自相同的锚定基站2102的数据(如果该锚定基站也具有无线电级别全双工能力的话)。

[0243] 图22示出了根据另一个例子的无线通信系统,其中,中继节点2204可以同时地(并在相同的频率信道/频带上)发送和接收去往/来自相同的UE 2210的数据(如果该UE也具有无线电级别全双工能力的话)。

[0244] 总之,全双工操作下的两个协同调度的链路可以与下游上的任何适当数量的节点(例如,一个或多个)、以及上游上的任何适当数量的节点(例如,一个或多个)相关联。如果上游/下游节点也具有全双工能力,则这两个协同调度的链路可以与相同的上游/下游节点相关联。

[0245] 在所有这些情况中,如果相关联的路径损耗、SINR目标和自干扰消除参数满足在前面的段落中所描述的可行性条件,则中继节点1604可以在接入跳上(即,中继节点1604和终端UE 1606之间的无线链路),或者在回程跳上(即,中继节点1604和其锚定基站1602之间的无线链路),或者横跨接入跳和回程跳,在全双工模式下操作。否则,如上面的例子中所描述的,中继节点1604可以使用时分双工或频分双工,在两个链路上进行操作。用于促进全双工操作的可行性条件的、关于用户选择、SINR目标选择的考虑(通过选择适当的数据速率或数据类型,即,用户业务与诸如 CQI/ACK/REQ之类的控制信令)可以几乎逐字逐句地运用到这种中继操作的情形。

[0246] 在本公开内容的另外方面,上面针对全双工操作所描述的同类型的可行性条件和考虑可以应用于更通用的在任意数量的中间节点具有全双工能力的多跳/网格系统,即使回程跳与锚定跳之间的不同、以及锚定基站和终端UE之间的不同在这些基于网格的通信系统中是模糊的。具体而言,只要相关联的路径损耗、自干扰消除/拒绝参数(λ 和 X)和链路SINR目标满足可行性条件,具有无线电级别全双工能力的中间节点可以对上游节点和下游节点进行协同调度,以便同时地向它们中的一个发送数据/控制,从另一个接收数据/控制。如前所述,调度实体(其可以托管在中间节点上、或者诸如锚定基站之类的另一个控制节点上)可以通过适当地选择上游/下游节点,来改变路径损耗参数,同时通过适当地选择数据速率和/或数据类型(例如,业务与控制),来改变SINR目标。如果不满足针对协同信道全双工条件的可行性条件,则调度实体可以考虑准双工操作(在相同的频带中的不同信道/子信道上),或者根据需要而回退到半双工操作。

[0247] 结论

[0248] 如上所述,本公开内容的一个或多个方面提供了一种无线通信系统,其中,全双工节点(例如,调度实体)可以与一个或多个其它节点或设备进行无线地通信。这里,全双工节点可以确定自己和与之进行通信的设备之间的路径损耗 $\{PL_k\}$ 。可以以任何适当的方式来确定路径损耗 $\{PL_k\}$,上文描述了其中的很多部分。

[0249] 在一些例子中,全双工节点可以直接地和/或间接地确定与之通信的成对的设备之间的设备间路径损耗 $\{PL_{i,j}\}$ 。可以以任何适当的方式来确定设备间路径损耗 $\{PL_{i,j}\}$,上文描述了其中的很多部分。

[0250] 全双工节点可以确定自己和与之通信的设备中的一个或多个设备之间的多个链路的某些目标SINR值。此外,全双工节点可以确定涉及自己和一对设备之间的路径损耗、该对设备之间的路径损耗的一个或多个可行性函数 $f_n()$,以及涉及该全双工节点和该对设备的多个链路的目标SINR值。在一些情况下,这两个设备可以是一个和相同的。在该情况下,该设备的自干扰消除参数取代设备间路径损耗。

[0251] 在一些例子中,如果所有的可行性函数都具有正值,则可以选择用于全双工协同调度的成对的设备。在本公开内容的一些方面,每一个可行性函数 $f_n()$ 可以是路径损耗和目标SINR的非递增或递减函数。

[0252] 在本公开内容的一些方面,可以通过针对全双工协同调度考虑不同对的UE,来改变用在可行性函数中的路径损耗项。在另外的方面,可以通过考虑不同的调制和编码方案(MCS)或者业务类型(例如,用户数据与控制/信令),来改变相关的链路的目标SINR。

[0253] 在本公开内容的另外方面,与全双工调度不兼容的一对UE可被考虑用于在相同的

频带中的不同/相邻信道/子信道上进行准全双工调度。

[0254] 如本领域普通技术人员所应当理解的,贯穿本公开内容描述的各个方面可以扩展到任何适当的电信系统、网络架构和通信标准。举例而言,各个方面可以应用于诸如W-CDMA、TD-SCDMA和TD-CDMA之类的UMTS 系统。各个方面还可以应用于使用长期演进(LTE)(在FDD、TDD模式或者这两种模式下)、改进的LTE(LTE-A)(在FDD、TDD模式或者这两种模式下)、CDMA 2000、演进数据优化(EV-DO)、超移动宽带(UMB)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、超宽带(UWB)、蓝牙的系统和其它适当的系统,其包括尚待定义的广域网标准所描述的那些系统。所使用的实际电信标准、网络架构和/或通信标准取决于具体的应用和对该系统所施加的全部设计约束条件。

[0255] 在本公开内容之中,所使用的“示例性的”一词意味着“用作例子、例证或说明”。本文中描述为“示例性”的任何实现或者方面不应被解释为比本公开内容的其它方面更优选或更具优势。同样,词语“方面”并不需要本公开内容的所有方面都包括所讨论的特征、优点或者操作模式。本文使用“耦合”一词来指代两个对象之间的直接耦合或者间接耦合。例如,如果对象A物理地接触对象B,并且对象B接触对象C,则对象A和C可以仍然被认为是彼此之间耦合的,即使它们彼此之间并没有直接地物理接触。例如,第一芯片可以耦合到封装中的第二芯片,即使第一芯片从未直接地与第二芯片物理地接触。广义地使用术语“电路”和“电子电路”,它们旨在包括电子设备和半导体的硬件实现(其中当连接和配置这些电子设备和半导体时,实现本公开内容中所描述的功能的执行,而不作为对电子电路的类型的限制)以及信息和指令的软件实现(其中当这些信息和指令由处理器执行时,实现本公开内容中所描述的功能的执行)。

[0256] 可以对图1-22中所示出的部件、步骤、特征和/或功能中的一个或多个进行重新排列和/或组合成单个部件、步骤、特征或者功能,或者体现在几个部件、步骤或者功能中。在不偏离本文所公开的新颖特征的情况下,还可以增加另外的元素、部件、步骤和/或功能。图1、2、3、5、9、10、12、14、15、16、17、18、19、20、21和/或图22中所示出的装置、设备和/或部件可以被配置为执行本文所描述的以及在图4、6、7、8、11和/或图13 中所示出的方法、特征或步骤中的一个或多个。本文所描述的新颖算法也可以利用软件来高效地实现,和/或嵌入在硬件之中。

[0257] 应当理解的是,本文所公开方法中的步骤的特定顺序或层次只是示例性过程的一个例子。应当理解的是,根据设计偏好,可以重新排列这些方法中的步骤的特定顺序或层次。所附的方法权利要求以示例顺序给出了各种步骤的元素,但并不意味着其受到给出的特定顺序或层次的限制,除非本文进行了明确地说明。

[0258] 为使本领域任何普通技术人员能够实现本文描述的各个方面,提供了上面的描述。对于本领域普通技术人员来说,对这些方面的各种修改都是显而易见的,并且本文所定义的总体原理也可以适用于其它方面。因此,权利要求书并不旨在限于本文示出的方面,而是被授予与权利要求书的语言相一致的全部范围,其中,除非特别说明,否则用单数形式修饰某一部件并不意味着“一个和仅仅一个”,而可以是“一个或多个”。除非另外特别说明,否则术语“一些”指代一个或多个。指代一个列表项“中的至少一个”的短语是指这些项的任意组合,其包括单个成员。举例而言,“a、b 或c中的至少一个”旨在覆盖:a;b;c;a和b;a和c;b和c;a、b和c。贯穿本公开内容描述的各个方面的要素的所有结构和功能等价物以引用方式

明确地并入本文中,并且旨在由权利要求所涵盖,这些结构和功能等价物对于本领域普通技术人员来说是公知的或将要是公知的。此外,本文中没有任何公开内容是想奉献给公众的,不管这样的公开内容是否明确记载在权利要求书中。此外,不应依据35U.S.C. §112第六段的规定来解释任何权利要求的构成要素,除非该构成要素明确采用了“用于……的单元”的措辞进行记载,或者在方法权利要求中,该构成要素是用“用于……的步骤”的措辞来记载的。

