



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103262458 A

(43) 申请公布日 2013.08.21

(21) 申请号 201180059485.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.02.28

H04L 1/24 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日
2013.06.08

(86) PCT申请的申请数据
PCT/CN2011/071408 2011.02.28

(87) PCT申请的公布数据
W02012/116486 EN 2012.09.07

(71) 申请人 日电(中国)有限公司
地址 100191 北京市海淀区学院路35号世
宁大厦20层

(72) 发明人 王刚 张煜 孙振年 雷鸣

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华 庞淑敏

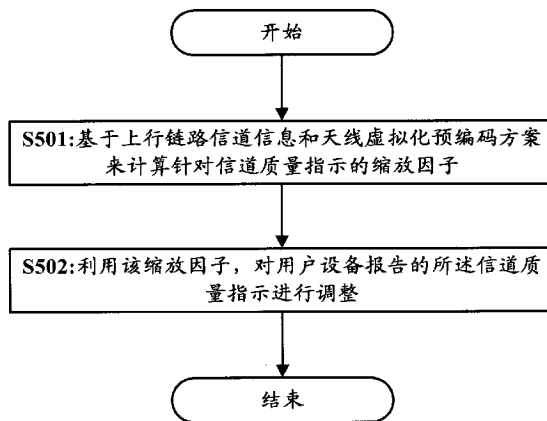
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

一种用于调整信道质量指示的方法和设备

(57) 摘要

本发明公开了一种调整信道质量指示(CQI)的方法和设备。该方法可以包括:基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子;以及利用该缩放因子,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。根据本发明的技术方案,在对CQI进行调整时考虑了天线虚拟化这一因素,因此,该方案可以改善CQI不匹配的问题,提高CQI反馈的完整性和精确度,提高小区吞吐性能和频率利用率。



1. 一种用于调整信道质量指示的方法,包括:

基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对所述信道质量指示的缩放因子;以及

利用所述缩放因子,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中对所述用户设备的调度基于调整后的所述信道质量指示来进行。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述计算针对所述信道质量指示的所述缩放因子包括:

基于所述上行链路信道信息来估计针对下行链路并行传输信道的波束赋形增益;

基于所述上行链路信道信息和所述天线虚拟化预编码方案,来估计采用天线虚拟化情况下的等效下行链路信道信息;以及

基于所述波束赋形增益和所述等效下行链路信道信息,来确定针对所述信道质量指示的所述缩放因子。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中针对每个子载波计算所述缩放因子,通过利用针对每个子载波的所述缩放因子来针对每个子载波调整所述信道质量指示,并且所述方法还包括:

借助于物理层抽象,将所述每个子载波上调整后的所述信道质量指示转换成针对宽带的信道质量指示。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中针对每个子载波的所述缩放因子 $G(n)$ 被表示为:

$$G(n) = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^L \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2}$$

其中, δ 指示通过所述上行链路信道信息估计的下行链路信道矩阵的主特征值; $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 指示采用天线虚拟化情况下的针对子载波 n 的等效下行链路信道矩阵, t 指示发射天线端口索引, n 指示子载波索引, r 指示接收天线索引,并且 N_R 指示接收天线的数目。

6. 一种用于调整信道质量指示的设备,包括:

缩放因子计算装置,被配置为基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子;以及

指示调整装置,被配置为利用所述缩放因子,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中对所述用户设备的调度基于调整后的所述信道质量指示来进行。

8. 根据权利要求6所述的设备,其中所述缩放因子计算装置包括:

波束赋形增益估计装置,被配置为通过所述上行链路信道信息来估计针对下行链路并行传输信道的波束赋形增益;

信道信息估计装置,被配置为通过所述上行链路信道信息和所述天线虚拟化预编码方案来估计采用天线虚拟化情况下的等效下行链路信道信息;以及

缩放因子确定装置,被配置为基于所述波束赋形增益和所述等效下行链路信道信息来

确定针对所述信道质量指示的所述缩放因子。

9. 根据权利要求 8 所述的设备,其中所述缩放因子计算装置被配置为针对每个子载波计算缩放因子,所述信道质量指示调整装置被配置为利用针对每个子载波的所述缩放因子,针对每个子载波调整所述信道质量指示,并且将每个子载波上调整后的所述信道质量指示转换成针对宽带的信道质量指示。

