



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114630441 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 02

(21) 申请号 202210526211.3

H04W 72/12 (2009.01)

(22) 申请日 2022.05.16

H04W 76/12 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H04W 76/19 (2018.01)

申请公布号 CN 114630441 A

H04W 76/22 (2018.01)

(43) 申请公布日 2022.06.14

(56) 对比文件

(73) 专利权人 网络通信与安全紫金山实验室

CN 111800838 A, 2020.10.20

地址 211111 江苏省南京市江宁区秣周东路9号

CN 113711643 A, 2021.11.26

审查员 范雪

(72) 发明人 李兰兰 张铖 黄永明 尤肖虎

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

11002

专利代理师 周琦

(51) Int. Cl.

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 72/06 (2009.01)

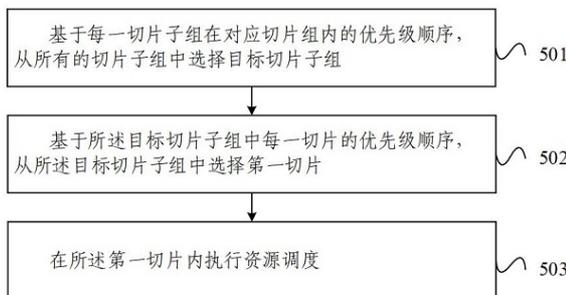
权利要求书4页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

资源调度的方法及装置

(57) 摘要

本申请实施例提供一种资源调度的方法及装置,所述方法包括:基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;在所述第一切片内执行资源调度。本申请实施例提供的资源调度的方法,首先以切片组内切片子组为粒度,确定资源的调度目标,然后在切片子组内按照切片的优先级顺序,选择目标切片作为资源调度的更细粒度的目标,并在目标切片内执行相关的调度,使得资源调度过程更灵活,资源利用率更充分。



1. 一种资源调度的方法,其特征在于,包括:

基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

在所述第一切片内执行资源调度;

其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法对所述切片组内的所有切片进行归类确定的;

所述在所述第一切片内执行资源调度,包括:

比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源的大小,确定在所述第一切片所属的所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,或在所述目标切片子组中的所述第一切片内按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

2. 根据权利要求1所述的资源调度的方法,其特征在于,所述比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源的大小,确定在所述第一切片所属的所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,或在所述目标切片子组中的所述第一切片内按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源不满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度;

若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

3. 根据权利要求2所述的资源调度的方法,其特征在于,所述在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,包括:

基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第二切片,所述第一切片的优先级高于所述第二切片的优先级;

确定为所述第一切片内用户提供服务的第二小区,和为所述第二切片内用户提供服务的第二小区是否为同一个小区;

若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度。

4. 根据权利要求3所述的资源调度的方法,其特征在于,所述若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度,包括:

确定为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源是否满足所述第二切片内用户对资源的总需求;

若满足,则按照所述第二切片内的用户对资源的总需求执行资源调度;

若不满足,则在所述目标切片子组中执行所述同小区内跨切片调度。

5. 根据权利要求3所述的资源调度的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若所述第一小区和所述第二小区为不同小区,则执行跨小区跨切片调度;

所述执行跨小区跨切片调度是通过从所述第一小区向所述第二小区发送跨切片调度信息实现的,所述跨切片调度信息包括所述目标切片子组的标识和所述第一切片过载指示

信息。

6. 根据权利要求1所述的资源调度的方法,其特征在于,所述切片组内的所述切片子组是预生成的,具体生成方法包括:

基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,所述第一数目是簇的个数;

在不同的所述簇中选择一个或者多个切片构成所述切片子组,所述切片子组内的任意两个所述切片对应的服务质量QoS差值在预设范围内。

7. 根据权利要求6所述的资源调度的方法,其特征在于,所述基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,包括:

基于所述切片组内所有所述切片的吞吐量以及所述第一数目,将所有所述切片初始划分为所述第一数目个簇;

依次确定每个所述切片的吞吐量和每个所述簇中随机选定的质心的差值,且每个所述簇中均包括一个所述质心;以所述差值最小为目标,更新所述切片所属的簇;并重复此步骤,直至每个簇中所述切片的数目不再发生变化时,确定所述切片组内每个所述切片所属的簇。

8. 根据权利要求1所述的资源调度的方法,其特征在于,所述每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序是基于切片子组优先级确定规则确定的;所述切片子组优先级规则包括以下任一项:

基于所述切片子组内所有所述切片的优先级,采用加权平均算法,确定所述切片子组的优先级;

基于所述切片子组内优先级最低或者优先级最高的切片的优先级,确定所述切片子组的优先级。

9. 根据权利要求2所述的资源调度的方法,其特征在于,所述若为第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

基于第一调度算法,按照所述第一切片内的每个用户对资源的需求执行资源调度;

所述第一调度算法包括轮询算法,最大载干比算法或比例公平算法。

10. 一种电子设备,其特征在于,包括存储器,收发机,处理器;

存储器,用于存储计算机程序;收发机,用于在所述处理器的控制下收发数据;处理器,用于读取所述存储器中的计算机程序并执行以下操作:

基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

在所述第一切片内执行资源调度;

其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法对所述切片组内的所有切片进行归类确定的;

所述在所述第一切片内执行资源调度,包括:

比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的

小区的可分配资源的大小,确定在所述第一切片所属的所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,或在所述目标切片子组中的所述第一切片内按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

11. 根据权利要求10所述的电子设备,其特征在于,所述比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源的大小,确定在所述第一切片所属的所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,或在所述目标切片子组中的所述第一切片内按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源不满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度;

若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

12. 根据权利要求11所述的电子设备,其特征在于,所述在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,包括:

基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第二切片,所述第一切片的优先级高于所述第二切片的优先级;

确定为所述第一切片内用户提供服务的的小区,和为所述第二切片内用户提供服务的第二小区是否为同一个小区;

若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度。

13. 根据权利要求12所述的电子设备,其特征在于,所述若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度,包括:

确定为所述第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源是否满足所述第二切片内用户对资源的总需求;

若满足,则按照所述第二切片内的用户对资源的总需求执行资源调度;

若不满足,则在所述目标切片子组中执行所述同小区内跨切片调度。

14. 根据权利要求12所述的电子设备,其特征在于,所述操作还包括:

若所述第一小区和所述第二小区为不同小区,则执行跨小区跨切片调度;

所述执行跨小区跨切片调度是通过从所述第一小区向所述第二小区发送跨切片调度信息实现的,所述跨切片调度信息包括所述目标切片子组的标识和所述第一切片过载指示信息。

15. 根据权利要求10所述的电子设备,其特征在于,所述切片组内的所述切片子组是预生成的,具体生成方法包括:

基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,所述第一数目是簇的个数;

在不同的所述簇中选择一个或者多个切片构成所述切片子组,所述切片子组内的任意两个所述切片对应的服务质量QoS差值在预设范围内。

16. 根据权利要求15所述的电子设备,其特征在于,所述基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,包括:

基于所述切片组内所有所述切片的吞吐量以及所述第一数目,将所有所述切片初始划分为所述第一数目个簇;

依次确定每个所述切片的吞吐量和每个所述簇中随机选定的质心的差值,且每个所述簇中均包括一个所述质心;以所述差值最小为目标,更新所述切片所属的簇;并重复此步骤,直至每个簇中所述切片的数目不再发生变化时,确定所述切片组内每个所述切片所属的簇。

17. 根据权利要求10所述的电子设备,其特征在于,所述每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序是基于切片子组优先级确定规则确定的;所述切片子组优先级规则包括以下任一项:

基于所述切片子组内所有所述切片的优先级,采用加权平均算法,确定所述切片子组的优先级;

基于所述切片子组内优先级最低或者优先级最高的切片的优先级,确定所述切片子组的优先级。

18. 根据权利要求11所述的电子设备,其特征在于,所述若为第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

基于第一调度算法,按照所述第一切片内的每个用户对资源的需求执行资源调度;

所述第一调度算法包括轮询算法,最大载干比算法或比例公平算法。

19. 一种资源调度的装置,其特征在于,包括:

切片子组确定模块,用于基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

切片确定模块,用于基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

调度模块,用于在所述第一切片内执行资源调度;

其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法对所述切片组内的所有切片进行归类确定的;

所述调度模块在所述第一切片内执行资源调度过程中,具体用于:

比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的分配资源的大小,确定在所述第一切片所属的所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,或在所述目标切片子组中的所述第一切片内按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

20. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使计算机执行权利要求1至9任一项所述的资源调度的方法。

资源调度的方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及通信网络技术领域,尤其涉及一种资源调度的方法及装置。

背景技术

[0002] 第五代移动通信(the 5th generation mobile communication,5G)系统自身拥有高速率、高可靠、高容量、低时延的优势,第三代合作伙伴计划(The 3rd Generation Partnership Project,3GPP)定义了5G的三大应用场景:增强型移动宽带、大规模机器通信、高可靠低时延通信。5G网络的三大类应用场景的需求各不相同,且不同应用领域的不同设备大量接入网络,通过网络切片可以在5G网络资源一定的情况下,不仅能优先保证网络要求高的业务,还能兼顾优先级低的业务。5G系统中网络切片允许运营商为切片配置网络及定义具体功能,并且能够根据运营商的策略通过软件定义网络(Software Defined Network,SDN)和网络功能虚拟化(Network Functions Virtualization,NFV)灵活地动态创建、撤销切片。网络切片技术是将一个单一的物理网络分化成多个虚拟的端到端网络,每个虚拟网络之间(包括网络内的设备、接入、传输和核心网)都是独立的,在这分化出来的任何一个虚拟网络发生故障都不会影响其它虚拟网络的正常运行。5G无线接入网是支持切片之间的资源隔离的,资源隔离可针对不同客户实现专门的定制,可以通过无线资源管理(Radio Resource Management,RRM)策略和保护机制来实现,这些机制应避免一个切片中共享资源的短缺破坏了另一个切片的服务级别协议。

[0003] 而现有技术中网络切片相互隔离,任何一个网络切片拥塞、过载、配置的调整不影响其他的网络切片。在基站内部会维护所有切片在调度过程中产生的大量的信令交互,造成网络中的信令拥塞。这样对切片的调度方式还可能导致无线资源使用不均。无线资源被某切片专门地占据使用导致部分网络切片内部资源拥塞、部分网络切片资源空闲没有充分调度。当没有相关业务数据发生,这些无线资源就是被闲置浪费的;而另外一些切片有可能因为业务数据较多而发生无线资源短缺的情况。因此,如何解决现有技术中网络切片导致的无线资源使用不均已成为本领域亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本申请实施例提供一种资源调度的方法及装置。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供一种资源调度的方法,包括:

