



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103460781 B

(45)授权公告日 2017.04.26

(21)申请号 201180070017.9

R·梵提尼 D·米利奥里尼

(22)申请日 2011.03.03

V·M·皮 D·萨贝拉 G·斯蒂

(65)同一申请的已公布的文献号

(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

申请公布号 CN 103460781 A

代理人 袁玥

(43)申请公布日 2013.12.18

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2013.10.11

H04W 72/12(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H04W 84/04(2006.01)

PCT/EP2011/053221 2011.03.03

H04W 72/04(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

(56)对比文件

W02012/116754 EN 2012.09.07

CN 101518147 A, 2009.08.26,

(73)专利权人 意大利电信股份公司

US 2010/0034157 A1, 2010.02.11,

地址 意大利米兰

WO 2011/002176 A1, 2011.01.06,

(72)发明人 M·M·安德烈奥兹 M·卡莱迪

审查员 刘露玲

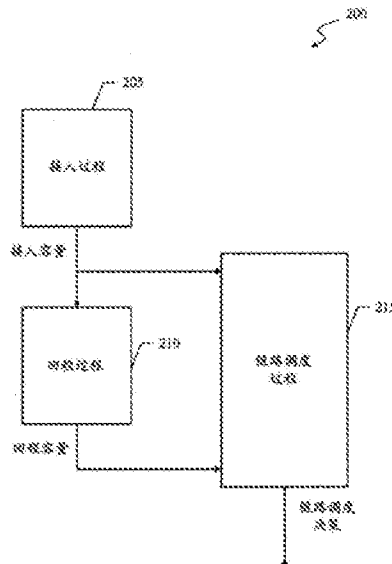
权利要求书5页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

具有中继节点的OFDMA无线网络的链路调度算法

(57)摘要

提出一种调度无线网络(100)内的链路激活的方法(200)。所述无线网络包括至少一个网络小区(110),所述至少一个网络小区(110)包含提供在所述网络小区上的无线电覆盖的基站(105),和使基站与网络小区内的至少一个对应用户设备(115)通信的至少一个中继节点(120)。所述至少一个中继节点通过接入链路与用户设备通信,通过回程链路与基站通信。在按照本发明的一个或多个实施例的解决方案中,所述方法包括按照指示与中继节点关联的用户设备的状态的状态信息估计(205)所述至少一个中继节点的接入链路容量,按照所述状态信息估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量,和根据接入容量和回程容量之间的比较,按预定时间间隔为所述至少一个中继节点调度(215)回程链路激活或接入链路激活,使得回程链路或接入链路被激活。



1. 一种调度无线通信网络(100)内的链路激活的方法(200),所述无线通信网络(100)包括至少一个网络小区(110),所述至少一个网络小区(110)包含提供在所述网络小区上的无线电覆盖的基站(105),和使所述基站与所述网络小区内的至少一个对应用户设备(115)通信的至少一个中继节点(120),所述至少一个中继节点通过接入链路和用户设备通信,并且通过回程链路与基站通信,所述方法包括:

根据指示与所述中继节点关联的所述用户设备的状态的状态信息,估计(205)所述至少一个中继节点的接入链路容量;

根据所述状态信息,估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量,和

基于接入容量和回程容量之间的比较,按预定时间间隔为所述至少一个中继节点调度(215)回程链路激活或接入链路激活,使得回程链路或接入链路被激活,

所述方法的特征在于:

根据所述状态信息估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量的步骤包括:计算如果对于该中继节点激活回程链路并且根据基于得分的过程调度所有中继节点,则每个中继节点会在公共回程链路上发送多少字节,

其中所述基于得分的过程将回程子帧的物理资源块分配给具有最高得分的积压中继节点,直到该中继节点的积压或者可用物理资源块耗尽为止。

2. 按照权利要求1所述的方法,其中估计(205)所述至少一个中继节点的接入链路容量的阶段包括在接入链路上虚拟地将物理资源块分配给(330-370)与所述中继节点关联的至少一个用户设备,并且对于待分配的每个物理资源块,重复接入链路上的所述虚拟分配,对每次重复来说,接入链路上的所述虚拟分配包括:

对于所述至少一个用户设备,计算(335)块使用容量参数,块使用容量参数表示所考虑的用户设备使用分配给它的给定物理资源块的能力;

在多于一个用户设备与所述中继节点关联的情况下,选择(345)具有最大的块使用容量参数的用户设备;

将所选用户设备的块使用容量参数限制(350)到可用的中继节点队列空间,从而获得小于或等于所选用户设备的块使用容量参数的受限的块使用容量参数;

将所述物理资源块分配给(355)选择的用户设备;和

根据分配的物理资源块,更新(355)所述中继节点的接入链路容量。

3. 按照权利要求2所述的方法,其中对于第一次重复之后的每次重复,所述至少一个中继节点的接入链路容量由物理资源块在接入链路上的所述虚拟分配的最后一次重复期间更新的接入链路容量给出。

4. 按照任意前述权利要求所述的方法,其中估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量的阶段还包括在回程链路上虚拟分配(415、515-575)所述至少一个中继节点的物理块资源,并且其中,在存在多于一个中继节点的情况下,对每个中继节点重复回程链路上的所述虚拟分配,直到所有物理资源块都已被虚拟分配给中继节点为止,或者直到考虑了所有中继节点为止,每次重复包括:

评估(520-530)支持回程的中继节点,其作为能够实现比相应的接入链路容量高的回程链路容量的中继节点;

对于每个给定的支持回程的中继节点,计算(540)得分参数,所述得分参数表示相对于

另一个支持回程的中继节点,从将目前可用的物理资源块分配给所述给定的支持回程的中继节点中获得的益处;

选择 (545-550) 得分参数最高的支持回程的中继节点,并且虚拟地将所需物理资源块分配给 (555) 所述选择的支持回程的中继节点,所述所需物理资源块表示对于所述选择的支持回程的中继节点能够实现最大容量的物理资源块的量;

基于分配的所需物理资源块,获得 (560) 选择的支持回程的中继节点的回程链路容量,在后续重复 (575) 中,不再考虑已在给定重复时选择过的支持回程的中继节点。

5. 按照权利要求4所述的方法,其中评估 (520-530) 支持回程的中继节点的步骤还包括对于每个中继节点:

计算 (520) 作为通过将所有剩余的物理资源块分配给该中继节点而会获得的容量的最大容量;

计算 (520) 作为该中继节点的最大容量和相应的接入链路容量之间的差的增益;和将其增益不为负的那些中继节点评估为 (525-530) 支持回程的中继节点。

6. 按照权利要求5所述的方法,其中回程链路上的所述虚拟分配还包括在获得 (560) 选择的支持回程的中继节点的回程链路容量之后:

通过从剩余的物理资源块的值中减去 (565) 与分配的所需物理资源块对应的值,更新所述剩余的物理资源块的值,和

对对应的所述选择的支持回程的中继节点来说,如果即使没有最后分配的所需物理资源块,具有高于接入链路容量的回程链路容量的条件仍然被核实,那么从该中继节点撤回 (570) 所述最后分配的所需物理资源块。

7. 按照权利要求6所述的方法,其中计算每个支持回程的中继节点的回程链路容量的步骤还包括在完成回程链路上的所述虚拟分配之后:

评估 (580) 撤回的物理资源块的存在,和

将撤回的物理资源块分配给 (580) 从其撤回所需物理资源块的支持回程的中继节点。

8. 按照权利要求4所述的方法,其中通过将增益除以为获得该增益而必需的所需物理资源块,获得每个支持回程的中继节点的得分参数。

9. 按照权利要求1所述的方法,其中为中继节点调度 (215) 回程链路激活或接入链路激活的阶段还包括:

比较 (625) 所述中继节点的回程链路容量和接入链路容量;

如果回程链路容量大于接入链路容量,那么调度 (630) 回程链路激活,或者反之亦然 (635)。

10. 按照权利要求2所述的方法,其中至少一个用户设备的块使用容量参数被计算为信道质量参数和缓冲器状态信息之中的最小者。

11. 按照权利要求10所述的方法,其中评估支持回程的中继节点的步骤还包括:

考虑所述至少一个中继节点的缓冲器状态参数和接入链路容量;

对于所述至少一个中继节点,将最大中继节点容量计算为 (520) 缓冲器状态参数和信道质量参数与剩余物理资源块的乘积之中的最小者;

将所述至少一个中继节点的增益计算为 (520) 中继节点的最大容量和中继节点的接入链路容量之间的差。

12. 按照权利要求10或11所述的方法,其中接入链路容量是上行链路接入链路容量,所述信道质量参数是上行链路信道质量参数,所述上行链路信道质量参数表示由所述中继节点关于与之关联的至少一个用户设备评估的上行链路信道质量,和由基站关于该中继节点评估的上行链路信道质量,所述缓冲器状态信息是缓冲器状态报告信息,并且其中状态信息包括上行链路信道质量参数、缓冲器状态报告信息和中继节点可用队列空间参数。

13. 按照权利要求10或11所述的方法,其中接入链路容量是下行链路接入链路容量,所述信道质量参数是表示下行链路信道质量的反馈下行链路信道质量参数,其中状态信息包括下行链路信道质量参数和下行链路队列长度信息,接入链路容量是通过利用接入链路的下行链路信道质量参数和关于至少一个中继节点的下行链路队列长度信息计算的。

14. 一种调度无线通信网络(100)内的链路激活的系统,所述无线通信网络(100)包括至少一个网络小区(110),所述至少一个网络小区(110)包含提供在所述网络小区上的无线电覆盖的基站(105),和使所述基站与所述网络小区内的至少一个对应用户设备(115)通信的至少一个中继节点(120),所述至少一个中继节点通过接入链路和用户设备通信,并且通过回程链路与基站通信,所述系统包括:

用于根据指示与所述中继节点关联的所述用户设备的状态的状态信息,估计(205)所述至少一个中继节点的接入链路容量的装置;

用于根据所述状态信息,估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量的装置,和用于基于接入容量和回程容量之间的比较,按预定时间间隔为所述至少一个中继节点调度(215)回程链路激活或接入链路激活,使得回程链路或接入链路被激活的装置,

所述系统的特征在于:

根据所述状态信息估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量包括:计算如果对于该中继节点激活回程链路并且根据基于得分的过程调度所有中继节点,则每个中继节点会在公共回程链路上发送多少字节,

其中所述基于得分的过程将回程子帧的物理资源块分配给具有最高得分的积压中继节点,直到该中继节点的积压或者可用物理资源块耗尽为止。

15. 按照权利要求14所述的系统,其中估计(205)所述至少一个中继节点的接入链路容量包括在接入链路上虚拟地将物理资源块分配给(330-370)与所述中继节点关联的至少一个用户设备,并且对于待分配的每个物理资源块,重复接入链路上的所述虚拟分配,对每次重复来说,接入链路上的所述虚拟分配:

对于所述至少一个用户设备,计算(335)块使用容量参数,块使用容量参数表示所考虑的用户设备使用分配给它的给定物理资源块的能力;

