



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106605442 B

(45)授权公告日 2020.03.24

(21)申请号 201480079587.8
 (22)申请日 2014.05.08
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 106605442 A
 (43)申请公布日 2017.04.26
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日
 2016.12.06
 (86)PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2014/059490 2014.05.08
 (87)PCT国际申请的公布数据
 W02015/169380 EN 2015.11.12
 (73)专利权人 意大利电信股份公司
 地址 意大利米兰
 (72)发明人 M·卡莱迪 G·纳蒂尼
 A·罗萨利 D·萨贝拉 G·斯蒂
 A·维迪斯
 (74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 利商标事务所 11038
 代理人 欧阳帆

(51)Int.Cl.
 H04W 72/12(2006.01)
 (56)对比文件
 US 2010261469 A1,2010.10.14,
 US 2010261469 A1,2010.10.14,
 CN 102088736 A,2011.06.08,
 CN 103220724 A,2013.07.24,
 CN 102986293 A,2013.03.20,
 US 2012322484 A1,2012.12.20,
 Rongqing Zhang. Interference-Aware
 Graph Based Resource Sharing for Device-
 to-Device Communications Underlying
 Cellular Networks.《2013 IEEE Wireless
 Communications and Networking Conference
 (WCNC): MAC》.2013,
 Si WEN. QoS-Aware Mode Selection and
 Resource Allocation Scheme for Device-to-
 Device (D2D) Communication in cellular
 networks.《IEEE International Conference
 on Communications 2013: IEEE ICC'13 -
 Workshop Beyond LTE-A》.2013,

审查员 赵潜

权利要求书2页 说明书14页 附图6页

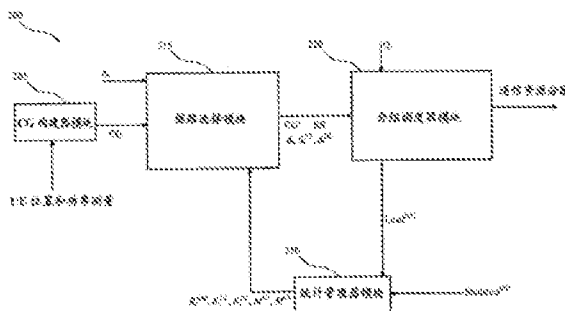
(54)发明名称

适于在无线通信网络中实现设备到设备的通信的资源分配系统和方法

(57)摘要

提出了一种用于为由移动通信网络中的用户设备(110a-f;410a-c)执行的通信(c_i)分配通信资源的方法。该方法包括以下步骤。接收关于可用通信资源量的第一指示(M^{DL}, M^{UL})；获得关于用户设备之间的干扰通信的信息；对于必须向其分配通信资源的用户设备之间的每个通信：接收关于用于基于基础设施的通信和用于设备到设备的通信的可用通信速率的第二指示($R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL}$)；接收关于为所述每个通信所请求的通信速率的第三指示(A_i)；基于第一指示、第二指

示和第三指示以及关于干扰通信的信息来在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间做出选择,以及基于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间的选择向每个通信分配通信资源。



CN 106605442 B

1. 一种用于在移动通信网络中为由用户设备 (110a-f; 410a-c) 执行的通信 (c_i) 分配通信资源的方法, 该方法包括在移动通信网络的通信系统 (200) 处:

a) 接收关于可用通信资源量的第一指示 (M^{DL}, M^{UL});

b) 获得关于用户设备之间的干扰通信的信息;

对于必须向其分配通信资源的用户设备之间的每个通信:

c) 接收关于用于基于基础设施的通信和用于设备到设备的通信的可用通信速率的第二指示 ($R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL}$);

d) 接收关于为所述每个通信请求的通信速率的第三指示 (A_i);

e) 基于第一指示、第二指示和第三指示以及关于干扰通信的信息来在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间做出选择, 以及

f) 基于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间的选择来向每个通信分配通信资源,

其中, 利用比执行步骤f) 的周期性 (TTI) 长的周期性 (TLS) 执行步骤a)、b)、c)、d) 和e),

其中, 每个通信包括多个数据分组, 并且步骤f) 的周期性 (TTI) 对应于移动通信网络中的传输的持续时间。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中, 所述获得关于干扰通信的信息基于关于移动通信网络内的用户设备的位置和功率测量的信息。

3. 如权利要求2所述的方法, 其中, 所述获得关于干扰通信的信息包括:

- 基于关于移动通信网络内的用户设备的位置和功率测量的信息来构建冲突图 (CG; CGe), 冲突图指示通信的用户设备对之间的干扰。

4. 如权利要求3所述的方法, 还包括:

- 通过基于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间的所述选择修改冲突图来生成修改的冲突图 (CG'; CGe')。

5. 如权利要求4所述的方法, 其中, 所述分配通信资源还基于所述修改的冲突图。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的方法, 其中, 第一指示和第二指示基于关于正进行的通信的通信资源的使用度量 (Statistics^{D/U})。

7. 如权利要求6所述的方法, 其中, 第一指示和第二指示还基于关于由分配通信资源的步骤实际分配的通信资源的信息 (Load^{D/U})。

8. 如权利要求1-5中任一项所述的方法, 其中, 移动通信网络包括作为移动通信网络的覆盖区域的部分的多个小区 (400a, 400b), 并且其中, 该方法被配置用于为由选定的一组小区内的用户设备执行的通信分配通信资源。

9. 如权利要求8所述的方法, 还包括: 对于所述选定的一组小区中的各相邻小区 (400a, 400b):

- 定义干扰区域 (420), 该干扰区域 (420) 包括所述一组小区的各相邻小区的一部分 (420A, 420B), 在该干扰区域 (420) 中, 不同小区的用户设备之间的设备到设备的通信可能经历由于该干扰区域内执行基于基础设施的通信的其它用户设备而导致的干扰, 并且反之亦然, 基于基础设施的通信可能经历由于设备到设备的通信而导致的干扰。

10. 如权利要求9所述的方法, 还包括:

- 生成干扰区域内所包括的用户设备的列表, 以及

-以在干扰区域内无干扰的方式指示要分配给所述列表的用户设备的通信资源。

11. 一种用于管理用户设备 (110a-f; 410a-c) 的通信的移动通信网络, 该移动通信网络包括被划分成多个小区 (100; 400a, 400b) 的覆盖区域, 每个小区设有用于管理小区中的用户设备的通信的无线电通信站,

其中:

所述移动通信网络还包括被配置用于实现根据权利要求1至10中任一项所述的方法的通信系统。

12. 如权利要求11所述的移动通信网络, 其中, 通信系统包括: 至少一个链路选择模块 (215; 515), 被配置用于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信之间做出选择; 以及至少一个调度器模块 (220; 520a, 520b), 被配置用于执行向每个通信分配通信资源, 所述至少一个链路选择模块与所述至少一个调度器模块相耦接, 以便根据所述选择来分配通信资源。

13. 如权利要求12所述的移动通信网络, 其中, 所述至少一个链路选择模块包括链路选择模块 (515), 该链路选择模块被配置用于针对在移动通信网络的选定的一组小区中发生的通信而在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信之间做出选择, 并且其中, 所述至少一个调度器模块包括多个调度器模块 (520a, 520b), 每个调度器模块被配置用于执行向移动通信网络的各个小区 (400a; 400b) 中的每个通信分配通信资源。

适于在无线通信网络中实现设备到设备的通信的资源分配系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信系统。更具体地,本发明涉及无线或移动通信网络领域。再更具体地,本发明涉及适于在无线通信网络中实现设备到设备(Device-to-Device)的通信的资源分配系统和方法。

背景技术

[0002] 通常,在移动(蜂窝)电信网络中,通常被称为用户设备或简称UE的移动通信设备(例如,移动电话、智能电话和平板电脑)之间的通信通过电信网络:连接到网络的相应“服务”无线电收发器(例如,在3GPP长期演进(LTE)/高级LTE(LTE-A)系统中的相同或不同eNodeB(演进节点B)的无线电收发器)的两个UE利用在无线电收发器和UE之间建立和终止的物理通信信道来相互通信。

[0003] 作为对这种传统的“2跳”通信(下文也将称为“基于基础设施的”通信或INFRA通信)的替代,近来已经使UE可用于当它们恰好在相对短的范围时能够在它们之间直接通信。

[0004] UE之间的这种直接无线电通信通常被称为“设备到设备”或D2D通信,并且基于由两个(或更多个)UE直接建立的D2D通信链路。D2D通信与传统的INFRA通信的不同之处在于:信息通过在UE之间直接建立和终止的物理通信信道来交换,而不通过网络。

[0005] 在UE间直接通信的UE之间的D2D通信链路通常建立在被包括在INFRA通信中所使用的通信频率范围内的频率上。因此,在执行D2D通信的UE的附近执行INFRA通信的UE可能经历不可忽略的干扰,尤其当UE在与被用于D2D通信的频率相同和/或相邻的频率上执行通信时,并且反之亦然,执行D2D通信的UE可能经历由于附近的UE在相同或相邻的频率上执行INFRA通信而导致的干扰。执行INFRA通信的UE和执行D2D通信的UE所经历的这种相互干扰导致INFRA和D2D通信这两者的整体劣化。

[0006] 因此,诸如LTE/LTE-A系统中的物理资源块(PRB或RB)中所包括的物理资源元素之类的通信(无线电)资源必须在执行INFRA通信和D2D通信的UE之间进行仔细地分配,以便实现令人满意的网络操作性能(例如,在服务质量或QoS、网络容量、能量效率、吞吐量等方面)。

[0007] 在本领域中,已经提出了针对INFRA通信或D2D通信之间的选择及其通信资源分配的一些权宜之计。

[0008] 例如,Doppler、Yu、Ribeiro、Janis在2010年4月18-21日的2010IEEE,无线通信和网络会议(WCNC)上的“Mode selection for Device-to-Device Communication underlaying an LTE-Advanced Network”公开了用于根据各自可实现的吞吐量在INFRA或D2D通信之间进行选择的模式选择方案。

