



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107113745 B

(45)授权公告日 2020.09.08

(21)申请号 201480084531.1

(22)申请日 2014.12.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107113745 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.07.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/077349 2014.12.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/091308 EN 2016.06.16

(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 D·萨贝拉 G·斯蒂
A·维迪斯

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 高欣

(51)Int.Cl.
H04W 52/34(2009.01)
H04W 52/14(2009.01)
H04W 52/24(2009.01)
H04W 52/44(2009.01)

(56)对比文件
CN 102077645 A,2011.05.25,
WO 2013137795 A1,2013.09.19,
US 2014254537 A1,2014.09.11,
CN 104135743 A,2014.11.05,
EP 2811795 A1,2014.12.10,

审查员 张琨

权利要求书4页 说明书13页 附图3页

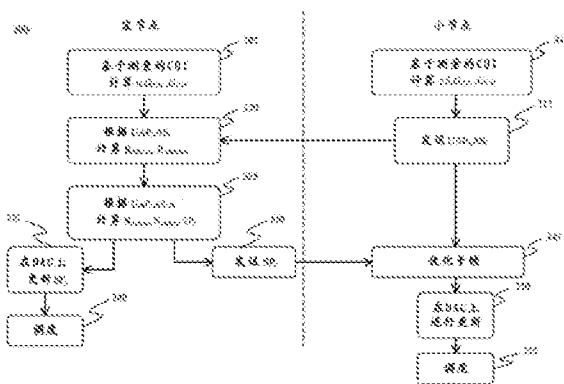
(54)发明名称

用于管理移动蜂窝网络中的数据传输功率的方法

(57)摘要

一种用于在蜂窝网络(100)中基于子帧来管理数据传输的方法(300_j),蜂窝网络(100)包括宏节点(M)和与宏节点(M)相关联的至少一个小节点(S_i)。所述方法(300)包括,在宏节点(M)侧:基于来自与宏节点(M)相关联的用户设备(UE)的信道质量信息,将所述用户设备(UE)分组(205_M,305)成第一组用户设备(G_{N,M})和第二组用户设备(G_{F,M}),第一组用户设备(G_{N,M})能以宏节点第一传输功率被服务,第二组用户设备(G_{F,M})须以高于宏节点第一传输功率的宏节点第二传输功率被服务,确定(220_M,325)子帧模式(SP_j)包括无传输子帧的数量(N_{ABS,no}),其中数据传输在宏节点(M)侧被阻止,受限传输子帧的数量(N_{ABS,,lim}),其中数据传输在宏节点(M)侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及正常传输子帧的数量(N_{non-ABS}),其中数据传输在宏节点(M)侧以宏节点第二传输功率被允许,所述确定(220_M,325)基

于宏节点(M)的功耗(P_{ABS},P_{non-ABS})、与宏节点(M)相关联的数据流量、以及由至少一个小节点(S_i)根据所述至少一个小节点(S_i)的干扰条件和数据流量所请求的无传输子帧的最小数量(R_{ABS-no})和受限传输子帧的最小数量(R_{ABS-lim}),以及根据子帧模式(SP_j)为与宏节点(M)相关联的所述第一组用户设备(G_{N,M})和第二组用户设备(G_{F,M})的用户设备(UE)服务。



CN 107113745 B

1. 一种用于在蜂窝网络(100)中基于子帧来管理数据传输的方法(300_j),所述蜂窝网络(100)包括宏节点M和与所述宏节点M相关联的至少一个小节点(S_i),所述方法(300)包括,在宏节点M侧:

基于来自与宏节点M相关联的用户设备UE的信道质量信息,将所述用户设备UE分组(205_M, 305)成第一组用户设备($G_{N,M}$)和第二组用户设备($G_{F,M}$),所述第一组用户设备($G_{N,M}$)能够以宏节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备($G_{F,M}$)须以高于宏节点第一传输功率的宏节点第二传输功率被服务,

确定(220_M, 325)子帧模式(SP_j)包括

-无传输子帧的数量($N_{ABS,no}$),其中数据传输在宏节点M侧被阻止,

-受限传输子帧的数量($N_{ABS-lim}$),其中数据传输在宏节点M侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及

-正常传输子帧的数量($N_{non-ABS}$),其中数据传输在宏节点M侧以宏节点第二传输功率被允许,

所述确定(220_M, 325)基于宏节点M的功耗($P_{ABS}, P_{non-ABS}$)、与宏节点M相关联的数据流量、以及由至少一个小节点(S_i)根据所述至少一个小节点(S_i)的干扰条件和数据流量所请求的无传输子帧的最小数量(R_{ABS-no})和受限传输子帧的最小数量($R_{ABS-lim}$),以及

根据子帧模式(SP_j)为与宏节点M相关联的所述第一组用户设备($G_{N,M}$)和第二组用户设备($G_{F,M}$)的用户设备UE服务。

2. 如权利要求1所述的方法(300_j),还包括,在每个小节点(S_i)侧:

基于来自与小节点(S_i)相关联的用户设备UE的信道质量信息,将所述用户设备UE分组(205_S, 310)成第一组用户设备(G_{N,S_i})和第二组用户设备(G_{F,S_i}),所述第一组用户设备(G_{N,S_i})能够以小节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备(G_{F,S_i})须以高于小节点第一传输功率的小节点第二传输功率被服务,

在无传输子帧($N_{ABS,no}$)、受限传输子帧($N_{ABS-lim}$)和正常传输子帧($N_{non-ABS}$)中,确定(220_S, 345)允许在小节点(S_i)侧的数据传输的优选子帧,所述确定(220_S, 345)基于小节点(S_i)的功耗($p_{ABS}, p_{non-ABS}$)、与小节点(S_i)相关联的数据流量以及小节点(S_i)的所述干扰条件,以及

根据所述优选子帧,为与小节点(S_i)相关联的所述第一组用户设备(G_{N,S_i})和第二组用户设备(G_{F,S_i})的用户设备UE服务。

3. 如权利要求2所述的方法(300_j),其中在宏节点侧的所述分组(205_M, 305)与在每个小节点侧的所述分组(205_S, 310)之间的至少一个分组基于宏节点M和小节点(S_i)分别与相关联的用户设备UE之间的距离关系。

4. 如前述权利要求中任一项所述的方法(300_j),还包括,在宏节点M侧,提供第一参数(α),所述第一参数(α)指示当在受限传输子帧期间以宏节点第一传输功率进行发送而不是在正常传输子帧期间以宏节点第二传输功率进行发送时,影响宏节点M的数据传输速率恶化,在宏节点M侧的所述确定(220_M, 325)还基于所述第一参数(α)。

5. 如权利要求2或3所述的方法(300_j),还包括,在小节点(S_i)侧,提供第二参数(δ)和第三参数(γ),所述第二参数(δ)指示当宏节点M在受限传输子帧期间以宏节点第一传输功率进行发送时而不是当小节点(S_i)在无传输子帧期间以小节点第二传输功率进行发送时,影

响小节点 (S_i) 的数据传输速率恶化,所述第三参数 (γ) 指示当在正常传输子帧期间以小节点第一传输功率进行发送而不是在无传输子帧期间以小节点第二传输功率进行发送时,影响小节点 (S_i) 的数据传输速率恶化,在小节点 (S_i) 侧的所述确定 (220s, 345) 还基于所述第二参数 (δ) 和第三参数 (γ)。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的方法 (300_j), 还包括, 在每个小节点 (S_i) 侧:

向宏节点M提供 (315) 一定数量 (UAP_j) 的可用的受限传输子帧, 其中, 在先前的数据传输期间, 由宏节点M引起的并且由与小节点 (S_i) 相关联的用户设备UE感知的干扰低于预定义的阈值。

7. 如权利要求6所述的方法 (300_j), 还包括:

在每个小节点 (S_i) 侧:

向宏节点M提供 (315) 由小节点 (S_i) 分配用于在所述可用的受限传输子帧中的数据传输的资源的百分比 (AS_i), 以及在宏节点M侧:

根据可用的受限传输子帧的所述数量 (UAP_j) 和所分配的资源所述百分比 (AS_i), 计算 (215, 320) 由至少一个小节点 (S_i) 请求的无传输子帧的所述最小数量 (R_{ABS-no}) 和受限传输子帧的所述最小数量 ($R_{ABS-lim}$)。

8. 如权利要求7所述的方法 (300_j), 其中所述无传输子帧和受限传输子帧定义子帧模式的几乎空白子帧, 所述计算 (215, 320) 包括:

对于每个小节点 (S_i)

如果所述百分比 (AS_i) 低于100%, 那么将由小节点 (S_i) 请求的几乎空白子帧的数量 (R_{ABS_i}) 计算为可用的受限传输子帧的数量 (UAP_j) 与所分配的资源所述百分比 (AS_i) 之间的乘积, 或者否则, 将由小节点 (S_i) 请求的几乎空白子帧的数量 (R_{ABS_i}) 计算为可用的受限传输子帧的数量 (UAP_j) 增加预定义的量 (ΔUAP), 以及

如果可用子帧的数量 (UAP_j) 与在先前的子帧模式中配置的几乎空白子帧的数量不同, 那么将由小节点 (S_i) 请求的受限传输子帧的数量 ($R_{ABS-lim,i}$) 和由小节点 (S_i) 请求的无传输子帧的数量 ($R_{ABS-no,i}$) 分别设置为0和由小节点 (S_i) 请求的几乎空白子帧的所述数量 (R_{ABS_i}), 或者否则, 分别设置为由小节点 (S_i) 请求的几乎空白子帧的所述数量 (R_{ABS_i}) 和0, 以及