在多于一个用户设备与所述中继节点关联的情况下,选择(345)具有最大的块使用容量参数的用户设备;

将所选用户设备的块使用容量参数限制(350)到可用的中继节点队列空间,从而获得小于或等于所选用户设备的块使用容量参数的受限的块使用容量参数;

将所述物理资源块分配给(355)所选用户设备;和

根据分配的物理资源块,更新(355)所述中继节点的接入链路容量。

16. 按照权利要求15所述的系统,其中对于第一次重复之后的每次重复,所述至少一个中继节点的接入链路容量由物理资源块在接入链路上的所述虚拟分配的最后一次重复期

间更新的接入链路容量给出。

17. 按照前述权利要求14-16任意之一所述的系统,其中估计(210)所述至少一个中继节点的回程链路容量还包括在回程链路上虚拟分配(415、515-575)所述至少一个中继节点的物理块资源,并且其中,在存在多于一个中继节点的情况下,对每个中继节点重复回程链路上的所述虚拟分配,直到所有物理资源块都已被虚拟分配给中继节点为止,或者直到考虑了所有中继节点为止,每次重复包括:

作为能够实现比相应的接入链路容量高的回程链路容量的中继节点评估(520-530)支持回程的中继节点;

对于每个给定的支持回程的中继节点,计算(540)得分参数,所述得分参数表示相对于另一个支持回程的中继节点,从将目前可用的物理资源块分配给所述给定的支持回程的中继节点中获得的益处;

选择(545-550)得分参数最高的支持回程的中继节点,并且虚拟地将所需物理资源块分配给(555)所述选择的支持回程的中继节点,所述所需物理资源块表示对于所述选择的支持回程的中继节点,能够实现最大容量的物理资源块的量;

基于分配的所需物理资源块,获得(560)选择的支持回程的中继节点的回程链路容量,在后续重复(575)中,不再考虑已在给定重复时选择过的支持回程的中继节点。

18. 按照权利要求17所述的系统,其中评估(520-530)支持回程的中继节点还包括对于每个中继节点:

计算(520)作为通过将所有剩余的物理资源块分配给该中继节点而会获得的容量的最大容量;

计算(520)作为该中继节点的最大容量和相应的接入链路容量之间的差的增益;和  
将其增益不为负的那些中继节点评估为(525-530)支持回程的中继节点。

19. 按照权利要求18所述的系统,其中回程链路上的所述虚拟分配还包括在获得(560)选择的支持回程的中继节点的回程链路容量之后:

通过从剩余的物理资源块的值中减去(565)与分配的所需物理资源块对应的值,更新所述剩余的物理资源块的值,和

对对应的所述选择的支持回程的中继节点来说,如果即使没有最后分配的所需物理资源块,具有高于接入链路容量的回程链路容量的条件仍然被核实,那么从该中继节点撤回(570)所述最后分配的所需物理资源块。

20. 按照权利要求19所述的系统,其中计算每个支持回程的中继节点的回程链路容量还包括在完成回程链路上的所述虚拟分配之后:

评估(580)撤回的物理资源块的存在,和  
将撤回的物理资源块分配给(580)从其撤回所需物理资源块的支持回程的中继节点。

21. 按照权利要求17所述的系统,其中通过将增益除以为获得该增益而必需的所需物理资源块,获得每个支持回程的中继节点的得分参数。

22. 按照权利要求14所述的系统,其中为中继节点调度(215)回程链路激活或接入链路激活还包括:

比较(625)所述中继节点的回程链路容量和接入链路容量;  
如果回程链路容量大于接入链路容量,那么调度(630)回程链路激活,或者反之亦然

(635)。

23. 按照权利要求15所述的系统,其中至少一个用户设备的块使用容量参数被计算为信道质量参数和缓冲器状态信息之中的最小者。

24. 按照权利要求23所述的系统,其中评估支持回程的中继节点还包括:

考虑所述至少一个中继节点的缓冲器状态参数和接入链路容量;

对于所述至少一个中继节点,将最大中继节点容量计算为(520)缓冲器状态参数和信道质量参数与剩余物理资源块的乘积之中的最小者;

将所述至少一个中继节点的增益计算为(520)中继节点的最大容量和中继节点的接入链路容量之间的差。

25. 按照权利要求23或24所述的系统,其中接入链路容量是上行链路接入链路容量,所述信道质量参数是上行链路信道质量参数,所述上行链路信道质量参数表示由所述中继节点关于与之关联的至少一个用户设备评估的上行链路信道质量,和由基站关于该中继节点评估的上行链路信道质量,所述缓冲器状态信息是缓冲器状态报告信息,并且其中状态信息包括上行链路信道质量参数、缓冲器状态报告信息和中继节点可用队列空间参数。

26. 按照权利要求23或24所述的系统,其中接入链路容量是下行链路接入链路容量,所述信道质量参数是表示下行链路信道质量的反馈下行链路信道质量参数,其中状态信息包括下行链路信道质量参数和下行链路队列长度信息,接入链路容量是通过利用接入链路的下行链路信道质量参数和关于至少一个中继节点的下行链路队列长度信息计算的。

27. 一种包括至少一个网络小区(110)的无线通信网络(100),所述至少一个网络小区包括提供在所述网络小区上的无线电覆盖的基站(105),和使所述基站与所述网络小区内的至少一个对应用户设备(115)通信的至少一个中继节点(120),所述至少一个中继节点通过接入链路和用户设备通信,并且通过回程链路与基站通信,其特征在于:

所述至少一个中继节点包括估计单元,用于根据指示与所述中继节点关联的所述用户设备的状态的状态信息,估计所述至少一个中继节点的接入链路容量,

所述基站包括调度器单元,用于

根据所述状态信息,估计所述至少一个中继节点的回程链路容量,和

基于接入容量和回程容量之间的比较,按预定时间间隔为所述至少一个中继节点调度回程链路激活或接入链路激活,使得回程链路或接入链路被激活,

其中,根据所述状态信息估计所述至少一个中继节点的回程链路容量包括:计算如果对于该中继节点激活回程链路并且根据基于得分的过程调度所有中继节点,则每个中继节点会在公共回程链路上发送多少字节,

其中所述基于得分的过程将回程子帧的物理资源块分配给具有最高得分的积压中继节点,直到该中继节点的积压或者可用物理资源块耗尽为止。

## 具有中继节点的OFDMA无线网络的链路调度算法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及诸如蜂窝网络之类的无线通信网络。更特别地,本发明涉及包含通常意图增大网络容量和扩展无线电覆盖的中继节点的无线通信网络。

### 背景技术

[0002] 无线通信网络的演进已经历范围和性能的显著增长,最近已进入3GPP LTE-Advanced (“第三代合作伙伴计划先进长期演进”)标准,3GPP LTE-Advanced标准代表蜂窝技术方面的主要发展,因为用来满足下一个十年,对高速数据和媒体传输以及高质量语音和视频通信支持的需求。

[0003] 更特别地,3GPP LTE-Advanced是能够在称为网络小区(由无线电波本身的电磁辐射功率定界,并且惯常被绘制成六边形)的相应陆地区域内辐射电磁波或者无线电波的固定位置收发器(一般称为施主eNodeB (DeNB))和网络小区内的用户设备(UE,例如,诸如蜂窝电话机之类的用户终端)之间传送数据的标准。

[0004] 已知3GPP LTE-Advanced采用一些先进的技术,比如正交频分多路复用(OFDM)或多入多出(MIMO)信号传输技术。就下面将仅仅作为例子提到的,并且其中基于OFDMA(正交频分多址接入)的下行链路接入方案不同于基于SC-FDMA(单载波频分多址接入)的上行链路接入方案的结合3GPP LTE-Advanced的OFDM技术而论,开发在降低基础结构成本的同时,提供改善的用户体验的解决方案的需要已促使在网络小区内部署一个或多个中继节点(或简称“中继”),每个中继节点通常与对应网络小区的DeNB关联,并且支持对应网络小区的DeNB。

[0005] 一般而言,中继节点确保其中使用它们的网络小区的覆盖范围的扩展,以及网络小区的部署成本的降低,并且可提高网络小区的容量及其有效吞吐量。

[0006] 更特别地,给定网络小区内的中继节点的运行使得小区的DeNB通过选择的中继节点(例如,小区内最靠近UE的一个中继节点),与当时需要相同网络小区内的服务(例如,语音通话)的订户的UE通信,从而可能允许经由除单跳路径之外的2跳路径,更好地服务UE(从而例如克服传输信道的可能质量降低)。

[0007] 传输信道的质量降低是当在DeNB和订户的用户设备之间存在遮断时-比如在存在物理障碍物(例如,高遮蔽环境,比如室内位置)时经历的遮断,或者干扰信号(例如,射频信号),或者在例如由于就DeNB理论上提供的无线电覆盖范围而论,无线电覆盖范围有限,从而DeNB和订户的用户设备之间的距离过大的情况下遇到的较频繁发生的事情。事实上,考虑到DeNB和用户设备之间的所有增益和损耗,位于小区边界的普通用户设备会经历较差的无线电信道条件,从而它通常根本不能通信,或者不能利用合理高的数据速率通信。

[0008] 已知在存在中继节点的情况下,接入子帧和回程子帧被用于传输。更具体地,接入子帧是通过相互不干扰的无线接入通信链路(在两个方向,即,下行链路和上行链路)(下面称为接入链路)发送的,所述接入链路用于将中继节点互连到与该中继节点关联的UE,而回程子帧是通过(单一的)共用无线回程通信链路(在两个方向,即下行链路和上行链路)(下

面称为回程链路)发送的,所有中继节点通过所述回程链路与DeNB通信。

[0009] 回程子帧由DeNB调度,DeNB选择哪些中继节点发送(沿上行链路)或接收(沿下行链路),和用哪些无线电资源发送或接收,而接入子帧由每个中继节点调度,所述中继节点选择哪些UE能够发送/接收,和用哪些无线电资源发送/接收。下面,为了易于说明,将示例地假定UE只与中继节点关联。

[0010] 由于不能利用相同的频率同时进行接收和发送操作(这会导致强干扰),因此中继节点物理地受到必须通过分开的无线电资源,激活接入链路和回程链路的约束。常常称为“中继双工问题”的这种物理限制要求调度接入链路和回程链路激活,以避免会产生高水平干扰的时间-频率重叠。在这方面,两种不同的方法是可能的,即,频域中的无线电资源分离(FDD中继)或时域中的无线电资源分离(TDD中继)。

[0011] 在FDD中继方法中,可同时调度接入子帧和回程子帧,因为信号发送和接收是利用两个不同的频率间隔进行的。相反,在TDD中继方法中,接入子帧和回程子帧被分配给分开的时间资源,整个频谱可用于它们中的每一个。这样,发射器和接收器都能够在相同的单一频率上工作,但是为发送和接收分配不同的时隙(即,发送信号和接收信号共用相同的全频谱信道,并通过基于时间地多路复用传输信号和接收信号而被隔开)。