10. 根据权利要求 9 所述的设备,其中针对每个子载波的所述缩放因子 $G(n)$ 被表示为:

$$G(n) = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^{1} \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2}$$

其中, δ 指示通过所述上行链路信道信息估计的下行链路信道矩阵的主特征值; $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 指示采用天线虚拟化情况下的针对子载波 n 的等效下行链路信道矩阵, t 指示发射天线端口索引, n 指示子载波索引, r 指示接收天线索引,并且 N_R 指示接收天线的数目。

11. 一种基站,包括根据权利要求 6 至 10 中任一项所述的用于调整信道质量指示的设备。

一种用于调整信道质量指示的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及移动通信技术领域,尤其涉及用于调整信道质量指示的方法和设备。

背景技术

[0002] 移动数据业务的不断增长,以及诸如多媒体在线游戏(MMOG)、移动电视、Web2.0、流媒体等新型应用的问世,推动第三代合作伙伴计划组织(3GPP)开发出长期演进(LTE)规范。3GPP LTE规范是已获得巨大成功的全球移动通讯系统/高速分组接入(GSM/HSPA)技术的演进标准,其旨在创建用于新的演进无线接入技术的一系列新标准,以便继续改善蜂窝通信系统性能,例如以实现更高的吞吐量和更低的分组传输延迟。

[0003] LTE系统可以在频分复用(FDD)模式和时分复用(TDD)模式下工作。在FDD模式下,上行链路和下行链路采用一对频谱来进行数据传输;而在TDD模式下,上行链路和下行链路信道共享相同的频率,但是各自占用不同的时隙。因此,TDD系统具有信道互易性,下行链路无线信道信息可以利用从上行链路信道获得的知识而获得。

[0004] 在TDD系统的下行链路操作中,用户设备(UE)负责测量下行链路信道,并将信息反馈给基站设备(eNB)以便由其用来进行调度和分配操作。图1示意性地示出根据现有规范的eNB与UE之间的通信框图。如图1所示,为了使得UE能够完全理解下行链路信道,在LTE系统中,eNB在某个特定的时间和频率组合资源(也称作资源单元(RE))中向UE发送小区专用参考信号(CRS)。CRS是预定义信号,其对于发射方和接收方双方而言都是已知的;因而,UE根据接收的CRS可以获知下行链路信道状况。CRS未经编码并且是在小区的整个系统带宽上进行发送的。UE的数据接收单元101用于接收CRS/数据。反馈计算单元102用于计算反馈参数,例如基于CRS来计算信道质量指示(CQI)。UE的反馈计算单元102可以基于与一些有效子帧相关的信道信息来计算CQI,并通过根据传输模式(TM)所配置的PDSCH传输方案来得到CQI。例如,对于模式7和模式8(以下分别简称为TM7和TM8),如果PBCH天线端口的数目为1,则采用单端口的技术方案,而当天线端口数目大于1时,则采用发射分集。反馈发送单元103用于将反馈信息,诸如CQI、预编码矩阵指示(PMI)、秩指示(RI)等,发送给eNB。在eNB处,调度器单元111基于来自UE的反馈信息对各个UE执行资源调度。随后分配处理单元112执行信道资源分配处理。

[0005] 此外,由于TDD系统中的信道互易性,LTE就可能允许更高性能的无线资源控制和先进的天线技术。例如,在覆盖范围有限的地区,诸如乡村,波束赋形是提供覆盖扩展和降低小区位置数目的最为有效的方式之一。提高的信噪比将使得UE对数据解码的裕量更多,并可以使用更加有效的调制编码方案(MCS)来改善频谱效率。而且,例如在LTE版本8和版本9中,已经支持在天线端口5、7和8上执行单层或者双层波束赋形。

[0006] 图2示意性地示出了根据现有规范的波束赋形操作的流程图。如图2所示,该操作主要包括以两个大虚线框示出的波束赋形权重和CQI获取过程以及波束赋形和链路自适应过程。如图所示,UE在步骤S201将上行链路的信道探测参考信号(SRS)发送给eNB。eNB在步骤S202通过该SRS信息获得信道状态指示信息(CSI),并基于该CSI信息计算波

