



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106797641 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201580040533.5

B·罗格霍斯曼 S·桑德博格

(22)申请日 2015.06.09

S·阿赫马迪

(30)优先权数据

62/009,653 2014.06.09 US

62/051,212 2014.09.16 US

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会  
利商标事务所 11038

代理人 刘凤香

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.25

(51)Int.Cl.

H04W 72/04(2009.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/034829 2015.06.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/191530 EN 2015.12.17

(71)申请人 艾尔瓦纳有限合伙公司

地址 美国马萨诸塞

(72)发明人 A·J·巴拉贝丽 V·埃于布奥卢

N·J·马哈林格姆

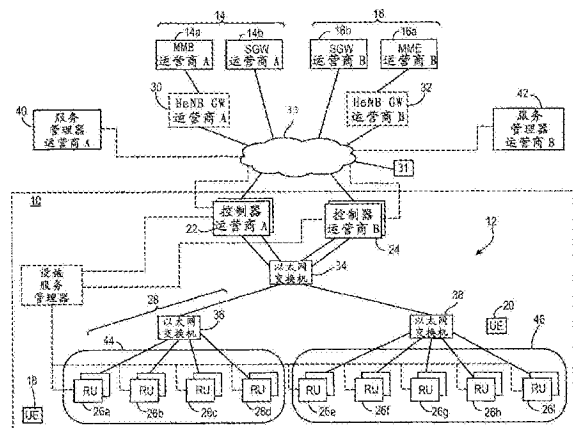
权利要求书10页 说明书79页 附图32页

(54)发明名称

在无线电接入网络中调度相同的资源

(57)摘要

一种蜂窝网络中的示例性通信系统包括:包括控制器和远程单元的处理系统,所述远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信。所述处理系统的至少一部分被配置成实施以下操作:估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度;至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备;以及调度所述通信。



1. 一种蜂窝网络中的通信系统,包括:  
包括控制器和远程单元的处理系统,所述远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信;  
其中,所述处理系统的至少一部分被配置成实施以下操作:  
估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度;  
至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的一个或多个远程单元进行通信的一个或多个移动设备;以及  
调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。
2. 根据权利要求1的通信系统,其中:  
空中链路资源包括频带;  
控制器、远程单元以及移动设备当中的至少一些之间的至少一些通信是利用射频 (RF) 信号发生的,至少其中一些RF信号表示以移动设备为目的地或者源自移动设备的信息;  
远程单元被配置成利用RF信号与移动设备进行通信;  
控制器被配置成估计移动设备所经历的信号强度并且通过数字方式表示所述估计,其中所述估计对应于为之作出估计的移动设备的传送或接收需求;并且  
控制器包括实时调度器,其被配置成基于所述估计对移动设备实施调度。
3. 根据权利要求2的通信系统,其中,移动设备的传送或接收需求对应于移动设备与一个或多个远程单元之间的估计信号损耗。
4. 根据权利要求3的通信系统,其中,估计信号损耗基于从移动设备到一个或多个远程单元的上行链路传送。
5. 根据权利要求4的通信系统,其中,上行链路传送基于LTE探测参考信号 (SRS) 传送。
6. 根据权利要求4的通信系统,其中,上行链路传送基于LTE PRACH传送。
7. 根据权利要求4的通信系统,其中,上行链路传送基于LTE PUCCH传送。
8. 根据权利要求4的通信系统,其中,上行链路传送基于LTE PUSCH传送。
9. 根据权利要求2的通信系统,其中,移动设备的传送或接收需求基于由一个或多个远程单元所经历的通信量负荷。
10. 根据权利要求2的通信系统,其中,所述估计是利用基于从移动设备到远程单元的上行链路上的一项或多项测量的数字值来表示的。
11. 根据权利要求2的通信系统,其中,所述估计是利用为0或1的数字值来表示的。
12. 根据权利要求2的通信系统,其中,所述估计是利用作为从多于两个的有限数目的水平当中选择的值的数字值来表示的。
13. 根据权利要求1的通信系统,其中,对于移动设备的信号强度的估计是利用数字值来表示的;  
其中,对于移动设备,所述数字值形成量化签名矢量;并且  
其中,控制器被配置成实施以下操作:  
根据针对所述移动设备和至少另一个移动设备的量化签名矢量,确定所述移动设备和所述至少另一个移动设备能够被调度在相同的空中链路资源上进行通信。
14. 根据权利要求1的通信系统,其中,对于移动设备的信号强度的估计是利用数字值来表示的;

其中,对于移动设备,所述数字值形成量化签名矢量;并且

其中,量化签名矢量基于阈值信干噪比(SINR)。

15.根据权利要求1的通信小区,其中,对于移动设备的信号强度的估计是利用数字值来表示的;

其中,对于移动设备,所述数字值形成量化签名矢量;并且

其中,响应于两个移动设备的量化签名矢量之和不具有高出预设阈值的分量,所述两个移动设备能够被调度在相同的频带上。

16.根据权利要求1的通信系统,其中,对于移动设备的信号强度的估计是利用数字值来表示的;并且

其中,所述数字值至少部分地基于移动设备在通信小区内的位置。

17.根据权利要求1的通信系统,其中,至少其中两个远程单元被配置成使得当两个或更多移动设备被调度在相同的空中链路资源上进行通信时,不同的远程单元在相同的空中链路资源上与不同的移动设备进行通信。

18.根据权利要求1的通信系统,其中,至少其中一个远程单元被配置成使得当两个或更多移动设备被调度在相同的空中链路资源上进行通信时,所述至少其中一个远程单元不与任何移动设备进行通信。

19.根据权利要求1的通信系统,其中,至少其中一个远程单元被配置成使得当两个或更多移动设备被调度在相同的空中链路资源上进行通信时,所述至少其中一个远程单元能够同时与多个移动设备进行通信。

20.根据权利要求19的通信链路,其中,所述至少一个远程单元被配置成使用降低的传送功率进行通信。

21.根据权利要求1的通信系统,其中,在移动设备处于远程单元的指定距离内的情况下,控制器被配置成使得与移动设备的通信以低于标准传送功率的传送功率发生。

22.根据权利要求21的通信系统,其中,控制器被配置成基于在一个或多个远程单元处对移动设备的上行链路传送的一项或多项测量来确定移动设备是否处于所述指定距离内。

23.根据权利要求22的通信系统,其中,上行链路传送包括以下各项当中的一项或多项:LTE SRS、PUCCH、PRACH或PUSCH传送。

24.根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定将要向/从移动设备传送数据的比特率。

25.根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率,并且其中确定比特率包括:

从远程单元接收关于移动设备与远程单元之间的上行链路控制信道上的一项或多项测量的信息;以及

使用所述一项或多项测量来确定比特率。

26.根据权利要求24的通信系统,其中,所述比特率基于由于小尺度衰落而导致的不确定性。

27.根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率,并且其中确定比特率包括:

从移动设备接收关于过去的数据传送的成功或失败的反馈信息;以及

使用反馈信息来确定比特率。

28. 根据权利要求27的通信系统,其中,反馈信息包括混合ARQ (HARQ) 反馈。

29. 根据权利要求28的通信系统,其中,在移动设备的主导干扰源已发生改变的情况下,在确定比特率时不使用过去的HARQ反馈。

30. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率,并且其中确定比特率包括:

从移动设备接收信道状态信息 (CSI) 反馈;以及  
使用CSI反馈来确定比特率。

31. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率,并且其中确定比特率包括:

从移动设备接收包括干扰测量的信道状态反馈;以及  
使用包括干扰测量的信道状态反馈来确定比特率。

32. 根据权利要求31的通信系统,其中,干扰测量基于LTE信道状态信息参考信号 (CSI-RS)。

33. 根据权利要求31的通信系统,其中,干扰测量由移动设备报告,所述移动设备被配置成对于不同的干扰情形报告干扰测量。

34. 根据权利要求1的通信系统,其中,相同的空中链路资源被用于从一个或多个远程单元到移动设备的下行链路传送。

35. 根据权利要求1的通信系统,其中,相同的空中链路资源被用于从移动设备到一个或多个远程单元的上行链路传送。

36. 根据权利要求1的通信系统,其中,相同的空中链路资源被用于从移动设备以及一个或多个其他移动设备到为之联合处理信号的一个或多个远程单元的上行链路传送。

37. 根据权利要求1的通信系统,其中,信号强度的估计是利用数字值来表示的;

其中,对于移动设备,所述数字值形成量化签名矢量;并且

其中,控制器被配置成实施以下操作:

通过使用所述量化签名矢量与另一个量化签名矢量实施逻辑运算,确定所述量化签名矢量与所述另一个量化签名矢量正交。

38. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括:

至少部分地基于通信小区内的移动设备的位置确定哪些远程单元将与哪些移动设备进行通信。

39. 根据权利要求1的方法,其中,所述操作包括:

把通信小区划分成各个虚拟小区,从而使得至少两个不同虚拟小区中的不同移动设备被配置成在相同的频率上进行通信;以及

对于第一和第二虚拟小区的边界处的移动设备,控制第一虚拟小区中的第一远程单元以非最大功率水平向该移动设备进行传送,并且控制第二虚拟小区中的第二远程单元以非最大功率水平向该移动设备进行传送。

40. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括确定将在两个或更多移动设备与两个或更多远程单元之间传送通信的比特率。

41. 根据权利要求40的通信系统,其中,确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比

特率包括:

从通信小区中的所有远程单元接收关于上行链路控制信道的信息,所述信息对应于通信小区中的移动设备的预测信号强度,所述预测强度与用于通信小区中的移动设备的实际信号强度存在偏差,所述预测信号强度与第一比特率相关联;以及

基于实际信号强度降低第一比特率,从而产生用于移动设备与远程单元之间的通信的第二比特率。

42. 根据权利要求1的通信系统,其中,远程单元被配置成实施至少一些基带处理,所述至少一些基带处理包括在上行链路控制信道上接收和提取信息;并且

其中,所述操作还包括在上行链路控制信道上对到远程单元的通信进行负荷平衡,其中负荷平衡包括设定来自一些移动设备的传送的周期和相位,以免与其他移动设备的传送发生重叠。

43. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作还包括在上行链路控制信道上对到远程单元的通信进行负荷平衡,其中负荷平衡包括基于通信小区中的通信量负荷设定来自一些移动设备的传送的周期。

44. 根据权利要求1的通信系统,其中,所调度的通信是在从两个或更多远程单元到两个或更多移动设备的下行链路上。

45. 根据权利要求1的通信系统,其中,所调度的通信是在从两个或更多远程单元到两个或更多移动设备的上行链路上。

46. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述移动设备包括第一移动设备和第二移动设备;并且

其中,所述识别包括识别出第一和第二移动设备能够被调度在上行链路上的相同频率上进行通信。

47. 根据权利要求46的通信系统,其中,上行链路包括LTE PUCCH或PUSCH信道中的至少一者。

48. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括把通信小区划分成各个虚拟小区,从而使得至少两个不同虚拟小区中的不同移动设备被配置成在相同的频率上进行通信;并且

其中,所述相同的频率构成更大频带的一部分,所述不同的移动设备还被配置成通过所述更大频带内的不同频率进行通信。

49. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述控制器包括第一控制器,并且所述处理系统包括一个或多个第二控制器,第一控制器协调一个或多个第二控制器的操作,每一个远程单元被配置成与相应的第二控制器进行通信并且与移动设备进行无线通信。

50. 根据权利要求49的通信系统,其中,第一控制器实施中央协调功能以便控制一个或多个第二控制器的操作。

51. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作包括:

确定通信小区内的移动设备的位置;以及

调度两个或更多移动设备与两个或更多远程单元之间的通信,以便在所述两个或更多远程单元中选择性地分配资源。

52. 根据权利要求1的通信系统,其中,所述操作还包括对于远程单元上的上行链路控

制信道处理负荷的负荷管理,其中负荷管理包括基于通信小区中的通信量负荷调节来自一些移动设备的传送的周期。

53. 根据权利要求52的通信系统,其中,通信量负荷基于所连接的用户数目。

54. 一种通信系统,包括:

利用射频(RF)信号与移动设备进行通信的远程单元,所述RF信号包括以移动设备为目的地或者源自移动设备的信息;

包括实时调度器的控制器,所述实时调度器被配置成为移动设备指派空中链路资源以用于通信;

其中,远程单元被配置成实施至少一些基带处理,所述至少一些基带处理包括在上行链路控制信道上接收和提取信息;并且

其中,所述至少一些基带处理被分散在多个远程单元之间,其中所述基带处理包括以下操作:设定来自一个或多个移动设备的传送的周期和相位,从而使得来自所述一个或多个移动设备的传送不会与一个或多个其他移动设备的传送发生重叠。

55. 根据权利要求54的通信系统,其中,所述周期和相位的设定针对一个或多个移动设备的上行链路控制信道传送,并且基于对上行链路控制信道传送进行处理的一个或多个远程单元。

56. 根据权利要求54的通信系统,其中,所述周期和相位的设定针对一个或多个移动设备的上行链路控制信道传送,并且基于上行链路控制信道传送的远程单元处理中的改变。

57. 根据权利要求54的通信系统,其中,上行链路控制信道传送包括调度请求(SR)或信道状态信息(CSI)传送。

58. 一种通信系统,包括:

利用射频(RF)信号与移动设备进行通信的远程单元,至少其中一些RF信号包括以移动设备为目的地或者源自移动设备的信息;以及用以执行指令以便实施以下组件的一个或多个处理设备:

两个或更多控制器,所述两个或更多控制器包括实时调度器,从而为一个或多个移动设备指派空中链路资源以用于与一个或多个远程单元进行通信;以及

用以协调由各个实时调度器作出的指派的协调器。

59. 根据权利要求58的通信系统,其中,协调器是所述控制器之一的一部分。

60. 根据权利要求58的通信系统,其中,每一个移动设备由所述控制器之一管理。

61. 根据权利要求58的通信系统,其中,至少其中一个远程单元被配置成解调并且解码PRACH传送,并且其中控制器被配置成管理由所述至少一个远程单元确定的移动设备。

62. 根据权利要求58的通信系统,其中,所述控制器之一被配置成作为回传控制器操作以便管理到外部网络的连接,并且在接收到针对移动设备的寻呼时管理移动设备。

63. 根据权利要求58的通信系统,其中,所述控制器之一被配置成作为用于一个或多个远程单元的定时源进行操作。

64. 根据权利要求58的通信系统,其中,两个或更多远程单元是小区的一部分,并且其中所述控制器之一被配置成通过一个或多个远程单元服务于小区中的移动设备。

65. 根据权利要求58的通信系统,其中,所述控制器之一被配置成为其中一个或多个远程单元的下行链路公共信道提供数据。

66. 根据权利要求58的通信系统,其中,至少一些移动设备被配置成在两个或更多频率载波上接收数据,其中每一个控制器被配置成管理所述频率载波之一,并且其中每一个控制器被配置成服务于对应于该控制器的载波的移动用户。

67. 根据权利要求58的通信系统,其中,协调器被配置成协调多个频率载波当中的空中链路资源指派。

68. 根据权利要求58的通信系统,其中,远程单元被配置成从多于一个控制器接收数据。

69. 根据权利要求68的通信系统,其中,远程单元被配置成向多于一个控制器传送数据。

70. 一种蜂窝网络中的通信小区,包括:

包括控制器和无线电单元的处理系统,所述无线电单元被配置成与控制器进行通信并且与通信小区内的移动设备进行无线通信;

其中,所述处理系统被配置成实施以下操作:

估计由移动设备所经历的信号强度,所述信号强度受到由移动设备所经历的干扰的影响,所述干扰是由处在移动设备的范围内的至少其中一些无线电单元的传送所导致的;以及

至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的频率上与通信小区中的两个或更多无线电单元进行通信的其中两个或更多移动设备。

71. 一种使用在蜂窝网络中的方法,所述蜂窝网络包括处理系统,所述处理系统包括控制器和无线电单元,所述无线电单元被配置成与控制器进行无线通信并且与通信小区内的移动设备进行通信,其中,所述处理系统实施以下操作:

估计由移动设备所经历的信号强度,所述信号强度受到由移动设备所经历的干扰的影响,所述干扰是由处在移动设备的范围内的至少其中一些无线电单元的传送所导致的;以及

至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的频率上与通信小区中的其中两个或更多无线电单元进行通信的其中两个或更多移动设备。

72. 一个或多个存储指令的非瞬时性机器可读存储设备,所述指令能够由蜂窝网络中的处理系统执行,所述处理系统包括控制器和无线电单元,所述无线电单元被配置成与控制器进行通信并且与通信小区内的移动设备进行无线通信,其中,所述操作包括:

估计由移动设备所经历的信号强度,所述信号强度受到由移动设备所经历的干扰的影响,所述干扰是由处在移动设备的范围内的至少其中一些无线电单元的传送所导致的;以及

至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的频率上与通信小区中的其中两个或更多无线电单元进行通信的其中两个或更多移动设备。

73. 在蜂窝网络中的通信系统中,其中所述通信系统包括处理系统,所述处理系统包括控制器和远程单元,其中远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信,一个或多个非瞬时性机器可读存储介质存储指令,所述指令能够由处理系统执行来实施以下操作:

估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度;

至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备;以及  
调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。

74. 在蜂窝网络中的通信系统中,其中所述通信系统包括处理系统,所述处理系统包括控制器和远程单元,其中远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信,一种由处理系统实施的方法包括:

估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度;

至少基于信号强度识别出能够被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备;以及  
调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。

75. 在根据任何权利要求1的通信系统中,一个或多个非瞬时性机器可读存储介质存储指令,所述指令能够由处理系统执行来实施包括所述估计、识别和调度在内的操作。

76. 一种通信系统,包括:

用以与移动设备交换RF信号的远程单元,RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息;以及

包括实时调度器的控制器,所述实时调度器用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源;

其中,控制器被配置成通过估计信号水平并且通过数字值表示移动设备的远程单元传送或接收需求,来确定所述需求;

实时调度器基于所述数字值把移动设备指派到空中链路资源,其中有时根据RF隔离把两个或更多移动设备指派到相同的空中链路资源。

77. 根据权利要求76的通信系统,其中,基于每一个远程单元与移动设备之间的信号损耗的估计来确定远程单元传送或接收需求。

78. 根据权利要求76的通信系统,其中,还基于在每一个远程单元上看到的通信量负荷来确定远程单元传送或接收需求。

79. 根据权利要求77的通信系统,其中,基于从移动设备到远程单元的上行链路传送来估计信号损耗。

80. 根据权利要求79的通信系统,其中,上行链路传送对应于LTE标准中的探测参考信号(SRS)传送。

81. 根据权利要求79的通信系统,其中,上行链路传送对应于LTE标准中的PRACH传送。

82. 根据权利要求79的通信系统,其中,上行链路传送对应于LTE标准中的PUCCH传送。

83. 根据权利要求79的通信系统,其中,上行链路传送对应于LTE标准中的PUSCH传送。

84. 根据权利要求76的通信系统,其中,所述数字值是从上行链路测量导出的。

85. 根据权利要求84的通信系统,其中,所述数字值是采取值0或1的二进制。

86. 根据权利要求85的通信系统,其中,所述数字值从大于2的有限数目的水平当中取得值。

87. 根据权利要求85的通信系统,其中,对于每一个移动设备,所述数字值被用来形成量化签名矢量,并且基于量化签名矢量确定两个或更多移动设备能够被调度在相同的空中链路资源上进行通信包括:



确定所述签名矢量是正交的。

88. 根据权利要求87的通信系统,其中,用于移动设备的量化签名矢量是利用阈值信干噪比(SINR)来确定的。

89. 根据权利要求86的通信小区,其中,对于每一个移动设备,所述数字值被用来形成量化签名矢量,并且当两个用户的量化签名矢量之和不具有超出预设阈值的分量时,所述两个用户被允许调度在相同的频率资源上。

90. 根据权利要求76的通信系统,其中,所述数字值至少部分地是基于通信小区内的移动设备的位置来确定的。

91. 根据权利要求76的通信系统,其中,将两个或更多移动设备指派在相同的空中链路资源上导致小区中的不同远程单元在相同的空中链路资源上向不同的移动设备进行传送。

92. 根据权利要求76的通信系统,其中,将两个或更多用户指派在相同的空中链路资源上导致一些远程单元不向任何用户进行传送。

93. 根据权利要求76的通信系统,其中,将两个或更多用户指派在相同的空中链路资源上导致一些远程单元同时向多个用户进行传送。

94. 根据权利要求93的通信系统,其中,同时向多个用户进行传送的远程单元具有降低的传送功率。

95. 根据权利要求76的通信系统,其中,控制器还降低到其确定为处于远程单元附近的某一移动设备的传送功率。

96. 根据权利要求95的通信系统,其中,控制器基于在远程单元处对移动设备的上行链路传送的测量作出所述确定。

97. 根据权利要求96的通信系统,其中,上行链路传送是LTE SRS、PUCCH、PRACH或PUSCH传送。

98. 根据权利要求76的通信系统,其中,所述操作包括确定将要向/从两个或更多移动设备传送数据的比特率。

99. 根据权利要求98的通信系统,其中,确定用于移动设备与无线电单元之间的通信的比特率包括:

从远程单元接收关于上行链路控制信道上的测量的信息,并且使用这样的测量来确定比特率。

100. 根据权利要求99的通信系统,其中,确定比特率包括由于小尺度衰落而导致的不确定性。

101. 根据权利要求100的通信系统,其中,确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率包括:从移动设备接收关于过去的传送的成功或失败的反馈,并且使用这样的信息进行比特率确定。

102. 根据权利要求101的通信系统,其中,移动设备反馈是LTE的混合ARQ(HARQ)反馈。

103. 根据权利要求102的通信系统,其中,当UE的主导干扰源已发生改变时,忽略过去的HARQ反馈。

104. 根据权利要求98的通信系统,其中,确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率包括:从移动设备接收多项信道状态信息(CSI)反馈,并且使用这样的信息进行比特率确定。

105. 根据权利要求98的通信系统,其中,确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率包括:从移动设备接收包括干扰测量的多项信道状态反馈,并且使用这样的信息进行比特率确定。

106. 根据权利要求105的通信系统,其中,干扰测量基于LTE的信道状态信息参考信号(CSI-RS)。

107. 根据权利要求106的通信系统,其中,移动设备对于不同的干扰情形报告多项干扰测量。

108. 一种通信系统,包括:

用以与移动设备交换RF信号的远程单元,RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息;以及

包括实时调度器的控制器,所述实时调度器用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源;

其中,远程单元被配置成实施至少一些基带处理,所述至少一些基带处理包括在上行链路控制信道上接收和提取信息;并且

其中,所述操作还包括在处理上行链路控制信道时平衡各个远程单元之间的处理负荷,其中负荷平衡包括设定来自一些移动设备的传送的周期和相位,以免与其他移动设备的传送发生重叠。

109. 根据权利要求108的通信系统,其中,对于移动设备的上行链路控制信道传送的周期和相位的设定还基于正在处理上行链路控制信道传送的一个或多个远程单元。

110. 根据权利要求109的通信系统,其中,当处理上行链路控制信道传送的远程单元发生改变时(由于移动性),修改对于移动设备的上行链路控制信道传送的周期和相位的设定。

111. 根据权利要求110的通信系统,其中,上行链路控制信道传送是调度请求(SR)或信道状态信息(CSI)传送。

112. 根据权利要求76的通信系统,其中,所述操作还包括管理远程单元上的上行链路控制信道处理负荷,其中负荷管理包括基于通信小区中的通信量负荷调节来自一些移动设备的传送的周期。

113. 根据权利要求112的通信系统,其中,通信量负荷是基于所连接的用户数目来测量的。

114. 根据权利要求76的通信系统,其中,所指派的相同的空中链路资源用于从不同的远程单元到两个或更多移动设备的下行链路传送。

115. 根据权利要求76的通信系统,其中,所指派的相同的空中链路资源用于从两个或更多移动设备到远程单元的上行链路传送而没有显著的干扰。

116. 根据权利要求115的通信系统,其中,所指派的相同的空中链路资源用于从两个或更多移动设备到一个或多个远程单元的上行链路传送,所述一个或多个远程单元所接收到的信号被联合处理以用于可靠的检测。

117. 一种通信系统,包括:

用以与移动设备交换RF信号的远程单元,RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息;以及

两个或更多控制器,其包括用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源的实时调度器;

耦合到控制器的协调功能,用于协调由各个控制器中的实时调度器作出的指派。

118. 根据权利要求117的通信系统,其中,协调功能驻留在所述控制器之一中。

119. 根据权利要求117的通信系统,其中,每一个所连接的用户由所述控制器之一管理。

120. 根据权利要求119的通信系统,其中,PRACH传送由一个远程单元解调和解码,并且由所述一个远程单元确定用以管理所连接的用户的控制器。

121. 根据权利要求119的通信系统,其中,所述控制器之一充当回传控制器,其管理到外部网络的连接,并且在接收到针对移动用户的寻呼时选择用以管理该移动用户的控制器。

122. 根据权利要求121的通信系统,其中,所述控制器之一充当用于远程单元的定时源。

123. 根据权利要求117的通信系统,其中,两个或更多远程单元属于相同的小区,并且该小区中的移动设备能够由所述控制器中的任何一个控制器通过其中一个或多个远程单元进行服务。

124. 根据权利要求122的通信系统,其中,所述控制器之一为远程单元的下行链路公共信道提供数据。

125. 根据权利要求117的通信系统,其中,至少一些移动设备能够在两个或更多频率载波上进行接收,并且每一个控制器应对其中一个载波,其中移动用户由与其主载波相关联的控制器进行服务。

126. 根据权利要求125的通信系统,其中,协调功能被用来协调多个频率载波当中的空中链路资源指派。

127. 根据权利要求126的通信系统,其中,远程单元能够从多于一个控制器接收数据。

128. 根据权利要求127的通信系统,其中,远程单元能够向多于一个控制器传送数据。

## 在无线电接入网络中调度相同的资源

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及2014年6月9日提交的美国临时申请号62/009,653并且要求其优先权。通过引用的方式将美国临时申请号62/009,653的内容合并在此。本申请涉及2014年9月16日提交的美国临时申请号62/051,212并且要求其优先权。通过引用的方式将美国临时申请号62/051,212的内容合并在此。

### 技术领域

[0003] 本公开内容涉及无线电接入网络(RAN)。

### 背景技术

[0004] 例如智能电话之类的移动设备的广泛使用增加了在建筑物中和其他人口稠密位置处对于移动数据传送容量以及对于始终如一的高质量射频(RF)覆盖的需求。传统上在建筑物内部,移动运营商依赖于分布式天线系统(DAS)来允许用户连接到该运营商的网络以进行语音和数据传送。

### 发明内容

[0005] 蜂窝网络中的一种示例性通信系统包括:包括控制器和远程单元的处理系统,所述远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信。所述处理系统的至少一部分被配置成实施以下操作:估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度;至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备;以及调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0006] 空中链路资源可以包括频带。控制器、远程单元以及移动设备当中的至少一些之间的至少一些通信可以利用射频(RF)信号发生,至少其中一些RF信号表示以移动设备为目的的地或者源自移动设备的信息。远程单元可以被配置成利用RF信号与移动设备通信。控制器可以被配置成估计移动设备所经历的信号强度并且通过数字方式表示所述估计,其中所述估计对应于为之作出估计的移动设备的传送或接收需求。控制器可以包括实时调度器或者另一种类型的调度器,其被配置成基于所述估计对移动设备实施调度。

[0007] 移动设备的传送或接收需求可以对应于移动设备与其中一个或多个远程单元之间的估计信号损耗。估计信号损耗可以是基于从移动设备到其中一个或多个远程单元的上行链路传送。上行链路传送可以是基于LTE探测参考信号(SRS)传送。上行链路传送可以是基于LTE PRACH传送。上行链路传送可以是基于LTE PUCCH传送。上行链路传送可以是基于LTE PUSCH传送。移动设备的传送或接收需求可以是基于由其中一个或多个远程单元所经历的通信量负荷。所述估计可以利用基于从移动设备到远程单元的上行链路上的一项或多项测量的数字值来表示。所述估计可以利用作为0或1的数字值来表示。所述估计可以利用

作为从多于两个的有限数目的水平当中选择的值的数字值来表示。

[0008] 对于移动设备的信号强度的估计可以利用数字值来表示。对于移动设备,所述数字值可以形成量化签名矢量。控制器可以被配置成实施以下操作:根据对应于所述移动设备和至少另一个移动设备的量化签名矢量,确定所述移动设备和所述至少另一个移动设备可以被调度在相同的空中链路资源上进行通信。量化签名矢量可以是基于阈值信干噪比(SINR)。响应于两个移动设备的量化签名矢量之和不具有高出预设阈值的分量,所述两个移动设备可以被调度在相同的频带上。所述数字值可以至少部分地是基于移动设备在通信小区内位置。

[0009] 至少其中两个远程单元可以被配置成使得当两个或更多移动设备被调度在相同的空中链路资源上进行通信时,不同的远程单元在相同的空中链路资源上与不同的移动设备进行通信。至少其中一个远程单元可以被配置成使得当两个或更多移动设备被调度在相同的空中链路资源上进行通信时,所述至少其中一个远程单元不与任何移动设备进行通信。或者,所述至少其中一个远程单元可以能够同时与多个移动设备进行通信。所述至少一个远程单元可以被配置成使用降低的传送功率进行通信。

[0010] 在移动设备处于远程单元的指定距离内的情况下,控制器可以被配置成使得与移动设备的通信以低于标准传送功率的传送功率发生。控制器可以被配置成基于在一个或多个远程单元处对移动设备的上行链路传送的一项或多项测量来确定移动设备是否处于所述指定距离内。上行链路传送可以包括以下各项当中的一项或多项:LTE SRS、PUCCH、PRACH或PUSCH传送。

[0011] 由所述处理系统实施的操作可以包括:确定将要向/从移动设备传送数据的比特率。由所述处理系统实施的操作包括:确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率。用于确定比特率的操作可以包括:从远程单元接收关于移动设备与远程单元之间的上行链路控制信道上的一项或多项测量的信息;以及使用所述一项或多项测量来确定比特率。所述比特率可以是基于由于小尺度衰落而导致的不确定性。

[0012] 由所述处理系统实施的操作可以包括:确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率。用于确定比特率的操作可以包括:从移动设备接收关于过去的成功或失败的反馈信息;以及使用反馈信息来确定比特率。反馈信息可以包括混合ARQ(HARQ)反馈。在移动设备的主导干扰源已发生改变的情况下,在确定比特率时不需要使用过去的HARQ反馈。

[0013] 由所述处理系统实施的操作可以包括:确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率。用于确定比特率的操作可以包括:从移动设备接收信道状态信息(CSI)反馈;以及使用CSI反馈来确定比特率。

[0014] 由所述处理系统实施的操作可以包括:确定用于移动设备与远程单元之间的通信的比特率。用于确定比特率的操作可以包括:从移动设备接收包括干扰测量的信道状态反馈;以及使用包括干扰测量的信道状态反馈来确定比特率。干扰测量可以是基于LTE信道状态信息参考信号(CSI-RS)。干扰测量可以由移动设备报告,所述移动设备被配置成对于不同的干扰情形报告干扰测量。

[0015] 在所述示范性通信系统中,相同的空中链路资源可以被用于从一个或多个远程单元到移动设备的下行链路传送。在所述示范性通信系统中,相同的空中链路资源可以被用

于从移动设备到一个或多个远程单元的上行链路传送。在所述示例性通信系统中,相同的空中链路资源可以被用于从某一移动设备以及一个或多个其他移动设备到为之联合处理信号的一个或多个远程单元的上行链路传送。

[0016] 在所述示例性通信系统中,利用数字值来表示信号强度的估计。对于移动设备,所述数字值可以形成量化签名矢量。控制器可以被配置成实施以下操作:通过使用所述量化签名矢量与另一个量化签名矢量实施逻辑运算,确定所述量化签名矢量与所述另一个量化签名矢量正交。

[0017] 由所述处理系统实施的操作可以包括:至少部分地基于通信小区内的移动设备的位置确定哪些远程单元将与哪些移动设备进行通信。由所述处理系统实施的操作可以包括:把通信小区划分成各个虚拟小区,从而使得至少两个不同虚拟小区中的不同移动设备被配置成在相同的频率上进行通信;以及对于第一和第二虚拟小区的边界处的移动设备,控制第一虚拟小区中的第一远程单元以非最大功率水平向该移动设备进行传送,并且控制第二虚拟小区中的第二远程单元以非最大功率水平向该移动设备进行传送。

[0018] 由所述处理系统实施的操作可以包括:确定将在两个或更多移动设备与两个或更多远程单元之间传送通信的比特率。用于确定移动设备与远程单元之间的通信的比特率的操作可以包括:从通信小区中的所有远程单元(或者其中的一个子集)接收关于上行链路控制信道的信息,其中所述信息对应于通信小区中的移动设备的预测信号强度,其中预测强度与对应于通信小区中的移动设备的实际信号强度存在偏差,并且其中预测信号强度与第一比特率相关联;以及基于实际信号强度降低第一比特率,从而产生用于移动设备与远程单元之间的通信的第二比特率。

[0019] 远程单元可以被配置成实施至少一些基带处理。所述至少一些基带处理可以包括:在上行链路控制信道上接收和提取信息。由所述处理系统实施的操作可以包括:在上行链路控制信道上对去到远程单元的通信进行负荷平衡。用以实施负荷平衡的操作可以包括:设定来自一些移动设备的传送的周期和相位,以免与其他移动设备的传送发生重叠。用以实施负荷平衡的操作可以包括:基于通信小区中的通信量负荷设定来自一些移动设备的传送的周期。

[0020] 在所述示例性通信系统中,通信可以在从两个或更多远程单元到两个或更多移动设备的下行链路上进行。通信可以在从两个或更多远程单元到两个或更多移动设备的上行链路上进行。

[0021] 所述移动设备可以包括第一移动设备和第二移动设备,并且识别出可以被调度通信的其中一个或多个移动设备可以包括:识别出第一和第二移动设备可以被调度在上行链路上的相同频率上进行通信。上行链路可以包括LTE PUCCH或PUSCH信道的至少其中之一。

[0022] 由所述处理系统实施的操作可以包括:把通信小区划分成各个虚拟小区,从而使得至少两个不同虚拟小区中的不同移动设备被配置成在相同的频率上进行通信。所述相同的频率可以构成更大频带的一部分。不同的移动设备还可以被配置成通过更大频带内的不同频率进行通信。

[0023] 所述控制器可以包括第一控制器,并且所述处理系统可以包括一个或多个第二控制器。第一控制器可以协调一个或多个第二控制器的操作。每一个远程单元可以被配置成与相应的第二控制器进行通信,并且与移动设备进行无线通信。第一控制器可以实施中央

协调功能以便控制一个或多个第二控制器的操作。

[0024] 由所述处理系统实施的操作可以包括：确定通信小区内的移动设备的位置；以及调度两个或更多移动设备与两个或更多远程单元之间的通信，以便在所述两个或更多远程单元中选择性地分配资源。

[0025] 由所述处理系统实施的操作可以包括对于远程单元上的上行链路控制信道处理负荷的负荷管理。用以实施负荷管理的操作可以包括：基于通信小区中的通信量负荷调节来自一些移动设备的传送的周期。通信量负荷可以是基于所连接的用户数目。

[0026] 一种示例性通信系统包括：利用射频 (RF) 信号与移动设备进行通信的远程单元，其中 RF 信号包括以移动设备为目的地或者源自移动设备的信息；以及包括实时调度器的控制器，所述实时调度器被配置成为移动设备指派空中链路资源以用于通信。远程单元可以被配置成实施至少一些基带处理，所述至少一些基带处理包括在上行链路控制信道上接收和提取信息。所述至少一些基带处理可以被分散在多个远程单元之间，其中所述至少一些基带处理包括以下操作：设定来自一个或多个移动设备的传送的周期和相位，从而使来自所述一个或多个移动设备的传送不会与一个或多个其他移动设备的传送发生重叠。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0027] 所述周期和相位的设定可以是针对一个或多个移动设备的上行链路控制信道传送，并且可以是基于对上行链路控制信道传送进行处理的一个或多个远程单元。所述周期和相位的设定可以是针对一个或多个移动设备的上行链路控制信道传送，并且可以是基于上行链路控制信道传送的远程单元处理中的改变。上行链路控制信道传送可以包括调度请求 (SR) 或信道状态信息 (CSI) 传送。

[0028] 一种示例性通信系统包括：利用射频 (RF) 信号与移动设备进行通信的远程单元，至少其中一些 RF 信号包括以移动设备为目的地或者源自移动设备的信息；以及用以执行指令以便实施以下组件的一个或多个处理设备：两个或更多控制器，所述两个或更多控制器包括实时调度器，从而为一个或多个移动设备指派空中链路资源以用于与其中一个或多个远程单元进行通信；以及用以协调由各个实时调度器作出的指派的协调器。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0029] 协调器可以是所述控制器之一的一部分。每一个移动设备可以由所述控制器之一管理。至少其中一个远程单元可以被配置成解调并且解码 PRACH 传送。其中一个或多个控制器可以被配置成管理由所述至少一个远程单元确定的移动设备。其中一个或多个控制器可以被配置成作为回传控制器操作，以便管理去到外部网络的连接，并且在接收到针对移动设备的寻呼时管理移动设备。其中一个或多个控制器可以被配置成作为用于其中一个或多个远程单元的定时源进行操作。

[0030] 两个或更多远程单元可以是小区的一部分。其中一个或多个控制器可以被配置成通过其中一个或多个远程单元服务于小区中的移动设备。其中一个或多个控制器可以被配置成为其中一个或多个远程单元的下行链路公共信道提供数据。

[0031] 至少一些移动设备可以被配置成在两个或更多频率载波上接收数据。每一个控制器可以被配置成管理其中一个频率载波，并且每一个控制器可以被配置成服务于对应于该控制器的载波的移动用户。协调器可以被配置成协调多个频率载波当中的空中链路资源指派。远程单元可以被配置成从多于一个控制器接收数据。远程单元可以被配置成向多于一

个控制器传送数据。

[0032] 蜂窝网络中的示例性通信小区包括：包括控制器和无线电单元的处理系统，所述无线电单元被配置成与控制器进行通信并且与通信小区内的移动设备进行无线通信。所述处理系统可以被配置成实施以下操作：估计由移动设备所经历的信号强度，所述信号强度受到由移动设备所经历的干扰的影响，并且所述干扰是由处在移动设备的范围内的至少其中一些无线电单元的传送所导致的；以及至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的频率上与通信小区中的其中两个或更多无线电单元进行通信的其中两个或更多移动设备。

[0033] 一种示例性方法被使用在包括处理系统的蜂窝网络中，所述处理系统包括控制器和无线电单元，所述无线电单元被配置成与控制器进行无线通信并且与通信小区内的移动设备进行通信。所述处理系统实施以下操作：估计由移动设备所经历的信号强度，所述信号强度受到由移动设备所经历的干扰的影响，并且所述干扰是由处在移动设备的范围内的至少其中一些无线电单元的传送所导致的；以及至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的频率上与通信小区中的其中两个或更多无线电单元进行通信的其中两个或更多移动设备。所述示例性方法可以利用存储指令的一个或多个非瞬时性机器可读存储设备来实施，所述指令可被执行来实施所述方法。

[0034] 一种示例性通信系统被合并到蜂窝网络中。所述通信系统包括处理系统，所述处理系统包括控制器和远程单元，其中远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信。一个或多个非瞬时性机器可读存储介质存储可由处理系统执行来实施以下操作的指令：估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度；至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备；以及调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。

[0035] 一种示例性通信系统被合并到蜂窝网络中。所述通信系统包括处理系统，所述处理系统包括控制器和远程单元，其中远程单元被配置成与控制器进行通信并且与蜂窝网络的通信小区内的移动设备进行通信。由所述处理系统实施的一种方法包括：估计由所有或其中一些移动设备所经历的信号强度；至少基于信号强度识别出可以被调度在相同的空中链路资源上与通信小区中的其中一个或多个远程单元进行通信的其中一个或多个移动设备；以及调度一个或多个移动设备与一个或多个远程单元之间的通信。

[0036] 一种示例性通信系统包括：用以与移动设备交换RF信号的远程单元，所述RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息；以及包括用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源的实时调度器的控制器。控制器可以被配置成确定移动设备的远程单元传送或接收需求，这是通过估计信号水平并且通过数字值表示所述需求。实时调度器可以被配置成基于所述数字值把移动设备指派到空中链路资源，其中有时根据RF隔离把两个或更多移动设备指派到相同的空中链路资源。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0037] 可以基于每一个远程单元与移动设备之间的信号损耗的估计来确定远程单元传送或接收需求。还可以基于在每一个远程单元上看到的通信量负荷来确定远程单元传送或接收需求。可以基于从移动设备到远程单元的上行链路传送来估计信号损耗。上行链路传送可以对应于LTE标准中的探测参考信号(SRS)传送。上行链路传送可以对应于LTE标准中



的PRACH传送。上行链路传送可以对应于LTE标准中的PUCCH传送。上行链路传送可以对应于LTE标准中的PUSCH传送。所述数字值可以从上行链路测量导出。所述数字值可以是采取值0或1的二进制值。所述数字值可以从大于2的有限数目的水平当中取得值。

[0038] 对于每一个移动设备,所述数字值可以被用来形成量化签名矢量。用于根据量化签名矢量确定两个或更多移动设备可以被调度在相同的空中链路资源上进行通信的操作可以包括确定所述签名矢量是正交的。对应于移动设备的量化签名矢量可以利用阈值信干噪比(SINR)来确定。

[0039] 对于每一个移动设备,所述数字值可以被用来形成量化签名矢量,并且当两个用户的量化签名矢量之和不具有超出预设阈值的分量时,所述两个用户可以被允许调度在相同的频率资源上。

[0040] 所述数字值可以至少部分地基于通信小区内的移动设备的位置来确定。将两个或更多移动设备指派在相同的空中链路资源上可能会导致小区中的不同远程单元在相同的空中链路资源上向不同的移动设备进行传送。将两个或更多用户指派在相同的空中链路资源上可能导致一些远程单元不向任何用户进行传送。将两个或更多用户指派在相同的空中链路资源上可能导致一些远程单元同时向多个用户进行传送。远程单元可以通过降低的传送功率同时向多个用户进行传送。

[0041] 控制器还可以降低去到其确定为处于远程单元附近的特定移动设备的传送功率。控制器可以基于在远程单元处对移动设备的上行链路传送的测量作出所述确定。上行链路传送可以包括LTE SRS、PUCCH、PRACH或PUSCH传送。

[0042] 所述操作可以包括确定将要向/从两个或更多移动设备传送数据的比特率。确定用于移动设备与无线电单元之间的通信的比特率可以包括:从远程单元接收关于上行链路控制信道上的测量的信息,以及使用这样的测量来确定比特率。确定比特率可以包括由于小尺度衰落而导致的不确定性。

[0043] 确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率可以包括:从移动设备接收关于过去的传送的成功或失败的反馈,以及使用这样的信息进行比特率确定。移动设备反馈可以是LTE的混合ARQ(HARQ)反馈。当UE的主导干扰源已发生改变时,可以忽略过去的HARQ反馈。

[0044] 确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率的操作可以包括:从移动设备接收多项信道状态信息(CSI)反馈,以及使用这样的信息进行比特率确定。确定用于从远程单元到移动设备的通信的比特率的操作包括:从移动设备接收包括干扰测量的多项信道状态反馈,以及使用这样的信息进行比特率确定。干扰测量可以是基于LTE的信道状态信息参考信号(CSI-RS)。移动设备可以对于不同的干扰情形报告多项干扰测量。

[0045] 一种示例性通信系统包括:用以与移动设备交换RF信号的远程单元,所述RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息;以及包括用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源的实时调度器的控制器。远程单元被配置成实施至少一些基带处理,所述至少一些基带处理包括:在上行链路控制信道上接收和提取信息。由控制器实施的操作包括:在处理上行链路控制信道时平衡各个远程单元之间的处理负荷,其中负荷平衡包括设定来自一些移动设备的传送的周期和相位以免与其他移动设备的传送发生重叠。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0046] 对于移动设备的上行链路控制信道传送的周期和相位的设定还可以是基于正在处理上行链路控制信道传送的一个或多个远程单元。当处理上行链路控制信道传送的远程单元发生改变时(由于移动性),可以修改对于移动设备的上行链路控制信道传送的周期和相位的设定。

[0047] 上行链路控制信道传送可以包括调度请求(SR)或信道状态信息(CSI)传送。所述操作可以包括管理远程单元上的上行链路控制信道处理负荷,其中负荷管理包括基于通信小区中的通信量负荷调节来自一些移动设备的传送的周期。通信量负荷可以基于所连接的用户数目来测量。

[0048] 所指派相同的空中链路资源可以是用于从不同的远程单元到两个或更多移动设备的下行链路传送。所指派相同的空中链路资源可以是用于从两个或更多移动设备到远程单元的上行链路传送而没有显著的干扰。所指派相同的空中链路资源可以是用于从两个或更多移动设备到一个或多个远程单元的上行链路传送,所述一个或多个远程单元所接收到的信号被联合处理以用于可靠的检测。

[0049] 一种示例性通信系统包括:用以与移动设备交换RF信号的远程单元,所述RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息;以及两个或更多控制器,其包括实时调度器以用于针对所述信息为移动设备指派空中链路资源。协调功能耦合到控制器,以便协调由各个控制器中的实时调度器作出的指派。所述示例性通信系统可以单独地或组合地包括以下特征当中的一项或多项。

[0050] 协调功能可以驻留在所述控制器之一中。每一个所连接的用户可以由所述控制器之一管理。PRACH传送可以由一个远程单元解调和解码,并且控制器可以被配置成管理由所述一个远程单元确定的所连接的用户。

[0051] 其中一个或多个控制器可以充当回传控制器,其管理去到外部网络的连接,并且在接收到针对移动用户的寻呼时选择用以管理该移动用户的控制器。其中一个或多个控制器可以充当用于远程单元的定时源。两个或更多远程单元可以属于相同的小区,并且该小区中的移动设备可以由所述控制器中的任何一个控制器通过其中一个或多个远程单元进行服务。其中一个或多个控制器可以为远程单元的下行链路公共信道提供数据。

[0052] 至少一些移动设备可以在两个或更多频率载波上进行接收,并且每一个控制器可以应对其中一个载波,其中移动用户由与其主载波相关联的控制器进行服务。

[0053] 协调功能可以被用来协调多个频率载波当中的空中链路资源指派。远程单元可以从多于一个控制器接收数据,并且远程单元可以向多于一个控制器传送数据。

[0054] 在本说明书中(包括在本发明内容部分中)所描述的任何其中两项或更多项特征可以被组合形成未在这里具体描述的实现方式。

[0055] 这里所描述的系统和技术或者其某些部分可以被实施成计算机程序产品/由计算机程序产品控制,所述计算机程序产品包括被存储在一个或多个非瞬时性机器可读存储介质上的指令,所述指令可以在一个或多个处理设备上执行以便控制(例如协调)这里所描述的操作。这里所描述的系统和技术或者其某些部分可以被实施成装置、方法或电子系统,其可以包括一个或多个处理设备以及用以存储可执行指令的存储器以便实施各种操作。

[0056] 在附图和后面的描述中阐述了一种或多种实现方式的细节。通过后面的描述和附图以及权利要求书,其他特征和优点将变得显而易见。

## 附图说明

- [0057] 图1是无线电网络的一个实例的方块图。
- [0058] 图2A和2B是示出了连接到控制器/控制单元(CU)的无线电网络的一个小区以及连接到CU的两个小区的一个实例的方块图。
- [0059] 图2C是远程单元(RU)的一个实例的示意图。
- [0060] 图3是示出了示例性无线电网络在例如建筑物或其他区域之类的站点处的部署的方块图。
- [0061] 图4A-4C是小区中的天线映射方案的实例的方块图。
- [0062] 图5A是示出了小区中的虚拟划分的一个实例的方块图。
- [0063] 图5B是示出了检测物理随机接入信道(PRACH)传送的控制器的一个实例的方块图。
- [0064] 图6A和6B是在不同时间具有不同小区配置的无线电网络的一个实例的方块图。
- [0065] 图7是示出了对应于远程单元(RU)的两个相应的天线的两个资源网格的实例的方块图。
- [0066] 图8是示出了用户装备(UE)与远程单元(RU)之间的信号传送的一个实例的方块图。
- [0067] 图9是示出了上行链路压缩的一个实例的方块图。
- [0068] 图10是示出了关于控制器(CU)与远程单元(RU)之间的上行链路和下行链路的边信息(side information)的一个实例的方块图。
- [0069] 图11是示出了对于LTE物理上行链路共享信道(PUSCH)的预测性量化的一个实例的方块图。
- [0070] 图12是示出了子帧边界的一个实例的图示。
- [0071] 图13是示出了下行链路混合自动重复请求(HARQ)操作的一个实例的图示。
- [0072] 图14是示出了子帧对准的一个实例的图示。
- [0073] 图15和16是分别示出了对应于下行链路和上行链路的HARQ定时的实例的图示。
- [0074] 图17A是示出了LTE中的软频率复用(SFR)的一个实例的方块图。
- [0075] 图17B是示出了实施协调调度的两个小区的一个实例的方块图。
- [0076] 图18是示出了控制器与远程单元之间的同步的一个实例的流程图。
- [0077] 图19是示出了在从DL(下行链路)传送到UL(上行链路)传送的转变中所使用的特殊子帧的一个实例的示意图。
- [0078] 图20A到20C是分别示出了在控制器和远程单元处组合来自不同基带调制解调器的信号的实例的示意图。
- [0079] 图21A是示出了子帧的一个实例的示意性方块图。
- [0080] 图21B是示出了对应于两个虚拟小区的子帧的实例的示意性方块图。
- [0081] 图22是示出了用于对预定的RF区块进行离线分组的处理的一个实例的流程图。
- [0082] 图23示出了对于RF区块离线确定的映射图的一个实例。
- [0083] 图24示出了用于进行删减(pruning)的定位处理的一个实例的方块图视图。
- [0084] 图25是示出了删减集合的维护的方块图。

- [0085] 图26是示出了小区中的CU堆叠的一个实例的方块图。
- [0086] 图27所示出的示例性实现方式示出了RU1、RU2、UE1和UE2之间的通信。
- [0087] 图28是示出了RU与CU之间的功能划分的实例的方块图。
- [0088] 图29是示出了用于与这里所描述的处理一起使用的示例性实现方式的示例性拓扑的方块图。
- [0089] 图30是示出了用于实施自动CSI-RS配置的示例性处理的流程图。
- [0090] 图31是示出了群集CSI-RS分配的一个实例的方块图。
- [0091] 图32是示出了群集CSI-RS分配的一个实例的方块图。

### 具体实施方式

[0092] 后面所描述的系统和技术是可以被包括在无线电接入网络中的特征的示例性实现方式。这里所提出的权利要求不限于后面所描述的示例性实现方式。

[0093] 参照图1,示例性的无线网络12被部署在站点10处,从而使得一家或多家移动运营商(比如运营商A 14或运营商B 16)可以在站点10处为一个或多个用户装备(UE) 18、20(比如智能电话)提供移动网络接入。站点可以是企业或团体建筑物,例如旅馆、医院、大学校园之类的公共场所,或者甚至例如滑雪场、体育场之类的户外区域,或者人口稠密的市中心区域或城市。无线网络12包括通过以太网28连接的控制器(其中每一个控制器还可以被称作控制器单元(CU)) 22、24和远程单元(RU) 26a-26i。CU 22、24可选地通过归属eNodeB网关(HeNB GW) 30、32连接(回传)到运营商的核心网络,所述核心网络可以包括在长期演进(LTE)标准中定义的安全性网关(SeGW)和节点,比如移动性管理实体(MME) 14a、16a和服务网关(SGW) 14b、16b。

[0094] CU可以通过因特网或其他基于IP的分组传输网络33(出于讨论的目的,我们可以仅把网络33称作因特网,但是也可以使用或包括其他网络)连接到运营商的核心网络。当存在多个CU时,一个CU可以充当eNodeB端接点,并且朝向核心网络呈现单个网络接口:例如SeGW、MME、HeNodeB GW或者SGW。CU可以利用网络功能虚拟化(NFV)的已知原理被实施成运行在虚拟机/管理程序上的虚拟化软件应用。虚拟机/管理程序可以运行在与其他虚拟化应用共享的硬件上。所述硬件可以是现货产品IT服务器。CU还可以包括特定的MME功能(未示出)和SGW功能(未示出),从而允许通信量在UE与因特网上或者站点10处的本地IP网络28上的目的地节点31之间直接流动,而无需经过运营商的核心网络。

[0095] 在一些实现方式中,除了可以由RU实施的特定基带调制解调器和RF功能之外,每一个CU 22、24实施基站的功能。每一个CU还可以管理其中一个或多个RU。每一个CU可以与移动运营商相关联,从而使得其所管理的RU可以在属于该移动运营商的频谱上操作。还有可能在多家移动运营商之间共享CU。CU特别可以调度去到/来自UE的通信量。每一个CU 22、24还连接到通常位于运营商的核心网络中的服务管理器40、42。服务管理器负责无线网络的配置、激活和监测。还可以有本地设施服务管理器,其可以允许本地IT工作人员安装和维护无线网络。RU 26a-26i包含RF收发器,其用以向/从用户装备传送RF信号并且除了其他功能之外特别实施RF前端功能。

[0096] 通常来说,传统的基站(比如传统的小型小区)包括射频(RF)单元、数字基带调制解调器单元以及网络处理单元。这样的传统基站实施RF功能和基带处理全部二者。在一些