[0012] 由于与FDD中继相比,TDD中继可更好地利用频率分集(由于它利用整个频谱),因此TDD中继被认为最适合于诸如因特网或其它服务之类的流量应用。因此,目前的LTE Advanced标准版本10确认了TDD中继方法,在本文的其余部分中,将示例地提到TDD中继方法。

[0013] 在TDD中继方法中,每个预定时间间隔(也称为双工模式刷新闻隔(或者简称为刷新闻隔))地更新为每个中继节点激活接入链路或回程链路的决策(下面称为双工决策或链路调度决策),然而与这样的刷新闻隔的时间长度无关,在数据子帧内分配无线电资源,每个数据子帧具有1TTI(传输时间间隔)的时间长度。

[0014] 特别地,按照半静态链路调度方法,每隔更长的时间间隔(一般,以10个TTI量级的刷新闻隔)作出是否激活确定的中继节点的接入链路或者回程链路(的上行链路和下行链路)的双工决策,因为通过RRC(无线电资源控制)级信令传送的帧模式确定在哪些子帧中激活回程链路和接入链路,而在动态链路调度方法中,在每个子帧(以等于1TTI的刷新闻隔)作出链路调度决策。

[0015] 在现有技术中,已知提供链路调度方案的各种解决方案。

[0016] 在WINNER II IST-4-027756项目的可交付使用的D 3.5.3“Final assessment of relaying concepts for all CGs scenarios under consideration of related WINNER LI and L2 protocol functions”(2007)中,表明中继解决方案优于只有基站的部署。中继概念也适用于一些不同的拓扑情形,并且表明中继节点是经济有效的解决方案,它提供较高的服务水平。此外,作为可能的无线电资源分配解决方案,介绍了FDD方案和TDD方案。

[0017] 在R.Schoenen,W.Zirwas和B.Walke的“Capacity and coverage analysis of a 3GPP-LTE multihop deployment scenario”(Communications Workshops,2008.ICC Workshops 08.IEEE International Conference on,pp.31-36,IEEE,May2008)中,在真实的市区情况下,分析了就覆盖范围和容量来说的中继性能。该文献说明了中继部署的扩大小区覆盖范围和提高频谱效率的好处。



[0018] 在R.Schoenen,R.Halfmann和B.H.Walke的“An FDD Multihop Cellular Network for 3GPP-LTE”(VTC Spring 2008-IEEE Vehicular Technology Conference,pp.1990-1994,May 2008)中,作者利用TDD方案,介绍了中继节点的覆盖范围和容量性能分析。更特别地,定义了交替接入传输和回程传输的链路调度模式。奇数子帧被专用于“跳-1”(即,直接连接到DeNB的)用户和中继节点,而偶数子帧被专用于“跳-2”用户,即,连接到中继节点的那些用户。

[0019] 在M.Kaneko和P.Popovski的Radio resource allocation algorithm for relay-aided cellular OFDMA system“(ICC'07.IEEE International Conference on Communications,2007,pp.4831-4836,IEEE,2007)中,作者提出具有OFDMA技术的中继增强小区的基于Max C/I的资源调度算法。接入和回程交错最初如前述解决方案中一样,随后接入链路和回程链路被交替:一个子帧用于回程,一个子帧用于接入。然后介绍了时间自适应算法:从回程中扣除一个子帧,并分配给接入(或者反过来),如果这种选择产生吞吐量增加的话。随后比较了提出的算法的性能和(理论上,但不可实现的)上界算法的性能。

[0020] 在W.Nam,W.Chang,S.Chung和Y.Lee的“Transmit optimization for relay-based cellular OFDMA systems”(ICC'07.IEEE International Conference on Communications,2007,pp.5714-5719,IEEE,2007)中,对于具有中继节点的OFDMA系统,用公式表示了两个资源分配问题。第一个问题对每个子载波使用固定功率分配,第二个问题提供联合功率和子载波分配。接入和回程的交错与R.Schoenen,R.Halfmann和B.H.Walke的解决方案中一样,交替分配给基站和中继节点的帧。

[0021] 在C.-Y.Hong,A.-C.Pang和P.-C.Hsiu的“Approximation algorithms for a link scheduling problem in wireless relay networks with QoS guarantee”(IEEE Transactions on Mobile Computing,vol.9,pp.1732-1748,2010)中,在利用中继节点的无线网络中,研究了关于带宽和延迟保证的调度算法。该调度算法逐帧地工作,用于支持服务质量(QoS)和实时服务。提出的算法通过确定其中应发生流的子集的传输的帧,为业务流提供调度分配。这是通过利用EDD(最早到期日期)规则,对业务流排序实现的。

## 发明内容

[0022] 申请人认识到,在大多数的上述工作中,没有考虑取决于网络的动态条件的链路调度。

[0023] 此外,申请人认为尽管在M.Kaneko和P.Popovski的工作中,实际提出了考虑到网络的动态条件的链路调度算法,但是它只考虑了一个中继节点,和选择是激活其回程链路还是接入链路。

[0024] 一般来说,与作出链路调度决策的时间分辨率,即,是在每个子帧(对于动态链路调度方法来说),还是在一组子帧(对于半静态链路调度方法来说)作出链路调度决策无关,申请人认识到这两种方法基本上共有的已知关键方面涉及回程链路上的子帧(或者为了简单起见,回程子帧),并且有效地管理回程子帧可显著提高网络小区吞吐量。

[0025] 更具体地,申请人认为回程子帧代表有关的系统瓶颈,因为它是必须携带来自(沿上行链路方向)或者送往(沿下行链路方向)每个中继节点和与之连接的所有UE之间的多个专用接入链路的所有传输的单个共用子帧。事实上,沿着回程路径所需的容量通常可能大

于回程链路的最大容量(仅仅因为连接到DeNB的每个中继节点能够服务连接到该中继节点的多个UE)。因此,为所有中继节点(或者甚至为所有中继节点中的一些中继节点)激活回程链路,从而防止这些中继节点激活它们各自的接入链路会是不利的选择,因为会过度地增大回程链路上的竞争,同时使所有或者一些接入链路中的潜在容量未被利用。这会降低小区的总吞吐量。

[0026] 下面,取决于发射器和接收器之间的无线信道条件,以及取决于在发射器可用的数据的数量,我们将在子帧中能够传送的数据的最大数量一般地称为容量。例如,在接入链路的上行链路方向,给定在上行链路接入子帧中的可用无线电资源、每个UE要使用的调制和编码方案,和在UE缓存的数据量,容量被计算为能够放入上行链路接入子帧中的数据的最大量。

[0027] 作为上述种类的无线通信网络中的无线电资源的低效利用的例子,并且就上行链路方向来说,将考虑下述情形:当在其回程链路上可能经历临时较差的无线信道条件时,在回程链路中激活中继(从而由于中继双工问题而阻止在其接入链路上的传输)。中继只在其无线电资源上发送很少的数据就是这种情况。同时,由于一个中继的许多相关的UE具有大量的数据,并且在相同中继的接入链路上无线信道条件良好,该中继具有较大的接入链路容量(或者说接入容量)。显然,如果作为更智能的链路调度决策的结果,此时对于该中继调度了接入链路(而不是回程链路),那么全局网络吞吐量会更大。

[0028] 再例如,作为前一结果的可能直接结果,回程子帧上的资源可能不再可用于另一个中继节点,这从而会迫使该另一个中继节点保持空闲状态,从而不能一旦作出了链路调度决策就激活其接入链路。

[0029] 鉴于上面所述,申请人解决了设计一种适合于提供新的简单并且有效的链路调度算法的解决方案的问题,通过基于每个中继节点地(假定有多个中继节点)作出链路调度决策,所述链路调度算法避免了上述不希望的情形,以及可能与不充分的链路调度决策关联的其它不合需要的情况。通常,这是通过识别对其激活回程(分别地:接入)链路是有益于吞吐量的那些中继节点实现的。

[0030] 独立权利要求中记载了按照本发明的具体实施例的解决方案的一个或多个方面,在从属权利要求中指出了相同解决方案的有利特征,从属权利要求的用语逐字地在此引为参考(关于按照本发明的实施例的解决方案的具体方面提供的任何有利特征作必要修正地适用于任何其它方面)。

[0031] 更具体地,按照本发明的一个或多个实施例的解决方案涉及调度无线通信网络内的链路激活的方法,所述无线通信网络包括至少一个网络小区。所述至少一个网络小区包含提供在网络小区上的无线电覆盖的基站,和使基站与网络小区内的至少一个对应用户设备通信的至少一个中继节点。所述至少一个中继节点通过接入链路和用户设备通信,并且通过回程链路和基站通信。所述方法包括按照指示与中继节点关联的用户设备的状态的状态信息估计所述至少一个中继节点的接入链路容量,按照所述状态信息估计所述至少一个中继节点的回程链路容量,和根据接入容量和回程容量间的比较,按预定时间间隔为所述至少一个中继节点调度回程链路激活或接入链路激活,使得回程链路或接入链路被激活。

[0032] 便利地,估计所述至少一个中继节点的接入链路容量的阶段可包括在接入链路上虚拟地将物理资源块分配给与中继节点关联的至少一个用户设备,并且对于待分配的每个

物理资源块重复接入链路上的所述虚拟分配。对每次重复来说,接入链路上的所述虚拟分配可包括以下步骤:

[0033] 对于所述至少一个用户设备,计算块使用容量参数,块使用容量参数表示所考虑的用户设备使用分配给它的给定物理资源块的能力,

[0034] 在多于一个用户设备与中继节点关联的情况下,选择具有最大的块使用容量参数的用户设备,

[0035] 将所选用户设备的块使用容量参数限制为可用的中继节点队列空间,从而获得小于或等于所选用户设备的块使用容量参数的受限的块使用容量参数,

[0036] 将物理资源块分配给选择的用户设备,和

[0037] 按照分配的物理资源块,更新中继节点的接入链路容量。

[0038] 对于第一次重复之后的每次重复,所述至少一个中继节点的接入链路容量由在所述在接入链路上虚拟分配物理资源块的最后一次重复期间更新的接入链路容量给出。

[0039] 有利的是,估计所述至少一个中继节点的回程链路容量的阶段还包括在回程链路上虚拟分配所述至少一个中继节点的物理块资源,并且在存在多于一个中继节点的情况下,可对每个中继节点重复回程链路上的所述虚拟分配,直到所有物理资源块都已被虚拟分配给中继节点为止,或者直到考虑了所有中继节点为止。每次重复可包括:

[0040] 作为能够实现比相应的接入链路容量高的回程链路容量的中继节点评估支持回程的中继节点;

[0041] 对于每个给定的支持回程的中继节点,计算得分参数,所述得分参数表示相对于另一个支持回程的中继节点,从将目前可用的物理资源块分配给所述给定的支持回程的中继节点获得的益处;

[0042] 选择得分参数最高的支持回程的中继节点,并且虚拟地将所需物理资源块分配给所述选择的支持回程的中继节点,所述所需物理资源块表示对于该选择的支持回程的中继节点,能够实现最大容量的物理资源块的量;