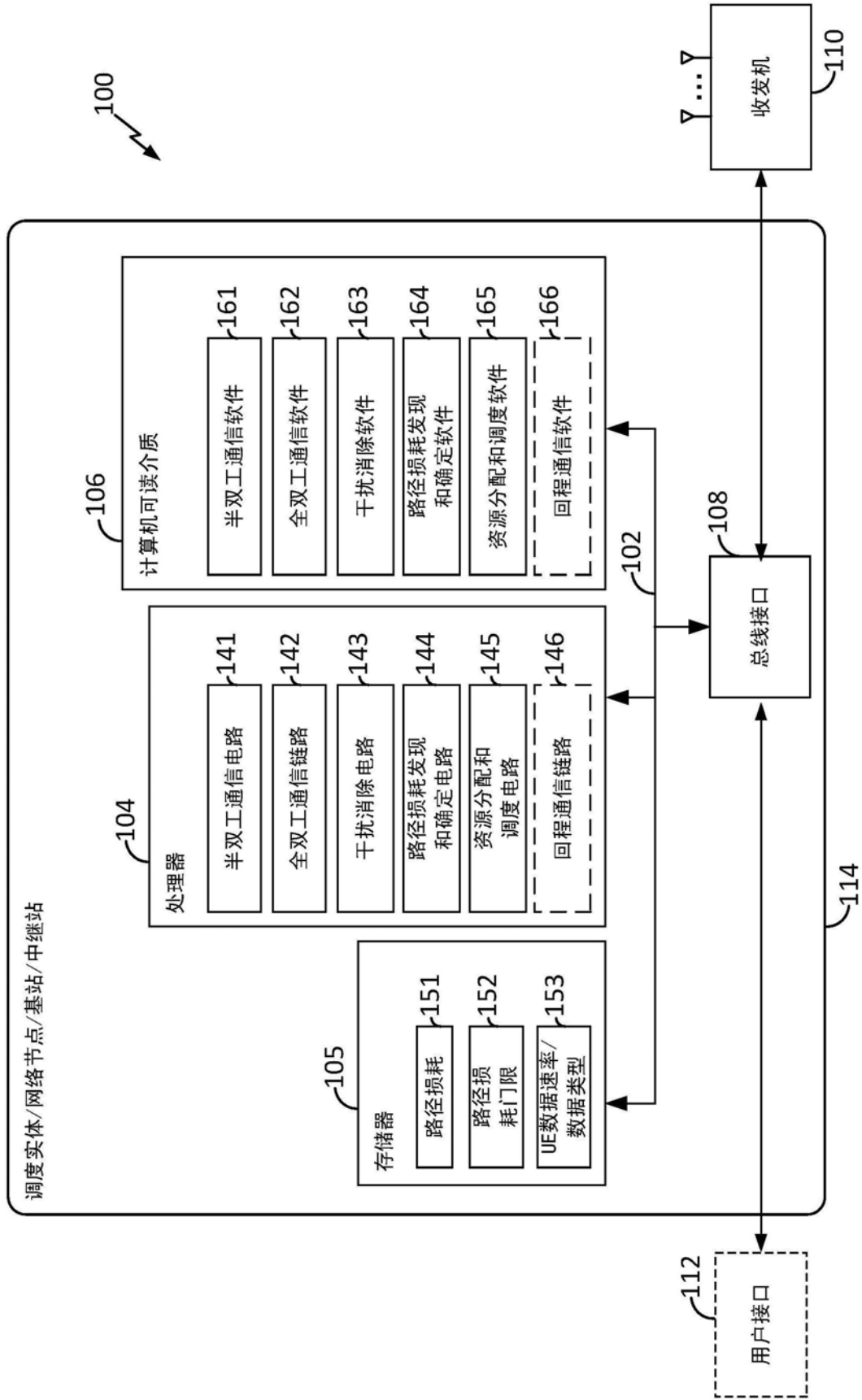


图1

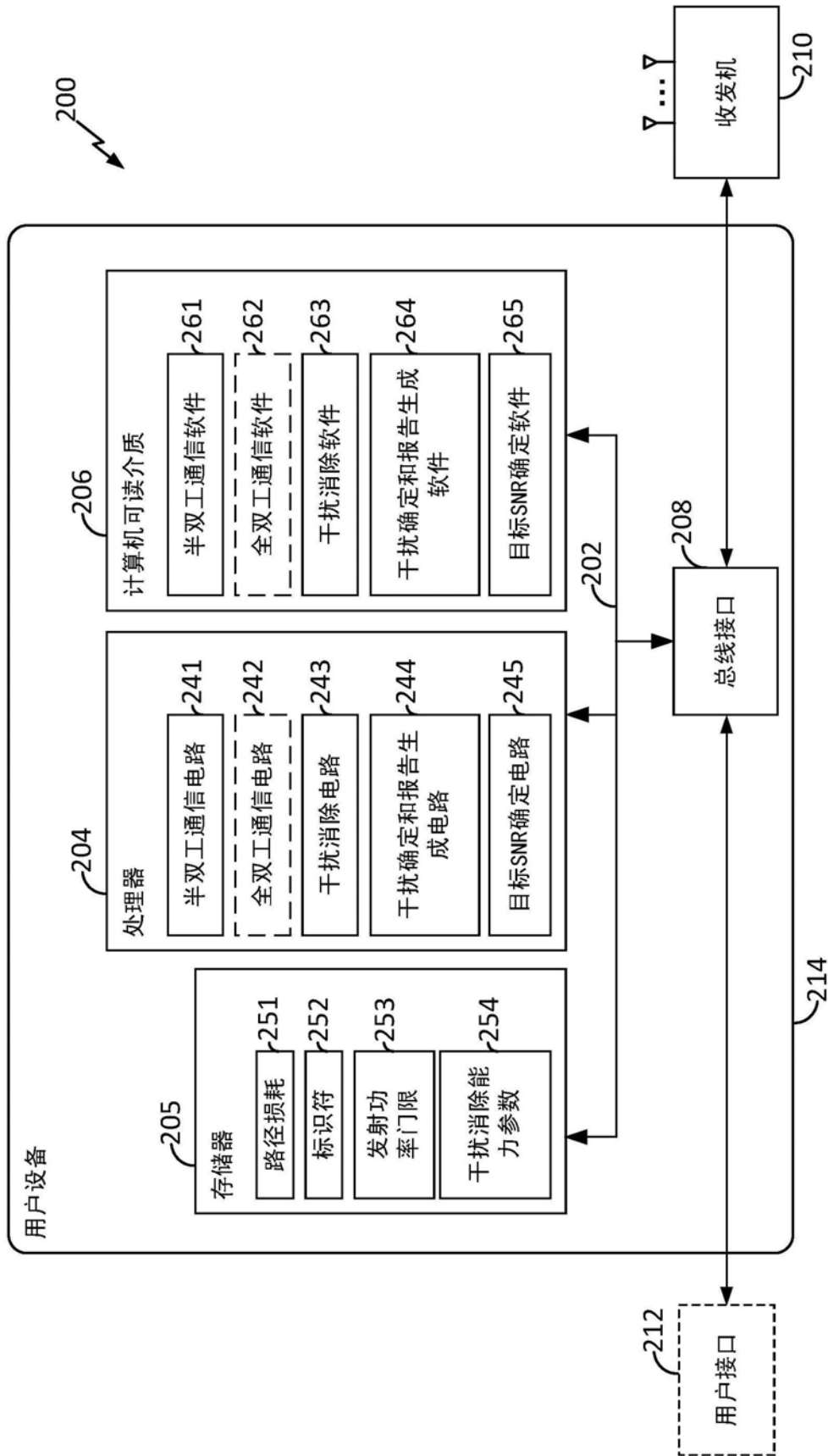


图2

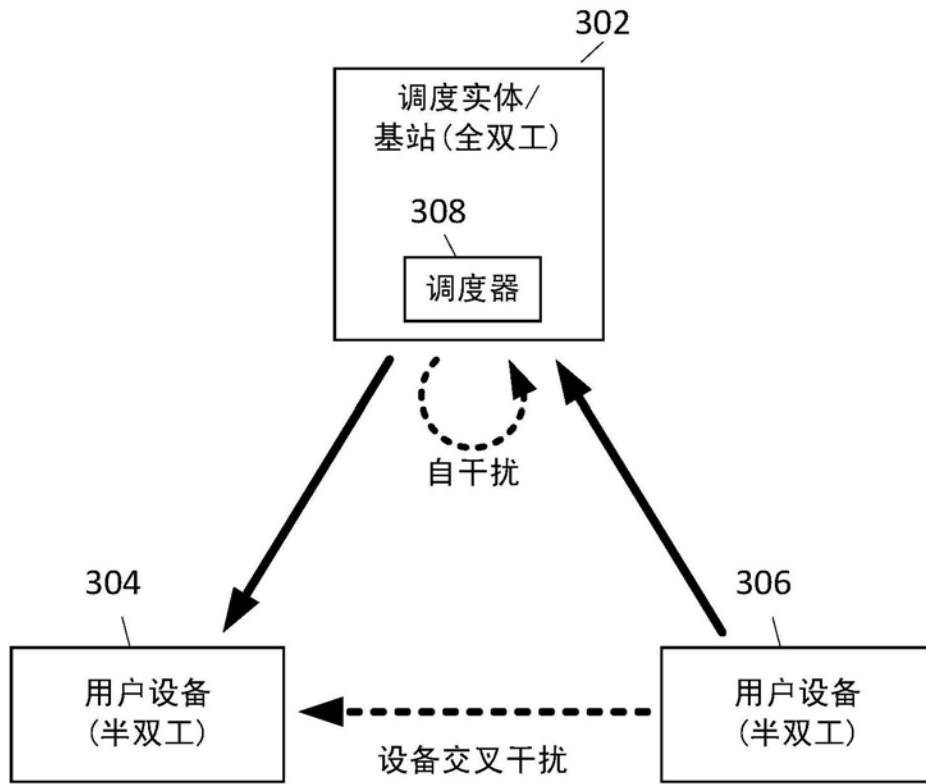


图3