[0006] 基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

[0007] 基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

[0008] 在所述第一切片内执行资源调度;

[0009] 其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法确定的。

[0010] 可选地,所述在所述第一切片内执行资源调度,包括:

[0011] 比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源的大小,确定是否按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

[0012] 可选地,所述比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源的大小,确定是否按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

[0013] 若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源不满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度;

[0014] 若为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

[0015] 可选地,所述在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,包括:

[0016] 基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第二切片,所述第一切片的优先级高于所述第二切片的优先级;

[0017] 确定为所述第一切片内用户提供服务的第二小区,和为所述第二切片内用户提供服务的第二小区是否为同一个小区;

[0018] 若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度。

[0019] 可选地,所述若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度,包括:

[0020] 确定为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源是否满足所述第二切片内用户对资源的总需求;

[0021] 若满足,则按照所述第二切片内的用户对资源的总需求执行资源调度;

[0022] 若不满足,则在所述目标切片子组中执行所述同小区内跨切片调度。

[0023] 可选地,所述方法还包括:

[0024] 若所述第一小区和所述第二小区为不同小区,则执行跨小区跨切片调度;

[0025] 所述执行跨小区跨切片调度是通过从所述第一小区向所述第二小区发送跨切片调度信息实现的,所述跨切片调度信息包括所述目标切片子组的标识和所述第一切片过载指示信息。

[0026] 可选地,所述切片组内的所述切片子组是预生成的,具体生成方法包括:

[0027] 基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,所述第一数目是簇的个数;

[0028] 在不同的所述簇中选择一个或者多个切片构成所述切片子组,所述切片子组内的任意两个所述切片对应的服务质量QoS差值在预设范围内。

[0029] 可选地,所述基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,包括:

[0030] 基于所述切片组内所有所述切片的吞吐量以及所述第一数目,将所有所述切片初始划分为所述第一数目个簇;

[0031] 依次确定每个所述切片的吞吐量和每个所述簇中随机选定的质心的差值,且每个所述簇中均包括一个所述质心;以所述差值最小为目标,更新所述切片所属的簇;并重复此步骤,直至每个簇中所述切片的数目不再发生变化时,确定所述切片组内每个所述切片所

属的簇。

[0032] 可选地,所述每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序是基于切片子组优先级确定规则确定的;所述切片子组优先级规则包括以下任一项:

[0033] 基于所述切片子组内所有所述切片的优先级,采用加权平均算法,确定所述切片子组的优先级;

[0034] 基于所述切片子组内优先级最低或者优先级最高的切片的优先级,确定所述切片子组的优先级。

[0035] 可选地,所述若为第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

[0036] 基于第一调度算法,按照所述第一切片内的每个用户对资源的需求执行资源调度;

[0037] 所述第一调度算法包括轮询算法,最大载干比算法或比例公平算法。

[0038] 第二方面,本申请实施例还提供一种电子设备,包括存储器,收发机,处理器;

[0039] 存储器,用于存储计算机程序;收发机,用于在所述处理器的控制下收发数据;处理器,用于读取所述存储器中的计算机程序并实现如上所述第一方面所述资源调度的方法。

[0040] 第三方面,本申请实施例还提供一种资源调度的装置,包括:

[0041] 切片子组确定模块,用于基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

[0042] 切片确定模块,用于基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

[0043] 调度模块,用于在所述第一切片内执行资源调度;

[0044] 其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法确定的。

[0045] 第四方面,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上所述第一方面所述的资源调度的方法。

[0046] 第五方面,本申请实施例还提供一种处理器可读存储介质,所述处理器可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使处理器执行如上所述第一方面所述的资源调度的方法。

[0047] 第六方面,本申请实施例还提供一种通信设备可读存储介质,所述通信设备可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使通信设备执行如上所述第一方面所述的资源调度的方法。

[0048] 第七方面,本申请实施例还提供一种芯片产品可读存储介质,所述芯片产品可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使芯片产品执行如上所述第一方面所述的资源调度的方法。

[0049] 第八方面,本申请实施例还提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述第一方面所述的资源调度的方法。

[0050] 本申请实施例提供的资源调度的方法及装置,首先以切片组内切片子组为粒度,确定资源的调度目标,然后在该切片子组内按照切片的优先级顺序,选择目标切片作为资

源调度的更细粒度的目标,并在目标切片内执行相关的调度,使得资源调度过程更灵活,资源利用率更充分。

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本申请或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0052] 图1是现有的5G网络架构示意图;

[0053] 图2a是现有的5G控制面协议栈架构示意图;

[0054] 图2b是现有的5G用户面协议栈架构示意图;

[0055] 图3a是现有技术中缓冲区上报流程的示意图;

[0056] 图3b是现有技术中调度流程的示意图;

[0057] 图4是现有技术中网络切片的分布示意图;

[0058] 图5是本申请实施例提供的资源调度的方法的流程示意图;

[0059] 图6a是本申请实施例提供的F1接口终端上下文建立/修改流程的示意图;

[0060] 图6b是本申请实施例提供的NG接口终端上下文建立/修改流程的示意图;

[0061] 图7是本申请实施例提供的RRC连接建立过程的示意图;

[0062] 图8是本申请实施例提供的RRC连接重配过程的示意图;

[0063] 图9是本申请实施例提供的Xn接口RRC资源状态报告流程的示意图;

[0064] 图10是本申请实施例提供的资源调度的方法中跨小区跨切片调度的示意图;

[0065] 图11是本申请实施例提供的K均值聚类算法形成切片子组示意图;

[0066] 图12a是本申请实施例提供的MAC单元对应的资源调度层次结构示意图之一;

[0067] 图12b是本申请实施例提供的MAC单元对应的资源调度层次结构示意图之二;

[0068] 图13是本申请实施例提供的资源调度的方法的整体流程示意图;

[0069] 图14是本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图;

[0070] 图15是本申请实施例提供的一种资源调度的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0071] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0072] 为了便于更加清晰地理解本申请各实施例,首先对一些相关的背景知识进行如下介绍。

[0073] 基于现有的5G网络架构(如图1)和现有的协议栈架构(如图2a和图2b),3GPP标准组织中服务与系统方面(Service and System Aspects 2,SA2)小组提出了网络切片分组的概念,并且在无线接入网(Radio Access Network,RAN)组也提出了基于网络切片分组的小区重选的方案。但是基于网络切片和切片子组的调度方案还没有在标准组织中提出。在

现有的无线资源调度过程中,终端(User Equipment,UE)通过缓冲区状态报告过程告知5G基站(gNodeB)终端目前有多少数据存在上行的缓冲区中待发送,为gNodeB提供上下行调度的信息,缓冲区上报流程如图3a,调度流程如图3b。

[0074] 传统的无线资源调度算法主要包括轮询算法、最大载干比算法和比例公平算法以及相关改进算法,系统吞吐量和用户公平性是衡量调度算法好坏的重要性能指标,其中比例公平算法是目前同时兼顾系统吞吐量和用户之间公平性较好的调度算法,用户之间的公平性指的是在一个调度周期内对于所有请求资源的用户,是否都能得到被调度的机会,能够被分配到相同的时频资源。在RAN切片场景中,通过对传统的调度算法进行改进,针对每个切片对移动性、可靠性、速率和时延等需求不同,在用户订购切片服务的时候,不同切片的优先级有高低之分,高优先级切片的用户调度优先级比低优先级切片的用户高,在每个调度周期内,属于高优先级切片的用户则优先得到资源调度的机会,RAN切片场景中用户的公平性通过调度器是按需分配资源保证了用户的服务质量来衡量。但是按照不同的RAN切片粒度进行调度也有不足之处,因为UE可能会接入多个切片,网络也可能存在多个切片,网络中的切片可能位于不同的小区上,切片之间可能存在多种位置关系,如图4中1-1,1-2,1-3和1-4所示。

[0075] 现有技术中网络切片相互隔离,任何一个网络切片拥塞、过载、配置的调整不影响其他的网络切片;在图3b所示的调度过程中,SCH根据逻辑信道和网络切片组标识的映射关系确定无线资源管理策略和保护机制。在每个切片内部存在一个可实现媒体访问控制(Media Access Control,MAC)相关功能的单元,这样在基站内部会维护较多的MAC单元,同时在调度过程中会产生大量的信令交互,造成网络中的信令拥塞。

[0076] 这样的切片分布方式还可能导致无线资源使用不均,无线资源被某切片专门地占据使用导致部分网络切片内部资源拥塞、部分网络切片资源空闲没有充分调度。当没有相关业务数据发生,这些RAN资源就是被闲置浪费的;而另外一些切片有可能因为业务数据较多而发生RAN资源短缺的情况。

[0077] 因此,本申请提出了面向无线网络资源管理的切片子组的概念、以切片子组为粒度的无线资源管理算法、将人工智能领域的K-均值聚类算法引入无线切片子组确定、以及切片组内灵活的无线资源管理算法,资源调度是以切片子组为粒度,进一步根据切片组内无线资源管理,从而解决了5G网络切片组内无线资源短缺的问题。

[0078] 图5是本申请实施例提供的资源调度的方法的流程示意图;如图5所示,该资源调度的方法,包括:

[0079] 步骤501、基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

[0080] 步骤502、基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

[0081] 步骤503、在所述第一切片内执行资源调度;

[0082] 其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法确定的。

[0083] 具体地,基于网络功能虚拟化NFV和软件定义网络SDN实现对网络切片。一个物理网络可以被划分成多个切片,每个切片可以被视为一个为某个业务或场景专门定制的虚拟网络。切片和切片组均是对无线资源的一种划分形式。切片组可以在基站的网管系统上预

先配置,或者根据对应的算法对切片进行归类,归为一类的作为一个切片组,且每个切片组中包括一个或者多个切片,每个切片组包括切片组的标识信息,组内所有的切片信息,优先级信息。每个切片信息包括切片的标识信息,优先级信息,所在基站和小区信息。