[0009] Chien、Chen、Hsieh在2012年9月24-27日的第15届无线个人多媒体通信(WPMC)国际研讨会上的“Exploiting Spatial Reuse Gain through Joint Mode Selection and

Resource Allocation for Underlay Device-to-Device Communications”公开了模式选择和通信资源分配方案这两者。

[0010] Mohammad Zulhasnine、Changcheng Huang、Anand Srinivasan在2011年10月11-13日的第6届无线和移动计算、网络和通信(WiMob)国际会议上的“Efficient Resource Allocation for Device-to-Device Communication Underlying LTE Network”公开了用于资源分配的混合整数非线性规划(MINLP)和用于解决关于传输时间间隔(TTI)时间尺度的问题的贪婪启发法。

[0011] Zhang、Cheng、Yang、Jiao在2013年4月7-10日的2013 IEEE,无线通信和网络会议(WCNC)上的“Interference-Aware Graph Based Resource Sharing for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks”公开了用于给单个小区(cell)的覆盖区域中的INFRA和D2D通信分配资源的、基于干扰感知图(interference-aware graph)的资源共享算法。

[0012] W02013/008167公开了有助于在具有不同类型的设备(诸如D2D移动终端和诸如蜂窝移动终端之类的其它设备)的混合通信网络中的调度的方法、装置和计算机程序产品。在这点上,由网络节点至少部分地基于D2D移动终端和其它移动终端这两者的总数来计算D2D调度活动因子,并且将调度活动因子发送到至少一个D2D移动终端。D2D移动终端使用调度活动因子来确定何时向网络节点发送本地测量的信号与干扰加噪声之比(SINR)信息。D2D移动终端可以与其它移动终端分离地由网络节点至少部分地基于SINR信息进行调度。

[0013] US2013/0322413公开了用于在第一无线发送/接收单元(WTRU)中使用的方法,包括向增强的节点B发送对于D2D通信资源的请求。第一WTRU可以从增强的节点B接收要用于D2D通信的多个TTI的资源分配。第一WTRU可以把与第二WTRU的D2D通信调度为在所分配的资源期间执行。第一WTRU可以在所分配的资源期间利用半双工通信来执行与第二WTRU的D2D通信。

[0014] US2010/0261469公开了一种方法,该方法包括:至少部分地基于第一功率值来测量第一链路的第一链路质量;至少部分地基于第二功率值来测量第二链路的第二链路质量;及至少部分地基于第一链路质量、第二链路质量和一个或多个D2D UE约束确定合适的用于D2D连接的D2D模式。

[0015] Wen、Zhu、Wang在2013年9月9-13日的IEEE国际通信会议(ICC)研讨会的“QoS-Aware mode selection and resource allocation scheme for device-to-device(D2D) communication in cellular networks”上公开了QoS感知模式选择和上行链路通信资源分配。

发明内容

[0016] 申请人已经发现,上述已知的解决方案未能提供用于在D2D通信和INFRA通信之间进行选择以及用于分配其通信资源的令人满意的框架。

[0017] 因此,申请人已经处理了设计如下系统和方法的问题,所述系统和方法适于在D2D通信和INFRA通信之间进行选择,对于每个通信的UE,D2D通信和INFRA通信中的无论哪个均提供最好的通信效率(根据一个或多个通信参数,诸如吞吐量),同时,所述系统和方法还适于提供通信资源的分配,以便根据可用通信资源来获得最佳网络操作性能(不管它们是通

过移动通信网络内的INFRA通信还是D2D通信进行通信,都避免了UE之间的干扰)。

[0018] 特别地,本发明的一个方面提出了一种用于在移动通信网络中为由用户设备执行的通信分配通信资源的方法。该方法包括以下步骤。接收关于可用通信资源量的第一指示;获得关于用户设备之间的干扰通信的信息;对于必须向其分配通信资源的用户设备之间的每个通信:接收关于用于基于基础设施的通信和用于设备到设备的通信的可用通信速率的第二指示;接收关于为所述每个通信所请求的通信速率的第三指示;基于第一指示、第二指示和第三指示以及关于干扰通信的信息来在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间做出选择,以及基于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间的选择向每个通信分配通信资源。

[0019] 本发明的优选特征在从属权利要求中阐述。

[0020] 在本发明的一个实施例中,接收关于可用通信资源量的第一指示、获得关于用户设备之间的干扰通信的信息、接收关于用于基于基础设施的通信和用于设备到设备的通信的可用通信速率的第二指示、接收关于针对所述每个通信请求的通信速率的第三指示、以及在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信之间做出选择的步骤利用比执行基于所述选择向每个通信分配通信资源的步骤的周期性长的周期性执行。

[0021] 在本发明的一个实施例中,每个通信包括多个数据分组,并且基于所述选择向每个通信分配通信资源的步骤的周期性对应于移动通信网络中的传输的持续时间。

[0022] 在本发明的一个实施例中,所述获得关于干扰通信的信息基于关于移动通信网络内的用户设备的位置和功率测量的信息。

[0023] 在本发明的一个实施例中,所述获得关于干扰通信的信息包括基于关于移动通信网络内的用户设备的位置和功率测量的信息来构建冲突图,该冲突图指示通信的用户设备对之间的干扰。

[0024] 在本发明的一个实施例中,该方法还包括通过基于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信类型之间的所述选择修改冲突图来生成修改的冲突图。

[0025] 在本发明的一个实施例中,所述分配通信资源还基于所述修改的冲突图。

[0026] 在本发明的一个实施例中,第一指示和第二指示基于关于正进行的通信的通信资源的使用度量。

[0027] 在本发明的一个实施例中,第一指示和第二指示还基于关于由分配通信资源的步骤实际分配的通信资源的信息。

[0028] 在本发明的一个实施例中,移动通信网络包括作为移动通信网络的覆盖区域的部分的多个小区,并且其中该方法被配置用于为由选定的一组小区内的用户设备执行的通信分配通信资源。

[0029] 在本发明的一个实施例中,该方法还包括:对于所述选定的一组小区中的每个相邻小区,定义干扰区域,该干扰区域包括所述一组小区的每个相邻小区的一部分,在该干扰区域中在不同小区的用户设备之间的设备到设备的通信可能经历由于干扰区域内的其它用户设备执行基于基础设施的通信而导致的干扰,并且反之亦然,基于基础设施的通信可能经历由于设备到设备的通信而导致的干扰。

[0030] 在本发明的一个实施例中,该方法还包括生成在干扰区域内所包括的用户设备的列表,以及以在干扰区域内无干扰的方式指示要分配给该列表的用户设备的通信资源。

[0031] 本发明的另一方面提出了用于管理用户设备的通信的移动通信网络。该移动通信网络包括被划分成多个小区的覆盖区域,每个小区设有用于管理小区中的用户设备的通信的无线电通信站。移动通信网络还包括被配置用于实现上述方法的通信系统。

[0032] 在本发明的实施例中,通信系统包括:至少一个链路选择模块,被配置用于在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信之间做出所述选择;以及至少一个调度器模块,被配置用于执行所述向每个通信分配通信资源,所述至少一个链路选择模块与所述至少一个调度器模块相耦接,以便根据所述选择来分配通信资源。

[0033] 在本发明的一个实施例中,至少一个链路选择模块包括链路选择模块,该链路选择模块被配置用于为在移动通信网络的选定的一组小区中发生的通信在基于基础设施的通信类型或设备到设备的通信之间做出所述选择,并且其中所述至少一个调度器模块包括多个调度器模块,每个调度器模块被配置用于执行所述向移动通信网络的相应小区中的每个通信分配通信资源。

附图说明

[0034] 根据本发明的解决方案的这些和其它特征和优点将通过阅读对其实施例的以下具体描述而得到更好的理解,实施例仅仅作为非限制性示例提供,应当结合附图来阅读,其中:

[0035] 图1是其中可以实现本发明的实施例的移动通信网络的小区的示意图;

[0036] 图2是根据本发明实施例的、用于管理图1的小区中的通信的通信系统的一部分的示意性框图;

[0037] 图3是根据本发明实施例的、用于图2的通信系统的资源分配操作的示意性流程图;

[0038] 图4是其中可以实现本发明实施例的移动通信网络的一对相邻小区的示意图;

[0039] 图5是根据本发明实施例的、用于管理移动通信网络的多个小区(诸如图4的小区)中的通信的通信系统的示意性框图,以及

[0040] 图6是根据本发明实施例的、可以由图5的通信系统实现的用于避免干扰的资源分配方案的示意性表示。

具体实施方式

[0041] 参考附图,图1是其中可以实现本发明实施例的移动通信网络的小区100的示意图。

[0042] 小区100(为了简单起见,由图1中的六边形区域示意性地表示)是移动通信网络的覆盖区域的一部分,其中诸如3GPP长期演进(LTE)/LTE-Advanced(LTE-A)系统中的演进节点B或eNodeB 105之类的无线电通信站的一个或多个无线电收发器(未示出)管理诸如在图1的示例中的小区100内的六个UE 110a、110b、110c、110d、110e和110f的用户设备或UE(例如,移动电话、智能电话和平板电脑)的通信(即,诸如二进制数据分组的信息的发送和/或接收)。例如,eNodeB 105根据可用的通信传输频带的部分(被指示为物理资源块-PRB或RB)为UE 110a-f的通信分配通信资源。

[0043] 在小区100内可以同时发生若干个通信。

[0044] 在图1的示例中,假定UE 110a和UE 110b通过eNodeB 105涉及与小区100外部的相应UE (未示出)的“基于基础设施的”通信,或称作INFRA通信。UE 110a经由在通常由eNodeB 105分配的用于从小区100内的UE 110a、110b、110c、110d、110e和110f接收数据的通信资源(上行链路资源)的一部分中所包括的上行链路信道将(要被发送到小区100外部的接收机UE的)信息发送到eNodeB 105。相反,UE 110b经由在通常由eNodeB 105分配的用于向小区100内的UE 110提供数据的通信资源(下行链路资源)的一部分中所包括的下行链路信道从eNodeB 105接收(由小区100外部的发送机UE发送的)信息。