实现方式中,一个或多个传统基站可以与集中式控制器进行通信。基带功能可以在传统基站与(多个)传统基站的集中式控制器之间进行划分,从而使得集中式控制器仅仅实施基带功能的上层(例如第3层或更高层)处理功能。

[0097] 在一些实现方式中,CU不实施任何RF功能。每一个CU可以包括一个或多个基带调制解调器,每一个基带调制解调器用于实施基带功能的所有各层的功能,其中包括媒体访问控制(MAC)层(第2层)处理和上层(第3层和以上)处理,正如在图28的配置(a)中所示出的那样。举例来说,作为MAC层(第2层)的一部分的实时调度可以由CU的基带调制解调器实施。基带调制解调器还可以实施物理层(第1层)处理。此外,基带调制解调器或CU还可以实施类似于传统基站的其他功能,比如网络处理单元的功能,例如处理互联网协议(IP)数据。

[0098] 在一些实现方式中,实时调度指的是基于CSI(信道状态信息)把用户数据指派到时间和/或频率资源。在下行链路(DL)调度中,CSI由UE提供。在LTE标准中,下行链路CSI可以包括信道质量指标(CQI)、预编码矩阵指标(PMI)或者秩指标(RI)。在上行链路(UL)调度中,CSI由控制器基于接收自UE的传送确定。实时调度是第2层功能并且在CU中实施。在LTE标准中,可以基于由UE传送的信号来确定上行链路CSI,例如探测参考信号(SRS)。由控制器实施的基带调制解调器还可以包括第1层功能,比如下行链路错误控制编码、上行链路错误控制解码、由不同RU接收到的信号的上行链路多天线分集组合、信道估计以及与无线传送或接收有关的其他更高层功能。在一些实现方式中,所有第1层功能被实施在RU中,并且仅有第2层和以上的基带功能被实施在CU中,正如在图28的配置(b)中所示出的那样。在一些实现方式中,第1层功能(“第1层(“部分”)”)被划分在CU与RU之间,正如在图28的配置(c)中所示出的那样。上行链路控制信道接收器功能(比如PUCCH、PRACH和SRS)可以基本上被实施在RU中,上行链路PUSCH接收器功能则可以由CU应对。在CU与RU之间划分的功能在下行链路和上行链路上可以是不同的。在一些实现方式中,基本上所有下行链路第1层功能都可以被实施在RU中,并且大部分上行链路第1层功能可以被实施在CU中,正如在图28的配置(d)中所示出的那样。

[0099] 在一些实现方式中,网络12的CU和RU实施无线网络中的不同功能并且通过以太网28连接,但是还可以利用其他传输网络来实现在本说明书中所描述的各种能力,比如混合光纤-同轴电缆(HFC)有线电视网络、VDSL(甚高比特率数字订户线)网络或者无线网络。CU 22、24可以对于实施在CU中的功能确定在站点10处对于数据/信号传送的处理能力,RU 26a-26i则可以为站点10提供RF/信号覆盖以及针对实施在RU中的功能的处理能力。

[0100] CU 22、24可以包含一个或多个处理器或者在其上执行代码的其他处理设备,以便指示实施特定的网络和基带调制解调器功能。所述处理器可以由集成电路(IC)和其他电气组件形成的硬件。每一个CU 22、24可以包含一个或多个基带调制解调器处理器(例如参见图2A和2B),或者可以被配置成实施一个或多个基带调制解调器的功能。每一个基带调制解调器可以被实施在一个或多个处理器上。当基带调制解调器被实施在多个处理器上时,每一个处理器可以负责处理与所选择的UE群组相关联的信号。在某些情况下,CU可以被配置成不实施RF功能。RU可以由CU控制并且可以由硬件块实施,比如无线电收发器(参见图2A和2B)。

[0101] RU可以具有与之集成的传送天线,或者天线可以处于外部并且通过天线线缆连接到RU。RU也被称作无线电点(RP)或无线电点单元(RPU)。在一些实例中,与CU 22、24相比,运

行在RU上的软件功能可以更少。在一些实现方式中,RU被配置成不实施基带调制解调器功能。在其他实现方式中,RU可以实施一些基带调制解调器功能。例如在LTE标准中,RU可以实施快速傅立叶变换(FFT)和逆FFT(IFFT)功能。在一些实现方式中,RU可以实施附加的下行链路基带调制解调器功能。举例来说,RU可以实施所有或大部分第1层功能。CU和RU中的基带调制解调器可以通过标准的现货产品交换以太网28与一个或多个以太网交换机34、36、38连接,并且在交换机34与交换机36、38之间可能还有一个或多个附加的交换机。在一些实现方式中,站点10处的所有CU和RU通过以太网28彼此连接。其他网络可以被用来把CU连接到RU,其中包括无线链路、CATV网络或者专用的光纤链路。

[0102] 在一些实现方式中,一个或多个RU与给定的CU中的基带调制解调器一起形成物理小区。在图1所示出的实例中,小区44包括由CU 22中的一个或多个基带调制解调器(未示出)控制的RU 26a-26d,并且小区46包括由CU 24中的一个或多个基带调制解调器(未示出)控制的RU 26e-26i。RU 26a-26i可以被部署在站点10的不同位置处,例如不同的房间、楼层、建筑物等等,以便尽可能均匀地提供站点的RF覆盖。每一个CU可以具有一个或多个基带调制解调器,并且可以控制一个或多个小区。在名义上,每一个基带调制解调器可以具有单个LTE扇区的数据传送能力,其在利用本说明书中描述的频率复用技术的情况下可以是相当大的。站点处可用的基带调制解调器的数目以及每一个LTE小区的容量通常决定可以向该站点递送的数据容量。

[0103] 图1的无线网络12可以利用各种空中接口技术来实施。举例来说,可以使用4G LTE。LTE是由作为标准组织的3GPP开发的标准。LTE标准的第一版出现在3GPP第8版(Re1.8)中。随后在第9、10、11和12版中细化了LTE标准。未来还将开发所述标准的更多的几个版本。LTE标准的3GPP第8到11版被使用在这里所描述的示例性无线网络、系统和方法中。但是这里所描述的无线网络以及其他系统和方法可以与LTE标准的任何适当版本一起利用,其中包括频分双工(FDD)和时分双工(TDD)变型,或者与多种其他适当的未来(例如5G)或现有空中接口技术一起利用,比如IEEE 802.11(其更加普遍地被称作Wi-Fi)或IEEE 802.16(其也被称作Wi-Max),或者例如通用移动通信系统(UMTS)之类的3G空中接口。

[0104] 商用LTE网络可以是同步的,从而使得来自各个eNodeB的所有传统的定时相位都与GPS(全球定位系统)时间或UTC(协调世界时)对准。在独立的LTE eNodeB中,GPS/UTC时间由作为eNodeB硬件上的物理组件的GPS接收器提供。在一些实现方式中,CU 22、24的硬件包括物理GPS接收器以便向无线网络12提供定时。在其中CU 22、24远离任何卫星视线(例如位于建筑物内部深处)的部署中,物理GPS接收器(未示出)可以处在CU硬件的外部,并且可以例如通过IEEE1588 PTP(精确时间协议)向CU 22、24递送定时信息。在一些实现方式中,用于无线网络12的定时源是位于运营商的网络(例如网络14、16)中的定时服务器(未示出),其例如利用IEEE1588协议向CU 22、24提供定时。RU 26a-26i在某些情况下不一定包含任何GPS接收器,并且可以从CU或者通过IEEE1588或其他高精度定时协议直接从外部GPS接收器接收定时信息。后面将讨论定时同步。

[0105] 参照图2A,在一种示例性实现方式中,CU 60包括通过以太网68连接到RU 66a-66e的基带(小区)调制解调器62的CU 60。RU 66a-66e属于相同的小区64。RU的位置被选择来提供RF覆盖,这主要取决于RU的传送功率和站点处的RF传播环境。单个基带调制解调器的数据容量可以由处在属于相应小区的RU的覆盖区域内的所有UE共享。将被指派到单个小区的

RU的数目可以基于RU的覆盖区域内的UE的数目、每一个UE的数据容量需求以及单个基带调制解调器的可用数据容量来确定,其中单个基带调制解调器的可用数据容量又取决于该基带调制解调器所支持的各种容量增强特征。

[0106] 在一些实现方式中,在无线网络中,某一站点处的小区的尺寸和形状可以根据通信量需求而变化。在高通信量区域中,可以使得小区小于低通信量区域中的情况。当站点处的通信量需求分布根据日间时或其他因素而变化时,小区的尺寸和形状也可以变化以便适配于这些变化。举例来说,在白天可以向旅馆的大堂区域递送比房间区域更多的容量,而在夜间则可以向房间区域递送比大堂区域更多的容量。

[0107] 在一些实现方式中,RU 66a-66e可以在整个小区64内提供均匀的信号强度而不会引入任何小区边界。当单个基带调制解调器62的容量不足以服务于所述区域时,可以向CU添加附加的调制解调器,或者可以在CU中启用未被使用的调制解调器,以便把现有的小区划分成多个小区。利用多个小区可以递送更多容量。举例来说,如图2B中所示,CU 80包括通过以太网96控制对应小区86、88的调制解调器82、84。每一个小区86、88包括一个或多个RU 90a、90b、92a、92b,以便为UE 94a-94d提供RF覆盖。小区86、88可以由一家移动运营商的订户使用,或者由不同的移动运营商使用。如果需要的话,还可以添加具有更多基带调制解调器的附加CU。可以添加附加的RU以便扩大或改进RF覆盖。

[0108] 除了调制解调器或调制解调器功能之外,在一些实现方式中,CU 80还包含协调单元98,其对调制解调器82、84的传送和接收调度进行全局协调,以便减少或消除小区86、88之间的可能干扰。举例来说,集中式协调允许位于两个小区86、88的重叠边界区段100内的设备94c、94d在没有显著的小区间干扰的情况下进行通信。后面将讨论集中式协调的细节。在一些实现方式中,由于所需小区的数目相对较少,可能在整个建筑物或站点内的多个小区的边界区段中发生的干扰问题的发生频度可以更低。在一些实现方式中,(多个)CU可以针对数目相对较少的小区实施集中式协调,并且避免小区间干扰。在一些实现方式中,协调单元98可以被用作实际下行链路数据的聚合点。这对于在不同小区上被服务的用户之间使用多用户MIMO时可能有助于组合与不同小区相关联的下行链路通信量。协调单元还可以被用作属于相同的基带调制解调器的不同调制解调器处理器之间的通信量的聚合点。

[0109] 除非另行规定,否则后面所提供的实例主要是针对一个小区。但是这里所描述的特征可以很容易被扩展到多个小区。参照图2C,用于图1和2A-2B的无线网络中的示例性RU 200可以具有两个天线202、204以用于传送RF信号。每一个天线202、204可以在一个或多个LTE信道(或载波)上传送RF信号。RU 200及其天线202、204所属的小区具有ID(小区ID)。CU及其RU和天线可以支持分别具有不同的小区ID的多个LTE信道。此外,每一个天线202、204被指派到唯一的第8版小区特定参考信号(CS-RS)逻辑天线端口(端口0、1、2或3),并且可能被指派到唯一的第10版信道状态信息参考信号(CSI-RS)逻辑天线端口(端口15,16,⋯,22)。在该例中,天线202、204也被称作物理天线,逻辑天线端口也被称作虚拟天线端口。在图2C所示出的实例中,天线202被指派到CS-RS逻辑天线端口0和CSI-RS逻辑天线端口15;并且天线204被指派到CS-RS逻辑天线端口1和CSI-RS逻辑天线端口16。逻辑天线端口连同在CU中配置的小区ID和其他参数一起决定天线在第8版下传送的CS-RS(小区特定参考信号)206,或者天线在第10版下传送的CSI-RS(信道状态信息参考信号)208。

[0110] 由天线202、204传送的RF信号载送LTE同步信号PSS/SSS(主要同步信号/次要同步

信号),其包括对应于小区ID的标记。在使用中,空闲的UE监测与小区ID相关联的参考信号,其表示一个小区中的一个LTE信道。所连接的UE可以基于作为在第10版中第一次定义的LTE标准的一项特征的信道聚合在多个LTE信道上发送和接收RF信号。

[0111] RU 200也可以具有多于两个天线,例如四个、六个或八个天线。在一些实现方式中,无线网络(例如如图1的无线网络12)中的所有RU具有相同数目的发送和接收天线。在其他实现方式中,RU具有不同数目的发送或接收天线。

[0112] 前面所描述的无线网络可以在CU中被升级以便例如支持未来的LTE或其他标准,并且有时无需对所部署的RU作出显著的改变(例如任何改变)。在一些实现方式中,当RU同时支持多个频率信道时,可以通过在相同的RU中启用附加的信道来实施针对载波聚合的升级。还可以利用在一个所选载波上操作的RU来实施载波聚合。在这方面,在一些实现方式中,不同的单载波RU可以被配置成操作在不同的载波上。在不同载波上操作的RU不需要位于同一处。例如在图29所示出的简单线性拓扑中,在一个载波(载波A)上操作的RU(RU(A))可以相对于在另一个载波(载波B)上操作的RU(RU(B))具有空间偏移。在某些情况下,这种方法使用两个载波来递送更加一致的覆盖,这是通过使用一个载波来填充另一个载波的覆盖边缘。在更加复杂的二维或三维拓扑中,类似的空间分布式部署可以被用于带来两个或更多载波上的更加均匀的覆盖,并且在某些情况下给出更加一致的用户体验。在某些情况下,当操作在不同的载波上时,UE可以使用不同的上行链路定时提前,正如在LTE第11版中所描述的那样。在使用单个RU或多个RU的载波聚合中,聚合的信道可以处在相同或不同的频带中。同样地,当RU支持对应于LTE标准的TDD(时分双工)版本的频带时,可以通过升级CU并且可能还有RU的软件/固件或者通过添加新的CU在后来添加时分(TD)LTE能力。如果需要Wi-Fi支持,则可以向RU添加Wi-Fi能力。RU中的Wi-Fi收发器可以由相同或不同的控制器管理,并且可以由相同的服务管理器管理,二者都处在站点处或者处在运营商的网络中。在某些情况下,这样的升级可以通过成本有效的方式来实施,例如通过(有时最多)在中心位置处的相对较少数目的CU中作出硬件改变(而不是替换分散在站点处的大量RU)。

[0113] 无线网络部署

[0114] 参照图3,在站点122处部署了示例性无线网络120。一个或多个CU 124被安装在站点122本地的房间126(例如电信机房)中。RU128a-128l被围绕站点122分布。在一些实现方式中,一些RU被安放在墙壁上并且具有集成的天线,一些RU被隐藏在一个或多个柜橱中,并且一些RU被安装在吊顶板材的上方并且通过外部天线线缆附着到安放在墙壁上的天线。

[0115] 在一些实现方式中,RU 128a-128l通过交换以太网130(其包括双绞线和/或光纤线缆)以及一个或多个以太网交换机132连接到CU 124。以太网130的组件可以是可以在市场上买到的标准现货产品装备。在一些实现方式中,以太网130只专用于无线网络。在其他实现方式中,无线网络120与站点122处的其他局域通信量共享以太网130。例如在企业网络中,这样的其他通信量可以包括由可以连接到相同的以太网交换机的企业中的各种组件所生成的本地通信量。通过形成单独的虚拟局域网(VLAN)可以把无线网络通信量与其他通信量分离,并且可以为VLAN指派高优先权QoS(服务质量)以控制等待时间。在图3所示出的实例中,CU 124连接到位于同一处的以太网交换机132(位于相同的房间126中)。在一些实现方式中,连接134使用在光纤或第5/6类双绞线电缆上运行的单个10Gb/s以太网链路,或者在第5/6类双绞线电缆上运行的多个1Gb/s以太网链路。



[0116] 电信机房126附近的那些RU(图3中未示出)可以直接连接到电信机房126中的以太网交换机132。在一些实现方式中,在以太网交换机132与RU 128a-128l之间放置附加的以太网交换机136、138、140,例如放置在RU附近的布线室中。每一个布线室可以包含多于一个以太网交换机(例如交换机136、138、140),并且可以在围绕站点分散的几个布线室或其他房间中放置许多以太网交换机。在一些实现方式中,在RU与其最近的以太网交换机之间(例如在RU 128a与以太网交换机136之间)使用单个第5/6类双绞线电缆。以太网交换机136、138、140可以通过在光纤或第6类双绞线电缆上运行的一个或多个1Gb/s或10Gb/s以太网链路连接到电信机房126中的以太网交换机132。在一些实现方式中,多个虚拟RU被集成到单个物理设备(未示出)中,以便支持多个频率并且可能还支持多家移动运营商。举例来说,RU可以支持多个载波以用于载波聚合,所述载波可以属于不同的频带,并且/或者一些频带可以是无执照的,比如LTE无执照(LTE-U)。

[0117] 小区中的下行链路传送天线映射

[0118] 参照图4A,示例性小区300(其由单个调制解调器或单个CU控制)包含十六个RU 302a-302p。每一个RU的N(整数,例如1、2、4等等)个物理天线可以被映射到如在LTE标准中所定义的一组CS-RS或CSI-RS虚拟天线端口 $0 \cdots N-1$ 。在图4A所示出的实例中,N是2,并且所述映射是按照与图2C中所示出的相同方式进行的。在该示例性实现方式中,小区300中的所有RU 302a-302p在相同的LTE信道上传送相同的小区ID,并且所有天线共享相同的小区ID并且在主要和次要同步信号(PSS/SSS)中广播相同的小区ID。当一个RU服务于多个信道时,不同的信道可以使用相同或不同的小区ID。当UE位于小区300中时,该UE从不同RU的不同物理天线接收相同的逻辑天线端口(例如端口0)的参考信号。RU对UE表现为单个LTE信道上的单个小区的一部分。

[0119] 或者,可以在单个小区内形成分别包含一个或多个RU的多个RU集群。集群中的天线可以被指派到不同的CS-RS或CSI-RS虚拟天线端口,但是可以共享相同的小区ID。举例来说,如图4B中所示,小区320包含分别具有两个天线的16个RU 322a-322p以及分别包含两个RU的八个集群324a-324h。在每一个集群324a-324h内,两个相邻RU的四个物理天线被指派到四个不同的CS-RS虚拟天线端口0、1、2和/或3并且被指派到四个不同的CSI-RS虚拟天线端口15到18。其结果是,具有总共N个(N在图4B中是四)物理天线的集群对用户装备表现为具有N个传送天线端口的单个小区。

[0120] 与图4A中示出的小区配置相比,由用户装备看到的天线端口的数目在图4B中加倍。在某些情况下,图4B的配置可以改进UE的性能,特别当UE处在两个或更多相邻RU的覆盖边界附近时尤其是如此。假设UE具有两个用于接收信号的天线,则在第8版下,UE可以通过4x2单用户MIMO(多输入多输出)与无线网络进行通信。在与LTE标准的第10-12版兼容的系统中,分别具有两个传送天线的多达四个RU可以被用来形成一个八天线集群,并且随后UE可以实施8x2单用户MIMO。具有图4A中所示出的配置的无线网络内的相同UE可以通过2x2单用户MIMO进行通信。对于具有四个或八个接收天线的UE,在某些情况下可以实施更高级的MIMO通信,例如4x4、8x8。

[0121] 除了(在某些实例中)当空间多路复用中的层数增加时,例如从2(图4A)增加到4(图4B),增加在MIMO通信中所涉及的物理传送天线的数目(例如使用图4B的配置)可能不会显著增加处理复杂度。虽然正如前面所解释的那样示出并且讨论了包括两个RU的集群,但

是一个集群可以包括其他数目的RU,并且小区320可以包括具有不同尺寸的集群。

[0122] 在一些实现方式中,CU使用卷绕(wrap-around)结构把物理天线指派到逻辑(或虚拟)天线端口,从而使得UE可以在小区320的覆盖内的任何位置从尽可能多的逻辑天线端口进行接收。这种卷绕结构可以允许单用户闭环MIMO在小区320内部的较大覆盖区域上无缝地操作。

[0123] 后面将描述关于如何可以在这里所描述的示例性系统中使用CSI-RS(信道状态信息参考信号)的实例。在LTE中,CSI-RS是从1、2、4或8个虚拟天线端口(或者简单地是天线端口)在特定RE(资源单元)和子帧上传送的“特定于小区”的伪随机参考信号。在一些实现方式中,对于2、4或8个天线端口,CSI-RS对于每个RB(资源块)分别使用2、4或8项RE(资源),并且在每一个RB中的整个传送频带上每P个子帧被周期性地传送一次。在一些实例中,CSI-RS周期P的范围可以是5到80个子帧。CSI-RS虚拟天线端口与物理天线之间的映射可以是一对一或一对多映射。

[0124] 在一些实例中,CSI-RS仅被UE用于报告CSI。多个CSI-RS可以在单个小区或者甚至相同的RU中共存。在一些实现方式中,每一个CSI-RS由以下各项定义:a) CSI-RS身份;b) 天线端口的数目;c) 表明CSI-RS资源在资源网格上的位置的CSI-RS配置索引;以及d) 子帧周期和相对偏移量。相同小区中的不同CSI-RS可以使用不同数目的天线端口、不同的周期、不同的CSI-RS配置索引以及天线端口与物理天线之间的不同映射。与CS-RS一样,UE将假设所有CSI-RS天线端口都位于同一处。这意味着在具有多于两个或者通常更多的天线端口的CSI-RS系统中,当CSI-RS天线端口没有全部被映射到相同RU的物理天线时,UE在报告CSI时将不会考虑到天线端口之间的平均路径损耗或多普勒频散中的差异。

[0125] 在一些实现方式中,CSI-RS(信道状态信息参考信号)通常(例如永远)不会由eNodeB广告。相反,在这样的实现方式中,活跃的UE在连接设立期间被单独配置,其中将监测一个或多个CSI-RS。在一些实现方式中,不同的UE可以监测相同或不同的CSI-RS。这些不同的CSI-RS可以具有不同数目的天线端口、不同的子帧周期或偏移量等等。单个物理天线可以传送多个不同的CSI-RS,尽管这样的CSI-RS在某些情况下可能需要被正确地配置以防止干扰。

[0126] 在一些实现方式中,如在这里所描述的系统中实施的CSI-RS的同时联播(simulcasting)使用被成对映射到RU上的物理天线的两个天线端口,正如图4A中所示出的那样。在这样的两天线端口CSI-RS中(其在这里被称作CSI\_2),两个CSI-RS天线端口15和16被映射到RU上的物理天线。在该例中,每一个RU将按照同时联播方式传送完全相同的两天线端口CSI-RS。在另一个四天线端口CSI-RS中(其在这里被称作CSI\_4),四个天线端口{15, 16}和{17, 18}按照交替方式被映射到各个RP对上的物理天线,正如图4B中所示出的那样。在该例中,每一个RU对将按照同时联播方式从在站点处重复的四个物理天线传送相同的CSI-RS,但是来自不同天线端口的传送并不全都位于同一处。UE将不会考虑到不同天线端口{15, 16}和{17, 18}之间的平均路径增益、多普勒频散等方面的差异。在分布式SU-MIMO(单用户多输入多输出)中,可以在CU和/或UE接收器中补偿增益不平衡。这里所描述的示例性系统中的CU中的增益补偿可以是基于上行链路上的平均路径损耗测量。类似地,可以对于八天线端口资源创建二维样式,其在这里被称作CSI\_8。

[0127] 在其中不同RP传送不同CSI-RS的多RP CSI-RS配置中,把RU或RU物理天线指派到

CSI-RS资源的示例性处理可以被人工实施,或者可以是基于RU处的上行链路UE传送(例如SRS传送)的测量。CU可以使用这些UL测量来确定哪些RU是(RU拓扑中的)邻居RU,并且例如把这些RU指派到相同的CSI-RS集群。或者在一些实例中,可以基于由RU提供的无线电环境监测作出所述指派。REM(无线电接入地图或无线电环境地图)允许RU测量RU之间的路径增益,并且所得到的信息可以被用于把RU或RU物理天线指派到CSI-RS虚拟天线端口。在图30中所示出的流程图中示出了用于自动CSI-RS配置的示例性处理3000。根据处理3000,CU基于用户装备(UE)传送(比如LTE SRS)识别(3001)一个或多个相邻RU。CU形成(3002)RU的集群,并且把集群中的RU天线指派到CSI-RS虚拟端口。CU还在考虑到上行链路上的UE传送的情况下确定(3003)对应于所有RU的CSI-RS配置,随后RU开始根据所定义的配置进行传送。UE被配置成(3004)基于其中一个或多个CSI-RS来报告CSI。

[0128] 在前面的实例中,存在具有2、4或8个天线端口的单个CSI-RS,所述天线端口(在该例中)对应于1、2或4个RU上的物理天线,并且按照同时联播方式在整个站点处被复用。在一些实现方式中,一旦对于这些CSI-RS的其中之一配置了UE,则当UE在某一站点处漫游时就应当不需要对其进行重新配置。

[0129] 在LTE标准的第11版的TM10(传送模式10)中,UE可以报告多项CSI。在这里所描述的示例性系统中,后面所描述的CSI配置被设计成利用这种能力。考虑如在图31的实例中示出的群集CSI-RS分配。在该例中,不同的RU集群15-16传送不同的CSI-RS。具体来说,最左侧的2个RU 3101被指派到2天线CSI-RS CSI-2.0 3102,接下来的(中间)2个RU 3103被指派到2天线端口CSI-RS 2.1 3104,后面以此类推。在该例中,给定的CSI-RS中的所有天线端口都位于同一处。在这种CSI配置中,当UE跨越特定集群边界时,CSI重新配置变为必要。

[0130] 在群集配置中,在一些实现方式中,为了避免CSI-RS与PDSCH之间的干扰,可以在对应于邻居集群的CSI-RS的RE上传送零功率CSI-RS。在某些情况下,可能还有必要利用这些零功率CSI-RS对UE进行配置。这样就向UE通知其不应当在该处预期PDSCH的RE的位置。对于由远处的CSI集群传送的CSI配置可能不需要这样的零CSI配置。

[0131] 具有多个RU的单个小区中的开环功率控制

[0132] 在LTE标准中,UE基于DL路径损耗估计UL路径损耗。这被称作开环功率控制(OLPC),并且被用来设定UE在用于连接建立的随机接入中的初始传送功率。从所测量的RSRP(接收信号参考功率)和由eNodeB广告的已知CS-RS传送功率估计DL路径损耗。在一些实例中,有时必须从不同的RU以不同的功率水平传送CS-RS。由于eNodeB仅仅广告对应于CS-RS的一个值,并且由于UE没有能力区分来自不同RU的CS-RS传送,因此对于更加准确的开环功率控制可以使用一种替换的方法。在LTE标准的未来版本中,这可以利用例如CSI-RS之类的灵活信号实现,其中不同的RU或者至少不同的RU集群可以传送唯一可区分的CSI-RS参考信号。为了防止CSI-RS与PDSCH传送之间的干扰,零功率CSI-RS传送还可以被使用在相邻的RU或RU集群中。随后可以广告每一个CSI-RS的传送功率水平和配置。可以广告附加的功率偏移量以便解决可能的上行链路组合。UE将对于所有广告的CSI-RS资源测量接收功率水平,选择强度最高的CSI-RS或者强度最高的几个CSI-RS,并且相应地确定其自身的用于PRACH的UL传送功率水平。

[0133] 下行链路同时联播和协调传送

[0134] 再次参照图4A和4B,在该例中,被指派到相同的逻辑(或虚拟)天线端口的所有天

线按照时间同步的方式传送相同的参考信号(CS-RS或CSI-RS)。在一些实例中,所述指派可以通过宏分集减少阴影衰落的效应。所述指派还可以向每一个UE呈现多径信道(未示出)。UE可以基于其接收自小区中的所有传送天线端口的CS-RS或CSI-RS参考信号报告单一CSI反馈(其中包括CQI(信道质量指标)和PMI/RI(预编码矩阵指标/秩指标))。当不同RU的物理天线正在传送相同的参考信号时,在某些情况下,UE可以经历更加丰富的散射以及更加MIMO友好的类Rayleigh信道,而不会有来自相同小区中的其他传送天线的显著干扰。此外,UE仅仅看到一个物理小区,因此当UE处在属于相同物理小区的多个RU的覆盖区域中时不需要任何交递。

[0135] 在示例性小区300或示例性小区320中使用单个广播信道PBCH(物理广播信道)。小区300、320还实施用于在PDCCH(物理下行链路控制信道)、PHICH(物理混合ARQ(自动重复请求)指标信道)和PCFICH(物理控制格式指示信道)上传送信号的单个下行链路控制区段。比如在PDSCH(物理下行链路共享信道)上传送的寻呼信道PCCH(寻呼控制信道)之类的其他共同逻辑信道也可以被共享。

[0136] 正如前面所讨论的那样,在一个实例中,被指派到相同的逻辑或虚拟天线端口(比如第8版CS-RS逻辑天线端口和第10版CSI-RS逻辑天线端口)的所有物理天线传送相同的控制信号和参考信号。在图4B所示出的实例中,所有PDCCH/PHICH/PCFICH传送都使用4天线(传送)分集,并且来自被指派到相同逻辑天线端口的这些天线的所有传送都是完全相同的。小区320内的UE把来自被指派到相同天线端口的这些天线的传送感知成所述传送仿佛是通过多径信道从单个天线递送的。

[0137] 此外,在一些实现方式中,第11版中的能力可以被用来改进具有许多RU的大型小区(比如小区300、320)内部的下行链路MIMO操作。在第11版中,在单个小区内部可以使用多项非零CSI-RS资源。作为一个实例,参照图4C,小区400的每一个RU 402a-402p(或者RU的集群)被指派到具有不同CSI加扰ID 404a-404p的不同CSI-RS资源。具有不同CSI加扰ID的每一个RU(或RU集群)仿佛作为虚拟小区操作,尽管其与相同小区中的其他RU共享相同的物理小区ID。小区400中的多项CSI-RS资源(和加扰ID)由UE监测。在一些实现方式中,UE可以由无线电网络的CU(未示出,例如图1的CU 22、24)配置,以便对多项CSI-RS资源实施监测。

[0138] 小区400中的UE(未示出)针对该UE监测其传送的多个RU向无线电网络的CU发送多份CSI报告。CU从每一份CSI报告中获得对应的(多个)RU的CQI,并且使用CQI确定来自该RU的信号强度。CU可以使用所述多份CQI报告连同接收自UE的多份PMI/RI(预编码矩阵指标/秩指标)报告一起来确定预编码器系数。此外,第11版支持基于UE的准确干扰测量的增强CQI报告。第11版还包括E-PDCCH(增强物理下行链路控制信道),其可以被用来增加小区400中的控制信道容量。比如前面所描述的第11版的特征可以被用来增强这里所描述的功能。

[0139] 在其中无线网络支持多个小区的一些实现方式中,可以协调不同小区中的下行链路传送以便减少干扰。可以使用例如后面所描述的硬/软频率复用(HFR/SFR)或第11版协调多点(CoMP)之类的技术实现协调。

[0140] LTE无执照

[0141] 在一些实现方式中,可以使用有执照和无执照频带(或者简称作“频带”)上的载波聚合。这样的系统的一个实例是LTE无执照(LTE-U)。在LTE-U中,存在操作于运营商的有执

照频带上的主要载波以及操作在无执照频带上的一个或多个次要载波,比如5GHz ISM频带。在一些实现方式中,主要载波被用来应对UE移动性以及针对UE的所有无线电资源管理。在一些实现方式中,每一个RU同时支持有执照和无执照载波。在一些实现方式中,LTE-U仅仅被实施在下行链路中。在一些实现方式中,多个RU可以在相同的主要载波上传送相同的物理小区ID,并且在主要载波上向UE呈现单个小区,从而避免切换。但是相同的RU也可以操作在无执照频带上的一个或多个附加的次要载波上。操作在附加的次要载波上的RU可以在这些次要载波上传送不同的物理小区ID。在这种情况下,UE可以被配置成基于这些次要载波上的RSRP和RSRQ(参考信号接收质量)测量发送测量报告。这样的测量报告可以由控制器使用于协调调度。在一些实现方式中,单个控制器可以管理有执照和无执照载波全部二者。在有执照和无执照载波上可以使用不同的功能划分。例如在上行链路上,可以在无执照频带上的RU中实施所有第1层处理,并且/或者可以在CU中实施至少一些第1层处理。在下行链路(DL)上,RU可以实施一部分或全部第1层处理。

[0142] 上行链路分集接收

[0143] 正由具有多个远程单元的小区服务的UE的上行链路传送可以由这些RU中的所有RX(接收)天线接收。当UE处于两个或更多RU的覆盖边界附近时,其传送可以由这些RU的RX(接收)天线接收。在这种情况下,通过在由多个RU接收到的信号上实施分集组合(例如控制器中的最大比率组合(MRC)、干扰抑制组合(IRC)或者连续干扰抵消(SIC))可以改进上行链路性能。通过由多个RU向控制器发送所接收到的IQ数据,可以实现多天线/多RU组合。

[0144] 当在无线网络中存在两个或更多小区时,正由第一小区服务的UE的上行链路传送可以由属于其他小区的一个或多个RU的RX天线接收。在这种情况下,通过在由多个RU接收到的信号上实施分集组合(例如MRC、IRC或SIC)也可以改进上行链路性能,其中包括属于不同小区的RU。

[0145] 可能存在用于实施前面描述的上行链路组合功能的不同选项。举例来说,上行链路组合可以完全在CU中实施。在该例中,RU向CU转发至少一些已压缩IQ数据,并且CU实施(多项)组合操作(例如执行指令以实施组合)。或者RU可以完全地或部分地解码通过其自身的RX(接收)天线所接收到的信号,并且把已解码数据和/或特定的软判定量度(例如质量量度)发送到CU,在该处可以实施最终的组合。

[0146] 虚拟小区划分

[0147] 通过小区划分处理可以增加无线网络中的容量。在一个示例性处理中,单个小区中的RU被划分在两个小区之间,从而增加了站点处的容量。两个小区可以给出多达两倍的容量,这是因为两个UE可以在相同的时间-频率资源上在两个不同的小区中被服务。

[0148] 或者,通过使用虚拟小区划分可以增加单个小区的容量。如前面所讨论的分别包含多个RU的小区可以被虚拟地划分,这是通过允许多个UE使用相同的频率-时间资源同时进行传送,其中或者利用多用户MIMO(这是针对LTE标准中所支持的多个UE的单用户MIMO的扩展)或者利用RF隔离。与真实小区划分不同,在一些实现方式中,虚拟小区划分不会影响参考信号或共同控制信道。通过允许多个UE使用相同的时间频率资源传送或接收数据,虚拟小区划分可以增加小区容量。

[0149] 下行链路虚拟小区划分

[0150] 多用户MIMO

[0151] 在一些实例中,利用多用户MIMO实施虚拟小区划分,所述多用户MIMO被用来在相同的时间-频率资源上向多个UE发送数据。所述多个UE可以在相同的时间-频率资源上被服务,即使当这些UE从相同的天线接收强RF信号时也是如此。

[0152] 在多用户MIMO中,将独有的预编码器权重集合应用于以每一个UE为目的地的调制符号,以便防止被共同调度的UE之间的干扰。举例来说,当每一个UE具有单个天线时,对于每一个UE形成单独地一般化的波束。当每一个UE具有多个天线时,除了在相同的时间-频率资源上服务于多个UE之外,CU和RU可以对每一个UE提供空间多路复用(例如发送多层调制符号)。

[0153] 多用户MIMO可以与图4A和4B中示出的天线映射方案一起使用。例如在图4A的天线映射方案中,两个UE可以在相同的时间-频率资源上由一个或多个RU服务。对应于小区300的CU在对应于两个UE的最强RF路径的方向上形成两个波束,而不会在两个UE之间导致显著的干扰。

[0154] 在第8版中,多用户MIMO在下行链路传送模式5中得到支持。具有单个天线的每一个UE向CU报告从一个4条目预编码代码本当中选择的 $2 \times 1$ 预编码矢量,以及基于利用所选择的预编码矢量形成的单用户波束的相关联的CQI。当由两个UE选择的预编码矢量彼此正交时,CU可以在相同的时间-频率资源上调度两个UE,其中对于每一个UE使用可用传送能量的一半。

[0155] 对于不具有用户间干扰抵消能力的两个UE,当每一个UE以大约相同的强度接收到来自一个RU的全部两个天线的下行链路信号时,并且当两个UE的所选择的预编码矢量彼此正交时,利用图4A的天线映射技术的多用户MIMO可能不会引入显著的干扰。

[0156] 还可以利用先进的UE来实施多用户MIMO,其中所述UE能够使用关于来自被共同调度的UE的干扰信号的调制结构的知识来减少干扰。在一些实现方式中,具有两个或更多天线的UE可以使用空间滤波消除部分干扰。

[0157] 在第9或10版的传送模式(“TM”)8或9中,可以利用DM-RS(解调参考信号)实施多用户MIMO,其可以允许CU使用任何适当的预编码器而不受限于在所述标准中定义在所谓的代码本中的那些预编码器。通过从预定的代码本当中选择预编码器连同信道质量指示(CQI),UE隐含地向CU报告CSI。在一些实现方式中,UE利用可以支持多达8个天线端口的CSI-RS参考信号来确定CSI。在一个实例中,从被指派到相同的CSI-RS逻辑天线端口的RU的所有物理天线传送相同的CSI-RS信号,并且UE对于每一个(物理)小区仅报告一项CSI(例如CQI/PMI/RI)。在传送模式9中,CU可以在相同的时间-频率资源上调度多达4个UE,其中每个UE有多达2层并且每个RB(资源块)有多达4层。CU对于每个RB在12个RE(资源单元)上传送DM-RS(解调参考信号),并且对于在相同的资源上被共同调度的所有UE使用所述12个RE。基于DM-RS的传送可以提供调度方面的灵活性和简化。

[0158] 在一些实现方式中,当CU知道信道系数时,CU为UE选择预编码矢量,以便为每一个UE提供最大SINR(信干噪比)而不会使得UE经历显著的干扰。正如前面所讨论的那样,由UE提供的干扰抑制能力可以进一步促进可靠的多用户MIMO。

[0159] 第11版支持在单个物理小区内部使用多个CSI-RS信号,并且允许UE对于每个物理小区发送多于一份CQI/PMI/RI报告。这样可以改进多用户MIMO的性能。例如在第11版中,每一个RU(或每一组RU)可以被指派到与被指派到小区中(或者至少是小区的某一部分中)的

其他RU的那些CSI-RS参考信号不同的CSI-RS参考信号。每一个UE被请求对于小区中的多个RU单独地报告多份CSI。与从单一报告获得的信息相比,从多份报告获得的CQI/PMI/RI信息可以更加准确。基于准确的信息,CU能够以更高的精度确定多用户MIMO中的预编码矢量并且减少用户间干扰。在一些实现方式中,CU利用可以在小区中获得的CSI-RS资源的所选CSI-RS集合(例如但是不一定是整个集合)对每一个UE进行配置,从而使得UE不必对于小区中的所有CSI-RS资源都发送CSI报告。

#### [0160] RF隔离

[0161] 还可以基于小区中的各个UE之间的RF隔离实现小区中的虚拟小区划分。利用RF隔离的虚拟小区划分与基于多用户MIMO的虚拟小区划分的不同之处在于,来自一个RU的传送不是利用表示对应于多个UE的数据的符号上的联合预编码操作生成的。在某些情况下,来自一个RU的传送表示一个UE的数据。在一些实现方式中,来自一个RU的传送可以表示来自多个UE的数据,例如UE1、UE2和UE3,但是随后这样的传送不是利用表示来自所有UE(UE1、UE2和UE3)的数据的符号上的联合预编码操作生成的。

[0162] 在一些实现方式中,通过其覆盖区域没有显著覆盖的RU或天线在相同的时间-频率资源上为多个UE同时服务。对于第一UE,取代在被指派到相同的虚拟天线端口的所有物理天线上同时联播相同的PDSCH信号,仅有一些RU和物理天线被允许向第一UE传送信号。从其他RU和物理天线到第一UE的传送被清除(purge)。没有在向第一UE进行传送的其中一个或多个RU可以替换地在相同的时间-频率资源上向第二UE进行传送。当第二UE以相对较低(例如非常低)的水平接收到来自服务于第一UE的RU的物理天线的传送时,并且同样地当第一UE以相对较低(例如非常低)的水平接收到来自服务于第二UE的RU的物理天线的传送时,不会发生显著的干扰,并且即使当UE不具有任何干扰抑制能力时也是如此。这可能是由于其空间分离而造成的。

[0163] 当UE被配置成用于支持DM-RS参考信号的传送模式时,类似于PDSCH信号传送DM-RS。举例来说,对应于第一UE的DM-RS参考信号可以仅从服务于第一UE的RU的天线被传送。在第10版中,多用户MIMO可以被用来向两个或更多UE发送多达四层。在一些实现方式中,可能需要实施附加的操作以减少或避免UE之间的干扰。在图5A所示出的实例中,基于具有每个UE多达两层的RF隔离,单个小区500中的不同位置处的两个UE 502、506在相同的时间-频率资源上被共同调度。小区500包括12个RU 506a-506l,每一个RU分别具有两个物理天线并且在虚拟天线端口15和16上传送CSI-RS。为了在给定的子帧中服务于空间上远离的两个UE,单个小区500被虚拟地划分形成三个虚拟小区508a、508b、508c。虚拟小区508a中的RU 506a、506b、506g、506h服务于用户装备502。虚拟小区508c中的RU 506e、506f、506k、506l服务于用户装备506。虚拟小区508b中的RU 506c、506d、506i、506j不服务于任何UE,以避免导致对于UE 502和506的干扰。在单个小区500中共同调度的总层数是四。前面所描述的虚拟小区不像物理小区那样是静态的。虚拟小区可以从一个子帧到下一个子帧并且在各个资源块上动态地变化。在一些实现方式中,所述动态变化仅适用于共享数据信道PDSCH。举例来说,在一个子帧中可能没有虚拟小区划分,而在另一个子帧中,在不同的两组资源块中可以应用两种不同的虚拟小区划分。在一些实现方式中,一个虚拟小区可以具有单个RU而没有同时联播。虚拟小区表示系统在相同的时间-频率资源上服务于相同小区中的多个UE的能力。

[0164] 相同的虚拟小区内的RU传送例如从四个可用端口/加扰索引 {7.0,7.1,8.0,8.1} 当中选择的相同的DM-RS参考信号。位置彼此邻近(或者彼此靠近而不直接彼此接界)的虚拟小区(比如虚拟小区508a、508b和虚拟小区508b、508c)可以使用不同的DM-RS端口号。相对远离的那些虚拟小区(例如虚拟小区508a、508c)可以基于RF隔离复用相同的DM-RS参考信号。在这样的实现方式中,在没有虚拟小区之间的显著干扰的情况下实施UE与无线网络之间的信号传送。

[0165] 在一些实现方式中,可以使用利用LTE第11版传送模式10的CSI-RS配置。如前所述,这些CSI-RS配置被设计成利用来自UE的多份CSI报告。

[0166] 在一些实现方式中,CU基于由UE报告的CQI值(其由UE从CS-RS或CSI-RS信号确定)对于每一个共同调度的UE选择MCS(调制和编码方案)。所述CS-RS或CSI-RS信号由物理小区中的所有物理天线同时传送,其中包括有时可能不在共享数据信道PDSCH上进行传送的一些天线。当以足够高的强度被接收到时,从UE附近的物理天线传送的CS-RS或CSI-RS信号被UE视为多个传送路径,或者RF多径。在一些实现方式中,UE可以基于多径预测出比UE在具有更少多径的PDSCH上进行接收时所将经历的实际CQI更高(或更低)的CQI。在这样的实现方式中,LTE标准中的HARQ(混合自动重复请求)能力可以提供动态可适配性,以便减少由于预测CQI与实际CQI之间的失配而导致的效应。在一些实现方式中,当实际信道条件比通过CQI预测的条件更差时,CU以递增的冗余度传送数据或信号,以便实现信道所能支持的最大数据速率。在使用传送模式9或10的实现方式中,CSI-RS配置可以被选择来促进UE的干扰测量,并且在某些模式中,可以使用多种CSI-RS配置以使得UE在不同的干扰条件下报告CSI。CU中的实时调度器可以使用这样的报告来选择MCS,其中考虑到相同的时间-频率资源上的其他虚拟小区中的其他传送。

#### [0167] 资源块复用

[0168] 在每一个小区中,RU在每一个例如1毫秒的传送时间间隔(TTI)处向不同的UE传送数据(例如用户数据或控制数据)。在图21A中示出了对应于LTE传送的示例性时间-频率资源网格2100,其中垂直轴表示频率,水平轴表示时间。在每一个1毫秒的TTI处发送新的资源网格。后面的讨论仅把1毫秒用作一个实例,并且可以被推广到任何其他TTI。在一些实现方式中,每一个资源块通常在不同于其他资源块的频率的一个邻接频率集合处被传送。其结果是,在一些实现方式中,每一个资源块可以服务于一个UE,而没有来自相同资源块上的去到其他UE的传送的干扰。但是小区的容量可能受限于资源网格2100的尺寸,其在10MHz LTE中包括50个资源块2102。

[0169] 如前所述,通过在相同的资源块上向多个UE进行传送,可以增加小区的容量。利用相同的资源块服务的不同UE可以被视为属于不同的虚拟小区。其结果是,在给定的TTI处,需要在特定RB上从一个小区的RU接收数据的UE被分组到多个虚拟小区中。在一些实现方式中,不同虚拟小区中的UE可以在相同的资源块上被服务,比如图21A的资源网格2100中的资源块2102,并且在其间没有显著的干扰。在图21B所示出的实例中,不同虚拟小区中的两个UE在相同的TTI中使用相同的资源网格的两个虚拟复制品2100a、2100b中的资源块2102a和2102b。在一些实现方式中,一个资源块处的每一个虚拟小区具有指派到该资源块的一个UE。一个物理小区中的UE可以被分组到一个资源块中的多于两个虚拟小区中,从而使得多于两个UE可以共享相同的资源块。通过使用虚拟小区或者等效地对于多个UE复用相同的资



源块,可以增加小区的容量。相同资源块上的不同虚拟小区中的UE可以在其间具有低干扰的情况下被服务,并且可以按照可伸缩的方式在相同资源块上的不同虚拟小区中动态地调度多个UE,例如两个虚拟小区、三个虚拟小区等等。通常在一个小区中,需要在给定的TTI中进行数据传送的UE的数目可以是50、60个或更多,例如100到200个。

[0170] 在一些实现方式中,对于每一个TTI中的数据传送,小区的控制器中的调度器(例如实时调度器)被配置成(1)选择将被指派到相同的资源块的UE。在实施所述选择和指派时可以使相同频率资源上的去到不同UE的数据传送彼此尽可能少地发生干扰。调度器还被配置成(2)基于UE的指派选择传送策略。举例来说,调度器确定哪一个(哪些)RU服务于哪些UE。此外,调度器被配置成选择对应于去到每一个被调度的UE的数据传送的数据速率。换句话说,调度器确定可以在为每一个UE指派的资源块中向该UE发送的比特数。通常在LTE中,去到UE的数据速率取决于UE正在经历的SINR。

[0171] 当集中式调度器(例如运行在一个或多个CU中的一个或多个计算机程序)正在多个物理小区当中调度用户时,存在类似的协调调度。当在协调集中式调度器中、在所述调度器处或者通过所述调度器在多个物理小区当中调度用户时,还可以利用后面描述的示例性处理。

[0172] UE指派

[0173] 为了实施前面的任务(1),在每一个TTI处,调度器使用对应于每一个活跃UE的签名矢量。在一些实现方式中,小区中的所有RU都被指示侦听小区中的每一个活跃UE的传送,以便确定上行链路平均路径增益 $p_{kj}$ ,其中j表示小区中的第j个RU,k表示第k个活跃UE。在LTE标准中,这样的上行链路测量可以是基于SRS、PRACH或者甚至其他UL(上行链路)传送(比如PUCCH或PUSCH)。一般来说,上行链路上的UE与RU之间的路径增益 $p_{kj}$ 基本上等于下行链路上的相同的RU与UE之间的路径增益。第k个活跃UE的签名矢量可以被表达成:

$$[0174] \quad p_k = (p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kJ})^T$$

[0175] 其中,J是小区中的RU的总数。

[0176] 给定具有签名矢量 $p_k$ 和 $p_l$ 的两个UE,可以基于由两个UE看到的总干扰I估计其中两个UE被指派到相同资源块的成对复用的质量:

$$[0177] \quad I(p_k, p_l) = 1^T m(p_k, p_l)$$

[0178] 其中, $1^T = (1, 1, \dots, 1)$ ,并且 $m(p_k, p_l) = [\min(p_{k1}, p_{l1}), \min(p_{k2}, p_{l2}), \dots, \min(p_{kJ}, p_{lJ})]$ 。这里所使用的“复用”包括而不仅限于利用相同的资源(例如频率)在单个小区内进行通信的该小区中的两个设备。“复用”设备可以是远程单元(RU)、用户装备(UE)(例如移动设备)或者任何其他适当的设备。

[0179] 通过使用活跃UE的签名矢量,可以在小区内创建RF区块。每一个RF区块表示其中UE具有类似签名矢量的物理区块,从而使得如果这些UE在相同的资源块上被服务,则这些UE之间的干扰将超出预定的阈值。在一些实现方式中,每一个活跃UE属于一个并且仅仅一个RF区块。不同RF区块中的UE可以被指派成利用相同的资源块来服务。将要创建的RF区块的总数可以是预先确定的(例如基于预测的需求),或者基于实时需求动态地确定。例如对于一个小区可以有J乘n个RF区块,其中n是正整数,并且J是RU的数目。在一些实现方式中,每一个RF区块的面积小于由单个RU提供的总的覆盖。例如当一个小区具有16个RU时,可以有128个RF区块。

[0180] 在一些实现方式中,小区的RF区块被离线确定。可以按照计算高效的方式实时地实施活跃UE到预定RF区块的指派。对于预定数目的RF区块,每一个区块由分别通过单个签名矢量标识的区块签名矢量标识:

$$[0181] \quad Z_m = (Z_{m1}, Z_{m2}, \dots, Z_{mJ})$$

[0182] 其中, $m$ 表示第 $m$ 个RF区块, $J$ 是小区中的RU的总数。RF区块的签名矢量可以通过数学方式被表示成可能属于该RF区块的所有UE的所有签名的形心(centroid)。RF区块及其签名矢量取决于小区中的RU的数目 $J$ 。对于 $J$ 的给定值,预定的RF区块可以被保持固定(固定RF区块)。在一些实现方式中,可以基于在给定的部署下遇到的实际UE签名矢量在活跃使用期间修改RF区块(自适应RF区块)。

[0183] 基于一条或多条标准将活跃UE实时分组到不同的RF区块中。举例来说,UE可以被分组到在UE和RF区块的签名矢量之间具有最短欧氏距离的RF区块中。在一些实现方式中,控制器中的定位模块跟踪对应于每一个RRC(无线电资源控制)连接的UE的RF区块。相同的RF区块中的UE具有在各个UE之间并且在每一个UE与RF区块的签名矢量之间产生相对较大的干扰量度(例如大于一定阈值)的签名矢量。

[0184] 不同RF区块中的UE可以基于其对应的RF区块的签名矢量被指派到相同的资源块。换句话说,通过对不同的RF区块进行分组来确定被指派到相同资源块的UE。每一种区块分组可以与相应的复用量度相关联,比如传送速率中的改进。一般来说,处在彼此“附近”的RF区块不是复用伙伴关系的良好候选。基于复用量度,可以离线确定作为良好的复用候选的各组RF区块。对于许多层级的复用实施这一区块分组。例如对于复用层级2,按照复用量度的降序创建所有可允许的区块配对的有序列表。或者,除了排序之外还可以利用复用量度对每一个配对加标签。类似地对于复用层级3,按照降序计算并且列出所有可用的区块三元组,其中具有或者不具有相关联的复用量度。组织RF区块分组表的其他方法也是可能的,比如分级排序。图23示出了这样的区块分组的一个实例。图23的分组表具有树状结构,对其进行遍历以便识别出将在单个小区内的相同频率上进行通信而不会导致显著干扰的UE。

[0185] 随后可以基于UE所属的RF区块作出把UE指派到相同资源块的决策。UE在RF区块内的位置不需要影响UE到资源块的指派。

[0186] 在图22中示出了用于对预定RF区块进行离线分组的示例性处理2200。首先选择(2202) RF区块 $x$ 。RF区块 $x$ 对应于第一RF区块。接下来考虑(2204)把 $M_1$ 个候选“可配对”RF区块指派到相同的资源块。 $M_1$ 可以是 $1, 2, \dots$ ,直到 $M-1$ ,其中 $M$ 是RF区块的总数。首先选择具有低干扰(例如小于指定干扰)的最佳候选RF区块。随后考虑(2206)对于RF区块 $x$ 具有低干扰的附加RF区块。如果没有找到可配对RF区块,则处理2200结束(2210)。如果找到可配对RF区块,则对于3方分组(2208)考虑附加的 $M_2$ 个候选RF区块,并且确定(2212)其是否可以与先前选择的RF区块分组在一起。如果不可以的话,则处理2200结束(2210)。如果可以的话,则所述处理对于4方分组继续选择步骤2208,其中 $i$ 的值递增1。在前面的规程中,所述处理每次进展一步,从而在流程图中的每一项操作处作出最终RF区块选择。或者,所述处理可以在每一项操作处考虑针对RF区块的多种假设,并且在检查了多项操作上的所有假设之后作出最终选择。