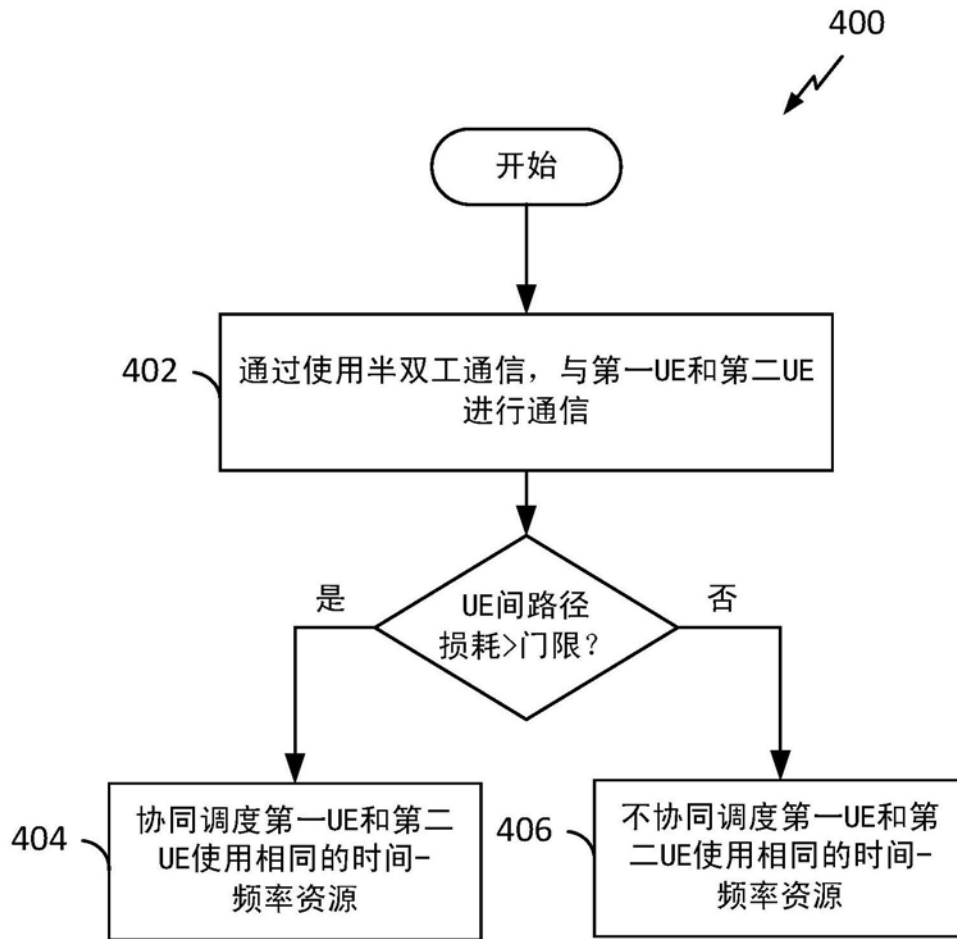


图4

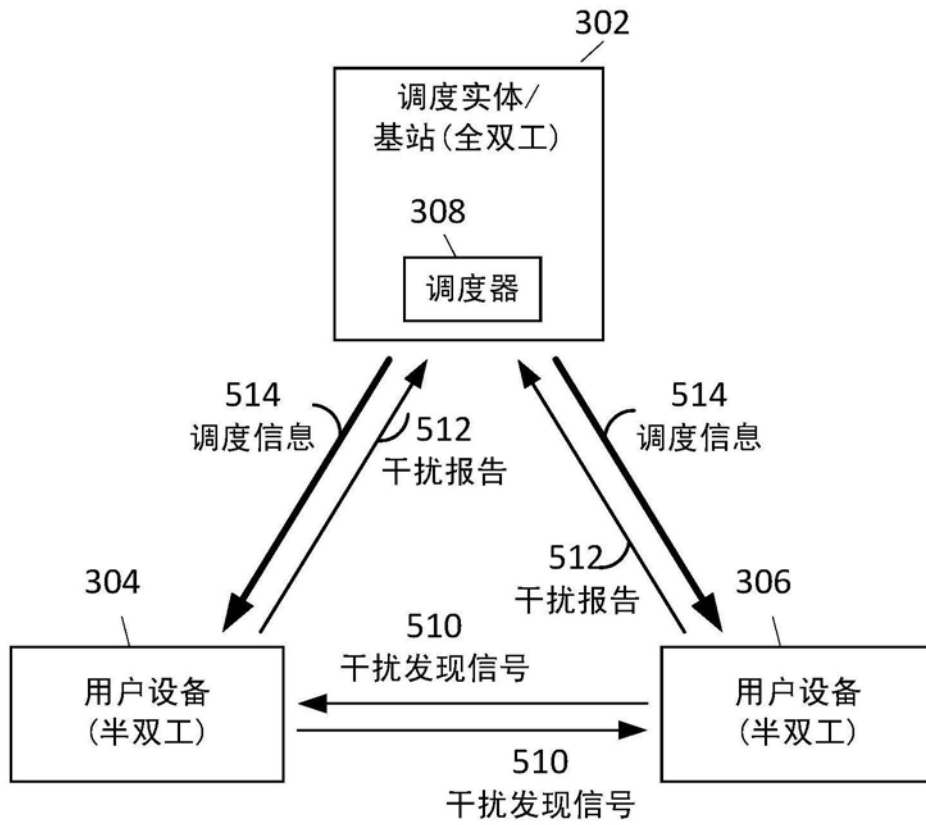


图5

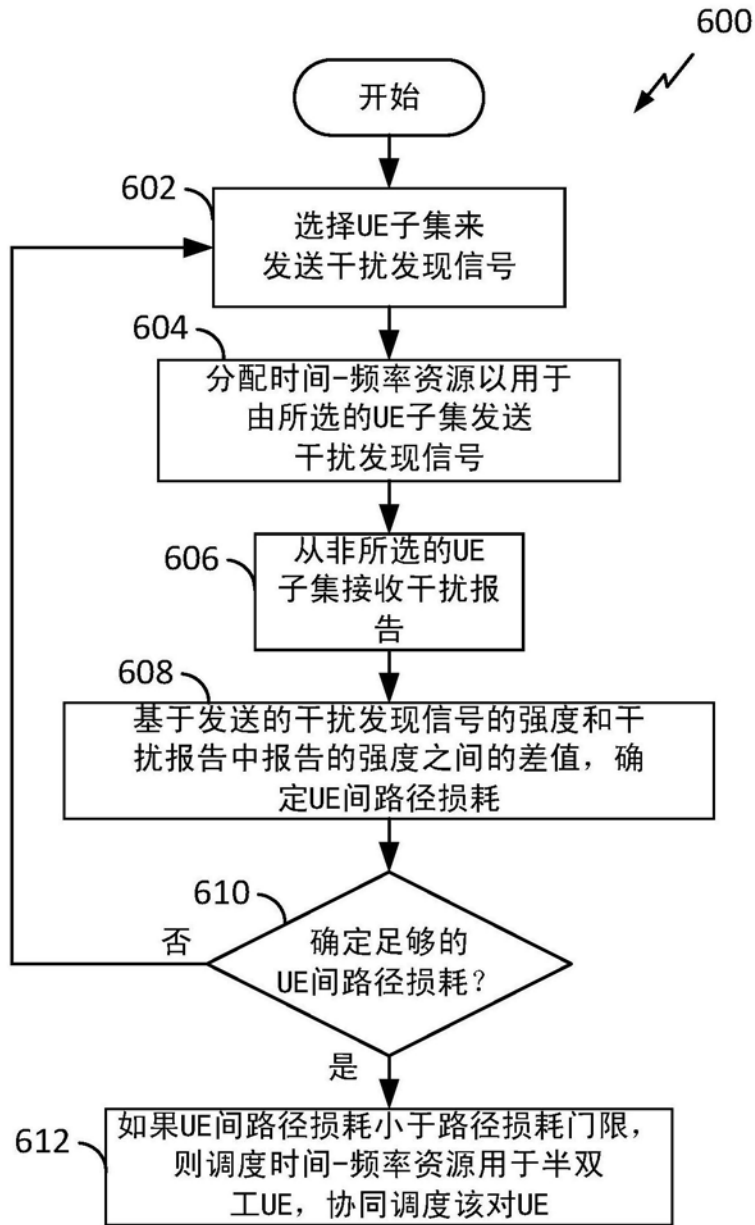