[0084] 在进行资源调度时,先在所有的切片组中按照对应的规则确定每个切片组内包括的切片子组,并确定每个切片子组的优先级,选择优先级最高的切片子组作为预分配资源的目标切片子组;然后在目标切片子组内按照每个切片的优先级,按照优先级的高低次序,选择预分配资源的第一切片,具体的可以是按照优先级由高到低的次序进行选择,也可以是按照优先级由低到高的次序进行选择。在每个切片内还对应着多个用户,一个切片内的所有用户共享这些分配的资源。同样的,多个用户之间也可以基于用户请求的优先级,按照优先级的次序调度分配至第一切片的网络资源。其中,进行资源调度时通过无线承载RB的形式,将每个时隙内的总资源分成若干个RB组进行资源调度。上述对应的规则为K均值聚类算法。

[0085] 本申请实施例提供的资源调度的方法,首先以切片组内的切片子组为粒度,确定资源的调度目标,然后在该切片子组内按照切片的优先级顺序,选择目标切片作为资源调度的更细粒度的目标,并在目标切片内执行相关的调度,使得资源调度过程更灵活,资源利用率更充分。

[0086] 可选地,所述在所述第一切片内执行资源调度,包括:

[0087] 比较所述第一切片内的用户对资源的总需求,和为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源的大小,确定是否按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度。

[0088] 具体地,在第一切片内执行资源调度时,先基于第一切片内每个用户对资源的需求,求和得到第一切片内所有用户对资源的总需求,并和为第一切片的用户提供服务的的小区可分配资源的大小比较,如果第一切片内所有用户对资源的总需求大于服务小区可分配资源的大小,则在该第一切片所属的目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度。因为目标切片子组中可能存在其他切片,其中用户对资源的需求小于等于该小区可分配资源的大小,则将对应的资源分配给这个切片。

[0089] 如果第一切片内所有用户对资源的总需求小于等于服务小区可分配资源的大小,则按照第一切片内所有用户对资源的总需求,执行资源的调度,既可以满足用户对资源的需求,又不浪费相关的网络资源。

[0090] 上述第一切片内的用户对资源的总需求可以根据每个终端上报的缓存状态报告(Buffer Status Report,BSR)中包括的该终端对资源的需求,求和后得到。如图3a所示,终端UE通过BSR向网络设备提供其上行(uplink,UL)缓冲区中需要传输数据量的信息。

[0091] 在网络侧对空口通信流程和信令进行改进,包括资源管理调度过程中的BSR流程,无线资源管理的无线资源控制(Radio Resource control,RRC)连接建立和重配流程,小区之间Xn接口的信令改进,以及F1接口的上下文管理流程。F1接口UE上下文建立/修改过程流程如图6a所示。基站通过NG接口的UE上下文建立/修改过程从核心网获取UE的QoS信息(包括UE在服务切片组能达到的最大比特率),流程如图6b所示。无线资源管理调度过程中,5G基站的集中单元(Centralized Unit,CU)通过分布单元(Distributed Unit,DU)和CU的F1接口消息实现该UE上下文建立/修改过程,向DU通知每个数据无线承载的相关联的网络

切片,而目前的协议中缓冲区状态报告(Buffer Status Report,BSR)上报消息中没有网络切片组的信息,基站无法执行本切片组内的无线资源管理策略。在本申请提出的资源调度方法还涉及在F1接口UE上下文建立/修改过程进行改进,在对应信令中增加网络切片组信息,具体的是在UE上下文建立请求消息或者UE上下文修改请求消息中携带有网络切片组标识信息、网络切片组的优先级和UE的QoS信息(包括UE在服务切片组能达到的最大比特率)。

[0092] 具体地,主要对协议中在基站侧对逻辑信道配置信息的补充以及对上述流程的空口信令改进来实现,具体实现方式:通过在无线资源控制重配RRCReconfiguration指令中的与逻辑信道配置相关的字段LogicalChannelConfig information中添加切片和切片组相关的配置信息,包括但不限于网络切片组标识信息,建立逻辑信道组LCG和切片组之间的映射关系。其具体涉及的相关流程包括RRC连接建立过程和RRC连接重配过程。

[0093] 图7是本申请实施例提供的RRC连接建立过程的示意图,如图7所示:

[0094] 1、终端(User Equipment,UE)向gNB(5G基站)发送RRC连接建立请求消息,消息中携带RRC建立原因和UE标识。

[0095] 2、gNB为UE建立上下文进行信令无线承载1(Signaling Radio Bearer 1, SRB1)资源的准入和资源分配。而后向UE回复RRC建立消息,消息中携带SRB1资源配置的详细信息。

[0096] 3、UE根据RRC连接建立消息指示的SRB1资源信息,进行无线资源配置,然后发送RRC连接建立完成消息给gNB,消息中携带网络切片组信息,包括但不限于切片组标识信息和网络切片组的优先级,RRC连接建立完成。

[0097] 图8是本申请实施例提供的RRC连接重配过程的示意图,如图8所示:

[0098] 1、gNB向UE下发RRC连接重配消息,指示建立信令无线承载2(Signaling Radio Bearer 2, SRB2)和数据无线承载(Data Radio Bearer, DRB)。

[0099] 2、UE收到RRC连接重配消息后,建立SRB2和DRB。SRB2和DRB建立成功后,UE向gNB回复RRC连接重配完成消息,消息中携带逻辑信道配置信元,信元中包含有网络切片组相关信息,包括但不限于网络切片标识信息和网络切片组的优先级,RRC连接重配完成。

[0100] 可选地,所述在所述目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度,包括:

[0101] 基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第二切片,所述第一切片的优先级高于所述第二切片的优先级;

[0102] 确定为所述第一切片内用户提供服务的第二小区,和为所述第二切片内用户提供服务的第二小区是否为同一个小区;

[0103] 若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨切片调度。

[0104] 具体地,如果所述第一切片内所有用户对资源的总需求大于服务小区可分配资源的大小,则在该第一切片所属的目标切片子组中执行切片子组内跨切片调度。

[0105] 根据目标切片子组中每个切片的优先级高低次序,从所述目标切片子组中选择优先级除第一切片以外,优先级最高的切片作为第二切片,并确定为第二切片提供服务的第二小区,比较为第一切片提供服务的第二小区和该第二小区是否为同一个小区,如果是同一个小区,那么执行同小区内跨切片调度,也就是准备将第一小区的可分配资源调度给第二切片。

[0106] 可选地,所述若所述第一小区和所述第二小区为同一个小区,则执行同小区内跨

切片调度,包括:

[0107] 确定为所述第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源是否满足所述第二切片内用户对资源的总需求;

[0108] 若满足,则按照所述第二切片内的用户对资源的总需求执行资源调度;

[0109] 若不满足,则在所述目标切片子组中执行所述同小区内跨切片调度。

[0110] 具体地,在准备将第一小区的可分配资源调度给第二切片的时候,需要先判断第一小区的可分配资源是否满足第二切片内用户对资源的总需求。

[0111] 如果第一小区的可分配资源大于等于第二切片内用户对资源的总需求,则将可分配资源调度给第二切片。

[0112] 如果第一小区的可分配资源小于第二切片内用户对资源的总需求,则继续在第一小区中寻找优先级更低的其他切片,若存在某个切片内用户对资源的总需求小于等于第一小区的可分配资源,则将该可分配资源调度给这个切片。若在第一小区内不存在这样的其他切片,则切换至跨小区跨切片调度。

[0113] 可选地,所述方法还包括:

[0114] 若所述第一小区和所述第二小区为不同小区,则执行跨小区跨切片调度;

[0115] 所述执行跨小区跨切片调度是通过从所述第一小区向所述第二小区发送跨切片调度信息实现的,所述跨切片调度信息包括所述目标切片子组的标识和所述第一切片过载指示信息。

[0116] 具体地,在第一小区和第二小区为不同小区时,需要执行跨小区跨切片调度,其实现方式是通过从第一小区向第二小区发送跨切片调度信息,该跨切片调度信息中包括目标切片子组的标识和第一切片过载的指示信息。可以通过Xn接口消息通知切片子组内的另一切片所在的其他小区资源短缺触发跨小区跨切片调度,具体的是在图9所示的Xn接口的资源状态更新消息中携带网络切片标识、切片组标识和资源短缺指示信息。Xn接口RRC资源状态包括流程如图9所示。第二小区接收到该跨切片调度信息,可以确定该切片所属的切片子组是哪一个,该切片执行跨切片调度的原因,当然也可以带上该切片内用户对资源的总需求,便于后续比较,确定存在合适大小的可分配资源的情况下,执行对应的资源调度。如图10所示,跨小区跨切片调度的示意图。表示当切片1中的无线资源不能满足业务需求时,可以调度同一切片子组内的另一个切片(切片2)的无线资源,该无线资源包括资源块组1(Resource Block Group1, RBG1)、RBG2等。

[0117] 可选地,所述切片组内的所述切片子组是预生成的,具体生成方法包括:

[0118] 基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,所述第一数目是簇的个数;

[0119] 在不同的所述簇中选择一个或者多个切片构成所述切片子组,所述切片子组内的任意两个所述切片对应的服务质量(Quality of Service, QoS)差值在预设范围内。

[0120] 具体地,上述切片组可以在基站的网管系统上预先配置,包括切片组的ID,切片组的优先级,切片信息;在每个切片组内根据对应的算法对所有切片进行归类,归为一类的作为一个切片子组。其中,根据对应算法对切片进行归类时,可采用K均值聚类算法。

[0121] 先确定该K均值聚类算法需要分成多少个聚类或簇,将所有的切片聚类为N个簇之后,在N个不同簇里选择切片对应的服务质量QoS差值在预设范围内的多个切片,构成一个

切片子组,当在N个不同簇里不存在QoS差值在预设范围内的多个切片时,一个切片也可以构成一个切片子组。

[0122] 表1

	簇 1			簇 2			簇 3			
[0123]	切片 1	切片 2	切片 3	切片 4	切片 5	切片 6	切片 7	切片 8	切片 9	
	QoS	1.1	1.8	1.5	1.15	1.45	1.76	1.84	1.06	1.54

[0124] 比如表1中列出每个簇中包括的切片,以及每个切片对应的QoS值,QoS差值的预设范围是0.06的情况下,对应的切片子组可以确定为:

[0125] 其中,切片1、切片4和切片8作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06;

[0126] 切片2、切片6和切片7作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06;

[0127] 切片3、切片5和切片9作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06。

[0128] 表2

	簇 1			簇 2			簇 3			
[0129]	切片 1	切片 2	切片 3	切片 4	切片 5	切片 6	切片 7	切片 8	切片 9	
	QoS	1.1	1.95	1.5	1.15	1.45	1.76	1.81	1.06	1.54