[0187] 在一些实现方式中,控制器(或者由所述一个或多个控制器实施的调度器)在每一个TTI中把UE实时指派到不同的资源块中。基于量化签名矢量(QSV)将UE指派到资源块。例

如在每一个TTI的开头,控制器使用对应于每一个所连接的UE  $k$  的签名矢量的量化版本  $p_k = (p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kj})^T$ 。前面描述了对于签名矢量的计算。在一些实现方式中,量化签名矢量  $p_k$  可以基于预定路径增益阈值  $p_{\text{threshold}}$  来确定,该阈值是不大于1的正整数。

[0188] 举例来说,控制器通过把小于  $p_{\text{threshold}}$  乘以  $p_{k_{\text{max}}}$  的所有  $p_{ki}$  设定成0并且把等于或大于  $p_{\text{threshold}}$  乘以  $p_{k_{\text{max}}}$  的所有  $p_{ki}$  设定成1来量化签名矢量。在该例中,  $p_{k_{\text{max}}}$  是UE的路径增益矢量中的最大路径增益,其通常是去到最近的RU的路径增益。

[0189] 在一些实现方式中,把UE指派到资源块并且在相同的资源块上服务于特定UE的目标是提供容量与公平性之间的美好折中并且改进小区内的不均匀的用户体验,同时具有相对较低(例如最小)的容量减少。通常来说,不具有其他1的量化签名矢量中的单个1表明从相对于其他RU的最近的RU接收到强信号。“1”表明针对所述UE的优选,或者某一UE需要从相应的RU接收其数据(而不是另一个UE的干扰数据)。签名矢量中的多个1可以表明UE从相应的多个RU接收到相对较强的信号,因此将优选地从这些RU接收其自身的数据而不是干扰数据。UE有可能处在两个RU之间,并且优选地从全部两个RU接收信号。签名矢量中的“0”表明UE从相应的RU接收到相对较弱的信号,因此可以容忍从该RU接收正被发送到另一个UE的干扰数据。

[0190] 在一些实现方式中,只有在两个UE的量化签名矢量彼此正交的情况下,才能将其指派到相同的资源块。可以通过在两个签名矢量之间实施逻辑“与(AND)”运算来确定正交性,其中当结果的每一个单元是逻辑“0”时,两个矢量是正交的。

[0191] 对于阈值  $p_{\text{threshold}}$  的选择可以决定什么信号可以被视为足够强的信号以便为UE保留特定RU。如果所述阈值被选择成非常高,则量化签名矢量通常将仅具有对应于最近的RU的一个“1”。这意味着除了当两个UE具有与最高路径增益的RU相同的RU时(例如相同的服务RU),两个UE的量化签名矢量将是正交的。这意味着只要任何两个UE具有不同的服务RU,调度器就将允许将其调度在相同的频率上。这对于处在两个RU之间的UE可能导致过多的干扰和低吞吐量。如果所述阈值被选择成过低,则UE将在其签名矢量中具有许多“1”,其结果是只有非常少的UE可以被调度在相同的资源块上进行传送。这避免了UE之间的干扰,但是导致小区的低容量。当瞬时需求较低时,低阈值可能是适当的。当负荷更高时,更大的阈值可能是优选的。一般来说,在对应于RU的量化签名矢量中具有“1”会增加该RU的通信量负荷。因此,如果RU被认为具有低负荷,则更多的量化签名矢量被允许具有1,如果RU被认为具有高负荷,则更少的量化签名矢量被允许具有“1”。关于RU处的“低”或“高”负荷的确定可以是基于该RU处的最近的TTI中的资源块利用率。在每一个RP处使用的阈值于是可以根据在RP处看到的最近的负荷而变化。

[0192] 控制器还可以例如基于在缓冲器中等待传送的数据的数量来确定需求。还可以基于其他因素以及其他适当的可用信道信息从经验确定阈值。举例来说,UE可以基于接收CS-RS参考信号传送来测量下行链路信号强度和质量,并且通过RSRP或RSRQ值的形式在测量报告中向控制器报告这些测量的结果。这些RSRP和RSRQ值表示UE从附近的物理小区中的CS-RS传送所看到的平均信号强度。RSRP和RSRQ表示来自相同物理小区中的各个RU的所有传送的聚合信号强度和质量。控制器可以使用该信息来选择量化签名矢量。在某些情况下UE还能够以快得多的速率向控制器发送瞬时信道质量指示(CQI)。CQI测量表示UE在接收自服务小区的CS-RS或CSI-RS传送中看到的瞬时信号质量。在其中多个RU属于相同小区的实例中,

CQI报告将对应于来自相同小区中的各个RU的所有传送的聚合信道。

[0193] 在一些实现方式中,可以基于UE的平均SINR的某种估计来选择量化签名矢量。在一些实现方式中,可以基于用户的预期数据速率以及该速率如何随着更多的“1”被添加到量化签名矢量而改变来确定量化签名矢量。

[0194] 在一些实现方式中,量化签名矢量 $p_{k\_quan}$ 仅包含0和1。作为一个实例,假设一个示例性小区包含12个RU和三个活跃(或已连接)UE,则三个活跃UE可以具有以下的量化签名矢量:

[0195] UE1:  $p_1 = (110000000000)$  ;

[0196] UE2:  $p_2 = (000011000100)$  ;

[0197] UE3:  $p_3 = (011100000000)$  。

[0198] 在该例中, $p_1$ 和 $p_2$ 是正交的(这是因为两个矢量的逻辑“与”得到全0)。相应地,UE1和UE2可以被指派到相同的资源块。 $p_3$ 与 $p_2$ 正交但是不与 $p_1$ 正交。相应地,UE2和UE3可以被指派到相同的资源块。但是UE1和UE3不是正交的,因此在该示例性实现方式中不能被指派到相同的资源块。在一些实现方式中,阈值 $p_{threshold}$ 是基于向UE传送数据所需的SINR(信干噪比)而确定的。相应地,在这样的实现方式中,对应于量化签名矢量中的1的所有RU必须传送该UE的数据,以使得该UE以所需的SINR接收到数据。在其他实现方式中, $p_{threshold}$ 可以在各个RU之间变化,并且可以取决于RU的最近的负荷。

[0199] 具有三个UE的该实例可以被扩展到一个小区中的任何适当数目的UE。在对应于每一个活跃UE的签名矢量的量化之后,基于各个活跃UE群组的正交性将UE指派到资源块。实际上,对所述活跃UE群组应用“与”布尔运算符。如果运算的结果是全0,则各个UE可以共享相同的资源块。如果运算的结果包含任何1,则在不同的资源块上为各个UE服务。在一些实现方式中,在所有UE的签名当中成对地应用“与”运算符。如果其中每一个成对的与是0,则所有UE可以共享一个资源块。如果不是的话,则至少一个UE必须使用一个不同的资源块。为了允许把相同的UE指派到不同的资源块并且在每一个资源块中与不同的UE集合分组在一起,控制器可以根据其数据需求把UE表示在多个实例中。每一个实例对应于单个资源块或资源块群组。在一些实现方式中,一个资源块群组包括整数个资源块。在一些实现方式中,一个资源块群组将包括三个资源块。在不同的资源块或资源块群组上,可以把相同的UE与不同的UE集合分组在一起。在一些实现方式中,这里所描述的处理仅允许具有正交量化签名矢量的UE共享相同的资源块或资源块群组。

[0200] 在一些实例中,量化签名矢量(QSV)可以采取非二进制值(除了0和1之外的值)。非二进制值可以被使用在QSV中以表示UE对于RU的消隐需求。在一些实现方式中,消隐需求是针对操作在基于用户特定参考信号的传送模式中的UE不接收来自UE的信号的需求。非二进制值还可以被使用在QSV中以允许从RU到多于1个UE的多用户传送。控制器中的调度器可以基于除了针对正交性的测试之外的其他处理(例如数学计算)来决定哪些用户可以被调度在相同的资源上。举例来说,通过比较QSV之和以及测试总和QSV的任何分量是否超出特定阈值,调度器可以确定两个UE共享相同资源块的资格。

[0201] 在一些实现方式中,QSV可以被视为具有表示UE对于RU的传送(在下行链路上)或接收(在上行链路上)需求的数字值的矢量。举例来说,值“1”可以表明UE需要从RU接收其自身的数据。或者,值“0”可以表明UE可以从该RU接收干扰,因此该RU可以向另一个UE进行传

送。其他值(例如0.001)可以被选择来表明UE需要来自相应的RU的消隐传送或多用户传送。在消隐传送中,RU不传送任何信号。在多用户传送中,RU常常以更低的功率水平同时向两个或更多UE进行传送,正如后面所描述的那样。在使用例如0.001之类的值时,当其QSV之和不具有大于1的分量时,实时调度器可以把两个用户指派到相同的资源块。具体来说,当两个用户都需要来自RU的消隐传送时,可以将其指派到相同的资源块。

#### [0202] RU指派

[0203] 除了将活跃UE指派到资源块以用于在每一个TTI中进行数据传送之外,控制器(或实时调度器)可能还需要确定小区的哪一个RU在所述TTI中的每一个资源块上向哪一个活跃UE进行传送。在没有复用的情况下,在每一个资源块上,属于相同的物理小区的所有RU向一个UE进行传送,并且UE所经历的有效信道是来自小区中的每一个RU的各个单独信道与UE的(多个)接收天线之和。相应地,当UE使用由所有RU传送的小区特定参考信号来估计传送信道时,估计信道与实际信道相同。但是当存在复用并且有两个或更多UE正在相同的资源块上被服务时,UE所经历的有效信道可能略微不同于UE从CS-RS参考信号测量的信道。实际信道与估计信道之间的这一失配有时被称作偏差(bias)。通过考虑该偏差和直接干扰全部二者,可以改进UE与RU之间的传送。通常来说,对于共享相同资源块的一组UE,给定的UE从对应于该UE的签名矢量中的“1”的RP接收其自身的数据。

[0204] 当QSV使用除了0或1之外的其他数字值时,在给定的资源块上,对应于具有0到1之间的值(例如0.001)的总和QSV中的位置的RU使用消隐(静默)或多用户传送,正如后面进一步描述的那样。

[0205] 每一个UE的签名矢量 $p_k$ 中的1的位置对应于将向该UE进行传送的最小RP集合。此外,可以通过几种不同的方式对于在某一资源块中在全部两个(或所有)UE的签名矢量中是0的RP决定传送策略,正如后面将描述的那样。

[0206] 在一些实现方式中,RU可以只向具有去到该RU的最强路径增益的活跃UE进行传送。举例来说,当对应于第k个UE的一个值 $p_{kj}$ 与去到其他UE的路径增益相比相对较大时,使得第j个RU排他地服务于第k个UE可能是最高效的。共享相同资源块的两个UE有时可能具有去到一个RU的类似路径增益。在这样的情况下,通过使得该RU在相同的资源块上同时向两个或更多UE进行传送可以减少总体干扰。

[0207] 一般来说,通过把RU的传送功率缩小 $P_{reduction}$ 倍并且与其路径增益成比例地为每一个UE分配功率,可以减少(例如最小化)复用中的K个UE在给定的资源块上从一个RU看到的总干扰。在一个实例中, $P_{reduction}$ 可以被写成下式:

$$[0208] \quad P_{reduction} = (1/K) (u_{j\_rms}/u_{j\_mean})^2,$$

[0209] 其中, $u_{j\_mean}$ 是平均路径增益, $u_{j\_rms}$ 是复用中的K个UE相对于该第j个RU的RMS路径增益。举例来说,当两个UE处于复用中( $K=2$ )并且具有去到某一RU的相同路径增益时, $P_{reduction}$ 等于0.5(例如功率减半)。RU在两个UE之间均等地划分所得到的50%功率。与RU向一个UE传送全部功率的情况相比,由两个UE所看到的总偏差加直接干扰于是被减少50%。

[0210] 减少UE从RU看到的干扰的另一种方式是消隐来自该RU的传送。这在避免去到其他宏小区或小型蜂窝网络的干扰方面或者在使用LTE中的利用DM-RS或用户特定参考信号的某些传送模式时可能是有帮助的,所述传送模式的实例包括而限于TM8、TM9和TM10。

[0211] 减少UE所看到的干扰的另一种方式是当RU服务于附近的UE时降低来自该RU的传送的功率。在一些实现方式中,控制器可以跟踪UE的位置,并且当UE被确定处于RU附近时,降低去到该UE的传送功率。通过在服务于附近的UE时降低传送功率可以显著减少对于在相同的资源块上同时进行接收的其他用户的干扰,特别对于利用LTE标准的DM-RS进行信道估计的UE来说尤其是如此。在一些实例中,为了避免在解调期间利用LTE标准的CS-RS参考信号进行信道估计的UE的信道估计中的任何偏差,在发送无线电资源控制(RRC)重新配置消息之后,相对于去到UE的CS-RS传送降低PDSCH传送的相对功率。当相同的UE远离RU移动时,通过发送新的RRC重新配置消息再次提高其功率。

[0212] 当一个UE从两个或更多RU接收数据时,有可能利用这样的RU之间的分布式更高阶MIMO来为该UE服务。举例来说,当分别具有两个传送天线的两个RU对一个UE进行传送时,取代同时联播,可以使用四个天线上的预编码。如果UE具有两个接收天线,则可以利用 $4 \times 2$ 预编码矩阵实施 $4 \times 2$ 分布式MIMO。所述 $4 \times 2$ 预编码操作可以在控制器中实施,或者所述预编码操作可以被分解成两项单独的 $2 \times 2$ 预编码操作并且被实施在RU中。RU可以传送这里所描述的适当的CSI-RS信号,并且UE在控制器的配置下将基于这些CSI-RS信号报告CSI。控制器将使用所报告的CSI来确定预编码器。

[0213] 同样地,还有可能把这里所描述的方法用于分布式多用户MIMO。通过使用类似于针对来自RU的多用户传送所描述的方法,当多个UE的CSI报告表明其是用于多用户MIMO传送的候选时,有可能在相同的RB上调度所述多个UE。在针对可能的复用测试可以处于多用户MIMO中的两个UE时,可以通过处于0到1之间的值替换所述UE的量化签名矢量中的一个或多个“1”位置。这将允许利用多用户MIMO对这些UE进行复用。

#### [0214] 链路适配

[0215] 除了确定资源块、(多个)RU以及用于向UE传送数据的预编码策略之外,在一些实现方式中,控制器(或实时调度器)还确定针对UE的空中链路传送速率。在一个实例中,假设UE1和UE2被调度复用相同的资源块,并且控制器从全部二者接收CQI(信道质量指标)。但是由UE报告的CQI并没有考虑到可能由复用导致的可能干扰。为了以正确的传送速率向UE成功地传送数据,对干扰水平进行估计,并且基于CQI和所测量的干扰水平确定实际的传送速率。在获得正确的传送速率时包括估计干扰的做法有时也被称作CQI回退。类似地在MIMO传送模式中,传送的秩(rank)或预编码器可能不同于UE所请求的秩,这也可以基于合并了估计干扰的回退机制来确定。

[0216] CQI回退可以基于上行链路上的路径增益测量来实施。在TD-LTE系统上,下行链路和上行链路传送在相同的频率上发生,并且因此导致类似的信道系数。这一互易性可以被用来基于来自UE的上行链路传送的测量准确地估计下行链路干扰条件。在FDD系统中,下行链路和上行链路传送在不同的频率上发生,其结果是更加难以基于上行链路测量来估计下行链路干扰条件。当下行链路干扰的估计被限制到平均路径增益时,速率估计可以考虑由于小尺度衰落而导致的可能的干扰增加。通过应用附加的回退,即使在没有关于下行链路干扰的精确信息的情况下也可以实现可靠的传送。

[0217] 此外,作为HARQ处理的一部分,控制器从UE接收关于先前调度的PDSCH传送的成功或失败的反馈。控制器还可以将该反馈信息用于外环链路适配,以便对传送速率进行适配,从而在某些情况下使得传送更加可靠。在某些情况下可能限制外环链路适配的有效性的因

素是由未协调基站中的独立调度所导致的快速变化的干扰条件。在这里所描述的示例性系统中,外环适配可以与用户调度和QSV选择模块协调操作,从而使得在某些情况下可以避免干扰环境中的显著短期改变。当在最近的 $N$ ms内已经为UE分配了资源时,可以说UE外环处于活跃状态,其中 $N$ 是可配置的数字参数。在某些情况下,通过在UE保持在活跃状态的同时确保UE的主导干扰源是不变的,在某些情况下可以避免干扰变化。当UE的主导干扰源被允许改变时(例如由于新的主导干扰源所经历的小尺度衰落的不确定性),在UE的最高可实现速率中可能有一定的不确定性,并且因此可以使用更加保守的速率。在一些实现方式中,利用来自充当主导干扰源的RU中的原本未被使用的资源块的“虚设(dummy)”传送,可以实现稳定的主导干扰环境。类似地,导致UE的同时联播区块减小的基于负荷改变的QSV调节可以被推迟到UE的外环转变到空闲状态为止。当需要减小其同时联播区块的UE的QSV中的改变以便减轻相邻RU中的负荷时,即使当UE的外环处于活跃状态时,也可以重新初始化UE的外环。此外,空中链路调度器可以利用用户之间的复用中的变化针对变化的干扰提供某种频率分集。

[0218] 利用前面在CSI-RS的群集配置中描述的LTE TM 10/11中的干扰测量(IM)能力,可以改进链路适配性能。举例来说,UE可以被配置成基于多种干扰情形报告CSI,并且可以由CU利用关于站点处的用户调度的精确知识基于这样的报告确定CQI和PMI。还可以使用一个UE的多份CSI报告来帮助链路适配。

[0219] 第10/11版传送模式9/10中的PDSCH复用

[0220] 在第10版的传送模式9和第11版中的传送模式10中,DM-RS被用于均衡化和解调。对于每一个RB(资源块)有两个参考序列,每一个参考序列使用两个加扰器身份当中的不同的一个。此外,通过利用长度为2的正交覆盖把单个QPSK参考序列映射到每个RB的12个RE,导出两个正交的DM-RS序列。在PDCCH上表明所选择的DM-RS序列。

[0221] 在一些实例中,不同的RU可以如下在相同的RB上向不同的UE进行传送:一个MIMO层分别可以被传送到两个UE,其中利用正交覆盖在每个RB的十二个RE上发送DM-RS。去到两个UE的两项传送之间的干扰很小或者不存在。一个MIMO层分别可以被传送到四个UE并且在每个RB的十二个RE上具有DM-RS,其中除了正交覆盖之外还使用加扰身份。在这种情况下,在去到第一对UE(即 $UE_1$ 和 $UE_2$ )的DM-RS传送之间或者在去到第二对UE(即 $UE_3$ 和 $UE_4$ )的DM-RS传送之间没有干扰。但是在所述两对之间可能有随机干扰。在一些实现方式中,两个MIMO层分别被传送到两个UE,其中在每个RB的十二个RE上具有DM-RS,在相同的UE的各层之间具有正交传送,并且在UE之间有随机干扰。当复用一共需要多于四个MIMO层时,可以复用相同的DM-RS。

[0222] 举例来说,为了在相同的RB上把两个MIMO层分别传送到三个UE,可以对于分开最远的两个UE使用具有相同的正交覆盖和加扰身份的相同的两个DM-RS序列。对于第三个UE,可以使用与所述两个DM-RS序列具有相同的正交覆盖但是具有不同的加扰身份的DM-RS序列。

[0223] LTE标准的第11版TM10包括使得UE对于多达三个CSI-RS包括CSI的能力。例如在这里所描述的群集配置中,UE可以被配置成不仅对于其服务集群而且还对于相邻的集群报告CSI。

[0224] LTE标准的第11版TM10包括使得UE测量来自特定RU的干扰并且把这样的测量包括

在CQI估计中的能力。为了触发干扰测量,可以利用CSI-IM(信道状态信息-干扰测量)配置对UE进行配置。可以按照与CSI-RS配置中相同的方式来定义UE使用来测量干扰的资源(RE);例如CSI-IM资源配置索引和CSI-IM子帧配置索引。在一个实例中,一个CSI-RS和一项CSI-IM一起形成一个CSI处理,其对应于UE的一份CSI报告。在第11版中,UE可以被配置成具有最多四个CSI处理(例如四份CSI报告)、三个非零功率CSI-RS以及三项CSI-IM。

[0225] 在前面的实例中,TM10UE可以被配置成具有多达三项CSI-IM,其中每一项CSI-IM对应于不同的一个RU集群。通过选择a)最有可能被使用在对于该UE的复用中并且b)表示其中干扰测量对于该UE最有用的RU集群,可以控制UE需要实施和报告的干扰测量的数目。在某些情况下,当预期干扰较强并且导致显著的CQI回退时,干扰测量可能是最有用的,正如在本文的其他地方所描述的那样。过于靠近或者过于远离UE的RU集群可能不是用于干扰测量的良好候选。在一些实例中,UE被配置成具有一个CSI-RS、三项CSI-IM以及多达四个CSI处理,其中三个处理是通过把UE的CSI-RS(“服务集群”)与三项CSI-IM当中的每一项配对而形成的,并且第四个处理是通过在没有任何CSI-IM的情况下使用UE的CSI-RS而形成的。

[0226] 在前面描述的实例中,集群尺寸可以从1到N(其中N是大于1的整数)个RU变化。在一些实现方式中,更大的集群可以降低重新配置的频率,但是也可能使得更加难以匹配实际的复用条件。还有可能形成具有四个或八个天线端口的集群。在一些实例中,这样的集群对于分布式多RU MIMO支持CSI。

[0227] 集群在某些情况下还可能会重叠。举例来说,可以定义集群的滑动窗,其中每一个集群可以由不同的CSI-RS表示,正如在后面的RU的线性拓扑中所示出的那样。这种重叠配置可以避免集群边界,并且在一些实例中确保UE相对于其“服务”集群被居中定位。在一些实例中,重叠的集群可能会增加开销,这是因为可能需要从每一个RU传送多个CSI-RS。在图32的实例中,RU2到RU5正在传送三个不同的CSI-RS,并且RU1和RU6正在传送两个不同的CSI-RS。更具体来说,在图32的系统3200中,RU1正在传送CSI-2.1和CSI-2.12,RU2正在传送CSI-2.12和CSI-2.2(其中图32中的传送由虚线表明),对于所示出的其他RU以此类推。当UE位于RU1与RU2之间时,该UE可以被配置成基于CSI-2.12或者CSI-2.12、CSI-2.1和CSI-2.2的某种组合报告CSI。CU可以使用如此报告的CSI来确定从RU1、RU2还是从全部二者为UE服务。

[0228] 这里所描述的系统还可以使用附加的CSI-IM配置以用于干扰测量。在该例中,CSI-IM配置表示特定的干扰情形,其中一些RU正在进行传送并且其他RU处于静默。举例来说,从RU3和RU4接收数据的UE可能从RU2或RU5或全部二者接收到干扰。为了促进适当的干扰测量,CU可以利用零功率CSI-RS、ZP-CSI-2.2和ZP-CSI-2.5对RU2和RU5进行配置。三个CSI-IM资源于是可以被如下定义:

[0229] CSI-IM资源A:CSI-2.2 ZP-CSI-2.5

[0230] CSI-IM资源B:ZP-CSI-2.2 CSI-2.5

[0231] CSI-IM资源C:ZP-CSI-2.2 ZP-CSI-2.5

[0232] UE可以被配置成在三个CSI处理上报告CSI,其中包括与三个不同的CSI-IM资源(A、B和C)配对的CSI资源CSI-2.34。通过配备对应于这三个CSI处理的三份不同的CSI报告,协调调度器(其例如运行在一个或多个CU中)可以实施相对准确的链路适配,以便确定将应用于UE的数据速率。



[0233] 载波聚合中的PDSCH复用

[0234] 前面所描述的技术还可以结合载波聚合 (CA) 来使用。在CA中,实时调度器(其例如运行在其中一个或多个CU中)可以同时两个或更多载波上调度两个或更多用户。当所述载波位于同一处时,相同的QSV可以被用来在全部两个载波上进行调度。换句话说,可以被指派到一个载波上的相同空中链路资源的UE也可以被指派在其他载波上的相同空中链路资源上。

[0235] 当所述载波不位于同一处时(换句话说,一个集群中的一些RU服务于不同的载波),则可以对于两个载波重复UE定位,并且在不同的载波上可能需要不同的QSV。

[0236] PDCCH复用

[0237] 在不具有复用的单小区系统中,PDCCH被同时联播,并且没有干扰。在一些实现方式中,在不具有小区间干扰的单小区系统中,与多小区系统相比对于每项DCI(下行链路控制信息)可以使用更少的CCE(控制信道单元),从而增加了单个小区的容量。当需要单小区系统来调度多得多的UE的传送并且没有空余的CCE可用时,在该相同的子帧中可以实施PDCCH复用。其实现方式可以类似于前面描述的PDSCH复用。被分配给一个UE的CCE的集合还可以对于另一个UE被复用。这样的复用可以增加单小区系统的控制信道容量。LTE第11版通过新的E-PDCCH(增强PDCCH)信道提供了增加的PDCCH容量。PDCCH复用与上行链路上的PUCCH复用相联系,正如将在后面描述的那样。通过CCE索引标识来自给定的UE的用于HARQ ACK/NACK的PUCCH资源,所述CCE索引通过PDCCH被指派给该UE。在PDCCH复用中,如果相同的CCE集合被复用,则两项PDCCH传送在相同的CCE编号上开始,因此两个UE的相应的PUCCH传送对于HARQ ACK/NAK将使用相同的PUCCH资源。PUCCH中的资源复用产生相关的UE间干扰,这是因为全部两个UE使用相同的DM-RS序列。在这样的复用情形中,可以使用更加复杂的盲解码器(blind decoder)以提高PUCCH解码器可靠性。

[0238] 这里所描述的使用多用户MIMO或RF隔离的虚拟小区划分技术可以被利用在与LTE标准的所有版本兼容的系统中。第8版UE使用CS-RS而不是DM-RS进行解调,这在某些情况下可能在解调期间导致失配。但是在许多情况下,采取这里所描述的方式的虚拟小区划分仍然可能是合乎期望的,例如当在传送与非传送天线之间存在强RF隔离时,从而与在专用的时间-频率资源上为任一个UE服务的情况相比,所述UE可以达到更高的总吞吐量。

[0239] 在第9和10版中,在一些实现方式中,由UE发送的单一CQI/PMI/RI反馈可能不足以使得CU可靠地确定哪些RU和物理天线最有可能(在下行链路方向上)为每一个UE提供最强的信号。在这样的实现方式中,CU还可以使用由RU从UE接收到的关于上行链路信号的强度的信息(比如探测参考信号(SRS)或PUCCH控制信号或PUSCH上行链路数据)来确定可能在下行链路上为每一个UE提供最强信号的天线。在CU确定用于向给定的UE进行传送的RU或物理天线之后,CU按照前面在本文献中描述的那样选择预编码矢量权重,从而使得从UE以高强度侦听到的天线向该UE传送信号。

[0240] 在某些情况下,在第11版中能够以更高的准确性实施利用RF隔离的虚拟小区划分,其中UE能够对于不同的RU发送多份CQI报告。CU使用这些CQI报告来确定哪些RU或物理天线传送可能由共同调度的UE以高强度接收到的信号。

[0241] 上行链路虚拟小区划分

[0242] 再次参照图5A,还可以在上行链路上实施虚拟小区划分。CU可以在相同的时间-频

率资源上调度许多UE,并且利用干扰抑制组合(IRC)、联合检测(JD)或连续干扰抵消(SIC)减少或去除在CU中共同调度的UE之间的任何干扰。这些技术可以向多用户MIMO或RF隔离中那样依赖于空间滤波。在上行链路上,UE 502、504、506共享在小区500中可用的特定上行链路资源。上行链路资源可以包括对应于被指派给UE以用于PUSCH(物理上行链路共享信道)传送的DM-RS参考信号和正交覆盖代码(OCC)的循环移位,以及被指派给UE以用于PUCCH(物理上行链路控制信道)传送的资源索引。通过在相同的物理小区中的UE之间复用相同的资源,CU可以创建虚拟小区。可以在相同的时间-频率资源上同时进行传送的UE的数目可能至少部分地受限于单个小区中的上行链路资源的可用性。通过在UE之间复用相同的资源可以增加上行链路上可用的总容量。

[0243] PUSCH传送

[0244] 由UE使用的DM-RS参考信号取决于被指派给该UE的资源块(RB)的数目。对于PUSCH传送,RB的数目可以高达108个。从相同长度的基础序列导出程度为 $12X_n$ 的DM-RS参考信号,其中N是被指派给UE的RB的数目。利用时域内的循环移位,从每一个基础序列可以导出多达12个DM-RS参考序列(或者可互换地称作信号)。这些经过循环移位的参考序列彼此正交。当用于传送参考序列的信道在一个RB上足够平坦时,两个UE可以在相同的RB上利用不同的循环移位传送其DM-RS参考信号。CU随后可以在两个UE之间不会经历任何显著干扰的情况下对于来自两个UE的传送估计对应的上行链路信道。当信道不够平坦时,在某些情况下,可以通过对基础序列进行循环移位生成少于12个正交DM-RS参考序列。

[0245] 在一些实现方式中,正交DM-RS参考序列被用于单用户空间多路复用(多达4层)和多用户MIMO。在第10版中,正交覆盖代码可以被应用于两个DM-RS序列,从而使得两层可以利用相同的循环移位来传送,同时保持DM-RS参考信号正交。

[0246] 在一些实现方式中,由相同的物理小区(例如图5A的小区500)服务的UE对于PUSCH传送使用相同的基础序列。当多个UE在相同的时间-频率资源上进行传送时,CU在上行链路调度中协调循环移位和正交覆盖的指派,以便在可能时把在相同的时间-频率资源上传送的DM-RS参考信号保持正交。在某些情况下,这样的正交性不仅要求正交的DM-RS,而且还要求完美对准的RB分配。当复用中的UE具有正交DM-RS但是其RB分配没有完美对准时,在UE之间可能有一些随机DM-RS干扰。但是这样的随机干扰的性能影响很小。

[0247] 在一些实现方式中,足够数目的循环移位保持可用于指派以及用于单个小区中的空间多路复用或多用户MIMO。举例来说,当基础序列的六个循环移位可用并且所述六个循环移位与成对的正交覆盖代码耦合时,CU可以利用正交DM-RS参考信号在相同的上行链路时间-频率资源上服务于多达十二层。

[0248] 在一些实现方式中,前面所描述的物理小区(例如图5A的单个小区)可以是任意大。在大型小区中,当在相同的时间-频率资源上大量使用同时上行链路传送时,CU可能缺少可用的循环移位和正交覆盖,从而无法保持DM-RS参考信号之间的正交性。类似于下行链路上的RF隔离,当对应的共同调度的UE的上行链路传送彼此没有显著干扰时,上行链路可以在相同的时间-频率资源上复用一或多个DM-RS参考信号。在一些实现方式中,当特定的RU或接收天线群组从共同调度的UE接收到的信号之间没有显著重叠时,对于这些UE可以使用相同的DM-RS参考信号。CU可以基于PUCCH、SRS(探测参考信号)和先前的PUSCH传送确定哪些接收天线或RU群组正从UE接收到显著的信号,并且可以相应地指派循环移位和OCC

(正交覆盖代码)。

[0249] 在一些实现方式中,当由一个或多个控制器服务于多个小区时,还有可能为所有小区指派相同的基础序列。这样允许控制器把所有UE指派到相同基础序列的循环移位,并且确保UE之间的正交性,包括由不同的小区服务的那些UE。基于RF隔离,控制器还可以在站点的不同部分中复用相同的循环移位,并且增加所能支持的UE的数目。

[0250] 在与第11版标准兼容的无线网络中,一个小区(比如图5A的小区500)中的不同RU可以被指派到不同的DM-RS基础序列。在一些实现方式中,并不保证不同基础序列的不同循环移位之间的正交性,但是可用DM-RS序列的数目得以增加。相应地,小区的尺寸可以被增大,并且在相同的时间-频率资源上可以服务于更多UE。

[0251] PUCCH和PRACH传送

[0252] 对于PUCCH传送,例如为了传送HARQ ACK/NAK或信道状态信息(CSI),不同小区中的不同UE传送使用不同的基础序列,以避免不同物理小区中的UE传送之间的冲突。这可以通过确保由相邻小区使用的小区ID对30取模不会重叠而实现。还可以使用作为LTE标准的一项特征的群组跳跃(group hopping)对来自不同物理小区中的不同UE的PUCCH传送之间的干扰进行随机化。

[0253] 在PUCCH传送中使用基础序列的正交循环移位(并且可能还有OCC)以允许多个UE在相同的时间-频率资源上进行传送。在一些实现方式中,有可能在小区的不同部分中复用循环移位(并且在使用时还有OCC),以便增加同时进行传送的UE的数目。可以由控制器使用RF隔离,以便基于例如在PRACH(物理随机访问信道)或PUCCH或PUSCH传送中接收自UE的传送确定哪些UE可以对于相同的时间-频率资源复用所述一个或多个基础序列循环移位和正交覆盖。

[0254] 在一些实现方式中,一个小区(例如先前描述的任何单个小区)与任何附近宏小区(例如提供图1中的站点10之外的覆盖的移动网络)之间的干扰被随机化并且被保持得较小。在一些实现方式中,CU选择与使用在附近宏小区中的基础序列不同的基础序列以用于PUSCH或PUCCH传送。此外,CU还可以实施群组跳跃。

[0255] 在一些实现方式中,还有可能通过本公开内容的无线网络检测利用相同的前同步码在随机访问信道(RACH)上进行传送的两个或更多UE。每一个小区在每一个PRACH机会中将具有64个可用前同步码。通过单独处理接收自每一个RU或RU群组的信号,控制器在某些情况下可以可靠地检测使用相同的前同步码并且在其间没有显著干扰的多项PRACH传送。例如参照图5B,控制器550可以单独处理来自每一个RU或RU群组(例如虚拟小区508a、580b、508c)的信号,以便检测使用相同的前同步码的多项PRACH传送552、554、556。

[0256] PRACH复用

[0257] 在单小区系统中,PRACH机会在小区中的所有UE之间共享。当单小区系统中的两个UE在相同的PRACH机会中发送相同的前同步码时,RU可能检测到其中一项、全部两项传送或者没有检测到传送,这取决于在不同RU中接收到的信号的相对信号强度。相同的前同步码的传送对于PRACH检测器表现为多径。基于来自所有RU的PRACH接收信号质量量度,CU可以判定由不同的RU接收到的相同的PRACH前同步码属于两个不同的UE。

[0258] 当CU确定已经通过两个不同的RU集合接收到来自两个UE的相同的前同步码并且可以解决争用(将在后面描述)以允许全部两个UE连接时,CU通过不同的RU向相同的RA-

RNTI (随机访问无线网络临时标识符) 发送两条单独的RA (随机访问) 响应消息。在发送这两条消息时可以使用PDCCH和/或PDSCH复用, 所述消息携带两个不同的临时RNTI值, 并且相关联的上行链路许可可以分配无重叠的RB。在通过前面的方式传送RA响应时, 全部两个UE寻找去到RA-RNTI的下行链路传送。在一些实现方式中, 与RA响应相关联的PDCCH传送以聚合等级8被发送以便例如提供可靠性, 并且不同的RA响应DL-SCH消息在相同的RB上被发送。这种传送策略可以允许通过实施复用而实现UE的正确接收。由于UE可以正确地接收到其对应的RA响应消息, UE可以通过不同的消息3传送作出响应, 并且继续设立单独的RRC连接。在一些实现方式中, CU可以发送单一RA响应消息并且继续标准争用解决规程, 其中只有一个UE能够连接到控制器并且转变到RRC连接状态。

[0259] 在一些实现方式中, PRACH复用的至少某一部分由RU实施。举例来说, 可以由RU检测前同步码。在一些实现方式中, 在不会使得RU超负荷的情况下实施前同步码的检测。

[0260] RU中的PUCCH处理和PUCCH复用

[0261] 正如在本文的其他地方所解释的那样, 在一些实现方式中, 通信小区包括一个控制器或控制器单元 (CU) 以及与CU通信的多个RU。在一些实现方式中, 至少一些基带处理在RU中实施。该基带处理可以分布 (例如分散) 在各个RU当中, 正如后面所描述的那样。基带处理可以包括涉及LTE PUCCH (物理上行链路控制信道) 的一种或多种类型的处理。后面将提供关于LTE格式1和2的PUCCH的描述, 随后是关于可以由RU实施的处理以及该处理在各个RU当中的分布的描述。

[0262] 通常来说, 格式1携带DL (下行链路) 调度请求 (SR) 和DL HARQ (混合自动重复请求) ACK/NAK (确认/无确认) 信号。通常来说, 格式2被用于CSI (信道状态信息)。

[0263] UE所进行的PUCCH传送发生在CU已知的子帧中。这也适用于SR, 但是通过发送“0”符号或者完全不进行传送来表明不存在SR。利用频带边缘处的时间-频率资源发送PUCCH。这些资源在每次1个物理资源块 (PRB) 的组块中被分配在2个时隙上, 其中所述时隙位于时间-频率网络的对角线相对末端。

[0264] 格式2占用PRB的NPUCCH (2) 个最外侧PUCCH区段, 其中NPUCCH (2) 是在SIB (系统信息块) 中广播的半静态参数。所有RRC连接 (无线电资源控制-连接) 的UE被指派格式2资源以用于CSI的周期性报告。在一些实现方式中, 利用单小区特定序列的相位旋转的独有集合 (或者时域内的独有循环移位), 多达十二个UE可以在相同的PUCCH区段中同时 (在相同的子帧中) 发送CSI。

[0265] 在某些情况下, 通过使用更长的CSI周期并且把UE指派到无重叠的时间偏移量, 或者通过增加被指派给CSI的PUCCH区段的数目, 可以在通信小区中增加CSI用户容量。CSI周期和偏移量是通常在连接设立时指派的特定于UE的参数。举例来说, 利用20个子帧的CSI周期, 240 (20x12) 个RRC连接的UE可以在一个PUCCH区段中发送周期性CSI。在另一个实例中, 在最短允许CSI周期2中, 仅有多达24 (2x12) 个UE可以在1个PUCCH区段上发送周期性CSI。由于低移动性, 增大CSI周期在室内系统中通常是可以接受的; 但是在这里所描述的示例性处理中, 更长的CSI周期还可能增加RU之间的频率同步需求 (在同时联播和CoMP (协调多点传送和接收) 联合传送情形中)。随着网络通信小区负荷发生改变, CU可以调节参数NPUCCH (2) 以减少PUCCH开销。当CU确定格式2资源在一段时间内利用远少于NPUCCH (2) 个PUCCH区段, 则CU可以改变由CU广播的 (多个) 系统信息块 (SIB) 中的PUCCH配置。

[0266] 格式1占用紧接在被指派给格式2的PUCCH区段之后的一个或多个PUCCH区段。被指派给格式1的RB(资源块)的数目可以动态地变化。但是当使用PUSCH频率跳跃时,存在将限制被用于PUCCH的RB数目的参数(PUSCH跳跃偏移量)。在某些情况下,可以指派总数多达1024项独有格式1资源,并且12、18或36项格式1资源可以共享1RB的相同PUCCH区段。当由UE看到的信道在一个PRB(物理资源块)的12个子载波上是平坦的时,可以支持36项正交格式1资源,尽管当信道在一个PRB内发生显著变化时该数字可能降低到18或12项。可以被指派到一个PUCCH区段的正交资源的数目是作为SIB(共同PUCCH配置)广播的特定于小区的参数。

[0267] 格式1循环移位资源被用于SR和HARQ ACK/NAK。SR资源被保留,并且与格式2资源一样,其通常被指派给每一个RRC连接的UE。当RRC连接的UE没有被指派SR资源时,其可以使用PRACH(物理随机访问信道)来请求上行链路资源。该参数是在SIB中广告的另一个特定于小区的参数,其规定为SR保留的格式1资源的数目。SR配置还包括周期和偏移量,其可以被用来增加SR容量而不会增加为SR保留的PUCCH区段的数目,尽管增大SR周期也会增加UL(上行链路)上的平均访问时间。

[0268] 后面将描述用于在RU中实施PUCCH(物理上行链路控制信道)解码的示例性处理。在这里所描述的示例性系统中,CU把RRC连接的UE的位置定位到相对少数目的RU。定位决定哪些“本地”RU将服务于通信小区中的哪些UE。定位允许在RU中对PUCCH进行解码。根据这里所描述的示例性处理,在CU确定与每一个RRC连接的UE相关联的“服务”RU之后,CU可以在每一个通信子帧的开头之前向RU发送用于PUCCH解码的信息(其被称作“边信息”)。所述信息可以包括例如NPUCCH(1)和NPUCCH(2)之类的基本PUCCH配置参数,以及对应于每一项将被解码的资源的格式1和格式2循环移位资源索引。已解码信息(包括资源索引)被发送回到CU。由于格式1不使用任何信道编码,因此RU可以向CU发送软判定量度,并且允许CU实施RU间组合以提高可靠性。在一些实现方式中,RU在其两个本地Rx天线上实施组合。

[0269] 格式2在该示例性实现方式中使用(20,A)块代码,其中A是CSI中的比特数(其基于CSI格式变化),20表示已编码比特数。在该例中,RU可以解调直到已编码比特,并且把已编码比特连同单个质量量度一起发送到CU。RU不需要知道CSI中的比特数。在一个实例中,假设6比特质量量度,则对于每个PUCCH区段最多需要发送 $12 \times (20+6) = 312$ 个比特,或者312kbps。或者,每一个RU可以完全解码CSI,并且把已解码CSI连同质量量度一起发送到CU,CU可以将其用来选择一个RU的数据。

[0270] 正如前面所解释的那样,SR和CSI是PUCCH上的容量约束的主要成因。用于解决这一问题的一个处理包括在通信小区的不同部分中复用循环移位资源。

[0271] 在这方面,当相同小区中的两个UE使用相同的格式1资源来传送SR时,存在一定的冲突可能性。举例来说,假设两个UE(UE#1和#2)共享相同的SR资源,UE#1在某一子帧中传送SR,UE#2则不传送。如果服务于UE#2的RU可以接收到UE#1的传送(即使在非常低的信号水平),则CU可能声明对于UE#2“接收到SR”。这可能导致CU为UE#2不必要地分配PUSCH资源。为了避免这一问题,CU可以比较对应于UE#2的PUCCH接收信号的“质量”,这是通过与先前由其服务RU对于UE#2报告的信号水平进行比较。

[0272] 由于HARQ资源随着每个TTI的用户数目而增长,因此HARQ资源将随着在DL上共同调度的用户数目线性地增长。由于HARQ格式1资源是根据对于PDCCH使用的CCE而确定的,因此PDCCH的任何复用都将自动导致相同小区内部的HARQ资源的相应复用。举例来说,当两个

UE (UE#1和#2) 在DL上利用相同的PDCCH CCE被服务时,其将自动共享相同的HARQ资源以传送ACK/NAK。在一种情形中,在某一子帧中UE#1可以传送ACK并且UE#2传送NAK。由于全部两个UE将在每一个时隙的OFDM符号2、3和4中传送相同的格式1DM-RS,因此给定的RU中的PUCCH解码器将把信道估计成(来自两个UE的)两个信道之和,例如 $H_1(k) + H_2(k)$ 。但是在携带ACK/NAK比特的其他OFDM符号中,当两个UE正在传送不同的HARQ比特时( $X_1(k) = -X_2(k)$ ),接收器将看到差信道 $H_1(k) - H_2(k)$ 。这样就使得均衡器并非最优,并且导致减小SINR的偏差。

[0273] 用于PUCCH的增强检测器

[0274] 正如前面所解释的那样,“复用”包括而限于单个小区中的两个设备利用相同的资源(例如频率)在该小区内进行通信。“复用”设备可以是远程单元(RU)、用户装备(UE)(例如移动设备)或者任何其他适当的设备。正如这里所描述的那样,复用可以在下行链路(DL)或上行链路(UL)上发生。在UL上,例如对于物理上行链路控制信道(PUCCH)的复用,两个或更多UE可以在相同的资源上进行通信。在一些实现方式中,该资源可以是频率;但是也可以使用其他(多种)资源。由于不同的UE在相同的频率上进行传送,因此可能有必要在接收器处(例如在基站(BS)处)分离来自不同UE的信号。在一些实现方式中,对于相同资源上的不同信号的检测是基于这些传送之间的射频(RF)距离来实施的。后面将描述被用来在相同的资源上检测来自不同UE的信号的检测器的实例,以及可以由所述检测器实施的处理。

[0275] 在一些实现方式中,RU可以包括用于与各种UE进行通信的单个天线,而在其他实现方式中,RU可以包括用于与各种UE进行通信的两个或更多天线。在该例中,存在与UE(UE1和UE2)进行通信的单天线RU(RU1和RU2)。在该例中,由UE1和UE2传送的PUCCH信号由 $s_1$ 和 $s_2$ 标示,并且可以具有值(-1,+1,0),所述值对应于具有给定概率( $P_r$ )的(ACK,NACK,DTX)信号,其中ACK指的是已确认信号,NACK指的是无确认信号,DTX指的是不连续传送。在该例中,假设 $P_r(\text{ACK}) = 0.81$ , $P_r(\text{NACK}) = 0.09$ ,并且 $P_r(\text{DTX}) = 0.1$ 。此外,在该例中,UE1和UE2或者处于相同的小区中,从而共享相同的PUCCH资源、循环移位和正交覆盖代码,并且传送相同的参考信号;或者UE1和UE2处于不同的小区中,从而由不同的循环移位和正交覆盖代码区分,并且传送不同的参考信号。

[0276] 图27所示出的示例性实现方式示出了RU1、RU2、UE1和UE2之间的通信。这里所描述的示例性处理可以与不同类型的接收(RX)天线一起使用,其中包括(1)不相关RX天线和(2)相关RX天线。

[0277] 不具有复用的单用户检测器

[0278] 如果所检测到的接收功率 $P < T_A$ 乘以N,则单用户PUCCH检测器声明DTX,其中 $T_A$ 是可配置的阈值,并且N是在RP处测量的热噪声与其他小区干扰之和。在没有复用的情况下,假警报的概率 $P_r(\text{FA})$ 仅取决于阈值 $T_A$ ,并且独立于信号或噪声水平。在一些实现方式中, $T_A$ 被选择成使得 $P_r(\text{FA}) < 0.01$ ,其中 $P_r(\text{FA})$ 代表假警报的概率。通常来说,关于SNR的先验知识并不总是有助于选择阈值 $T_A$ 。对于所选择的 $T_A$ ,错失检测的概率 $P_r(\text{Miss})$ 随着减小的SNR而增大。在一些实现方式中,存在最小SNR,即 $\text{SNR}_{\min}$ , $P_r(\text{Miss})$ 保持低于1%的目标。对应于不具有复用的单用户检测的 $T_A$ 的最优值也被称作 $T_{A\_NR}$ 。

[0279] 具有复用的单用户检测器

[0280] 当存在复用时,假设UE2正在传送ACK或NAK,则对应于UE1的 $P_r(\text{FA})$ 可以被如下写

出:

[0281]  $\Pr(\text{FA}) = 1 - \Pr(\text{Miss-Int}) < 1\%$ , ; 或者等效地是:

[0282]  $\Pr(\text{Miss-Int}) = 1 - \Pr(\text{FA}) > 99\%$ 。

[0283] 在这里,  $\Pr(\text{Miss-Int})$  表示错失干扰信号的概率。由于检测器的接收器不一定能够在广播相同的参考信号的两个UE之间作出区分, 因此为了使得检测器不会在UE1的DTX上错失检测(misfire), 其必须不会检测到UE2。对于给定的阈值 $T_A$ ,  $\Pr(\text{Miss-Int})$  取决于 $\text{INR} = \text{SNR}/\text{SIR}$ , 这是对应于UE1的接收器处的干噪功率比。利用来自定位测量的关于INR的可用知识, 可以确定满足前面的 $P_{\text{FA}}$ 条件的阈值 $T_A$  (例如 $\Pr(\text{Miss-Int}) > 1 - P_{\text{Pr}}(\text{FA}) > 99\%$ )。例如假设 $\text{SIR} = 20\text{dB}$ 并且 $30 > \text{SNR} > -5\text{dB}$ , 则有 $10 > \text{INR} > -25\text{dB}$ 。因此, 阈值 $T_A$ 的值随着INR增大。在INR的高值下, 阈值 $T_A$ 可以被显著增大以保持 $\Pr(\text{FA}) < 1\%$ 。

[0284] 可能还希望满足条件 $\Pr(\text{Miss}) < 1\%$ 。一旦根据INR选择了 $T_A$ 以满足 $\Pr(\text{FA})$ 条件, 则存在最小SNR, 即 $\text{SNR}_{\text{min}}$ , 在此以上可以满足 $\Pr(\text{Miss})$ 条件。可以通过仿真确定 $\text{SNR}_{\text{min}}$ 的值。为了在 $\text{SNR}_{\text{min}} = -5\text{dB}$ 下同时满足条件 $\Pr(\text{FA}) < 1\%$ 和 $\Pr(\text{Miss}) < 1\%$ , SIR被控制在合乎期望的范围内。

[0285] 当全部两个UE都处于DTX中时, 由于使用了更高的阈值 $T_A$ , 对应于单用户检测器的 $\Pr(\text{FA})$ 将减小。但是当仅有UE2处于DTX中时, 错失的概率将增大, 但是通常将保持低于1%的目标, 前提是SIR足够大。

[0286] 具有复用的多用户检测

[0287] 在一些实现方式中, 联合检测器可以通过两个阈值 $T_A$ 和 $T_B$ 如下进行操作, 其中 $T_B > T_A$ :

[0288] 首先, 在第一操作中, 如果 $(P_1 + P_2) < T_A(N_1 + N_2)$ , 则声明全部两个UE都处于DTX中。否则, 在第二步骤中, 基于确定至少一个UE具有信号(ACK/NAK), 对 $P_1$ 和 $P_2$ 进行比较:

[0289] 如果 $P_1 > P_2$ , 则声明UE1具有ACK/NAK; 接下来要确定的是UE2是否处于DTX中;

[0290] 如果 $P_2 > P_1$ , 则声明UE2具有ACK/NAK; 接下来要确定的是UE1是否处于DTX中。

[0291] 如果 $\text{SIR} > 0\text{dB}$ , 则在该操作中有时将不会发生错误。接下来, 如果在第二操作中 $P_1 > P_2$ 并且 $P_2 > T_B$ 乘以 $N_2$ , 则不声明DTX。否则, 声明UE2处于DTX中。如果在第二步骤中 $P_1 < P_2$ 并且 $P_1 > T_B$ 乘以 $N_1$ , 则不声明DTX。否则, 声明UE1处于DTX中。

[0292] 定位

[0293] 当在一个或多个RU处接收到UE的上行链路信号时, 或者在复用调度中, 可能希望确定UE关于RU的无线电位置。定位包括被用来作出该确定的技术。在一些实现方式中, 定位可以主要是基于检测UE的上行链路信号。在一些实现方式中, 下行链路信号的UE测量报告也可以被用来帮助所述处理。定位处理可以被使用在与(多个)小区相关联的其中一项或多项以下特征中。

[0294] 用于PUSCH的删减: 通常来说, 在任何时间点, UE处在属于某一小区的RU当中的仅仅一个子集的无线电附近。因此, CU判定将从该处接收UE的上行链路传送的该RU子集。CU随后组合接收自这些RU的信号。通常来说, 从UE到RU的路径损耗越大, 所接收到的信号就越弱, 从而可能减少对接收自这样的RU的信号进行软组合的收益。由CU选择适当的RU子集的处理被称作删减。在一些实现方式中, 在每一个TTI中, CU为每一个RU提供将从该处进行接收的RB列表以及RNTI到PRB指派, 从而为RU提供其实施删减所需要的信息。在前面也描述过

的一些示例性应用中, RU可以解调并且可能解码所接收到的PUSCH信号。在这种情况下, 删减确定解调并且可能解码在每一个RB上接收到的PUSCH信号的RU集合。在该例中, 只有删减集合中的RU把PUSCH数据转发到控制器以供进一步处理。

[0295] 知道位置的PUCCH: 在一些实现方式中, RU可以解调并且解码接收自UE的PUCCH传送。可以对于PUCCH实施类似于删减的功能, 其中可以利用定位信息减少处理某一UE的PUCCH的RU的数目。

[0296] RU之间的上行链路负荷平衡: 基于RU的处理限制, 每一个RU对于每个TTI可以应对特定数目的上行链路PUCCH UCI, 比如SR, HARQ ACK/NACK等等。定位模块可以提供有助于按照公平的方式在RU之间进行负荷平衡的信息。负荷平衡任务的实例可以包括而限于: 把UE映射到RU, 或者限制对于每个RU调度的UE的最大数目, 从而平衡每个RU的HARQ负荷(如果可以从多个RU成功解码HARQ信息的话); 以及把SR和CSI资源指派给UE, 从而在小区中平衡每一个RU上的每TTI负荷。

[0297] 下行链路和上行链路复用: 正如前面所描述的那样, 可以同时相同的PRB中向多个UE传送数据或者从多个UE接收数据。可以指派小区中的RU的一个子集来服务于每一个UE。

[0298] 定位量度

[0299] 在RU处接收到的能量、SINR或者路径增益可以被用作定位的量度。在一些实现方式中, 利用在每一个RU处接收自UE的PRACH和SRS信号确定用于定位的量度。此外, PUCCH和PUSCH DM-RS信号也可以被用于定位。