图6

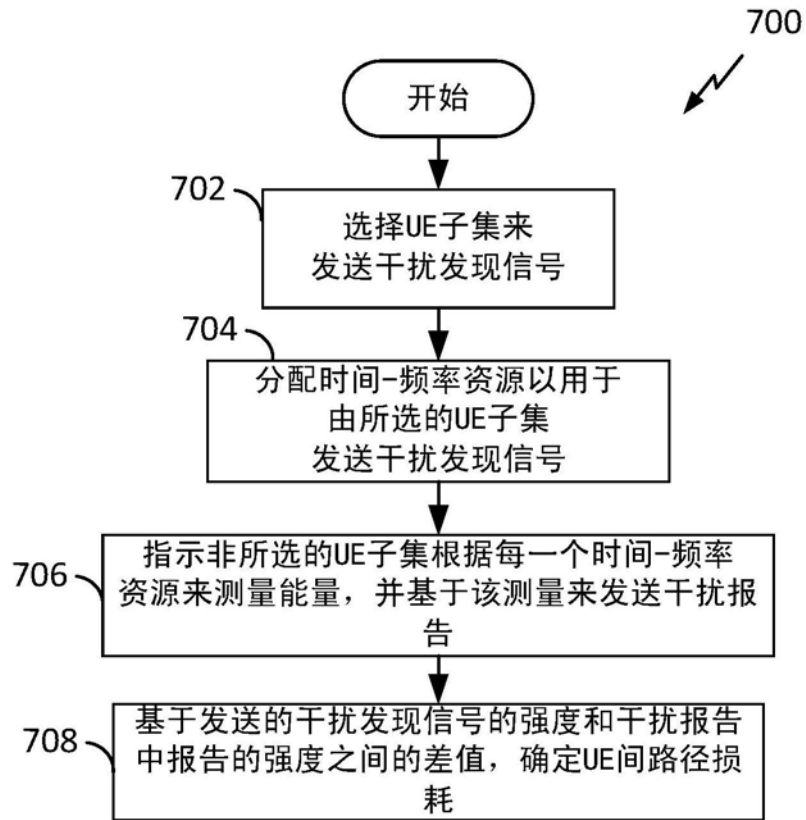


图7

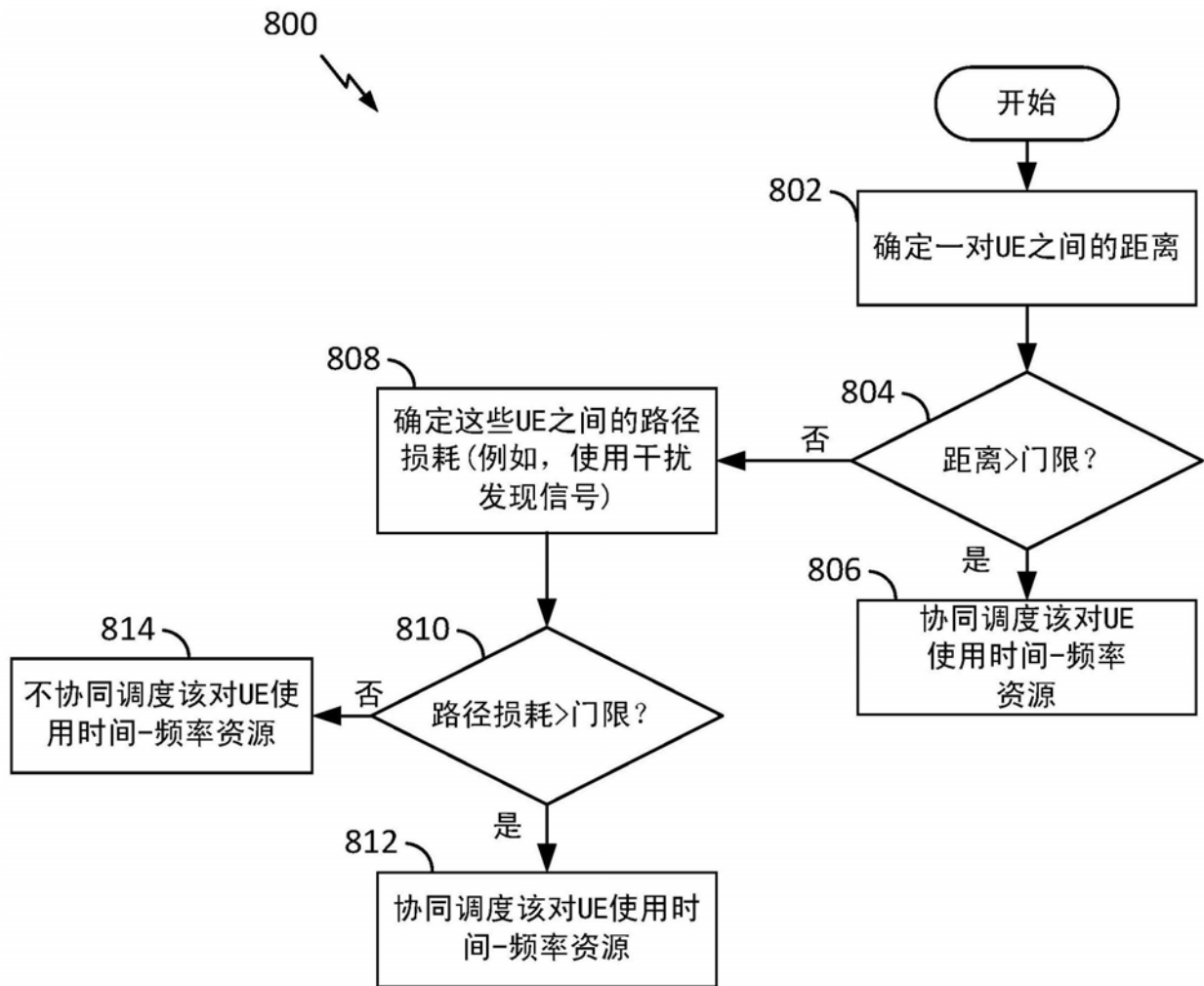


图8

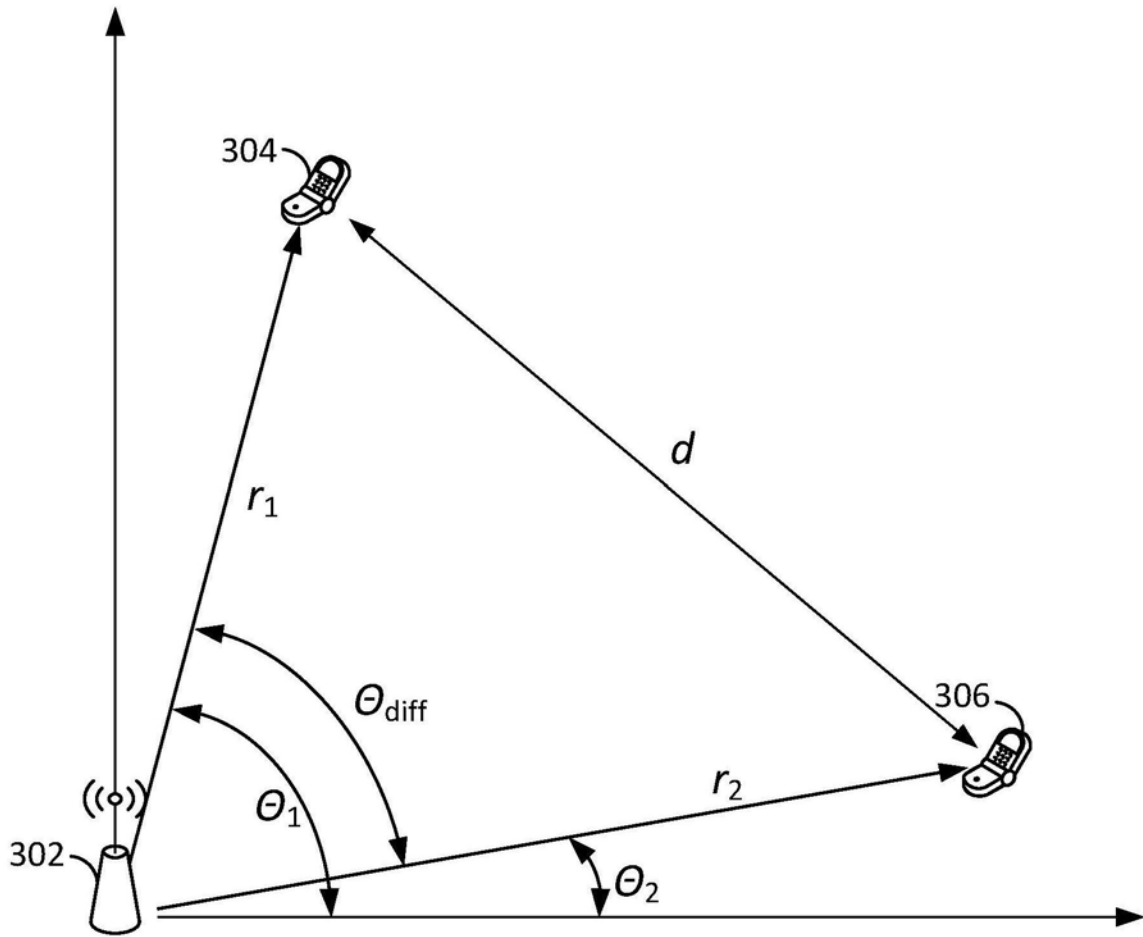