[0043] 根据分配的所需物理资源块,获得选择的支持回程的中继节点的回程链路容量,

[0044] 在后续重复中,不再考虑已在特定重复时选择过的支持回程的中继节点。

[0045] 有利的是,评估支持回程的中继节点的步骤还可包括对于每个中继节点,计算作为通过将所有剩余的物理资源块分配给该中继节点而会获得的容量的最大容量,计算作为该中继节点的最大容量和相应的接入链路容量之间的差的增益,和将其增益不为负的那些中继节点评估为支持回程的中继节点。

[0046] 回程链路上的虚拟分配阶段还可视情况包括在获得选择的支持回程的中继节点的回程链路容量之后,通过从剩余的物理资源块的值中减去与分配的所需物理资源块对应的值,更新剩余的物理资源块的值,和对对应的所选支持回程的中继节点来说,如果即使没有最后分配的所需物理资源块,具有高于接入链路容量的回程链路容量的条件仍然被核实,那么从该中继节点撤回最后分配的所需物理资源块。

[0047] 所述计算每个支持回程的中继节点的回程链路容量的步骤还可包括在完成回程链路上的所述虚拟分配之后,评估撤回的物理资源块的存在,并将撤回的物理资源块分配给从其撤回所需的物理资源块的支持回程的中继节点。

[0048] 在优选实施例中,通过将增益除以为获得该增益而需要的所需物理资源块,获得

每个支持回程的中继节点的得分参数。

[0049] 为中继节点调度回程链路激活或接入链路激活的阶段优选还包括比较中继节点的回程链路容量和接入链路容量,如果回程链路容量大于接入链路容量,那么调度回程链路激活,或者反之亦然。

[0050] 便利地,至少一个用户设备的块使用容量参数被计算为信道质量参数和缓冲器状态信息之中的最小者。

[0051] 评估支持回程的中继节点的步骤还可包括考虑所述至少一个中继节点的缓冲器状态参数和接入链路容量,对于所述至少一个中继节点,将最大中继节点容量计算为缓冲器状态参数和信道质量参数与剩余物理资源块的乘积之中的最小者,并将所述至少一个中继节点的增益计算为中继节点的最大容量和中继节点的接入链路容量之间的差。

[0052] 在一种可能的实现中,接入链路容量可以是上行链路接入链路容量。在这种情况下,所述信道质量参数是上行链路信道质量参数,上行链路信道质量参数表示由中继节点关于与之关联的至少一个用户设备评估的上行链路信道质量,和由基站关于该中继节点评估的上行链路信道质量,缓冲器状态信息是缓冲器状态报告信息,并且状态信息包括上行链路信道质量参数,缓冲器状态报告信息和中继节点可用队列空间参数。

[0053] 附加地或者作为替代地,接入链路容量是下行链路接入链路容量。在这种情况下,所述信道质量参数是表示下行链路信道质量的反馈下行链路信道质量参数,状态信息包括下行链路信道质量参数和下行链路队列长度信息,并且接入链路容量是通过利用接入链路的下行链路信道质量参数和关于至少一个中继节点的下行链路队列长度信息计算的。

[0054] 按照本发明的实施例的解决方案的另一个方面涉及对应的无线网络。

[0055] 按照本发明的实施例的解决方案的另一个方面涉及一种无线网络。

[0056] 本发明通过考虑到在网络中的每个点排队的数据量、无线电信道的状态、在中继的可用的队列空间,和在回程子帧和接入子帧上的无线电资源的量,在允许发送大量的数据的链路(回程链路或接入链路)上激活每个中继节点。

[0057] 此外,本发明的链路调度算法允许实现动态链路调度决策和半静态链路调度决策,这使该算法适用于LTE-advanced标准的不同应用,或者还适用于其它通信标准。

## 附图说明

[0058] 根据本发明的一些示例的非限制性实施例的以下说明,本发明的这些和其它特征和优点将变得明显;为了更好地理解,应参考附图阅读以下说明,附图中:

[0059] 图1示意地表示其中可应用按照本发明的一个或多个实施例的解决方案的无线网络部分;

[0060] 图2示意地表示按照本发明的实施例的链路调度算法的高级方案;

[0061] 图3示意地表示图解说明按照本发明的实施例的链路调度算法的第一过程的操作序列的流程图;

[0062] 图4示意地表示图解说明按照本发明的实施例的链路调度算法的第二过程的操作序列的高级流程图;

[0063] 图5更详细地示意表示按照本发明的实施例的图4的流程图;

[0064] 图6示意地表示图解说明按照本发明的实施例的链路调度算法的第三过程的操作

序列的流程图。

### 具体实施方式

[0065] 参见附图,如图1中示意所示,其中可应用按照本发明的一个或多个实施例的解决方案的无线通信网络100包括多个(图中只描述了一个)固定位置的收发器单元(称为施主 eNodeB (DeNB)),比如DeNB 105;诸如DeNB 105的一个或多个DeNB提供地理范围,也称为网络小区,比如网络小区110上的无线电覆盖,以允许该网络小区内的用户设备(UE)(比如,网络小区110内的用户设备115-例如,移动电话机)接收所需的服务(例如,电话呼叫)。在所述的示例而非限制性的实施例中,无线通信网络100是遵从发展中的第三代合作伙伴计划(3GPP)通用移动通信系统(UMTS)协议的先进长期演进(LTE),或者说3GPP LTE版本10的蜂窝通信网络(或者简称蜂窝网络),其中DeNB105通过将正交频分复用(OFDMA)调制接入方案用于下行链路传输(即,从DeNB 105起的传输),进行发送,而用户设备115利用单载波频分多址接入(SC-FDMA)方案,进行上行链路传输(即,朝向DeNB 105的传输)。

[0066] 如图中所示,蜂窝网络100还包括多个(在讨论的例子中,3个)已知种类的中继节点120,即,每个一般用来增大蜂窝网络100的网络容量的收发器站。更具体地,每个中继节点120被配置成例如通过独立调度回程链路(通过经下行链路接收数据,和经上行链路发送数据)与DeNB 105的通信,和经接入链路(通过经下行链路发送数据,和经上行链路接收数据)与UE的通信,自治地促进网络小区110内的一些或者所有UE 115和DeNB 105之间的通信。

[0067] 在公开的示例而非限制性的实施例中,每个中继节点120代表DeNB105和网络小区110内的一组UE115(在图1中描述的例子中,2个或3个)之间的中间站,使得蜂窝网络100实现多跳系统,在所讨论的情况下,所述多跳系统具有等于2的跳数(从而只具有一级的中继节点)。

[0068] 此外,为简单起见,尽管可能能够直接与DeNB105通信,将假定所有UE115,只通过对应的中继节点120与DeNB105通信。

[0069] 为完整起见,如本领域的普通技术人员公知那样,诸如DeNB105之类的DeNB通常是无线电接入网络(未示出)的一部分,无线电接入网络一般包括一个或多个无线网络控制器(未示出),所述无线网络控制器通信耦接到相应的DeNB,以便控制相应的DeNB;无线电接入网络通常又可通信耦接到一个或多个核心网络(未示出),所述核心网络可耦接到其它网络,比如因特网和/或公共交换电话网络(未图示)。

[0070] 按照本发明的实施例,DeNB105(一般,通过其调度器单元,或者调度器)和中继节点120(例如,通过其估计单元)被配置成实现目的在于优化网络小区吞吐量和使网络小区吞吐量最大化,尤其是为对其的资源分配会产生可能的最高小区吞吐量增益的那些中继节点选择回程链路的链路调度算法的各个过程。事实上,如在本说明的介绍性部分中简要所述,回程子帧代表有效地管理诸如蜂窝网络的无线通信网络的关键资源,因为它是支持每个中继节点的来自多个专用接入子帧的所有传输的单一共用子帧;于是,由于连接到DeNB105的每个中继节点120可同时服务网络小区110的多个UE115,因此回程子帧可代表通信网络中的瓶颈。

[0071] 现在参见图2,图2示意地表示按照本发明的实施例的链路调度算法200的高级方

案。如前所述,链路调度算法200的目标是通过恰当地激活网络小区内的各个中继节点的回程链路或接入链路,尤其是激活到向其分配无线电资源会产生可能的最高小区吞吐量增益的那些中继节点的回程链路,实现网络小区的吞吐量最大化。应明白术语“无线电资源”可具有与用于蜂窝网络的技术(例如,用于实现信道或链路上的传输的调制和编码方案的技术)相应的具体含意;对这里示例公开的蜂窝网络来说,这样的术语应被一般性地解释成,从而在下面指的是,无线电“物理资源块”(PRB),即,基本资源分配组,比如DeNB调度器为了数据传输目的而分配的传输载波(例如,子载波)(例如,当子载波带宽为15kHz时,UMTS LTE的PRB可包含12个子载波,或者当子载波带宽为7.5kHz时,可包含24个子载波)。

[0072] 在公开的实施例中,例如,在每个传输时间间隔(或者说TTI)-例如,就动态链路调度方法来说-进行链路调度算法200(链路调度算法200的一部分在每个中继节点内执行,另一部分在DeNB内执行),以决定是否激活每个中继节点的接入链路或回程链路;这样的决定,或者链路调度决策或双工决策以在给定中继节点或具有的它们可随意支配的无线电资源的情况下,所述中继节点可产生的吞吐量为基础,所述中继节点具有的它们可随意支配的无线电资源又取决于向中继节点分配回程子帧中的无线电资源的策略。

[0073] 更特别地,如图中所示,链路调度算法200包括3个过程,即:

[0074] -接入过程(方框205);在每个中继节点内实现并由每个中继节点进行的这种过程接收来自UE并且表示与该中继节点关联的UE的状态的反馈信息作为输入,并收集所述反馈信息,并将所述反馈信息聚合成汇总的控制信息(下面称为接入容量值)。所述接入容量值被提供给DeNB,作为用于链路调度算法200的后该过程的进一步输入。为了将所需的接入容量提供给DeNB,需要最新(版本10)的LTE Advanced目前未包含的信令(例如,通过引入通过利用标准的LTE PUCCH和/或PUSCH控制信道,经由回程子帧的新的上行链路控制消息的发送而获得的信令)。就反馈信息而论,它们可包括可以单独使用或者相互结合使用以进行接入过程205的上行链路和/或下行链路反馈信息;在本说明的以下部分中,将仅仅作为例子提到上行链路反馈信息(从而,下面将提到的接入容量将是上行链路接入容量)。更特别地,后者涉及在最新(版本10)的LTE标准中考虑的,并由UE发送给它们所关联的中继的缓冲器状态,比如BSR-缓冲器状态报告。此外,中继通过基准信号拥有UCQ-上行链路信道质量估计;

[0075] -回程过程(方框210);在DeNB内实现并由DeNB进行的这种过程接收以下作为输入:

[0076] i) 由接入过程205为连接到DeNB的每个中继节点提供的接入容量值,所述接入容量值通过任何可用的手段被发送给DeNB-对本发明来说,所述可用的手段不受限制。仅仅出于举例说明的目的,可以使接入容量通过具有未使用的逻辑信道组标识符的BSR控制元件被传送;