[0045] 在图1的示例中,假定UE 110c和UE 110d通过eNodeB 105涉及彼此的INFRA通信。UE 110c经由上行链路信道向eNodeB 105发送信息(即,以数据分组的形式),而UE 110d经由下行链路信道从eNodeB 105接收这种信息(即,再次以数据分组的形式)。

[0046] 在图1的示例中,假定UE 110e和UE 110f涉及设备到设备或D2D通信(即,UE 110e和UE 110f直接交换信息,而不必经过eNodeB 105)。UE 110e和UE 110f可以经由上行链路或下行链路信道向/从另一方发送/接收信息(如以下更详细描述)。

[0047] 现在转到图2,它是根据本发明实施例的用于管理小区100中的通信的通信系统200的一部分的示意性框图。

[0048] 通信系统200适于为小区100中的UE 110a-f的所有通信管理通信类型(即,INFRA通信或D2D通信)之间的选择和通信资源的分配(例如,通过在资源块上调度通信数据分组)。

[0049] 通信系统200包括冲突图(CG)构建器模块205,冲突图(CG)构建器模块205可以是位于移动通信网络的eNodeB(诸如小区100中的eNodeB 105)中的模块/功能,并且被配置为基于小区100内部的所有UE 110的位置和传输功率来计算冲突图CG。例如,小区100内部的所有UE 110a-f的传输功率对eNodeB 105是已知的并且由eNodeB 105提供,而UE 110a-f的位置可以通过已知的定位技术获得(例如,利用GPS信号、网络信号或其组合)。冲突图CG是其中任何两个UE(诸如图1的示例中的UE 110c和110d以及UE 110e和110f)之间的(已经活动或将要建立的)通信被指示为图形节点,并且连接两个节点的图形边表示对应的通信之间的冲突(即,这些通信引起相互干扰)。两个图形节点之间的边意味着需要单独的资源分配以防止由这种节点表示的两个通信之间的冲突。

[0050] 通信系统200还包括统计管理器模块210,统计管理器模块210可以是位于移动通信网络的eNodeB(诸如小区100中的eNodeB 105)中的模块/功能,并且被配置为在下行链路和上行链路信道这两者的角度下提供关于用于INFRA和D2D通信的可用通信速率或仅仅速率(例如,表示为位/秒bps)以及用于INFRA和通信D2D通信的可用下行链路/上行链路资源量(即,可用于下行链路/上行链路信道的资源)的指示、基于关于实际分配的下行链路/上行链路通信资源的信息 $Load^{D/U}$ 及其下行链路/上行链路通信资源的使用度量 $Statistics^{D/U}$ (即,例如从由UEa-f提供给eNodeB 105的信道质量指示获得的、关于由通信系统管理的正进行的通信的统计数据)。例如,统计管理器模块210提供关于以下的指示:

[0051] ●可用下行链路资源量(例如,以PRB表示) M^{DL} ,以及

[0052] ●可用上行链路资源量(例如,以PRB表示) M^{UL} 。

[0053] 此外,对于小区100中的每个通信 c_i (例如, $0 \leq i \leq I$;其中I是正整数)(要建立的通信或已经在进行的通信),统计管理器模块210提供关于以下的指示:

[0054] ●如果它是D2D通信 R_i^{D2D} , 则用于通信 c_i 的可用速率

[0055] ●如果它是INFRA通信 R_i^{UL} , 则用于通信 c_i 的可用上行链路速率, 及

[0056] ●如果它是INFRA通信 R_i^{DL} , 则用于通信 c_i 的可用下行链路速率。

[0057] 换句话说, 速率 R_i^{D2D} 是通信 c_i 如果被执行为D2D通信则将具有的速率; 应当注意, 如果在通信 c_i 中涉及的UE超过该UE能够在其内执行D2D通信的D2D范围, 则速率 R_i^{D2D} 等于零。速率 R_i^{UL} 和 R_i^{DL} 是通信 c_i 如果被执行为INFRA通信则将具有的速率 (分别用于上行链路信道和下行链路信道)。

[0058] 在本发明的一个实施例中, 通信系统200包括链路选择模块215, 链路选择模块215被配置为并且可操作来选择两个 (或更多个) UE 105之间的通信类型 (即, D2D或INFRA通信)。例如, 链路选择模块215可以是位于移动通信网络的eNodeB (诸如小区100中的eNodeB 105) 中的模块/功能。链路选择模块215与CG构建器模块205耦合, 用于接收冲突图作为输入。链路选择模块215与统计管理器模块210相耦接, 用于从其接收上述指示 M^{DL} 、 M^{UL} 、 R_i^{D2D} 、 R_i^{UL} 和 R_i^{DL} 作为输入。最后, 链路选择模块215接收针对所考虑的通信 c_i 请求的速率 A_i 作为另一个输入; 这种请求速率 A_i 可以由通信系统200的演进分组核心 (EPC, 图2中未详细示出) 根据移动通信网络中的通信流量来提供。

[0059] 链路选择模块215基于所接收到的输入来选择是将通信 c_i 建立为INFRA通信还是D2D通信, 或者如果通信 c_i 已经活动则切换为INFRA通信还是D2D通信 (如下所述)。链路选择模块215提供通信命令作为输出, 该通信命令确定通信 c_i 必须被建立为INFRA通信还是D2D通信, 或者如果通信 c_i 已经活动则切换为INFRA通信还是D2D通信。在本发明的一个实施例中, 该通信命令包括定义通信 c_i 是INFRA还是D2D通信的第一二进制变量 d_i (例如, 1位), 例如 $d_i=0$ 对应于INFRA通信, 而 $d_i=1$ 对应于D2D通信, 并且如果D2D通信被选择 (即, $d_i=1$), 则第二二进制变量 d_i^{UL} (例如, 1位) 定义是否要经由上行链路建立D2D通信, 例如, $d_i^{UL}=1$ 对应于上行链路被选择, 而 $d_i^{UL}=0$ 对应于上行链路不被选择, 第三二进制变量 d_i^{DL} (例如, 1位) 定义是否要经由下行链路建立D2D通信, 例如, $d_i^{DL}=1$ 对应于下行链路被选择, 而 $d_i^{DL}=0$ 对应于下行链路不被选择。在替代实施例中, 提供定义要经由下行链路还是上行链路建立D2D通信的单个二进制变量, 例如, 该单个二进制变量设置为1对应于上行链路, 而该单个二进制变量设置为0对应于下行链路。

[0060] 链路选择模块215还提供修改的冲突图 (CG') 作为输出, 修改的冲突图对应于被修改为考虑通信命令的冲突图CG (例如, 如果D2D类型的通信 c_i 正在与其它通信干扰, 通过将该通信 c_i 从D2D通信切换到INFRA通信, CG中的边被删除, 因为LTE/LTE-A标准已经保证在执行INFRA通信的UE之间共享的通信资源被避免)。

[0061] 优选地, 链路选择模块215还提供限制命令RS作为输出。例如, 限制命令RS包括关于在小区100内使用的通信资源的一组限制。在本发明的实施例中, 限制命令RS以格式 $\{[UE_group], [PRB]\}$ 提供, 其中UE_group表示 (例如, 列出) 任何UE集合 (例如, 执行D2D通信

的UE、利用上行链路和/或下行链路信道的UE、位于沿着小区边缘的UE等),并且PRB表示应当与该UE集合相关联的资源(例如,为UE_group中列出的对应UE保留的通信资源,如以下所述)。

[0062] 在本发明的一个实施例中,通信系统200还包括分组调度器模块220,分组调度器模块220被配置为基于链路选择模块215的输出来分配通信资源(如以下所述)。在这一点上,分组调度器模块220与链路选择模块215相耦接,用于接收链路选择模块215的输出作为输入。例如,分组调度器模块220可以是位于移动通信网络的eNodeB(诸如小区100中的eNodeB105)中的模块/功能。

[0063] 此外,分组调度器模块220接收关于在通信 c_i 期间要传输的数据量的指示 Q_i 作为输入。例如,指示 Q_i 由eNodeB 105直接提供给分组调度器模块,其中eNodeB 105管理通过下行链路信道发送的数据量并且根据由小区100内的UE 110a-f提供的缓冲区状态报告(BSR)获知通过上行链路信道发送的数据量。

[0064] 基于所接收到的输入,分组调度器模块220为记忆小区100内的每个通信 c_i 执行通信资源的分配。换句话说,分组调度器模块220调度在哪个资源块中属于通信 c_i 的每个数据分组必须被交换(即,发送和/或接收);因此,通信资源的分配通常被指示为分组调度。这种分组调度然后被提供给小区100内的UE 110a-f,UE 110a-f然后相应地进行通信。

[0065] 连同资源分配一起,分组调度器模块220输出关于被提供给统计管理器模块210的实际分配的通信资源的信息 $Load^{D/U}$ 。

[0066] 应当注意,链路选择模块215、分组调度器模块220和统计管理器模块210形成反馈回路,该反馈回路允许基于实际分配的通信资源 $Load^{D/U}$ 和基于使用度量 $Statistics^{D/U}$ (即,移动通信网络的实际状态和过去状态)来提高每个通信 c_i 的选择操作和分组调度的效率。