[0300] 基于PRACH的定位

[0301] 当UE尝试随机访问时, 其利用被称作PRACH的资源传送随机访问前同步码。这些传送可以是基于争用或没有争用的。前者在UE尚未与eNodeB建立连接时发生, 后者在eNodeB为UE分配特定PRACH(例如在切换期间)时发生。

[0302] 当UE以足够的功率传送PRACH序列时, eNodeB检测所述序列, 并且利用临时RNTI (TC-RNTI, 无线网络临时标识符) 连同资源分配作出响应, 以使得UE传送关于该访问尝试的另外的信息。在此阶段, eNodeB还不知道UE的身份。当UE利用所分配的资源通过UL-SCH(上行链路共享信道)在其第一条消息中传送其身份时, 争用解决发生。

[0303] 假设UE<sub>0</sub>传送了PRACH序列p<sub>1</sub>, 并且包括M个RU的集合 [RU<sub>m1</sub>, RU<sub>m2</sub>, . . . RU<sub>mM</sub>] 能够检测由该UE传送的序列, 尽管小区中的所有RU都将尝试在所分配的PRACH机会期间检测PRACH序列。所检测到的序列可以被用来确定表明由RU接收到的前同步码信号的强度的量度。这样的量度可以充当用于定位目的的相对度量。上行链路删减对于UE的后续上行链路传送可以是有效的, 直到可以从UE获得另外的定位信息为止。

[0304] PRACH争用

[0305] 在一些实现方式中, 争用可能在特定PRACH资源上发生, 例如多于一个UE在相同的机会中传送相同的PRACH序列。在这种情况下, 定位处理可以从RU的超集确定删减集合, 其中所述RU超集从多于一个UE进行接收。随后, 在争用解决时, 定位处理可以确定PRACH争用是否已发生, 并且从而移除对于其争用解决已失败的UE所存储的记录。

[0306] 基于SRS的定位

[0307] UE在由控制器配置的特定时间-频率资源处传送SRS(探测参考信号)。SRS可以被



用于跟踪来自UE的链路质量,以便在需要时高效地调度用于PUSCH的资源。UE在其活跃时或者处于其DRX(不连续接收)苏醒间隔中时传送SRS。SRS还可以被用于定位目的。举例来说,所有RU或者RU的一个子集可以被配置成在给定的情况下接收来自UE的SRS。

[0308] 用于SRS的传送功率为如下:

[0309]  $T_{xP} = P_0 + \alpha PL + f(\Delta TPC) + 10 \log_{10} M$

[0310] 其中 $P_0$ 是开环功率,PL是估计路径损耗,并且 $\alpha$ 是分数路径损耗分量, $f(\Delta TPC)$ 提供闭环功率控制命令的累积,并且M是在其上传送SRS的RB的数目。被用于SRS的功率控制命令(TPC)与被用于PUSCH的那些命令相同。

[0311] 用于上行链路删减目的的基于SRS的定位还可以是基于由每一个RU从UE的SRS接收到的相对能量。出于路径损耗或信道增益的相对强度测量和绝对测量的目的,定位模块还可以获得关于SRS传送的传送功率的信息。此外,由于每一个UE周期性地传送其SRS,因此可以在定位模块处累积SRS测量,以便提供关于接收自UE的信号强度的平滑估计。SRS可能处于频率跳跃模式,在这种情况下,定位模块可以实施时域和频域平均全部二者。

[0312] 来自UE的SRS信号可以是周期性或非周期性的。在周期性情况的一种示例性实现方式中,SRS的周期可以处于2到320ms之间。通常来说,周期越短,RU就将更加频繁地接收到SRS测量,因此跟踪和定位UE的准确性也就更好。如果对于SRS传送配置的周期是320ms,则UE每320ms发送一个周期性SRS。还可以在连接模式UE之间尽可能均匀地交错安排SRS机会,从而使得RU和CU SRS处理负荷是均匀的。相同的周期可以被配置到系统中的连接模式UE,但是SRS触发机会可以在时间上尽可能均匀地间隔开。以320ms的周期为例,在这320ms内存在时间上均等地间隔开的320个不同的SRS机会。

[0313] 在一些实现方式中,可能有益的是尽可能早地放置和定位UE。使用较大的SRS周期可以意味着RU和CU的频度更低的SRS接收,并且从而意味着跟踪UE的更低速率。在UE刚开始与CU连接时,关于UE位置的知识并不很准确并且因此是粗略的。CU接收自给定UE的SRS测量越多,对于UE位置的确定也就逐渐地更加准确。

[0314] 使用320ms周期的实例,前面提到存在320个不同的SRS机会。为了允许UE快速地或者按需触发SRS,保留20个均等地间隔开的SRS索引。这20个索引间隔16ms。为了方便起见,这20个SRS索引被称作A组SRS索引。其余的300个索引为了方便起见被称作B组SRS索引。SRS索引和SRS机会是同义的。

[0315] 在一些实现方式中,在UE的连接刚开始时,来自A组SRS索引的一个空闲SRS机会被指派给UE。在LTE中,这一配置可以通过RRC CONNECTION SETUP(RRC连接设立)消息发生。该A组SRS资源被配置给UE,并且被通知是单次传送机会。换句话说,A组SRS机会是非重复的。这就允许UE在后续的近似16ms内传送SRS。在CU处以比之前更高的准确性知道UE的位置,从而有助于上行链路上的传送删减。

[0316] 多达八个这样的新近到达系统中的UE可以被配置成在相同的A组SRS索引上进行传送,这是通过把8个不同的相位旋转的其中之一配置到每一个UE。相位旋转在LTE标准中也被称作循环移位。为了允许进一步跟踪传送了非重复A组SRS的UE,在接收到A组SRS之后立即配置周期性B组SRS索引。在LTE中,这是通过RRC CONNECTION RECONFIGURATION(RRC连接重新配置)消息用信号向UE通知B组SRS索引而实现的。

[0317] 如果认为需要比由B组SRS提供的粒度更加频繁地跟踪UE,则在把UE移回到其B组

SRS配置之前,CU可以对于单次非周期性传送利用A组SRS索引临时重新配置UE。

[0318] 还有可能利用所谓的S-TMSI标识符记住相同UE的接连RRC连接之间的定位测量。S-TMSI是在特定“持续时间”内是唯一的UE身份(其对于演进型分组核心或EPC是已知的)。UE的S-TMSI由MME(重新)指派,并且当UE发送针对进入RRC连接状态的RRC连接请求时为CU所知。基带控制器可以保持通过S-TMSI对于所有最近RRC连接的UE索引的定位信息(例如签名矢量或者与渠道不同RU的路径增益有关的信息)的数据库。在连接释放时,对应于相应的S-TMSI的数据库条目被更新。当UE第一次连接时,CU取回对应于相应的S-TMSI的所存储的定位信息,并且检查从PRACH获得的定位信息是否与所存储的定位信息一致。如果是的话,则CU继续使用所存储的定位信息来初始化定位规程。否则,其利用基于PRACH的测量来初始化定位规程。

[0319] 除了前述内容之外,UE还被请求向CU发送周期性功率净空(PHR)报告。功率净空报告允许CU估计路径损耗。控制器可以在定位算法中使用路径损耗测量。

[0320] 定位和删减处理

[0321] 在一个实例中,假设仅仅基于SRS保持定位量度,并且不使用基于PUSCH/PUCCH的能量估计。

[0322] 图24提供了用于删减的示例性定位处理的方块图。此外还标识出用于复用实现方式的单元。对于每一个UE,从删减的角度来看,一个RU可以属于两个集合中的一个:ActiveAndCandidatePruningRPSet(活跃和候选删减RP集合)和OtherRPSet(其他RP集合)。与ActiveAndCandidatePruningRPSet中的RU相比,可以在更慢的速率下跟踪UE的OtherRPSet中的RU。这样可以减轻系统上的SRS测量负荷,从而允许在必要时使得能够减小SRS周期(例如以更快的速率进行测量)的折中。这可以通过设定(多个)适当的参数而被禁用,从而使得所有RU都以相同的速率进行测量。后面将进一步描述所述参数的细节。此外,在一些实现方式中,定位数据库仅保持对应于ActiveAndCandidatePruningRPSet中的那些RU的条目,并且不保持对应于OtherRPSet中的RU的条目。使用OtherRPSet来删减RU的SRS接收可以是一种可选的实现方式。举例来说,可以在每一个机会处从所有RU(包括OtherRPSet)处理SRS,但是仅有ActiveAndCandidatePruningRPSet RU的测量将作为移动平均被保持。除非其满足将被包括到ActiveAndCandidatePruningRPSet中的标准,否则可以丢弃OtherRPSet测量。

[0323] 在ActiveAndCandidatePruningRPSet内,RU可以关于PUCCH或PUSCH处于活跃或候选状态,从而例如产生可以通过两个比特捕获的四种可能的子状态组合。ActiveAndCandidatePruningRPSet的一个成员可以被指定为Primary RP(主要RP)。其他成员在适用时可以被指派到ActivePucchPruningRPSet、CandidatePucchPruningRPSet、ActivePuschPruningRPSet和CandidatePuschRPPPruningRPSet。

[0324] 在定位处理中可以有两个阶段——初始化和维护,并且在每一个阶段中使用不同的参数集合。这一区别可以在初始周期中允许测量中的更大容差,此时在未知的快速衰落上还没有足够的平均。图25是示出了删减集合的示例性维护的方块图。该图示出了系统的各种模块之间的交互,并且还提供了关于定位和删减的执行中的事件顺序的总览。举例来说,UE在适用时传送其PRACH或SRS。相关的RU测量所述传送,并且通过RU-CU接口将所述测量提供到定位模块。定位模块可以执行删减处理,并且在定位数据库中创建/更新相应的

表。当对前面提到的任何集合作出更新时,通知RRM(无线电资源管理)和MAC/调度器模块,从而使其可以从数据库取回经过修订的删减表。

[0325] 知道位置的PUCCH和超负荷控制

[0326] 后面将描述在远程单元(RU)中利用定位实施的PUCCH(物理上行链路控制信道)处理的实例。所述示例性处理可以被实施以控制RU上的负荷,这既是为了确保每一个RU保持在其处理限制内,也是为了确保平衡各个RU之间负荷以便最大化总体容量。在这方面,正如在本文的其他地方所解释的那样,在一些实现方式中,通信小区包括一个控制器或控制器单元(CU)以及与CU通信的多个RU。在一些实现方式中,至少一些基带处理在RU中实施。该基带处理可以被分布在各个RU当中,以便降低任何单个RU将变为超负荷并且从而成为小区中的瓶颈的几率。这一分布在这里被称作“负荷平衡”。后面将描述可以在RU中实施的上行链路(UL)数据处理(例如基带处理)的实例以及示例性负荷平衡处理。

[0327] 在一种示例性实现方式中,在CU与RU之间的通信期间的每一个子帧的开头,CU向所有RU发送标识每一个RU将要处理的上行链路(例如PUCCH)资源的信息。在一些实现方式中,该信息对于每一个RU被个别化(例如是不同的),但是在单一多播消息中被发送。在该例中,CU事先知道每一个RU中的可用处理资源,并且在发送所述信息之前对于各个RU作出超负荷控制判定。

[0328] 小区的一种示例性实现方式包括 $J$  ( $J > 1$ ) 个RU。每一个RU能够对于每个TTI(传送时间间隔)处理 $K$  ( $K > 1$ ) 项PUCCH资源,其中PUCCH资源例如可以包括SR(调度请求)或CSI(信道状态信息)或混合自动重复请求确认(HARQ ACK/NACK)。在该例中,在所有RU上对于每个TTI处理 $J \times K$ 项SR或CSI资源。在该例中,如果SR或CSI周期被标示为 $P$ ,则对于给定的PUCCH格式可以由通信小区中的所有RU支持的RRC(无线电资源控制)连接的UE( $N_{\text{connected}}$ )的最大数目为如下:

[0329]  $N_{\text{Connected}} = J \times K \times P$ 。

[0330] 对于 $J = 20$ 、 $K = 4$ 和 $P = 20$ , $N_{\text{Connected}} = 1600$ 。

[0331] 在前面的实例中,我们假设1600个已连接的UE相对均匀地分离在20个RU当中,因此每个RU有80个已连接的UE。

[0332] 在一些实现方式中,UE被随机分布在通信小区内,其结果是,每一个RU的覆盖区域中的已连接UE的数目也将随机地变化。对于各个UE的给定概率分布,有可能确定在一个RU中超出标称数目的 $K$ 项PUCCH处理资源的概率。举例来说,对于均匀概率分布以及一个小区中的每个RU平均40个已连接UE(前面的实例的50%),在给定的RU中,有大约4%的几率需要处理多于4项(SR或CSI)资源,其中假设 $P = 20$ 的周期,并且用户在整个小区内均匀地分布在各个SR和CSI相位当中。

[0333] 在某些情况下,通过在指派SR/CSI相位的过程中利用UE定位,有可能改进在前面的实例中示出的性能。在这方面,在一些实现方式中,CU可以动态地管理PUCCH处理负荷(例如将由各个RU处理的PUCCH信息的数量),以便降低使得其中一个或多个RU超负荷的几率。这里将描述用于动态地管理PUCCH负荷的示例性处理。在一些实现方式中,可以使用单个处理来管理PUCCH处理负荷。在一些实现方式中,可以使用其中两个或更多以下处理来管理PUCCH处理负荷。在一些实现方式中,可以由图24的定位和删减模块来管理PUCCH处理负荷。

[0334] 用于动态地管理PUCCH负荷的一种示例性处理被称作“负荷相关PUCCH周期”。根据

该处理,在RRC连接设立时,CU可以根据系统(小区)负荷来指派CSI和SR周期。对于相对较轻的系统负荷,CU把 $P_{SR}$ 和 $P_{CSI}$ 保持得相对较小以便增强性能。随着系统负荷增加,CU对于新的UE增大 $P_{SR}$ 和 $P_{CSI}$ 。作为一种替换方案,CU还可以基于当前的负荷条件决定利用最适用的 $P_{SR}$ 和 $P_{CSI}$ 重新配置旧的和新的UE全部二者。

[0335] 用于动态地管理PUCCH负荷的另一种示例性处理被称作“位置相关PUCCH资源指派”。根据该处理,在RRC连接设立时,CU将把相同的RU覆盖区域(或附近RU)内的UE指派到不同的CSI和SR相位,从而使得去到/来自这些UE的传送不会在相同的TTI中被处理。其结果是,处在一个RU的覆盖区域内的UE可以被均匀地分布在各个CSI/SR相位之间,至少在没有移动性时是如此。移动性可能会产生不均匀的分布,这可以通过重新配置来解决。

[0336] 用于动态地管理PUCCH负荷的另一种示例性处理被称作“负荷相关PUCCH上行链路组合”。根据该处理,在每一个TTI处,CU指示RU处理指定的PUCCH资源。在小区中存在相对较重的负荷的时间期间(例如在预定义数量的通信量之上),CU可以把每一项PUCCH资源的处理限制到一个RU。否则,CU可以允许由多个RU处理PUCCH资源,并且可以组合多个RU的处理结果。

[0337] 用于动态地管理PUCCH负荷的另一种示例性处理被称作“PUCCH资源的动态清除”。根据该处理,当CU确定RU没有足够的处理资源来应对为其指定的PUCCH处理时,CU选择性地丢弃对于一些CSI和/或SR资源的处理。在一些实现方式中,CU中的调度器可以实施某种形式的超负荷循环赛(round-robin)调度,从而使得CSI或SR错失被均匀地分布在所有UE之间。只要相同的资源在下一个周期中被处理,则对应于一个UE的单次SR或CSI错失相当于相应周期的临时加倍,并且可以被视为某种动态形式的超负荷控制。在由于超负荷条件而决定对于某一UE错失SR或CSI处理时,在一些实例中,CU可以优选地在对应于相同UE的后续机会上应对SR或CSI处理。这一示例性处理可以仅在那些RU上被实施,从而使得小区中的其他RU不受影响。

[0338] 在一些实现方式中,CU将为HARQ ACK/NAK(混合自动重复请求确认/无确认)给予RU中的最高PUCCH处理优先权。在给定的TTI中为某一RU指派了多少HARQ PUCCH处理最终决定可以由该RU处理的SR和CSI资源的数目。举例来说,如果 $K_{tot}$ 是RU可以处理的PUCCH资源(HARQ、CSI和C)的总数,则CU将约束调度器,从而在相同的RU/TTI中将不会调度多于 $K_{tot}$ 个UE。如果 $K_{HARQ}$ 是在给定的TTI中对于HARQ所需要的PUCCH资源的数目,则 $K_{tot}-K_{HARQ}$ 将是可以在相同的TTI/RU中被处理的SR和CSI资源的数目。

[0339] 如果UE的HARQ ACK/NAK的传送落在与SR或CSI相同的TTI上,则在LTE规范内存在允许UE在相同的资源上发送全部二者的机制(同时CSI+ACK/NAK传送是可配置的选项)。在这些情况下,CU可以提醒RU实施同时SR+ACK/NAK或CSI+ACK/NAK检测处理。

[0340] 用于管理RU上的处理负荷的另一种机制是使得删减和定位模块在必要时对删减列表进行微调。举例来说,删减模块首先对于每一个UE使用ActivePuschPruningRPSets和ActivePucchPruningRPSets以作为确定RU删减集合的基准。删减模块还在每个子帧的基础上记录每一个RU处的PUCCH格式1和PUCCH格式2接收的数目。根据关于RU负荷的预先配置的规则,删减模块随后可以实施附加的删减,这例如是通过从各个单独的UE的删减集合中删除附加的非主要RU以便保持在每一个RU的负荷限制内。不同的负荷限制的实例包括:

[0341] 限制1:每个RU的PUCCH格式1 HARQ消息的最大数目

[0342] 限制2:每个RU的PUCCH格式2消息的最大数目

[0343] 限制3:每个RU的最大(格式1HARQ+格式1SR+格式2)消息数

[0344] 在一些实现方式中,关于格式1消息的数目的限制已经由MAC/调度器设置。如果某一RU超过任何负荷限制,则进一步删减将在该RU处进行处理的消息列表。该进一步删减可以基于其中一条或多条以下规则来实施:

[0345] 删减和超负荷管理器模块可以跟踪其PUCCH消息在每一个RU处被删减的最近的(X个)UE的RNTI,并且尝试选择不处在该列表中的UE。如果在删掉CQI(格式2)消息和SR之间存在冲突,则应当选择删掉CQI消息。如果UE在上行链路上的CSI或HARQ反馈应当与PUSCH传送对准,则把CSI或HARQ反馈与PUSCH传送多路复用并且将其发送到CU。在这种情况下,UE不传送PUCCH。CU在调度时注意到这一情况,并且相应地通知RU。

[0346] 总而言之,在LTE中,在上行链路控制信道PUCCH上传送三种类型的控制信息。第一种类型是HARQ ACK/NACK(混合自动重复请求),其可能需要1或2个比特。第二种类型是CSI(信道状态信息),其包括CQI、PMI和RI。可以每2到160ms发送CSI,但是例如2到20毫秒的更小范围有可能改进下行链路性能。第三种类型是SR(调度请求)。来自UE的SR通知调度器将在上行链路上传送来自UE的数据。

[0347] PUCCH处理被分布在CU与其RU之间。与PUCCH相关联的基带处理的某些部分可以在RU处发生。举例来说,CU可以通知RU确定将要关注哪些UE的上行链路传送。可以在不同的频率处或者在相同频率上的不同“循环移位”资源上发送不同的控制信息。在一些实现方式中,至少部分地基于RU的负荷平衡来确定所述不同的频率或循环移位。举例来说,可能希望不让RU超负荷,并且还希望在所有RU上均匀地分布基带处理负荷。在一些实现方式中,指派CSI和SR的周期和相位,以便在每一个TTI中在各个RU上均匀地分布负荷。在一些实现方式中,考虑UE的位置以使得RU上的负担更加均匀。在一些实现方式中,在PUCCH传送的开头,对应于不同信号的周期被设定成相对较低,以便例如提供传送中的良好精度。

[0348] 正如前面所描述的那样,在一些实现方式中,PRACH处理的至少一部分在RU处而不是在CU处发生。此外,SRS(探测参考信号)也可以至少部分地在RU处被处理。对于处理PRACH和SRS还考虑RU处的总体负荷控制和负荷平衡。

[0349] 动态覆盖和容量调节

[0350] 再次参照图2A和2B,在无线网络中提供的RF覆盖和容量被解除耦合。RU 66a-66e、90a、90b、92a、92b提供覆盖,基带调制解调器62、82、84或CU 60、80提供容量。在一些实现方式中,无线网络中的一些RU与其他RU相比被更加密集地部署并且具有更多传送器功率,以便克服来自附近的eNodeB(例如宏小区)的可能干扰。在本公开内容的一些无线网络中,RU被部署得彼此非常靠近并且具有重叠的覆盖,这是因为其可能属于相同的小区并且因此不会导致任何小区间干扰。对于传统的基站,这样的非常密集的部署有时是不可能的。对于某一站点所需要的基带调制解调器(以及小区)的数目取决于用户的数目、每个用户的数据使用的数量以及站点处的用户随着时间的分布等等。一般来说,使用最小数目的基带调制解调器(以及小区)以便保持低成本并且避免不必要的小区边界。当对于覆盖和/或容量的需求改变时,本公开内容的无线网络可以动态地调节其容量和覆盖。

[0351] 动态容量重新分配

[0352] 在一些实现方式中,当多个RU共享相同的小区/基带调制解调器时,基带调制解调

器的容量由落在被指派给该基带调制解调器的所有RU的覆盖区域内的所有UE共享。在具有相对较高的数据使用的区域中,形成小区的RU所覆盖的区域可能小于覆盖相对较低的数据使用的区域的另一个小区中的RU。举例来说,在使用4个基带调制解调器(以及4个小区)和24个RU的站点处,所述4个小区分别可以具有2、4、8和10个RU,从提供与覆盖和容量需求相匹配的不同小区尺寸。RU到小区的指派可以基于容量需求的改变而被动态地改变。所述改变可以被人工作出,例如通过使得本地人员修改RU到控制器的映射,或者所述改变可以例如基于日间时(ToD)通过半自动的方式作出,或者所述改变可以例如由控制器基于检测到通信量分布的改变而自动作出。所述改变可以重新分配站点处的容量,而无需对于已部署装备的任何显著改变。

[0353] 作为一个实例,参照图6A和6B,在站点600处部署无线网络602,其包括通过现货产品以太网606控制三个对应的小区608a、608b、608c的三个调制解调器604a、604b、604c。站点600可以是商用建筑物,其包括在不同的ToD具有不同容量需求的购物区域和办公室空间(通过图中的不同用户数目示意性地输出)。所述小区可以分别包括不同数目的RU(未示出)以覆盖不同尺寸的区域,同时提供基本上相同的通信量容量。由不同小区覆盖的区域的形状也可以是不同的。

[0354] 特别参照图6A,在一个给定的时间(时间1,例如工作日的工作时间),站点600的大多数用户集中在较小的区域610、612(例如办公室空间)中,同时用户密度在更大的区域614(例如购物区域)中相对较低。为了满足站点600的不同区域中的不同容量需求,形成具有相对较少数目的RU的小区608a、608b以覆盖区域610、612,并且形成具有相对较大数目的RU的小区608c以覆盖区域614。每一个小区608a、608b、608c具有基本上相同的容量。

[0355] 站点600处的容量需求可能会动态地改变。参照图6B,在另一个给定的时间(时间2,例如工作日的午餐时间),区域618、620(例如图6A的购物区域614中的餐厅区域)中的用户密度较高,并且区域616(例如办公室区域610、612以及图6A的购物区域614中的商店区域)中的用户相对较少。作为响应,站点600处的一个或多个RU通过人工方式、半自动方式或自动方式被指派到不同的调制解调器,从而形成覆盖对应的区域616、620、618的新的的小区622a、622b、622c。小区622a包含相对较大数目的RU。小区622b、622c包含相对较少数目的RU。每一个小区622a、622b、622c具有基本上相同的容量。在以太网上实施动态容量重新分配。

[0356] 总容量增加

[0357] 在一些实现方式中,作为在某一站点(例如图6A和6B的站点600)上重新分布容量需求的替代或补充,站点还经历针对总容量的需求的增加。举例来说,移动订户的数目增加,并且/或者每个订户的数据需求的数量增加。在这些实现方式中,可以引入(多个)附加的调制解调器(并且相应地还有(多个)附加的小区)。举例来说,无线网络的CU中的未被使用的现有调制解调器可以被启用,并且已经部署在站点处的其中一些RU可以被重新指派到该新的调制解调器。这是某种形式的真实小区划分,其可以被方便地实施(例如作为软件升级),并且在一些实现方式中不需要对于已安装的RU的任何硬件改变。替换地或附加地,可以在CU中添加一个或多个新的调制解调器,并且/或者可以把一个或多个新的CU添加到站点处的无线网络。在一些实现方式中,可以增加站点的总容量,而不会影响先前部署的调制解调器、小区和RU。在一些实现方式中,与在站点处添加许多新的接入点相比,添加更

多调制解调器或CU硬件无论在装备还是安装成本方面都显著地更加便宜。前面描述的物理小区划分方法是利用以太网实施的。

#### [0358] CU堆叠

[0359] 在一些实现方式中,一个CU控制64个RU。可能希望对于每个RU服务于更大的空间或者递送更高的容量,同时保留系统的协调和/或无小区边界属性。图26示出了通过在单个小区内堆叠多个CU(在该例中示出了三个)来扩大覆盖的小区的另一个实例,其中每一个CU使用单个基带调制解调器。利用协调功能(CF)对各个CU(基带调制解调器)进行协调,各个CU通过以太网链路(例如10G以太网)在其自身之间并且与CF进行连接。

[0360] 除了特定的控制器间协调功能可以被卸载到(多个)现货产品服务器之外,每一个CU是运行完整的控制器应用的物理控制器。在包含多个CU的小区内,CU与RU之间没有固定的关联。每一个CU应用可以应对小区中的已连接UE的一个子集。当RU接收到来自UE的PRACH时,RU把UE指派到其中一个可用的CU应用。当MME(移动性管理实体)把寻呼转发到回传CU时,回传CU把所述寻呼指派到一个CU。

[0361] 特定的CU间相关功能被卸载到运行协调功能(CF)的现货产品服务器(其可以由外部存储)。可以在该服务器上使用虚拟化,以便允许其他服务应用运行在相同的硬件上并且允许进一步的可伸缩性。在一些实现方式中,对于一个小区的所有CU实施单个CF,尽管也可以使用多个CF。

[0362] 在一些实现方式中,运行CF的服务器是现货产品(OTS)服务器。OTS可以提供处理能力方面的灵活性、良好的可伸缩性,并且没有浪费物理资源。此外,OTS可以被用来运行其他应用,其中包括基于位置的服务、本地分出(break-out)和其他服务等等。

[0363] 在每一个小区内,一些CU被选择来实施对于所有RU的共同功能。对于所有CU,相关联的CF是主导。一个所选CU是对于所有RU充当1588主导的定时主导CU。另一个所选CU是系统信息CU。该CU负责生成系统信息和对应于整个小区的小区特定参考信号,例如CS-RS和CSI-RS。系统信息CU还调度SI、CS-RS和CSI-RS,并且所述调度可以由该CU排他地应对。此外还有负责保持去到演进型分组核心(EPC)的单个IPSec(互联网协议安全性)和S1隧道的回传CU。回传CU充当端接去向EPC的S1隧道的eNodeB。在一些实现方式中,通过单个回传CU隧道传送IPSec分组。回传CU还可以负责在接收到来自MME的寻呼时进行CU选择。

[0364] CF和各个CU一起实施CU间协调功能。其中一种协调功能是定位。在一些实现方式中,CF保持对应于所有已连接UE的定位信息。每当CU更新UE的上行链路签名矢量时,CU把新的签名矢量连同UE标识符一起转发到CF。

[0365] 另一种CU间协调功能是下行链路和上行链路复用调度。对于每一个TTI,CU可以对于下行链路和上行链路单独地向CF转发活跃UE的列表,其中具有以下调度信息:1) UE标识符;2) 队列深度或等效信息;以及3) 调度器量度。CF可以利用接收自所有CU的信息来实施处理,并且对于下行链路和上行链路单独地返回以下调度UE列表:1) UE标识符;以及2) DCI。复用调度可以具有低等待时间,从而使得调度可以在1毫秒内完成。在一些实现方式中,一些调度任务从CF被转移到CU,以便例如防止CF变成调度处理中的瓶颈。与载波聚合中一样,CF还可以在多个载波之间协调调度。

[0366] 第三种CU间协调功能涉及数据传输。在下行链路上,每一个CU可以对于其正在服务的UE形成数据帧。在一些实现方式中,CU对于其未在服务的那些UE不形成任何数据帧。RU

接收到来自多个CU的数据帧,并且按照需要组合各帧以形成所传送的下行链路OFDM符号。在一些实现方式中,为了降低链路速率,CU发送单播或窄播分组。

[0367] 在上行链路上,对于每一个UE,其服务CU可以确定上行链路组合集合并且相应地通知RU。在一些实现方式中,RU只需要向正在服务于该UE的CU发送UE的上行链路数据。

[0368] 另一种CU间协调功能涉及多用户(MU)MIMO。在下行链路上,当MU-MIMO中的UE正由不同的CU服务时,实施CU间协调。MU-MIMO中的联合预编码器可以由CF确定。在上行链路上,实施利用连续干扰抵消(SIC)的单个CU中的联合检测。通过允许某一CU处理UE的信号以进行SIC,即使当该UE通常被指派到另一个CU时,也可以在各个CU上实施MU-MIMO。

[0369] 此外,还与下行链路控制信道相关联地实施CU间协调功能。举例来说,CF可以确定PDCCH复用。CF可以形成DCI并且连同RU传送策略发送到CU。实际的PDCCH分组可以由CU形成。DCI的RNTI可以决定哪一个CU负责应对PDCCH分组。所有PDSCH和PUSCH DCI可以由服务于相应的RNTI的CU来应对。所有SI(系统信息)-RNTI DCI可以由SI CU应对。可以由小区的一个CU发送PCFICH,该CU或者是预定的或者是由CF选择。有可能实施PHICH复用。

[0370] 具有多个堆叠CU的小区(比如图26中示出的小区)可以如下应对SRS和PUCCH。对于SRS,RU可以被配置成仅把UE的SRS数据转发到其对应的服务CU。服务CU把其对应的UE的签名矢量上传到CF。

[0371] 对于PUCCH,RU可以把PUCCH数据转发到其对应的服务CU。在一些实现方式中,PUCCH复用中的UE属于相同的CU,因此PDCCH复用中的UE也属于相同的CU。

[0372] 与具有多个堆叠CU的小区相关联的其他考虑包括CF可伸缩性、CF冗余性以及CF和CU堆叠管理。在一些实现方式中,CF应用被并行化以便提高可伸缩性,并且利用在其上运行CF的服务器的多核处理器。

[0373] 具有多个堆叠CU的小区可以提供具有一个CU的小区的所有优点。此外,具有多个堆叠CU的小区可以具有高可伸缩性。对于现有CU应用的影响较小。可以通过运行CF的服务器虚拟化所述实现方式。小区可以被使用在户外应用中。

[0374] 还有可能在不添加另一个集中式节点的情况下实施控制器堆叠。在这种情况下,代表相同或不同小区的多个CU实例可以运行在一个或多个硬件平台上,并且其间具有高速连接(例如10G以太网),对于每一个TTI,各个CU交换信息以实施调度器协调,以便例如在多个控制器实例上为单个小区或多个小区服务。当在各个小区之间进行协调时,这样的协调可以被用来支持载波聚合或者控制邻近小区之间的边界区域处的干扰。这样的信息交换可以在从每一个CU实例到参与协调的所有其他CU实例的单向传送中实施。

[0375] 多运营商小型小区

[0376] 在许多企业和公共空间中需要支持多家运营商。这里所描述的示例性系统允许这样的多运营商部署。

[0377] 多运营商系统使用具有独特的RF组合能力的多RU迷你封装,以便允许对应于不同运营商的多个RU模块插入到单个封装中。所述封装将被安装在视线之外,例如安装在吊顶板材的上方,并且可以通过一条或多条天线线缆连接到一个或多个共享的外部天线。在一些实现方式中,将有对单个宽带共享外部天线进行馈送的一条天线线缆。在一些其他实现方式中可以有两条天线线缆,其馈送到具有两个天线端口的一个外部宽带天线中以便支持MIMO。更一般来说,M条线缆可以对M个SISO天线或者M/2个MIMO天线进行馈送,其中M是在多



RU封装中利用的天线的数目,并且每一个天线具有N个RU的组合信号,并且可以是例如全向或定向天线之类的任何类型的天线。在一些实现方式中,RU模块将具有完全相同的硬件。这样就允许可以部署和管理多运营商站点的中立托管公司对于不同运营商复用相同的模块。可以把RU模块从一家运营商重新指派到另一家运营商。还可以把RU从一个频率重新指派到另一个频率,即使一些是FDD而其他是TDD。

[0378] 还可以通过添加Wi-Fi模块将多RU机架用于Wi-Fi,并且还可以把Wi-Fi信号与LTE信号组合到外部天线上。其还可以被用于单一运营商的LTE-Advanced(先进LTE)载波聚合(CA)。在CA中,多个载波可以被用来服务于一个或多个UE。在现有的部署中,可以通过附加载波的形式对于相同的运营商添加附加的RU模块,并且在控制器中实现载波的聚合。

[0379] 下行链路小区间干扰控制

[0380] 在一些实现方式中,利用硬频率复用(HFR)减少PDSCH上的小区间干扰。HFR可以被实施成静态或半静态方案,其中根据K方频率复用在各组小区之间划分可用的资源块,其中K通常是3或7,从而使得每一个小区使用三分之一(或七分之一)的可用资源块。当在每一个资源块中仅有一个小区进行传送,相同的频率复用群组中的小区将不会看到来自其他小区的任何PDSCH干扰。实施HFR可能消耗可用带宽的 $(K-1)/K \times 100\%$ 。

[0381] 或者,可以利用软频率复用(SFR)减少PDSCH上的小区间干扰。在SFR中,在相同的频率复用群组中的相邻小区之间划分可用资源。与其中每一个资源块被指派二进制状态(开/关)(例如完全功率或完全无功率)的HFR不同,在SFR中,每一个资源块可以被指派任何传送功率水平。举例来说,考虑具有3个不同功率水平(高(H)、中(M)、低(L))的以下实例。参照图17A,在每一个小区2400a、2400b、2400c中,每一个资源块2402被指派到这些功率水平的其中之一(H、L或M),从而使得在其中小区被指派高功率的资源块中,其两个相邻小区被指派低功率。其结果是,每一个小区将具有两倍于高功率资源块的低功率资源块。通常在连接设立期间,每一个eNodeB将基于UE正在经历的平均SNR并且可能还有其他因素(比如UE要传送的数据的数量)把其所服务的UE指派到其中一个功率水平。处于良好条件下的UE(例如位于给定小区的中心附近或者只有很少数据要发送)被指派低PDSCH功率水平,而处于较差条件下的UE(例如位于小区边缘附近或者有许多数据要传送)则被指派高PDSCH功率。相应地,当控制器正在为小区边缘用户服务时,UE将同时经历更高的接收信号功率和更低的干扰功率水平,从而提升其平均接收SNR。当UE移动并且其信道条件改变时,控制器可以通过发送更高层重新配置消息来改变针对UE的传送功率水平。当调度UE在资源块上进行传送时,控制器可能实际上需要运行并行的调度器(每个功率水平一个调度器)。在一些实现方式中,资源的严格划分可能导致调度效率损失,这例如是由于损失了一定的多用户分集。当活跃UE的PDSCH功率分布相对于资源块的功率分布失配时,这样的低效率可能就变得可见。固定功率分配也可能是低效的,这是因为其有时对于UE不必要地强制低功率传送,尽管当该UE处于相邻小区的相对侧时,更高功率水平下的传送可能不会对于由相同频率复用群组中的相邻小区服务的小区边缘UE导致任何干扰。

[0382] 协调调度

[0383] 通过作为控制器中的集中式多小区调度器的一部分动态地实施资源/功率划分,可以改进SFR的效率。控制器可以基于接收自UE的无线电资源管理(RRM)报告动态地分配资源块和传送功率。所述实现方式可以不再需要像HFR或SFR那样半静态地为资源块指派传送

功率水平。

[0384] 在LTE中,每一个小区将在第4类(SIB4)系统信息块(SIB)中周期性地广播其邻居列表(NeighborList)。已连接UE将监测邻居列表中的UE,并且向服务小区发送测量报告。这些报告可以被周期性地发送或者是基于特定触发。报告周期和触发由服务小区利用RRC重新配置消息来配置。每一个UE的测量报告对于每个小区包括两项测量:i)参考信号接收功率(RSRP)和ii)参考信号接收质量(RSRQ)。RSRP是CS-RS RE的平均接收功率并且表明接收信号强度,RSRQ是附加的信号质量指标,其也提供关于干扰的粗略度量。在一些实现方式中,控制器中的协调调度将如下面所描述的那样工作。

[0385] 每一个基带调制解调器将向中央协调器发送接收自其所服务的每一个已连接UE的邻居列表RSRP报告,以及每一个UE等待传送的数据的数量。基带调制解调器可以在特定事件触发时发送这些报告,例如当UE新近连接或断开时,或者当在UE RSRP报告中有显著改变时。还有可能使得中央协调器对各个基带调制解调器进行轮询以便获得这些RSRP报告。

[0386] 中央协调器将使用所接收到的信息来构造对应于每一个UE的带宽和PDSCH功率分配映射图,并且将该信息周期性地发送到其服务基带调制解调器。后面将讨论用于创建该带宽分配映射图的基本逻辑的一个实例。

[0387] 各个单独的小区调制解调器例如在设立连接之后不久把PDSCH功率分配传达到UE。对于每一个子帧,各个单独的基带调制解调器在PDSCH上调度用于传送的UE数据。基带调制解调器调度传送的方式与中央协调器为每一个UE分配的功率水平和带宽资源相一致。

[0388] 接下来将参照图17B描述使用两个邻近小区的实例。在一个实例中,假设每一个小区2410a、2410b具有一个已连接UE,并且每一个UE具有等待传送的类似数量的数据。如果全部两个UE都远离小区边界,则中央协调器将为全部两个UE分配完全传送频带,这是因为任何一个UE都将不会经历显著的小区间干扰。如果全部两个UE都靠近小区边界,则小区协调器将在完全功率下为每一个UE分配50%的传送带宽。如果一个UE靠近小区边界但是另一个远离小区边界,则小区协调器将为全部两个UE分配完全传送频带,但是为远离小区边界的UE指派更低功率水平以便减少与另一个小区中的靠近小区边界的UE的干扰。当UE具有显著不同数量的数据等待传送时,小区协调器可以为具有更多数据的UE给出更多带宽。

[0389] 在一种更加复杂的情况中,每一个小区具有10个已连接UE,其中的50%靠近小区边界并且50%远离小区边界,靠近小区边界的UE与远离小区边界的UE具有类似数量的数据,中央协调器可以如下分配资源:为远离小区边界的UE分配完全传送带宽但是处于降低的功率水平,并且按照无重叠的方式为靠近小区边界的UE分配50%的传送频带但是处于完全功率。

[0390] 如果小区边缘处的UE的数目与小区中心处的UE的数目的比值不同于1:1,或者靠近小区边界的UE所要传送的数据的数量不同于小区中心处的UE所要传送的数据的数量,则中央协调器可以调节(多个)带宽和功率分配处理以便匹配UE的数据需求。在一些实现方式中,分配的可适配性可以使得系统的带宽效率显著地更高,同时对于处于不利地位的UE改进小区边缘性能。

[0391] 在一些实现方式中,在无线网络与例如宏网络之类的其他网络之间可能存在干扰,并且还可以考虑并且减少这样的干扰。第8版支持X2接口中的消息,以便允许eNodeB交换关于在eNodeB的每一个资源块中所使用的功率水平的信息。在一些实现方式中,X2接口

被使用在本公开内容的控制器与其他无线网络(例如宏小区)的eNodeB之间。用户可以促进控制器与eNodeB之间的信息交换以便支持协调调度。作为一个实例,每一个eNodeB可以对于每一个资源块向控制器表明该资源块中的功率水平是否将保持低于特定阈值,该阈值也被单独用信号通知。这样将允许控制器把位于小区边缘处的那些UE调度在其中相邻小区正以低于特定功率水平进行传送的资源块中。类似的技术可以被用来协调相同的无线网络中的不同控制器的传送,其中可以通过管理系统或者利用X2接口的某种变型向每一个控制器通知SFR(软频率复用)功率指派。

[0392] 用于第10版UE的干扰控制技术

[0393] 在一些实现方式中,通过令小区在某些子帧中关断(消隐)所有资源块中的功率,可以对于具有封闭式接入或范围扩展的分级网络减少小区间控制信道干扰。当没有在子帧中传送PDSCH数据时,在下行链路控制信道上也不发送控制消息,从而显著减少了PDCCH干扰。在一些实现方式中,通过把这些消隐帧配置成所谓的MBSFN(多播/广播子帧),还可以减少(例如消除)来自PDSCH区段中的CS-RS RE的干扰。

[0394] 在MBSFN子帧中,只在子帧的控制区段中传送CS-RS。这样就减少(例如消除)了去到相邻小区中的PDSCH(尽管不一定是对于PDCCH)传送中的CS-RS干扰。LTE中的MBSFN子帧是在第8版中开发的,以便载送广播/多播信号,但是其也可以被用来完全不发送数据。小区可以被配置成根据特定样式来发送MBSFN子帧,并且可以通过系统信息块(SIB)向UE传达所述样式。在一些实现方式中,一个无线电帧中的10个子帧当中的仅仅6个(例如#1、2、3和6、7、8)可以被用于MBSFN。MBSFN帧对于1或2个TX天线具有多达1个OFDM符号的控制区段,并且对于4个TX天线是2个OFDM符号。

[0395] 仅仅使用消隐MBSFN子帧可能无法消除PBCH、系统信息(SIB)和PSS/SSS传送之间的小区间干扰。在一些实现方式中,小区间干扰发生在小型小区与单个宏小区之间,并且可以通过相对于宏小区偏移小型小区中的子帧编号来减少或消除干扰。举例来说,如果小型蜂窝网络的相对子帧编号相对于宏蜂窝网络的偏移量是2(例如小型蜂窝网络中的子帧#0与宏蜂窝网络中的子帧#2重合),并且宏小区子帧2和7是ABS/MBFSN子帧,则小型小区UE可以在没有来自宏小区的任何干扰的情况下接收PSS/SSS和PBCH。

[0396] 在一些实现方式中,宏小区仅与控制器协调其传送,并且宏小区eNodeB没有必要与多个基站或RU协调其传送。

[0397] 协调多点(CoMP)

[0398] CoMP指的是涉及相邻小区之间的协调以便减少小区间干扰的效应的技术。全方位协调被称作联合传送(JT)。在JT中,两个或更多基带调制解调器协作来通过其联合控制的所有RU为其UE服务。所有可用天线可以被用来通过单用户MIMO服务于一个UE,或者利用多用户MIMO同时服务于多个UE。在其中实施JT的某些情况下,UE不仅对于其服务小区的天线端口而且还对于相邻小区的天线端口发送CSI反馈。

[0399] 在JT中,类似于单小区多用户MIMO,用于不同UE的传输块可以被并行地处理并且随后在IFFT之前被组合。但是不同的基带调制解调器应对不同小区中的UE的传输块的处理。在一些实现方式中,控制器可以包括用于协调不同的基带调制解调器中的调度的协调单元。协调单元还可以充当聚合点,以用于组合源自不同基带调制解调器中的经过处理的传输块。作为一个实例,图20A中示出的无线网络2700包括由基带调制解调器2706和(多

个)远程单元2716、基带调制解调器2708和(多个)远程单元2718以及基带调制解调器2710和(多个)远程单元2720形成的三个小区。控制所述三个小区的控制器2704包括协调单元2702,其充当聚合点以用于组合(通过符号“ $\oplus$ ”表示)源自不同调制解调器2706、2708和2710的传输块。

[0400] 或者如图20B中所示,在无线网络2730中,分别控制包括(多个)远程单元2742、(多个)远程单元2744、(多个)远程单元2746的小区的基带调制解调器2732、2734、2736可以在其本身之间直接交换数据,从而使得每一个基带调制解调器可以组合以其所服务的UE(未示出)为目的地的所有信号。

[0401] 在一些实现方式中,参照图20C,在无线网络2760中,每一个基带调制解调器2762、2764、2766向RU 2772、2774、2776发送经过处理的传输块,并且RU在应用IFFT之前实施组合。

[0402] 一种略为简化的CoMP能力被称作动态点选择(DPS)。在DPS中,基于接收自UE的反馈小区选择,服务小区通过仅仅一个小区TX天线在时间-频率资源上发送PDSCH传送。所选小区可以从一个子帧到下一个子帧动态地变化,并且甚至在相同子帧内的资源块之间变化。所选小区可以不同于UE的服务小区。

[0403] 另一种形式的CoMP是协调波束成形(CB)。在CB中,当服务小区正从其RU向UE进行传送时,其还考虑到将对于相邻小区中的另一个UE产生的干扰。通过选择(多个)预编码矢量以抵消对于邻居小区UE的干扰,控制器允许相邻小区的基带调制解调器在更高的数据速率下服务于另一个UE。

[0404] 第11版具有用以支持协调传送的新的能力。举例来说,第11版允许UE对于可能属于不同小区的多个CSI-RS报告CSI。

[0405] 控制器与远程单元之间的通信

[0406] 正如前面所解释的那样,无线网络的CU和RU通过交换以太网连接(例如参见图3)。在一些实现方式中,CU与RU之间的接口将在以太网帧中载送时域IQ符号(其有时也被称作信号)。但是所述时域IQ符号的比特率对于以太网可能过高。在一些实现方式中,取代发送时域IQ符号,发送时域IQ符号的压缩表示以降低比特率,并且在CU与RU之间提供与低成本交换以太网兼容的数据速率。在一些实现方式中,在下行链路上,无线网络的CU在其处于频域中时并且在对频域IQ符号实施IFFT(快速傅立叶逆变换)之前发送IQ符号。通过对频域符号的实分量和虚分量进行量化,CU向RU发送表示每一个OFDM符号的频域IQ数据。量化器输出比特随后在以太网帧中被分组化,并且通过以太网被传送到RU。在应用IFFT、插入循环前缀以及实施滤波、调制和RF处理之前,RU重建经过量化的频域IQ符号。

[0407] 出于讨论的目的,用于10MHz FDD LTE系统的无线网络被用作一个实例。对于每一个TX天线端口,每一个OFDM符号具有600个子载波,并且在每一个1ms子帧中有14个OFDM符号。每一个子帧具有总共8400个资源单元(RE)。每一个RE对应于一个OFDM符号中的一个子载波。在下行链路上,一个子帧中的前1-3个OFDM符号主要被用于控制信令(例如PDCCH、PHICH和PCFICH),其余的OFDM符号主要在共享数据信道(PDSCH)上载送用户数据。参考信号和其他公共信道被分散在时间-频率轴上。

[0408] 通过在频域内压缩IQ符号可以降低在以太网上发送的通信量的比特率。在没有防护频带0或任何循环前缀的情况下,通过以太网传送压缩频域IQ符号。当CU使用12比特量化

器来压缩频域IQ符号时,频域IQ流的标称比特率对于2个TX天线是大约403Mb/s,并且对于4个TX天线是806Mb/s。这表示与使用相同的量化器对时域IQ流进行量化相比的45%的比特率降低(对应于2个TX天线的735Mb/s以及对应于4个TX天线的1471Mb/s)。CU与RU之间的速率被降低,并且CU和RU被允许以更少的等待时间通过操作在Gb/s量级的速度下的以太网链路进行通信。

[0409] 在上行链路上,除了RF处理和解调之外,RU对于每一个接收到的OFDM符号从时域IQ样本中去除循环前缀,并且应用FFT以产生频域IQ符号。由所述符号载送的信息随后被量化,在以太网帧中被分组化,并且通过以太网被传送到CU。在使用12比特量化器时,所得到的上行链路上的频域IQ符号的比特率与对于下行链路所讨论的基本上相同。

[0410] 后面将描述可以被用来降低CU与RU之间的数据速率的示例性技术。

[0411] 小区内的下行链路压缩

[0412] 在一些实现方式中,属于相同小区(除非被明确规定为虚拟小区,否则所述小区是物理的)中的相同天线端口的RU的所有天线传送相同的LTE信号。相应地,在下行链路上,对于每一个天线端口,CU向小区中的每一个RU发送相同的频域IQ符号。CU需要发送到RU的频域IQ符号包括CS-RS和CSI-RS参考信号,控制信道PDCCH、PCFICH和PHICH,共享数据信道PDSCH,以及公共信道PBCH和PSS/SSS。

[0413] 在一些实现方式中,CU通过利用广播以太网帧向小区中的所有RU广播频域IQ符号实施一种简单形式的压缩。为了实施广播,相同小区中的所有RU被配置成属于相同的VLAN(虚拟局域网)。CU向其最近的以太网交换机发送携带VLAN的ID的以太网广播帧。以太网交换机又把以太网广播帧发送到直接附着到该以太网交换机的VLAN上的所有RU,或者发送到提供去到相同的VLAN上的其他RU的路径的其他以太网交换机。在这样的实现方式中,下行链路上的以太网交换机上的通信量负荷不会随着属于相同小区的RU的数目而增长。

[0414] 以太网上的广播以及VLAN的实施可以简化处理复杂度,并且降低CU与以太网之间的数据速率。为了减小交换机处的以太网帧尺寸和等待时间,数据速率的降低是合乎期望的。

[0415] 出于讨论的目的,前面所介绍的利用2个TX天线实施10MHz FDD LTE的无线网络的实例也被用作后面的讨论中的一个实例。每一个1ms子帧中的8400个频域IQ符号被组织成资源网格的形式,其在14个OFDM符号中具有600个OFDM子载波。所述14个OFDM符号被划分到分别具有0.5ms的长度的两个时隙中。每一个时隙进一步被划分成50个PRB(物理资源块),每一个PRB包含被安排成7x12网格形式的84个频域IQ符号。在一些实现方式中,每一个PRB载送与参考信号(比如CS-RS和CSI-RS)混合的最多一个PDSCH。PRB还可以载送与CS-RS和CSI-RS混合的一个或多个LTE下行链路控制信道PDCCH、PHICH或PCFICH或者公共信道PSS/SSS和PBCH。

[0416] 下行链路频域IQ符号是从信号星座图中选择的离散幅度符号。PSS/SSS被载送在处于一个圆上的频域IQ符号上。PDCCH、PCFICH、PBCH、CS-RS、CSI-RS和DM-RS被载送在从QPSK/BPSK信号星座图中选择的频域IQ符号上。在没有预编码的情况下,载送PDSCH的频域IQ符号是从QPSK(正交相移键控)、16-QAM(正交幅度调制)或64-QAM信号星座图中选择的。PDSCH调制阶数是基于由UE报告的信号质量而选择的。在有预编码存在的情况下,载送PDSCH的频域IQ符号是基于预编码矩阵与输入矢量的乘积,其分量是从QPSK、16-QAM或64-

QAM星座图中选择的符号。

[0417] CU可以从离散幅度QAM星座图中直接选择下行链路频域IQ符号,或者通过对从离散幅度QAM星座图中选择的符号应用矩阵运算。频域IQ符号的平均能量可以在不同的下行链路信道之间变化,但是对于一个资源单元群组或REG(对于控制信道)或PRB(对于PDSCH)内的给定信道是固定的。REG是包括一个OFDM符号中的4个接连的RE的群组。在一些实现方式中,时隙的第4个OFDM符号上的PDSCH可以具有与那些固定平均能量水平不同的平均能量水平。

[0418] 压缩频域IQ符号的方法

[0419] 可以通过多种方式压缩在CU与RU之间传送的符号。在后面的讨论中,前三种方法(即方法I、II和III)是基于量化,第四种方法(即方法IV)是基于调制层级压缩。

[0420] 固定量化

[0421] 在这种方法中,利用具有固定比率 $R$ 和固定步长 $\Delta$ 的固定均匀标量量化器对频域IQ符号进行量化。所述步长是由CU基于频域IQ符号的预测概率分布而选择的。在一些实现方式中,CU串行地量化频域IQ符号的实分量和虚分量,并且把表示对应于每一个TX天线的经过量化的IQ符号的二进制数据传送到RU。当RU最初连接到CU时, $R$ 和 $\Delta$ 的值被发送到RU。RU使用关于比率 $R$ 和步长 $\Delta$ 的信息基于接收自以太网的数据重建频域IQ符号。在一些实现方式中,当在无线网络的配置中发生了改变 $R$ 和/或 $\Delta$ 的重大改变时,CU把经过修改的 $R$ 和/或 $\Delta$ 发送到RU。在具有对应于每个RU的2个TX天线和固定12比特量化器的10MHz FDD LTE的实例中,经过量化的频域IQ符号流在CU与RU之间具有403Mb/s的数据速率。

[0422] 自适应步长量化

[0423] 取代应用固定量化器步长 $\Delta$ ,在该示例性方法中,步长基于下行链路信道的平均能量水平(其对于不同信道可能是不同的)动态地变化。通过动态地调节量化器步长可以对于量化器的给定比特率 $R$ 减少平均的均方量化误差。在一些实现方式中,还可以使用经过动态调节的步长,以便在不增加量化误差的情况下降低量化器比率 $R$ 。