[0077] ii) 中继节点的BSR(作为LTE的版本10中的标准反馈被传送),和

[0078] iii) 每个中继节点的UCQ信息。回程过程计算每个中继节点的回程容量值;和

[0079] -链路调度过程(方框215);在DeNB内实现,并由DeNB进行的这种过程接收分别由接入过程205和回程过程210提供的接入容量值和回程容量值作为输入,并根据这些值,作出对于每个中继节点激活哪个链路,即,是接入链路还是回程链路的链路调度决策。

[0080] 图3中示意表示了按照本发明的实施例的链路调度算法的接入过程205的操作流

程。如前所述,接入过程205是相同地在每个中继节点上进行的,于是为了简单起见,下面将提及蜂窝网络的通用中继节点。接入过程计算在中继的接入链路上会发送多少个字节,如果所述接入链路被激活,并且中继节点按照消耗性的(exhaustive)最大吞吐量算法调度UE的话,该算法将接入子帧的PRB分配给具有最佳信道质量的积压UE,直到该UE的积压,或者该PRB,或者该中继节点的可用队列空间耗尽为止。接入过程进行该计算只是为了计算接入容量,而不实际对接入子帧进行PRB的资源分配,对本发明来说,后者是非限制性的任务。

[0081] 更具体地,链路调度算法的接入过程205始于方框305,其中中继节点在每个TTI,接收来自UE的反馈信息,即BSR,BSR代表在UE排队等待的数据量。此外,中继节点拥有每个UE的UCQ参数,从而知道在中继节点本身的可用队列空间。更特别地,UCQ参数表示(相对于UE)中继节点测量的上行链路信道质量-在本实现中,将假定这种测量是宽带式测量,并且其值被表示成可为每个物理资源块或PRB分配的字节数(即,对于预定时间量,为UE分配的子载波的数目)。而虚拟BSR(vBSR)参数表示每个UE的变量,其初始值是在关于该UE的BSR反馈中报告的值。

[0082] (计数待分配的PRB的)PRB计数器被初始化为存在于接入子帧内的PRB的数目(方框310)。此时,在判定框315,接入过程205进行测试以核实是否存在未被分配的PRB(即,PRB计数器是否大于0),和与该中继相关联的所有UE的vBSR参数是否不为无效(null),并且在该中继的可用队列空间是否不为无效的测试。

[0083] 如果不存在未分配的PRB,或者vBSR为无效或者该中继的可用队列空间为无效(判定框315的退出分支“否”),那么在方框320,接入过程205返回该中继节点的接入容量(即刻会更好地理解,该接入容量是依据在虚拟PRB分配例程的当接入子帧中存在PRB、vBSR参数不为无效,并且在该中继节点的队列空间可用的时候,执行的对应一次重复期间发生的每个PRB分配时更新的接入容量获得的)。

[0084] 相反,如果存在未分配的PRB,并且vBSR和该中继节点可用队列空间不为无效(判定框315的退出分支“是”),那么接入过程205实现虚拟PRB分配例程(方框325-370),直到在判定框315检查的条件被核实为止。

[0085] 更具体地,在方框325,虚拟PRB分配例程准备UE列表(即,考虑连接到所考虑的中继节点的所有UE),并在判定框330,核实所述UE列表是否为空。如果UE列表非空(判定框330的退出分支“否”),那么作为UE的UCQ和vBSR参数中的最小者,对于每个UE,计算块使用容量参数(也称为BUC参数-如前所述,术语“块”用于意味无线电资源的块-并表示UE列表中的所考虑的UE使用分配给它的给定PRB的能力,具体地,如果使用分配给它的给定PRB,那么所考虑的UE能够发送的字节的数目)(方框335)。此时在方框340,从UE列表中除去其BUC参数刚刚被计算的UE,虚拟PRB分配例程返回方框330,并执行方框330、335、340的相同操作,直到UE列表变空为止。

[0086] 当后一条件被核实时(判定框330的退出分支“是”),虚拟PRB分配例程选择具有最大的BUC参数的UE(方框345),且对应值随后被限制为可用的中继节点队列空间,从而获得对应的LBUC-有限的BUC-值(方框350),所述LBUC小于或等于BUC参数。PRB随后(虚拟地)被分配给UE,LBUC值被加到中继节点的接入容量值中,以更新中继节点的接入容量值(方框355)。

[0087] 随后,通过从UE的vBSR参数中减去LBUC参数的值,UE的vBSR参数也被更新(方框

360), 中继节点的队列的空间也被递减相同的值(方框365)。PRB计数器随后被减1, 因为PRB已被分配, 并且在转到下一次重复之前, PRB计数器必须被相应更新(回到方框315, 从方框315, 可对于在相同中继节点的下一个PRB分配, 进行新的虚拟PRB分配例程325-370)。

[0088] 于是, 当下述条件之一出现(不论哪个首先出现)时, 对于特定中继节点的虚拟PRB分配例程325-370的重复都终止:

[0089] i) 所有的PRB都已被分配, 或者

[0090] ii) 与该中继相关联的所有UE的vBSR为无效, 或者

[0091] iii) 在该中继处的可用队列空间变为无效。

[0092] 此时, 在方框320, 接入过程205计算中继节点接入容量(由在虚拟PRB分配例程的最后一次重复期间更新的接入容量值给出)。该中继节点将接入容量作为反馈信息(在LTE Advanced的当前标准版本10中未定义)传送给DeNB(对连接到DeNB的每一个中继节点来说同样如此)。

[0093] 图4示意地表示图解说明按照本发明的实施例的链路调度算法的回程过程210的操作序列的高级流程图。

[0094] 回程过程计算每个中继节点的回程容量, 即, 如果对于该中继节点激活回程链路, 并且DeNB按照基于得分的过程(下面定义), 调度所有的中继节点, 那么所述每个中继节点会在公共回程链路上发送多少字节, 所述基于得分的过程实际上将回程子帧的PRB分配给具有最高得分的积压中继节点, 直到该中继节点的积压或者可用PRB耗尽为止。回程过程进行该计算, 只是为了计算回程容量, 而不实际对回程子帧进行PRB的资源分配, 后者是对本发明来说的非限制性方面。

[0095] 更具体地, 如图中所示, 回程过程210始于方框405, 其中在已知可能向其分配PRB的中继节点(最初所有中继节点)的列表的情况下, 除去即使被给予所有剩余的未被分配的PRB, 仍然不会具有大于其接入容量的回程容量的中继节点。

[0096] 随后在方框410, 回程过程210根据得分参数(即, 在某个中继节点分配回程无线电资源的优点的指示), 对中继节点列表中(从而不是先前被除去)的中继节点排序。所述得分是通过计算通过激活回程链路而不是中继节点的接入链路获得的增益, 并将结果除以获得该结果所必需的PRB(或者所需的PRB)的量获得的。随后, PRB被分配给具有最高得分的中继节点(方框415)。

[0097] 重复上面在方框405、410和415说明的操作, 直到中继节点列表空为止。在回程过程210的判定框420检查这样的条件; 更具体地, 只要中继节点列表非空(判定框420的退出分支“否”), 回程过程就返回方框405, 从而返回方框410、415和420, 而当发现中继节点列表为空时(判定框420的退出分支“是”), 在方框425, 回程过程210输出每个中继节点的回程容量的列表, 所述回程容量的列表将由作出链路调度决策的链路调度过程评估。

[0098] 图5更详细地示意表示按照本发明的实施例的回程过程210的流程图。

[0099] 回程过程210接收(在LTE中, 表达为标准反馈的)中继节点BSR参数、(在DeNB计算的)中继节点UCQ参数、(由每个中继节点的接入过程输出的)中继节点接入容量值, 以及回程子帧的PRB的数目, 作为输入(方框505)。剩余PRB(也称为rPRB参数)被初始化为回程子帧的PRB的数目。

[0100] 在这个阶段, 每个中继节点的回程容量值被初始化为0(使得在回程过程中, 考虑



所有的中继节点,而不管它们的得分,下面将更好地理解这一点)。

[0101] 在中继节点列表非空,并且rPRB参数大于0时(判定框510的退出分支“是”)时,考虑列表中的下一个中继节点(方框515),在假定所述下一个中继节点能够利用所有的(可用)剩余PRB,即,其数目用rPRB参数表示的剩余PRB的情况下,计算中继节点最大容量和增益(方框520)。给定中继节点的增益是该中继节点的最大容量和接入容量之间的差。在判定框525,进行测试,以便按照当前考虑的中继节点的刚刚计算的增益和最大容量值,评估所考虑的中继节点是“支持回程的中继节点”还是“不支持回程的中继节点”,即,该中继节点是否能够获得比其接入容量高的回程容量。

[0102] 更具体地,如果增益小于0,或者最大容量等于0,那么(判定框525的退出分支“是”)该中继节点被识别成是不支持回程的中继节点(方框530),它被赋予无效回程容量,并从中继节点列表中被除去(方框535)。否则(判定框525的退出分支“是”[h1]),该中继节点被认为支持回程,从而在方框540,回程过程210计算该支持回程的中继节点的得分参数,如前所述,得分参数从而能够提供相对于另一个支持回程的中继节点,通过向给定的支持回程的中继节点的回程路径分配PRB而获得的优点的指示。

[0103] 更具体地,按照以下方式,计算第i个中继节点的得分参数:

[0104] -如下获得通过利用所有的剩余PRB服务第i个中继节点而会得到的最大容量(下面用 $capacity_i$ 表示):

[0105]  $capacity_i = \min(vBSR_i, UCQ_i * rPRB)$ ,

[0106] -根据最大容量 $capacity_i$ 和接入容量值(下面用 $access\_capacity_i$ 表示),中继节点增益 $gain_i$ 被计算为:

[0107]  $gain_i = capacity_i - access\_capacity_i$

[0108] -于是,随后通过将增益 $gain_i$ 除以为了获得该增益而应分配给第i个中继节点的PRB(所需的PRB<sub>i</sub>),获得所述得分:

[0109]  $score_i = gain_i / \text{所需的PRB}_i$

[0110] 其中所需的PRB<sub>i</sub>是为了具有最大的容量 $capacity_i$ ,目前考虑的中继节点会使用的PRB的数目,具体地,所需的PRB<sub>i</sub>被计算为与第i个中继节点相关的容量 $capacity_i$ 和UCQ<sub>i</sub>参数之间的比值。

[0111] 此时,不管中继节点是支持回程还是不支持回程,回程过程210都从方框540或535回到相同的操作流。具体地,在方框545进行另一个测试,以核实刚刚管理的中继节点是否是中继节点列表中的最后一个中继节点。根据该检验的结果,对中继节点列表中的所有后续中继节点,逐个中继节点地进行上面的操作(在这方面,参见从判定框545的退出分支“否”回到方框515的指示刚刚管理的中继节点不是中继节点列表的最后一个中继节点的箭头连接)。

[0112] 当所有的中继节点都已经过上面的操作时,在判定框547进行另一个测试,以检查是否所有的中继节点都被认为是不支持回程的中继节点。在肯定的情况下(判定框547的退出分支“是”),回程过程继续进行到方框580,而相反(判定框547的退出分支“否”),执行回程链路上的虚拟PRB分配例程,以将PRB虚拟分配给每个选择的支持回程的中继节点的回程链路,并确定每个选择的支持回程的中继节点的回程容量。