[0067] 在本发明的一个实施例中,CG构建器模块205、统计模块210和链路选择模块215按照大于传输时间间隔或TTI(其为在上行链路或下行链路信道上传输数据分组的持续时间)的链路选择周期TLS提供它们的输出,因为INFRA通信和D2D通信之间的选择(尤其在通信类型的切换的情况下)涉及某个开销时间,并且按照TTI周期性执行它将在计算上是困难的。此外,使链路选择模块215按照等于链路选择周期TLS、长于传输时间间隔TTI的周期性操作,避免了针对正进行的通信的INFRA和D2D类型之间的频繁切换;INFRA和D2D通信类型之间的这种频繁切换对这种正进行的通信将是有害的。实际上,在按照等于传输时间间隔的周期性进行INFRA/D2D切换的情况下,正进行的通信的片段(例如,一个或多个数据分组)在INFRA类型通信期间将被发送到eNodeB,而正进行的通信的片段在D2D类型通信期间将被发送到接收机UE;因此,正进行的通信的部分片段将不能被eNodeB和/或接收机UE获得,从而需要将这些片段重新发送到eNodeB(对于INFRA类型通信)或者接收机UE(对于D2D类型通信)之一,以便允许正确重组正进行的通信(相应地,降低了通信质量并且增加了移动通信网络的工作负载)。例如,链路选择周期TLS具有大于TTI(在LTE/LTE-A中其具有1ms的持续时间)的大约一百毫秒的持续时间。

[0068] 相反,分组调度器模块220按照等于一个TTI的周期性提供它的输出,这允许eNodeB 105实时地(即,在通信 c_i 中不引起延迟)正确管理记忆小区100中的每个通信 c_i 。

[0069] 关注链路选择模块215的操作,链路选择模块215根据旨在优化通信的感兴趣的一个(或多个)参数(例如,吞吐量)的标准来确定D2D通信和INFRA通信之间的哪个对于两个UE

(诸如小区100内的UE 110c和110d以及UE 110e和110f)更好。在选择D2D通信的情况下,链路选择模块215还根据同一标准来确定在哪个信道(即,下行链路或上行链路信道)上分配D2D通信。

[0070] 链路选择模块215知道:

[0071] -由于速率 A_i 知道的每个通信 c_i 的通信速率要求,

[0072] -由于速率 R_i^{D2D} 、 R_i^{UL} 、 R_i^{DL} 知道的由于资源使用而可实现的速率,以及

[0073] -由于量 M^{DL} 和 M^{UL} 知道的下行链路资源状态和上行链路资源状态(即可用性)这两者。

[0074] 此外,由于冲突图CG,链路选择模块215知道小区100内任何可能冲突的通信。

[0075] 因此,链路选择模块215不仅通过评估可用通信资源(或信道状况)而且通过单独评估可用下行链路和上行链路资源或空间来执行通信类型的选择(相反,如果只考虑信道状况,则在没有可用下行链路资源的情况下,D2D通信也会被切换到INFRA通信)。

[0076] 在本发明的一个实施例中,链路选择模块215通过解决优化问题来选择通信类型。例如,这种优化问题的目标函数可以被表达为:

$$[0077] \quad \max \sum_{i \in I} x_i^{D2D-UL} \times R_i^{D2D} + x_i^{D2D-DL} \times R_i^{D2D} + x_i^{UL} \times \min\{R_i^{UL}, R_i^{DL}\}, \quad (1)$$

[0078] 其中变量 x_i^{D2D-UL} 、 x_i^{D2D-DL} 或 x_i^{UL} ($\in R^+$) 分别表示向作为在上行链路信道上的D2D通信、作为在下行链路信道上的D2D通信和作为INFRA通信执行的通信 c_i 分配的通信资源。应当注意,在优化问题的求解期间,每次变量 x_i^{D2D-UL} 、 x_i^{D2D-DL} 或 x_i^{UL} 当中只有一个将具有非零值,因为一般的通信 c_i 将作为上行链路信道上的D2D通信、下行链路信道上的D2D通信或INFRA通信之一被执行。

[0079] 目标函数(1)根据以下约束求解:

$$[0080] \quad d_i \geq d_i^{DL}, \quad (2)$$

$$[0081] \quad d_i \geq d_i^{UL}, \quad (3)$$

[0082] 不等式(2)和(3)限定仅当第一二进制变量等于1时,一般的通信 c_i 才被执行为D2D通信(在下行链路信道上或在上行链路信道上);

$$[0083] \quad d_i^{UL} + d_i^{DL} \leq 1, \quad (4)$$

[0084] 不等式(4)限定只有下行链路信道和上行链路信道之一可以被选择用于D2D类型的通信 c_i ;

$$[0085] \quad n^{D2D-DL} + \sum_{i \in I} x_i^{UL} \times R_i^{UL} / R_i^{DL} \leq M^{DL}, \quad (5)$$

[0086] 其中 n^{D2D-DL} ($\in R^+$) 表示可分配用于执行下行链路信道上的D2D通信的通信资源,

$\sum_{i \in I} x_i^{UL} \times R_i^{UL} / R_i^{DL}$ 表示可分配用于在下行链路信道上执行的INFRA通信的部分的通信资源,并且

不等式(4)限定可分配通信资源必须低于或至多等于可用下行链路资源 M^{DL} 的量;

$$[0087] \quad n^{D2D-UL} + \sum_{i \in I} x_i^{UL} \leq M^{UL}, \quad (6)$$

[0088] 其中 $n^{D2D-UL} (\in R^+)$ 表示可分配用于执行上行链路信道上的D2D通信的通信资源， $\sum_{i \in I} x_i^{UL}$ 表示可分配用于在上行链路信道上执行的INFRA通信的部分的通信资源，并且不等式(5)限定可分配通信资源必须低于或者至多等于可用上行链路资源 M^{UL} 的量；

$$[0089] \quad x_i^{D2D-DL} \times R_i^{D2D} + x_i^{D2D-UL} \times R_i^{D2D} + x_i^{UL} \times R_i^{UL} \leq A_i, \quad (7)$$

[0090] 不等式(7)限定被分配用于通信 c_i 的通信资源必须低于或至多等于用于所考虑通信 c_i 的请求速率 A_i ；

$$[0091] \quad x_i^{UL} \leq \min\{M^{UL}, A_i/R_i^{UL}\} \times (1 - d_i), \quad (8)$$

[0092] 不等式(8)限定被分配用于在上行链路信道上执行的INFRA通信的部分的通信资源量不能超过上行链路信道 M^{UL} 的可用资源和为通信 c_i 所请求的上行链路速率(应当注意，如果 $d_i = 1$ ，即对于D2D通信，则 $x_i^{UL} = 0$)；

$$[0093] \quad x_i^{D2D-UL} \leq \min\{M^{UL}, A_i/R_i^{D2D}\} \times d_i^{UL}, \quad (9)$$

[0094] 不等式(9)限定被分配用于在上行链路信道上执行的D2D通信的通信资源量不能超过上行链路信道 M^{UL} 的可用资源和为通信 c_i 所请求的上行链路速率(应当注意，如果 $d_i^{UL} = 1$ ，则 $x_i^{D2D-UL} = 0$)；

$$[0095] \quad x_i^{D2D-DL} \leq \min\{M^{DL}, A_i/R_i^{D2D}\} \times d_i^{DL}, \quad (10)$$

[0096] 不等式(10)限定被分配用于在下行链路信道上执行的D2D通信的通信资源量不能超过下行链路信道 M^{DL} 的可用资源和为通信 c_i 所请求的下行链路速率(应当注意，如果 $d_i^{DL} = 1$ ，则 $x_i^{D2D-DL} = 0$)；

$$[0097] \quad \pi_i^{UL} + x_i^{D2D-UL} \leq \pi_j^{UL} + L \times [o_{ij} + (1 - d_i^{UL}) + (1 - d_j^{UL})], \quad (11)$$

[0098] 其中 L 是具有比可用通信资源的数量(即，PRB的数量)大的值的正常数， o_{ij} 是二进制变量，如果在上行链路信道中冲突的通信 j 的通信资源在通信 i 的通信资源前面，则它等于1，并且否则为0，变量 $\pi_i^{UL} (\in R^+)$ 限定在上行链路信道中被分配给通信 c_i 的通信资源从其开始的初始点；

$$[0099] \quad \pi_j^{UL} + x_j^{D2D-UL} \leq \pi_i^{UL} + L \times [(1 - o_{ij}) + (1 - d_i^{UL}) + (1 - d_j^{UL})], \quad (12)$$

[0100] 不等式(11)和(12)考虑对于(如在冲突图CG中定义的)与上行链路信道上的通信 c_j 冲突的D2D类型的通信 c_i 的冲突排序约束-应当注意，这两个约束只有当通信 c_i 和 c_j 这两者都是在上行链路信道上调度的冲突通信时才有意义，否则它们始终被验证。在这种情况下，如果 o_{ij} 等于0，则不等式(11)将是有效的并且通信 c_j 将在通信 c_i 已被分配之后被分配，否则，如果 o_{ij} 等于1，则不等式(12)将是有效的并且通信 c_j 将在通信 c_i 已被分配之前被分配；

$$[0101] \quad \pi_i^{UL} + x_i^{D2D-UL} \leq n^{D2D-UL} + L \times (1 - d_i^{UL}), \quad (13)$$

[0102] 不等式 (13) 限定 n^{D2D-UL} 是被分配给在上行链路信道上执行的 D2D 类型的通信 c_i 的上行链路信道的通信资源的上限；

$$[0103] \quad \pi_i^{DL} + x_i^{D2D-DL} \leq \pi_j^{DL} + L \times [o_{ij} + (1 - d_i^{DL}) + (1 - d_j^{DL})]; \quad (14)$$

$$[0104] \quad \pi_j^{DL} + x_j^{D2D-DL} \leq \pi_i^{DL} + L \times [(1 - o_{ij}) + (1 - d_i^{DL}) + (1 - d_j^{DL})]; \quad (15)$$

$$[0105] \quad \pi_i^{DL} + x_i^{D2D-DL} \leq n^{D2D-DL} + L \times (1 - d_i^{DL}), \quad (16)$$

[0106] 不等式 (14)、(15) 和 (16) 对应于不等式 (11)、(12) 和 (13)，用于在下行链路信道上执行的 D2D 类型的通信 c_i ，其中 ($\in R^+$) 变量 π_i^{DL} ($\in R^+$) 限定在下行链路信道中被分配给通信 c_i 的通信资源从其开始的初始点。