图9

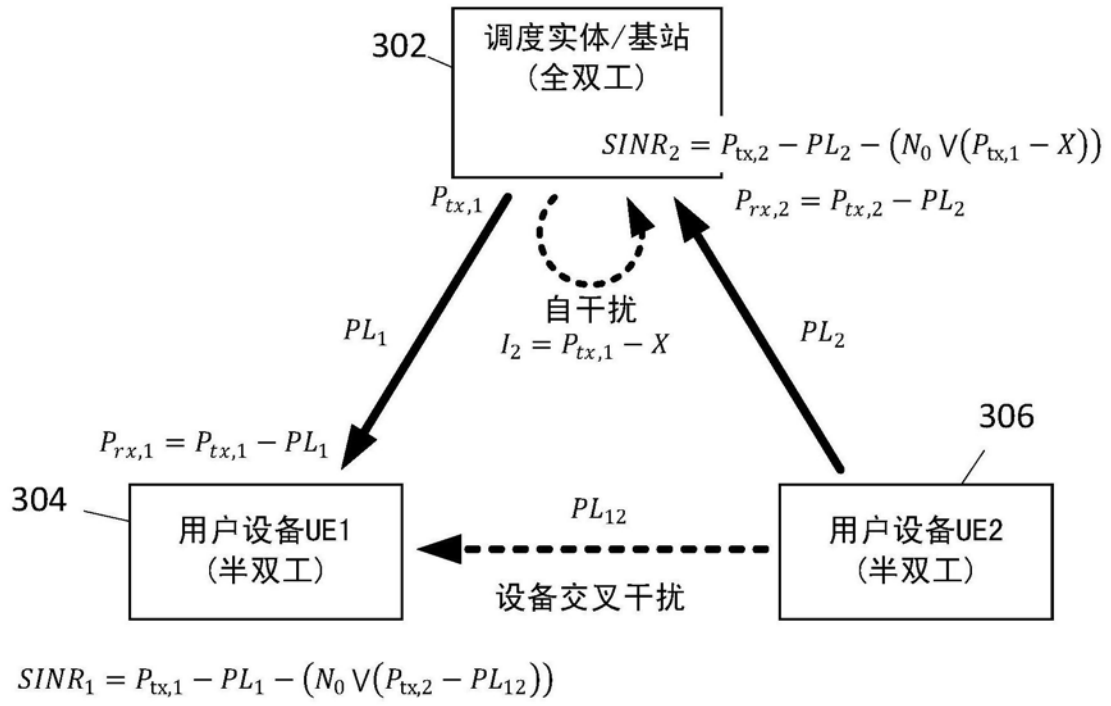


图10

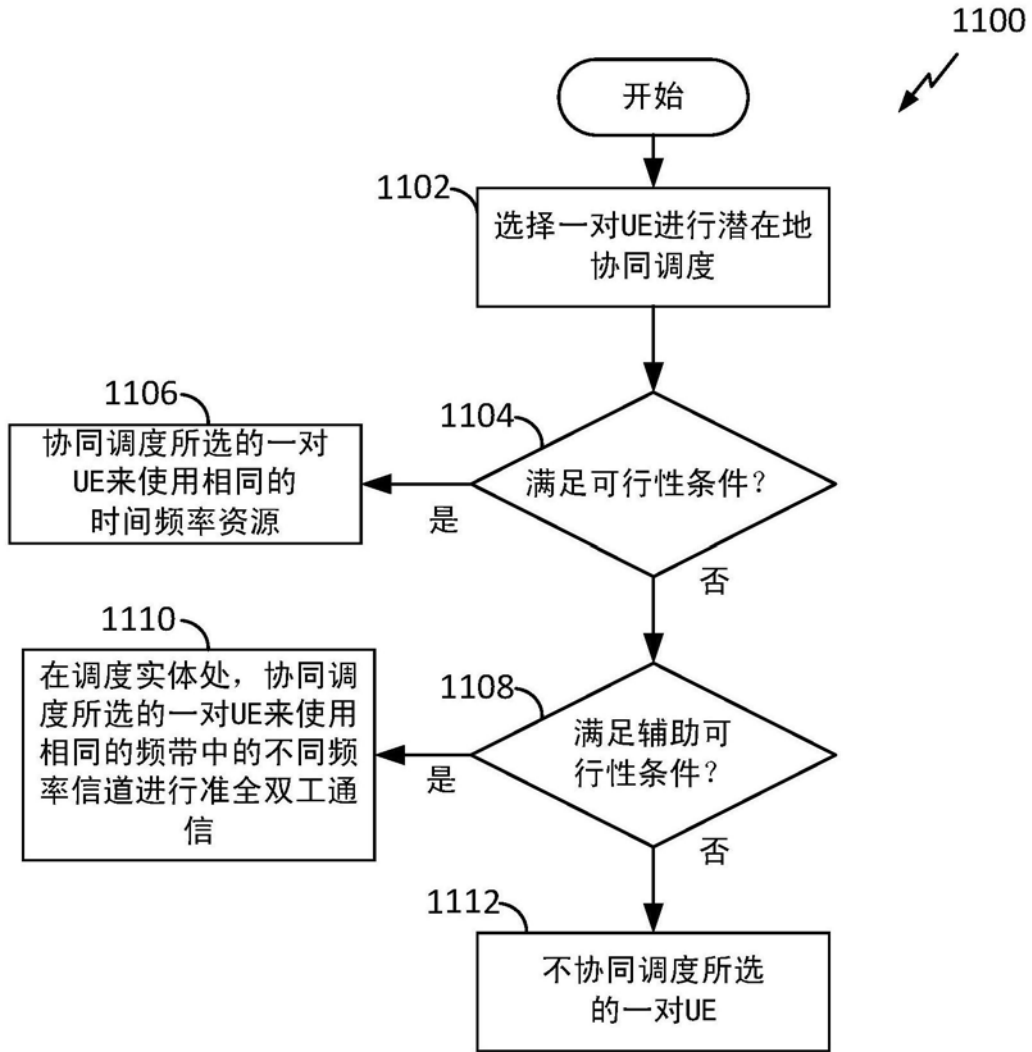


图11

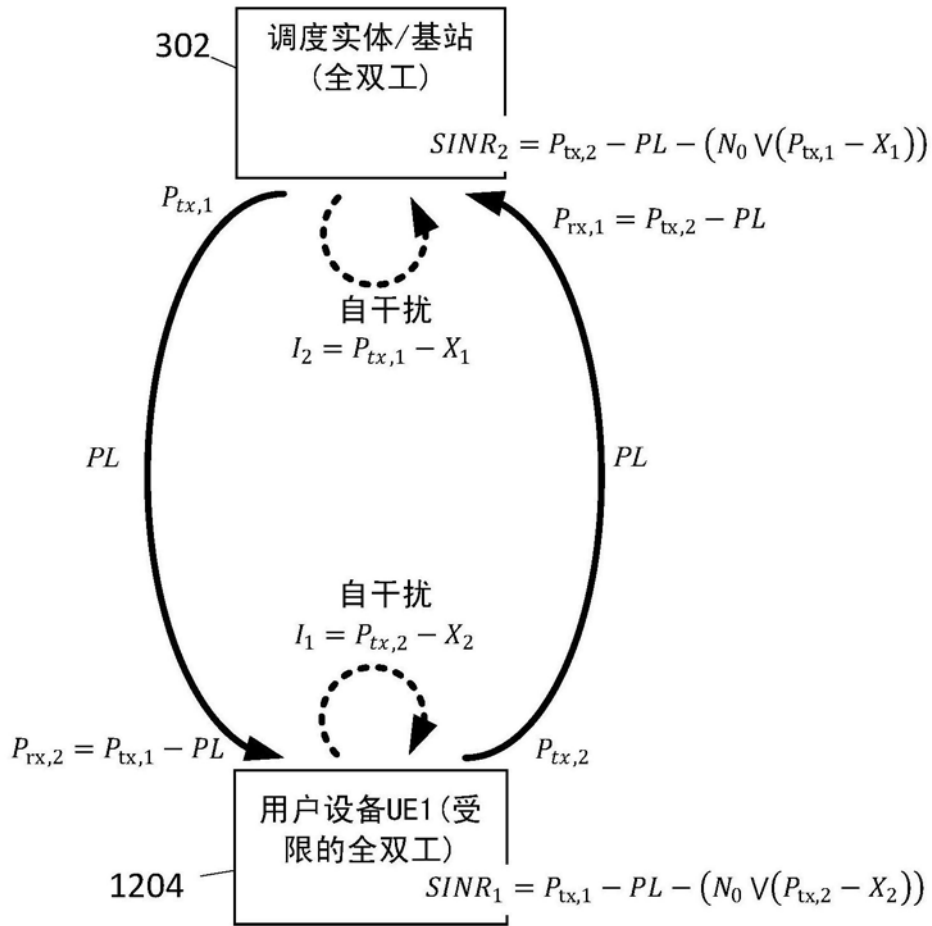