[0113] 更具体地,在方框550,回程链路上的虚拟PRB分配例程选择具有最高得分的中继

节点(即,选择的中继节点是支持回程的中继节点之中的具有最高得分的中继节点),根据先前计算的该中继节点的得分(即,对等于最大容量 $capacity_i$ 的回程容量来说,子帧的PRB的所需PRB $i$ 的数目),向所述中继节点分配PRB(方框555),从而获得中继节点回程容量(方框560)。

[0114] 随后从分配的PRB的数目减去 $rPRB$ 参数(方框565),从中继节点列表中除去第 $i$ 个中继节点(方框575),过程返回方框510。

[0115] 在对于中继节点的虚拟PRB分配期间,可部分地使用最后分配的PRB(即,除了数据之外还包括垫字(padding))。如果最后的PRB被评估为非必要(即,中继节点仍然具有比其接入容量高的回程容量),那么该PRB被撤回(方框570),并被放入未分配PRB的临时列表中,以便稍后可能被分配。在回程过程210结束时,如果仍然存在未分配的PRB(判定框510的退出分支“否”),那么在输出中提供中继节点的回程容量(方框585)之前,可设置最后的再分配步骤(方框580)。所述最后的再分配步骤如下进行:对于每个剩余的PRB,在该PRB上可能发送了最大数量的字节的中继节点被分配该PRB。

[0116] 应注意,判定框547不是严格必需的,因为如果所有中继节点都被认为是不支持回程的中继节点,那么在方框550,不存在待选择的具有最大得分的中继节点;于是,在方框550-575进行的操作不会具有效果,并且当回程过程返回方框510时,同时中继节点列表为空,操作流程会仍然继续方框580。

[0117] 总之,回程过程对所有中继节点重复。在每次重复时,从中继节点列表中除去即使将所有剩余的PRB都分配给它,其回程容量仍然不能高于其接入容量的那些中继节点(不支持回程的中继节点)。随后,按得分对中继节点列表中的支持回程的中继节点排序,将PRB分配给具有最高得分的支持回程的中继节点,随后从中继节点列表中除去该中继节点。为了减少垫字的发生,对于即使没有最后分配的PRB,其回程容量仍然大于接入容量的中继节点,撤回所述最后分配的PRB。在该过程结束时,如果一些PRB仍然可用,那么将这些PRB分配给以前已被撤回的那些支持回程的中继节点。包含由于最后的PRB的撤回而未被发送的残余字节量的列表被保持,以便进行(可能的)最终分配,并且按照所述字节量的降序分配PRB。重复该处理,直到中继节点列表为空,或者没有可用的回程PRB为止。

[0118] 应注意,通过将每个中继节点的回程容量初始化为0(如前所述),回程过程210不忽略已被认为是不支持回程的中继节点的中继节点,和在剩余PRB被耗尽之前,一直未能够被(虚拟)分配剩余PRB的得分较低的中继节点的回程容量值(等于0)。

[0119] 图6示意地表示图解说明按照本发明的实施例的链路调度算法的链路调度过程215的操作序列的流程图。这是其中DeNB作出链路调度决策的链路调度算法的最终过程。通常,对于每个中继节点,相互比较其接入容量和回程容量,并激活具有最高容量的(接入或回程)链路。

[0120] 更特别地,参考图6的流程图,在链路调度过程205中,首先准备中继节点列表(方框605)。随后,对于列表中的每个中继节点,一个中继节点接一个中继节点地进行比较操作,直到认为所述列表变空为止。在判定框610进行最后的测试,其中链路调度过程检查中继节点列表是否为空;如果中继节点列表变空(判定框610的退出分支“是”),那么链路调度过程终止。相反,如果中继节点列表不为空(判定框610的退出分支“否”),那么链路调度过程215考虑中继节点列表的下一个中继节点(方框620),比较所考虑的中继节点的回程容量

和其接入容量(接入容量和回程容量由前面的接入过程和回程过程提供)(判定框625)。如果中继节点的回程容量大于相同中继节点的接入容量(判定框625的退出分支“是”),那么链路调度过程215将回程链路调度为待激活的链路(方框630);否则(判定框625的退出分支“否”),对应于接入容量大于(或等于)回程容量的事实,那么链路调度过程215将接入链路调度为待激活的链路(方框635)。在两种情况下,即不管对于中继节点,是调度接入链路还是回程链路,该中继节点最后都从中继节点列表中被除去(方框640),从而链路调度过程215转而考虑中继节点列表中的下一个中继节点,如果存在这样的节点的话(到判定框610的连接),使得对所有剩余的中继节点,重复链路调度过程。

[0121] 如上所述,对本发明的上述说明来说,为了简化,假定了UE绝不直接连接到DeNB,而是连接到中继节点;这种假设只是为了简化说明,不应被理解成对本发明的限制。事实上,应理解对这里说明的过程来说,直接连接到DeNB的UE可被视为具有始终为无效的接入容量,并因而入回程和链路调度过程中的“虚拟中继节点”。作为上述过程的结果,它们到DeNB的链路(事实上,所述链路是回程链路)将总是由链路调度过程激活。

[0122] 易于理解,上面的链路调度算法涉及动态方法,因为双工决策(即,对每个中继节点来说,激活接入路径或回程路径的决策)基于与TTI对应的每个子帧的时间分辨率。不过,这不应被解释成对本发明的限制,因为按照半静态方法,例如通过按包括相应一组连续子帧的每个刷新间隔(即,可能比TTI长得多的更新链路调度决策的预定时间间隔)执行链路调度算法,也可实现链路调度算法。例如,这可通过利用与整个最后的刷新间隔(即,刚刚期满的刷新间隔)相关的聚合数据作为给链路调度算法的输入,以便确定将在下一个刷新间隔中使用的每个中继节点的链路调度模式来实现。更具体地,为了实现这一点,对于每个UE的接入容量的计算,可以使用与在该刷新间隔内,由(与该UE有关的)中继节点接收的所有BSR之和相等的vBSR参数,和与在该刷新间隔内测量的所有UCQ参数的平均值相等的UCQ参数。类似地,对于回程容量的计算,对每个中继节点来说,可以使用与在该刷新间隔内,由与该中继节点有关的DeNB接收的所有PRB之和相等的vBSR参数,和与在该刷新间隔内测量的所有UCQ参数的平均值相等的UCQ参数。

[0123] 这样,可以进行链路调度算法的多次虚拟执行(与刷新间隔中的TTI的数目相等),以作出将应用于下一个刷新间隔的链路调度决策(每次虚拟执行的输出被用于计算下一次的输入)。

[0124] 自然地,为了满足局部的具体要求,本领域的技术人员可对上面说明的解决方案应用许多逻辑和/或物理修改和变更。更具体地,尽管关于本发明的优选实施例,以一定的特殊性说明了本发明,不过应明白,在形式和细节方面的各种省略、替换或改变,以及其它实施例都是可能的。特别地,甚至可以在没有为了更透彻地理解本发明,而在上面的说明中陈述的具体细节的情况下,实践本发明的不同实施例;相反,省略或简化了公知的特征,以便不会因不必要的细节而妨碍说明。此外,结合本发明的任何公开的实施例说明的具体元件和/或方法步骤显然可以作为一般的设计选择而包含在任何其它实施例中。

[0125] 更具体地,按照本发明的实施例的解决方案适合于通过等同的方法实现(通过利用类似的步骤,除去一些未必要的步骤,或者增加另外的可选步骤);此外,可按照不同的顺序,同时地或者(至少部分)交错地执行各个步骤。

[0126] 此外,尽管本发明的链路调度算法被描述成将上行链路反馈信息作为输入,不过

应明白这不是对本发明的限制。事实上,对于下行链路反馈信息,可以同样地应用按照本发明的链路调度算法;在这方面,在未示出的备选实施例中,从UE到中继节点(以及从中继节点到DeNB)的所述反馈信息可包括表示下行链路信道质量的下行链路信道质量参数,而BSR的等同物,即,关于UE和中继节点的队列的长度的信息,已可分别在中继节点和DeNB获得。于是,在这样的备选实施例中,对应的接入容量(在本说明中,接入容量已被假定为上行链路接入容量,因为它来源于上行链路反馈信息)是下行链路接入容量,通过利用接入链路的下行链路信道质量参数和每个中继节点的下行链路队列长度信息,可以计算所述下行链路接入容量。类似地,利用DeNB计算的对应下行链路回程容量会基于由中继节点反馈的下行链路信道质量信息(代替它们的UCQ),和基于在DeNB的下行链路队列的状态(代替BSR)。

[0127] 在这种备选实施例中,UE的BUC参数可被计算为上行链路信道质量参数和缓冲器状态信息之中的最小者,所述缓冲器状态信息指示在DeNB的下行链路队列的状态,而最大中继节点容量可被计算为所述缓冲器状态信息和下行链路信道质量参数与剩余物理资源块的乘积之中的最小者。

[0128] 此外,当然可以按照链路调度决策基于上行链路和下行链路反馈信息两者,或者它们的任意组合的方式,实现链路调度算法。

[0129] 另外,如果无线网络具有不同的结构或者包括等同的组件,或者它具有其它运行特征,那么可应用类似的考虑。总之,无线通信网络的任何组件可被分成几个组件,或者两个或更多的组件可被结合成单个组件;另外,每个组件可被复制,以支持对应操作的并行执行。另外应注意,不同组件之间的交互作用通常不必是持续的(除非另有说明),并且所述交互作用既可以是直接的交互作用,又可以通过一个或多个中间物的间接交互作用。

[0130] 此外,尽管对于本发明,明确地提到基于LTE-Advanced标准的无线网络,不过应明白申请人无意将本发明局限于特殊的无线通信系统体系结构或协议的实现。在这方面,通过适当的简单修改,也可将本发明的链路调度算法应用于其它开放或专有通信协议,比如WiMAX等等。