[0107] 求解优化问题允许链路选择模块 215 确定输出 d_i 、 d_i^{UL} 、 d_i^{DL} 、RS 和 CG'。

[0108] 现在关注分组调度器模块 220，分组调度器模块 220 优选地包括两个调度器分支 (图 2 中未示出)，其中每一个调度器分支管理通信资源的相应部分的分配。即，上行链路调度器分支专用于上行链路资源分配并且下行链路调度器分支专用于下行链路资源分配。每个调度器分支通过与由链路选择模块 215 在每个链路选择周期 TLS 提供的输出 d_i 、 d_i^{UL} 、 d_i^{DL} 、RS 和 CG' 结合以及与在每个 TTI 接收到的指示 Q_i (关于要发送的数据量) 结合应用预定的分配方案来分配相应的上行链路/下行链路资源，预定的分配方案诸如是最大载波与干扰比 (MaxC/I) 调度、循环 (RR) 调度、或按比例公平 (PF) 调度。特别地，通过考虑在修改的冲突图 CG' 中指示的边，调度器分支可以在 INFRA 通信中涉及的 UE 110a、110b、110c 和 110d 以及在 D2D 通信中涉及的 110e 和 110f 之间共享不相互干扰的、相同的下行链路/上行链路资源 (同时根据 LTE/LTE-A 标准，在 INFRA 通信中涉及的 UE 110a、110b、110c 和 110d 之间的下行链路/上行链路资源共享被避免)。

[0109] 现在转到图 3，图 3 是根据本发明实施例的用于通信系统 200 的资源分配操作的示意性流程图。

[0110] 首先，在步骤 305，分组调度器模块 220 接收在下一个 TTI 中在小区 100 中发生的所有 I 个通信 c_i 的输入列表 L1，然后在步骤 (判定框) 310，分组调度器模块 220 检查是否有可能向在小区 100 中发生的所有 I 个通信 c_i 分配互斥资源。在肯定的情况下 (判定框 310 的退出分支 Y)，在步骤 315 进行这种互斥资源分配；互斥资源的分配确保了在 I 个通信 c_i 之间可得到的最大吞吐量和最小干扰，并且操作在步骤 320 结束。

[0111] 在否定的情况下 (判定框 310 的退出分支 N)，即，在互斥资源分配不可能的情况下，在步骤 325，由分组调度器模块 220 生成在小区 100 中发生的 I 个通信 c_i 的有序列表 L2。例如，有序列表 L2 的排序可以根据任何合适的分配方案 (例如，上述 MAXC/I、PF 或 RR 调度) 来实现。

[0112] 接下来，在步骤 330，从有序列表 L2 中的第一通信 c_i 开始，分组调度器模块 220 通过考虑在二进制数据 d_i 和 d_i^{UL} 、 d_i^{DL} 中指示的通信类型、修改的冲突图 CG' 和限制命令 RS 来向任何通信 c_i 分配通信资源。

[0113] 在步骤 (判定框) 335，分组调度器模块 220 验证是否存在可用于分配的通信资源。在否定的情况下 (判定框 335 的退出分支 N)，分配操作在步骤 320 结束。

[0114] 在肯定的情况下 (判定框 335 的退出分支 Y)，即，存在可用的通信资源，在步骤 (判

定框) 340, 分组调度器模块220验证是否到达在小区100中发生的I个通信 c_i 的有序列表L2的末尾。在否定的情况下(判定框340的退出分支N), 在步骤345, 分组调度器模块220从有序列表L2中提取下一个通信 c_{i+1} 并且操作在步骤330返回, 以向下一个通信 c_{i+1} 分配通信资源。

[0115] 在肯定的情况下(判定框340的退出分支Y), 即, 已到达有序列表L2的末尾, 操作在步骤320结束。

[0116] 以这种方式, 对于下一个TTI, 资源被分配。分组调度器模块220针对后续的TTI重复上述操作。在相同的链路选择周期TLS, 输入 d_i 、 d_i^{UL} 、 d_i^{DL} 、RS和CG' 不改变。在链路选择周期TLS的末尾, 对分组调度器模块220的输入 d_i 、 d_i^{UL} 、 d_i^{DL} 、RS和CG' 可以改变。

[0117] 到现在为止, 已经考虑了在相同网络小区下的UE之间的D2D通信的场景。在本发明的实施例中, 通信系统可以被配置为还处理位于不同小区的两个UE之间的D2D通信。

[0118] 现在转向图4, 图4是其中可以实现本发明的实施例的移动通信网络的一对小区400a和400b的示意图。特别地, 在所考虑的示例中, 这两个小区被假定为相邻小区, 但是该解决方案并不限于相邻小区对(例如, 在小的小区的情况下)。

[0119] 在下文中, 与参考图1描述的元素类似的元素由类似的标号表示, 并且为了简洁起见不再重复对它们的描述。

[0120] 在图4的示例中, 在一对相邻小区400a、400b的第一小区400a内的通信由第一eNodeB 405a管理, 而在该对相邻小区400a的第二小区400b内的通信由第二eNodeB 405b管理。

[0121] 两个UE, 即, 第一小区400a内的第一UE 410a和第二小区400b内的第二UE 410b涉及小区间D2D通信。第二小区400b内的第三UE 410c可能引起对UE 410a和410b之间的小区间D2D通信的干扰, 并且反之亦然, 在D2D通信中的UE 410a和410b可能引起对由第三UE 410c执行的通信的干扰。

[0122] 图4的双小区场景必须被解释成更一般的多小区场景的简化。在优选的实施例中, 小区间D2D通信通过移动通信网络的选定的一组小区管理, 例如, 选定的一组小区可以包括中央小区和与中央小区相邻的所有相邻小区(即, 通常6个小区)。

[0123] 现在考虑图5, 图5是根据本发明实施例的用于管理移动通信网络的多个小区(诸如小区400a和400b)中的通信的通信系统500的示意性框图。

[0124] 在下文中, 与参考图2描述的元素类似的元素由类似的标号表示。

[0125] 通信系统500包括放大的CG构建器模块505, CG构建器模块505适于基于诸如图4的示例中的第一小区400a和第二小区400b之类的相邻小区内部的用户位置及其相应的传输功率来提供放大的冲突图CGe。

[0126] 在本发明的一个实施例, 放大的CG构建器模块505从移动通信网络中的所有小区或从移动通信网络的选定的一组小区(例如, 其中一个小区是该组的中央小区并且其余六个小区与中央小区相邻的七个小区)接收UE位置和传输功率信息。

[0127] 在本发明的一个实施例中, 在LTE/LTE-A标准中, 放大的CG构建器模块505可以是连接到移动通信网络的所有eNodeB的通信系统500的演进分组核心(EPC, 未示出)的模块/功能部件, 或者可以是在上述移动通信网络的选定的一组小区的eNodeB(诸如图4的示例的eNodeB 400a或400b)中所包括的模块/功能。

[0128] 多小区链路选择模块515被提供,以执行在相邻小区(即,图4的示例中的小区400a和400b)中所包括的UE 405a、405b和405c的通信类型的选择。

[0129] 在本发明的一个实施例中,多小区链路选择模块515从移动通信网络中的所有小区接收UE位置、传输功率信息。例如,在LTE/LTE-A标准中,多小区链路选择模块515可以被包括在连接到移动通信网络的所有eNodeB的通信系统500的演进分组核心(EPC,未示出)中,或者可以是在上述移动通信网络的选定的一组小区的eNodeB(诸如图4的示例的eNodeB 400a或400b)中所包括的模块/功能。

[0130] 相反,在本发明的实施例中,通信系统500包括用于管理通信资源的分配的分组调度器模块和用于提供关于移动通信网络的各个小区中的可用通信资源量和速率的指示的统计管理器模块。

[0131] 在图5的示例中,通信系统500包括用于管理第一小区400a中的通信资源的分配的第一分组调度器模块520a和用于提供关于可用通信资源量 MA^{DL} 和 MA^{UL} 、基于实际分配的通信资源 $Load_A^{D/U}$ (由与之耦接的第一分组调度器模块520a提供)的速率 RA_i^{D2D} 、 RA_i^{UL} 和 RA_i^{DL} 以及用于第一小区400a的通信资源的使用度量 $Statistics_A^{D/U}$ 的指示的第一统计管理器模块510a。类似地,通信系统500包括用于管理第二小区400b中的通信资源的分配的第二分组调度器模块520b和用于提供关于可用通信资源量 MB^{DL} 和 MB^{UL} 、基于实际分配的通信资源 $Load_B^{D/U}$ (由与之耦接的第二分组调度器模块520b提供)的速率 RB_i^{D2D} 、 RB_i^{UL} 和 RB_i^{DL} 以及用于第二小区400b的通信资源的使用度量 $Statistics_B^{D/U}$ 的指示的第二统计管理器模块510b。

[0132] 多小区链路选择模块515与放大的CG构建器模块505相耦接,用于接收放大的冲突图CGe作为输入。多小区链路选择模块515与第一统计管理器模块510a耦接,用于接收对应的指示 MA^{DL} 、 MA^{UL} 、 RA_i^{D2D} 、 RA_i^{UL} 和 RA_i^{DL} (针对第一小区400a)作为输入。同时,多小区链路选择模块515与第二统计管理器模块510b耦接,用于接收对应的指示 MB^{DL} 、 MB^{UL} 、 RB_i^{D2D} 、 RB_i^{UL} 和 RB_i^{DL} (针对第二小区400b)作为输入。最后,多小区链路选择模块515接收用于通信 c_i 的请求速率 A_i 作为另一输入。

[0133] 多小区链路选择模块515基于所接收到的输入(类似于以上描述的)为小区400a和400b这两者中的UE 410a、410b和410c选择是将通信 c_i 建立为INFRA通信还是建立为D2D通信。多小区链路选择模块515连接到第一分组调度器模块520a和第二分组调度器模块520b这两者,用于向它们提供相应的通信命令,该通信命令确定通信 c_i 是必须被建立为INFRA通信还是D2D通信,或者如果已经活动则切换为INFRA通信还是D2D通信。在本发明的一个实施例中,用于第一分组调度器模块520a的通信命令包括限定在第一小区400a中通信 c_i 是INFRA通信还是D2D通信的第一二进制变量 dA_i (例如,1位),并且如果D2D通信被选择,则第二二进制变量 dA_i^{UL} 和第三二进制变量 dA_i^{DL} 限定D2D通信必须经由第一小区400a中的下行链路信道还是上行链路信道来建立。类似地,用于第二分组调度器模块520b的通信命令包括限定在第二小区400b中通信 c_i 是INFRA通信还是D2D通信的第四二进制变量 dB_i (例