[0130] 比如表2中列出每个簇中包括的切片,以及每个切片对应的QoS值,QoS差值的预设范围是0.06的情况下,对应的切片子组可以确定为:

[0131] 其中,切片1、切片4和切片8作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06;

[0132] 切片6和切片7作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06;

[0133] 切片3、切片5和切片9作为一个切片子组,满足QoS的差值小于0.06;

[0134] 切片2作为一个切片子组。

[0135] 图11是本申请实施例提供的K均值聚类算法形成切片组示意图。如图11所示,切片组1包括切片1、切片2、切片3和切片4;切片组2包括切片5、切片6和切片7;聚类1中包括切片1、切片2、切片4和切片6;聚类2中包括切片3、切片5和切片7;在切片组1内部基于K均值聚类算法,对所有切片进行聚类分析,得到切片子组1包括切片3和切片2,切片子组2包括切片1,切片子组3包括切片4,切片子组4包括切片5和切片6,切片子组5包括切片7。

[0136] 可选地,所述基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,包括:

[0137] 基于所述切片组内所有所述切片的吞吐量以及所述第一数目,将所有所述切片初始划分为所述第一数目个簇;

[0138] 依次确定每个所述切片的吞吐量和每个所述簇中随机选定的质心的差值,且每个所述簇中均包括一个所述质心;以所述差值最小为目标,更新所述切片所属的簇;并重复此步骤,直至每个簇中所述切片的数目不再发生变化时,确定所述切片组内每个所述切片所属的簇。

[0139] 具体地,基于K均值聚类算法以及第一数目,确定所述切片组内每个切片所属的簇,就是确定要将切片组内所有的切片分为几个簇。

[0140] 根据每个切片的吞吐量,以及需要分类的个数 N ,将所有的切片初始划分为 N 个簇;随机确定每个簇的质心,也就是确定每个簇中的某一个中心切片,以这个中心切片为基准,再确定每个待聚类切片的吞吐量和上述确定的每个簇的中心切片的吞吐量进行比较,离哪个中心切片的吞吐量的差值最小,就以该中心切片所属的簇作为该待聚类切片所属的簇,依次循环,直至每个簇内包含的切片的数目不再发生变化时,确定了每个待聚类切片最终所属的簇,也就确定了所有切片的聚类结果。

[0141] 可选地,所述每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序是基于切片子组优先级确定规则确定的;所述切片子组优先级规则包括以下任一项:

[0142] 基于所述切片子组内所有所述切片的优先级,采用加权平均算法,确定所述切片子组的优先级;

[0143] 基于所述切片子组内优先级最低或者优先级最高的切片的优先级,确定所述切片子组的优先级。

[0144] 具体地,根据 K 均值聚类算法,确定了切片组内的切片子组之后,需要进一步的确定该切片子组的优先级,具体的确定方法可以通过将该切片子组内包括的所有切片的优先级,采用加权平均算法,确定该切片子组的优先级,每个切片对应的权值可以根据需求设定,或者每个切片的权值均相同。或者,将切片子组中优先级最低或者优先级最高的切片的优先级作为该切片子组的优先级。

[0145] 可选地,所述若为第一切片内的用户提供服务的小区的可分配资源满足所述第一切片内的用户对资源的总需求,则按照所述第一切片内的用户对资源的总需求执行资源调度,包括:

[0146] 基于第一调度算法,按照所述第一切片内的每个用户对资源的需求执行资源调度;

[0147] 所述第一调度算法包括轮询算法,最大载干比算法或比例公平算法。

[0148] 具体地,在第一切片内用户提供服务的第一个小区的可分配资源满足第一切片内用户对资源的总需求时,可以采用轮询算法在第一切片内对每个用户执行资源调度,或者按照比例公平算法,在第一切片内对每个用户执行资源调度。

[0149] 本申请实施例提供的资源调度的方法,首先以切片组内切片子组为粒度,确定资源的调度目标,然后在切片子组内按照切片的优先级顺序,选择目标切片作为资源调度的更细粒度的目标,并基于小区实际的可用资源和切片内用户对资源的需求确定是否执行相关的调度,使得资源调度过程更灵活,资源利用率更充分。

[0150] 下面以具体例子来说明本申请实施例提供的资源调度的方法。

[0151] 在基站的网管系统上配置切片的切片信息和切片组的信息,切片组信息包括切片组标识、切片信息、切片所在的基站和小区信息;切片信息包括切片的标识信息及优先级信息;按照 K 均值聚类算法,确定了切片的聚类结果以及对应的切片子组后,当小区内切片子组中某切片的无线资源短缺时,如果同一小区内有其他切片子组内另一个切片的无线资源可用,那么MAC单元调用另一个切片的无线资源;如果切片子组内的切片位于不同小区,可以通过Xn接口消息通知切片子组内另一切片所在的其他小区资源短缺并且触发跨小区跨切片调度。具体采用三级调度方式:首先网络侧配置切片组,切片组内按照 K 均值算法,确定对应的切片子组,进一步的根据切片子组内切片的优先级,确定该切片子组的优先级,MAC

单元能够根据切片子组的优先级,确定优先级较高的切片子组优先执行切片子组级的调度,在切片子组内执行切片级的调度,然后再执行用户级的调度,当切片子组内是一个切片时就是切片级的调度。其中,MAC单元对应的资源调度层次结构示意图如图12a和如图12b所示。

[0152] 在5G技术中,物理资源的单位可以是RBG,在调度过程中RB组中RB数量根据切片特征和用户数量来决定。本申请实施例提供的资源调度的方法的整体流程示意图,如图13所示,该方法的整体流程如下:

[0153] 步骤1301:在基站操作维护管理(Operation Administration and Maintenance, OAM)网元配置切片组,包括切片组的ID,优先级,切片组包含的切片信息等。

[0154] 步骤1302:在每个调度时刻,根据该时隙内请求调度的用户数和对应的切片,将该时隙内总资源分成若干个RB组。在步骤1301中的切片按照某种方式形成切片子组,本申请中采用K均值聚类算法确定切片子组。

[0155] 步骤1303:根据每个切片子组内切片的优先级,采用加权平均的算法,确定该切片子组的优先级;以切片子组为粒度进行资源调度;

[0156] 步骤1304:根据每个切片子组的优先级高低依次选择切片子组进行调度;在切片子组内部,再以切片为粒度按照切片的优先级高低依次选择切片进行调度,如果调度过程中小区内给每个切片的无线资源充足,那么按照步骤1307执行切片内的用户调度,否则执行切片子组内跨切片调度。

[0157] 步骤1305:在执行切片子组跨切片调度过程中,判断不同切片是否在同一小区;

[0158] 步骤1306:如果在同一小区,进入步骤1306a执行同小区内跨切片调度;否则进入步骤1306b执行跨小区跨切片调度。在执行跨小区跨切片调度过程中,需要源小区通过Xn接口消息将跨切片调度的信息发送给切片子组内另一切片所在小区,接口消息包括但不限于切片子组标识,切片过载指示信息。

[0159] 步骤1307:切片内的用户调度,可以采用轮询,比例公平等调度算法进行切片内的无线资源调度。

[0160] 在步骤1302中确定切片子组可以根据切片的QoS特征将QoS特征接近的切片作为切片子组,本申请提出了用于切片子组生成的方法:

[0161] 首先采用k-均值聚类算法:

[0162] 步骤1:首先,在每个切片组内根据每个切片的用户的吞吐量确定簇个数为N(计划将数据划分为N个类);

[0163] 步骤2:随机确定N个初始点作为质心(在吞吐量大小的边界范围之内随机选取);

[0164] 步骤3:对每个切片内数据实例依次计算到N个质心的距离,选择最小距离的质心,并将其分配给该质心所对应的簇,直到数据集中的所有数据全都分配给N个簇,更新N个簇的质心为该簇所有点的平均值;

[0165] 步骤4:循环上述步骤3,重新分配每个切片到新的质心,直到所有切片的分配结果不再发生改变为止。

[0166] 然后在不同的簇中选择若干个QoS特征接近的切片形成切片子组,这样构成的切片子组中一部分切片占用的无线资源较多,一部分切片占用的无线资源较少,从而能够保证在跨切片调度过程中吞吐量不同的切片之间能够实现通过跨切片调度实现无线资源的

均匀使用。

[0167] 图14是本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图;如图14所示,该电子设备,包括存储器1420,收发机1410和处理器1400;其中,处理器1400与存储器1420也可以物理上分开布置。

[0168] 存储器1420,用于存储计算机程序;收发机1410,用于在处理器1400的控制下收发数据。

[0169] 具体地,收发机1410用于在处理器1400的控制下接收和发送数据。

[0170] 其中,在图14中,总线架构可以包括任意数量的互联的总线和桥,具体由处理器1400代表的一个或多个处理器和存储器1420代表的存储器的各种电路链接在一起。总线架构还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起,这些都是本领域所公知的,因此,本申请不再对其进行进一步描述。总线接口提供接口。收发机1410可以是多个元件,即包括发送机和接收机,提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元,这些传输介质包括无线信道、有线信道、光缆等传输介质。

[0171] 处理器1400负责管理总线架构和通常的处理,存储器1420可以存储处理器1400在执行操作时所使用的数据。

[0172] 处理器1400可以是中央处理器(Central Processing Unit,CPU)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或复杂可编程逻辑器件(Complex Programmable Logic Device,CPLD),处理器也可以采用多核架构。

[0173] 处理器1400通过调用存储器1420存储的计算机程序,用于按照获得的可执行指令执行本申请实施例提供的任一所述方法,例如:

[0174] 基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

[0175] 基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

[0176] 在所述第一切片内执行资源调度;

[0177] 其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法确定的。

[0178] 在此需要说明的是,本申请实施例提供的上述电子设备,能够实现上述方法实施例所实现的所有方法步骤,且能够达到相同的技术效果,在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

[0179] 图15是本申请实施例提供的一种资源调度的装置的结构示意图,如图15所示,本申请实施例提供一种资源调度的装置,包括切片子组确定模块1501、切片确定模块1502和调度模块1503,其中:

[0180] 切片子组确定模块1501,用于基于每一切片子组在对应切片组内的优先级顺序,从所有的切片子组中选择目标切片子组;

[0181] 切片确定模块1502,用于基于所述目标切片子组中每一切片的优先级顺序,从所述目标切片子组中选择第一切片;