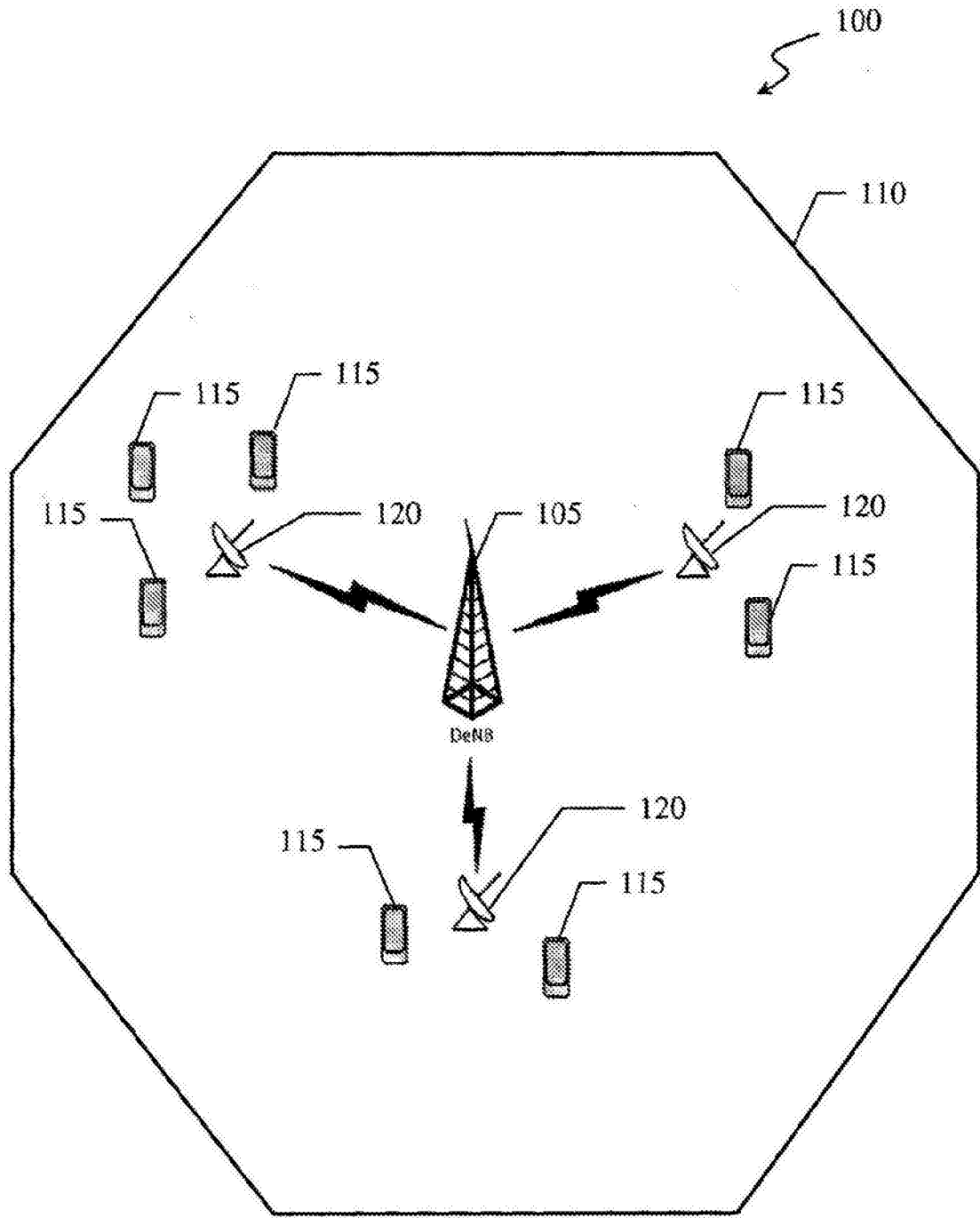


图1

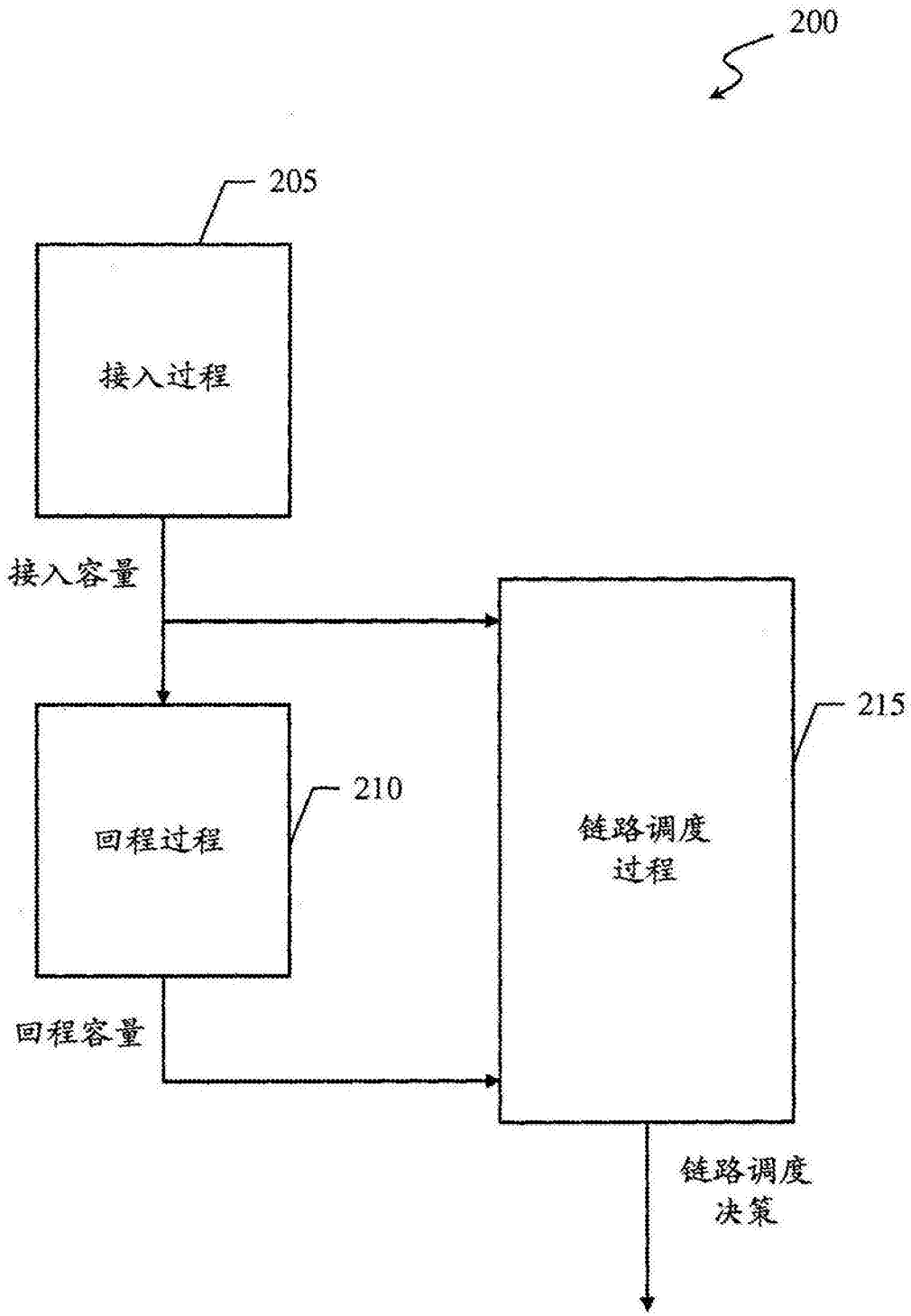


图2

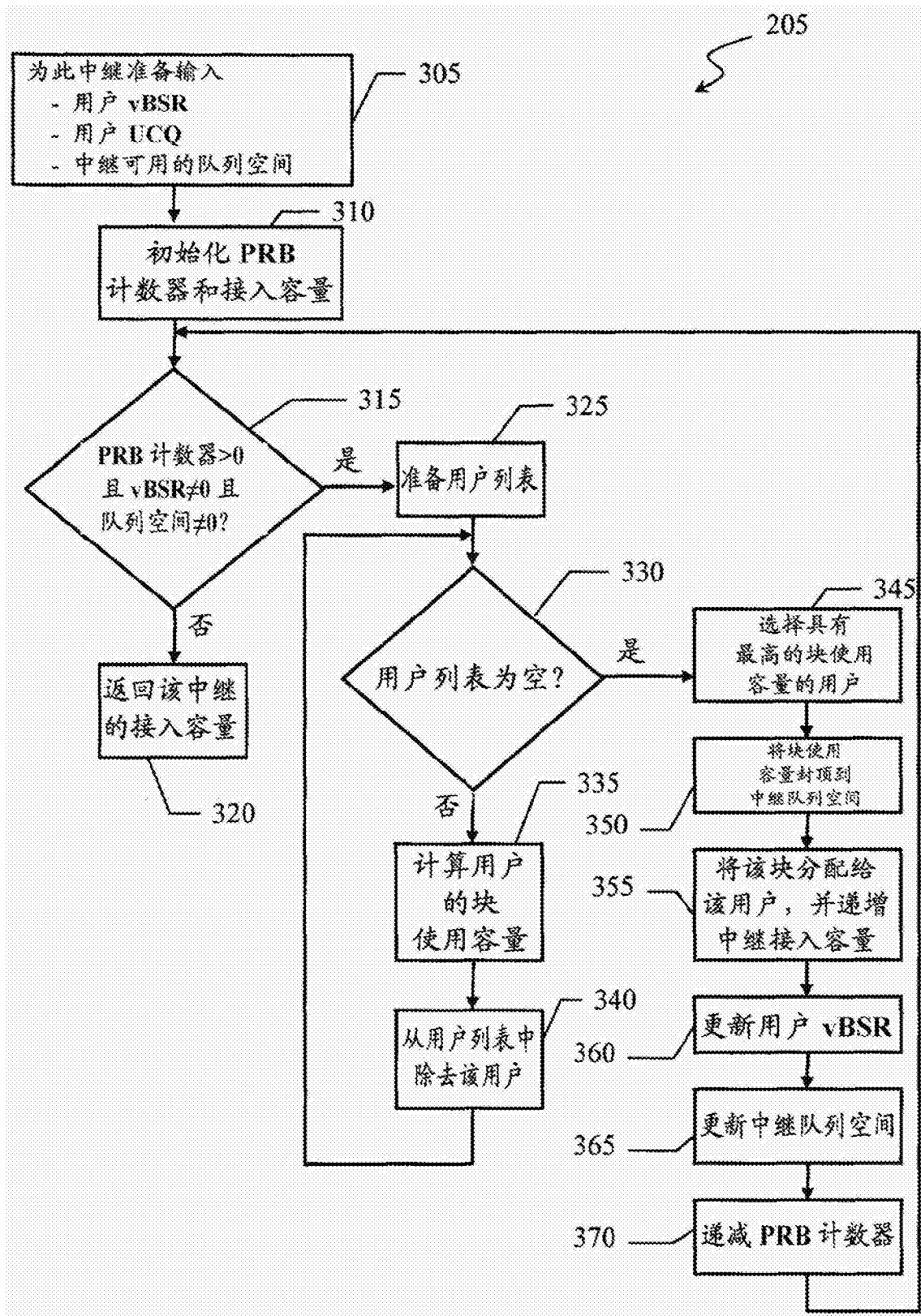


图3