[0424] 关于经过动态调节的量化器步长的信息被包含在CU发送到RU的边信息中。RU可以基于步长信息重建经过量化的频域IQ符号。在一些实现方式中,CU对于每个子帧一次向RU发送一些边信息,并且对于每个REG一次或者对于每个PRB一次发送其他边信息。在每一个子帧的开头,CU发送边信息,其中包含关于CS-RS和CSI-RS的位置、与CS-RS和CSI-RS相关联的步长以及控制区段的长度的信息。在一些实现方式中,关于量化器的实际步长的信息在(控制区段中的)每一个REG之前被发送,或者在(PDSCH区段中的)每一个PRB中发送任何PDSCH数据之前被发送。PDSCH能量水平在一个时隙的第4个OFDM符号中可以是不同的。相应地,对于每个PRB可以发送两个步长。边信息的传送可以均匀地分布在子帧上,从而降低峰值数据速率。当每一个步长由12比特索引表示时,边信息占用少于5Mb/s的链路容量。

[0425] 在一些实现方式中,相同的步长被用于RU的全部两个TX天线,以便限制边信息的数量。在其他实现方式中,对应于两个TX天线的步长可以是不同的。

[0426] 量化器的比率 $R$ 被选择成使得量化噪声不会影响UE的接收器性能,其中包括需求最高(例如最为噪声敏感)的MCS(调制和编码方案)何时被使用在PDSCH中。在一些实现方式中,9比特或10比特量化器给出处于50-60dB范围内的SQNR(信号量化噪声比),这比对于未编码64-QAM所需的目标SINR(信干噪比)高20dB。9-10比特的量化器比率可以产生302-

336Mb/s的最大数据速率,这代表相对于方法I中的最大数据速率的17-25%压缩。

[0427] 自适应比率和步长量化

[0428] 在第三种压缩方法中,量化器的比率R和步长 $\Delta$ 都基于每一个下行链路信道的量化噪声容差被动态地调节。通过动态地改变量化器比率R可以降低平均数据速率但是不会降低峰值数据速率,并且降低的平均数据速率可以减小以太网交换机处的峰值分组长度和等待时间。

[0429] 量化器比率R与下行链路信道的性能之间的关系将在后面利用一种示例性情形来解释,其中每一个UE具有一个RX天线并且每一个RU具有一个TX天线。其讨论和计算可以很容易地被扩展到具有多于一个天线的UE和RU。在该例中,由UE接收的频域IQ符号可以被如下写出:

$$[0430] \quad r = (s+q) x_{h+i+w}$$

[0431] 其中s表示具有平均能量 $E_s$ 的复数值频域IQ符号,h是相应的复数值频域信道增益,q是量化噪声,并且i和w分别表示所接收到的干扰和热噪声。量化器的信号量化噪声比被定义成 $E_s/E_q$ ,其中 $E_q$ 是量化噪声的平均能量。

[0432] 在UE处接收到的信干噪比(SINR)被标示成 $SINR'$ ,并且可以被如下写出:

$$[0433] \quad SINR' = E_s x |h|^2 / (E_i + E_w + E_q |h|^2)$$

$$[0434] \quad = SINR / (1 + SINR / SQNR)$$

[0435] 其中, $SINR = E_s x |h|^2 / (E_i + E_w)$ 是在没有任何量化噪声的情况下在UE处接收到的SINR, $E_i$ 是干扰噪声的能量,并且 $E_w$ 是热噪声的能量。根据对应于 $SINR'$ 的等式,当 $SQNR \gg SINR$ 时, $SINR' \approx SINR$ 。换句话说,在该例中,当 $SQNR \gg SINR$ 时,量化噪声对于在UE处接收到的信号的性能没有显著或者可以注意到的影响。

[0436] 在该例中,SQNR随着量化器比率R增大,例如当R较大时,对于R每递增1增大例如约6dB。如果 $SINR_{target}$ 代表为了可靠的接收对于给定的MCS(调制和编码方案)在UE处所需的所期望的SINR,则当量化器比率R被选择成使得 $SQNR \gg SINR_{target}$ 时,实施量化不会使得 $SINR'$ 下降到显著低于 $SINR_{target}$ 。相应地,当对应于某一调制格式的目标SINR较低时,量化器的比率R(例如准确性)可以被降低。

[0437] 在一些实现方式中,用于PDSCH传送的量化器比率R对于28的PDSCH MCS将是最高的,并且对于0的PDSCH MCS将是最低的,这分别对应于当前在LTE标准中所支持的需求最高和最低(在噪声敏感度方面)的调制和编码方案。在控制信道中,底层调制格式是QPSK/BPSK,并且可以使用相对较低的量化器比率R。在一些实现方式中,当使用相对较低的量化器比率时,在具有良好信道条件的UE处接收到的SINR可能会被量化噪声降低。但是当降低的SINR高于目标SINR时,所述降低的SINR并不会显著影响UE的性能。

[0438] 类似于方法II,CU把包含关于量化器的步长的信息的边信息发送到RU,以便帮助RU从所接收到的数据比特重建频域IQ符号。此外,CU还对于每一个REG和PRB并且对于参考信号CS-RS和CSI-RS项RU动态地发送量化器比率R。通过动态地改变量化器比率和步长可以减少由于固定的平均量化器比率所导致的量化噪声。或者,当对于信号传送可以允许特定平均数量的量化噪声时,在量化器比率被动态地调节而不是固定时可以降低平均量化器比率。

[0439] 除了压缩被传送到RU的符号之外,通过对于未被使用的REG或PRB不发送任何数

据, CU可以进一步降低CU与RU之间的平均数据速率。举例来说, 当一个时隙中仅有50%的REG和PRB处于使用时(例如载送数据), 平均数据速率被进一步降低50%。

[0440] 当使用多个TX天线时, 可以对于每一个RU的所有天线使用相同的量化器比率和步长, 从而使得边信息的数量不会随着TX天线的数目增长。在一些实现方式中, 量化器比率和步长对于每一个天线可以是不同的, 并且平均量化器比率于是被进一步降低。

[0441] 在方法I-III中的量化器的实例中, 由于其易于实施因此使用标量均匀量化器。但是这些方法同样适用于其他类型的量化器, 比如非均匀标量量化器、矢量量化器等等。量化器的步长和比率被改变, 以便将量化器适配于所量化的符号的特性。还有可能改变量化处理的其他参数, 比如量化器输入的增益。

[0442] 调制层级压缩

[0443] 在这第四种示例性压缩方法中, CU基于该CU已知的频域IQ符号的结构按照二进制数据的形式发送频域IQ符号。正如前面所讨论的那样, 频域IQ符号属于离散幅度信号星座图, 或者其可以通过变换从离散幅度信号星座图中选择的调制符号而被导出。通过发送表示离散幅度信号的二进制数据连同对于应用任何所需变换所需要的边信息, 控制器可以避免量化噪声。

[0444] 在使用中, CU每次一个OFDM符号把表示调制符号的二进制数据发送到RU, 其顺序将与由RU通过空中传送所述符号的顺序相同。具体来说, 表示控制信道的二进制数据在REG的群组中被发送, 并且表示共享数据信道的二进制数据在属于相同PRB的12符号块的群组中被发送。此外, 在每一个时隙的开头, CU把边信息的某些部分发送到RU。边信息的其他部分在控制区段中的每一个REG的开头并且在发送该时隙的第一个PDSCH OFDM符号中的数据之前被发送。RU对所接收到的数据进行解析, 并且基于边信息重建频域IQ符号。

[0445] 在这种方法中, 其中一些基带调制解调器传送器功能被实施在CU中, 并且一些其他基带调制解调器传送器功能被实施在RU中。举例来说, 前向纠错功能被实施在CU中, 而预编码和IFFT功能则被实施在RU中。可以通过许多其他方式在CU与RU之间划分下行链路处理。在一些实现方式中, 甚至有可能把整个下行链路调制解调器处理移动到RU。在这种情况下, 控制器把包括传输块数据在内的所有必要数据发送到RU, 连同所有必要的边信息。在一些实现方式中, 这将降低(例如最小化)控制器与RU之间的数据速率, 但是可以增加RU中的处理的数量。在某些情况下, 利用由小型小区论坛(Small Cell Forum)开发的所谓的FAPI(毫微微应用平台接口)来实施控制器与RU之间的接口, 其不同之处在于FAPI将被实施在以太网上。

[0446] 在使用下行链路载波聚合的一些实现方式中, 例如通过聚合有执照载波或者有执照与无执照载波的组合, RU可以对于多个载波实施下行链路第1层功能。在这样的实例中, 控制器与远程单元之间的接口可以对于多个载波支持PDSCH传输块数据和控制信息的传送。

[0447] 后面将描述对于每一种类型的下行链路信道通过二进制数据来表示频域IQ符号。

[0448] CS-RS参考符号

[0449] CS-RS参考符号是从QPSK星座图中选择的复数值二进制符号, 其增益可以在子帧期间保持恒定。当每一个RU具有多个TX天线时, CS-RS参考符号还包括“零”符号以避免天线之间的干扰。不同天线上的CS-RS参考符号的不同之处仅在于其在资源网络(例如参见图7



的网格730、740)上的相对位置。CU在边信息中包括用以表示CS-RS频移的3比特索引以及用以表示增益的12比特数字。边信息在每一个子帧的开头被发送到RU,除了0到5之间的固定频率索引偏移量之外,RU由此对于所有TX天线获知所有CS-RS参考符号在资源网格中的位置。频率索引偏移量取决于小区ID。基于频率索引偏移量,RU可以确定不需要为之发送数据比特的零RE的位置。对于非零CS-RS RE,两个比特足以表示每一个CS-RS符号。接收到二进制数据(对应于每一个RE的两个比特)的RU可以重建IQ符号,这是通过基于边信息把正确的复数值CS-RS符号和“零”RE插入到对应于每一个TX天线的资源网格中。

#### [0450] CSI-RS参考符号

[0451] 类似于在第(i)节中讨论的CS-RS参考符号,CU可以应对在第10版的传送模式9中所使用的CSI-RS符号。在每一个子帧的开头,CU向RU发送边信息以表明CSI-RS符号在资源网格中的位置。边信息可以是基于例如CSI配置、零功率CSI-RS索引、比例因数等参数。利用边信息和接收自CU的数据(其是对应于每一个RE的两个比特),RU可以把正确的复数值CSI-RS符号和“零”RE插入到对应于每一个TX天线的资源网格中。

#### [0452] 控制符号

[0453] 未被CS-RS使用的控制区段中的频域IQ符号(例如指定的前1-3个OFDM符号)属于PCFICH、PHICH或PDCCH。在一些实现方式中,控制符号在每个REG的基础上由二进制数据表示。除了插入在其间的CS-RS符号之外,每一个REG具有4个邻接的RE。每一个控制信道被载送在频率分散的多个REG中(例如所述REG位于传送频带的不同部分中)。对于每一个REG,CU向RU发送边信息以使得该RU解析所接收到的二进制数据。对于每个REG发送边信息,其可以包括用以表示信道类型(例如PDCCH、PCFICH、PHICH或未使用)的2比特数据以及用以表示信道增益的12比特数据。在每一个子帧的开头,CU向RU发送2比特边信息以表明控制区段的长度。在一些实现方式中,为了处理所接收到的信号,RU不需要事先知道不同控制信道在控制区段中的位置。

[0454] 当每一个RU具有多个TX天线时(例如N个TX天线,其中N是大于1的整数),无线网络利用Alamouti TX分集传送控制符号。在一些实现方式中,CU向RU发送表示每一个REG中的4个QPSK(正交相移键控)符号的16比特二进制数据。RU对于TX分集实施符号改变和共轭运算,从而生成表示对应于所有N个TX天线的REG中的频域IQ符号的 $4 \times N$ 个QPSK符号。

[0455] 根据对于PHICH所传送的频域IQ符号也是从离散信号星座图中选择的这一事实,可以通过二进制数据来表示PHICH。每一个PHICH表示对应于上行链路HARQ(混合自动重复请求)的1比特的ACK/NAK(确认/否定确认)信息。PHICH比特被编码到以45度旋转从二进制BPSK信号星座图中选择的复数值12符号序列中。CU可以在一个PHICH群组中一起传送表示多达8个PHICH比特的二进制数据。对于所述传送,表示PHICH群组中的所有PHICH比特的复数值符号被相加在一起,从而获得12个复数值PHICH群组符号。可以看到,这些符号是从一个离散幅度星座图中选择的。所述12个复数值PHICH群组符号的实分量和虚分量可以分别由处于区间 $[-6, 6]$ 中的一个整数表示,连同可以在子帧期间保持恒定的增益。所述12个复数值PHICH群组符号被映射到例如在每个REG的基础上应用TX分集之后的控制区段的第一个OFDM符号中的3个REG。CU向RU发送由12比特索引表示的增益值,其后是表示应用TX分集之前的每一个复数值PHICH群组符号的实分量和虚分量的8比特数据。RU可以使用所接收到的信息来应用TX分集,并且对于所有TX天线重建频域IQ符号。

[0456] 在一些实现方式中,对于每一个天线还可以利用频域IQ符号的实分量和虚分量的16比特表示来传送PHICH符号。与8比特表示相比,CU与RU之间的数据速率对于16比特表示是更高的;但是RU可以通过更简单的方式重建频域IQ符号。

[0457] PCFICH和PDCCH也可以很容易地通过二进制数据表示并且从CU被传送到RU。具体来说,对应于PCFICH或PDCCH的每一个REG载送4个QPSK符号,其利用Alamouti TX分集在多个TX天线上被发送。CU向RU发送对应于每个RE的2比特数据或者对应于每个REG的8比特数据,其表示TX分集之前的已调符号。

[0458] PDSCH符号

[0459] 除了PBCH使用每一个10ms无线电帧的第一个时隙中的前4个OFDM符号中的中间72个子载波并且PSS/SSS使用每一个10ms无线电帧的时隙0和10中的最后2个OFDM符号中的中间72个子载波之外,处于控制区段之外的OFDM符号中的大多数RE由PDSCH使用。对应于单天线传送的PDSCH符号是复数值的,并且是从QPSK、16-QAM或64-QAM星座图中选择的,其可以分别由2、4或6比特数据表示。给定的PDSCH符号的增益在子帧期间可以保持恒定(除了可能在每一个时隙的第4个OFDM符号中之外),并且对应于不同PDSCH信道的增益可以是不同的。被指派给每一个PDSCH的资源处于一个或多个接连的VRB(虚拟资源块)中,并且可以通过局部化(接连)或分布式(非接连)方法被映射到PRB。在一些实现方式中,CU假设PDSCH在每一个PRB边界处改变,并且在每个PRB的基础上向RU发送边信息。在每个PRB的基础上更新边信息可以简化RU在重建PDSCH符号时的操作。在其他实现方式中,使用局部化资源分配,并且CU在每个信道的基础上发送边信息,这比在每个PRB的基础上发送边信息的频度更低。

[0460] 出于讨论的目的,假设CU在发送处于控制区段之外的时隙的第一个OFDM符号之前发送每个PRB的边信息。所述边信息包括表明是否存在用于传送的PDSCH符号的1比特索引,以及表明在偶数编号的时隙中存在PSS/SSS或者在奇数编号的时隙中存在PBCH的另一个1比特索引。所述边信息还包括表示调制阶数(对应于DM-RS的BPSK、QPSK、16-QAM或64-QAM)的2比特索引、表示PDSCH传送模式(例如图8的TM#1-9)的4比特索引以及表示预编码系数的索引或者每一个复数值预编码系数(TM#9)的16比特表示。边信息之后是表示PDSCH调制符号的二进制数据。

[0461] RU使用边信息来完成基带调制解调器操作,并且生成频域IQ符号。在其中PDSCH使用传送模式9的实现方式中,解调参考信号(DM-RS)也可以被视为使用与PDSCH符号相同的增益的QPSK符号。相应地,对于DM-RS的RE不需要特殊对待。

[0462] 在其中无线网络实施10MHz FDD LTE的前面所讨论的实例中,每一个0.5ms时隙中有50个PRB。不载送CS-RS的每一个OFDM符号在每一个PRB中具有12个PDSCH RE,而载送CS-RS的OFDM符号则对于每个PRB具有8个PDSCH RE(假设有2个TX天线)。载送PBCH的PRB具有对应于PDSCH的32个RE。

[0463] 当对于PDSCH使用多个天线时,CU可以根据关于多天线传送器的底层结构的知识减少需要被发送到RU的数据的数量。TX分集中的频域IQ符号是从QAM星座图中选择的,并且这些IQ符号当中的至少一些彼此相关。举例来说,利用例如符号改变或复数共轭之类的运算,在N个TX天线上传送的一组 $N^2$ 个频域IQ符号可以从N个输入调制符号导出,所述输入调制符号是从离散幅度复数值星座图中选择的。相应地,取代发送对应于 $N \times N = N^2$ 个频域IQ符号的信息,CU可以发送对应于N个输入调制符号的信息并且表明使用TX分集。RU可以实施TX

分集操作从而产生 $N^2$ 个符号,以用于在 $N$ 个TX天线上的 $N$ 个子载波中传送。其结果是,当TX天线的数目增加时,CU与RU之间的数据速率不会增大。

[0464] 一般来说,对应于 $N$ 天线MIMO传送器的频域IQ符号可以被如下写出:

[0465]  $Y=PX$ ,

[0466] 其中 $X$ 是 $K$ 维PDSCH输入矢量,其分量是从底层QAM信号星座图中选择的, $P$ 是 $N \times K$ 预编码矩阵,并且 $K$ 是正被传送的层数。取代把 $Y$ 如同某个连续随机变量那样进行量化,CU发送表示矢量 $X$ 中的 $K$ 个调制符号的数据比特连同预编码矩阵。所述预编码矩阵在一个子帧内不发生变化,并且在一些实现方式中,CU对于每个PRB仅发送一次预编码矩阵,而不是对于每一个OFDM符号发送一次。

[0467] 对于第8版闭环MIMO,预编码矩阵是从一个固定集合当中选择的,并且预编码矩阵可以通过几个比特的简短预编码索引来表示。在第10版的传送模式9中,需要少于64比特来表示预编码器系数(每个复数系数16比特)(假设有2个TX天线)。

[0468] 当层数 $K$ 小于TX天线的数目 $N$ 时,可以显著降低对应于频域IQ符号的数据速率。数据速率随着层数而增大。但是即使当 $K=N$ 时(例如满秩空间多路复用),发送表示QAM调制符号的二进制数据而不是发送经过预编码的频域IQ符号也可以降低数据速率并且避免量化噪声。为了传送 $K$ 层,对应于PDSCH输入数据的数据速率是 $K$ 乘以单层的数据速率。

[0469] 其他符号

[0470] CU可以很容易应对其他下行链路公共信道上的符号的二进制表示。举例来说,利用QPSK调制和TX分集可以类似于PDSCH来对待PBCH RE。CU可以使用1比特的边信息来表明PBCH在奇数时隙中的存在与否。在一些实现方式中,载送同步符号PSS/SSS的RE在没有任何压缩的情况下作为16比特整数被发送,以便表示频域IQ符号的实分量和虚分量。类似地,可以使用1比特的边信息来表明PSS/SSS在偶数时隙中的存在与否。

[0471] 总结

[0472] 在前面描述的方法中,下行链路基带调制解调器功能被划分在CU与RU之间,从而降低了以太网上的数据速率,同时在RU处保持非常低的处理复杂度。举例来说,利用前面所描述的具体划分,以太网上的比特率对于两个传送天线和两层PDSCH传送可以被降低到大约100Mb/s。当空中链路资源未被100%利用时,实际的数据速率将会更低。除了更低的比特率之外,所述方法还完全消除了量化噪声。在CU与RU之间划分数据的其他方式也是可能的。举例来说,有可能使得RU实施所有物理层功能,同时在CU中实施调度和更高层处理。

[0473] 小区内上行链路压缩

[0474] 在一些实现方式中,这里所描述的示例性无线网络中的LTE上行链路在许多方面不同于下行链路。举例来说,由相同小区中的不同RU接收到的上行链路信号不是完全相同的。不同的上行链路信号可以具有不同的信道增益、噪声和干扰水平,这可以被控制器利用于功率和分集增益。但是当小区包含多个RU并且所有RU都将其接收到的信号发送到CU时,CU在上行链路上接收到的数据数量大于其在下行链路上向RU广播的数据数量。

[0475] 类似于使用在下行链路压缩中的技术,用于上行链路压缩的技术也考虑到上行链路与下行链路之间的以下其中一项或多项附加的差异。首先,在上行链路上,在没有全方位解调和解码的情况下,RU无法精确地知道由UE传送的离散幅度调制符号。

[0476] 其次,LTE上行链路上的调制格式SC-FDMA(单载波频分多址)不同于使用在下行链

路上的OFDMA方案。取代使用已调符号或者其预编码版本作为频域IQ符号,SC-FDMA中的调制符号是时域信号。这些时域信号由UE利用DFT(离散傅立叶变换)变换成频域IQ符号。与下行链路上的符号相比,从DFT变换获得的频域IQ符号可能表现为没有那么均匀并且更像是截断高斯统计量,特别在UE被指派许多RB时尤其是如此。

[0477] 在上行链路上,PRB中的资源按照邻接方式被分配,并且在一个子帧的两个时隙之间可以利用频率跳跃。作为一个实例,被指派给一个UE的PUSCH PRB(中间具有DM-RS)是连接的,并且可以在时隙0与1之间以已知的间隙进行跳跃。每一个被指派的PUSCH PRB的第4个OFDM符号是DM-RS。SRS(如果存在的话)在子帧的最后一个符号中被传送,例如每隔一个子载波。PUCCH传送包括调制复数相位序列和正交覆盖的QPSK符号,其在一个频带的相对边缘处的两个PRB上被传送。在一些实现方式中,多个UE可以在相同子帧中的相同PRB上传送PUCCH信号。前L(其是整数)个PRB对利用格式2载送CQI/PMI/RI传送并且可能与HARQ ACK/NAK一起传送。附加的PRB对可用于HARQ ACK/NAK和调度请求。

[0478] 参照图8,对于PUSCH传送,UE 1204把时域符号 $x_{1202}$ 调制1200并且变换1210成频域符号 $s_{1203}$ ,实施资源映射1212,并且随后实施完全IFFT 1214以便生成用于通过空中传送到RU的时域信号。小区中的一个或多个RU 1206经由其天线接收到通过一个或多个信道1208传送的信号,应用RF处理以生成所接收到的时域IQ信号,并且应用FFT 1220、1222以产生所接收到的频域IQ符号 $r_{1216}$ 、 $r_{1218}$ 。

[0479] 假设小区包括K个RU,其中K是正整数,并且第k个RU具有用于从UE接收信号的两个天线(RX天线),所述UE具有用于传送信号的一个TX天线,则可以如下表达在第k个RU的第1个RX天线( $l=1$ 或 $2$ )处在OFDM符号中的某一固定频率位置处接收到的频域IQ符号 $r_{ki}$ :

$$[0480] \quad r_{k1} = s \cdot x_{h_{k1} + i_{k1} + w_{k1}}$$

$$[0481] \quad r_{k2} = s \cdot x_{h_{k2} + i_{k2} + w_{k2}}$$

[0482] 其中 $s$ 是由UE传送的频域IQ符号(例如参见图8), $h_{k1}$ 和 $h_{k2}$ 是信道系数, $i_{k1}$ 和 $i_{k2}$ 表示来自其他小区中的UE的干扰, $w_{k1}$ 和 $w_{k2}$ 分别是对应于两个RX天线的热噪声。

[0483] 在第k个RU处接收到的符号 $r_{k1}$ 和 $r_{k2}$ 的总能量水平是:

$$[0484] \quad E_{t,k1} = E_s \cdot |h_{k1}|^2 + E_{i,k1} + E_{w,k1}$$

[0485] 其中 $l=1,2$ , $E_s \cdot |h_{k1}|^2$ 、 $E_{i,k1}$ 和 $E_{w,k1}$ 分别表示通过第k个RU的第1个接收天线所接收到的接收符号的平均能量以及干扰和噪声的平均能量。通常来说,接收符号的平均能量 $E_s \cdot |h_{k1}|^2$ 在不同的上行链路信道上是不同的,这是因为这些信道处所需的SINR会基于PUCCH格式(格式1、1a、1b、2、2a、2b)和PUSCH MCS(例如QPSK或64-QAM)而改变。由附近小区中的其他UE传送导致的干扰能量在不同的PRB之间也可能会变化,从而可能导致RU处的接收符号的能量水平的附加变化。

[0486] RU利用量化器来实施上行链路压缩,以便降低从RU到CU的传送的数据速率。出于讨论的目的,我们假设量化器是具有比率 $R_{k1}$ 和步长 $\Delta_{k1}$ 的均匀标量量化器,并且独立地量化在第k个RU的第1个天线处接收到的频域IQ符号的实分量和虚分量。其他量化技术(比如非均匀标量量化或矢量量化)也可以与这里所描述的技术一起使用。

[0487] 参照图9,RU 1300通过以太网1308在以太网帧中向CU 1306发送表示量化器1304的输出的比特1302。CU 1306重建每一个接收符号 $r_{k1}$ 的经过量化的版本 $r_{k1}'$ :

$$[0488] \quad r_{k1}' = s \cdot x_{h_{k1} + i_{k1} + w_{k1} + q_{k1}},$$

[0489] 其中 $q_{k1}$ 是具有平均能量 $E_{q,k1}$ 的复数值量化噪声。可以通过其如下定义的信号量化噪声比(SQNR)来测量量化器1304的性能:

$$[0490] \quad \text{SQNR}_{k1} = E_{t,k1} / E_{q,k1},$$

[0491] 其中 $E_{q,k1} = 2 \times \text{MSE}$ , 并且MSE是均匀标量量化器的均方误差。

[0492] 经过量化的符号通过以太网被发送到CU。在一些实现方式中, 量化器的比率 $R_{k1}$ 被选择成使得量化器噪声不会显著影响CU处的接收器的性能。在没有量化噪声并且假设在所有天线上接收到的噪声和干扰是不相关的情况下, 可以通过有效SINR来表示CU出的接收器对于MRC(最大比组合器)的性能:

$$[0493] \quad \text{SINR} = \sum_k (\text{SINR}_{k1} + \text{SINR}_{k2})$$

[0494] 其中 $\text{SINR}_{k1} = E_{sX} |h_{k1}|^2 / (E_{i,k1} + E_{w,k1})$ 是第k个RU的第1个RX天线上的SINR。

[0495] 当不同的RX天线上的干扰 $i_{k1}$ 是相关的时, 从RU接收到已压缩符号的CU可以应用IRC(干扰抑制组合)。除了对应于给定RX天线的每一项SINR包括空间白化滤波器的效应之外, IRC的性能是基于通过前面的等式示出的所有RX天线上的SINR之和决定的。

[0496] 接下来考虑非零量化噪声对于CU处的接收器的性能的影响。CU中的MRC接收器的输出处的信号对于干扰加噪声加量化噪声的比值 $\text{SINR}'$ 为如下:

$$[0497] \quad \text{SINR}' = \sum_k (\text{SINR}_{k1}' + \text{SINR}_{k2}')$$

$$[0498] \quad \text{其中 } \text{SINR}_{k1}' = E_{sX} |h_{k1}|^2 / (E_{i,k1} + E_{w,k1} + E_{q,k1})$$

$$[0499] \quad = \text{SINR}_{k1} / (1 + (1 + \text{SINR}_{k1}) / \text{SQNR}_{k1})。$$

[0500] 换句话说,  $\text{SINR}'$  是从小区中的各个天线接收经过量化的符号的MRC的每一个分支处的信号对于干扰加噪声加量化噪声的比值之和。如果量化器比率 $R_{k1}$ 对于所有天线(对于所有k和1)被选择成使得:

$$[0501] \quad \text{SQNR}_{k1} \gg 1 + \text{SINR}_{k1},$$

[0502] 则 $\text{SINR}_{k1}' \approx \text{SINR}_{k1}$ , 并且 $\text{SINR}'$  近似等于不具有量化噪声的理想SINR, 例如 $\text{SINR}' \approx \text{SINR} = \sum_k (\text{SINR}_{k1} + \text{SINR}_{k2})$ 。

[0503] 还可以利用前面的公式确定由非零量化噪声在对应于RU的每一个天线的有效 $\text{SINR}_{k1}$ 中所导致的退化的数量。所述数量可以被计算成 $\text{SINR}_{k1} / \text{SINR}_{k1}'$ , 其可以被写成 $\text{SQNR}_{k1} / (1 + \text{SINR}_{k1})$ 的函数。

[0504] 表1示出了作为比值 $\text{SQNR}_{k1} / (1 + \text{SINR}_{k1})$ 的函数的由于量化噪声导致的每个RX天线的 $\text{SINR}_{k1}$ 中的退化的示例性数量。该例中的数据说明当 $\text{SQNR}_{k1}$ 比 $1 + \text{SINR}_{k1}$ 高至少20dB时, 由于量化噪声所导致的 $\text{SINR}_{k1}$ 的降低小于0.05dB。

$SQNR / (1 + SINR)$ (dB)	$SINR / SINR'$ (dB)
0	3.01
5	1.19
10	0.41
15	0.14
20	0.04
25	0.01

[0506] 表1、由于量化噪声导致的 $SINR_{k1}$ 的降低

[0507] 量化方法

[0508] 下面将描述用于上行链路压缩的四种不同的示例性量化方法，其压缩比从方法I到方法IV递增。

[0509] 固定量化

[0510] 在这种示例性方法中，使用具有固定比率 $R_{k1} = R_0$ 和固定步长 $\Delta_{k1} = \Delta_0$ 的固定均匀标量量化器。作为一个实例， $R_0 = 12$ ，并且对于RU的两个RX天线以大约403Mb/s的总比特率把经过量化的IQ流从RU发送到CU。相应地，可以在没有高度复杂化的情况下实施具有12比特步长的固定量化器，并且不会显著影响信号传送的性能。CU与RU之间的403Mb/s的数据速率相对较高。当K个RU正对于相同的OFDM符号以403Mbps的数据速率向CU发送经过量化的频域IQ符号时，最近的以太网交换机与CU之间的聚合比特率是 $K \times 403 \text{ Mb/s}$ ，这对于较大的K可能相对较高。

[0511] 自适应步长量化

[0512] 在这种示例性方法中，利用具有固定比率 $R_{k1} = R_0$ 和被动态调节的步长 $\Delta_{k1}$ 的均匀标量量化器来实施量化。在一些实现方式中，可以在每个PRB的基础上并且对于每一个天线独立地更新步长。对于每一个OFDM符号，对于使用该OFDM符号上的资源的每一个上行链路信道单独地变化步长 $\Delta_{k1}$ 。举例来说，可以基于在每一个上行链路信道中接收到的频域IQ符号的平均能量来选择 $\Delta_{k1}$ 。在一些实现方式中，利用将在RU处量化的符号来估计给定信道上的IQ符号的平均能量。随后可以基于将要量化的这些符号的假设分布来调节量化器的步长。在一些实现方式中，基于由UE使用的DFT的尺寸来确定分布。在一些实现方式中，通过对于每一个信道动态地并且独立地优化步长可以允许在相同的数据速率下以更高的SQNR从RU向CU传送信号。此外，对于每一个信道动态地并且独立地优化步长可以被用来在不会减小SQNR的情况下降低数据速率。

[0513] 在一些实现方式中，例如当由RU从UE接收到的符号的平均能量在一个子帧内没有发生显著变化时，可能没有必要在每一个OFDM符号中都改变量化器步长 $\Delta_{k1}$ 。在这样的实现方式中，利用在第一个OFDM符号中接收到的IQ符号来确定对应于第一个OFDM符号的步长。当可用符号的数目不足以准确地估计第一个OFDM符号中的平均能量时，可以在后续的OFDM符号中细化平均能量估计和步长。

[0514] 量化器比率 $R_0$ 被选择成足够高,从而使得CU处的接收器的性能对于最高MCS不会发生退化。举例来说,当 $R_0=10$ 时,量化器的SQNR是大约52dB(假设高斯输入),这比对于最高上行链路MCS下的可靠通信所需的最小SINR高20dB还多。

[0515] 如方法I中所示,比最小所需SINR高20dB的SQNR允许CU处的接收器在操作时由于量化所导致的性能退化不会超出0.05dB。如果量化器比率 $R_0$ 是10,则对于一个RU的两个RX天线可以产生大约336Mb/s的IQ数据速率。这表示10/12的压缩比,或者与方法I的压缩率相比高17%。由于量化器比率 $R_0$ 是固定的,因此由RU接收到的所有频域IQ符号(包括不携带信息的IQ符号)都被量化并且发送到CU。在使用经过优化的步长时,实现所期望的SQNR所需的量化器比率的值低于步长未被优化时的情况。

[0516] 根据关于接收自CU的上行链路信道边界的信息,RU对于不同的PUSCH/PUCCH/SRS/PRACH信道使用不同的步长。在一些实现方式中,对应于每一个PRB的上行链路信道边界是通过由CU发送到RU的下行链路边信息表明的。参照图10,用于上行链路(UL)子帧N中的边信息1404由CU 1400在下行链路(DL)子帧N-4(1406)中发送到RU 1402。

[0517] 下行链路边信息1404的实例(例如内容和尺寸)为如下。被指派到相同信道的PUSCH或PUCCH PRB是接连的,并且对应于PUSCH和PUCCH的信道边界可以由6比特位置索引和6比特长度字段表明。CU还可以利用2比特索引向RU发送关于信道类型(例如PUSCH、PUCCH、SRS、PRACH等等)的指示,以便促进RU对接收符号的统计分布进行建模。此外,边信息的一个比特可以被用来表明SRS(探测参考信号)的存在,其可以占用子帧的最后一个OFDM符号。此外,PRACH的位置(当存在时)可以由6比特索引表明。

[0518] 根据关于PUSCH/PUCCH信道边界的知识,RU对于每一个OFDM符号确定属于相同信道(或者来自相同UE)的所接收到的频域IQ符号的平均能量。RU随后基于所确定的平均能量来选择量化器的步长 $\Delta_{kl}$ 。在一些实现方式中,RU在无需区分不同信道类型(例如PUSCH或PUCCH)的情况下确定最优步长。在一些实现方式中,RU使用关于信道类型的下行链路边信息来促进选择步长,而无需与所接收到的频域IQ符号有关的任何测量(例如平均能量)。对于SRS,RU可以估计整个OFDM符号上的平均能量并且确定最优步长。或者,RU可以把载送SRS的OFDM符号中的子载波划分到各个子带中,并且对于每一个子带优化步长。在一些实现方式中,可以使用固定的预定步长来量化SRS信号。对于PRACH,可以基于接收信号的峰值功率值来确定步长,或者其可以是固定的。

[0519] 通过应用增益 $\gamma_{kl}$ 以对将要量化的IQ符号进行归一化,RU可以实施具有可变步长的均匀标量量化。RU随后利用具有固定步长 $\Delta_{kl}=\Delta_1$ 的均匀标量量化器对IQ符号的实分量和虚分量进行量化。在一些实现方式中,实分量和虚分量是对称的,并且对于实分量和虚分量可以使用相同的增益和标量量化器。

[0520] RU向CU发送关于所选步长的上行链路边信息连同表示经过量化的频域IQ符号的数据比特,CU以此为基础重建所接收到的IQ符号。

[0521] 在一些实现方式中,量化器的每一个步长由边信息中的12比特索引表示。在一些实现方式中,RU在每一个OFDM符号中更新步长,这可能会把在一个时隙中传送的边信息的数量增加多达7倍。对于SRS,在发送数据之前,RU向CU发送关于每一个子带的步长的上行链路边信息。对于PRACH,在发送经过量化的PRACH数据之前,可以发送关于步长的信息。

[0522] 自适应比率和步长量化

[0523] 在这种方法中,除了动态地调节量化器的步长  $\Delta_{k1}$  之外,还动态地调节比率  $R_{k1}$  以便压缩(或量化) IQ流。在一个实例中,对于载送用户数据的PUSCH符号和载送UCI(上行链路控制信息)的PUSCH符号不作区分。此外,对于由UE发送的所有符号应用相同的量化器。

[0524] 例如可以在每个PRB的基础上动态地调节量化器比率。正如前面所讨论的那样,与对应于载送来自相对较高MCS的PUSCH IQ符号的PRB的比率相比,对于载送来自相对较低MCS的PUSCH IQ符号的PRB可以使用更低的量化器比率。类似地,可以在相对较低的比率下量化载送PUCCH符号的一些PRB。为了在CU处提供可靠的接收对于这些PRB(对于PUSCH或PUCCH)所需的SINR可以相对较低。相应地,这些PRB可以容忍相对较高水平的量化噪声。此外,不载送任何数据的那些PRB不需要被量化。对于量化噪声的高容差以及将在上行链路上量化的PRB数目的减少可以节省RU与CU之间的传送带宽。通过基于这些考虑因素调节量化器比率可以降低上行链路上的平均数据速率。

[0525] 正如前面所讨论的那样,对应于RU的每一个天线的量化器比率被选择成相对较高,从而使得  $SQNR_{k1} \gg 1 + SINR_{k1}$ , 其中  $SQNR_{k1}$  是量化器SQNR,  $SINR_{k1}$  是对应于小区的第k个UR的第1个天线的接收器SINR。当  $SQNR_{k1}$  与  $SINR_{k1}$  之间的这样的关系得到满足时,量化噪声远低于在天线(第k个RU的第1个天线)上看到的干扰加噪声,因此量化对于  $SINR_{k1}$  的影响很小。

[0526] 在一些实现方式中,RU并不独自确定  $SINR_{k1}$ 。相反,RU从CU获知小区的所有天线上的目标SINR,即  $SINR_{target}$ 。 $SINR_{target}$  是在每一个PRB中使用的MCS的函数。CU使用功率控制环路把UE的传送功率驱动到基线,并且UE根据使用在给定PRB中的MCS调节基线传送功率,从而使得eNodeB中的SINR近似等于  $SINR_{target}$ 。

[0527] 在一些实现方式中,RU选择量化器比率,从而使得量化噪声不会把CU的接收器处的SINR显著减小到低于目标SINR。当CU通过准确地跟踪信道改变来控制UE的传送功率时,CU的接收器处的SINR近似等于  $SINR_{target}$ 。此外,当  $SQNR_{k1} \gg SINR_{target} > SINR_{k2}$  时,  $SINR' = \sum_k (SINR_{k1}' + SINR_{k2}') \approx SINR_{target}$ 。换句话说,在一些实现方式中,当量化器比率被选择成使得  $SQNR \gg SINR_{target}$  时,量化噪声不会显著减小CU的接收器处的SINR。

[0528] 总而言之,在一些实现方式中,通过选择量化器比率从而使得  $SQNR_{k1} \gg SINR_{target}$ , RU可以量化IQ符号而不会产生显著影响CU的性能或者妨碍CU与RU之间的可靠通信的量化噪声。

[0529] 在前面描述的示例性技术中,对于给定的PRB,相同小区中的RU对于所有天线使用相同的量化器比率。在一些实现方式中,不同天线的SINR ( $SINR_{k1}$ ) 可以显著不同。在这样的实现方式中,对于相同小区中的具有不同  $SINR_{k1}$  的天线可以选择不同的量化器比率。举例来说,量化器比率可以被选择成使得SQNR与  $1 + SINR_{k1}$  成比例。具体来说,具有更低  $SINR_{k1}$  的天线的量化器比率可以被选择成低于具有更高  $SINR_{k1}$  的天线的量化器比率。在一些实现方式中,当某些天线的  $SINR_{k1}$  相对于总SINR过低时,这些天线所属的RU向CU传送所接收到的IQ符号是浪费的。当这些RU可以确定在其天线上接收到的信号对于CU中的总体SINR没有显著贡献并且清除或删减所述信号时(这等效于对于这些信号使用量化器比率“0”),可以实现显著的IQ流压缩。

[0530] RU可以基于在每一个天线上看到的  $SINR_{k1}$  以及附加地还有其不同天线上的  $SINR_{k1}$  与相同小区中的其他天线上的  $SINR_{k1}$  之间的差异来调节量化器比率。在一些实现方式中,CU选择从该处接收符号的RU。CU还可以基于过去的UE传送确定对应于每一个RU的量化器比



率。举例来说,当CU确定某一天线的 $SINR_{k1}$ 的贡献小于总SINR的5%时,CU对于该天线把量化器比率设定到0。

[0531] 在一些实现方式中,在UE传送PRACH前同步码时,CU在每个UE的基础上确定对应于每一个天线的量化器比率。可能需要所有RU把所有PRACH前同步码信号转发到CU,从而使得CU可以对于每一个天线作出关于 $SINR_{k1}$ 的初始确定。CU随后可以对于每一个天线选择量化器比率,并且将该信息包括在其发送到RU的下行链路边信息中。CU能够对于这样的RU确定量化器比率:CU从该处接收PUSCH或PUCCH信号,所述信号是由UE在最近的一个子帧中传送的。对于其针对某一UE的传送被清除的RU,CU可以基于由UE按照规则的间隔发送的SRS来确定量化器比率。可能需要所有RU都中继SRS。

[0532] 基于SRS和PRACH前同步码信号,CU可以对于小区中的所有RU确定量化器比率。此外,CU可以周期性地请求先前清除了来自UE的RU发送IQ符号,并且使用所述IQ符号来更新对应于这些RU的量化器比率。通过对于不同的天线调节量化器比率,从RU发送到CU的数据的平均速率可以被显著降低,特别当在小区中有许多RU时尤其是如此。

[0533] 在一些实现方式中,当多个UE共享相同的PUCCH资源时,清除PUCCH上的信号可能非常困难。在这样的实现方式中,在不进行清除的情况下传送PUCCH上的符号。由于PUCCH占用上行链路资源的可变但是相对较小的百分比,因此上行链路传送速率不受显著影响。在一些实现方式中,对于被指派到PUCCH的PRB上的所有天线可以使用固定的量化器比率,即使当PUCCH传送实施传送分集(其中可以使用不同的资源发送相同的控制信息)时也是如此。在一些实现方式中,当无线网络在小区中具有数目非常大(例如16个或更多)的RU时,对于PUCCH可以使用其他(例如更加精密的)量化和清除方案。

[0534] CU把对于每一个天线确定的对应于每一个PRB的量化器比率合并在下行链路边信息中,并且由RU使用。对于不载送数据的那些未被分配的PRB或者对于总SINR没有显著贡献的天线,CU把量化器比率设定到0。由CU发送到RU的边信息还可以包括其他信息,比如PUSCH MCS和PUCCH格式,以及表示PRB中的频域IQ符号的预期概率分布的索引。

[0535] 类似于方法II,CU在下行链路子帧N-4中发送与上行链路子帧N相关联的边信息(例如参见图10)。RU使用在下行链路子帧N-4中接收到的边信息对于上行链路子帧N中的每一个PRB选择量化器步长。类似于方法II对步长进行优化,这例如是基于所接收到的IQ符号的所测量的平均能量和所估计的概率分布。在传送经过量化的IQ符号之前,RU在每一个OFDM符号的开头把对应于每一个量化器的所选步长发送到CU。通常来说,很少的上行链路容量被用来发送对应于步长的边信息。

[0536] 基于方法III的量化与方法II相比可能不会降低上行链路IQ数据的峰值速率。但是所述方法可以显著降低平均比特率。作为一个实例,当仅有50%的上行链路资源处于使用中时,平均比特率可以被降低超过50%。利用这种方法的技术对量化器比率进行适配可以帮助降低平均上行链路数据速率和以太网交换机上的负荷。

[0537] 预测性量化

[0538] 在前面描述的示例性方法I、II和III中,在相同RU的不同天线上接收到的信号是作为不相关的而被对待的。在这第四种示例性方法中,当接收天线的数目大于UE在空间多路复用中所看到的层数时,在相同RU的不同天线上接收到的信号之间的相关被用来进一步降低PUSCH传送的量化器比率。在LTE标准的第10版中,UE可以在多个天线端口上进行传送。

出于讨论的目的,假设UE使用单个传送天线端口在PUSCH上进行传送。

[0539] 正如前面所示出的那样,由小区中的第k个RU的两个天线接收到的信号可以被如下表示

$$[0540] \quad r_{k1} = s \cdot x_{hk1} + i_{k1} + w_{k1},$$

$$[0541] \quad r_{k2} = s \cdot x_{hk2} + i_{k2} + w_{k2},$$

[0542] 此外, $r_{k2}$ 可以根据下面的预测量等式来表达:

$$[0543] \quad r_{k2} = a_{k2} \cdot r_{k1} + z_{k2},$$

[0544] 其中,预测系数 $a_{k2}$ 由下式给出:

$$[0545] \quad a_{k2} = E \{ r_{k2} r_{k1}^* \} / E \{ | r_{k1} |^2 \},$$

[0546] 并且 $z_{k2}$ 是如下写出的预测误差:

$$[0547] \quad z_{k2} = r_{k2} - a_{k2} r_{k1}.$$

[0548] RU可以通过计算在两个天线处接收到的信号之间的平均相关并且随后把结果除以在第二天线上接收到的信号的平均能量来估计预测系数 $a_{k2}$ 。RU基于接收自CU的信息在每个UE的基础上实施所述估计。

[0549] 参照图11,RU首先利用具有比率 $R_{k1}$ 和步长 $\Delta_{k1}$ 的均匀标量量化器对 $r_{k1}$ 进行量化,以便获得第一量化信号 $r_{k1}'$  1502,其中

$$[0550] \quad r_{k1}' = r_{k1} + q_{k1}.$$

[0551] 在这里, $q_{k1}$ 是对应于在第一天线处接收到的符号的量化噪声。RU随后使用 $r_{k1}'$ 产生1504预测误差 $z_{k2}' = r_{k2} - a_{k2} r_{k1}'$ ,随后利用具有比率 $R_{k2}$ 和步长 $\Delta_{k2}$ 的另一个均匀标量量化器1506对其进行量化以生成第二量化信号:

$$[0552] \quad z_{k2}'' = r_{k2} - a_{k2} r_{k1}' + q_{k2}.$$

[0553] 在这里, $q_{k2}$ 是对应于在第二天线处接收到的符号的量化噪声。表示经过量化的符号 $r_{k1}'$ 和 $z_{k2}''$ 的比特1510、1512被发送到CU,连同预测系数 $a_{k2}$ 以及量化器信息 $R_{k1}$ 、 $R_{k2}$ 、 $\Delta_{k1}$ 和 $\Delta_{k2}$ 。CU首先重建1514、1516经过量化的符号 $r_{k1}'$ 和 $z_{k2}''$ ,并且随后根据下式生成经过量化的符号 $r_{k2}'$  1518:

$$[0554] \quad r_{k2}' = z_{k2}'' + a_{k2} r_{k1}' = r_{k2} + q_{k2}.$$

[0555] 符号 $z_{k2}''$ 的平均能量低于 $r_{k2}$ ,并且量化器比率 $R_{k2}$ 通常低于当RU在没有预测的情况下直接量化 $r_{k2}$ 时所使用的量化器比率。更低的量化器比率可以降低IQ速率。

[0556] 同样地,CU中的SINR可以被如下写出:

$$[0557] \quad \text{SINR}' = \sum_k (\text{SINR}_{k1}' + \text{SINR}_{k2}'),$$

$$[0558] \quad \text{其中 } \text{SINR}_{k1}' = E_s X | h_{k1} |^2 / (E_{i,k1} + E_{w,k1} + E_{q,k1}).$$

[0559] 对于第一天线, $\text{SINR}_{k1}'$ 可以被如下写出:

$$[0560] \quad \text{SINR}_{k1}' = \text{SINR}_{k1} / (1 + (1 + \text{SINR}_{k1}) / \text{SQNR}_{k1}).$$

[0561] 相应地在该例中,当对应于第一天线的量化器比率被选择成使得 $\text{SQNR}_{k1} \gg 1 + \text{SINR}_{k1}$ ,从而使得量化噪声不会显著影响 $\text{SINR}_{k1}'$ 。

[0562] 类似地,对于第二天线, $\text{SINR}_{k2}'$ 可以被如下写出:

$$[0563] \quad \text{SINR}_{k2}' = \text{SINR}_{k2} / (1 + [(1 + \text{SINR}_k) / (1 + \text{SINR}_{k1}) / \text{SQNR}_{k2}]).$$

[0564] 在这里, $\text{SINR}_k = \text{SINR}_{k1}' + \text{SINR}_{k2}'$ ,并且是对应于第k个RU的CU中的总SINR。相应地在该例中,当 $\text{SQNR}_{k2} \gg (1 + \text{SINR}_k) / (1 + \text{SINR}_{k1})$ 时,由第二量化器引入的量化噪声不会显著影

响 $SINR_{k2}'$ 。

[0565] 在一些实现方式中, RU的两个天线具有相同的SINR, 例如 $SINR_{k1} = SINR_{k2}$ , 并且使得量化噪声不会显著影响CU处的SINR的条件可以被简化成:

[0566]  $SQNR_{k2} \gg (1 + SINR_k) / (1 + 0.5 \times SINR_k)$ 。

[0567] 当 $SINR_k \gg 1$ 时,  $SQNR_{k2} \gg 2$ 。具有大约5-6的速率的均匀标量量化器可以很容易满足该条件。对于第2天线所得到的IQ速率被降低到大约84-101Mb/s, 从而表示超过50%的压缩。

[0568] 为了实施预测性量化, 在一些实现方式中, 除了基于预测性量化确定量化比率之外, CU还估计预测系数。所估计的系数可以在下行链路边信息中被发送到RU。或者, CU可以如在方法III中讨论的那样确定量化器比率, 并且无需依赖于预测性量化。RU应用预测, 并且把预测系数作为上行链路边信息的一部分发送到CU。在一些实现方式中, CU基于预测性量化确定量化器比率, 并且RU确定预测系数并且把所述系数作为上行链路边信息的一部分发送到CU。

[0569] PRACH前同步码的上行链路压缩

[0570] 当空闲UE有数据要发送或接收时, 通过在由小区中的所有UE共享的一些指定PRB中向eNodeB发送PRACH前同步码, UE与eNodeB建立连接。在一些实现方式中, 每一个小区具有64个共享PRACH前同步码序列, 其中一些序列被指定用于无争用访问, 其他序列则被划分到两个子集中。在无争用访问中, eNodeB将前同步码指派给UE。在其他情况下, UE基于将要传送的数据的数量选择所述两个子集中的一个。UE随后随机挑选所选子集中的其中一个前同步码序列。

[0571] PRACH前同步码使用1.08MHz处的6个RB, 所述6个RB的位置由CU确定并且用信号通知到UE。PRACH前同步码可以持续1、2或3个子帧, 这取决于循环前缀的长度和防护时间。PRACH机会的发生频率可以高达每1ms子帧一次, 或者低至每20ms一次。

[0572] 一般来说, UE不会被调度在指派给PRACH的PRB上传送PUSCH。CU可以在上行链路上使用非自适应HARQ, 以便防止PRACH和HARQ重传之间的冲突。为了避免冲突, 非自适应HARQ改变使用在传送中的RB。PRACH机会还可以被选择成不与SRS或PUCCH传送发生重叠。UE基于开环功率控制选择用于PRACH前同步码的传送功率, 其中UE基于下行链路信号损耗的测量估计上行链路信号损耗, 并且在不成功的尝试之后逐渐提高传送功率。

[0573] 对于PRACH前同步码的检测可以部分地被实施在RU并且部分地被实施在CU中。在一些实现方式中, RU知道PRACH机会的确切位置, 并且利用时域频移和随后的抽样把所接收到的时域IQ符号(对于10MHz FDD LTE标准是在15.36MHz处)转换成更低速率的时域序列(例如1.28MHz的速率)。随后利用FFT(例如对应于10MHz FDD LTE标准的1024点FFT)把所得到的序列转换到频域。在FFT输出与根Zadoff-Chu序列的频域表示之间实施频域相关。利用循环移位导出所述64个PRACH前同步码序列。随后利用IFFT(例如1024点IFFT)把频域相关器的复数值输出转换回到复数值时域序列。

[0574] RU和CU协作实施接下来的检测PRACH的步骤。举例来说, RU可以通过把实分量和虚分量的平方相加来计算1024个样本的实数值时域序列。RU可以把该信息发送到CU以供进一步处理。CU在接收到时域功率序列时实施峰值检测以确定前同步码循环移位。这样的上行链路PRACH传送在时域内被压缩, 从而使得在RU与CU之间传送时域内压缩的数据。

[0575] 或者, RU可以把IFFT的复数值输出符号发送到CU, 并且让CU实施PRACH前同步码检测的其余部分。在一些实现方式中, RU实施峰值检测, 确定前同步码循环移位, 并且向CU发送循环移位信息。从RU传送到CU以用于PRACH前同步码检测的数据的数量很少。在10MHz FDD LTE的实例中, 数据的数量范围是从几个比特到12-20Mb/s, 这取决于发送实数值功率还是复数值IFFT输出。

[0576] 在一些实现方式中, 当在PRACH传送与其他上行链路传送之间没有显著重叠时, 对于在PRACH上传送的RB不实施其他传送。

[0577] 为了使得RU正确地实施PRACH前同步码检测, CU可以为RU提供配置信息, 比如PRACH配置索引、PRACH频率偏移量、PRACH Zadoff-Chu根序列等等。CU可以在RU被初始地指派到该CU时或者在PRACH被修改时向RU发送该信息。

[0578] 可以利用固定比率量化器来量化PRACH数据, 其比率由CU预先确定并且在RU初始地连接到CU时被发送到RU。量化器步长也可以是固定的, 或者其可以由RU基于所接收到的PRACH信号的平均能量动态地选择。