图12

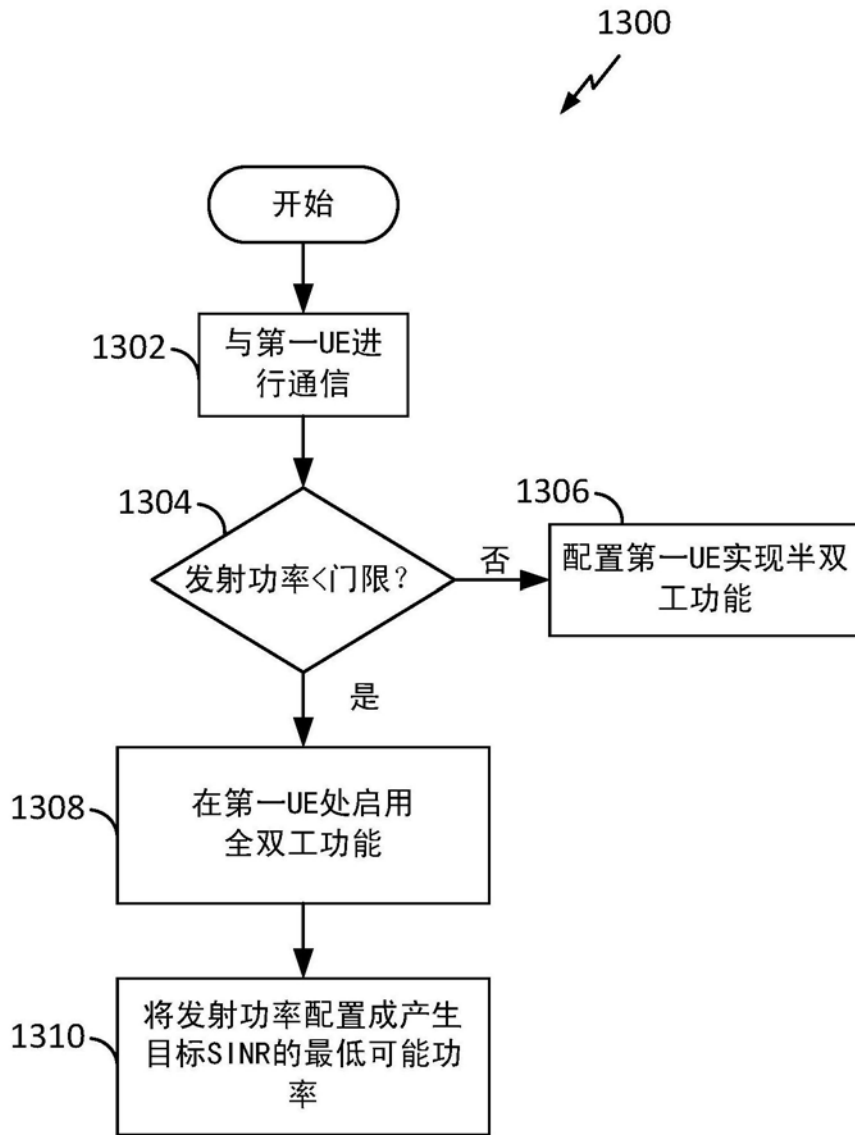


图13

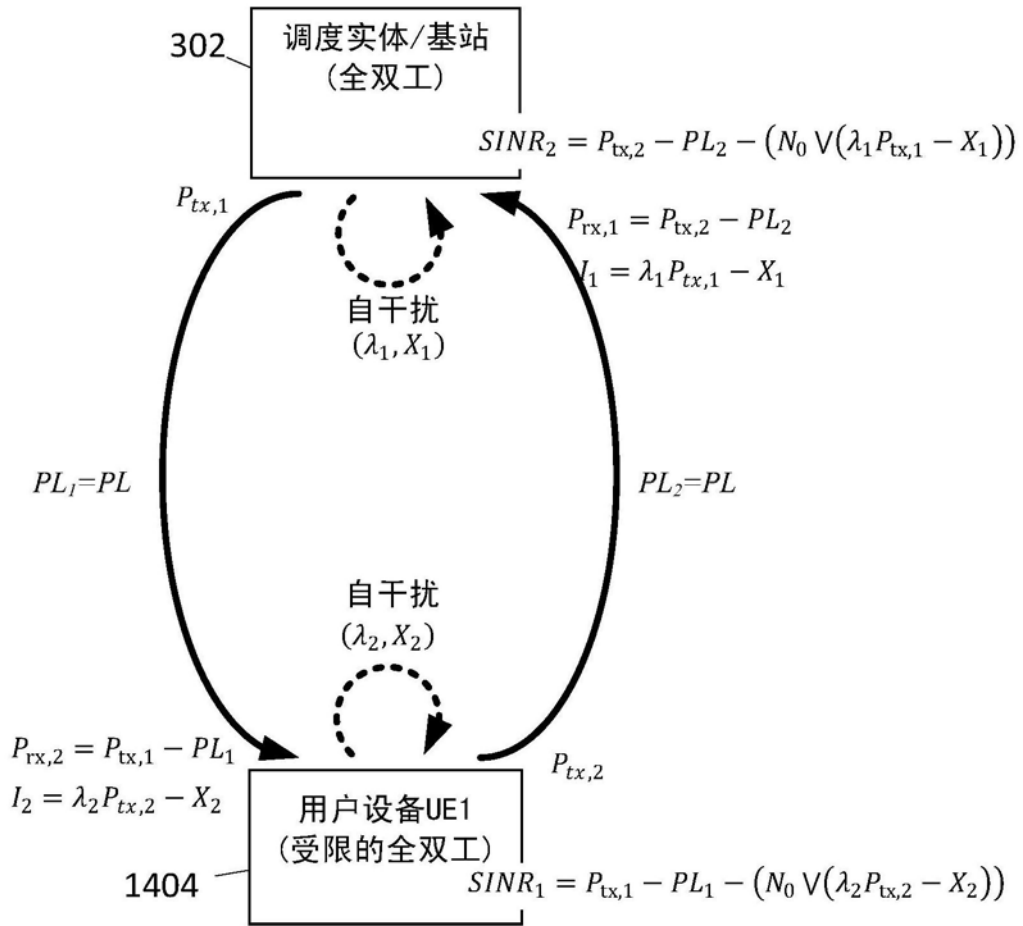


图14

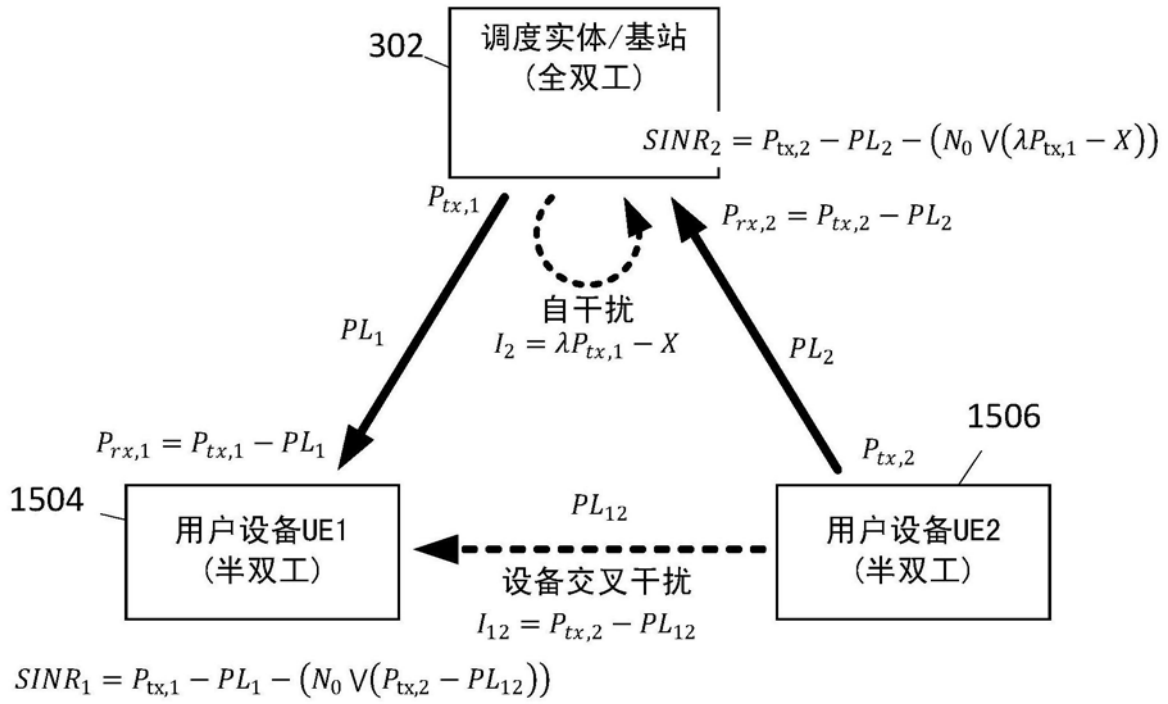