将由至少一个小节点 (S_i) 请求的无传输子帧的最小数量 (R_{ABS-no}) 计算为由每个小节点 (S_i) 请求的无传输子帧的所述数量 ($R_{ABS-no,i}$) 当中的最大值, 以及根据由每个小节点 (S_i) 请求的受限传输子帧的所述数量 ($R_{ABS-lim,i}$) 当中的最大值与由至少一个小节点 (S_i) 请求的无传输子帧的所述最小数量 (R_{ABS-no}) 之间的差, 来计算由至少一个小节点 (S_i) 请求的受限传输子帧的最小数量 ($R_{ABS-lim}$)。

9. 如权利要求6所述的方法 (300_j), 其中所述确定 (220_M, 325) 包括, 如果存在足够的可用资源, 那么:

如果从功耗角度来看正常传输子帧是优选的, 那么将正常传输子帧的数量确定为属于所述第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 和第二组用户设备 ($G_{F,M}$) 二者的用户设备UE所需的子帧的数量, 或者

如果从功耗角度来看正常传输子帧不是优选的, 那么

将正常传输子帧的数量确定为仅属于所述第二组用户设备 ($G_{F,M}$) 的用户设备UE所需的

子帧的数量,以及

根据属于所述第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 的用户设备UE所需的子帧的数量、清除负载所需的子帧的数量以及在子帧模式 (SP_j) 中可用的受限传输子帧的所述数量 (UAP_i) 来确定受限传输子帧的数量 ($N_{ABS-1im}$)。

10. 如权利要求6所述的方法 (300_j), 其中所述确定 (220_M, 325) 包括:

如果不存在足够的可用资源, 那么, 基于属于所述第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 和第二组用户设备 ($G_{F,M}$) 二者的用户设备UE所需的子帧的最大数量来确定受限传输子帧的数量 ($N_{ABS-1im}$) 和正常传输子帧的数量 ($N_{non-ABS}$), 并且发信号通知过载。

11. 如权利要求5所述的方法 (300_j), 还包括: 计算第一功耗 ($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 和第二功耗 (ρ_{ABS}/δ), 所述第一功耗 ($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 表示在正常传输子帧期间发送能够利用无传输子帧中的资源发送的数据量所消耗的功率, 所述第二功耗 (ρ_{ABS}/δ) 表示在受限传输子帧期间发送能够利用无传输子帧中的资源发送的数据量所消耗的功率, 其中所述无传输子帧和受限传输子帧定义几乎空白子帧, 并且其中在小节点 (S_i) 侧的所述确定 (220_S, 345) 包括:

如果在几乎空白子帧期间小节点 (S_i) 的功耗 (ρ_{ABS}) 在所述第一功耗 ($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 和第二功耗 (ρ_{ABS}/δ) 之间, 那么将正常传输子帧定义为优选子帧, 或者

如果所述第二功耗 (ρ_{ABS}/δ) 在几乎空白子帧期间小节点 (S_i) 的功耗和第一功耗 ($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 之间, 那么将无传输子帧定义为优选子帧, 或者

如果第一功耗 ($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 在几乎空白子帧期间小节点 (S_i) 的功耗 (ρ_{ABS}) 和第二功耗 (ρ_{ABS}/δ) 之间, 那么将无传输子帧定义为优选子帧。

12. 一种其上存储有计算机程序的计算机可读存储介质, 所述计算机程序包括指令, 所述指令在由处理器执行时使处理器执行前述权利要求中任一项所述的方法。

13. 一种用于在蜂窝网络 (100) 中使用的宏节点M, 所述宏节点M被配置用于:

基于来自与宏节点M相关联的用户设备UE的信道质量信息, 将所述用户设备UE分组 (205_M, 305) 成第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 和第二组用户设备 ($G_{F,M}$), 所述第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 能够以宏节点第一传输功率被服务, 所述第二组用户设备 ($G_{F,M}$) 须以高于宏节点第一传输功率的宏节点第二传输功率被服务,

确定 (220_M, 325) 子帧模式 (SP_j) 包括

- 无传输子帧的数量 ($N_{ABS,no}$), 其中数据传输在宏节点M侧被阻止,

- 受限传输子帧的数量 ($N_{ABS-1im}$), 其中数据传输在宏节点M侧仅以宏节点第一传输功率被允许, 以及

- 正常传输子帧的数量 ($N_{non-ABS}$), 其中数据传输在宏节点M侧以宏节点第二传输功率被允许,

所述确定 (220_M, 325) 基于宏节点M的功耗 ($P_{ABS}, P_{non-ABS}$)、与宏节点M相关联的数据流量、以及由与宏节点M相关联的至少一个小节点 (S_i) 根据所述至少一个小节点 (S_i) 的干扰条件和数据流量所请求的无传输子帧的最小数量 (R_{ABS-no}) 和受限传输子帧的最小数量 ($R_{ABS-1im}$), 以及

根据子帧模式 (SP_j) 为与宏节点M相关联的所述第一组用户设备 ($G_{N,M}$) 和第二组用户设备 ($G_{F,M}$) 的用户设备UE服务。

14. 一种用于在蜂窝网络 (100) 中使用的小节点 (S_i), 所述小节点 (S_i) 被配置用于:

基于来自与小节点(S_i)相关联的用户设备UE的信道质量信息,将所述用户设备UE分组(205s,310)成第一组用户设备(G_{N,S_i})和第二组用户设备(G_{F,S_i}),所述第一组用户设备(G_{N,S_i})能够以小节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备(G_{F,S_i})须以高于小节点第一传输功率的小节点第二传输功率被服务,

从宏节点M接收子帧模式(SP_j),包括

-无传输子帧的数量($N_{ABS,no}$),其中数据传输在宏节点M侧被阻止,
-受限传输子帧的数量($N_{ABS-lim}$),其中数据传输在宏节点M侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及

-正常传输子帧的数量($N_{non-ABS}$),其中数据传输在宏节点M侧以宏节点第二传输功率被允许,

在无传输子帧($N_{ABS,no}$)、受限传输子帧($N_{ABS-lim}$)和正常传输子帧($N_{non-ABS}$)中,确定(220s,345)允许在小节点(S_i)侧的数据传输的优选子帧,所述确定(220s,345)基于小节点(S_i)的功耗($\rho_{ABS},\rho_{non-ABS}$)、与小节点(S_i)相关联的数据流量以及小节点(S_i)的所述干扰条件,以及

根据所述优选子帧为与小节点(S_i)相关联的所述第一组用户设备(G_{N,S_i})和第二组用户设备(G_{F,S_i})的用户设备UE服务。

用于管理移动蜂窝网络中的数据功率的方法

技术领域

[0001] 本发明一般而言涉及无线通信网络,诸如蜂窝网络(例如,2G、3G和LTE/LTE-高级(LTE-Advanced)蜂窝网络)。更具体而言,本发明涉及异构(heterogeneous)蜂窝网络,以及用于有效且动态地管理这种蜂窝网络内的宏节点和小节点的数据传输功率的方法。

背景技术

[0002] 蜂窝网络(例如,2G、3G和LTE/LTE-高级蜂窝网络)允许数据流量(还称为流量负载)在相应的陆地区域(小区)上辐射无线电波的固定位置收发器基站(或节点)与该小区内的用户设备(例如,诸如蜂窝电话之类的用户终端)之间高速传送。

[0003] 蜂窝网络已经在扩展和性能方面经历了显著的增长,并且最近已经演变为异构蜂窝网络。具体而言,每个异构蜂窝网络包括相对高功率和宽覆盖的节点(以下称为宏节点)以及数个较低功率、较小覆盖的节点(以下称为次级节点或小节点,例如微、微微(pico)、毫微微(femto)节点)这两者,所述宏节点识别所谓的宏小区,所述小节点识别宏小区内的小小区,用于增强整体覆盖和容量。

[0004] 但是,由于蜂窝网络用户数量的增长以及对需要非常高流量负载(诸如多媒体和实时服务之类)以及非常苛求“服务质量”的服务的需求的增长,因此通常在每个宏小区内,在室内和室外位置以及需要高容量的任何地方部署多个小节点。

[0005] 因此,与基于具有可比功率和覆盖的宏节点的传统同构蜂窝网络相比,在异构蜂窝网络中,高密度小节点还可以在完全没有全面规划的情况下或者甚至以完全不协调的方式部署。

[0006] 如已知的,这可能加重功耗和干扰问题。

[0007] 实际上,由与它们相关联的小节点服务的用户设备由于其高传输功率而遭受来自宏节点的严重干扰,并且由与它们相关联的宏节点服务的用户设备遭受来自附近小节点的严重干扰。

[0008] 为了更好地管理蜂窝网络性能,通过优化功耗和减少干扰,已知旨在正确地协调宏节点和小节点侧的数据传输的解决方案。

[0009] 2012年5月6-9日,2012IEEE 75th, Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Shaoyi Xu; Jing Han; Tao Chen, “Enhanced Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks for LTE-Advanced”, 提出了一种系统,该系统协调N个宏节点和一个微微节点。宏节点用户测量并报告N个CQI,微微节点用户测量并报告(N+1)个CQI。通过使所有其它节点静音来获得每个CQI。针对N*(N+1)个配置中的每一个的性能被评估并报告给中央控制器,中央控制器选择最佳配置。所选择的配置将以可配置的速率与所有开启的宏节点的配置交替。