如,1位),并且如果D2D通信被选择,则第五二进制变量 dB_i^{UL} 和第六二进制变量 dB_i^{DL} 限定D2D通信必须经由第二小区400b中的下行链路信道还是上行链路信道来建立。应当注意,为通信 c_i 选择INFRA类型的链路选择模块515将只为其中存在执行(或者将执行)这种通信 c_i 的UE的小区405a或405b提供针对这种通信 c_i 的通信命令。

[0134] 多小区链路选择模块515还向第一分组调度器模块520a和第二分组调度器模块520b这两者提供为了考虑所提供的通信命令而修改的修改后的放大的冲突图(CGe')。

[0135] 多小区链路选择模块515还分别向第一分组调度器模块520a和第二分组调度器模块520b提供第一限制命令 RS_A 和第二限制命令 RS_B 作为输出。

[0136] 优选地,在这种多小区场景中,限制命令 RS_A 和 RS_B 中的每一个包括关于要分配给UE_group列出的UE的通信资源的一组限制,UE_group列出的UE例如是在诸如第一小区400a和第二小区405b之类的两个(或更多个)相邻小区的边界附近(例如,在以下描述的干扰区域420内)的UE 410a、410b和410c。

[0137] 在本发明的一个实施例中,如参考图1的单小区场景所解释的,放大的CG构建器模块505、统计模块510a和510b以及多小区链路选择模块515按照比TTI大的链路选择周期TLS提供它们的输出。例如,链路选择周期TLS具有比LTE/LTE-A中的TTI(1ms)大的上百毫秒量级的持续时间。相反,如以上参考图1的单小区场景所解释的,分组调度器模块520a和520b按照等于TTI的周期性提供其输出。

[0138] 一种用于通信系统500的场景是在两个相邻小区400a和400b内并且分别由不同eNodeB 405a和405b服务的两个UE 410a和410b之间的D2D通信的管理(如在图4中所示)。

[0139] 通信系统500协调两个小区400a和400b之间的通信资源的分配,以便减少UE 410a、410b和410c(以及小区400a和400b内的任何其它UE,未示出)之间的可能干扰。

[0140] 在本发明的一个实施例中,通信资源分配的协调由多小区链路选择模块515通过协调两个分组调度器模块520a和520b的操作来执行,因此具有等于链路选择周期TLS的周期性。

[0141] 在图4的示例中,第一小区400a内的第一UE 410a正在通过执行D2D通信 c_{ab} 向第二小区405b内的第二UE 410b进行发送。第二小区400b内的第三UE 410c是对D2D通信 c_{ab} 尤其是对第二UE 410b的可能干扰源之一(假定在第二小区400b中允许在D2D通信和INFRA通信之间共享通信资源)。包围第二UE 410b和第三UE 410c的虚线圆表示第三UE 410c的“干扰半径”415。在这种干扰半径内,由第三UE 410c执行的INFRA通信 c_{int} 可能干扰在第一和第二UE 410a和410b之间执行的通信 c_{ab} 。

[0142] 在本发明的一个实施例中,为了减少干扰,通信系统500被配置为在与被分配给D2D通信 c_{ab} 的通信资源不同的通信资源上分配所有可能的干扰通信 c_{int} (即,在放大的冲突图CGe中由边连接到表示D2D通信 c_{ab} 的节点的节点)

[0143] 在本发明的一个实施例中,“干扰区域”420(在图4中由实黑色矩形表示)被定义为如下区域:在该区域中,在不同小区的UE(诸如UE 410a和410b)之间的D2D通信可能经历由于干扰区域420内的其它UE执行INFRA通信(诸如在第二小区400b中的第三UE 410c的情况下)而导致的干扰,以及反之,INFRA通信可能经历由于D2D通信而导致的干扰。干扰区域420在小区400a和400b这两者上延伸,并且因此包括第一小区400a的部分420A和第一小区400a的部分420B。

[0144] 为了避免干扰区域420内的干扰,多小区链路选择模块515从由放大的CG构建器模块505提供的修改后的放大的冲突图CGe'的分析中确定任何可能的干扰通信 c_{int} ,并且提供限制命令 RS_A 和 RS_B ,限制命令 RS_A 和 RS_B 这两者都包括列出干扰区域420内所包括的UE集合(诸如UE 405a、405b和405c)的UE_group以及PRB,其中PRB指示要以在干扰区域420内无干扰的方式分配给UE_group的UE的通信资源。例如,分组调度器模块520a和520b根据限制命令 RS_A 和 RS_B 分配D2D通信 c_{ab} 和INFRA通信 c_{int} 。

[0145] 图6是根据本发明实施例的用于避免干扰的资源分配方案的示意性表示,如图6中所示,分组调度器模块520a和520b可以分别为D2D通信 c_{ab} 和INFRA通信 c_{int} 分配相对于彼此具有最大可能距离(在频率上)的通信资源 PRB_A 和 PRB_B 。

[0146] 在图6的示例中,第一分组调度器模块520a在位于可用于第一小区405a中的通信的传输频带610的初始部分中的通信资源 PRB_A 605上为第一UE 410a分配通信资源,其中第一UE 410a从干扰区域420的部分420_A内向第二UE 410b发送数据分组。相反,第二分组调度器模块520b在位于可用于第一小区405a中的通信的传输频带620的最后部分中的通信资源 PRB_B 615上为第三UE 410c分配通信资源,其中第三UE 410c从干扰区域420的部分420_B内发送数据分组。以这种方式,可以避免D2D通信 c_{ab} 和INFRA通信 c_{int} 之间的干扰,因为这些通信分配的各个通信资源在频域中不相互重叠。

[0147] 在例如适于在集中式无线电接入网络(C-RAN)类型的移动通信网络中实现的本发明的另一个实施例(未示出)中,可以提供全局分组调度器模块(未示出),以便管理移动通信网络的所有小区中的UE的资源分配或者管理所有小区的选定的一组小区中的UE的资源分配。

[0148] 应当注意,本文描述的本发明的实施例可以高效地管理通信资源分配,以便利用由D2D通信的可用性带来的优点(例如,小区卸载和所使用频谱的减少,以及相对于INFRA通信的较低延迟)来改善移动通信网络的操作,而不会导致与D2D通信和INFRA通信的共存相关联的缺点(例如,D2D通信和INFRA通信之间的干扰以及D2D通信不受通信系统控制)。