图15

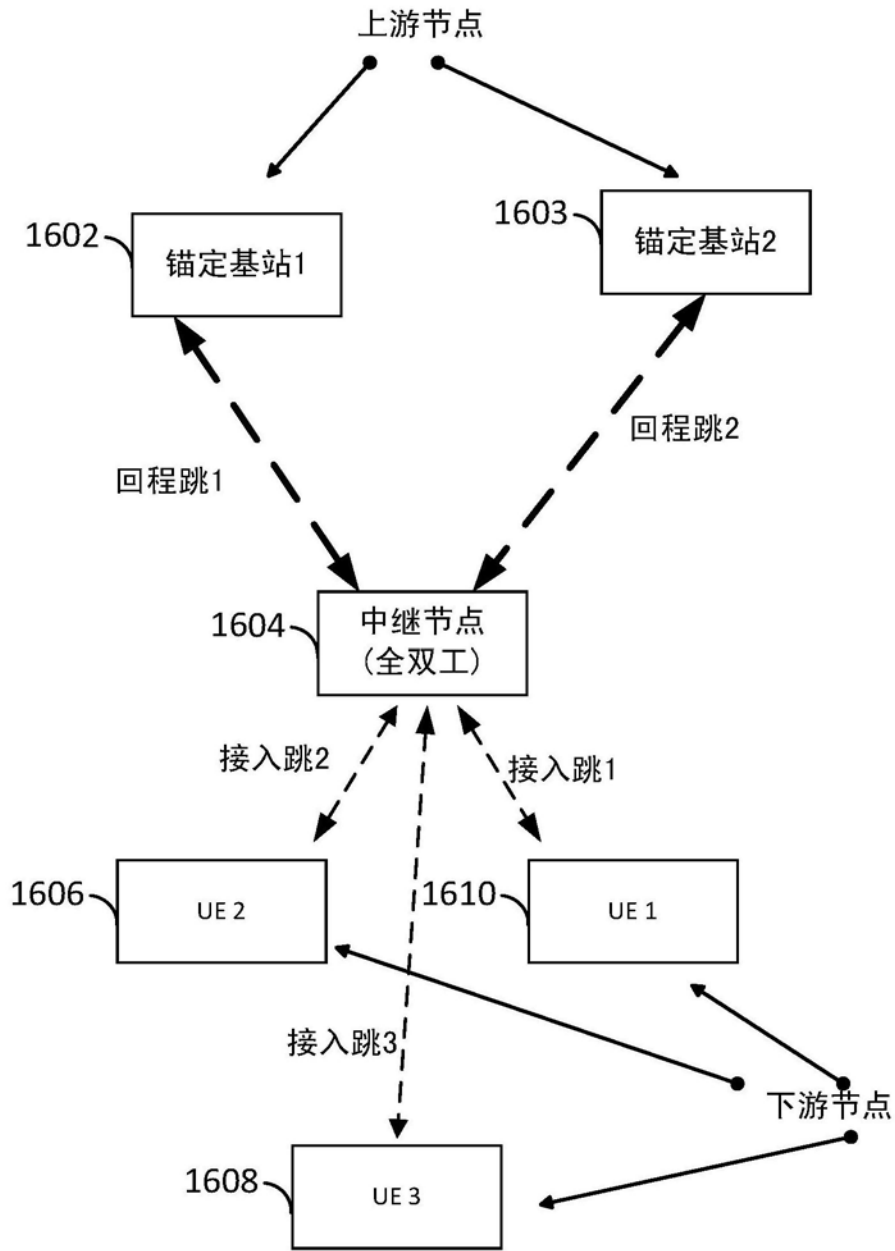
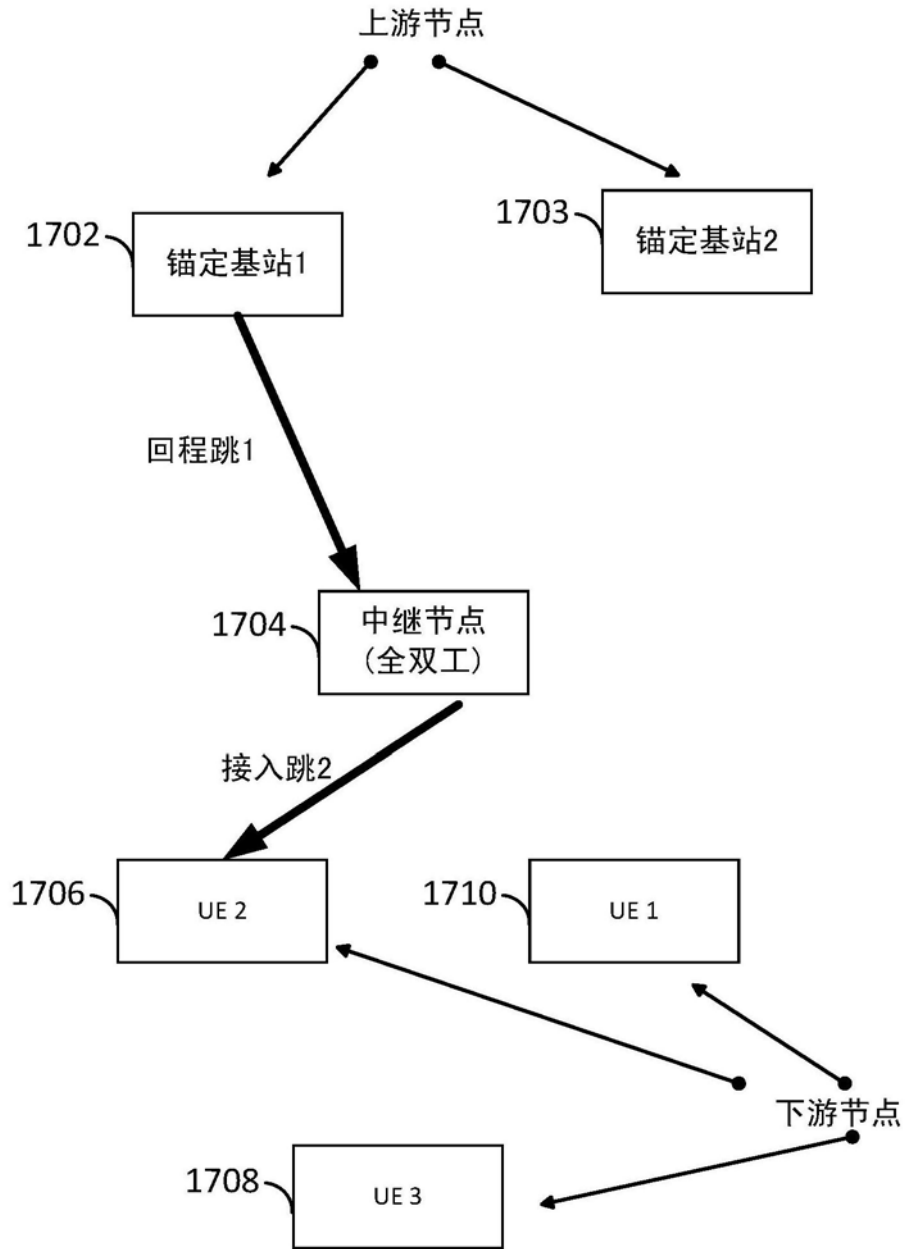
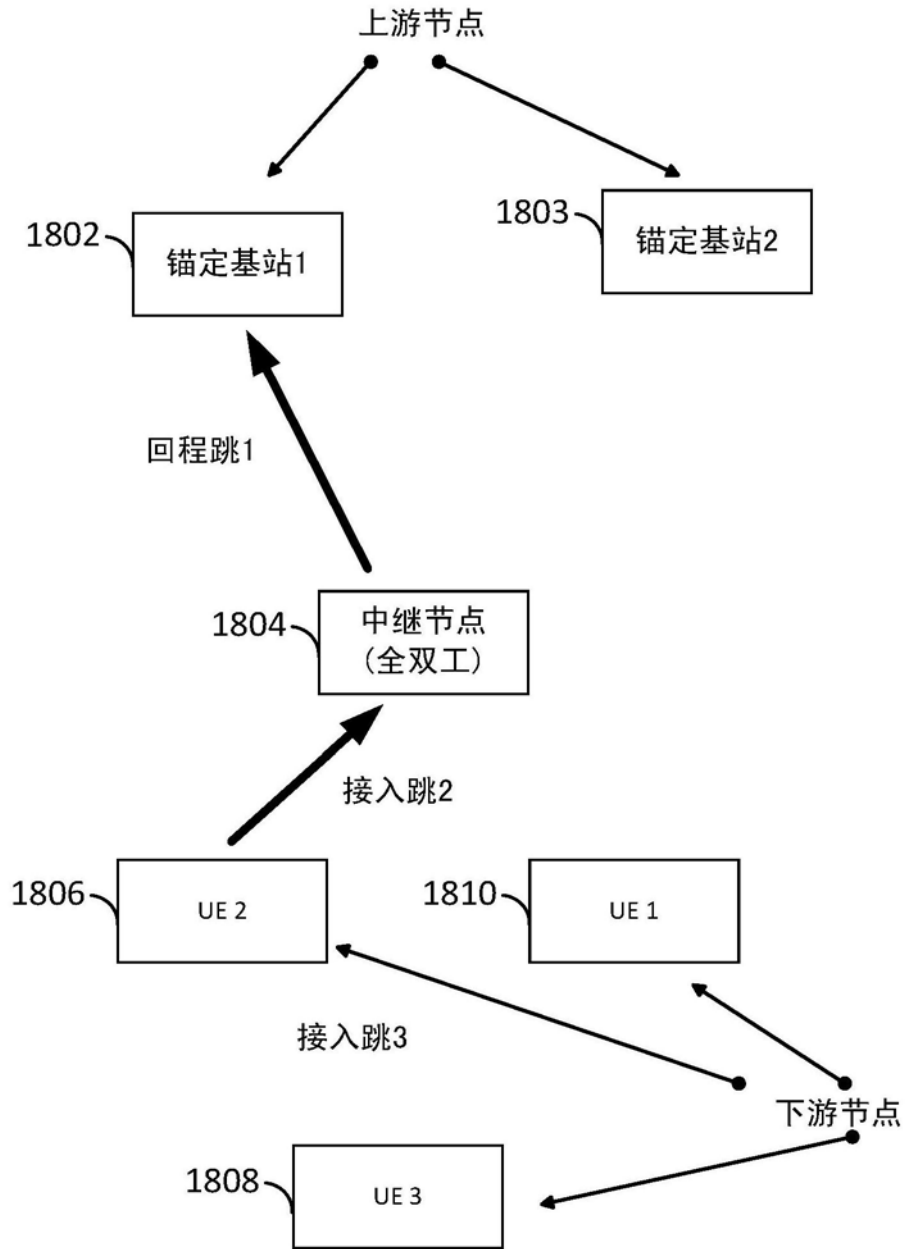