[0010] 2013年7月1-5日,2013 9th International, Al-Rawi, M.; Simsek, M.; Jantti, R., “Utility-based resource allocation in LTE-Advanced heterogeneous networks” Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 提出了一种在知

道用于宏节点和微节点的小区边缘吞吐量值的情况下,联合评估小区范围扩展和“几乎空白子帧”(ABS)的比率的方法。

[0011] 2013年1月,2013 Fifth International Conference on,Communication Systems and Networks (COMSNETS),Kshatriya,S.N.S.;Kaimalettu,S.;Yerrapareddy,S.R.;Milleth,K.;Akhtar,N.,“On interference management based on subframe blanking in Heterogeneous LTE networks”,提出了基于小区间干扰协调(ICIC)和LTE-A中定义的几乎空白子帧(ABS)的方案,以克服由受害者用户设备经历的并且由侵扰节点造成的干扰。所提出的方案提供了对节点的某些子帧进行消隐(blank),该节点有可能对与其它节点相关联的用户设备产生严重干扰。所提出的方案确定在每个侵扰节点处要被消隐的子帧的数量和位置。

[0012] 2012年4月1-4日,2012IEEE,Wireless Communications and Networking Conference (WCNC),Jiyong Pang;Jun Wang;Dongyao Wang;Gang Shen;Qi Jiang;Jianguo Liu,“Optimized time-domain resource partitioning for enhanced inter-cell interference coordination in heterogeneous networks”,作为网络范围的效用最大化问题,提出了借助制定优化的针对同步ABS配置的ABS的最佳数量。首先,执行经由动态编程为任何给定数量的ABS确定由ABS保护的受害者用户设备的分布式方法,以及然后通过评估整体系统效用来找到ABS的最佳数量。

[0013] Networking,IEEE/ACM Transactions on,Deb,S.;Monogioudis,P.;Miernik,J.;Seymour,J.P.,“Algorithms for Enhanced Inter-Cell Interference Coordination (eICIC) in LTE HetNets”,提出了一种算法,从而以联合的方式解决宏节点应当向微微节点提供的无线电资源量的确定,以及决定哪些用户设备应当与微微节点相关联的关联规则的确定。所提出的算法考虑网络拓扑、流量负载和宏节点-微微节点干扰映射,并且可以通过使用由LTE标准提出的几乎空白子帧(ABS)和小区选择偏差(CSB)的概念来实现。

[0014] 在US20130107798中,“ABS-based Method for Inter Cell Interference Coordination in LTE-Advanced Networks”,公开了尝试为宏基站和微微用户设备之间的干扰协调问题提供解决方案的系统和方法。具体而言,所述系统和方法基于由LTE-A标准支持的几乎空白子帧(ABS)的概念来进行干扰协调。宏基站以协同方式选择其ABS配置,使得整体系统吞吐量得到优化。

发明内容

[0015] 申请人已经认识到,所引用的现有技术解决方案中没有一个是令人满意的。

[0016] 实际上,所有上面引用的解决方案都是基于通过允许宏节点在称为“几乎空白子帧”(以下简称为“ABS子帧”)的某些子帧期间完全静音并且通过仅在ABS子帧期间允许小节点向与其相关联的用户设备进行发送来减少对与小节点相关联的用户设备的干扰的常规方法。

[0017] 申请人已经发现,由于需要频繁的宏节点和小节点激活/停用,因此在ABS子帧期间对宏节点的完全静音不提供最优的功耗(尤其是当在宏节点侧和小节点侧处应当服务相对大量的用户设备时)。频繁的宏节点和小节点激活/停用可能对诸如蜂窝网络装置的寿命之类的参数、进而对维护成本产生负面影响。

[0018] 而且,由于(例如,由长处理时间引起的)延迟,这种解决方案不适于管理由高密度的小节点引起的极端动态条件。

[0019] 最后但并非最不重要的是,大多数现有技术解决方案需要定义新的非标准消息集合,这使得对应的蜂窝网络难以实现。

[0020] 鉴于上述情况,申请人已经解决了有效降低异构蜂窝网络的功耗和干扰(同时在交换的数据流量方面增加满意度)的问题,并且为了实现这一点,已经设计出了能够基于在ABS子帧期间在宏节点侧和在非ABS子帧期间在小节点侧以低传输功率进行发送的可能性、以及基于在宏节点侧和小节点两侧的当前和历史流量负载条件,来基于子帧动态地管理数据传输的解决方案。

[0021] 本发明的一个或多个方面在独立权利要求中阐述,其有利特征在从属权利要求中指出,其措辞通过引用被逐字地包含在本文中(任何有利的特征都是参考本发明的具体方面提供的,所述特征准用于本发明的任何其它方面)。

[0022] 更具体而言,本发明的一方面涉及一种用于在蜂窝网络中基于子帧来管理数据传输的方法,所述蜂窝网络包括宏节点和与所述宏节点相关联的至少一个小节点。所述方法包括,在宏节点侧:

[0023] 基于来自与宏节点相关联的用户设备的信道质量信息,将所述用户设备分成第一组用户设备和第二组用户设备,所述第一组用户设备能够以宏节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备须以高于宏节点第一传输功率的宏节点第二传输功率被服务,

[0024] 确定子帧模式包括

[0025] -无传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧被阻止,

[0026] -受限传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及

[0027] -正常传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧以宏节点第二传输功率被允许,

[0028] 所述确定基于宏节点的功耗、与宏节点的相关联的数据流量、以及由至少一个小节点根据所述至少一个小节点的干扰条件和数据流量所请求的无传输子帧的最小数量和受限传输子帧的最小数量,以及

[0029] 根据子帧模式为与宏节点相关联的所述第一组用户设备和第二组用户设备的用户设备服务。

[0030] 根据本发明的实施例,所述方法还包括,在每个小节点侧:

[0031] 基于来自与小节点相关联的用户设备的信道质量信息,将所述用户设备分成第一组用户设备和第二组用户设备,所述第一组用户设备能够以小节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备须以高于小节点第一传输功率的小节点第二传输功率被服务,

[0032] 在无传输子帧、受限传输子帧和正常传输子帧中,确定允许在小节点侧的数据传输的优选子帧,所述确定基于小节点的功耗、与小节点相关联的数据流量以及小节点的所述干扰条件,以及

[0033] 根据所述优选子帧,为与小节点相关联的所述第一组用户设备和第二组用户设备的用户设备服务。

[0034] 根据本发明的实施例,在宏节点侧的所述分组与在每个小节点侧的所述分组之间的至少一个分组基于宏节点和小节点分别与相关联的用户设备之间的距离关系。

[0035] 根据本发明的实施例,所述方法还包括,在宏节点侧,提供第一参数,所述第一参数指示当在受限传输子帧期间以宏节点第一传输功率进行发送而不是在正常传输子帧期间以宏节点第二传输功率进行发送时,影响宏节点的数据传输速率恶化,在宏节点侧的所述确定还基于所述第一参数。

[0036] 根据本发明的实施例,所述方法还包括,在小节点侧,提供第二参数和第三参数,所述第二参数指示当宏节点在受限传输子帧期间以宏节点第一传输功率进行发送而不是当小节点在无传输子帧期间以小节点第二传输功率进行发送时,影响小节点的数据传输速率恶化,所述第三参数指示当在正常传输子帧期间以小节点第一传输功率进行发送而不是在无传输子帧期间以小节点第二传输功率进行发送时,影响小节点的数据传输速率恶化,在小节点侧的所述确定还基于所述第二参数和第三参数。

[0037] 根据本发明的实施例,所述方法还包括,在每个小节点侧:

[0038] 向宏节点提供一定数量的可用的受限传输子帧,其中,在先前的数据传输期间,由宏节点引起的并且由与小节点相关联的用户设备感知的干扰低于预定义的阈值。

[0039] 根据本发明的实施例,所述方法还包括:

[0040] 在每个小节点侧:

[0041] 向宏节点提供由小节点分配用于在所述可用的受限传输子帧中的数据传输的资源的百分比,以及

[0042] 在宏节点侧:

[0043] 根据可用的受限传输子帧的所述数量和所分配的资源所述百分比,计算由至少一个小节点请求的无传输子帧的所述最小数量和受限传输子帧的所述最小数量。

[0044] 根据本发明的实施例,所述无传输子帧和受限传输子帧定义子帧模式的几乎空白子帧,所述计算包括:

[0045] 对于每个小节点

[0046] 如果所述百分比低于100%,那么将由小节点请求的几乎空白子帧的数量计算为可用的受限传输子帧的数量与所分配的资源所述百分比之间的乘积,或者否则,将由小节点请求的几乎空白子帧的数量计算为可用的受限传输子帧的数量增加预定义的量,以及

[0047] 如果可用子帧的数量与在先前的子帧模式中配置的几乎空白子帧的数量不同,那么将由小节点请求的受限传输子帧的数量和由小节点请求的无传输子帧的数量分别设置为0和由小节点请求的几乎空白子帧的所述数量,或者否则,分别设置为由小节点请求的几乎空白子帧的所述数量和0,以及

[0048] 将由至少一个小节点请求的无传输子帧的最小数量计算为由每个小节点请求的无传输子帧的所述数量当中的最大值,以及根据由每个小节点请求的受限传输子帧的所述数量当中的最大值与由至少一个小节点请求的无传输子帧的所述最小数量之间的差,来计算由至少一个小节点请求的受限传输子帧的最小数量。