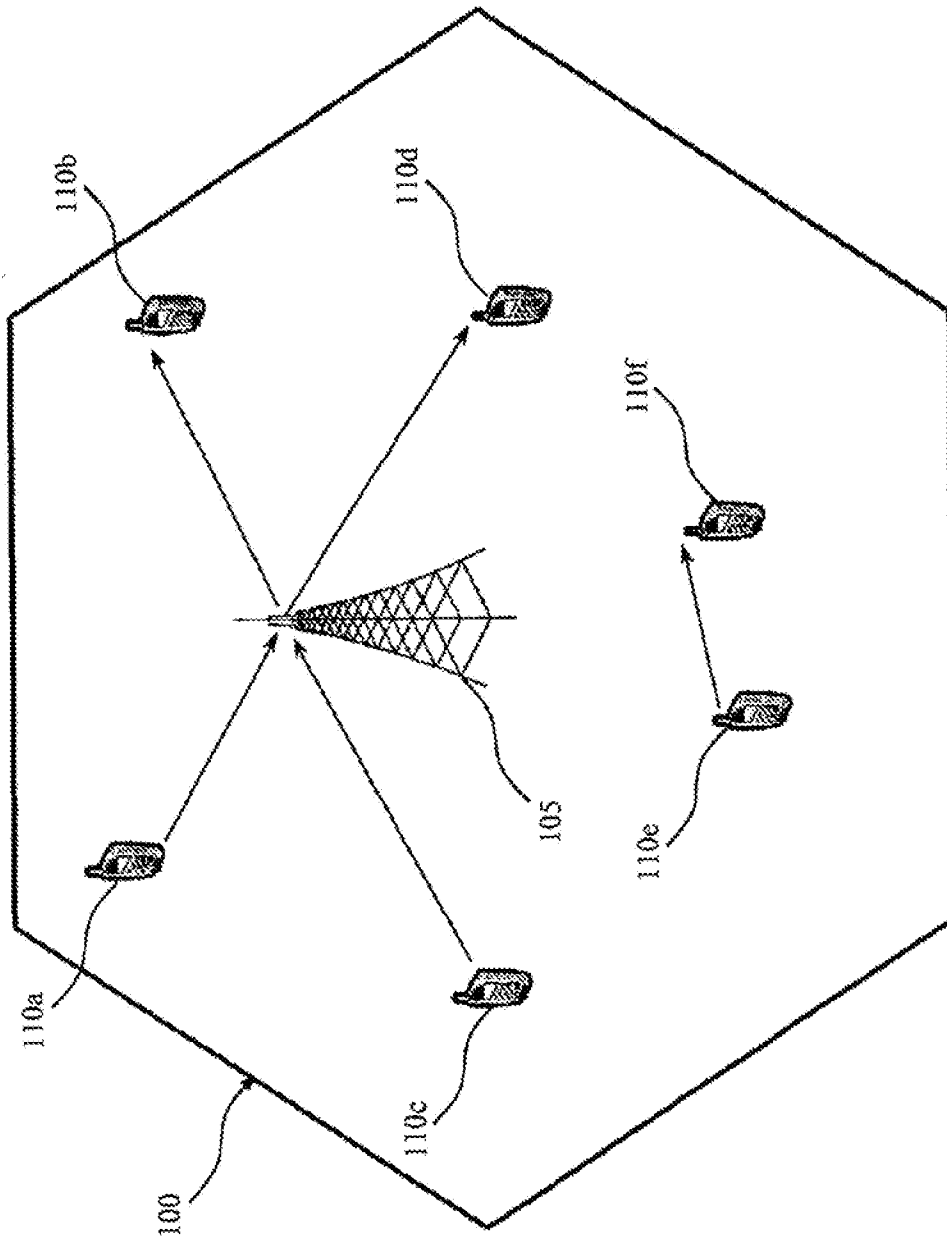


图1

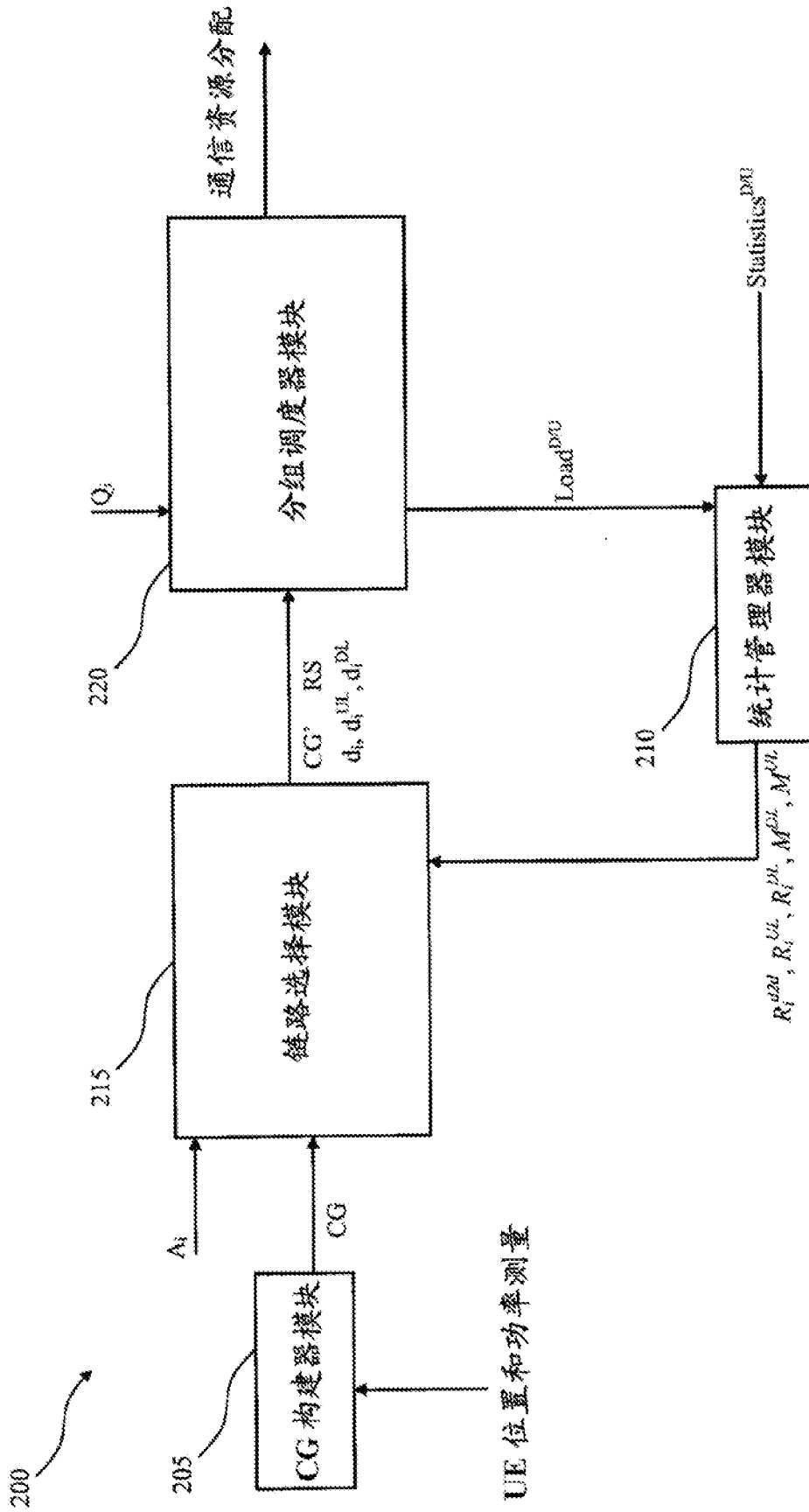


图2

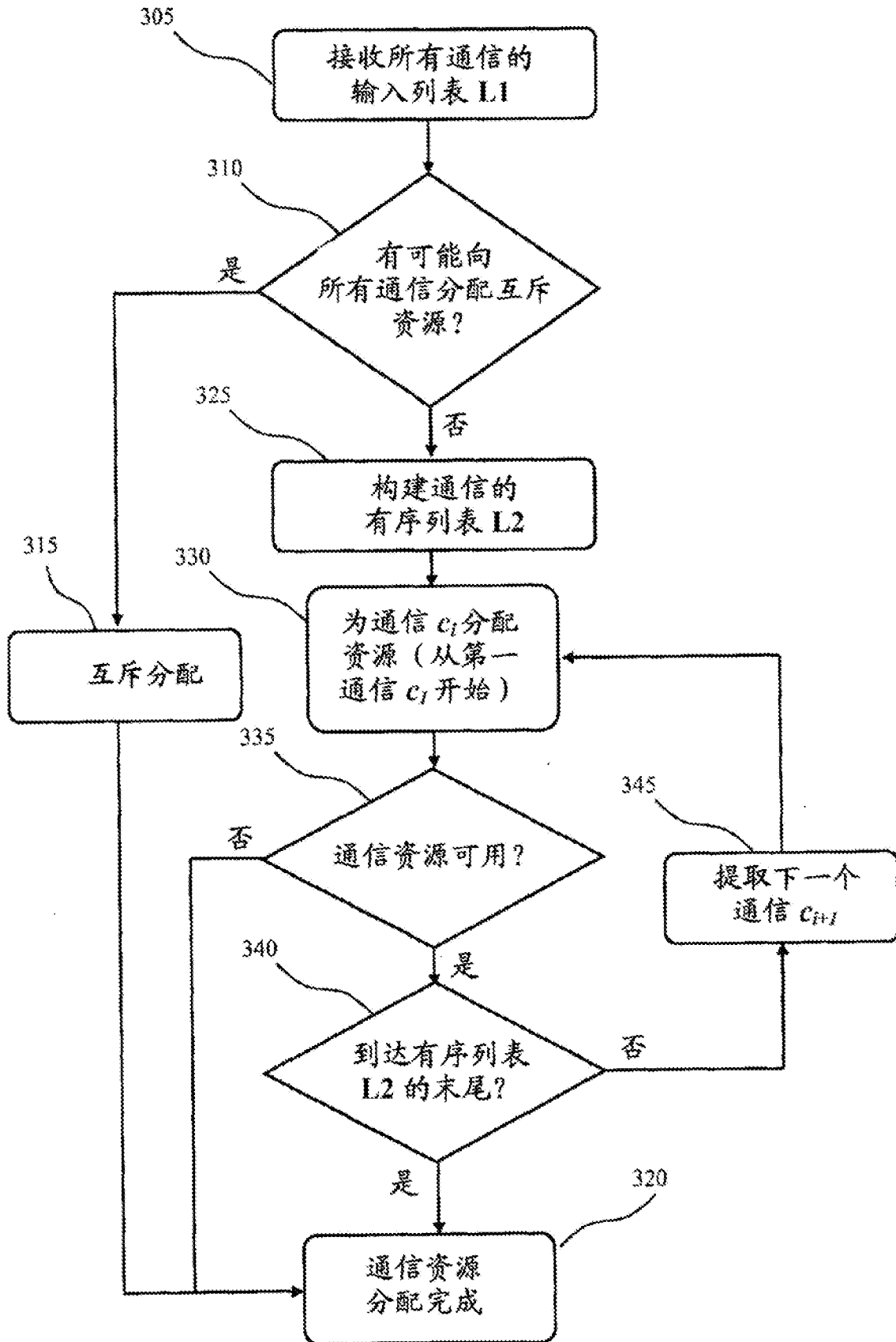


图3