[0182] 调度模块1503,用于在所述第一切片内执行资源调度;

[0183] 其中,所述切片子组是在所述切片组内基于K均值聚类算法确定的。

[0184] 具体地,本申请实施例提供的上述资源调度的装置,能够实现上述方法实施例所实现的所有方法步骤,且能够达到相同的技术效果,在此不再对本实施例中与方法实施例相同的部分及有益效果进行具体赘述。

[0185] 另一方面,本申请实施例还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,当所述程序指令被计算机执行时,计算机能够执行上述各实施例所提供的资源调度的方法。

[0186] 另一方面,本申请实施例还提供一种处理器可读存储介质,所述处理器可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于使所述处理器执行上述各实施例提供的资源调度的方法。

[0187] 所述处理器可读存储介质可以是处理器能够存取的任何可用介质或数据存储设备,包括但不限于磁性存储器(例如软盘、硬盘、磁带、磁光盘(MO)等)、光学存储器(例如CD、DVD、BD、HVD等)、以及半导体存储器(例如ROM、EPROM、EEPROM、非易失性存储器(NAND FLASH)、固态硬盘(SSD))等。

[0188] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0189] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0190] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

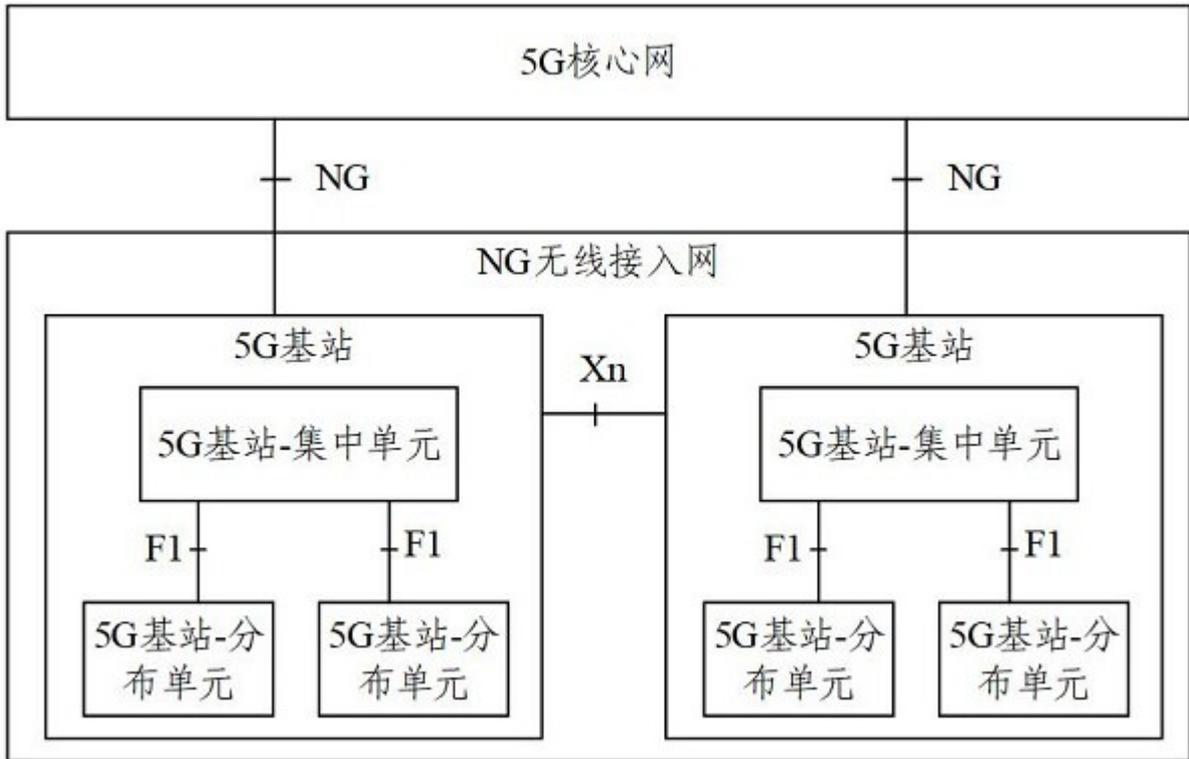