[0049] 根据本发明的实施例,所述确定包括,如果存在足够的可用资源,那么:

[0050] 如果从功耗角度来看正常传输子帧是优选的,那么将正常传输子帧的数量确定为属于所述第一组用户设备和第二组用户设备二者的用户设备所需的子帧的数量,或者

[0051] 如果从功耗角度来看正常传输子帧不是优选的,那么

[0052] 将正常传输子帧的数量确定为仅属于所述第二组用户设备的用户设备所需的子

帧的数量,以及

[0053] 根据属于所述第一组用户设备的用户设备所需的子帧的数量、清除负载所需的子帧的数量以及在子帧模式中可用的受限传输子帧的所述数量来确定受限传输子帧的数量。

[0054] 根据本发明的实施例,所述确定包括:

[0055] 如果不存在足够的可用资源,那么,基于属于所述第一组用户设备和第二组用户设备二者的用户设备所需的子帧的最大数量来确定受限传输子帧的数量和正常传输子帧的数量,并且发信号通知过载。

[0056] 根据本发明的实施例,所述方法还包括:计算第一功耗和第二功耗,所述第一功耗表示在正常传输子帧期间发送能够利用无传输子帧中的资源发送的数据量所消耗的功率,所述第二功耗表示在受限传输子帧期间发送能够利用无传输子帧中的资源发送的数据量所消耗的功率。所述无传输子帧和受限传输子帧定义几乎空白子帧,并且在小节点侧的所述确定包括:

[0057] 如果在几乎空白子帧期间小节点的功耗在所述第一功耗和第二功耗之间,那么将正常传输子帧定义为优选子帧,或者

[0058] 如果所述第二功耗在几乎空白子帧期间小节点的功耗和第一功耗之间,那么将无传输子帧定义为优选子帧,或者

[0059] 如果第一功耗在几乎空白子帧期间小节点的功耗和第二功耗之间,那么将无传输子帧定义为优选子帧。

[0060] 本发明的另一方面涉及用于实现所述方法的计算机程序产品。

[0061] 本发明的另一方面涉及用于在蜂窝网络中使用的宏节点。所述宏节点被配置用于:

[0062] 基于来自与宏节点相关联的用户设备的信道质量信息,将所述用户设备分组成第一组用户设备和第二组用户设备,所述第一组用户设备能够以宏节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备须以高于宏节点第一传输功率的宏节点第二传输功率被服务,

[0063] 确定子帧模式包括

[0064] -无传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧被阻止,

[0065] -受限传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及

[0066] -正常传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧以宏节点第二传输功率被允许,

[0067] 所述确定基于宏节点的功耗、与宏节点相关联的数据流量、以及由与宏节点相关联的至少一个小节点根据所述至少一个小节点的干扰条件和数据流量所请求的无传输子帧的最小数量和受限传输子帧的最小数量,以及

[0068] 根据子帧模式为与宏节点相关联的所述第一组用户设备和第二组用户设备的用户设备服务。

[0069] 本发明的另一方面涉及用于在蜂窝网络中使用的小节点。所述小节点被配置用于:

[0070] 基于来自与小节点相关联的用户设备的信道质量信息,将所述用户设备分组成第一组用户设备和第二组用户设备,所述第一组用户设备能够以小节点第一传输功率被服务,所述第二组用户设备须以高于小节点第一传输功率的小节点第二传输功率被服务,

- [0071] 从宏节点接收子帧模式,包括
- [0072] -无传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧被阻止,
- [0073] -受限传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧仅以宏节点第一传输功率被允许,以及
- [0074] -正常传输子帧的数量,其中数据传输在宏节点侧以宏节点第二传输功率被允许,
- [0075] 在无传输子帧、受限传输子帧和正常传输子帧中,确定允许在小节点侧的数据传输的优选子帧,所述确定基于小节点的功耗、与小节点相关联的数据流量以及小节点的所述干扰条件,以及
- [0076] 根据所述优选子帧为与小节点相关联的所述第一组用户设备和第二组用户设备的用户设备服务。
- [0077] 本发明允许在异构蜂窝网络内动态地管理在宏节点侧和小节点两侧的数据传输,以便在满足流量负载满意度的同时降低功耗和干扰。
- [0078] 而且,由于要求较低的处理时间,因此本发明适于用在具有大量的宏节点和小节点以及大量用户设备的大规模异构场景中。

附图说明

- [0079] 通过以下对本发明的一些示例性和非限制性实施例的描述,本发明的这些和其它特征及优点将变得清楚。为了其更好的可理解性,应当参考附图阅读以下描述,其中:
- [0080] 图1示意性地示出了其中可以应用本发明的蜂窝网络的部分;
- [0081] 图2示意性地示出了根据本发明实施例的宏节点和小节点操作模块,以及
- [0082] 图3示出了根据本发明实施例的泳道 (swim-lane) 活动图,所述泳道活动图以宏节点侧和小节点侧这两侧图示在所述操作模块处发生的操作流。

具体实施方式

- [0083] 参考附图,图1中示意性地图示了根据本发明实施例的蜂窝网络100的部分。
- [0084] 蜂窝网络100 (例如,符合3GPP LTE/LTE-高级标准) 包括数个相对高功率和宽覆盖的收发器站 (以下称为宏节点), 诸如宏节点M, 每个被配置为在相对宽的地理区域 (还称为宏小区, 例如六边形形状) 上提供无线电覆盖, 以及在宏小区内 (即, 属于宏小区/由宏小区处理) 的1个较低功率、较小覆盖的节点 (例如, 微微、微和/或毫微微节点) (在下文中称为小节点 S_i ($i=1, 2, \dots, I$, 在所讨论的示例中 $I=3$), 每个小节点识别相应的小小区, 用于增加蜂窝网络100容量。
- [0085] 蜂窝网络100被配置为允许相应的宏小区或小小区内的 (即, 与之相关联的) 用户设备 (例如, 移动电话) (诸如, 用户设备UE) 交换数据流量 (例如, web浏览、电子邮件、语音或多媒体数据流量)。在下文中, 仅考虑本发明主要涉及的下行链路通信 (即, 从宏节点M或小节点 S_i 到相关联的用户设备UE)。
- [0086] 为了完整性, 如本领域普通技术人员所熟知的, 宏节点M和小节点 S_i 形成无线电接入网络。进而, 无线电接入网络一般与一个或多个核心网络 (未示出) 可通信地耦合, 其可以与其它网络 (诸如互联网和/或公共交换电话网络 (未示出) 耦合。
- [0087] 广义地讲, 根据本发明的宏节点M和小节点 S_i 被配置为执行提供有效子帧配置的

配置过程,即,传输功率的有效配置,用户设备UE应当以所述传输功率被(与之相关联的宏节点M或小节点 S_i)服务,用于在配置过程之后进行数据传输(在预定义的时间长度T上)。根据3GPP LTE/LTE-高级标准,数据传输以子帧为基础发生,每个子帧具有1ms的“传输时间间隔”(TTI)的时间长度并包括数个取决于带宽分配和PRB可用性的资源(即,“物理资源块”或PRB)。

[0088] 所提出的发明利用由3GPP LTE/LTE-高级标准提供的在宏节点M和小节点 S_i 侧以相应的高传输功率(下文分别称为宏节点高传输功率和小节点高传输功率)或以相应的低传输功率(下文分别称为宏节点低传输功率和小节点低传输功率)执行数据传输的可能性。这种可能性独立于传输功率的实际设置(其还可以取决于蜂窝网络100和/或宏节点M和小节点 S_i 的具体设计参数)。仅以示例的方式,宏节点和小节点高传输功率可以分别设置在40W(≈ 46 dBm)和1W(≈ 30 dBm),而宏节点和小节点低传输功率可以分别设置在1W(≈ 30 dBm)和0.025W(≈ 14 dBm)。

[0089] 在图2中示意性地示出根据本发明实施例的宏节点M和小节点 S_i 操作模块。作为初步考虑,要指出的是,术语“模块”的使用在本文意在强调其功能性(而不是实现)方面。实际上,在不失一般性的情况下,每个模块可以由软件(在这种情况下,作为结果的算法将由包括在计算机程序产品中的、可直接加载到计算机的存储器中的适当软件代码装置在所述程序在计算机上运行时执行)、硬件和/或其组合实现。

[0090] 为了简化描述,图2将与图3一起讨论,图3示出了泳道活动图,所述泳道活动图通过宏节点M侧和小节点 S_i 侧这两侧,并通过逻辑和时间顺序视角来图示在每个第j个配置过程 300_j 期间在所述操作模块处发生的操作流。

[0091] 基本上,在每个第j个配置过程 300_j 期间, $N=T/TTI$ 子帧的子帧模式 SP_j 被配置并用于在宏节点M和小节点 S_i 侧优化的数据传输。在下文中,为了便于描述,第j个配置过程 300_j 之后的数据传输还将被称为第j个数据传输。