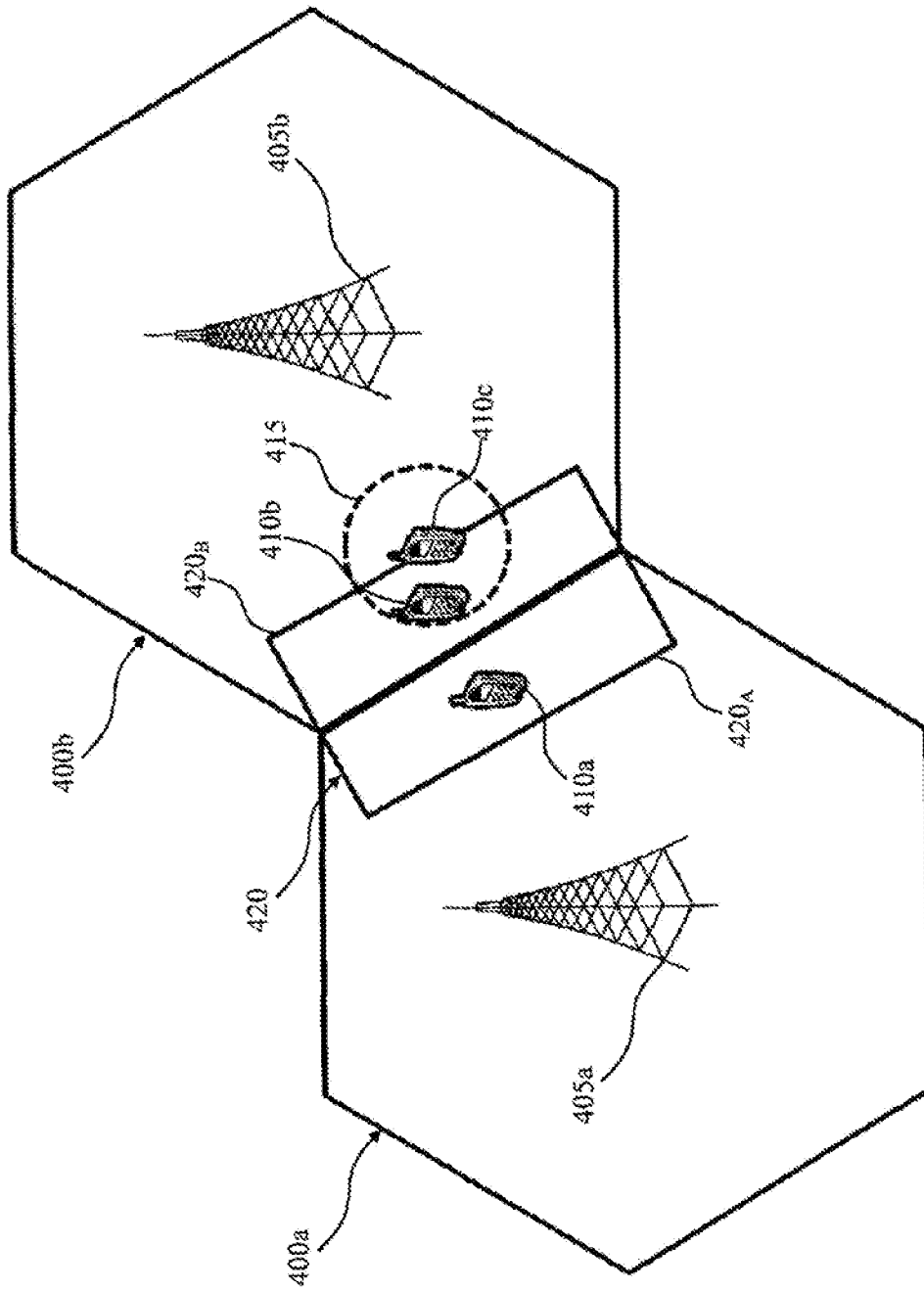


图4

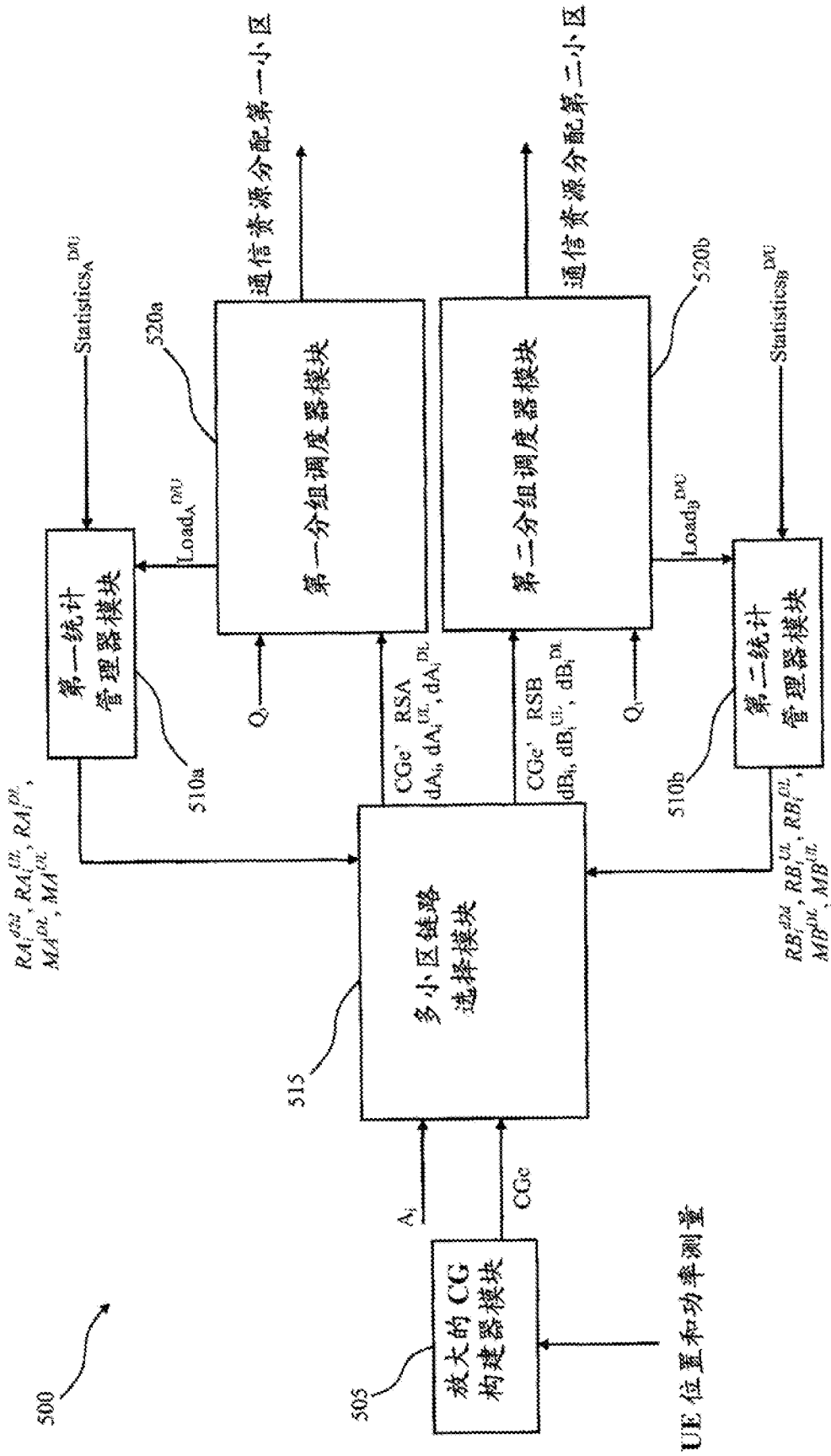


图5

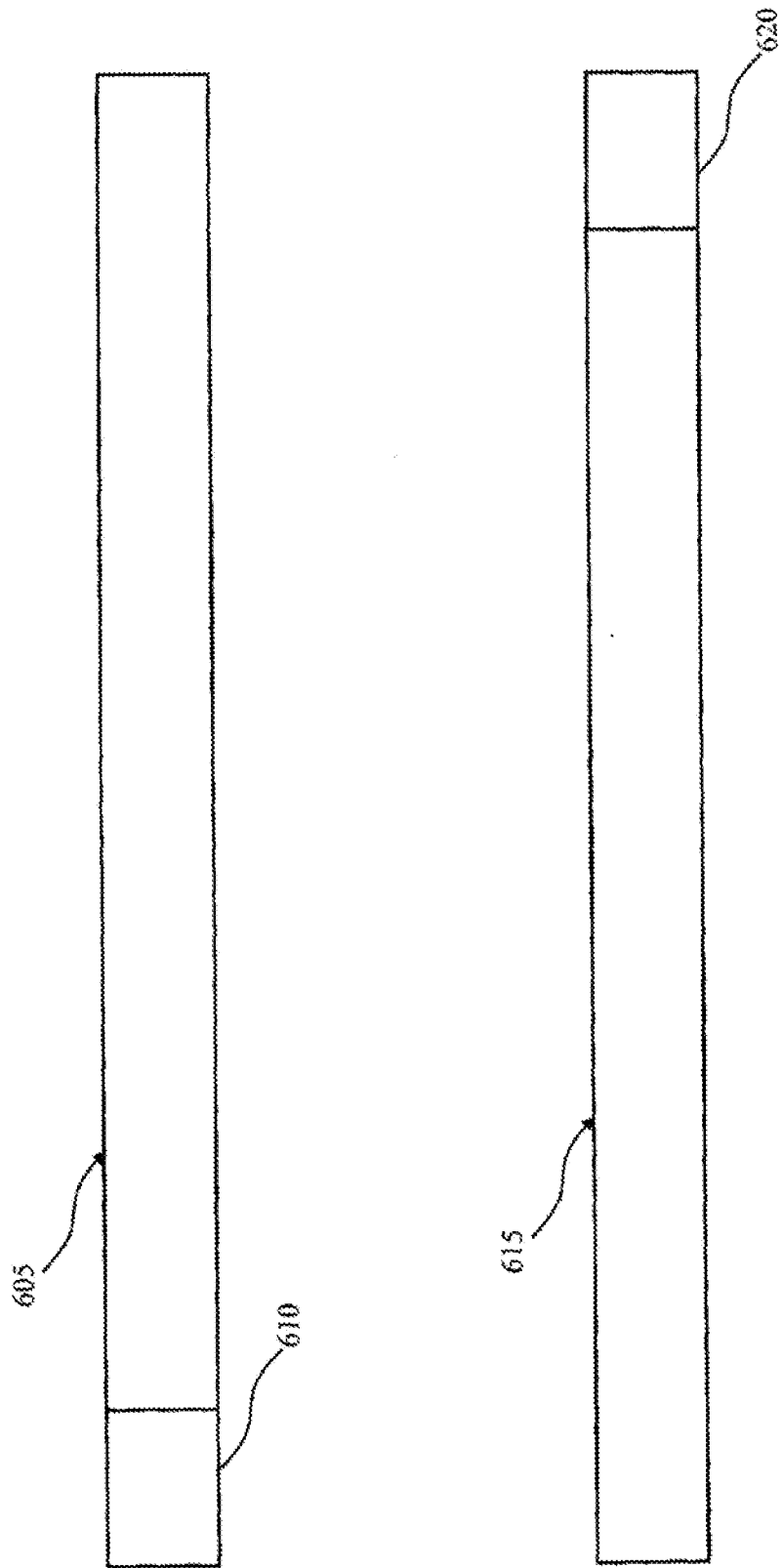


图6