图1



图2a

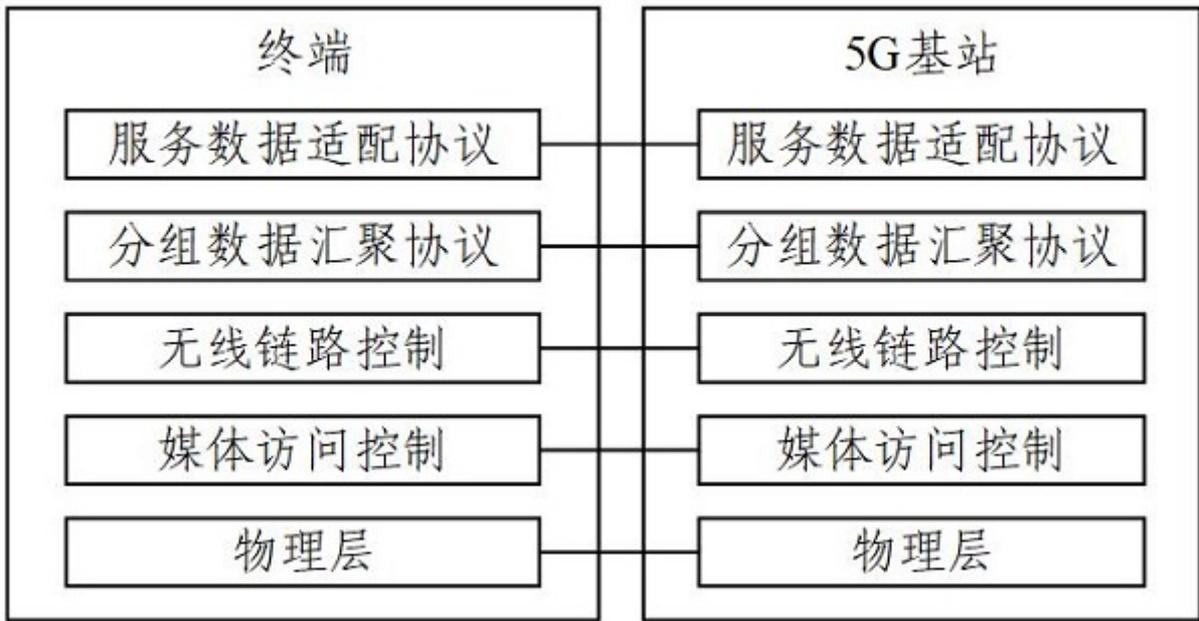


图2b

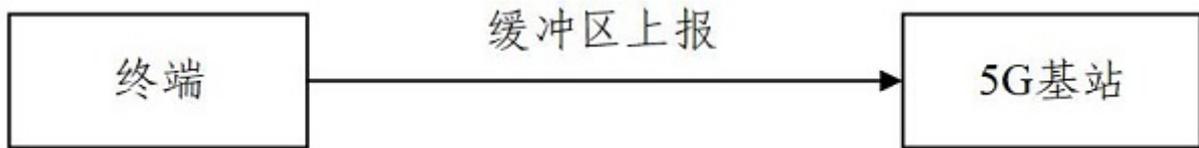


图3a

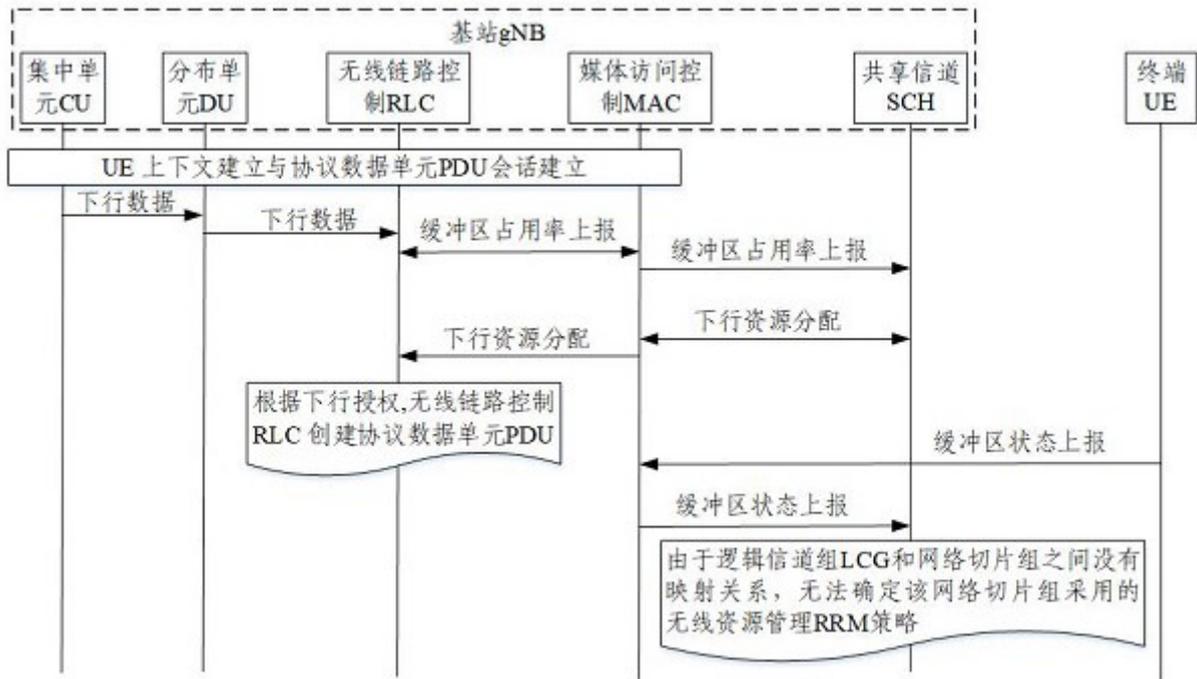


图3b

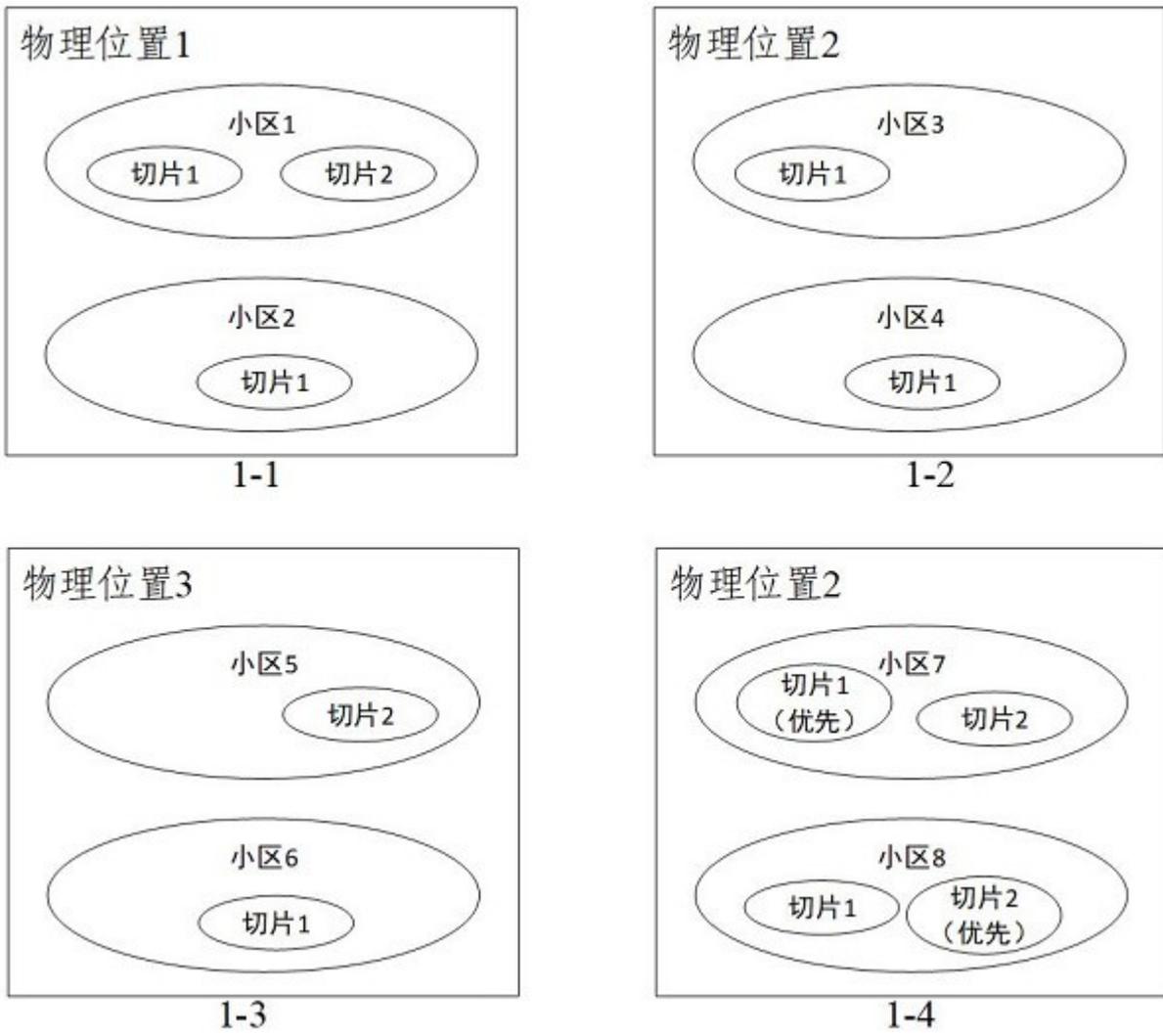


图4

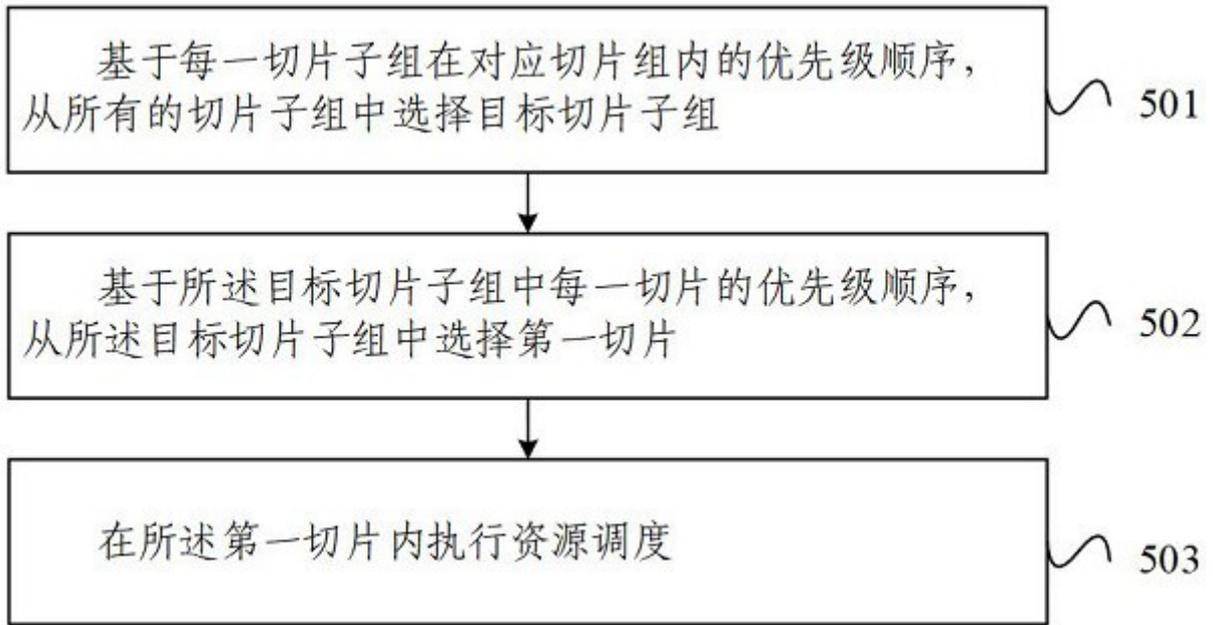


图5

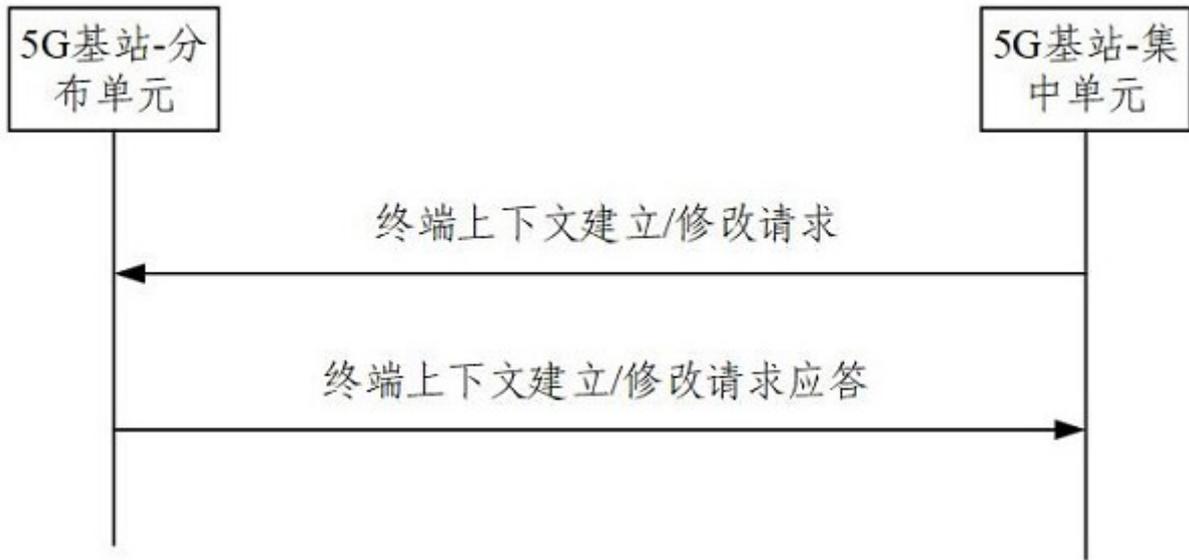


图6a

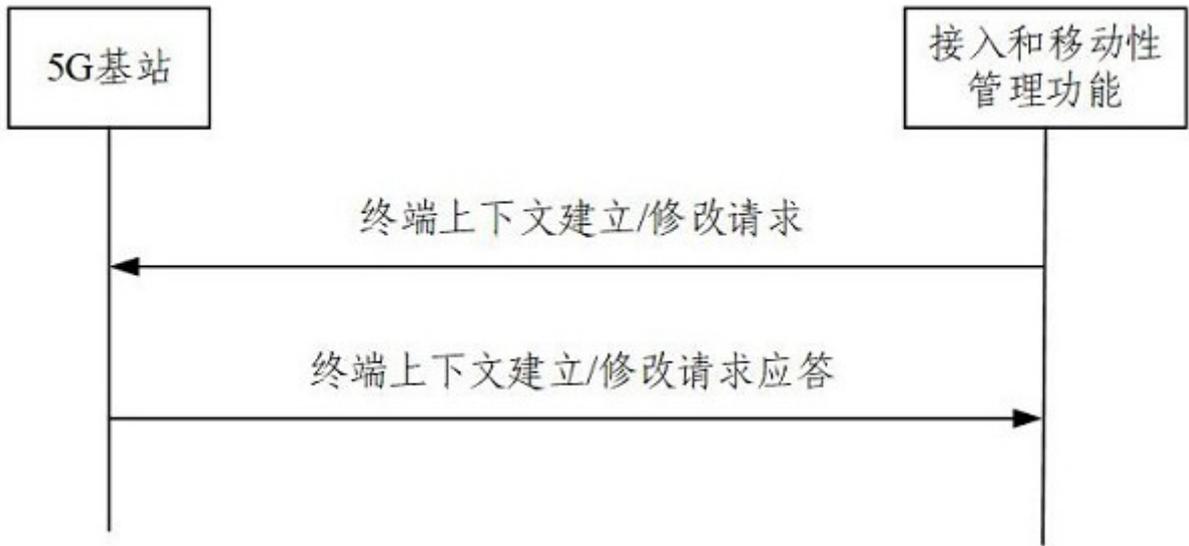


图6b

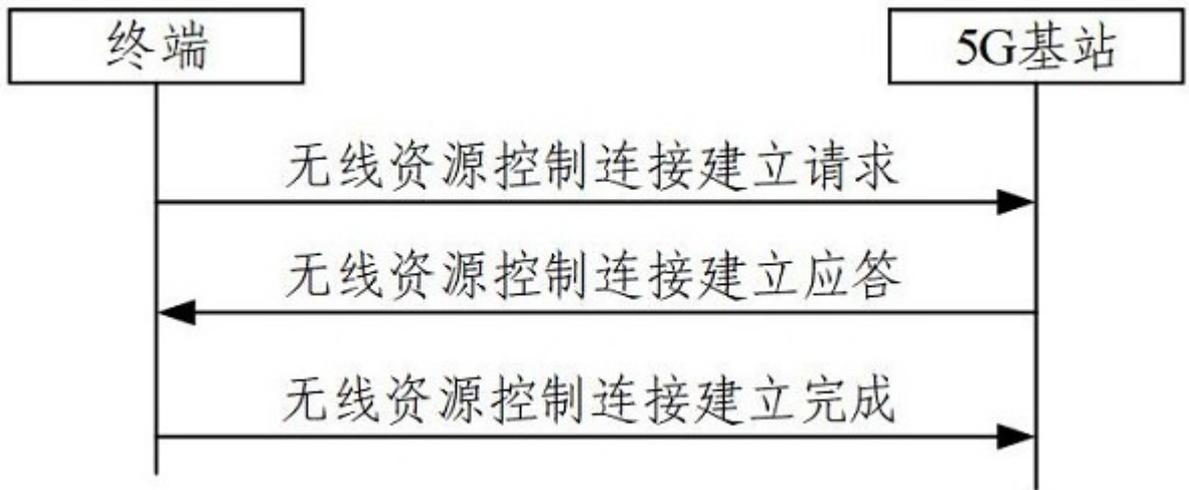