[0092] 每个子帧可以被(宏节点M)配置为“几乎空白子帧”(下文称为ABS子帧)或非“几乎空白子帧”(下文称为非ABS子帧)。每个ABS子帧转而可以被配置为无传输ABS子帧(其中阻止在宏节点M处的数据传输)或受限传输ABS子帧(其中在宏节点处的数据传输M仅限于一些用户设备并且仅限于低传输功率)。相反,在每个非ABS子帧期间,在宏节点M处发生以高传输功率的数据传输(因此还被称为正常子帧)。如下面将理解的那样,不像现有技术的解决方案,所述现有技术的解决方案基于在非ABS子帧期间(即,当宏节点M侧处的数据传输以宏节点高传输功率发生时)阻止在小节点 S_i 侧处的数据传输,所提出的发明允许在能量上更方便。此外,通过利用在ABS子帧之间定义无传输和受限传输ABS子帧的可能性,可以在可容忍的干扰下实现在宏节点M侧和小节点 S_i 侧这两侧处的同时的数据传输。

[0093] 出于本发明的目的,子帧模式 SP_j 既指定子帧是ABS子帧还是非ABS子帧(例如,通过利用已经由3GPP LTE/LTE-高级标准提供的“ABS模式”(AP)消息),又指定ABS子帧是否是受限传输或无传输ABS子帧(例如,通过利用已经由3GPP LTE/LTE-高级标准提供的“测量子集”(MS)消息)。

[0094] 宏节点M和小节点 S_i 包括相应的测量模块 205_m 和 205_s ,每个测量模块 205_m 和 205_s 被配置为在每个配置过程 300_j 开始时(步骤305,310)接收在第(j-1)个数据传输期间与由分别与宏节点M和小节点 S_i 相关联的用户设备UE感知/测量的信道质量相关的信息/报告(例

如,“信道质量指示符”或CQI)。

[0095] 基于所述CQI报告,测量模块205_M被配置为(向宏节点M的调度模块210_M)提供与宏节点M相关联的用户设备UE中可以由宏节点M以宏节点低传输功率服务的用户设备UE的组/列表(即,以逻辑视角,在与用户设备UE相关联的宏节点M“附近的”一组用户设备UE,因此被称为近用户设备组G_{N,M}),以及须由宏节点M以宏节点高传输功率服务的用户设备UE的组/列表(即,以逻辑视角,“远离”与用户设备相关联的“宏”节点的用户设备UE的一组用户设备UE,因此在下文中被称为远用户设备组G_{F,M})。

[0096] 类似地,基于所述CQI报告,每个小节点S_i的测量模块205_s被配置为(向相应的小节点S_i的调度模块210_s)提供近用户设备组G_{N,S_i}和远用户设备组G_{F,S_i},所述近用户设备组G_{N,S_i}包括与小节点S_i相关联的用户设备中可以由小节点S_i以小节点低功率传输模式服务的用户设备UE的组/列表,所述远用户设备组G_{F,S_i}包括与小节点S_i相关联的用户设备UE中须由小节点S_i以小节点高传输功率服务的用户设备UE的组/列表的。

[0097] 不失一般性,近用户设备组G_{N,M}、G_{N,S_i}和远用户设备组G_{F,M}、G_{F,S_i}的规定还可以基于其它合适的标准,诸如宏节点M和小节点S_i与相关联的用户设备UE之间的距离关系之类。例如,根据实施例,近用户设备组G_{N,M}、G_{N,S_i}可以包括其相关联的CQI高于预定义的CQI阈值的所有用户设备UE。

[0098] 测量模块205_M还被配置为计算参数 α ,所述参数 α 指示当在受限传输ABS子帧期间以宏节点低传输功率进行发送而不是在非ABS子帧期间以宏节点高传输功率进行发送时,影响宏节点M的数据传输速率恶化——实际上,在非ABS子帧期间,宏节点M经历低(或可忽略)的干扰,并且因此数据传输速率基本上是可能的最高速率。根据实施例,参数 α 被计算为在受限传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数与在非ABS子帧期间每PRB的平均字节数之间的比率。

[0099] 测量模块205_s还被配置为提供参数 δ 和参数 γ ,所述参数 δ 指示当宏节点M在受限传输ABS子帧期间以宏节点低传输功率进行发送时而不是当小节点S_i在无传输ABS子帧期间以小节点高传输功率进行发送时,影响小节点S_i的数据传输速率恶化——实际上,在无传输ABS子帧期间,小节点S_i经历低(或可忽略)的干扰,并且因此数据传输速率基本上是可能的最高速率——所述参数 γ 指示当在非ABS子帧期间以小节点低传输功率进行发送而不是在无传输ABS子帧期间以小节点高传输功率进行发送时,影响小节点S_i的数据传输速率恶化。根据实施例,参数 δ 被计算为在受限传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数与在无传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数之间的比率,以及参数 γ 被计算为在非ABS子帧期间每PRB的平均字节数与在无传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数之间的比率。如下面更好地讨论的,参数 α 和 δ 、 γ 将用于在宏节点M和小节点S_i侧执行优化过程。根据实施例,基于由用户设备UE报告的CQI来确定在受限传输和无传输ABS子帧期间和在非ABS子帧期间每PRB的字节数。

[0100] 根据上述应当清楚的是,对于第j个配置过程300_j,在ABS和非ABS子帧期间每PRB的平均字节数、在无传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数以及在受限传输ABS子帧期间每PRB的平均字节数与第(j-1)个数据传输有关。

[0101] 如图所示,每个小节点S_i被配置为向宏节点M的状态模块215(例如,通过X2接口)提供(步骤315):

[0102] -子帧模式 $SP_{(j-1)}$ 的受限传输ABS子帧(例如,得自于由3GPP LTE/LTE-高级标准提供的“可用ABS模式”消息)的数量 UAP_i ,其中,对于在第 $(j-1)$ 个数据传输期间已经在相同的受限传输ABS子帧上进行了接收的(与第 i 个小节点 S_i 相关联的)用户设备UE,在功耗效率方面,在第 $(j-1)$ 个数据传输期间由宏节点M生成的干扰是可容忍的。根据实施例,只要参数 δ 低于预定义的阈值,由宏节点M生成的干扰就被认为是可容忍的。由于 UAP_i 表示可用于(当前第 j 个配置过程的)(当前,即,配置中的)子帧模式 SP_j 的ABS子帧的数量,因此,为了简洁,它还将被称为可用ABS子帧的数量;和

[0103] -由第 i 个小节点 S_i 调度用于在所述可用子帧中的数据传输的PRB的百分比 AS_i (“ABS状态”),

[0104] 基于 UAP_i 和 AS_i ,状态模块215被配置为提供(步骤320):

[0105] -由小节点 S_i 请求的受限传输ABS子帧的最小数量 $R_{ABS-lim}$ (即,其中宏节点M被请求以宏节点低传输功率提供数据传输的ABS子帧的数量),以及

[0106] -由小节点 S_i 请求的无传输ABS子帧的最小数量 R_{ABS-no} (即,其中宏节点M被请求避免数据传输的ABS子帧的数量)。

[0107] 为了获得 $R_{ABS-lim}$ 和 R_{ABS-no} ,状态模块215优选地执行以下操作:

[0108] a) 对于每个第 i 个小节点 S_i ,首先如下计算由小节点 S_i 请求的ABS子帧(无论是受限传输还是无传输ABS子帧)的数量 R_{ABS_i} :

[0109] 如果 $AS_i < 100\%$,那么 $R_{ABS_i} = UAP_i * AS_i$

[0110] 如果 $AS_i = 100\%$,那么 $R_{ABS_i} = UAP_i + \Delta UAP$

[0111] 换句话说,如果被调度的PRB的百分比 AS_i 低于100%,那么将 R_{ABS_i} 设置为由第 i 个小节点 S_i 严格请求的ABS子帧的数量(即,由于百分比 AS_i ,可用ABS子帧的数量 UAP_i 被减小),而如果被调度的PRB的百分比 AS_i 等于100%(即,第 i 个小节点 S_i 处于过载状态),那么将 R_{ABS_i} 设置为高于可用ABS子帧的数量 UAP_i 的ABS子帧的数量(例如,高出预定义的量 ΔUAP ——例如 $\Delta UAP = 1$)。

[0112] b) 将来自第 i 个小节点 S_i 的可用ABS子帧的数量 UAP_i 与发送到小节点 S_i 的最近子帧模式(即,子帧模式 $SP_{(j-1)}$)进行比较。如果来自第 i 个小节点 S_i 的可用ABS子帧的数量 UAP_i 与最近子帧模式中配置的ABS子帧的数量不同,那么对于第 i 个小节点 S_i 干扰是不能容忍的,因此由第 i 个小节点 S_i 请求的受限传输ABS子帧的数量(以下称为 $R_{ABS-lim,i}$)和由第 i 个小节点 S_i 请求的无传输ABS子帧的数量(以下称为 $R_{ABS-no,i}$)分别被设置为0和 R_{ABS_i} ,即:

[0113] $R_{ABS-lim,i} = 0$

[0114] $R_{ABS-no,i} = R_{ABS_i}$

[0115] 否则,如果来自第 i 个小节点 S_i 的可用ABS子帧的数量 UAP_i 等于在最新子帧模式中配置的ABS子帧的数量,那么可以容忍干扰,因此由第 i 个小节点 S_i 请求的受限传输ABS子帧的数量 $R_{ABS-lim,i}$ 和由第 i 个小节点 S_i 请求的无传输ABS子帧的数量 $R_{ABS-no,i}$ 分别被设置为 R_{ABS_i} 和0,即:

[0116] $R_{ABS-lim,i} = R_{ABS_i}$

[0117] $R_{ABS-no,i} = 0$

[0118] c) 由小节点 S_i 请求的无传输ABS子帧的最小数量 R_{ABS-no} 是 $R_{ABS-no,i}$ 中的最大值,即:

[0119] $R_{ABS-no} = \max [R_{ABS-no,i}]$

[0120] 而由小节点 S_i 请求的受限传输ABS子帧的最小数量 $R_{ABS-1im}$ 是：

$$[0121] \quad R_{ABS-1im} = \min [(\max (R_{ABS_i}) - R_{ABS-no}), 0]$$

[0122] 宏节点 M_i 还包括优化模块220_M,被配置为接收由小节点 S_i 请求的受限传输ABS子帧的最小数量 $R_{ABS-1im}$ 、由小节点 S_i 请求的无传输ABS子帧的最小数量 R_{ABS-no} 、与宏节点 M 相关的功率模型(例如,用于宏节点高功率传输的功率模型,以及用于宏节点低传输功率的功率模型)和参数 α ,并且根据流量需求(例如,就PRB的数量 K 而言)向与宏节点 M 相关联的用户设备UE提供子帧模式 SP_j (步骤325)并且,在任何可能的时候,在最小化功耗的同时,提供与小节点 S_i 相关联的用户设备UE的流量需求(如由 $R_{ABS-1im}$ 和 R_{ABS-no} 所指示的)。

[0123] 优选地,每个功率模型根据所分配的PRB的数量来确定功耗。在下文中,为了简单起见,将参考针对每个分配的PRB的功耗 P (对于线性功率模型, P 是其恒定斜率)。

[0124] 由以下定义：

[0125] $-N_{non-ABS,min}$,可以为宏节点 M 保留以便为远用户设备UE保证最小服务(例如,对于延迟问题)的非ABS子帧的最小数量；

[0126] $-R_{BN}$,子帧中的资源(即,PRB)的数量；

[0127] $-N_{SP}$,子帧模式中的子帧的数量

[0128] $-N_{non-ABS}$ 和 $N_{ABS-1im}$,要在子帧模式 SP_j 中配置的非ABS和受限传输ABS帧的数量；

[0129] $-K$ 和 K_{NEAR} ,与宏节点 M 相关联的所有用户设备UE以及与宏节点 M 相关联的属于近用户设备组的用户设备UE的流量需求(例如,就PRB的数量而言),以及

[0130] $-P_{ABS}$ 和 $P_{non-ABS}$,分别在ABS和非ABS子帧期间针对每个分配的PRB的功耗,

[0131] 优化模块220_M如下操作。

[0132] 首先,优化模块220_M检查是否没有足够的可用资源

[0133] $-$ 用于向宏节点 M 准许最小服务,即

$$[0134] \quad N_{non-ABS,min} > (N_{SP} - R_{ABS-no} - R_{ABS-1im}) ; \text{或者}$$

[0135] $-$ 用于服务近和远用户设备UE的数据流量请求,假定用于满足由小节点 S_i 为近用户设备UE请求的受限传输ABS子帧的最小数量 $R_{ABS-1im}$ 的资源不够,即：

$$[0136] \quad \{K > [N_{SP} - R_{ABS-1im} - (1-\alpha) - R_{ABS-no}] * R_{BN}\} \wedge \{K_{NEAR} > R_{ABS-1im} * \alpha * R_{BN}\} ;$$

[0137] 或者

[0138] $-$ 用于服务仅远用户设备UE的数据流量请求,假定用于满足由小节点 S_i 为近用户设备UE请求的受限传输ABS子帧的最小数量 $R_{ABS-1im}$ 的资源已经足够,即：

$$[0139] \quad \{K - K_{NEAR} > [N_{SP} - R_{ABS-1im} - R_{ABS-no}] * R_{BN}\} \wedge \{K_{NEAR} < R_{ABS-1im} * \alpha * R_{BN}\}$$

[0140] 其中符号 \wedge 表示AND逻辑运算符。

[0141] 如果没有足够的可用资源(即,如果上述条件之一被验证),那么受限传输子帧的数量($N_{ABS,1im}$)和正常传输子帧的数量($N_{non-ABS}$)是基于近和远用户设备UE的最大所需子帧数量来确定的,即：

$$[0142] \quad N_{ABS-1im} = \min \{ [K_{NEAR} / (R_{BN} * \alpha)] , R_{ABS-1im} , (R_{BN} - N_{non-ABS,min}) \}$$

$$[0143] \quad N_{non-ABS} = \max \{ N_{non-ABS,min} , (N_{SP} - N_{ABS-1im}) - R_{ABS-no} \}$$

[0144] 并且发信号通知过载(在这种情况下,在当前子帧模式 SP_j 中一些所需的资源将不被分配)。

[0145] 相反,如果非ABS子帧从功耗视角来看是优选的,即：

[0146] $P_{\text{non-ABS}} \leq P_{\text{ABS}}/\alpha$

[0147] 则将非ABS子帧的数量 $N_{\text{non-ABS}}$ 确定为近和远用户设备(UE)这两者所需的子帧(或者,换句话说,分配携带近和远用户设备UE这两者的全部负载所需的所有非ABS子帧)的数量,即:

[0148] $N_{\text{non-ABS}} = \max\{N_{\text{non-ABS,min}}, \min[(N_{\text{SP}} - R_{\text{ABS-no}} - R_{\text{ABS-lim}}), K/R_{\text{BN}}]\}$

[0149] 否则,如果非ABS子帧从功耗视角来看不是优选的,那么非ABS子帧的数量 $N_{\text{non-ABS}}$ 被确定为仅远用户设备UE的所需子帧的数量(非ABS子帧刚好足够携带远用户设备UE的负载),即:

[0150] $N_{\text{non-ABS}} = \max\{N_{\text{non-ABS,min}}, \min[(N_{\text{SP}} - R_{\text{ABS-no}} - R_{\text{ABS-lim}}), (K - K_{\text{NEAR}})/R_{\text{BN}}]\}$

[0151] 以及确定假设宏节点M要进行发送的ABS子帧的数量(即, $N_{\text{ABS-lim}}$),以便确保最小功率解决方案,使得近用户设备严格所需的数量、清除全部负载所需的数量(假定非ABS子帧可能已经被供应的事实)以及子帧模式 SP_j 中可用子帧的数量不被超过,即:

[0152] $N_{\text{ABS-lim}} = \max\{0, \min\{[K_{\text{NEAR}}/(R_{\text{BN}}*\alpha)], [(K - R_{\text{BN}}*N_{\text{non-ABS}})/(R_{\text{BN}}*\alpha)],$

[0153] $[(N_{\text{SP}} - R_{\text{ABS-no}} - N_{\text{non-ABS}})]\}$

[0154] 但是,如此确定的最小功率解决方案可能不具有足够的容量(因为ABS子帧不像非ABS子帧那样具有有效的容量),即:

[0155] $[R_{\text{BN}}*(\alpha*N_{\text{ABS-lim}} + N_{\text{non-ABS}})] < K$

[0156] 在这种情况下(仅当 $P_{\text{non-ABS}} > P_{\text{ABS}}/\alpha$ 时才发生,如应当容易被验证的),优选地执行功耗效率和容量之间的权衡,并且从ABS子帧到非ABS子帧的负载转移(shift)优选地如下进行:

[0157] $\Delta = [K - R_{\text{BN}}*(\alpha*N_{\text{ABS-lim}} + N_{\text{non-ABS}})] / [(1-\alpha)*R_{\text{BN}}]$

[0158] $N_{\text{ABS-lim}} = N_{\text{ABS-lim}} - \Delta$

[0159] $N_{\text{non-ABS}} = N_{\text{non-ABS}} + \Delta$

[0160] $N_{\text{ABS-lim}}$ 和 $N_{\text{non-ABS}}$ 被用来确定子帧模式 SP_j ,其后子帧模式 SP_j 被传送到所有小节点 S_i (步骤330),例如,通过X2接口,并传送到“动态接入控制器”(DAC)模块225_M(步骤335)。

[0161] 根据子帧模式 SP_j ,DAC模块225_M被配置为对于每个子帧向调度模块210_M通知哪个用户设备UE适合接收数据(例如,远用户设备可以仅以宏节点高传输功率被服务,而近用户设备可以以任何宏节点传输功率被服务)。进而,调度模块210_M(根据对本发明没有限制的适当的调度功能/标准)被配置为针对近用户设备组 $G_{N,M}$ 或远用户设备组 $G_{F,M}$ 的用户设备调度数据传输。

[0162] 与上述类似,每个小节点 S_j 包括优化模块220_s,被配置为接收子帧模式 SP_j 、与小节点 S_j 相关的功率模型(例如,用于以小节点高传输功率进行数据传输的功率模型,以及以小节点低传输功率进行数据传输的功率模型)以及来自测量模块205_s的参数 γ 、 δ ,并且确定与小节点 S_i 相关联的用户设备UE被允许在(子帧模式 SP_j 的)哪些子帧上接收数据(步骤345)。

[0163] 由以下定义:

[0164] $n_{\text{non-ABS}}$ 、 $n_{\text{ABS},lim}$ 和 $n_{\text{ABS,no}}$,分别是为小节点 S_i 配置的非ABS、受限传输和无传输ABS帧的数量,以及