图16



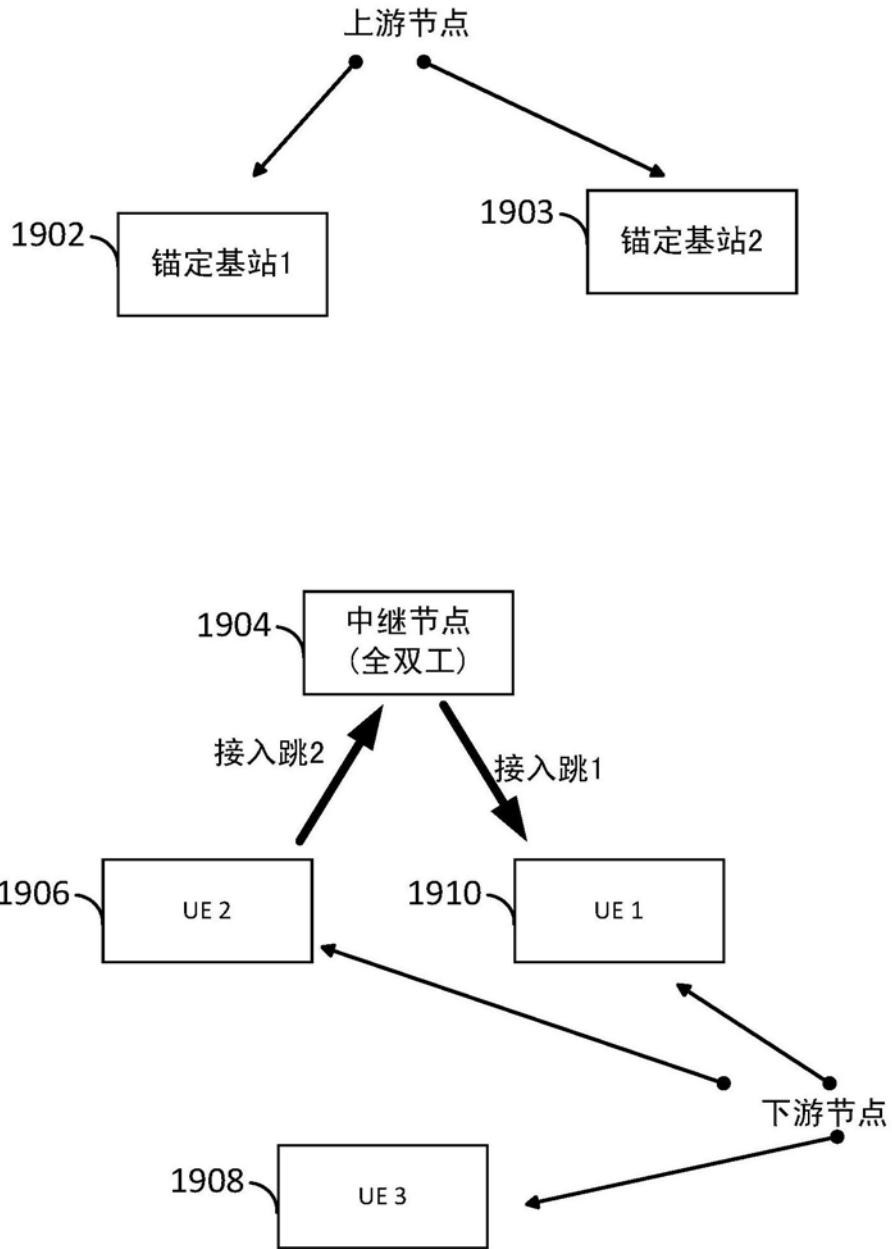
全双工示例1：
与上游节点和下游
节点的全双工通信

图17



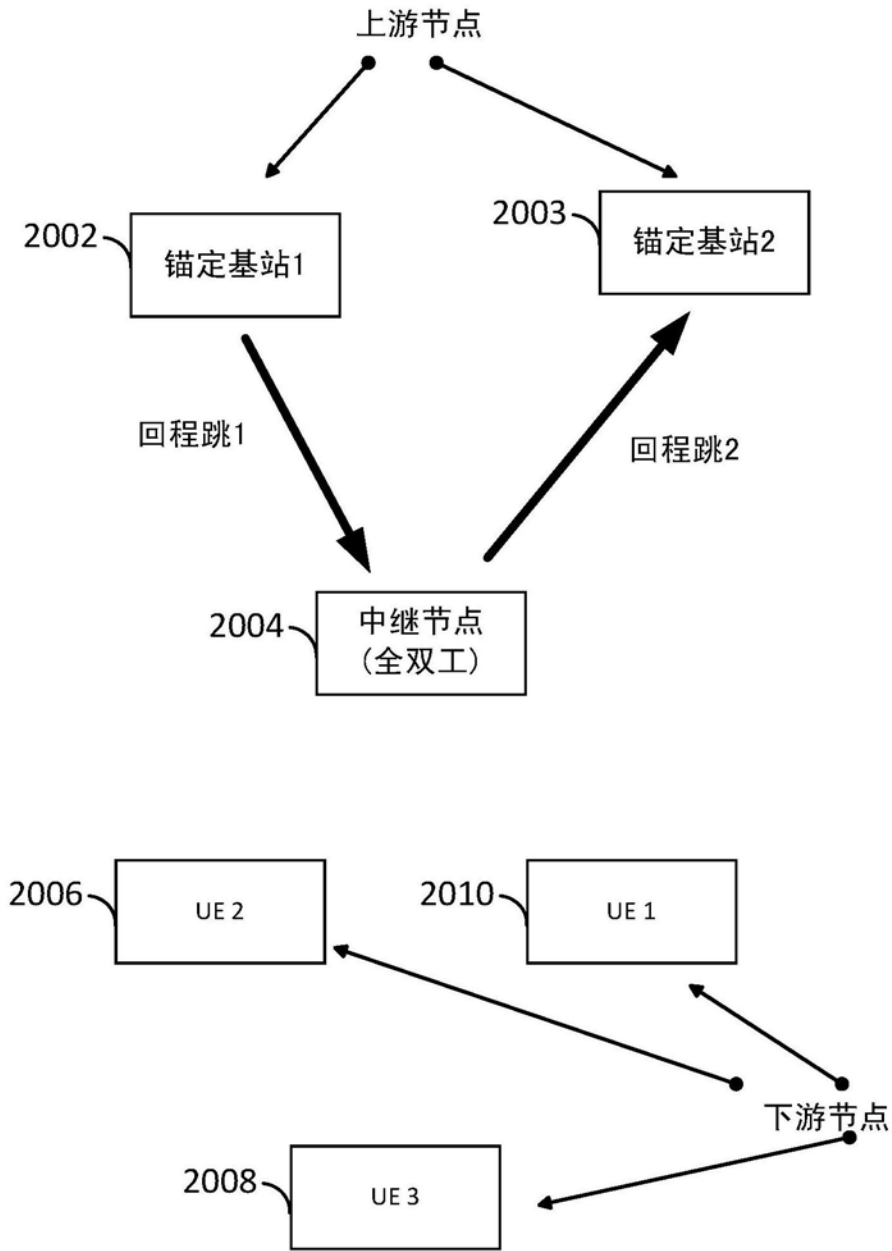
全双工示例2：
与上游节点和下游
节点的全双工通信

图18



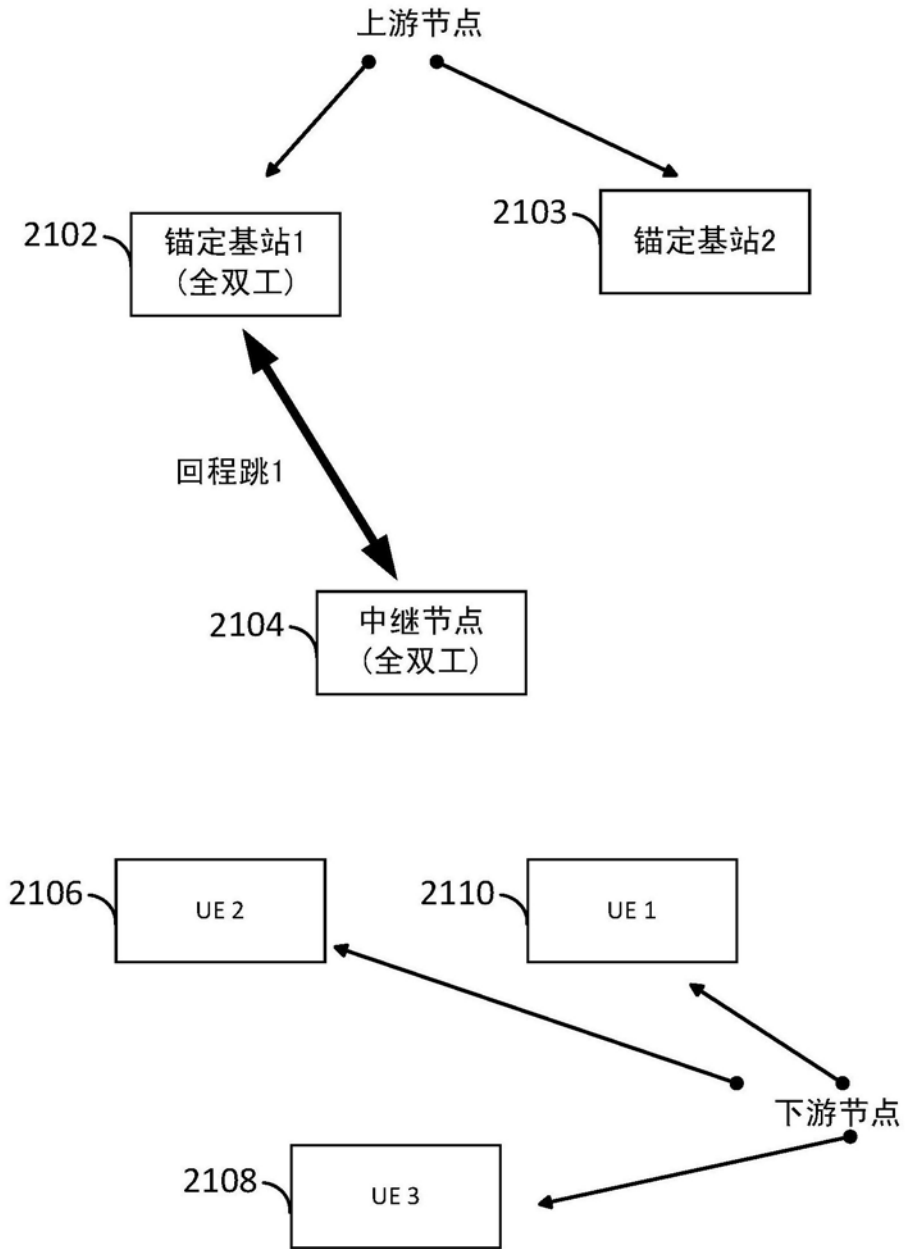
全双工示例3：
与两个下游节点
的全双工通信

图19



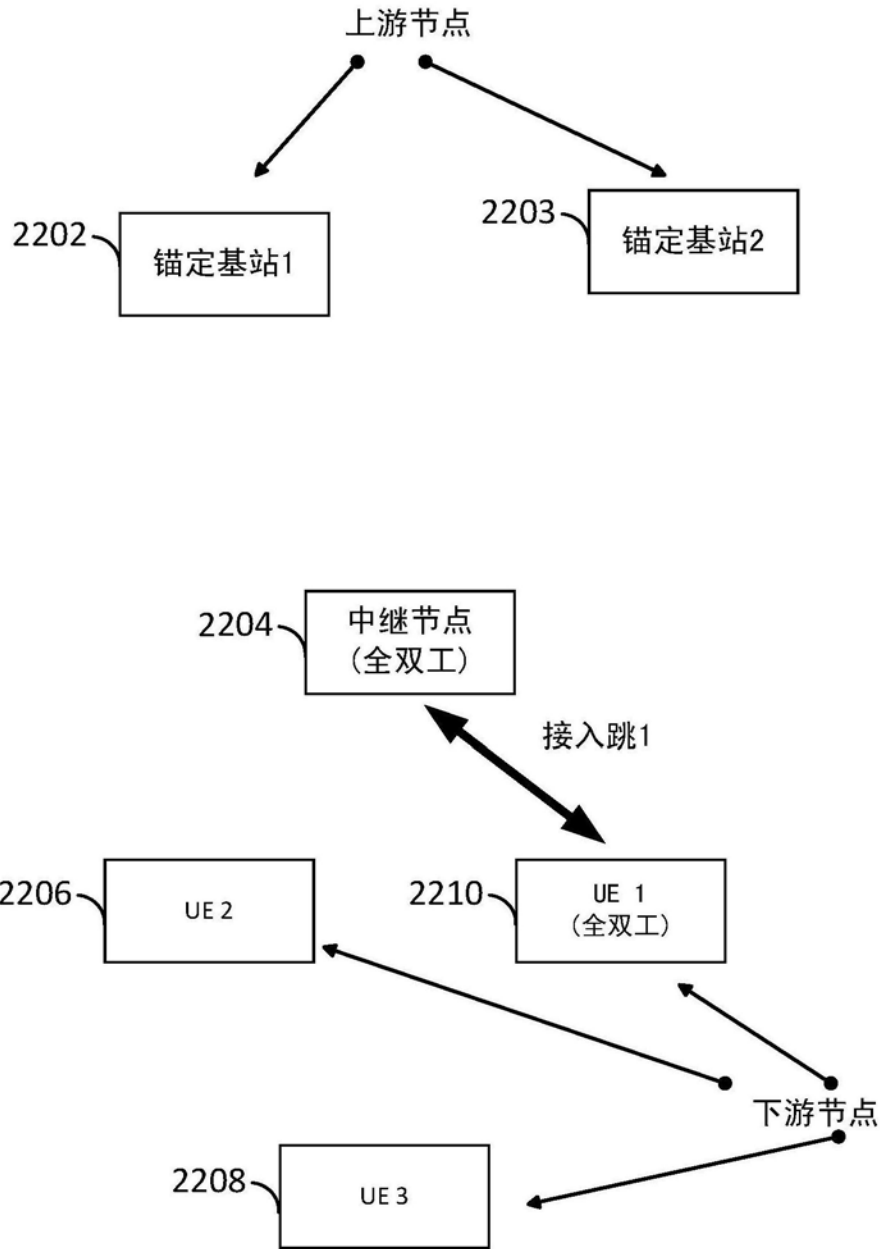
全双工示例4：
与两个上游节点
的全双工通信

图20



全双工示例5：
与单个上游节点
的全双工通信

图21



全双工示例6：
与单个下游节点的全双工通信

图22