[0579] 同步

[0580] 对于这里所描述的示例性系统, 可能存在不适用于经典基站的同步要求。

[0581] 正如前面所解释的那样, 在这里所描述的一些示例性系统中, 基带处理(例如调制解调器功能)和FFT/RF处理(例如无线电功能)的某些部分被划分在通过交换以太网(如图中所示)连接的中央CU与多个RU之间。在经典基站中, GPS接收器通常被用来获取时间和频率同步, 并且由于调制解调器和RF功能位于同一处, 因此其可以被同步到GPS接收器。在这里所描述的示例性系统中, 在一些实现方式中, 为了保持系统的低成本以及避免安装复杂度, GPS接收器仅仅在CU中可用, 并且在RU中不可用。CU还可以通过其他方式获取定时和频率同步, 例如从网络服务器获取或者通过侦听由附近的宏小区基站传送的信号。在一些实现方式中, 使用定时传输协议从CU向RU载送可以被追溯到协调世界时(UTC/GPS)的稳定绝对定时相位和频率参考。定时传输协议可以是基于IEEE1588协议。在一些实现方式中, 由RU导出的时钟频率和绝对定时相位应当足够准确以满足所有3GPP同步要求, 并且确保UE性能不会受到RU与CU之间以及RU本身之间的任何频率或定时相位误差的显著影响。

[0582] 为了应对以太网中的可变分组延迟, CU中的下行链路空中接口成帧和RU中的上行链路空中接口成帧可以相对于彼此提前 $T_{DL}$ 和 $T_{UL}$ 秒。在一些实现方式中, 这些成帧提前量 $T_{DL}$ 和 $T_{UL}$ 必须大于CU与RU之间的对应以太网延迟与CU和RU中的时钟之间的定时相位误差之和。由于最坏情况时钟误差与最坏情况以太网延迟相比较小, 因此其对于成帧提前量 $T_{DL}$ 和 $T_{UL}$ 的选择的影响也更小。当分组所经历的实际网络延迟超出成帧提前量时, 将会发生缓冲器下溢, 并且物理层传输分组将会丢失。这样的丢失可以利用HARQ、RLP或TCP层中的重传来恢复, 但是其代价是传送效率的降低。因此, 在一些实现方式中, 很重要的是使得这样的下溢很少发生, 并且不会影响用户体验。

[0583] 这里所描述的示例性系统的其中一项特征是其通过共享相同小区的多个RU服务于UE的能力。举例来说, 正如前面所描述的那样, 多个RU可以由一个CU控制以定义一个小区, 其中可以为多个UE服务。通过把多个RU指派到相同的小区可以减少使用在CU中的基带调制解调器的数目, 避免小区间干扰, 并且通过宏分集改进信号强度。在多个RU之间共享相同的小区可能会减少可用于各个单独用户的LTE系统容量。在一些实现方式中, 只要小区负

荷保持在小区容量的50%以下,就不会发生显著的性能退化。

[0584] 为了在这里所描述的示例性系统中实施小区共享,在一些实现方式中,相同小区中的各个RU的相对载波频率应当被频率同步,其方式比各个单独的RU所要求的频率准确性更加严格。在一些实现方式中,在没有这样的严格差分同步的情况下,由UE看到的有效下行链路信道可能会变成是时变的,其方式类似于存在移动性时所发生的情况,并且其结果是性能可能退化。由移动性或者RU之间的差分载波频率偏移量所造成的信道变化导致利用参考信号测量的信道与解调LTE正交频分多路复用(OFDM)符号时实际经历的信道之间的失配。

[0585] 在属于不同小区但是使用第11版下行链路协调多点(第11版CoMP或简单地是“CoMP”)的RU之间也可能需要前面所描述的RU的严格差分载波频率同步。在CoMP中,在小区边缘处,在UE处通常可以接收到来自可能属于不同小区的两个或更多RU的下行链路信号,同时该UE的上行链路传送也可以由这些不同的RU接收到。如果去到给定UE的下行链路传送可以被协调,则可以增强下行链路性能。同样地,如果可以按照协调方式调度上行链路传送,则可以增强上行链路性能。CoMP解决例如干扰缓解和通过空中接口的协调比特传送之类的问题。

[0586] 当这样的严格同步无法被保持时,下行链路物理层CoMP性能可能会退化,潜在的CoMP增益可能会降低或丢失,或者可能甚至变为负的。下行链路CoMP是本公开内容的一部分,但是对于CoMP的一些实现方式的严格差分同步要求并不是本公开内容所独有的,并且也适用于使用下行链路CoMP的其他LTE系统。

[0587] 当多个RU共享相同的小区时,其传送的定时相位也需要被同步。这一同步还可以促进本公开内容的无线网络在CU中组合由不同的RU接收到的上行链路信号。在一些实现方式中,这样的组合要求由不同天线接收的所有显著的多径信号都落在被称作循环前缀的时间间隔内。循环前缀对应于一个OFDM符号中的前 $N_{CP}$ 个样本,其是相同的符号中的最后 $N_{CP}$ 个样本的复制品。循环前缀确保所传送的子载波将在接收器中保持正交,只要信道的延迟扩展小于 $N_{CP}$ 即可。当多个RU共享相同的小区并且在RU之间存在定时相位偏移量时,可以控制该偏移量与无线信道的延迟扩展之和,以免超出循环前缀长度。在LTE标准中,循环前缀是大约5毫秒。因此,希望把RU之间的定时相位误差保持得远小于5毫秒。

[0588] 在解释了针对一些实现方式的示例性同步要求之后,还将描述如何解决这些要求。

[0589] 在这方面,同步以及这里所描述的与之有关的特征是示例性实现方式。这里所描述的示例性系统的不同实现方式可以采用不同的同步方法以及这里所描述的任何和所有方法的变型。在本公开内容所规定的任何要求只涉及这里所描述的特定示例性实现方式,而不是可以要求保护的任何更加一般的方法、装置、系统和计算机程序产品的要求。

[0590] 在本公开内容的一种示例性实现方式中,直到FFT输入的基带操作在CU中实施,并且其余的基带操作(FFT、循环前缀等等)和无线电装置被实施在RU中。在另一种示例性实现方式中,在下行链路上,直到调制或层映射的基带操作被实施在控制器中,并且其余的基带操作被实施在RU中。正如前面所解释的那样,CU和RU通过交换以太网分开,所述交换以太网在分组或帧之间在CU与RU之间载送数据。

[0591] CU与RU之间的同步

[0592] 在一些实现方式中,在CU中存在VCTCXO晶体振荡器,并且在所有RU中存在VCTCXO晶体振荡器。CU中的VCTCXO被用来生成对于CU中的基带处理所需的时钟,RU中的VCTCXO被用来生成用于模拟-数字-模拟转换器(A/D/A)、RF合成器以及在RU中实施的基带处理的时钟。在一些实现方式中,仅有CU具有GPS接收器或另一种定时同步机制,其可以生成稳定的频率稳定和相位准确时钟参考,因此需要利用基于IEEE1588的定时同步向RU中的VCTCXO提供频率稳定并且相位准确的时钟参考。正如美国国家标准与技术研究院(NIST)所描述的那样,IEEE 1588标准“定义了一种协议,其允许精确地同步利用例如网络通信、本地计算和分布式对象之类的技术实施的测量和控制系统中的时钟。所述协议适用于通过支持多播消息传送的局域网(其中包括而限于以太网)进行通信的系统”。在2002年公布并且在2008年修订的IEEE 1588-2002的内容在此被合并到本公开内容中以作参考。

[0593] IEEE1588是CU中的主控时钟与RU中的从属时钟之间的实施在UDP/IP协议之上的时间加标记协议。所述协议涉及主控与从属时钟之间的重复往返交换,其中每一次交换产生可以被用来在RU中构造定时参考信号的定时更新信号。主控时钟通过向RU中的从属设备发送时间标记而开始交换。该时间标记携带由主控时钟在该时间标记离开CU上的以太网接口时所测量的时间 $T_1$ 。从属设备在其本地时钟处于时间 $T_1'$ 时接收到该时间标记。差 $T_1' - T_1 = D_{DL} + \Delta$ 是时间标记从CU到RU的未知单向行进延迟与RU中的参考时钟和CU中的参考时钟之间的未知时钟相位误差 $\Delta$ 之和。为了估计(并且抵消)单向下行链路延迟,从属设备向CU发送第二时间标记。该时间标记携带由从属时钟在该时间标记离开RU上的以太网接口时所测量的时间 $T_2$ 。主控设备在CU上的以太网接口上接收到所述时间标记时记下其本地时钟上的时间 $T_2'$ ,并且在响应消息中把值 $T_2'$ 发送回到从属设备。差 $T_2' - T_2 = D_{UL} - \Delta$ 是时间标记从RU到CU的未知单向行进延迟与CU中的参考时钟和RU中的参考时钟之间的未知时钟相位误差 $(-\Delta)$ 之和。如果两个方向上的单向延迟是相同的(例如 $D_{DL} = D_{UL}$ )并且CU中的参考时钟的相位在交换期间相对于RU中的参考时钟没有发生漂移,则从属设备可以通过计算下式,通过去除单向延迟的效应来估计时钟误差 $\Delta$ :

$$[0594] \quad \Delta' = [(T_1' - T_1) - (T_2' - T_2)] / 2。$$

[0595] 该时钟相位误差估计 $\Delta'$ 可以被使用在RU中以产生紧密地跟踪CU中的定时参考信号(例如GPS导出的1脉冲每秒(1PPS)信号)的参考信号。

[0596] 在一些实现方式中,两个方向上的单向延迟通常是不相等的,这主要是由于交换机中的不对称负荷相关延迟而导致的(传播和传送延迟通常是对称的)。为了减轻这样的误差的影响,IEEE 1588v2为例如以太网交换机之类的中间节点引入了测量分组在节点内部所招致的延迟并且随着时间标记分组经过节点而将这一部分的延迟插入到时间标记分组中的能力。以太网交换机的此类1588v2支持将允许从属设备在没有不对称负荷相关网络延迟的情况下估计往返延迟,并且产生时钟偏移量的准确得多的估计以便驱动锁相环路(PLL)。但是支持IEEE1588的交换机往往更加昂贵,并且因此需要开发出可以减少或消除不对称网络延迟的效应的方法。

[0597] 就IEEE1588v2处理可以被用来把定时相位误差驱动到零而言,RU中的参考时钟可以优选地在相位和频率方面与CU中的参考时钟对准,其例如是GPS 1PPS信号。

[0598] 在这里所描述的示例性系统的一些实现方式中,CU中的VCTCXO被用作主控时钟,以便生成对应于IEEE1588协议的时间标记。利用通过IEEE1588从属设备接收到的时间标记

来约束RU的VCTCXO。智能时间标记传送和处理可以被使用在CU和RU中,以便减少或消除由CU与RU之间的随机不对称以太网延迟所引入的抖动。CU和RU中的时间标记生成的定时被编排以减少不对称延迟。时间标记生成和处理可以被实施在CU和RU全部二者中的芯片上系统(SoC)上。在这一处理中使用硬件辅助,以便降低将随机不对称延迟引入到IEEE1588处理中的可能性。

[0599] 如果时间标记由CU和RU按照无协调方式发送,则由于其在两个方向上遇到的不同争用水平,其在上行链路和下行链路上可能会经历不同的延迟。举例来说,如果多个RU大约在相同的时间对由CU发送的时间标记作出响应,则上行链路时间标记与在下行链路上发送的时间标记相比可能会经历显著更长的延迟。时间标记与IQ数据之间的争用也可能会贡献于增加的等待时间,并且这样的等待时间在两个方向上可能是不同的。

[0600] 可以被用来评估IEEE1588定时同步方法的准确性的两个量度是时钟误差估计  $\Delta'$  的均值和方差:

$$[0601] \quad E\{\Delta'\} = E\{(T1' - T1) - (T2' - T2)\} / 2 = [E\{D_{DL} + \Delta\} - E\{D_{UL} - \Delta\}] / 2 =$$

$$[0602] \quad = \Delta + E\{D_{DL} - D_{UL}\} / 2,$$

[0603] 其中  $E\{\}$  指代其自变量的统计期望或均值。换句话说,定时估计  $\Delta'$  的均值具有对应于上行链路和下行链路之间的平均延迟差异除以2的固定偏差。当DL和UL上的平均延迟显著不同时,在平均定时估计中可能有显著的相位误差。定时估计的方差和DL与UL延迟之间的差异的1/2的方差成比例。

$$[0604] \quad E\{(\Delta' - E\{\Delta'\})^2\} = \text{variance}\{(D_{DL} - D_{UL}) / 2\}。$$

[0605] 估计时钟相位误差与实际时钟相位误差之间的均方估计误差  $E\{(\Delta' - \Delta)^2\}$  将比  $\Delta'$  的方差高出所述偏差的平方:

$$[0606] \quad E\{(\Delta' - \Delta)^2\} = \text{variance}\{D_{DL} - D_{UL} / 2\} + [E\{D_{DL} - D_{UL}\} / 2]^2。$$

[0607] 在一些实现方式中,有可能使得RU准确地确定UL与DL延迟之间的比值;例如  $D_{UL} / D_{DL} = a$ 。RU随后可以根据下式修改对应于时钟误差估计的公式:

$$[0608] \quad \Delta' = [a(T1' - T1) - (T2' - T2)] / (1+a)。$$

[0609] 就参数“a”可以被确切地确定而言,可以获得没有偏差的关于时钟误差的完美估计;例如  $E\{\Delta'\} = \Delta$ , 并且  $\text{variance}\{\Delta'\} = 0$ 。在一些实现方式中,难以按照始终如一的方式确切地知道上行链路和下行链路延迟。有时可能确定平均的上行链路和下行链路延迟之间的函数关系。举例来说,如果在平均延迟之间存在已知的函数关系  $D_1 = E\{D_{DL}\}$  和  $D_2 = E\{D_{UL}\}$ , 则有可能减小或者甚至消除偏差项  $E\{D_{DL} - D_{UL}\} / 2$ 。举例来说,如果  $D_2 = aD_1 + b$ , 换句话说UL中的平均延迟是DL上的平均延迟的已知线性函数,则我们可以通过使用如下给出的经过修改的定时估计来减小或消除偏差:

$$[0610] \quad \Delta' = [a(T1' - T1) + b - (T2' - T2)] / (1+a)。$$

[0611] 在这种情况下,可以表明  $E\{\Delta'\} = \Delta$ , 这是不具有偏差的正确估计。可以观察到,在其中  $a=1$  并且  $b=0$  的特殊情况下,这就简化到其中UL和DL上的平均延迟相同的情况,并且定时估计简化到标准1588定时估计公式。

[0612] 定时相位估计的方差现在简化到:

$$[0613] \quad E\{(\Delta' - E\{\Delta'\})^2\} = E\{(\Delta' - \Delta)^2\} = \text{variance}\{aD_{DL} + b - D_{UL} / (1+a)\}。$$

[0614] 用于减小定时相位均方误差的另一种方法是,通过在CU与RU之间相对于彼此并且

相对于IQ数据传送控制时间标记的传送来减小(例如最小化)上行链路与下行链路之间的平均延迟差分的均值和方差,从而避免交换机中的争用。后面将描述可以减小下行链路和上行链路延迟的一种示例性方法。

[0615] 在这种方法中, CU和每一个RU在给定的时间间隔A(例如1秒)期间执行多次时间标记交换。举例来说, CU和RU可以在1秒间隔期间执行10次时间标记交换, 其中每一次时间标记交换使用如前面所描述的3项IEEE1588消息传送。在一些实现方式中, 参照图18, CU在OFDM符号间隔的开头中发送2502其时间标记。CU随后在传送2506其QI数据之前等待2504预先配置的一段时间, 以便允许时间标记行进经过交换机的时间。时间标记传送与最高优先权相关联。如果时间标记在交换机中遇到来自IQ数据的争用, 则将最多等待其传送已经开始的IQ数据的传送。在接收到2508时间标记时, RU后来在随机选择的间隔处发起其自身的时间标记的传送。在一些实现方式中, 在接收到来自CU的时间标记时, RU在传送2512时间标记之前可以等待2510一个预先配置的时间间隔。所述预先配置的时间间隔也可以取决于当RU自身的上行链路IQ数据传送完成的时间。在接收到2514RU的时间标记时, CU记下2516其本地时钟上的时间, 并且在另一条IEEE1588消息中将所测量的该时间发送到RU。在接收到2520该消息时, RU计算2522关于时钟相位误差(或者等效地是时钟偏移量)的估计, 但是并不对其时钟作出任何调节。在一些实现方式中, CU和RU在时间间隔A期间多次重复前面的交换。在所述时间间隔的末尾, RU比较2524时钟偏移量, 并且根据对应于最低时钟偏移量的测量更新2524其时钟。

[0616] 在一些实现方式中, RU可以把时钟偏移量与阈值进行比较。如果时钟偏移量的量值超出阈值, 则RU在间隔A期间不更新其时钟。除了计算对于时钟偏移量的估计之外, RU还可以如下确定往返延迟:

$$[0617] \quad D_{DL} + D_{UL} = [(T1' - T1) + (T2' - T2)]。$$

[0618] 往返延迟可以表明IEEE1588交换具有争用, 并且相关联的时钟偏移量是不准确的, 因此不应当被使用。

[0619] CU还与其他RU实施类似的IEEE1588交换。在一些实现方式中, CU可以按照无重叠的方式与不同的RU实施IEEE1588交换, 以便最小化上行链路时间标记传送中的争用。在一些实现方式中, 在时间间隔A期间对于每一个RU只能使用一次IEEE1588交换。

[0620] 如果在站点处有多个控制器向交换机的相同输出端口发送通信量, 则这些传送还可能产生争用并且增加等待时间。可以避免这种争用的一种方式是使用单个控制器充当用于所有DL传送的主控设备。换句话说, 可以将所有通信量路由经过主控制器。或者, 单个控制器可以仅对于IEEE1588操作采取主控角色。在这种情况下, 只有主控制器将向RU发送时间标记。

[0621] 如果RU和控制器支持其他通信量(比如Wi-Fi通信量), 则还可以对其他通信量的传送进行定时, 以避免交换机中的争用。举例来说, 可以使用附加的以太网链路以避免此类其他通信量与等待时间敏感的IQ数据和IEEE1588时间标记通信量之间的直接争用。

[0622] 在一些实现方式中, 与不同控制器相关联的通信量和其他通信量(比如Wi-Fi通信量)可以被分离(例如严格分离), 这是通过将其指派到不同的VLAN并且对于无线网络使用专用的以太网链路和端口以避免争用。可以实施以太网QoS能力以改进前面的方法的性能。通过使用在802.1p标准中定义的优先权等级, 可以为时间标记传送给出更高优先权, 以



便最小化可能由IQ数据传送导致的交换机中的延迟。

[0623] 接下来将提供关于应当如何对准传送经过交换以太网的上行链路和下行链路子帧的描述。

[0624] 帧提前

[0625] 在独立eNodeB中的天线处对准下行链路和上行链路传送可能会在eNodeB基带处理器中产生微小不对准。但是由于天线与基带处理器之间的延迟相对较小,因此这对系统性能的影响很小(如果有任何影响的话)。但是在一些实现方式中,由于CU与RU之间的以太网引入的延迟,CU和RU附近的天线中的基带处理之间的延迟可能显著高于独立eNodeB中的延迟。在某些情况下,CU与RU之间的固定延迟可以处于200–300 $\mu$ s的量级,或者是3–4个OFDM符号间隔。为了补偿这一延迟,可以把CU中的下行链路子帧定时提前预定数量的 $T_{DL}$ 秒,其中 $T_{DL}$ 在一些实现方式中处于200–300 $\mu$ s的量级。如果上行链路(UL)和下行链路(DL)帧在RU天线处是对准的,则正如后面将描述的那样,在CU的基带调制解调器中的UL与DL子帧之间将出现偏移量。LTE中的一项定时同步要求与来自不同UE的上行链路传送的相对定时相位有关。这一要求被称作上行链路定时提前,其也被实施在本公开内容中。在上行链路定时提前中,UE基于接收自eNodeB的命令相对于所接收到的下行链路传送提前其上行链路传送的定时相位。标准eNodeB确定定时提前命令,以便在天线处把所接收到的第 $n'$ 个上行链路子帧的起始与其自身的第 $n'$ 个子帧的下行链路传送的起始对准。如果UE的定时提前量被设定成等于UE与eNodeB天线之间的往返延迟,则来自不同UE的上行链路信号将在eNodeB天线处被相位对准。

[0626] 相应地,在这里所描述的示例性系统中,来自不同UE的上行链路信号在RU的接收天线处被定时相位对准,从而使得这些传送都在如前面所解释的循环前缀内被接收到。随后可以根据 $TA = t_{RT}$ 来选择定时提前量(TA),其中 $t_{RT}$ 是UE与附近的RU天线之间的均值往返延迟。这样将在RU天线处把DL子帧边界(其与GPS 1PPS相位对准)与UL子帧边界自动对准,正如在图12中所示出的那样。但是CU处的DL和UL子帧边界现在关于彼此偏离 $T_{RT} = T_{DL} + T_{UL}$ ,其中 $T_{DL}$ 和 $T_{UL}$ 分别是CU与RU之间的假设固定下行链路和上行链路帧定时提前量。总而言之,在RU TX(传送)天线中,第 $n$ 个DL子帧的传送与第 $n$ 个UL子帧的接收同时开始,但是在CU中,第 $n$ 个UL子帧的接收比第 $n$ 个DL子帧的传送开始晚 $T_{RT}$ 秒发生。这种方法的一个缺陷在于,CU中的HARQ处理时间可能会被减少 $T_{RT}$ 秒,这可能达到500 $\mu$ s。在其中RU与CU之间没有延迟的实现方式中。控制器有3ms用来处理在上行链路上接收到的信号并且在下行链路上开始相应的传送。因此,这可以表示CU中的可用处理时间中的17%的减少。

[0627] 考虑图13的下行链路HARQ操作,其中CU在DL子帧N中发送PDSCH数据,其在 $T_{DL} + t_{DL}$ 秒之后由UE接收到。UE在上行链路子帧N+4中发送ACK/NAK消息。如果定时提前量 $TA = t_{RT}$ ,正如经典eNodeB中的情况那样,则从DL子帧N的末尾到UL子帧N+4的开头,UE具有 $3 - TA = 3 - t_{RTms}$ 来解调DL子帧N、确定ACK/NAK并且构造ACK/NAK消息。从其接收到携带ACK/NAK的UL子帧N+4的时间开始,CU可以具有指导DL子帧N+8的开头的调度重传。当 $TA = t_{RT}$ 时,则从第N+4个UL子帧的末尾到第N+8个DL子帧的开头,CU将有仅仅 $3 - T_{RTms}$ 用来开始重传。换句话说,CU中的可用处理时间被减少CU与天线之间的往返延迟。在一些实现方式中,CU可以通过利用DL HARQ的所谓的自适应特征来延迟重传,但是这在某些情况下可能会降低总体吞吐量。可用处理时间的类似减少还发生在上行链路HARQ中,其中CU在接收到上行链路传送

与在下行链路上发送ACK/NAK之间具有 $3 \cdot (T_{DL} + T_{UL})$ 的处理时间。

[0628] 可以解决前面的问题的一种方法是对于所有UE把上行链路定时提前量TA增加 $T_{RT}$ 。在一些实现方式中,这并不会影响RU处的UE之间的上行链路定时相位对准,这是因为定时提前量对于所有UE被增加相同的数量。正如前面所解释的那样,增加定时提前量会减小UE中的HARQ处理时间,但是由于在一些实现方式中所有UE都被设计成应对 $667\mu s$ 的最大定时提前量,因此只要把定时提前量保持在该限制以下,就应当不会有任何问题。在图14中示出了这种情况下的子帧对准。

[0629] 按照要求,在TX天线处把DL子帧与GPS 1PPS相位对准,但是RX天线处的UL子帧现在相对于GPS 1PPS偏离 $T_{RT}$ 秒。换句话说,RU将在其开始处理DL子帧N之前 $T_{RT}$ 秒开始处理UL子帧N。

[0630] 在图15和16中示出了对应于下行链路和上行链路全部二者的经过修订的HARQ定时。在全部两幅图中示出的实例中,CU中的处理时间保持恒定在 $3ms$ ,而UE中的处理时间则被减少到 $3 - t_{RT} - T_{RT}ms$ ,但是仍然处在UE能力的界限内。有可能把定时提前量选择成 $t_{RT}$ 到 $t_{RT} + T_{RT}$ 之间的任何值。

[0631] 其他增强还支持超额定时提前量,以便补偿CU与RU之间的额外延迟。举例来说,CU可以向UE发送第2层或第3层定时提前量消息,以便单独用信号通知与空中延迟有关的定时提前量的分量以及与CU和RU之间的延迟有关的分量。定时提前量的固定部分可以被包括在特定于小区的广播消息中,比如LTE中的SIB消息。

[0632] 还有可能使得超额定时提前量是特定于UE的。

[0633] 当UE应用较大的定时提前量TA时,需要相应地选择对应于物理随机访问信道(PRACH)的前同步码配置,以便防止子帧N中的PRACH前同步码传送与下一个子帧N+1中的物理上行链路共享信道(PUSCH)/物理上行链路控制信道(PUCCH)传送发生干扰。前同步码的防护间隔GI应当大于定时提前量TA,或者在被指派给子帧N中的PRACH的资源块中,eNodeB不应当调度子帧N+1中的任何PUSCH传送。PRACH前同步码格式1和3支持达到 $0.52$ 和 $0.72ms$ 的TA,但是分别使用2个和3个子帧。PRACH前同步码格式0和2仅支持达到 $0.1$ 和 $0.2ms$ 的TA,其分别使用1个和2个子帧。如果T可以被保持在 $0.5ms$ 以下,则PRACH前同步码格式1适合于本公开内容。或者,有可能使用格式0,并且在紧接在PRACH传送之后的上行链路子帧中的PRACH RB中不调度任何PUSCH传送。

[0634] 在CU中,由RU发送的PRACH分组被存储在与UL缓冲器分开的PRACH缓冲器中,并且被尽可能快地处理。CU检查839点能量序列,确定是否存在前同步码,并且如果存在的话则估计由UE传送的循环移位,并且准备PRACH响应消息。虽然对于CU发送PRACH响应没有严格的定时要求,但是在一些实现方式中,这应当尽可能快地进行以便改进PRACH响应时间。图15示出了控制器处的具有UL/DL对准的DL HARQ定时。图16示出了控制器处的具有UL/DL对准的UL HARQ定时。基于图16,CU可以在子帧N+3中发送PRACH响应。

[0635] 在一些实现方式中,UE中的TA可以被保持得较低,例如低至往返空中链路延迟,并且可以接受所导致的控制器中的处理时间减少。这样可以允许无线网络使用格式0PRACH前同步码,其对于PRACH使用更少的空中链路资源,或者由于与PRACH的潜在冲突而在调度中不具有任何限制,正如前面所描述的那样。

[0636] 用于TD-LTE的帧对准

[0637] 在FDD-LTE中的帧提前中。在TDD-LTE中,帧结构被设计成使得上行链路和下行链路传送在RU和UE接收天线处不会发生重叠。可以使用一个特殊子帧从DL转变到UL传送,正如图19中所示出的那样。所述特殊子帧开始于几个OFDM符号的DL传送,随后是持续几个OFDM符号的静默间隙间隔GP,并且结束于1或2个OFDM符号的UL传送。特殊子帧中的UL传送可以只载送SRS或PRACH(这需要两个OFDM符号)。LTE标准支持对应于特殊子帧的9种不同配置,正如表2中所示出的那样。

特殊子帧配置	DL	P	L	总数
0	3	0		14
1	9			14
2	11			14
[0638] 3	11			14
4	12			14
5	3			14
6	9			14
7	10			14
[0639] 8	11			14

[0640] 表2、由LTE支持的子帧配置

[0641] 与FDD中一样,UE相对于接收DL定时把UL帧定时提前TA秒。这样就在RU天线处对准了不同UE的传送。在TD-LTE中,TA的最大预期值决定间隙间隔GP。为了避免UE或RU接收天线处的同时DL和UL传送,GP被选择成使得 $GP \geq TA \geq t_{RT}$ ,其中 $t_{RT}$ 表示UE与RU天线之间的往返空中链路传播延迟。

[0642] 如图19中所示,如果 $GP < TA$ ,则UE的特殊子帧末尾处的UL传送将与相同的特殊子帧的开头中的DL传送的接收发生干扰。如果 $GP < TA - t_{RT}$ ,则特殊子帧开头中的RU DL传送将导致特殊子帧末尾处的UL传送的RU接收中的干扰。如果 $TA < t_{RT}$ ,则紧接在UL到DL转变之后的RU DL传送将与UL到DL转变之前的UE的最后一项UL子帧传送的RU接收发生干扰。

[0643] 在一些实现方式中,有可能使得控制器选择TA,以便像FDD中那样在控制器处对准DL和UL传送,从而保留3ms处理时间。可以使用特殊子帧配置0或5,其支持足够大的GP值(9或10个OFDM符号)从而避免前面描述的UL-DL干扰。GP的较大值有时可能造成DL传送上的低效。

[0644] 在一些实现方式中,对于TD-LTE可以使用更短的TA值。在TD-LTE中,HARQ定时不同于FDD中的情况,并且取决于具体的TDD帧配置。表3示出了对应于所述标准中所支持的9种不同帧配置的最小HARQ定时要求。帧配置由控制器在SIB消息中发送。

子帧编号 #	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
ACK/NAK	4	6	4	7	6	4	6	4	7	6
重传	6	4	6	4	4	6	4	6	4	4
总时间	10	10	10	11	10	10	10	10	11	10
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
ACK/NAK	7	6	4	6	4	7	6	4	6	4
重传	4	4	6	4	6	4	4	6	4	6
总时间	11	10	10	10	10	11	10	10	10	10
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
ACK/NAK	7	6	6	4	8	7	6	6	4	8
重传	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
总时间	11	10	10	8	12	11	10	10	8	12
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
ACK/NAK	4	11	6	6	6	7	6	6	5	5
重传	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
总时间	8	15	10	10	10	11	10	10	9	9
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
ACK/NAK	12	11	6	6	8	7	7	6	5	4
重传	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
总时间	16	15	10	10	12	11	11	10	9	8
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
ACK/NAK	12	11	6	9	8	7	6	5	4	13
重传	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
总时间	16	15	10	13	12	11	10	9	8	17
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D
ACK/NAK	7	7	4	6	6	7	7	4	7	5
重传	8	7	6	4	4	7	6	6	7	5
总时间	15	14	10	10	10	14	13	10	14	10

[0647] 表3、对应于9种不同帧配置的最小HARQ定时要求

[0648] 对于每一种帧配置,表3示出了无线电帧中的示例性DL (D)、UL (U) 和特殊(S) 子帧。配置3-5支持10ms无线电帧内的单次DL-UL转变,其他配置则支持两次DL-UL转变。对于每一种帧配置,表3还示出了共享信道数据的传送与接收节点的ACK/NAK传送之间的子帧的数目。在DL HARQ中,ACK/NAK时间在4到13个子帧之间变化。有时UE将有3-T<sub>A</sub>ms的处理时间可用,这与FDD中相同。在UL HARQ中,ACK/NAK时间在4到7个子帧之间变化。当DL容量需求高于UL上的容量需求时,配置2-5可以被用于建筑物内系统。在这些配置中,ACK/NAK时间被固定在6个子帧,比FDD中长2个子帧。这就为控制器给出了5-T<sub>RL</sub>+t<sub>RT</sub>秒的处理时间。如果通过将TA设定到等于往返空中链路延迟而将其最小化,例如TA=t<sub>RT</sub>,则可用处理时间是5-T<sub>RT</sub>。如果TA还被选择成补偿控制器-RU往返延迟T<sub>RT</sub>,例如TA=T<sub>RT</sub>+t<sub>RT</sub>,则可用时间是5个子帧,从而比FDD中长2个子帧。

[0649] 表3还示出了示例性重传时间。可以看到,DL重传时间在4到8个子帧时间变化,但是对于配置3-5其总是等于4,即与FDD中相同。随着TA从 $t_{RT}$ 增加到 $t_{RT}+T_{RT}$ ,控制器中的可用处理时间从 $3-T_R$ 增加到3ms。这是与TDD中相同的折中。在UL中,重传时间在4到7个子帧之间变化。在4个子帧的最坏情况下,UE中的可用处理时间与FDD中相同。

[0650] 在TD-LTE中,在UL子帧中允许PRACH机会。当至少2个OFDM符号被指派给PRACH时,还可以在特殊子帧中创建PRACH机会(特殊子帧配置5-8)。但是在这种情况下,可用静默间隔是288个样本(20MHz处)或9.375ns,从而把往返空中链路传播延迟限制到9.375ns或者大约1.4km。这表明在建筑物内网络中,当UL/DL帧在RU处对准并且特定配置中的在控制器中可用的减少的处理时间被接受时,特殊子帧可以被用于PRACH。在正常UL子帧中对PRACH的使用与FDD中相同,其不同之处在于,在TD-LTE中,在单个子帧中可以支持多个PRACH机会。

[0651] 实现方式

[0652] 虽然出于解释的目的作出了各种假设,但是在本公开内容中描述的系统和方法的示例性实现方式不受限于这些假设。相反,基于这些假设的解释可以很容易被推广到其他情况。举例来说,每一个小区中的RU的数目、对应于每一个RU的天线的数目以及网络中的小区的数目可以例如基于网络需求而变化。

[0653] 在一个方面中,本公开内容的特征在于一种包括远程单元和控制器的通信系统。每一个远程单元可以包括用以与移动设备交换RF信号的一个或多个射频(RF)单元。至少其中一些RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息。控制器包括一个或多个调制解调器并且连接到外部网络。至少其中一个调制解调器是基带调制解调器,并且被配置成传递对应于所述信息的第一数据。所述至少其中一个调制解调器被配置成实时调度对应于所述信息的第一数据。控制器通过中间网络与远程单元分开。中间网络包括交换以太网,通过所述交换以太网在控制器与远程单元之间的各帧中载送对应于所述信息的第二数据。

[0654] 在另一个方面中,本公开内容的特征在于一种通信系统,其包括远程单元、参考定时源、控制器、控制器时钟以及远程单元时钟。远程单元与移动设备交换射频(RF)信号。至少其中一些RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息。参考定时源与协调世界时(UTC)或全球定位系统(GPS)同步。控制器包括一个或多个调制解调器并且连接到外部网络。至少其中一个调制解调器是基带调制解调器,并且被配置成传递对应于所述信息的第一数据。控制器通过中间网络与远程单元分开,通过中间网络在控制器与远程单元之间的各帧中传送对应于所述信息的第二数据。第二数据包括基带数据。控制器时钟与参考定时源同步。控制器时钟为控制器提供定时信息。远程单元时钟与控制器时钟同步。远程单元时钟为远程单元提供定时信息。控制器和远程单元被配置成传送时间标记消息,以便同步控制器时钟和远程单元时钟。控制器和远程单元被配置成通过避免时间标记传送与基带数据传送之间或者不同远程单元到控制器的时间标记传送之间的争用来传送时间标记消息。

[0655] 在另一个方面中,本公开内容的特征在于一种包括远程单元和控制器的通信系统。远程单元与移动设备交换射频(RF)信号。至少其中一些RF信号包括以移动设备为目的或者源自移动设备的信息。控制器包括一个或多个调制解调器并且连接到外部网络。至少其中一个调制解调器是基带调制解调器,并且被配置成传递对应于所述信息的第一数

据。控制器通过中间网络与远程单元分开,通过中间网络在控制器与远程单元之间的各帧中载送对应于所述信息的第二数据。第二数据包括基带数据,并且中间网络被配置成在各帧中传输基带数据。至少其中一些基带数据在频域内被压缩。远程单元和控制器被配置成压缩基带数据以用于通过中间网络传送。

[0656] 本公开内容的各个方面还可以包括以下特征当中的一项或多项。中间网络包括多个交换机。外部网络包括因特网。移动设备是使用长期演进 (LTE) 标准进行通信的小区通信设备。远程单元被配置成实施一些调制解调器功能。控制器不具有RF无线电功能。交换以太网包括多个交换机。多个交换机当中的至少一个通过1吉比特/秒以太网链路连接到至少一个远程单元。每一个远程单元包括多个RF天线,并且被配置成通过一个或多个无线信道同时从一个或多个移动设备传送和/或接收RF信号。控制器包括一个或多个处理设备,所述一个或多个处理设备被编程来把其中一个或多个调制解调器与其中一个或多个远程单元相关联,从而配置包括一个或多个远程单元的通信小区。所述一个或多个处理设备被编程来把其中一个或多个调制解调器与其中一个或多个远程单元相关联,从而动态地配置通信小区。所述一个或多个调制解调器通过交换以太网控制一个远程单元集合从而形成一个小区,所述小区中的每一个远程单元包括一个或多个天线,所述一个或多个天线与共同的小区标识符相关联。所述共同小区标识符包括长期演进 (LTE) 小区ID。与小区相关联的所有远程单元可以被配置成通过单个长期演进 (LTE) 信道进行通信。与小区相关联的每一个远程单元包括一对天线,并且与小区相关联的远程单元的至少两对天线可以被控制成与单个移动设备上的单对天线进行通信。与小区相关联的每一个远程单元包括一个或多个天线。每一个天线对应于一个虚拟天线端口。被指派到相同的虚拟天线端口的所有天线同时联播共同的信号。被指派到相同的虚拟天线端口的远程单元载送与所述相同的虚拟天线端口相关联的相同的LTE下行链路参考信号。虚拟天线端口包括信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 加扰ID。移动设备发送多于一项信道状态信息 (CSI) 反馈。各个远程单元的每一个天线被指派到不同的虚拟天线端口。小区中的远程单元被同步以使用相同的频率进行通信。小区中的远程单元被配置成实施基于网络的同步协议以实施同步。控制器包括一个或多个处理设备,所述一个或多个处理设备被编程来修改其中一个或多个调制解调器与其中一个或多个远程单元之间的关联,从而重新配置由一个或多个远程单元定义的现有通信小区。重新配置现有通信小区包括把至少一个现有通信小区划分成两个或更多新的通信小区。重新配置现有通信小区包括把至少两个现有通信小区组合成单个新的通信小区。控制器被配置成基于接收自管理系统的命令修改所述关联。控制器被配置成基于日间时修改所述关联。控制器被配置成基于针对通信容量的需求分布的改变修改所述关联。所述小区被配置成基于两个或更多移动设备之间的射频隔离进行虚拟划分,以便在相同的资源上向所述两个或更多移动设备发送数据而不会有显著的干扰。所述资源是长期演进 (LTE) 的时间-频率资源。控制器被配置成基于接收自移动设备的信号决定哪些移动设备将在相同的资源上发送数据。移动设备包括接收器,并且由小区中的远程单元发送到接收器的数据不处在时间-频率资源上。所述小区被配置成基于两个或更多移动设备之间的射频隔离进行虚拟划分,以便在相同的资源上从所述两个或更多移动设备接收信息而不会有显著的干扰。两个或更多移动设备使用相同的解调参考序列。所述两个或更多移动设备使用由循环移位和正交覆盖代码构成的相同的PUCCH资源。控制器被配置成检测在相同的PRACH机会中从所述两个或更多移

动设备发送的传送。控制器包括一个或多个处理设备,所述一个或多个处理设备被编程来响应于针对通信容量的需求的改变把一个或多个附加的调制解调器与其中一个或多个远程单元相关联。响应于针对网络容量的需求的减少,所述一个或多个处理设备被编程来把所述一个或多个远程单元合并到数目减少的所述一个或多个调制解调器当中。所述小区是第一小区,所述调制解调器是第一调制解调器;所述一个或多个调制解调器包括第二调制解调器,其被编程来通过交换以太网控制第二远程单元集合以形成第二小区,第二小区中的每一个RF单元包括一个或多个第二天线,所述一个或多个第二天线与第二共同小区标识符相关联。第一小区和第二小区包括不同数目的远程单元、不同的形状并且/或者传送覆盖不同尺寸的区域。控制器包括一个或多个处理设备,所述一个或多个处理设备被编程来把第一和第二调制解调器与不同的远程单元相关联,以便动态地改变第一小区或第二小区当中的每一个形状和/或其覆盖的区域。第一和第二调制解调器与控制器位于同一处,并且控制器协调第一和第二调制解调器的传送以便减少第一和第二小区之间的干扰。至少一个远程单元被配置成与相应的设备交换Wi-Fi信号。控制器包括一个或多个处理设备,所述一个或多个处理设备被编程来从交换以太网接收第二数据,并且处理第二数据以生成第一数据。至少其中一些远程单元被配置成通过交换以太网接收功率。控制器和远程单元被配置成利用IEEE1588协议进行通信。所述通信系统还包括与控制器通信并且指导控制器的操作的网络管理器。外部网络包括运营商的核心网络,并且网络管理器位于运营商的核心网络中。网络管理器关于控制器位于本地。两个或更多远程单元被配置成在两个或更多RF信道上向移动设备发送第二数据,从而使得移动设备同时从所述两个或更多远程单元接收第二数据。控制器被配置成聚合来自控制器与远程单元之间以及控制器与外部网络之间的不同信道的通信,以便处理第一数据并且把第二数据发送到远程单元。

[0657] 本公开内容的各个方面还可以包括以下特征当中的一项或多项。第一数据包括互联网协议(IP)数据,并且控制器被配置成针对对应于所述信息的IP数据实时实时介质访问控制。参考定时源包括GPS接收器。GPS接收器位于控制器中。控制器和远程单元被配置成利用IEEE 1588协议交换时间标记。控制器和远程单元包括芯片上系统以便生成和处理时间标记消息。中间网络是交换以太网。远程单元使用时间标记消息来估计和校正远程单元时钟的误差。所述估计是根据关于下行链路和上行链路时间标记延迟的先验知识。关于下行链路和上行链路时间标记延迟的先验知识包括下行链路时间标记延迟与上行链路时间标记延迟的比值。关于下行链路和上行链路时间标记延迟的先验知识包括平均下行链路时间标记延迟与平均上行链路时间标记延迟的比值。所述误差包括定时相位误差,并且远程单元被配置成通过根据先验知识对上行链路和下行链路中所测量的时间标记进行加权和/或偏移来估计定时相位误差。根据IEEE 802.1q协议,以高优先级传送时间标记消息。时间标记消息和基带数据在不同的虚拟局域网(VLAN)上被传送。利用IEEE 802.1q协议的不同优先级加标记,时间标记消息和基带数据在相同的虚拟局域网(VLAN)上被传送。基带数据和时间标记消息利用交换以太网的专用以太网端口和专用以太网链路被传送。所述通信系统包括多个控制器,其中一个控制器是主控制器并且被配置成与主控制器的相关联远程单元并且与所述多个控制器当中的其他控制器的相关联远程单元传送时间标记消息。控制器被配置成把将要递送到远程单元的基带数据的子帧的时间提前,以便补偿远程单元时钟与控制器时钟之间的时间延迟。控制器被配置成把基带数据的子帧的时间提前预定数量。所述

预定数量是根据对应于通过中间网络传送基带数据的时间延迟来确定的。控制器被配置成向移动设备发送信息,以使得移动设备相对于由移动设备接收自远程单元的RF信号提前将要传送到远程单元的RF信号的定时相位。控制器被配置成增加可用于控制器的处理时间以使得控制器处理基带数据传送,这是通过把定时相位将被提前的数量选择成大于在远程单元与移动设备之间往返传送RF信号的时间延迟。远程单元被配置成提前将要传送到控制器的基带数据的子帧的时间。远程单元被配置成在通信信道上与控制器进行通信,并且所述通信信道的频率是从控制器时钟导出的。控制器时钟包括被配置成生成用于控制器中的基带处理的时钟的晶体振荡器。远程单元时钟包括被配置成生成用于模拟-数字-模拟转换器(A/D/A)、RF合成器和/或每一个远程单元中的基带处理的时钟的晶体振荡器。控制器和远程单元被配置成在控制器与远程单元之间的多次往返中传送时间标记消息。远程单元被配置成基于多次往返中的被认为是最可靠的其中一项传送来调节远程单元时钟,以便校正控制器时钟与远程单元时钟之间的偏移量。多次往返中的被认为是最可靠的其中一项传送包括预测控制器时钟与远程单元时钟之间的最小偏移量的传送。当基于时间标记消息的传送的关于控制器时钟与远程单元时钟之间的偏移量的估计被认为不可靠时,远程单元被配置成不对远程单元时钟作出任何校正。当关于偏移量的估计超出预先配置的阈值时,所述估计被认为是不可靠的。控制器时钟与参考定时源直接耦合,并且远程单元时钟不与参考定时源直接耦合。

[0658] 本公开内容的各个方面还可以包括以下特征当中的一项或多项。基带数据通过中间网络的传送速率最多是1Gb/s。基带数据由具有实分量和虚分量的复数值信号表示,并且控制器被配置成通过在频域内量化所述复数值信号以产生经过量化的基带数据来压缩基带数据,并且向远程单元传送代表经过量化的基带数据的二进制数据。远程单元被配置成在接收到已压缩基带数据时重建经过量化的基带数据。远程单元被配置成在重建的基带数据上应用快速傅立叶逆变换。控制器被配置成利用具有固定比率和固定步长的量化器在频域内量化基带数据。控制器被配置成在频域内独立地量化基带数据的实分量和虚分量。控制器被配置成在远程单元和控制器连接时向远程单元发送关于固定比率和固定步长的信息。控制器被配置成利用具有固定比率和可调节步长的量化器在频域内量化基带数据。控制器被配置成对于每个子帧一次向远程单元发送关于固定比率和步长的信息。控制器被配置成利用具有比率和步长的量化器在频域内量化基带数据。所述比率和步长都是可调节的。控制器根据经过量化的基带数据的能量来调节步长。控制器根据基带数据的调制和编码方案来调节比率。RF信号与长期演进(LTE)标准兼容。控制器被配置成对于一个子帧中的每一个正交频分多路复用(OFDM)符号中的多个资源单元群组(REG)和物理资源块(PRB)当中的每一个向远程单元发送关于量化器比率的边信息。控制器被配置成通过对于基带数据的每一个正交频分多路复用(OFDM)符号中的未被使用的资源单元群组(REG)或物理资源块(PRB)不向远程单元发送任何数据来压缩基带数据。频域内的基带数据属于离散幅度信号星座图或者从中导出,并且控制器被配置成通过向远程单元发送表示离散幅度信号的二进制数据在没有量化的情况下压缩基带数据。离散幅度信号星座图包括正交幅度调制(QAM)信号星座图。RF信号载送正交频分多路复用(OFDM)符号,并且控制器被配置成按照将由远程单元通过空中向移动设备传送相应OFDM符号的相同顺序向远程单元发送二进制数据。远程单元被配置成通过在频域内量化基带数据以产生经过量化的基带数据来压缩基带数据,



并且向控制器传送表示经过量化的基带数据的二进制数据。远程单元被配置成在时域内从移动设备接收数据,并且在时域内对数据应用快速傅立叶变换以产生频域内的基带数据。远程单元被配置成利用具有固定比率和固定步长的量化器在频域内量化基带数据。远程单元被配置成利用具有固定比率和可调节步长的量化器在频域内量化基带数据。基带数据的各帧包括正交频分多路复用 (OFDM) 符号,并且远程单元被配置成基于经过量化的基带数据的平均能量来选择步长。所述平均能量是属于一个长期演进 (LTE) 信道的基带数据的能量的平均值。远程单元被配置成基于频域内的基带数据的分布来选择步长。远程单元被配置成向控制器发送关于量化器的边信息,以使得控制器重建所接收到的经过量化的基带数据。远程单元被配置成利用具有比率和步长的量化器在频域内量化基带数据,所述比率和步长都是可调节的。基带数据的各帧包括子帧,所述子帧包括LTE物理资源块 (PRB),并且远程单元被配置成在每个PRB的基础上调节量化器的比率。远程单元被配置成基于由控制器决定的基带数据的调制和编码方案来选择量化器比率。远程单元被配置成利用具有可调节比率的量化器来量化基带数据。根据LTE资源块来调节用于基带数据的量化器比率。对于其中一些资源块,量化器比率被选择为零以便清除基带数据的传送。控制器被配置成向远程单元发送边信息,并且所述信息由远程单元使用来确定量化器比率。控制器被配置成基于接收自移动设备的信息来确定将要发送到远程单元的边信息。控制器被配置成基于控制器处的目标信干噪比 (SINR) 来确定边信息。接收自移动设备的信息对应于移动设备的LTE探测参考信号 (SRS) 传送。接收自移动设备的信息对应于移动设备的LTE物理随机访问信道 (PRACH) 传送。接收自移动设备的信息对应于移动设备在物理上行链路共享信道 (PUSCH) 上的上行链路传送。远程单元包括用于从移动设备接收RF信号的两个或更多接收器天线,远程单元被配置成利用不同的量化器来量化对应于不同天线的基带数据。对应于不同天线的量化器具有不同的步长。对应于不同天线的量化器具有不同的步长和不同的比率。所述不同的比率由控制器确定。控制器被配置成向远程单元发送边信息,以便表明对于每一个接收天线确定的量化器比率。远程单元包括用于从移动设备接收RF信号的两个或更多接收器天线。远程单元被配置成利用量化器来量化基带数据,所述量化器具有基于在远程单元的不同接收器处接收到的RF信号的相关所选择的比率。控制器被配置成基于RF信号的相关来确定系数,并且利用所述系数来确定量化器的比率。远程单元被配置成利用由控制器基于RF信号的相关所确定的系数来确定量化器的比率。远程单元被配置成基于RF信号的相关来确定系数,并且利用所述系数来确定量化器的比率。除了对应于来自移动设备的物理随机访问信道 (PRACH) 传送的那些基带数据之外的所有基带数据都在频域内被压缩。远程单元被配置成通过在频域内实施相关之后量化所接收到的PRACH传送来压缩基带数据。远程单元被配置成通过在把相关的输出转换回到时域之后在时域内量化所接收到的PRACH传送来压缩基带数据。控制器的至少一个调制解调器被配置成对与所述信息相对应的IP数据执行实时介质访问控制 (MAC) 功能。

[0659] 在本专利申请中所描述的任何其中两项或更多项特征可以被组合以形成未在本专利申请中具体描述的实现方式。

[0660] 前述内容的全部或一部分可以被实施成由指令构成的计算机程序产品,所述指令被存储在一个或多个非瞬时性机器可读存储介质上,并且可以在一个或多个处理设备上执行。前述内容的全部或一部分可以被实施成一种装置、方法或系统,其可以包括一个或多个

处理设备以及用以存储可执行指令的存储器以便实施功能。

[0661] 这里所描述的处理及其各种修改的全部或一部分(在后文中称作“处理”)可以至少部分地通过计算机程序产品来实施,例如有形地具体实现一个或多个信息载体中(例如具体实现一个或多个有形、非瞬时性机器可读存储介质中)的计算机程序,以便由数据处理装置(例如可编程处理器、计算机或者多台计算机)执行或者控制其操作。

[0662] 计算机程序可以用任何形式的编程语言来编写,其中包括已编译或已解译语言,并且其可以按照任何形式被部署,其中包括作为独立程序或者作为适用于计算环境中的模块、组件、子例程或其他单元。计算机程序可以被部署成在一个站点处的一台计算机或多台计算机上执行或者分布在多个站点之间并且通过网络互连。

[0663] 与实施所述处理相关联的动作可以由一个或多个可编程处理器实施,所述可编程处理器执行一个或多个计算机程序以便实施校准处理的功能。所述处理的全部或一部分可以被实施成专用逻辑电路,例如FPGA(现场可编程门阵列)和/或ASIC(专用集成电路)。

[0664] 适合于执行计算机程序的处理器作为举例包括通用和专用处理器以及任何种类的数字计算机的任何一个或多个处理器。通常来说,处理器将从只读存储区域或随机存取存储区域或者全部二者接收指令和数据。计算机(包括服务器)的单元包括用于执行指令的一个或多个处理器以及用于存储指令和数据的一个或多个存储区域设备。通常来说,计算机还将包括一个或多个机器可读存储介质或者在操作方面耦合来从所述存储介质接收数据或者向所述存储介质传送数据,所述存储介质比如是用于存储数据的大容量存储设备,例如磁盘、磁光盘或者光盘。适合于具体实现计算机程序指令和数据的机器可读存储介质包括所有形式的非易失性存储区域,其中作为举例包括:半导体存储区域设备,例如EPROM、EEPROM和闪速存储区域设备;磁盘,例如内部硬盘或可移除盘;磁光盘;以及CD-ROM和DVD-ROM盘。

[0665] 这里所描述的不同实现方式的元素可以被组合形成未在前面具体阐述的其他实现方式。在这里所描述的处理、计算机程序、网页等等当中可以省略某些元素,而不会对其操作造成负面影响。此外,各种单独的元素可以被组合成一个或多个单独的元素以便实施这里所描述的功能。

[0666] 这里所描述的任何特征可以适当地与在美国临时申请号62/009,653中所描述的任何特征相组合,通过引用的方式将该申请合并在此。这里所描述的任何特征可以适当地与在美国临时申请号62/051,212中所描述的任何特征相组合,通过引用的方式将该申请合并在此。