[0165] $-k$ 和 k_{NEAR} ,针对与小节点 S_i 相关联的所有用户设备UE和与小节点 S_i 相关联的属于

近用户设备组 $G_{N,s}$ 的用户设备UE的流量需求(例如,就PRB的数量而言),

[0166] ρ_{ABS} 和 $\rho_{non-ABS}$,分别是针对小节点 S_i 的、在ABS和非ABS子帧期间针对每个分配的PRB的功耗,

[0167] 优化模块220_s基于功耗比较来进行操作,这允许确定要使用的子帧的配置(即,在受限传输ABS子帧、无传输ABS子帧和非ABS子帧中哪些子帧应当被使用以及按什么次序使用)。根据所考虑的示例性实施例,如下文更好地详细描述,使用 $\rho_{non-ABS}/\gamma$ 和 ρ_{ABS}/δ 作为比较项使用,其中:

[0168] $1/\gamma$ 表示在非ABS子帧中应当被分配以获得与利用无传输ABS子帧中的一个PRB可获得的相同数据量的PRB的数量,因此 $\rho_{non-ABS}/\gamma$ 表示在非ABS子帧期间发送可以利用无传输ABS子帧中的一个PRB来发送的数据量所消耗的功率,以及

[0169] $1/\delta$ 表示在受限传输ABS子帧中应当分配以获得与利用无传输ABS子帧中的一个PRB可获得的相同数据量的PRB的数量,因此 ρ_{ABS}/δ 表示在受限传输ABS子帧期间发送可以利用无传输ABS子帧中的一个PRB来发送的数据量所消耗的功率。

[0170] 另外说明,由于 $\rho_{non-ABS}$ 和 ρ_{ABS} 分别表示相应的功率模型斜率,因此分别用参数 γ 和参数 δ 对 $\rho_{non-ABS}$ 和 ρ_{ABS} 进行除/加权对应于增加这些斜率。

[0171] 根据实施例,优化模块220_s如下操作:

[0172] a) 如果

$$[0173] \rho_{non-ABS}/\gamma \leq \rho_{ABS} \leq \rho_{ABS}/\delta$$

[0174] 那么最好的解决方案是首先利用非ABS子帧,并且然后利用无传输ABS子帧。受限传输ABS子帧仅应当被用作最后的手段,即:

$$[0175] n_{non-ABS} = \min \{ [k_{NEAR} / (RB_N * \gamma)], N_{non-ABS} \}$$

$$[0176] n_{ABS-no} = \min \{ [k / (RB_N - n_{non-ABS} * \gamma)], N_{ABS-no} \}$$

$$[0177] n_{ABS-lim} = \min \{ [(K - n_{non-ABS} * RB_N * \gamma - n_{ABS-no} * RB_N) / (RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim} \}$$

[0178] b) 如果

$$[0179] \rho_{ABS} \leq \rho_{ABS}/\delta \leq \rho_{non-ABS}/\gamma$$

[0180] 那么最好的解决方案是首先利用无传输ABS子帧,以及仅然后利用受限传输ABS子帧。非ABS子帧仅应当被用作最后的手段,即:

$$[0181] n_{ABS-no} = \min \{ [k / RB_N], N_{ABS-no} \}$$

$$[0182] n_{ABS-lim} = \min \{ [(K - n_{ABS-no} * RB_N) / (RB_N * \delta)], N_{ABS-lim} \}$$

$$[0183] n_{non-ABS} = \min \{ [k / (RB_N - n_{ABS-lim} * \delta - n_{ABS-no})], N_{non-ABS}, [(k_{NEAR}) / (RB_N * \gamma)] \}$$

[0184] c) 如果

$$[0185] \rho_{ABS} \leq \rho_{non-ABS}/\gamma \leq \rho_{ABS}/\delta$$

[0186] 那么最好的解决方案是首先利用无传输ABS子帧,以及随后利用非ABS子帧。受限传输ABS子帧仅应当被用作最后的手段,即:

$$[0187] n_{ABS-no} = \min \{ [k / RB_N], N_{ABS-no} \}$$

$$[0188] n_{non-ABS} = \min \{ [(k - n_{ABS-no} * RB_N) / (RB_N * \gamma)], N_{non-ABS}, [(k_{NEAR}) / (RB_N * \gamma)] \}$$

$$[0189] n_{ABS-lim} = \min \{ [(K - n_{ABS-no} * RB_N - n_{non-ABS} * RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim} \}$$

[0190] 换句话说,优化模块220_s被配置为在子帧模式 SP_j 的无传输ABS子帧 $N_{ABS,no}$ 和受限传输ABS子帧 $N_{ABS,lim}$ 和非ABS子帧 $N_{non-ABS}$ 中确定优选子帧,在小节点(S_i)侧的数据传输在所述

优选子帧处是能量方便的。

[0191] 来自优化模块220s的 $n_{\text{ABS-lim}}$ 、 $n_{\text{non-ABS}}$ 和 $n_{\text{ABS-no}}$ 被传送到DAC模块225s(步骤350)。DAC模块225s被配置为针对每个子帧向调度模块210s通知哪些用户设备UE适于接收数据(例如,远用户设备可以仅以小节点高传输功率被服务,而近用户设备可以以任何小节点传输功率被服务)。进而,调度模块210s(根据对本发明没有限制的适当的调度功能/标准)被配置为对近用户设备组 $G_{N,s}$ 或远用户设备组 $G_{F,s}$ 的用户设备调度数据传输(步骤355)。

[0192] 由于本发明,实现了在宏节点M侧和小节点 S_i 侧这两侧的数据传输的动态管理,并对功耗和干扰减少进行了优化。而且,所提出的发明使用已经由3GPP LTE/LTE-A标准提供的(通过X2接口交换的)标准消息,而不需要像现有技术的解决方案那样定义新的、非标准消息的集合。

[0193] 当然,为了满足本地和具体要求,本领域技术人员可以应用许多逻辑和/或物理修改和变型。更具体而言,虽然已经参考本发明的优选实施例以一定程度的特殊性描述了本发明,但是应当理解,形式和细节中的各种省略、替换和变化以及其它实施例是可能的。特别地,为了提供本发明的更透彻的理解,本发明的不同实施例甚至可以在不具有前面描述中阐述的特定细节的情况下实践;相反,众所周知的特征可能已经被省略或简化,以便不用不必要的细节阻碍描述。而且,明确的意图是,结合本发明的任何公开的实施例描述的具体元件和/或方法步骤可以作为一般设计选择并入到任何其它实施例中。

[0194] 更具体而言,本发明可以通过等效的方法实现(通过使用相似的步骤、去除一些不是必需的步骤,或者添加进一步的可选步骤);而且,可以(至少部分地)按不同的次序、并行地或以交错的方式执行这些步骤。

[0195] 此外,在无线通信网络具有不同的结构或包括等效部件或者具有其它操作特征的情况下,采用类似的考虑。在任何情况下,其任何部件可以被分成几个元件,或者两个或更多个部件可以组合成单个元件;此外,可以复制每个部件,用于并行地支持对应操作的执行。还应当指出的是,不同部件之间的任何交互一般不需要是连续的(除非另有指示),并且它可以既是直接的以及通过一个或多个中间体是间接的。

[0196] 而且,虽然已经明确参考基于LTE/LTE-高级标准的无线通信网络,但是应当理解的是,申请人的意图不限于任何特定的无线通信系统架构或者协议的实现。在这方面,还有可能利用合适的简单修改使得所提出的用于小节点的动态激活/停用的方法可以应用于表征部署异构性的任何其它无线通信网络(例如,2G和3G无线通信网络)。