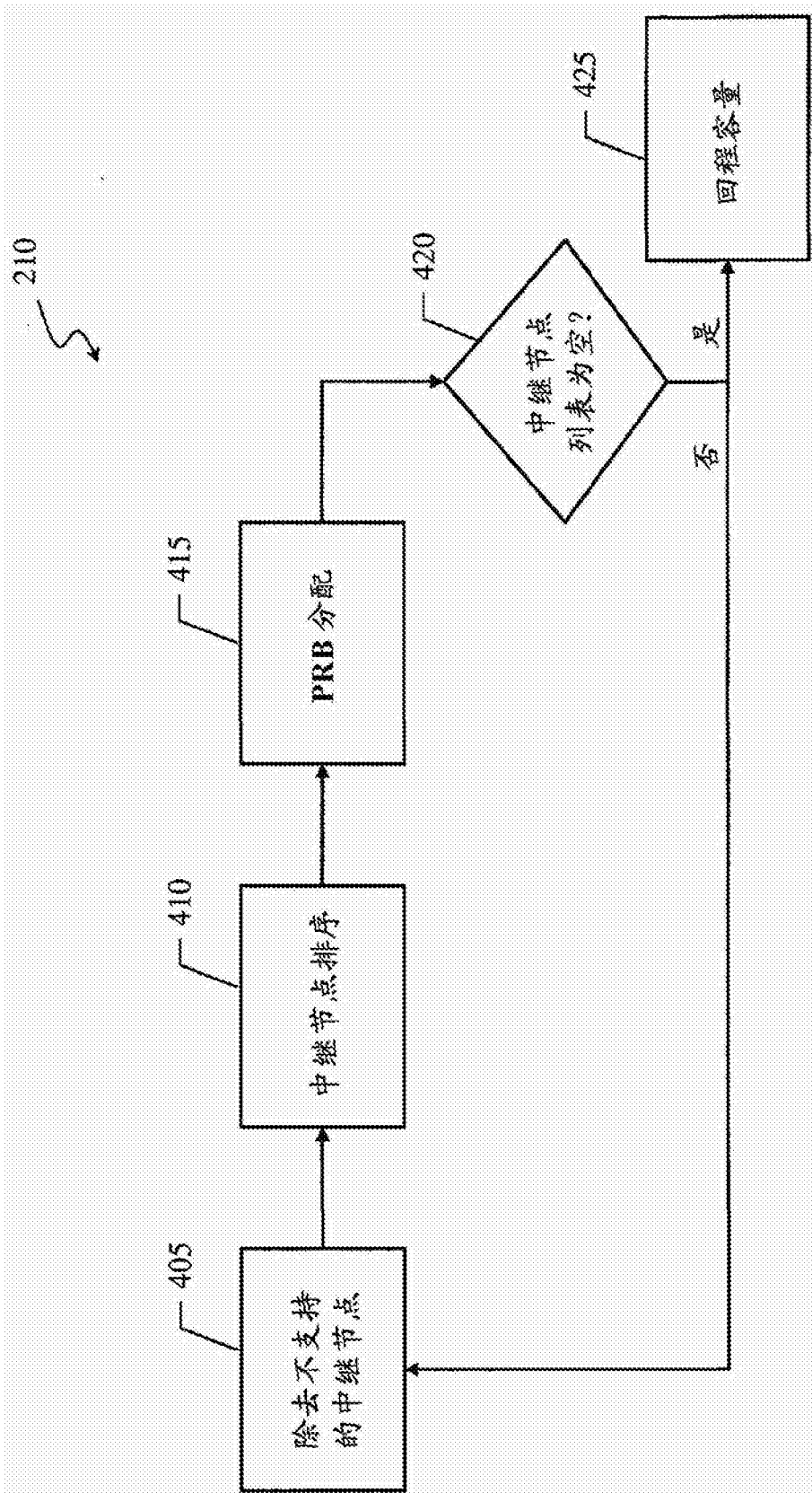


图4



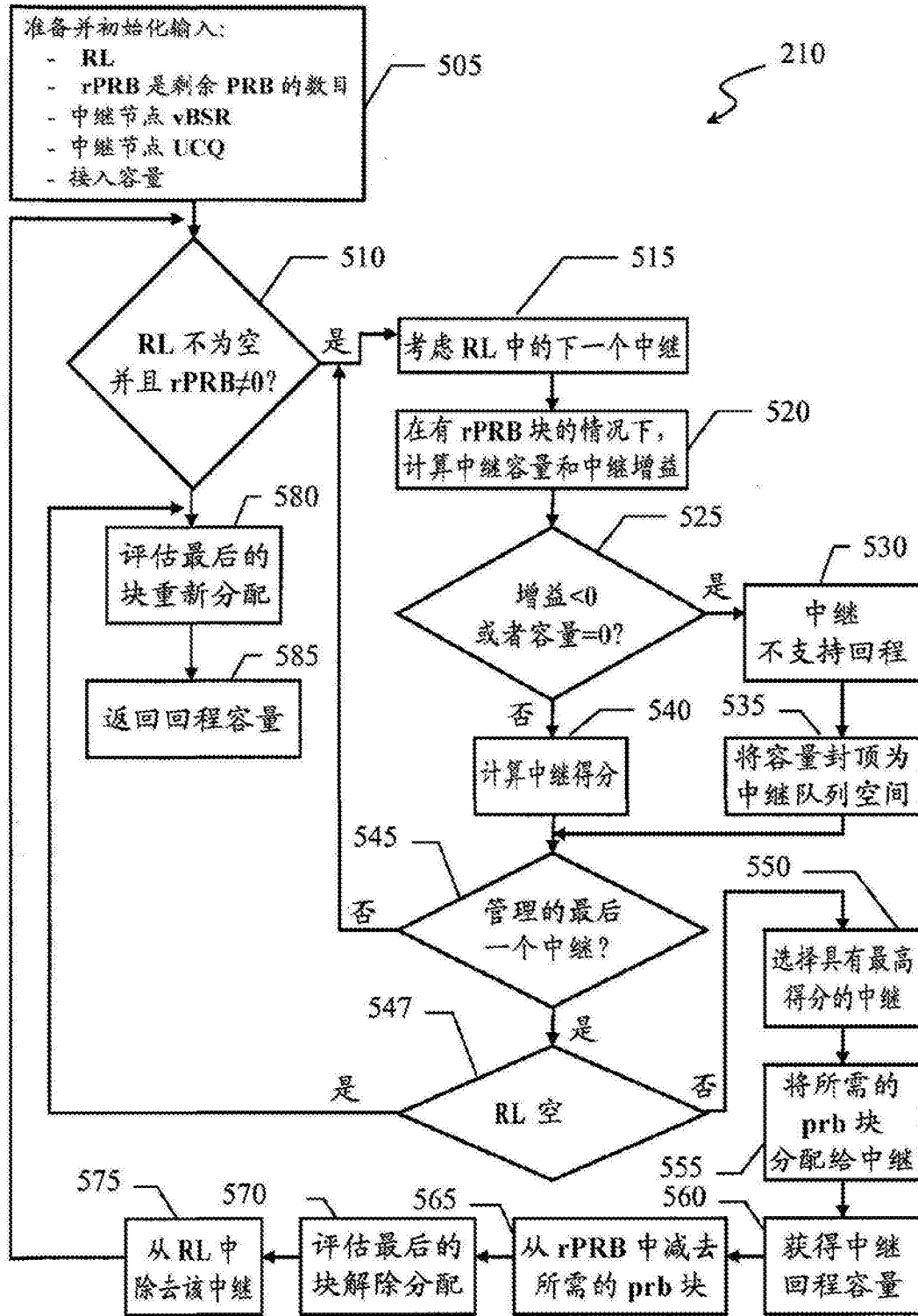


图5

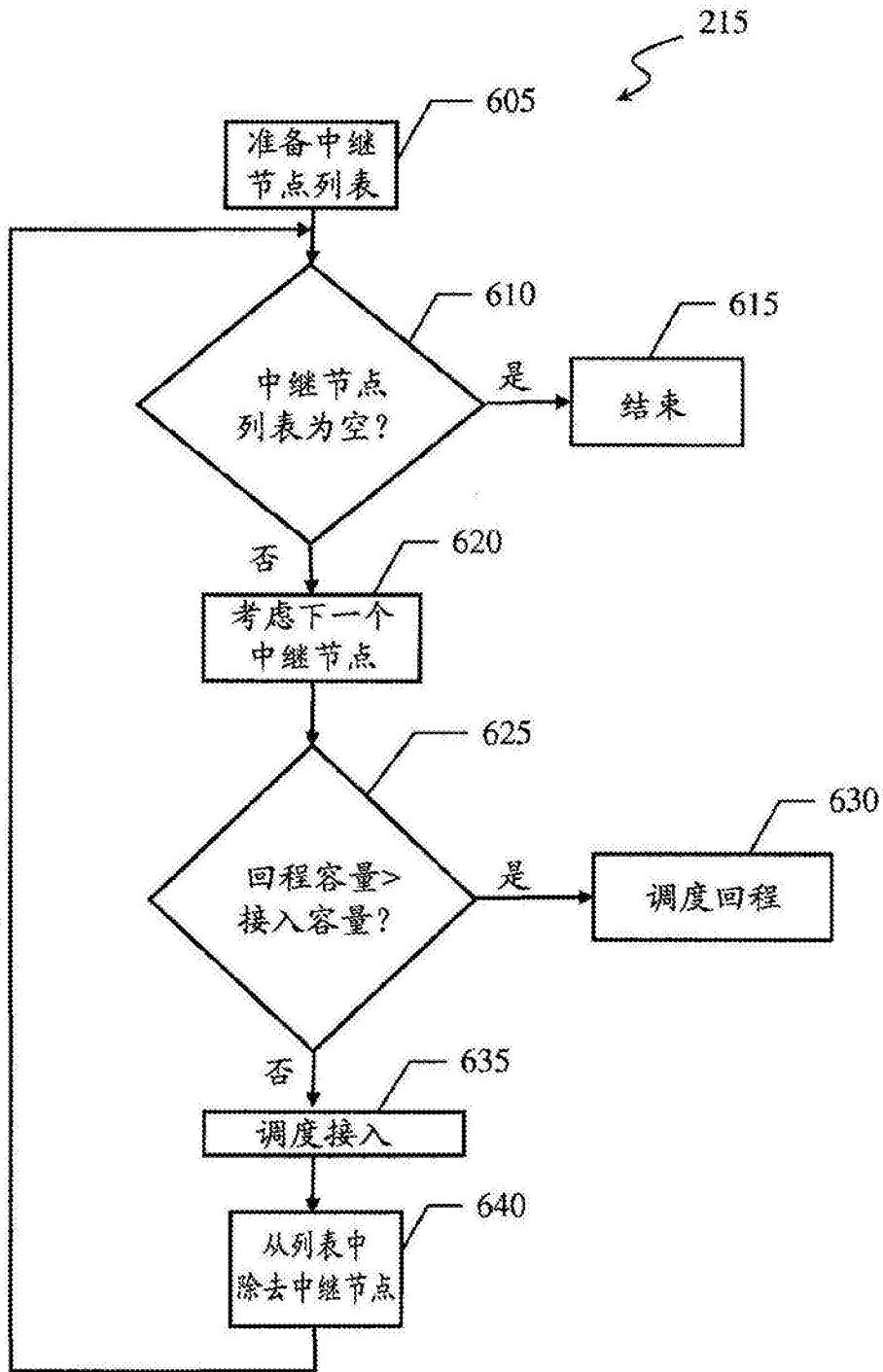


图6