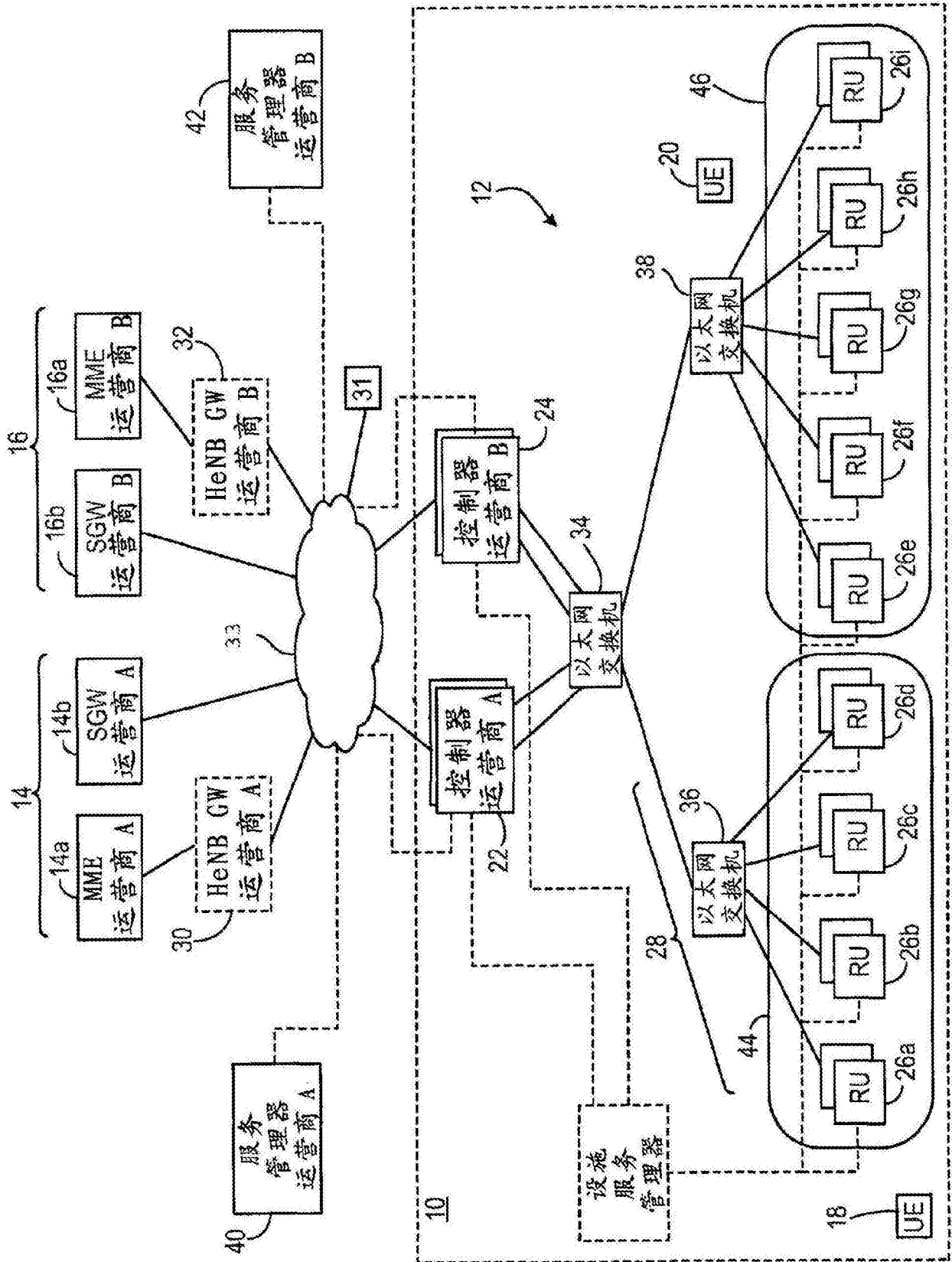


图1

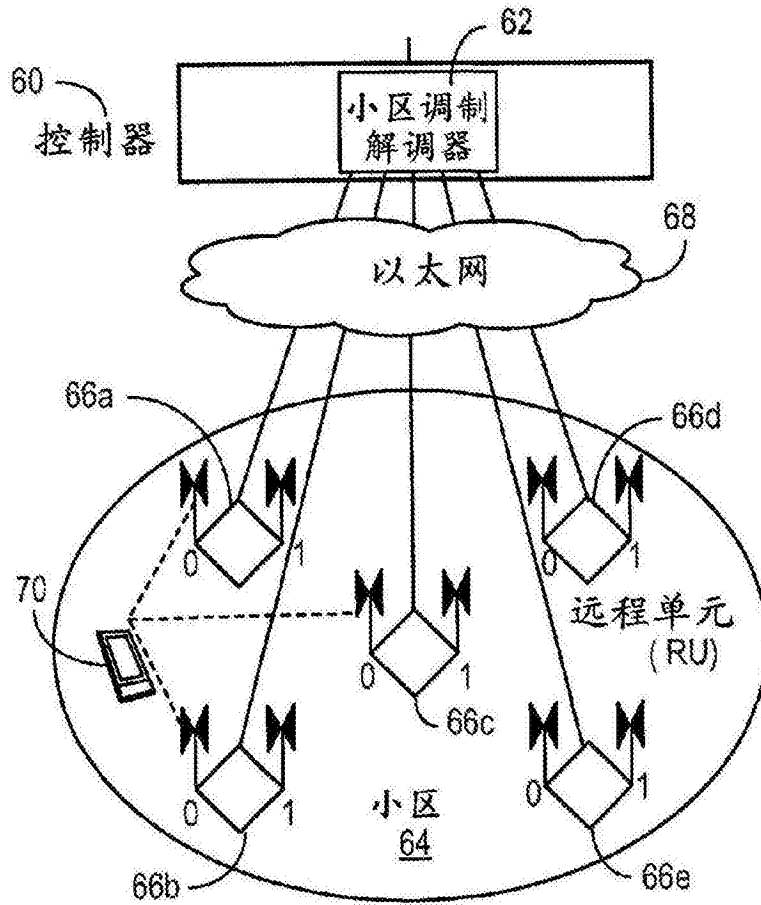


图2A

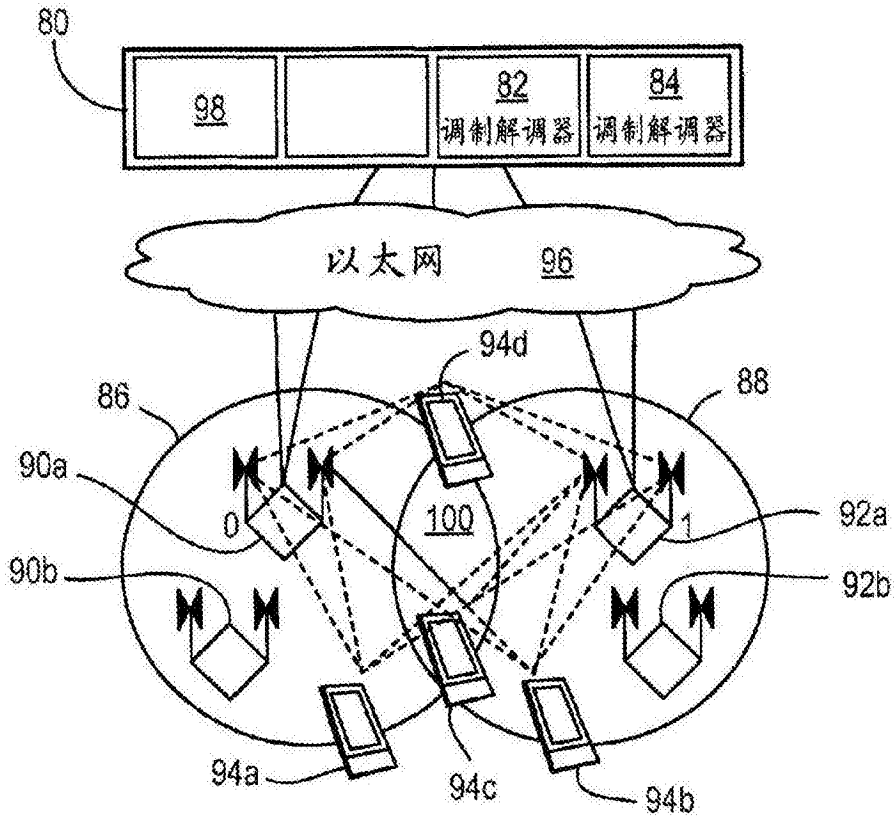


图2B

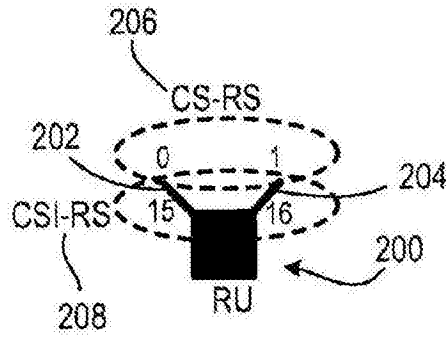


图2C

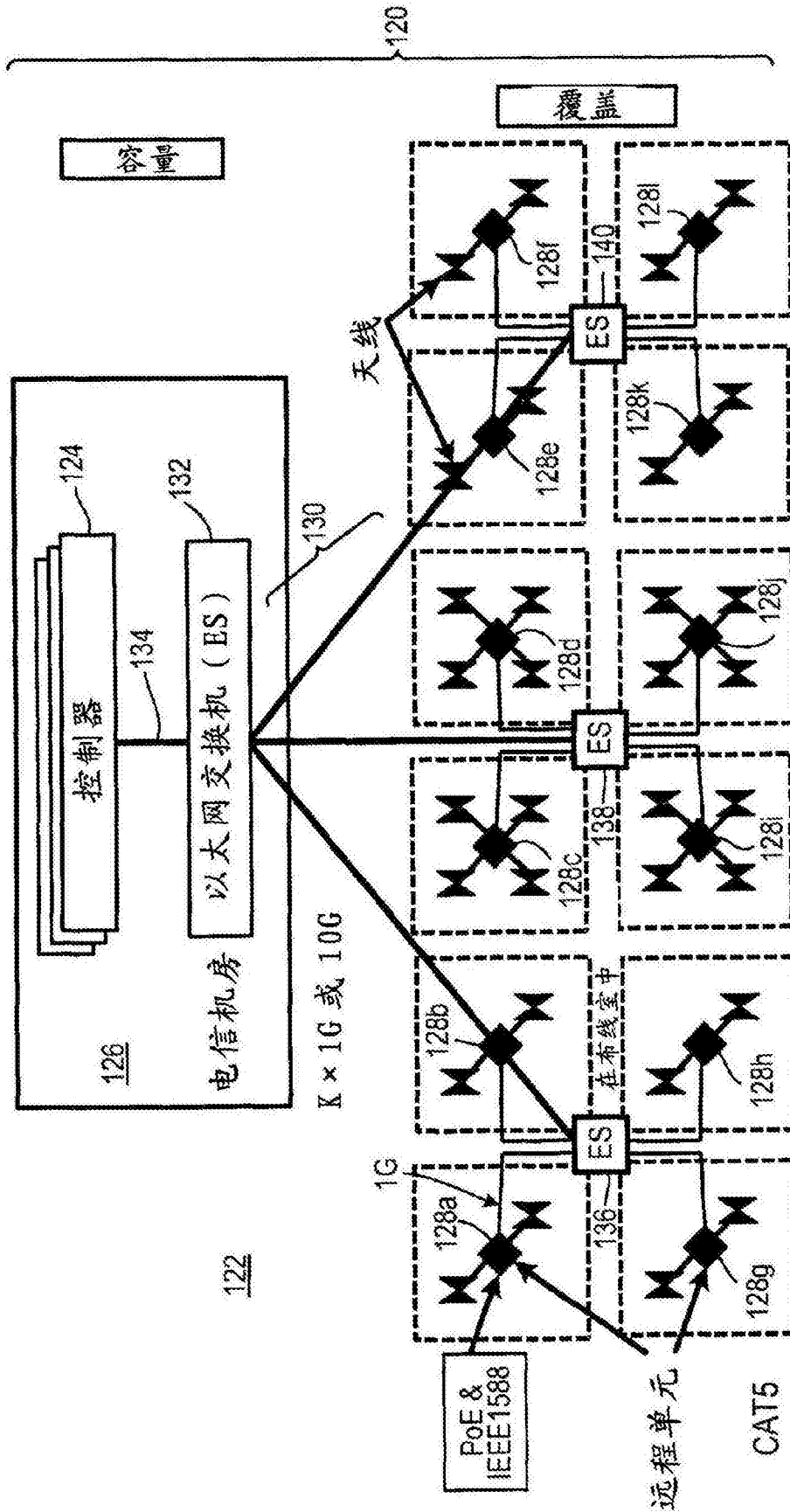


图3

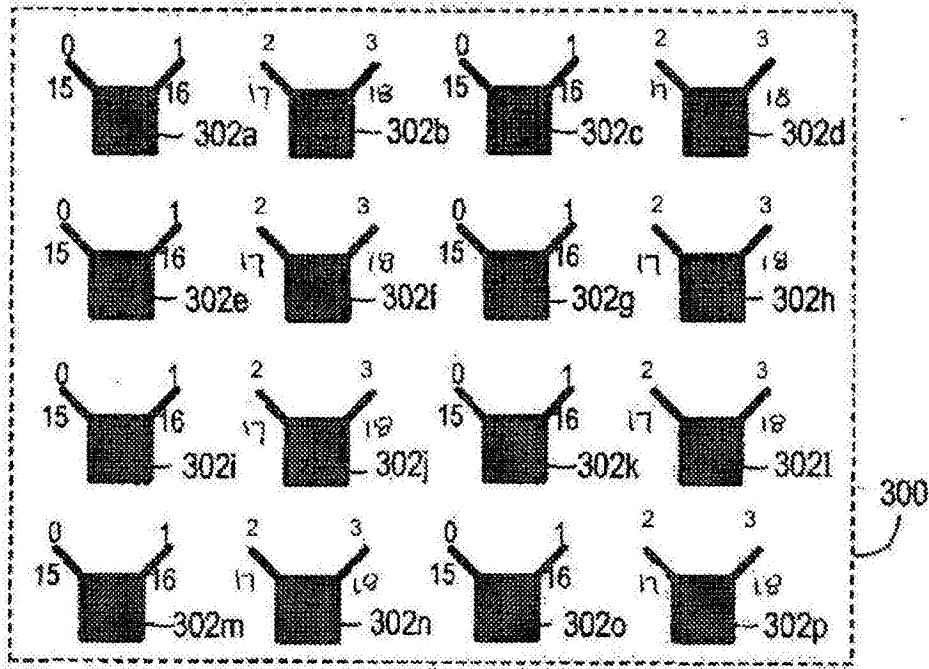


图4A

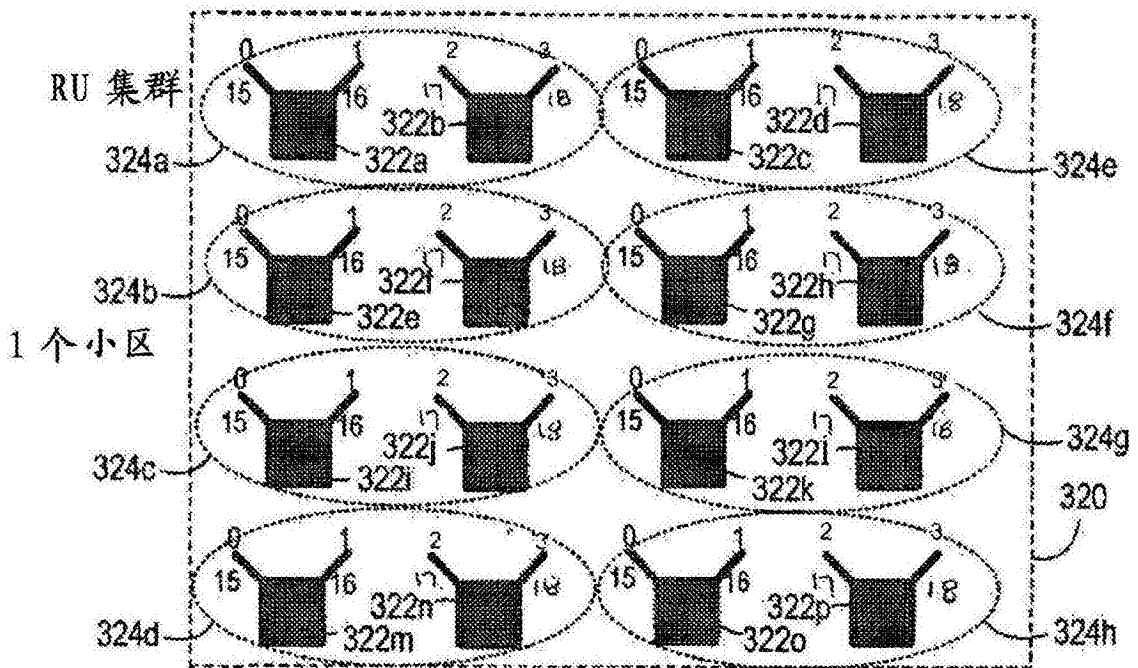


图4B

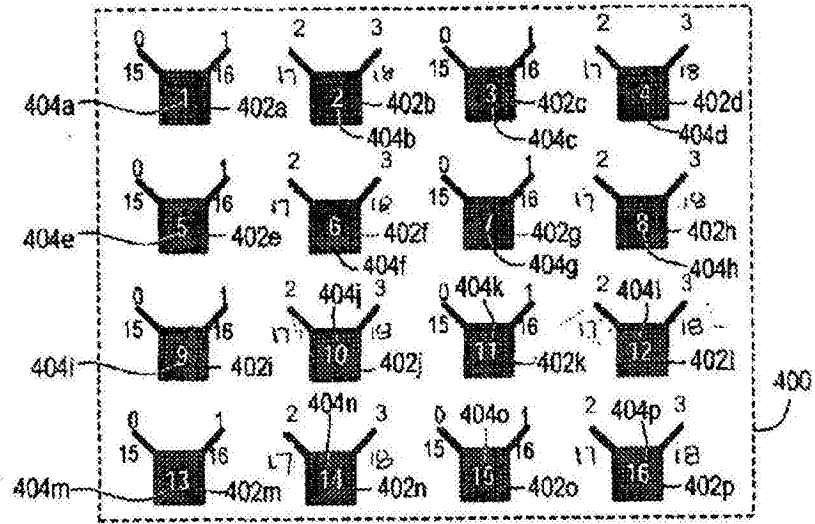


图4C

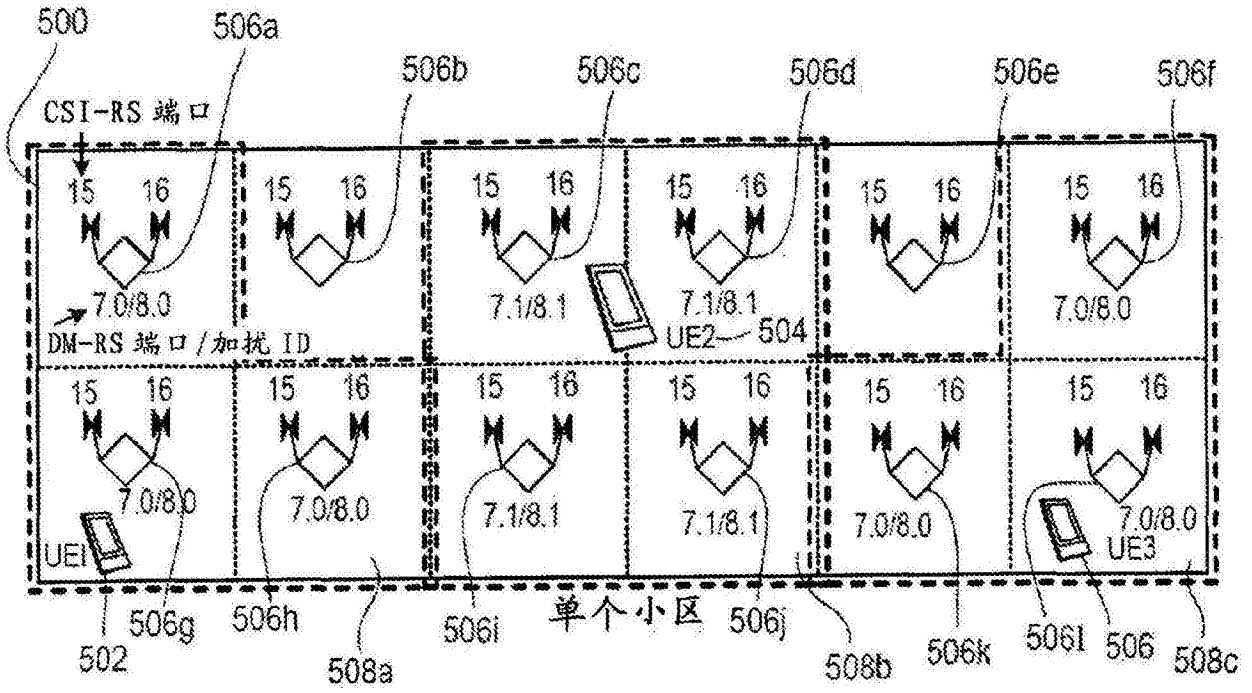


图5A



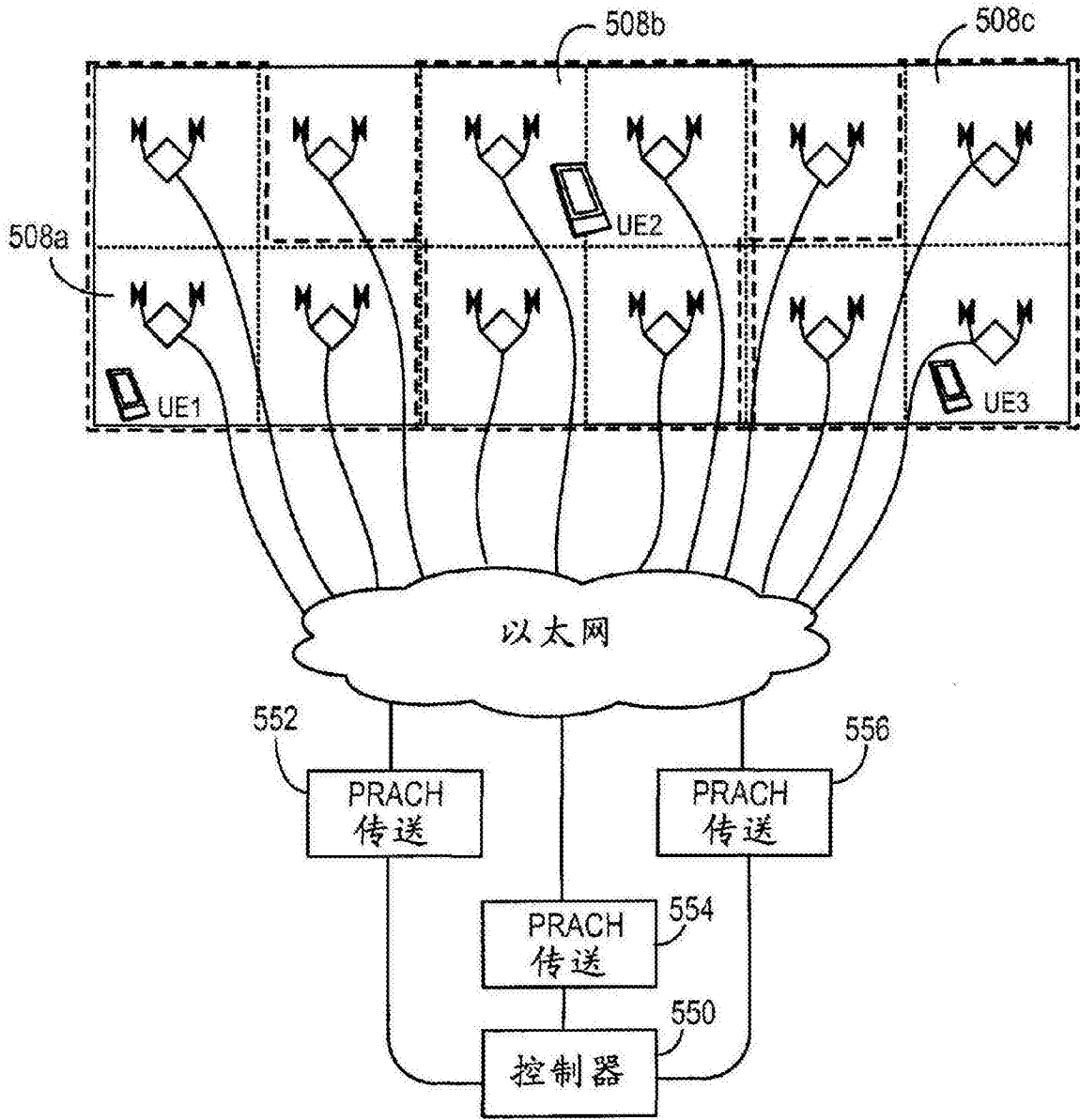


图5B

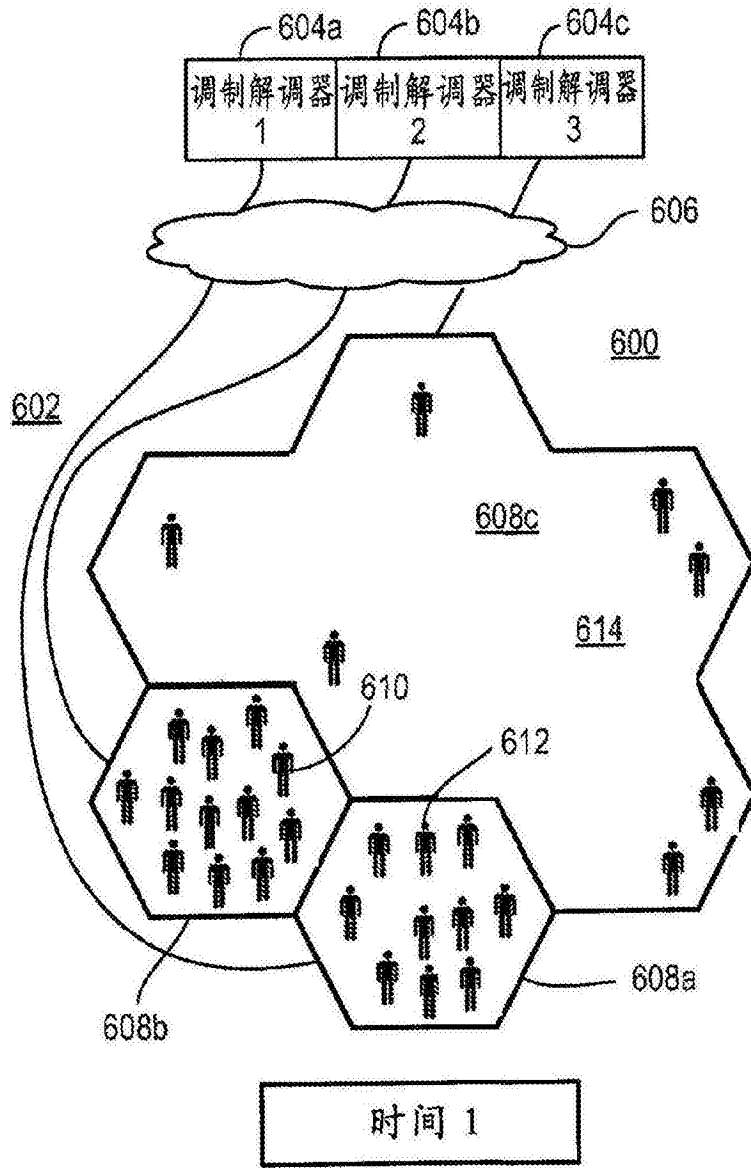


图6A

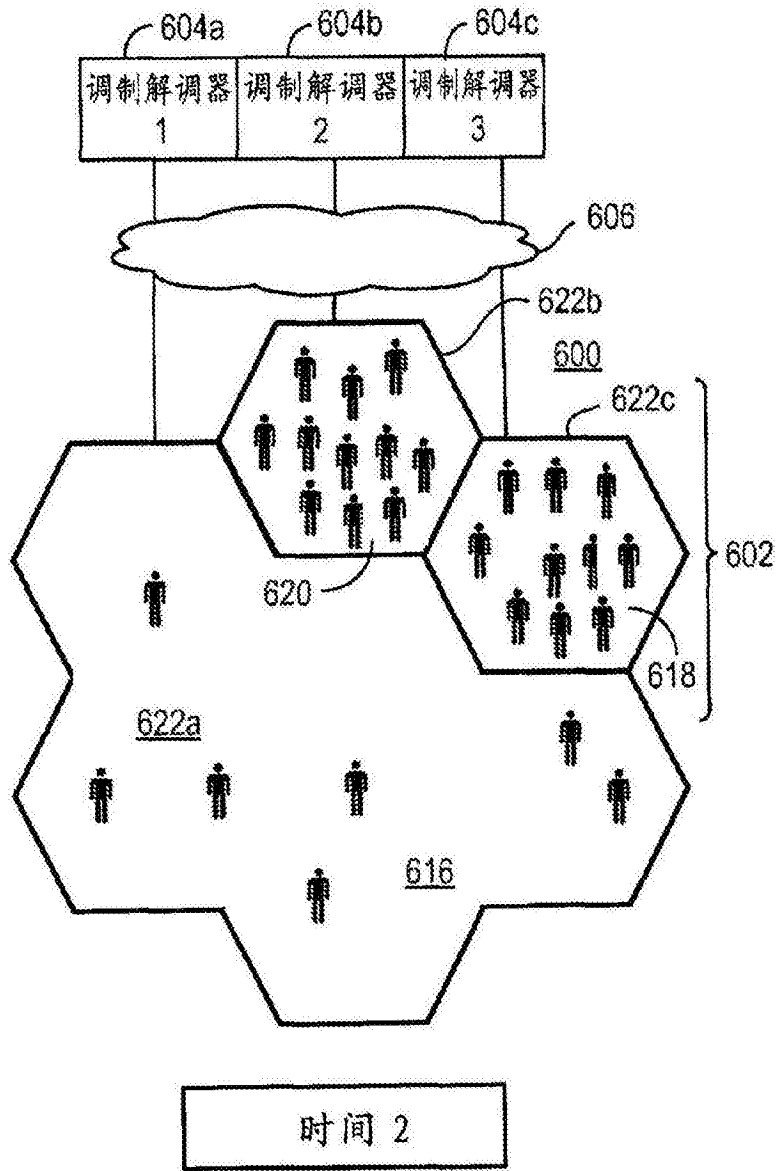


图6B

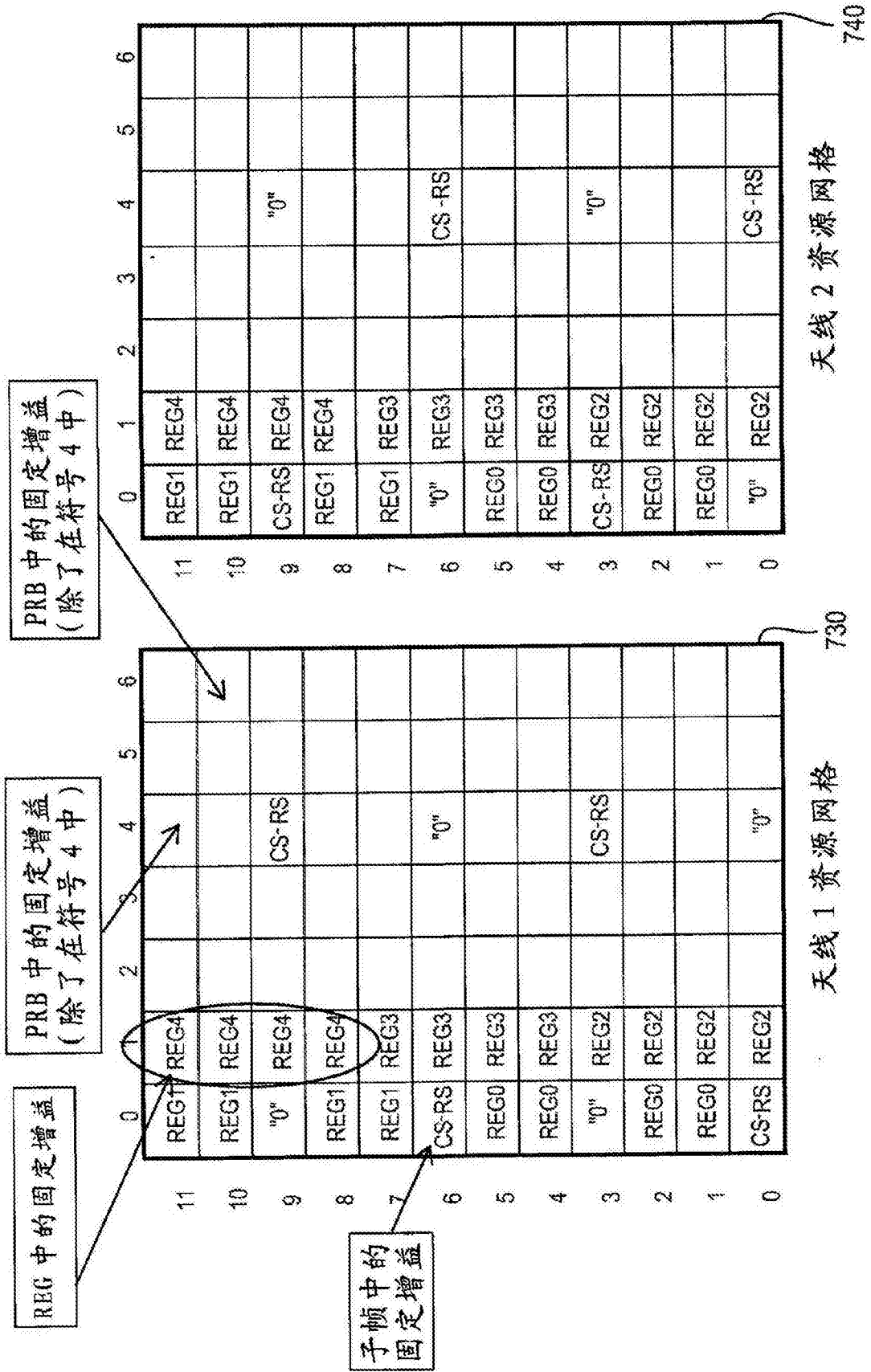


图7

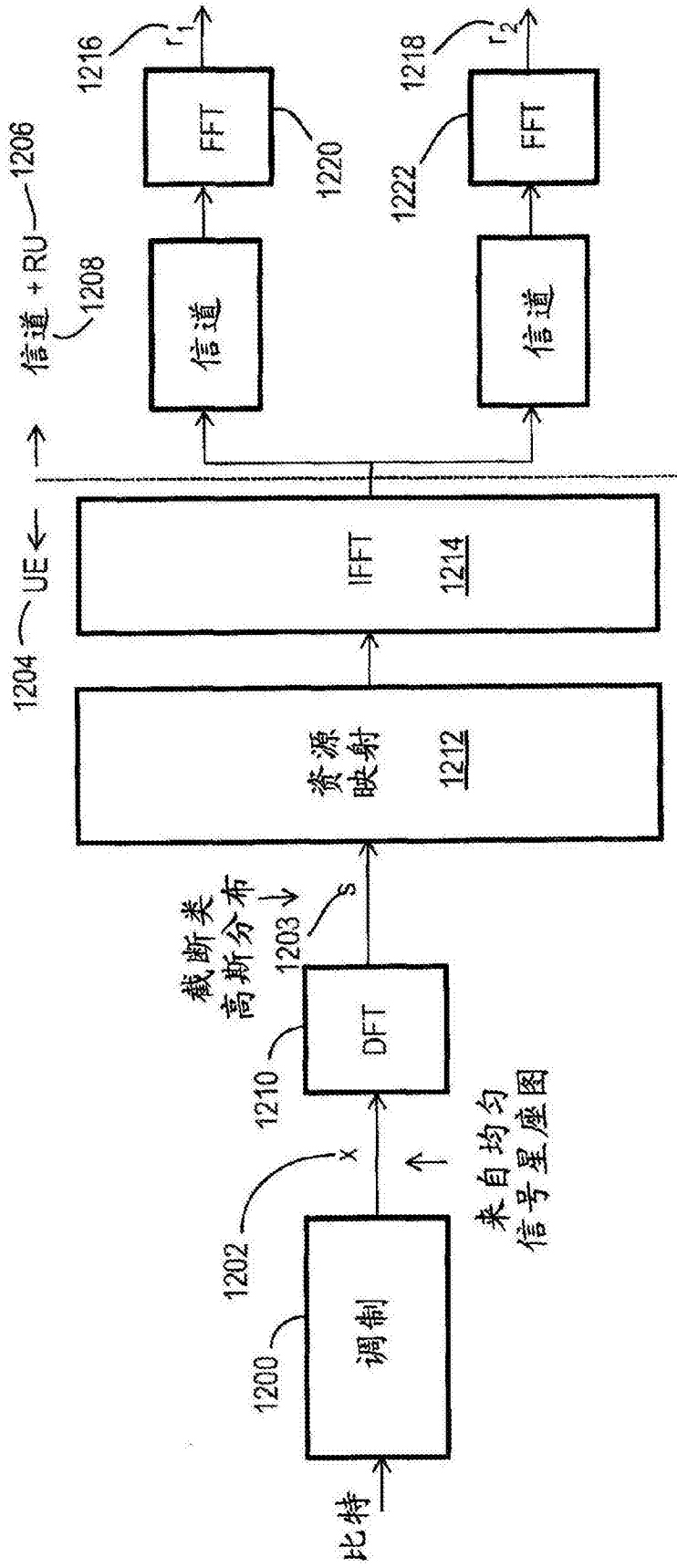


图8

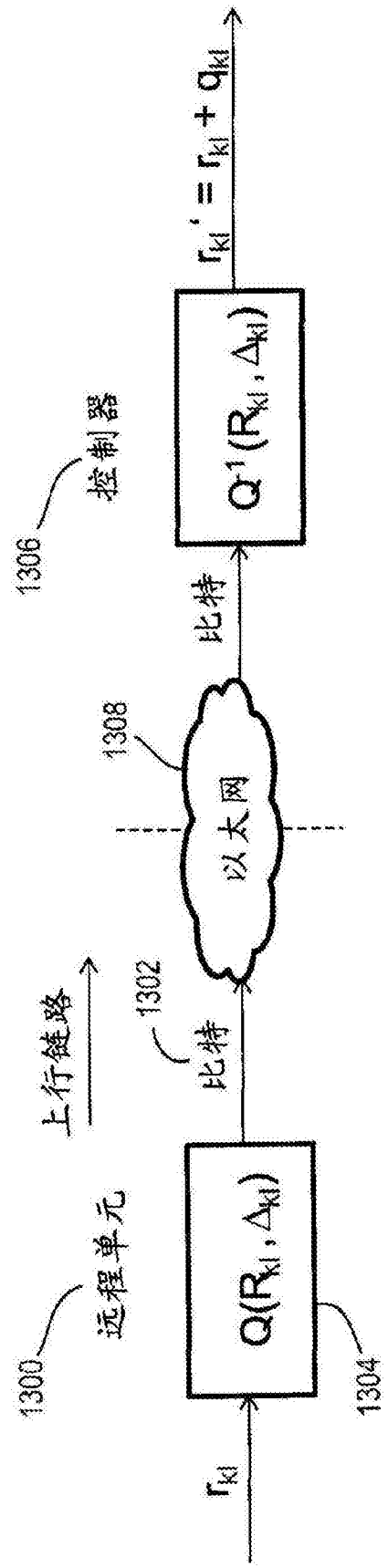


图9

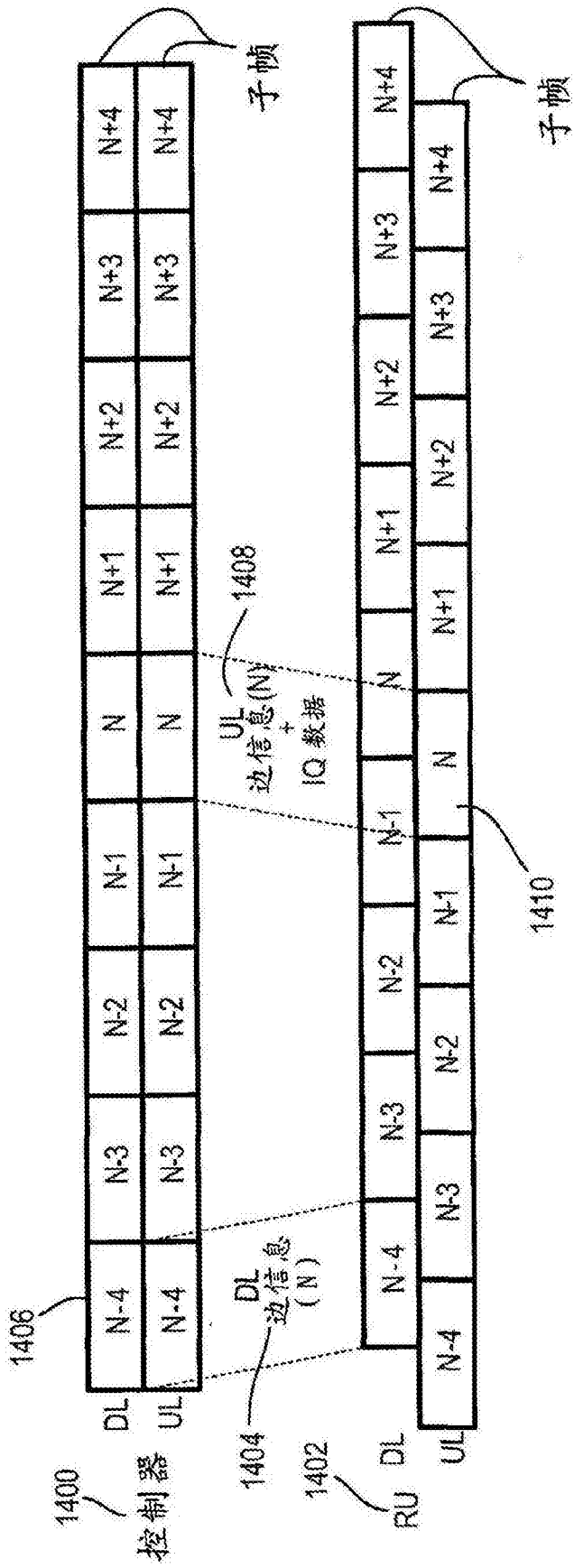


图10

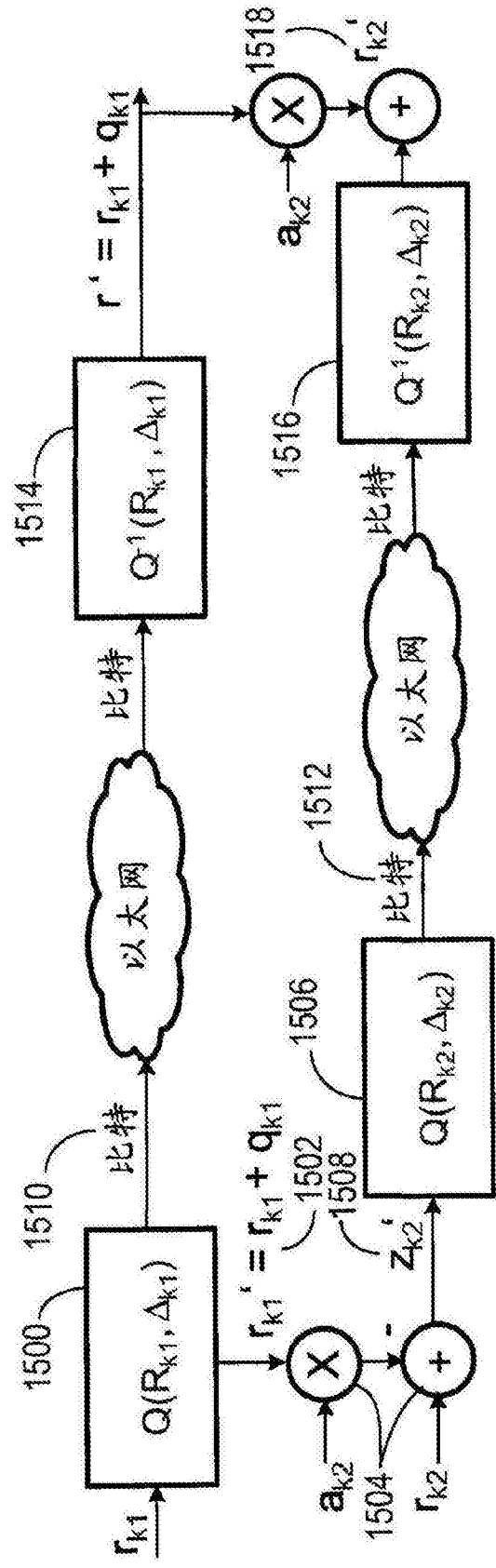


图11



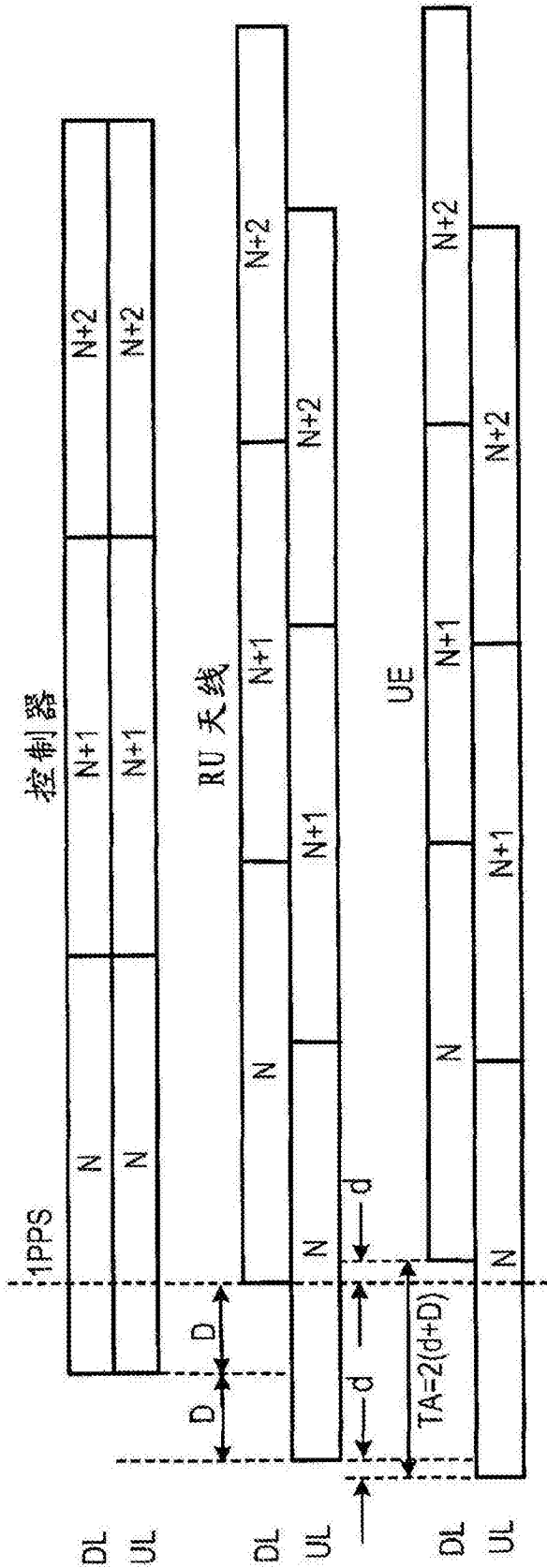


图14

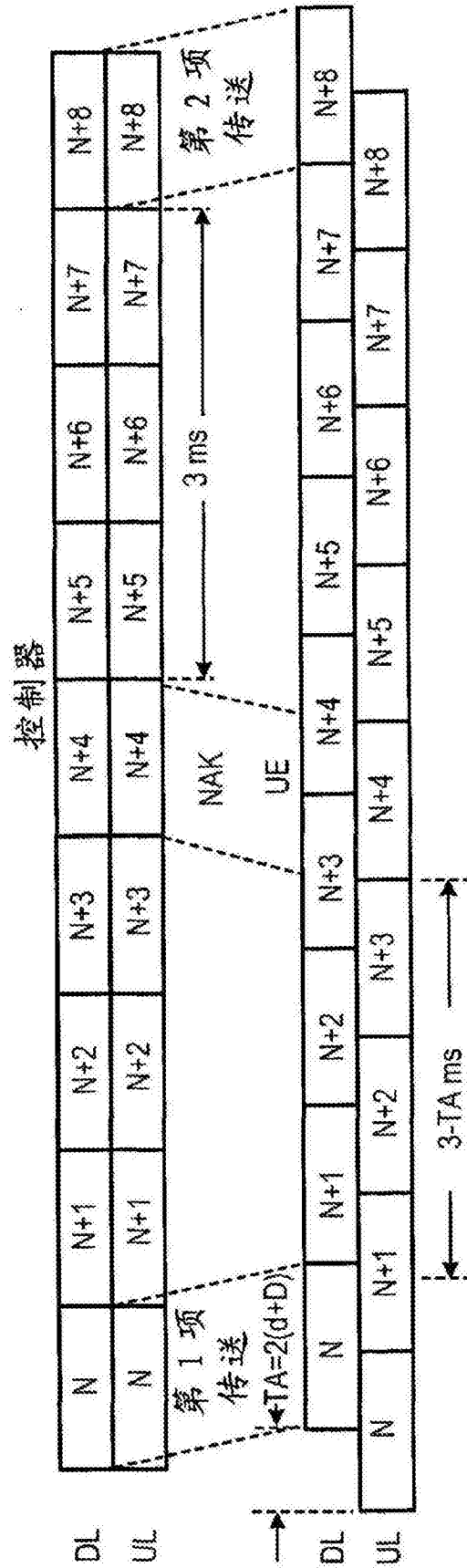
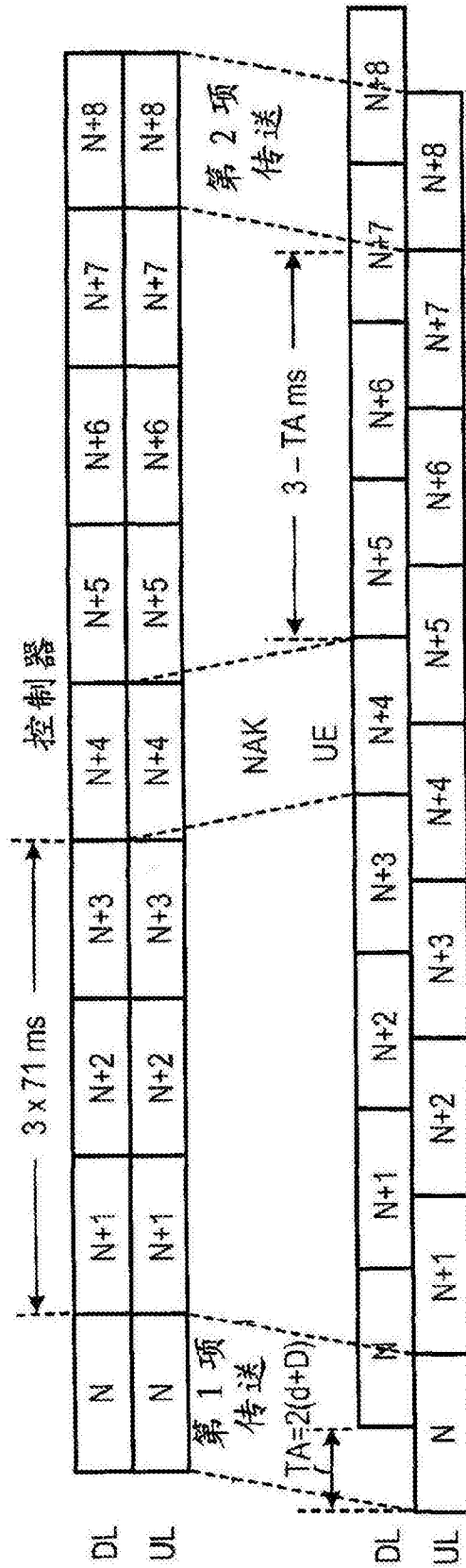