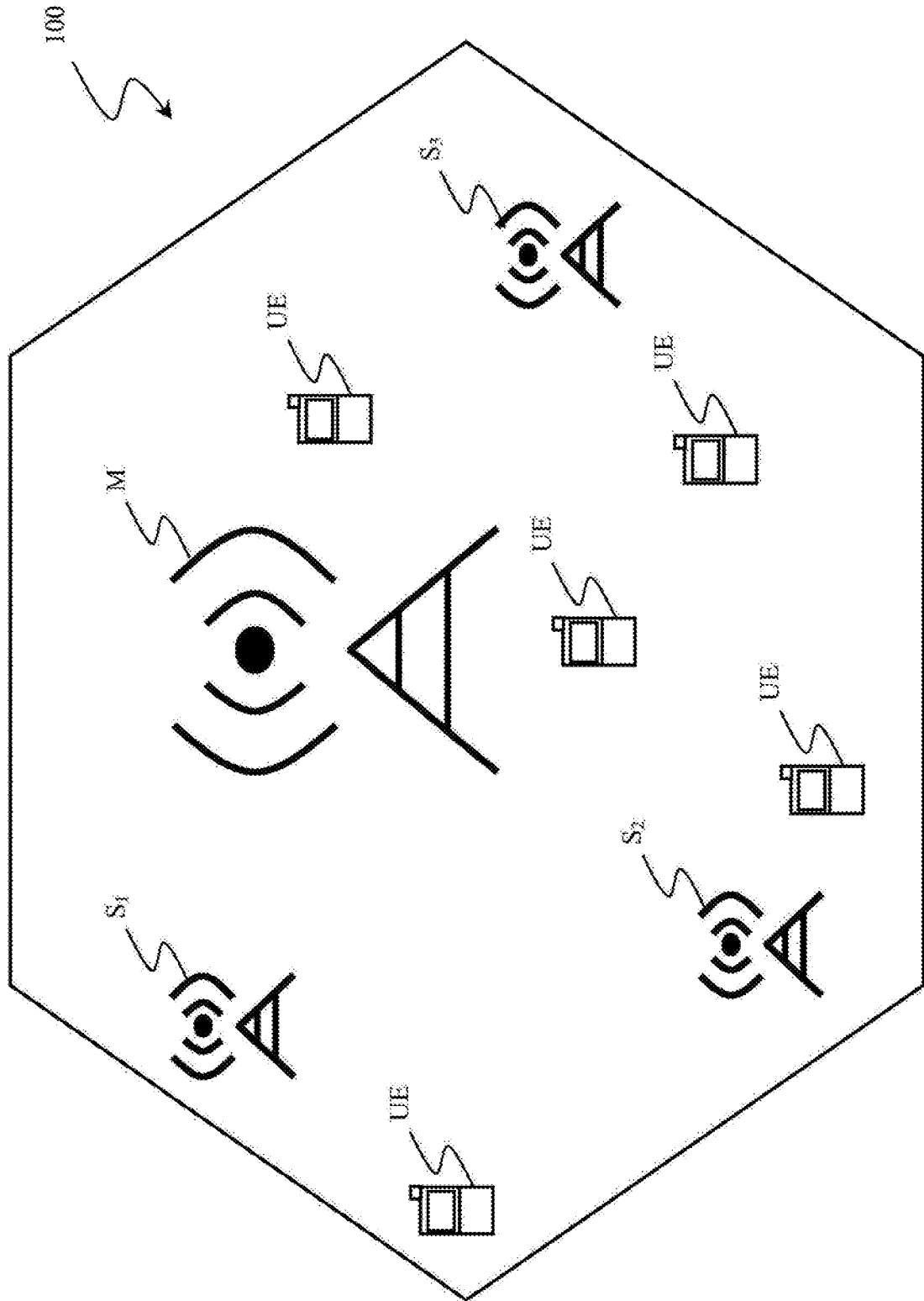


图1

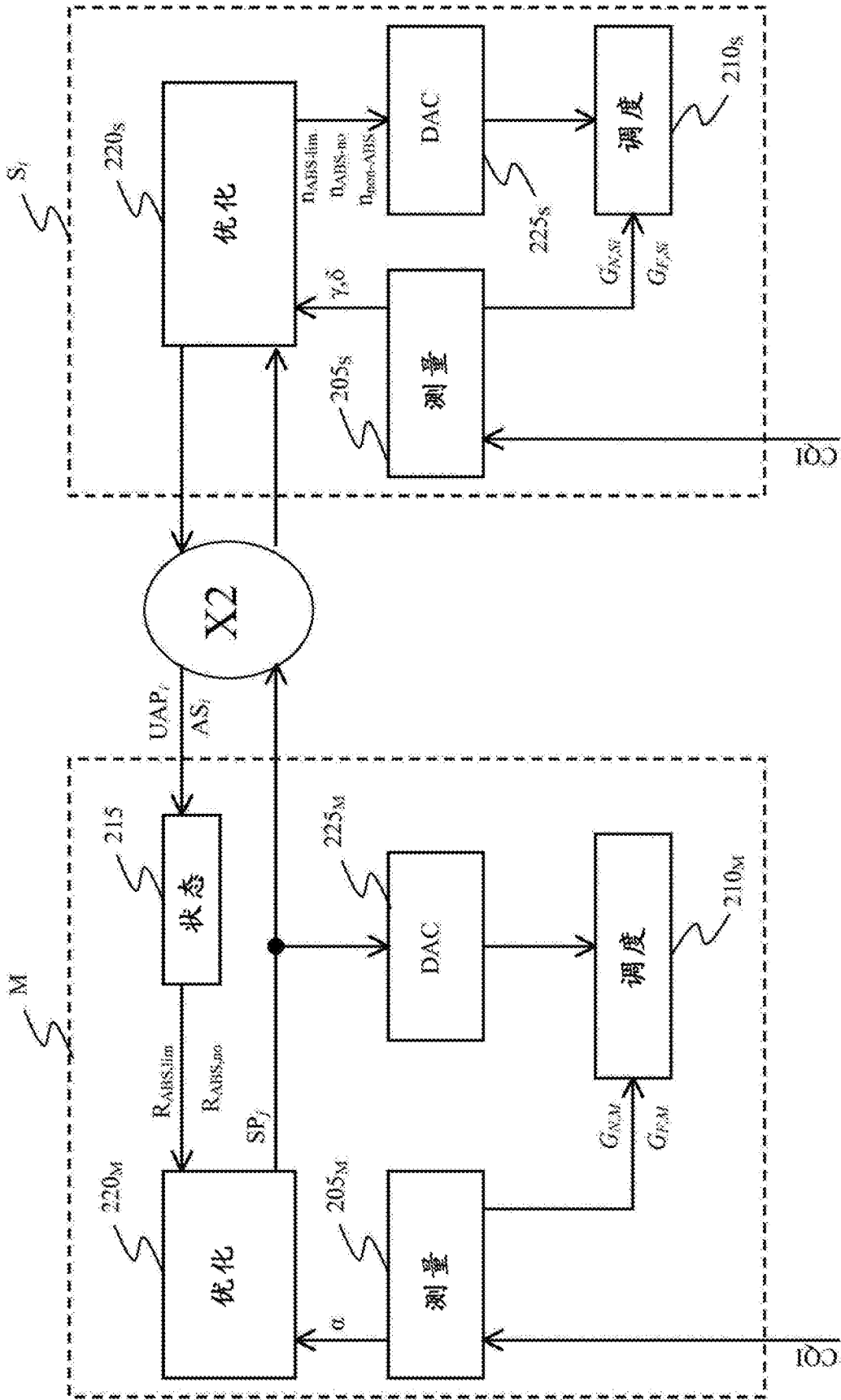


图2

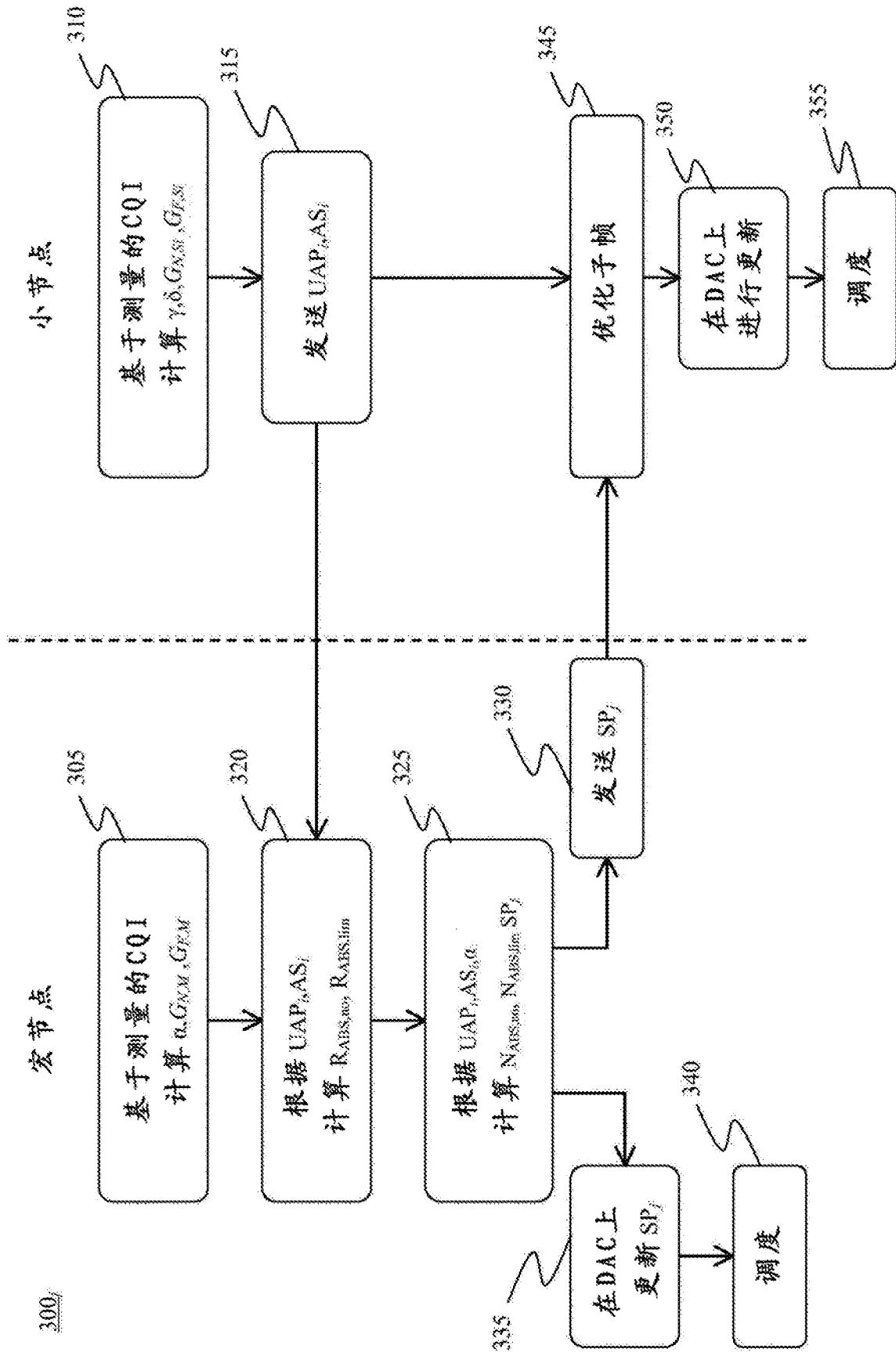


图3