图7

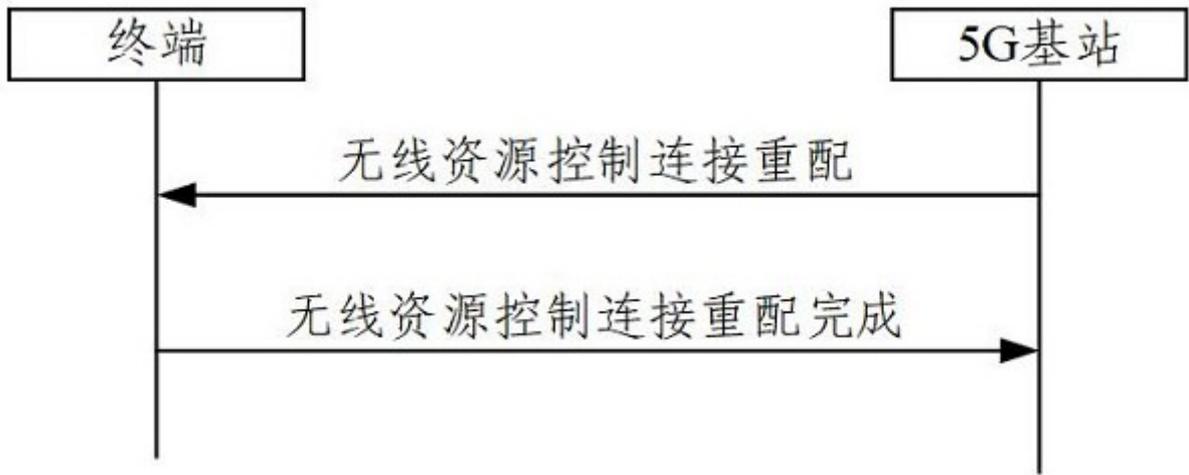


图8



图9

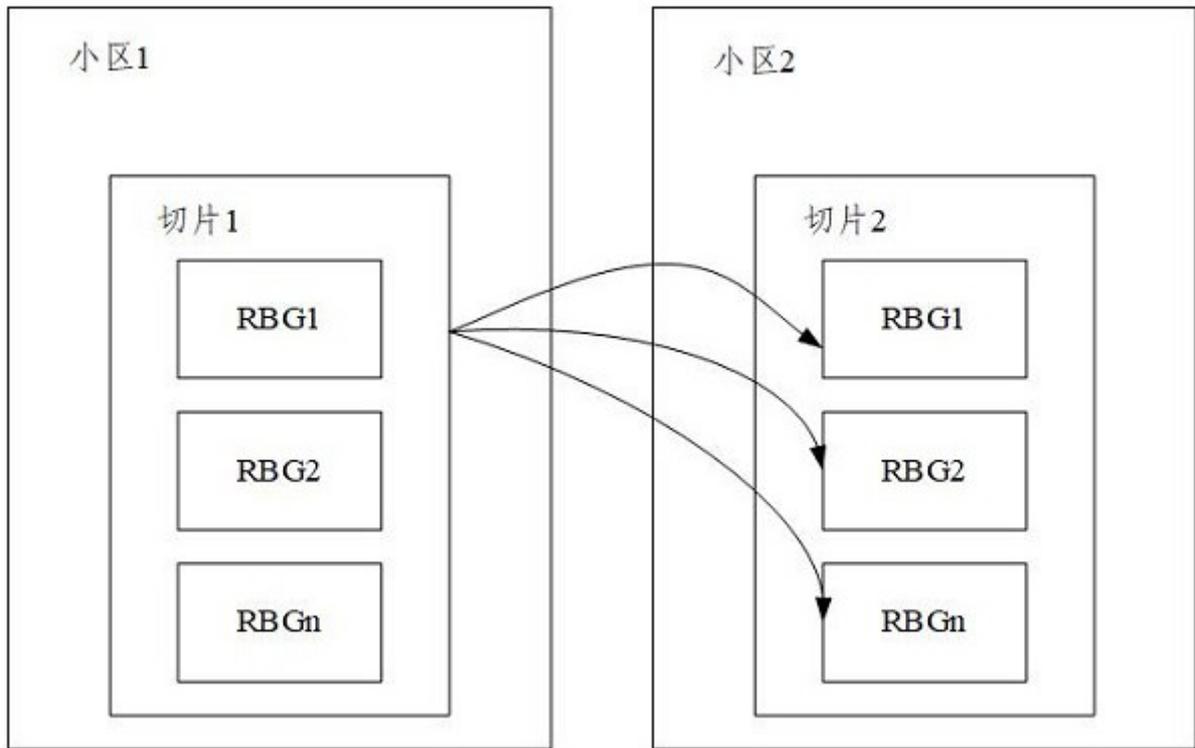


图10

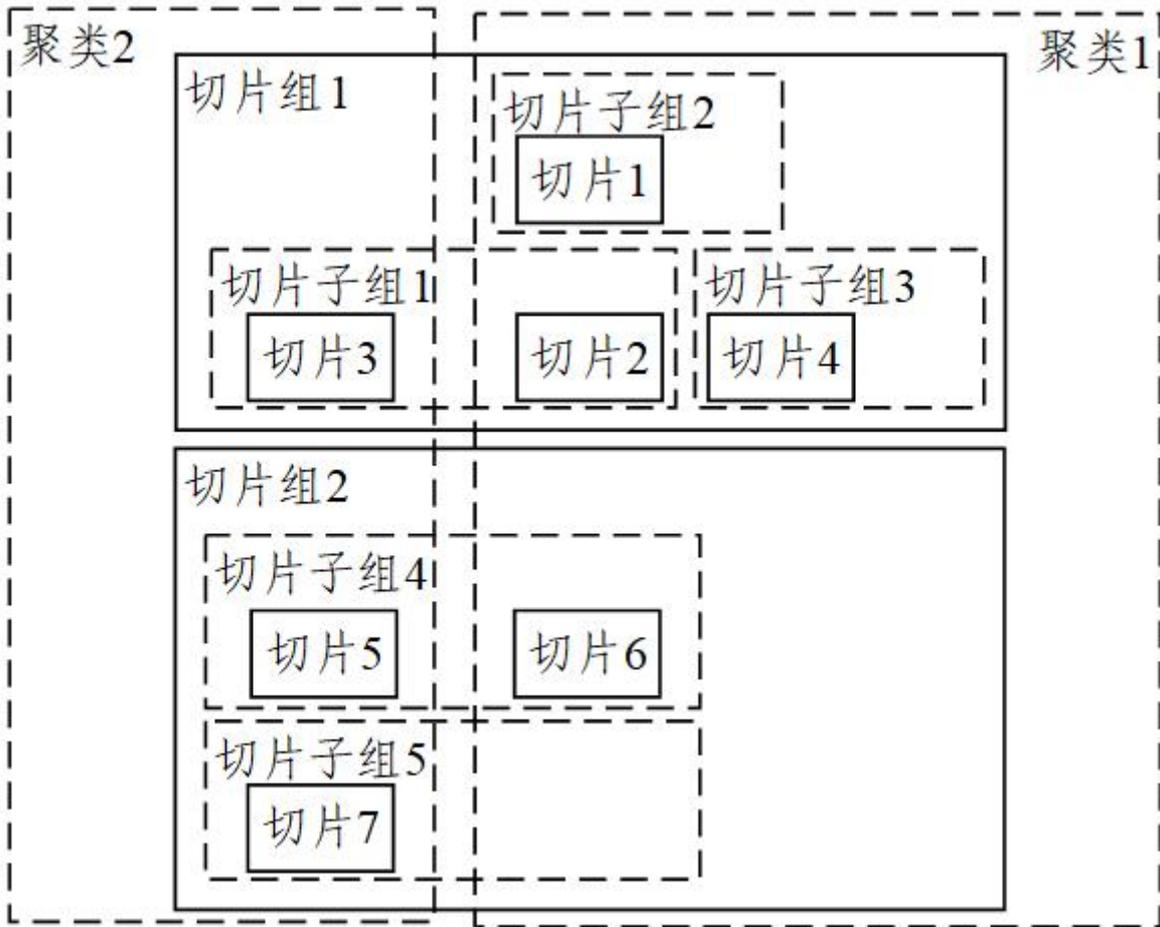


图11

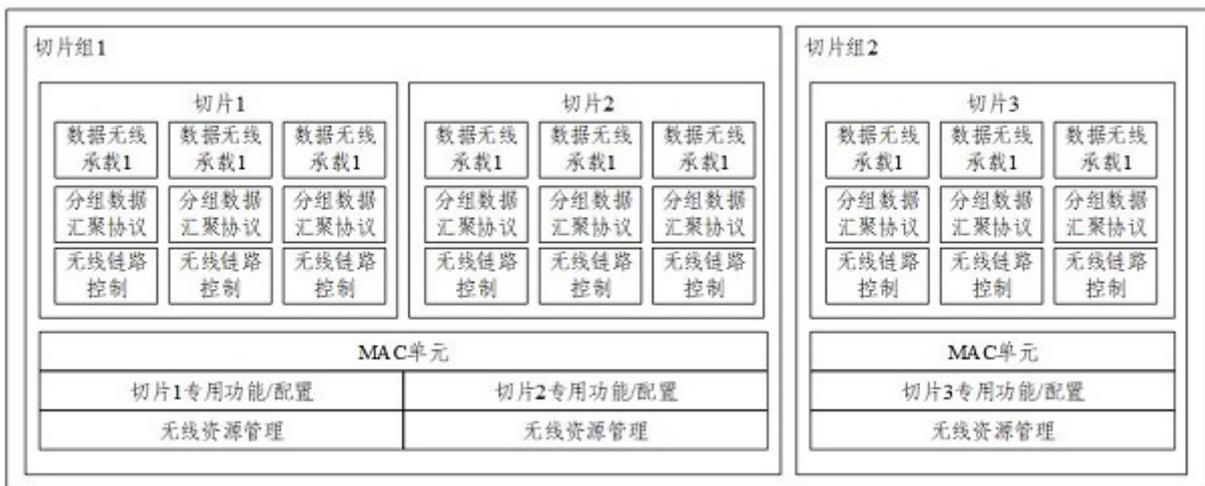


图12a

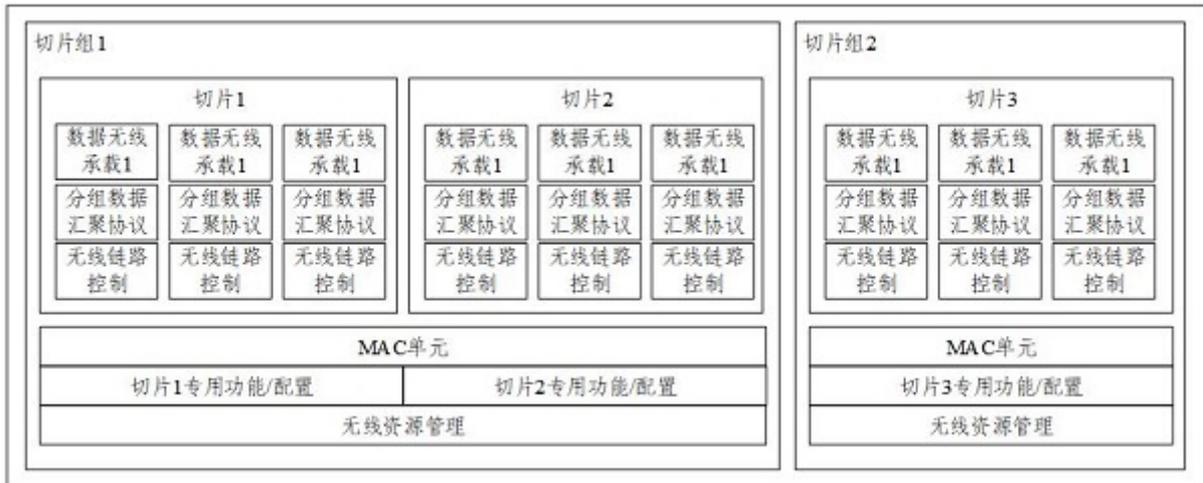


图12b

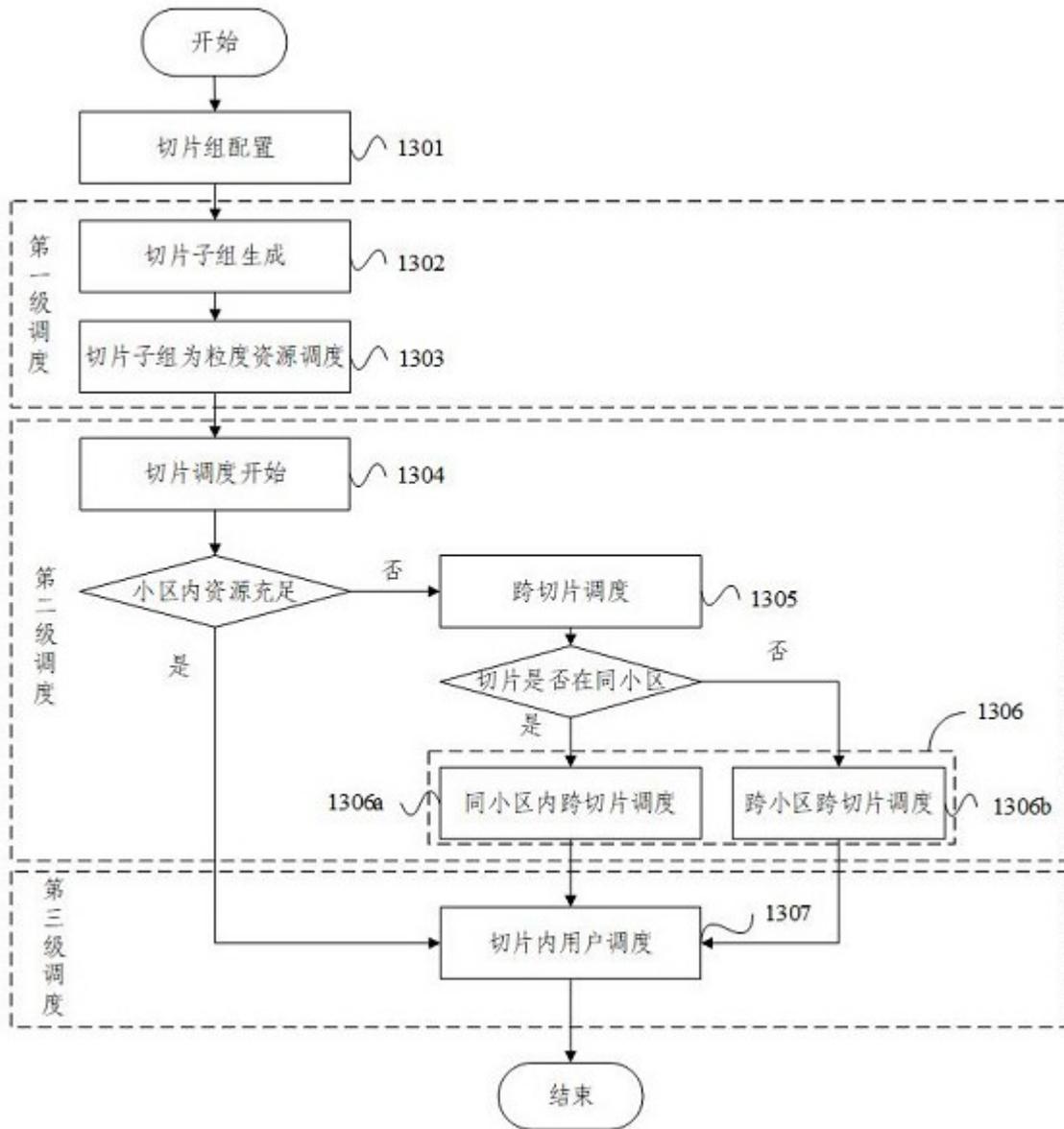


图13

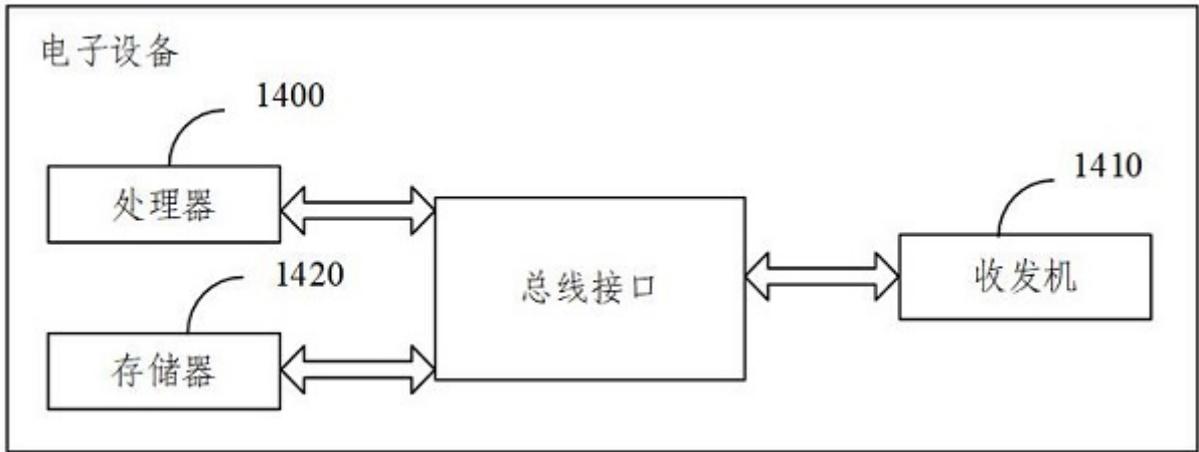


图14

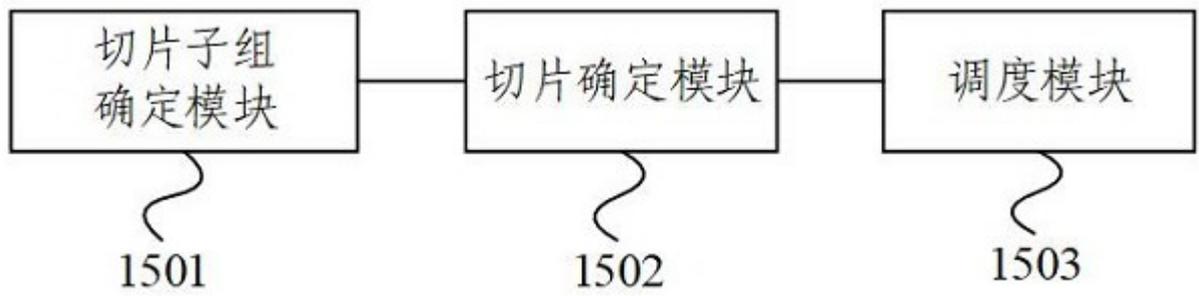


图15