图15

在控制器处具有完美上行链路/下行链路对准的下行链路 HARQ 定时





在控制器处具有完美上行链路/下行链路对准的上行链路 HARQ 定时

图16

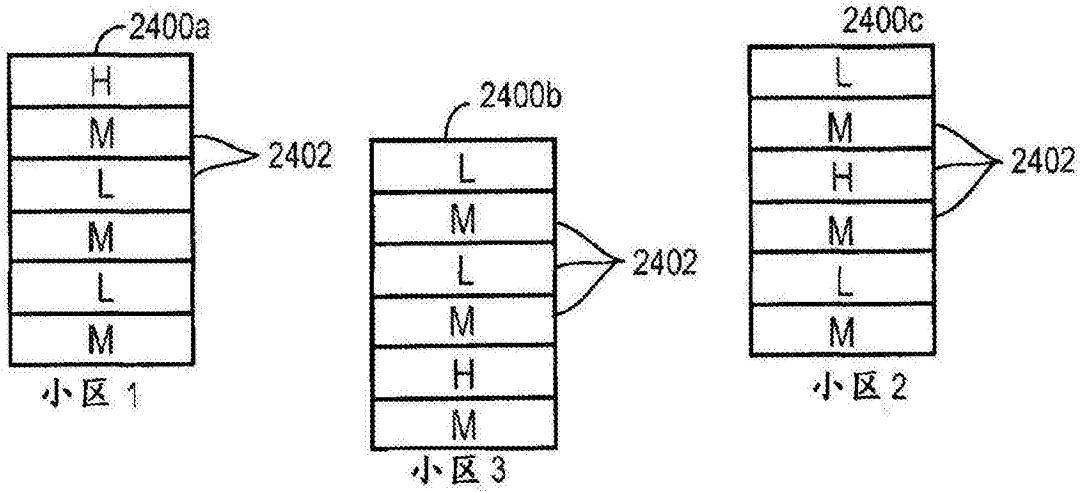


图17A

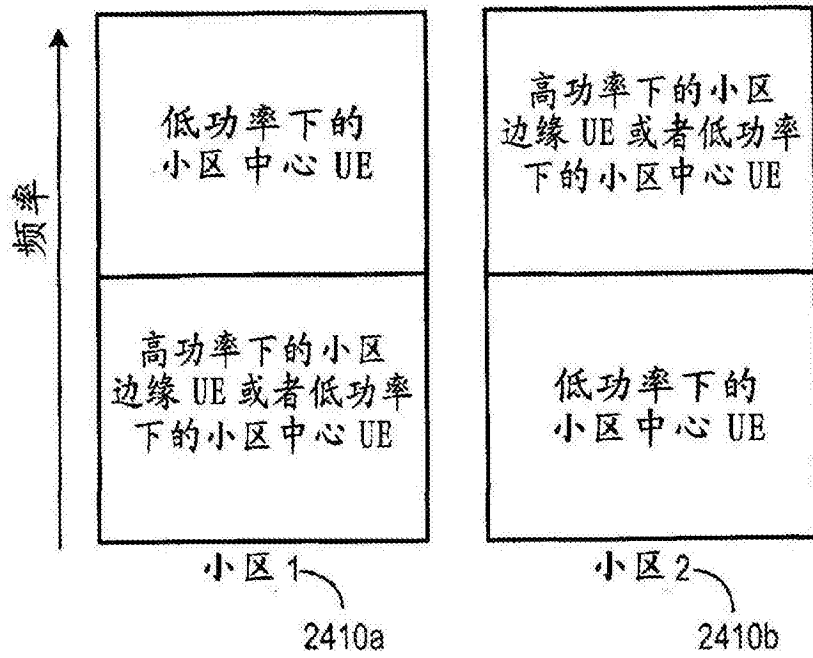


图17B

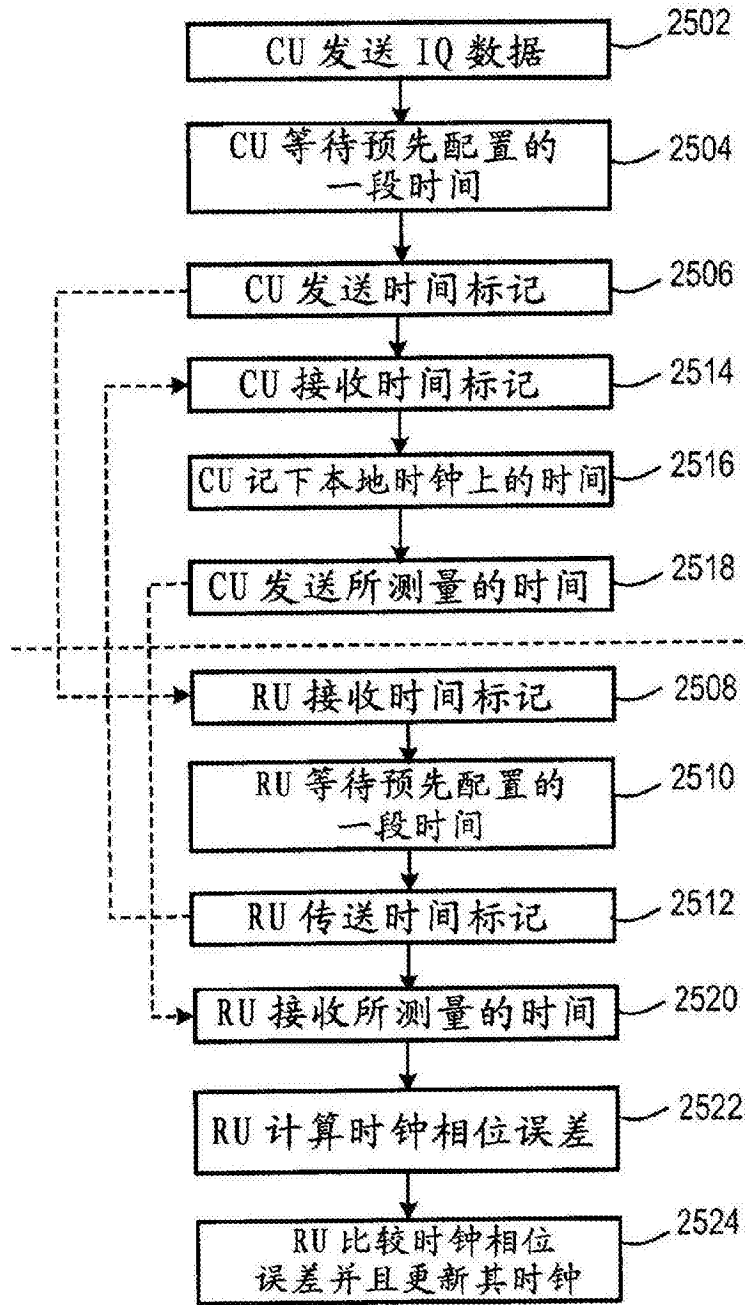


图18

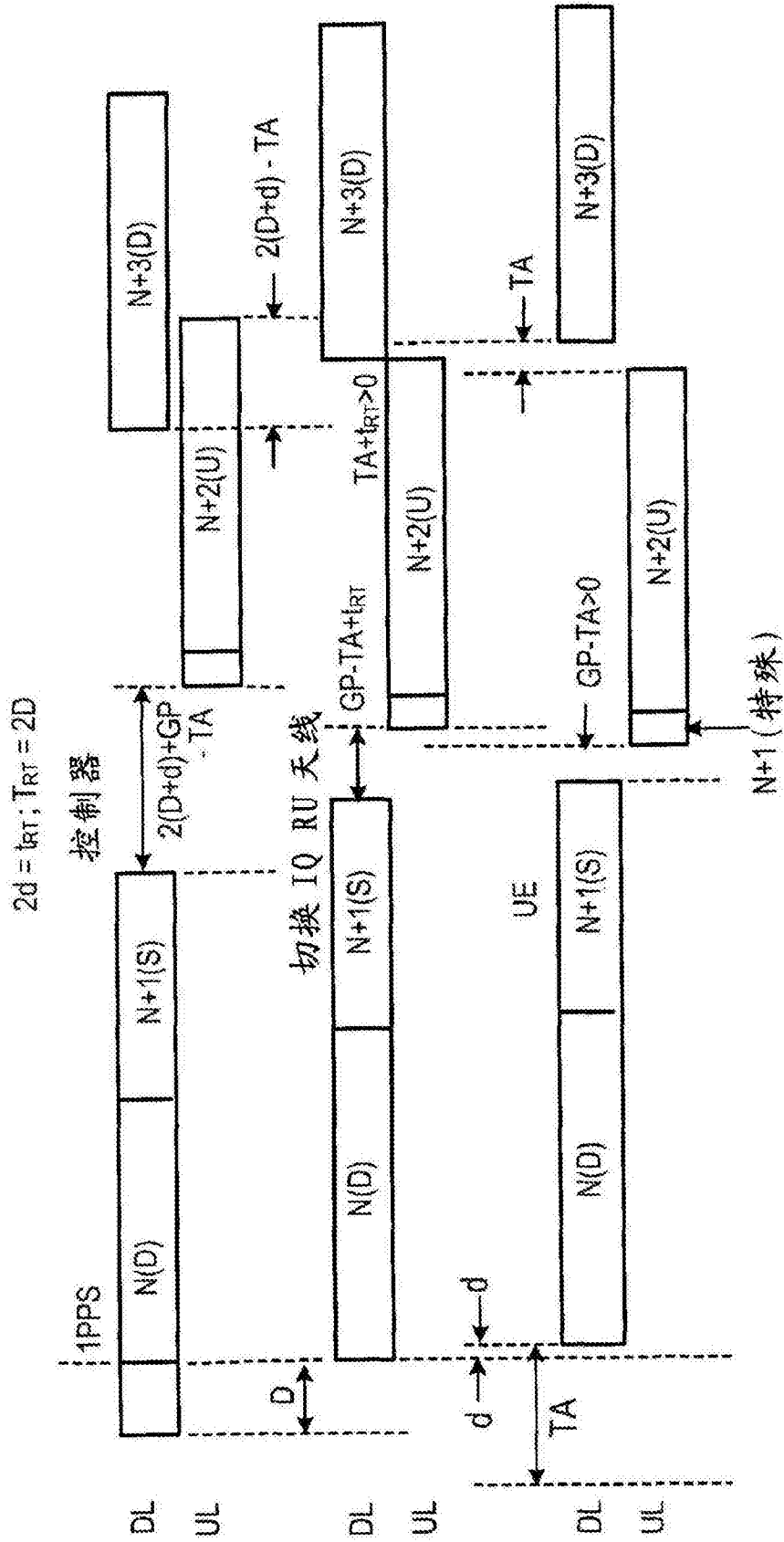


图19

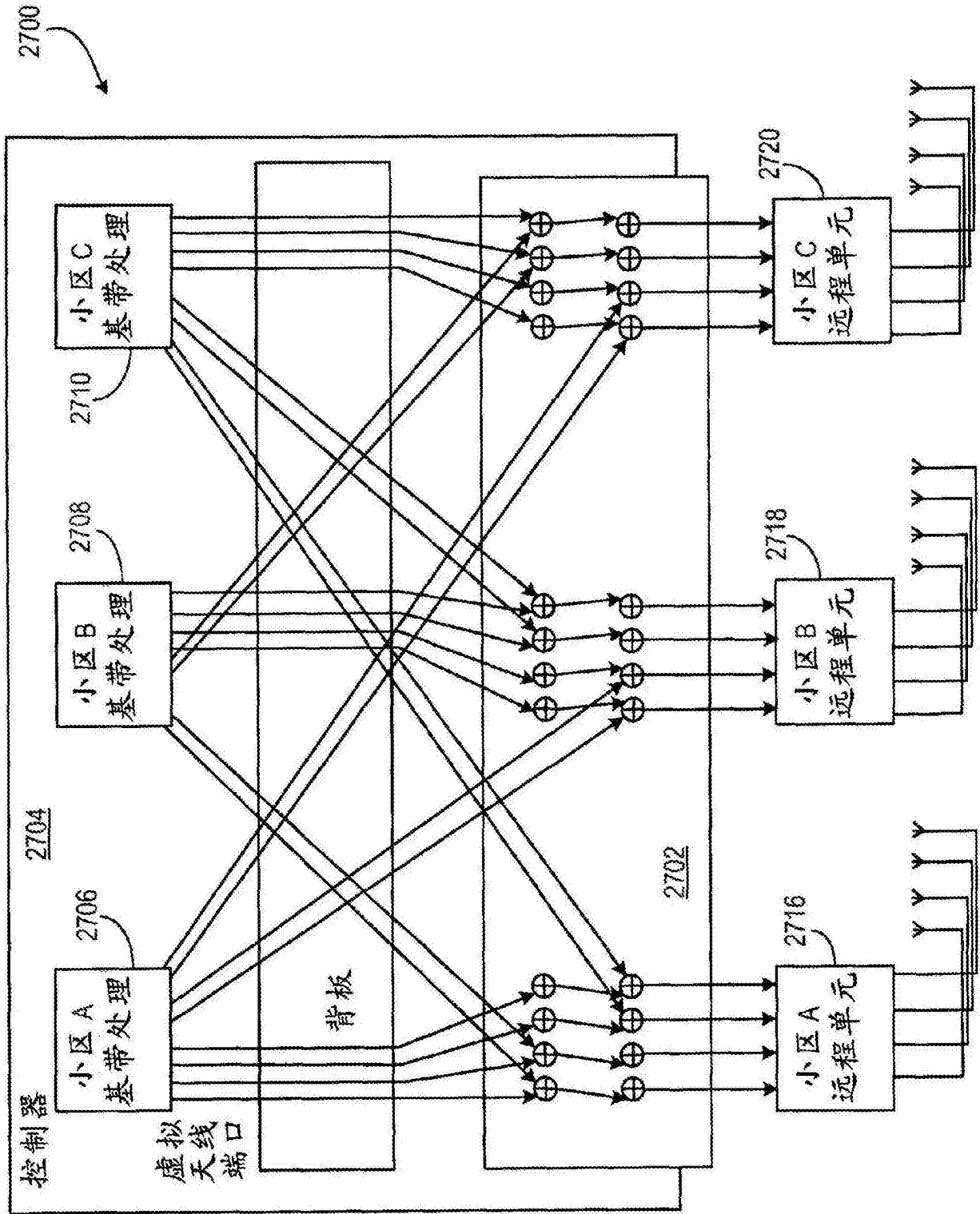


图20A

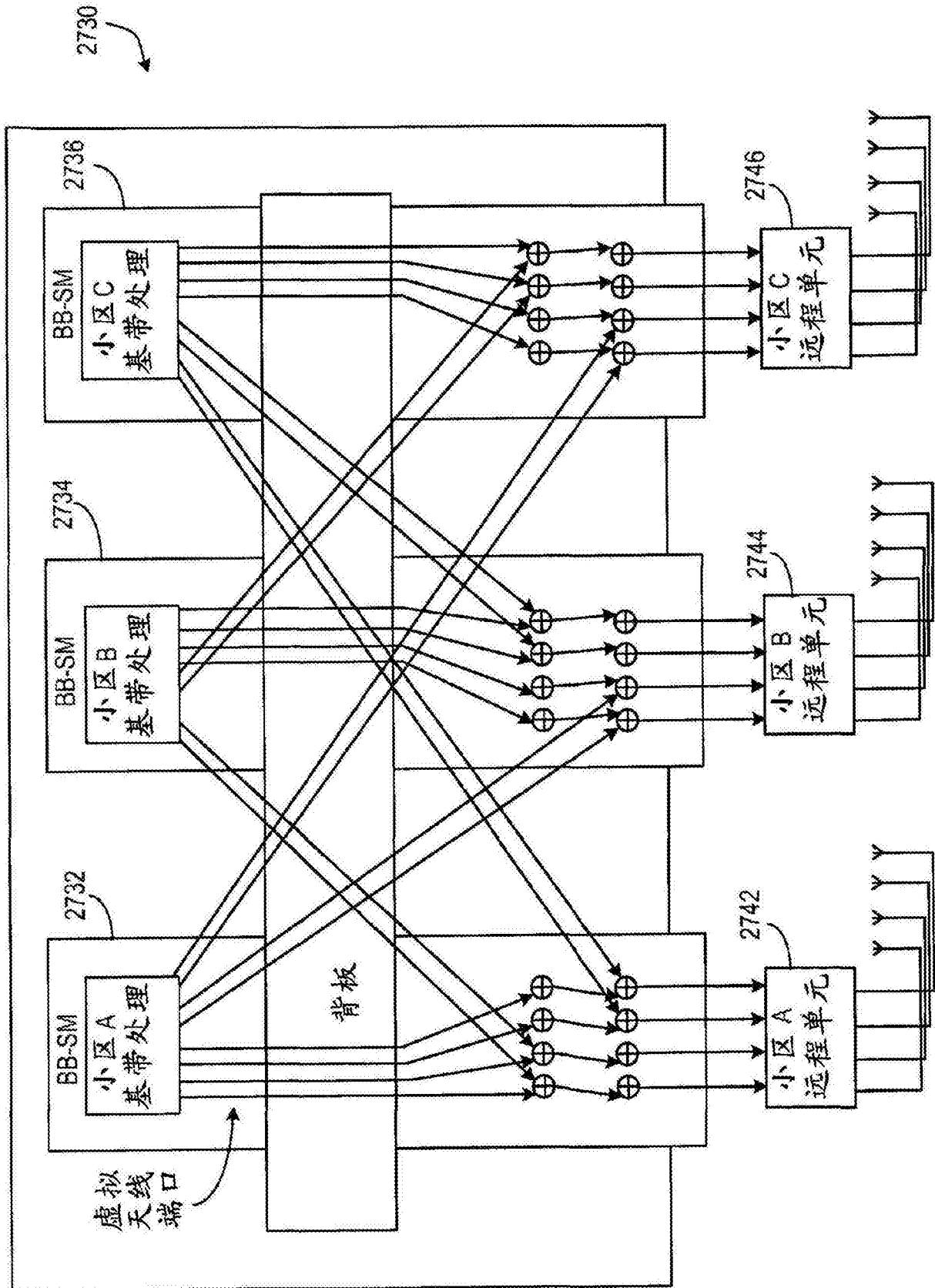


图20B

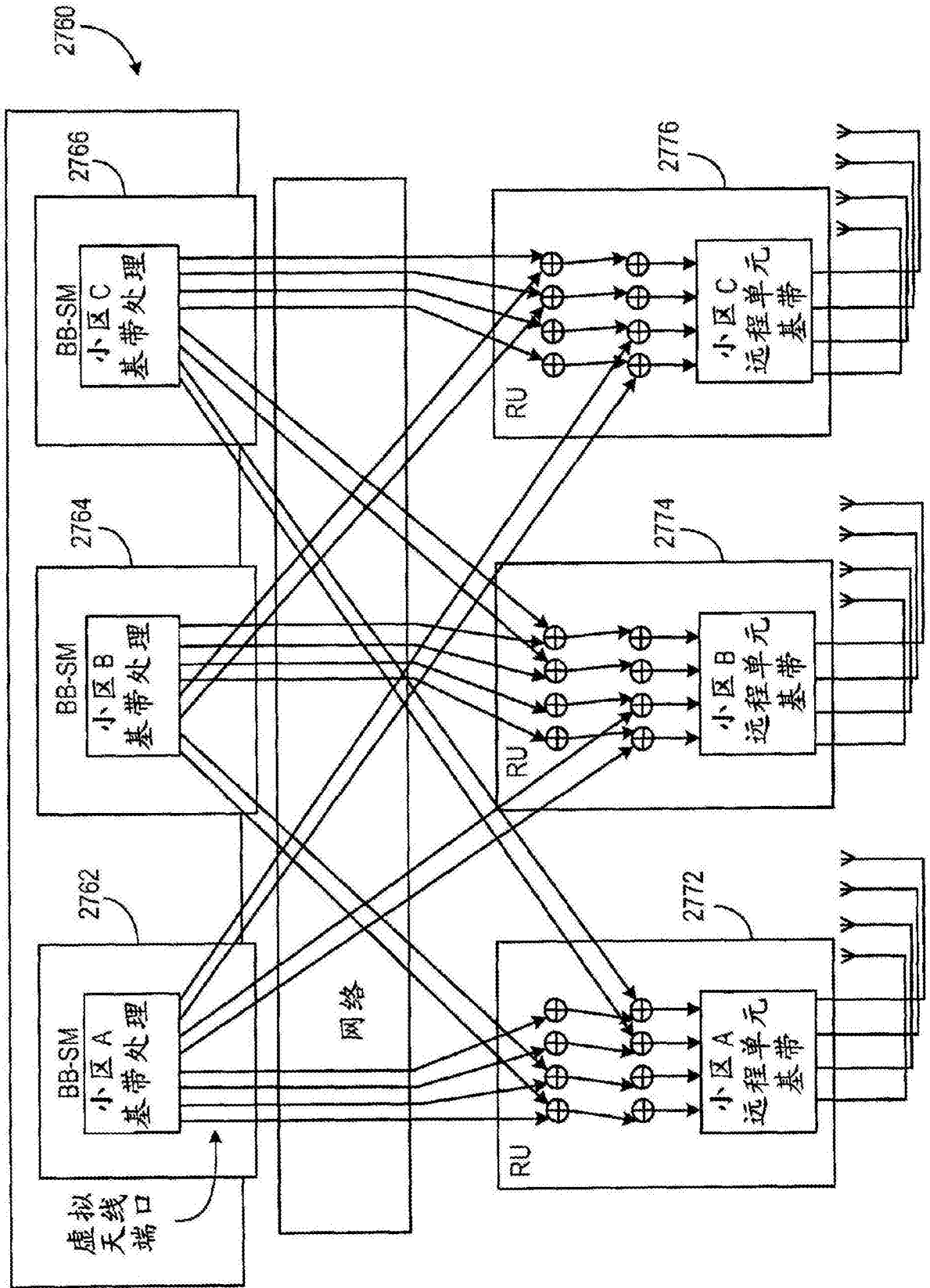


图20C

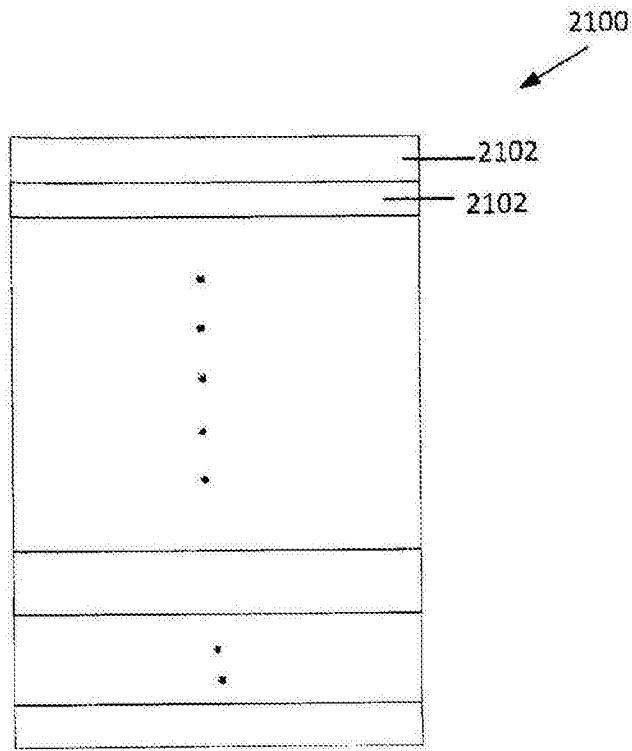


图21A

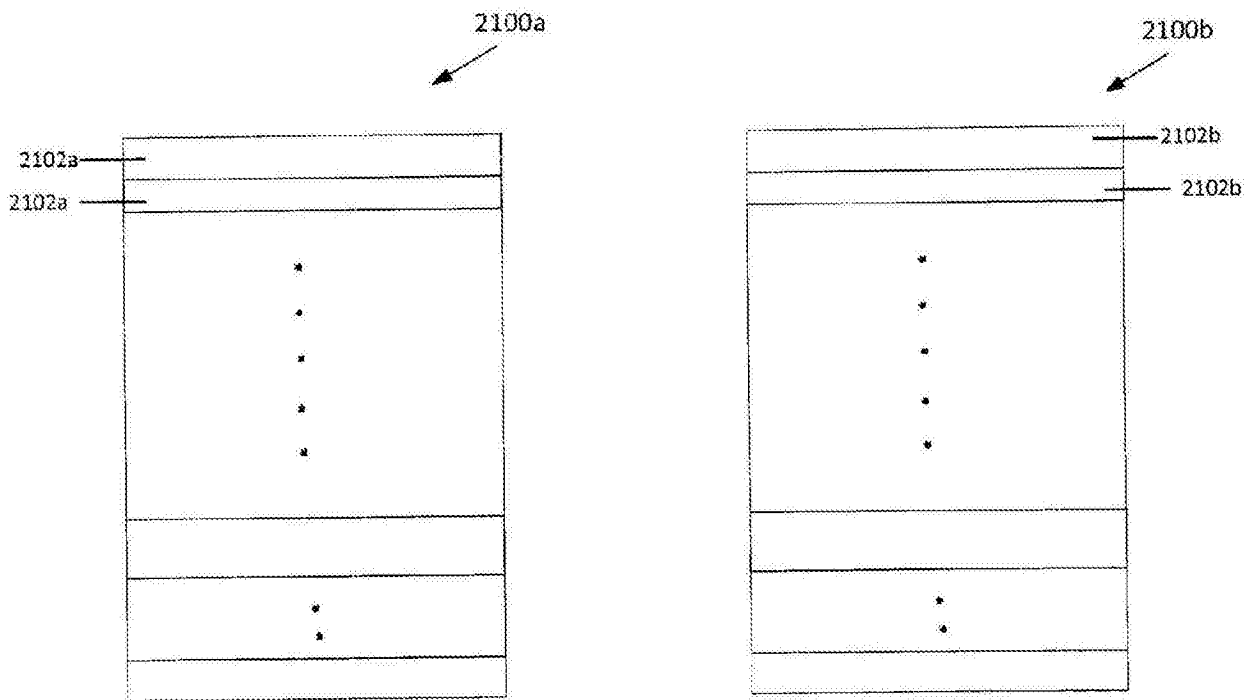


图21B



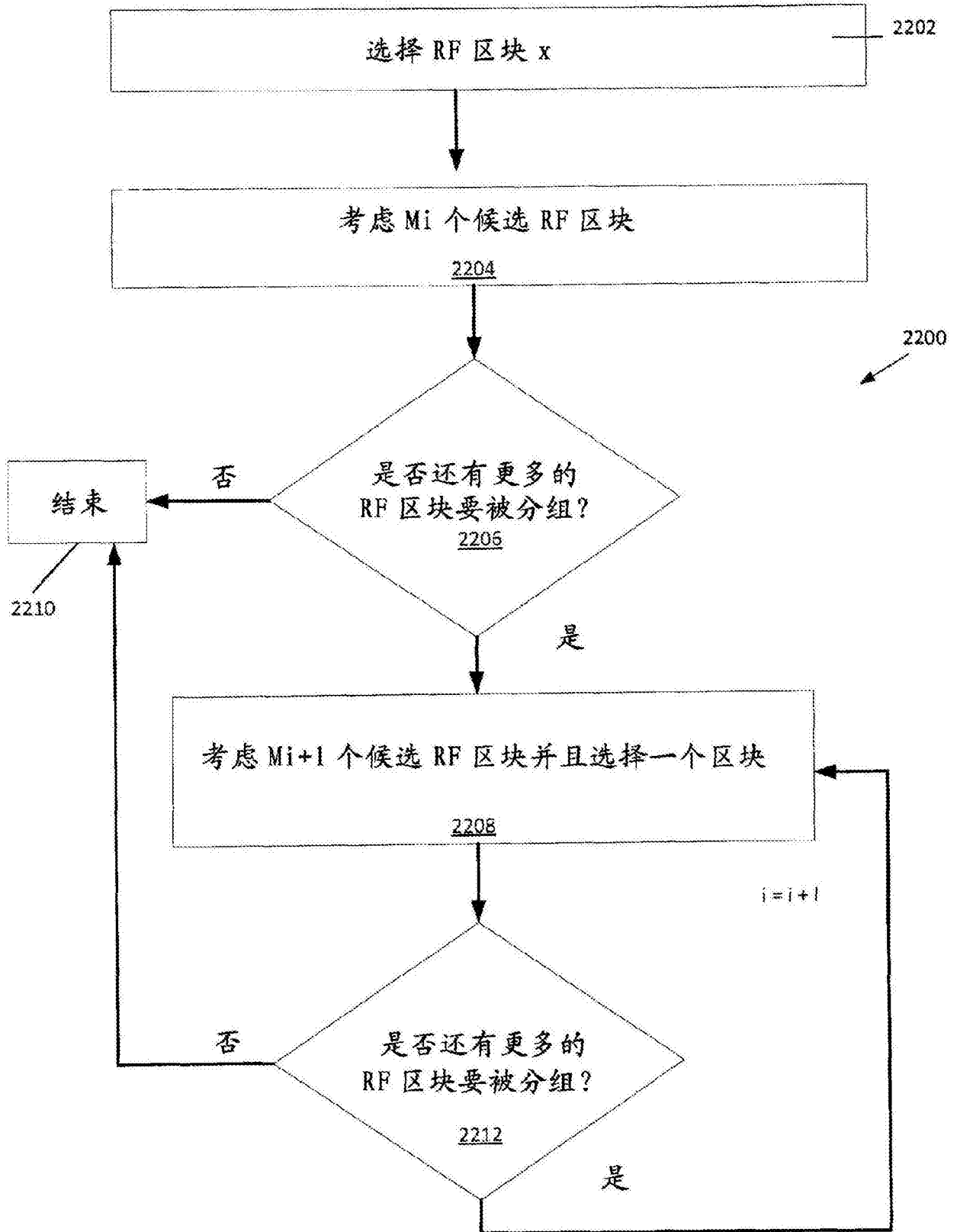


图22

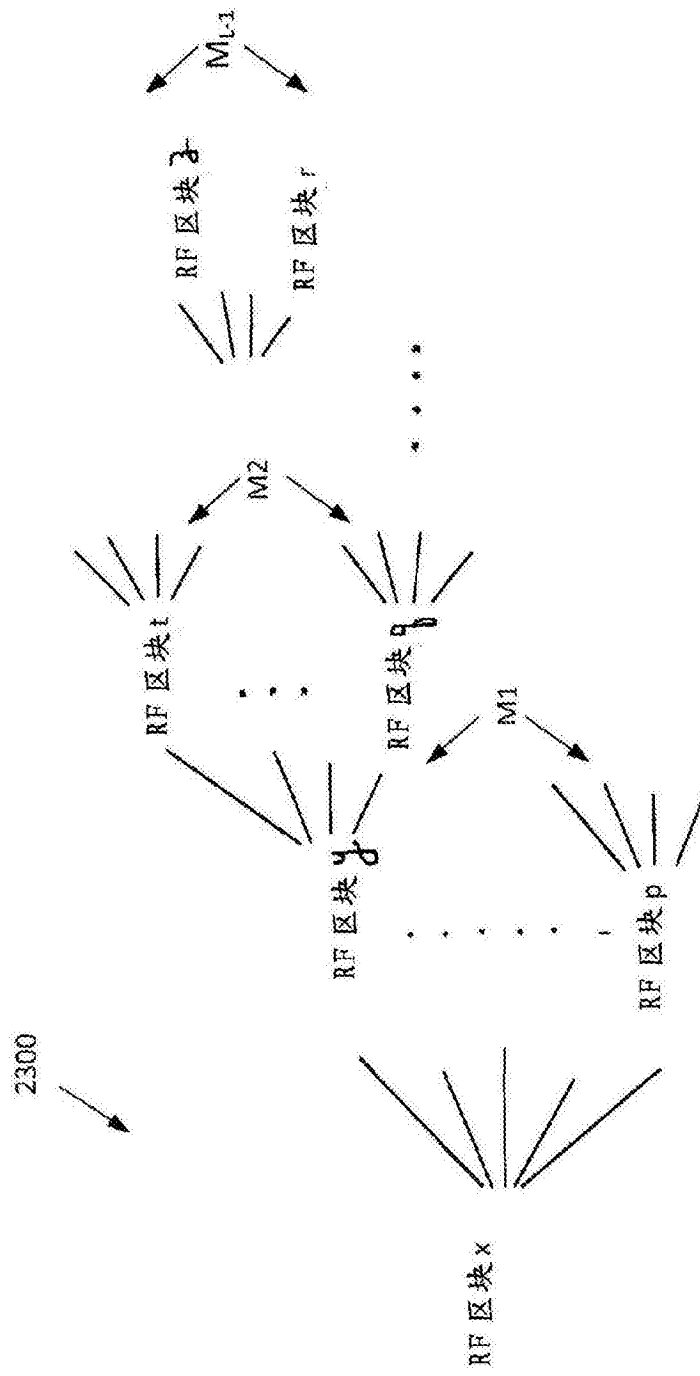


图23

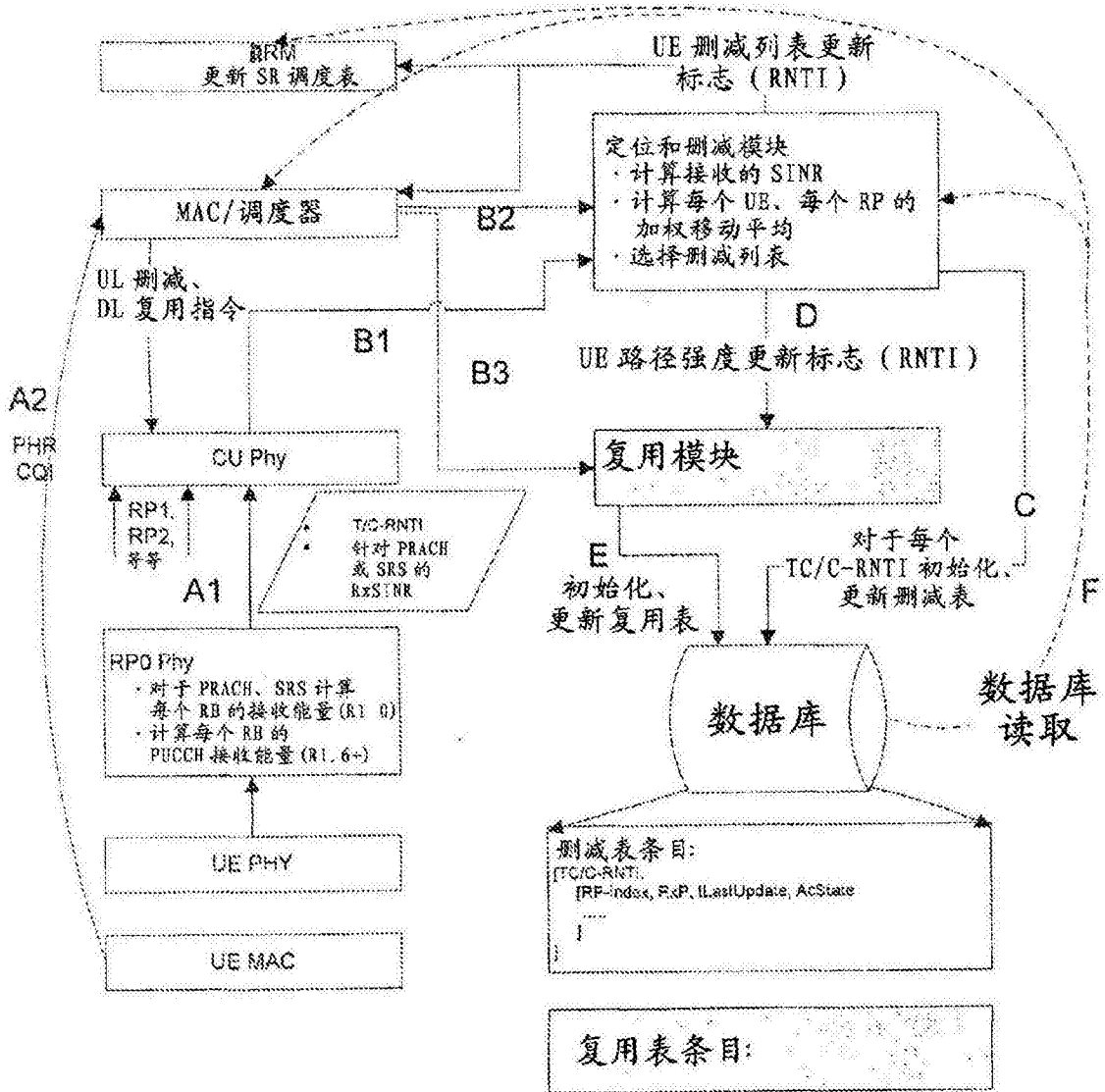


图24

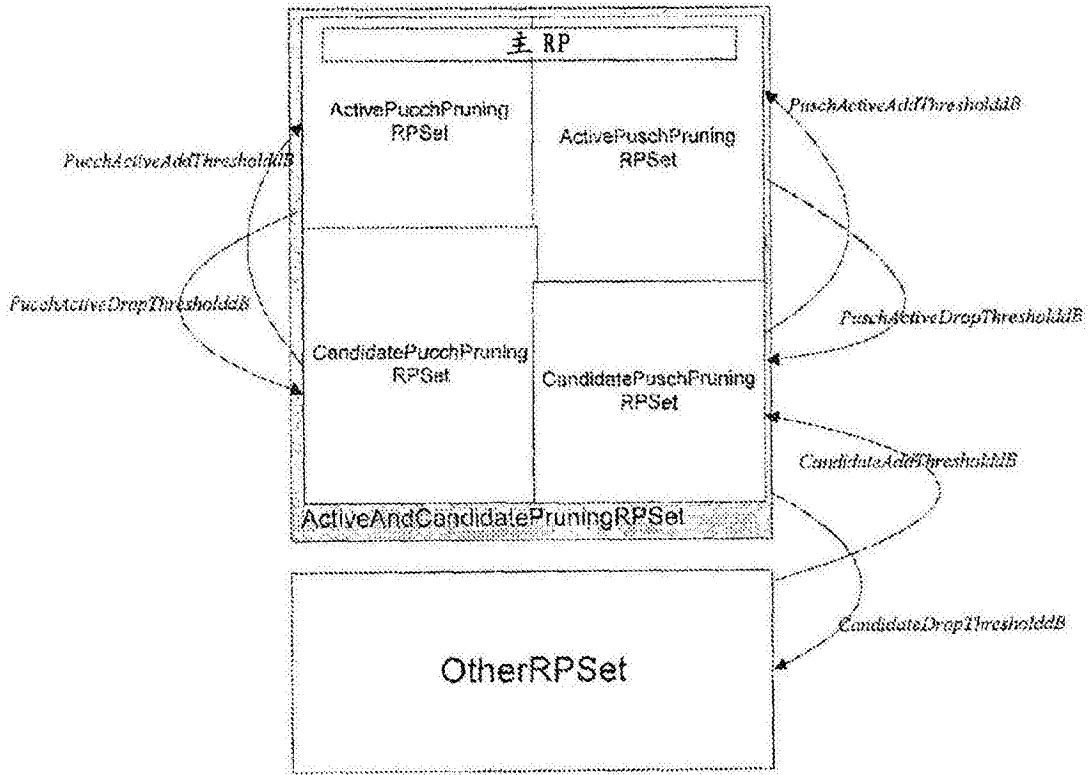


图25

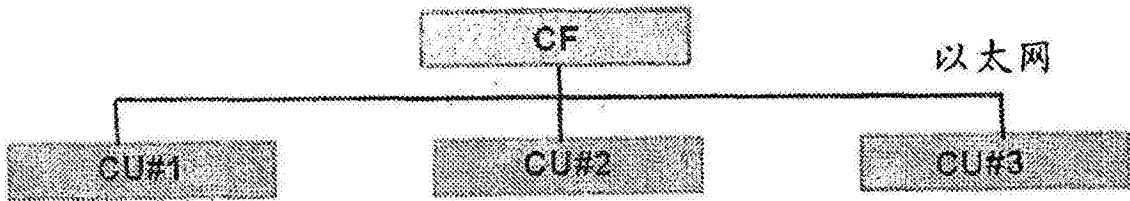


图26

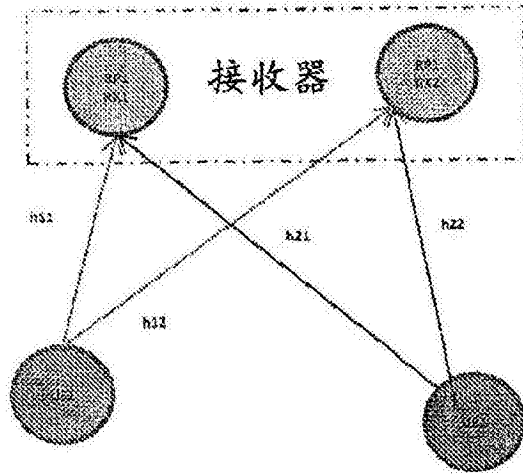


图27

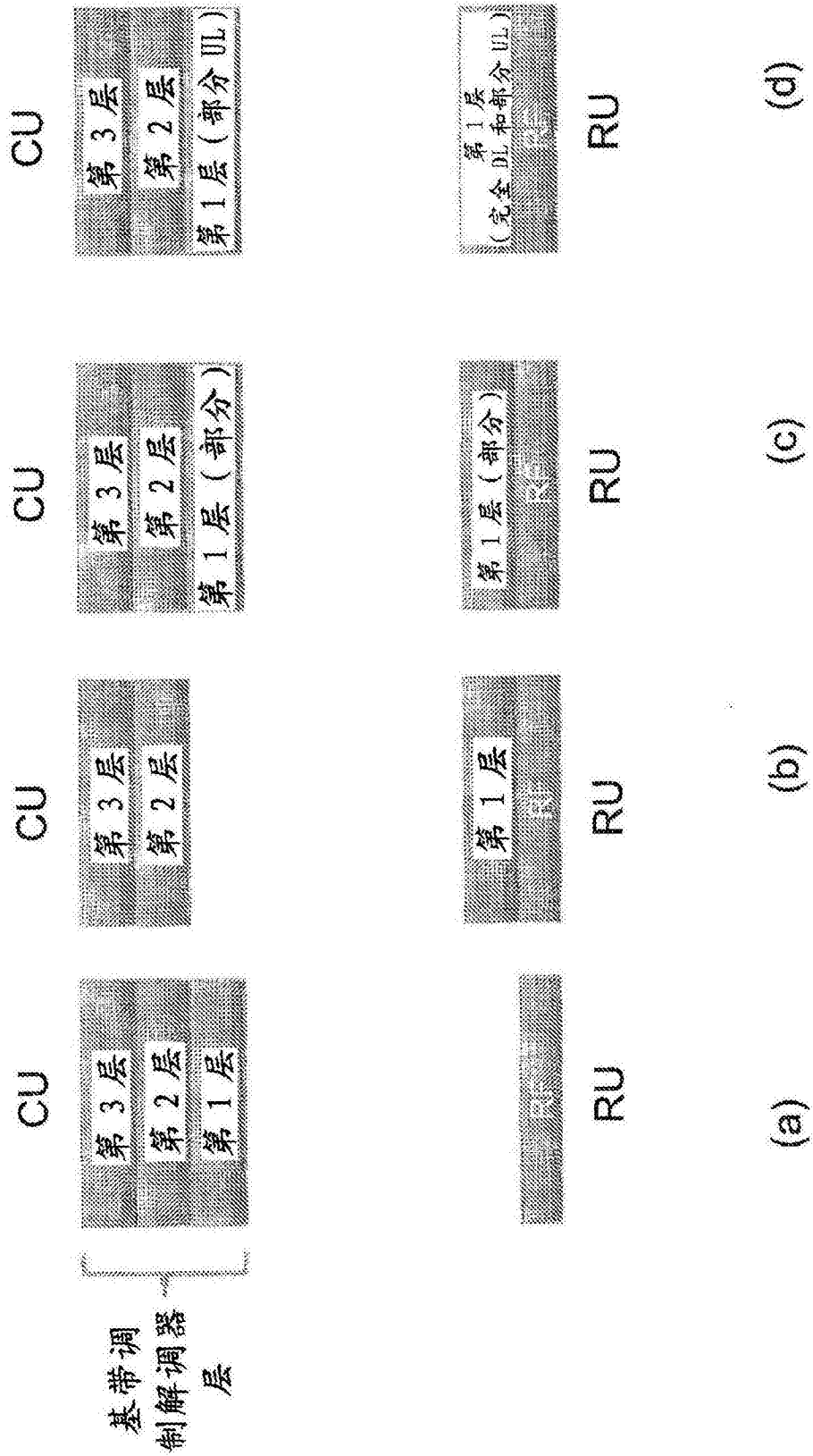
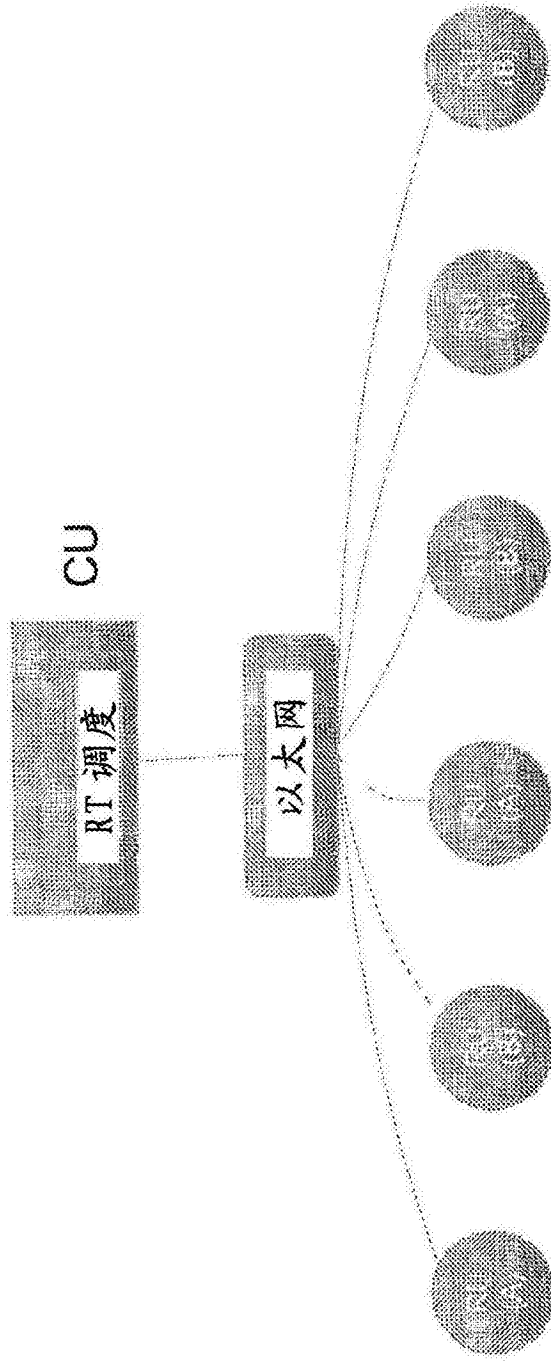


图28



A 和 B 指代载波聚合系统中的不同载波

图29

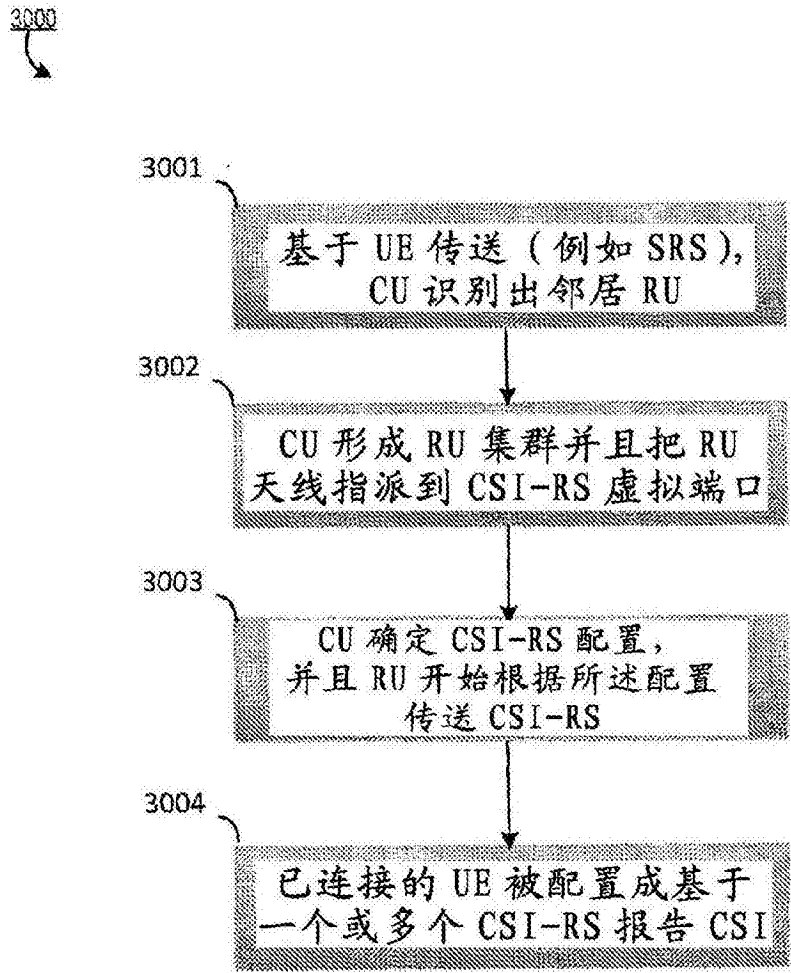


图30



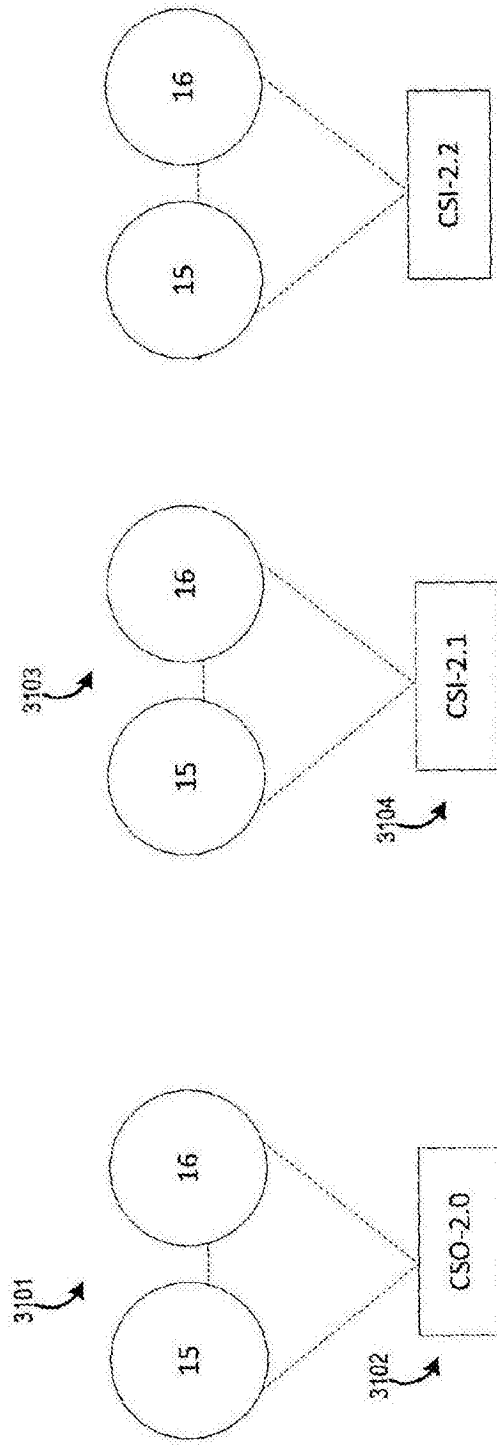


图31

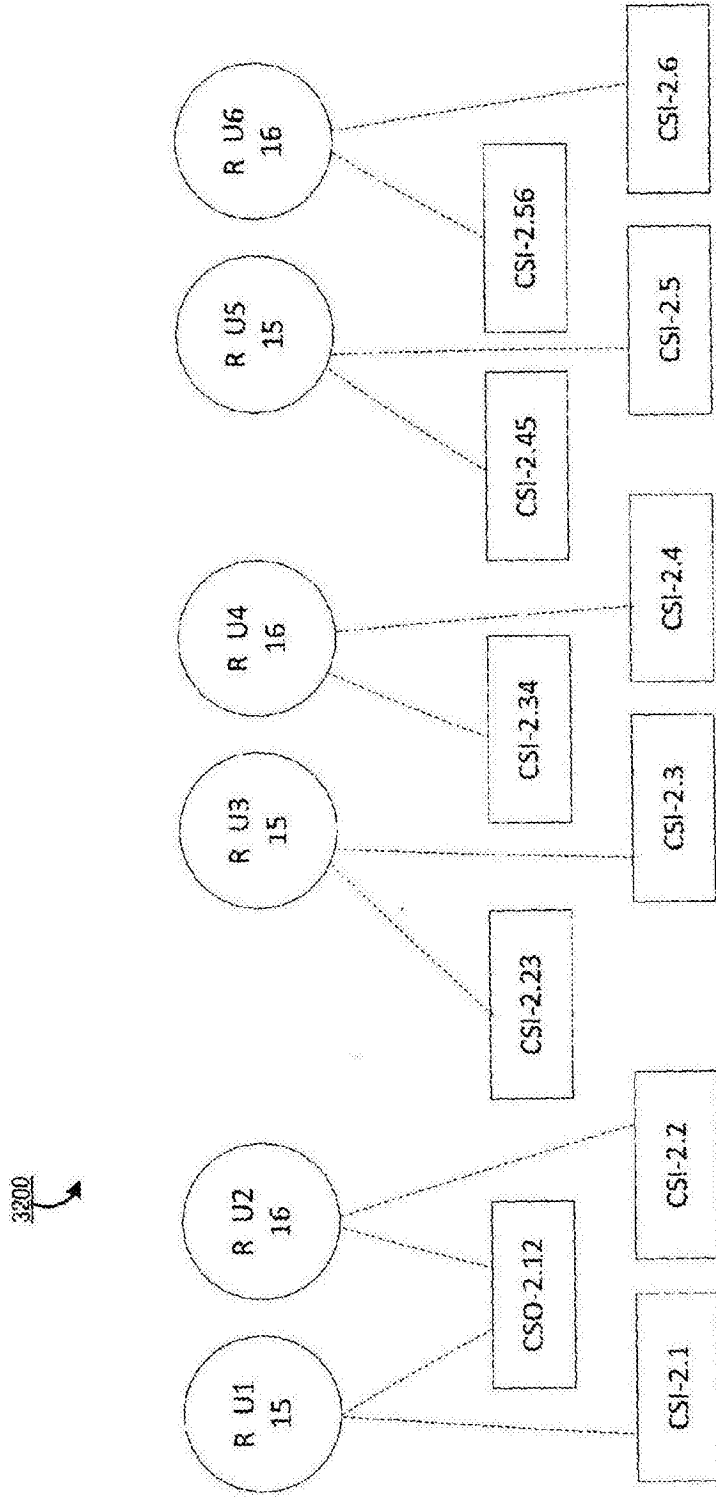


图32