束赋形权重。UE 在步骤 S203 基于来自 eNB 的 CRS 获得 CQI,并将该 CQI 发送给 eNB。eNB 在步骤 S204,获取该 CQI。然后在步骤 S205, eNB 基于计算得到的波束赋形权重和 CQI 指示,执行预编码和链路自适应操作。此后,在步骤 S206,将经过预编码的数据符号和与数据符号以相同方式预编码的 UE 专用参考信号 (UE-RS) 发送到 UE。UE 接收到 UE-RS 后,在步骤 S207 基于接收到的 UE-RS 对接收的数据符号进行解调。

[0007] 该波束赋形操作是基于非码本预编码,并且依赖于 UE-RS 来进行数据解调。由于 UE-RS 符号与下行链路的数据符号利用相同的预编码矩阵进行预编码,因此 UE 可以估计出有效信道。然而,UE-RS 仅仅在 UE 被调度时才会传输,因而它仅在数据传输频率资源指定上传输,而不能用作 UE 测量 CQI 时的资源。因而,UE 是基于采用发射分集的 CRS 来计算 CQI 的,但是在下行链路中的数据符号却是基于发射波束赋形而传输的。这样,就造成存在发射分集与发射波束成形之间的 CQI 差异,或者说存在 CRS 与 UE-RS 之间的 CQI 差异。而这意味着丧失了使用波束赋形原本能够带来的增益,该增益的丧失直接导致吞吐量性能恶化。因此,需要对 CQI 进行调整的解决方案。

[0008] 为了补偿发射分集和发射波束赋形之间的 CQI 差异,在申请人为“中兴通讯股份有限公司”的中国专利公开 CN101741508A 和 PCT 专利申请公开 W02010/066131A1 中,公开了两种简单的 CQI 调整算法。在下文中,将参考图 3a-图 3b 和图 4a-图 4b 来简要描述这两个专利中的技术方案。图 3a 和图 3b 示意性地示出了根据中国专利公开 CN101741508A 的技术方案的通信方框图和方法流程图;以及图 4a 和图 4b 示意性地示出了根据 W02010/066131A1 的技术方案的通信方框图和方法流程图。

[0009] 参考图 3a,与图 1 所示的结构相比,该技术方案在 eNB 端增加了一个 CQI 调整单元 113,以便进行 CQI 调整。如图 3b 所示,UE 的操作与现有技术类似,首先在步骤 S301,反馈计算单元 102 基于由数据接收单元 101 接收的 CRS 来计算 CQI,并在步骤 S302 通过反馈发送单元 113 将计算的 CQI 报告给 eNB。然后,在步骤 S303,调度器单元 111 基于 UE 报告的 CQI 来对各个 UE 进行资源调度。如果一个 UE 被调度,则在步骤 S304 通过增加一个对应于波束增益的固定量来调整该 UE 的 CQI,该固定量具体地为 $a10\log_{10}\text{MdB}$,其中 a 为常数,其取值范围在 0.6-0.8;以及 M 为发射天线数目,亦为常数。然后,可以在步骤 S305 基于新的 CQI 来更新该 UE 的调制和编码方案 (MCS)。

[0010] 接着参考图 4a,与图 3a 不同,该图中示出的该技术方案是在 UE 端实现的增加,即在各个 UE 增加 CQI 调整单元 104,以便进行 CQI 调整。如图 4b 所示,首先在步骤 S401,反馈计算单元 102 基于由数据接收单元 101 接收的 CRS 来计算 SINR;CQI 调整单元 104 在步骤 S402 则通过增加 $a10\log_{10}\text{MdB}$ 来调整该 UE 的 SINR,其中 a 为 0.6-0.8 的常数, M 为发射天线数目。在步骤 S403,基于调整后的 SINR 来选择 CQI;然后,在步骤 S404,反馈发送单元 103 将该 CQI 报告给 eNB。eNB 的操作与图 1 所示的现有技术基本相同。

[0011] 从上面的描述可以看出,前述两个专利文献中公开的技术方案,向 UE 报告或者测量的 CQI 增加了一个与波束赋形的增益对应的固定 CQI 偏移量 $a10\log_{10}\text{MdB}$,以便补偿发射分集与发射赋形之间的 CQI 差异。然而,这两种技术方案均是基于单天线端口的技术方案。而对于天线端口数大于 1 的场合则不适用。另外,在现有技术中,也存在外环链路自适应技术方案,然而这种调整是通过基于关于码本选择的 ACK/NACK 反馈增加或减少 CQI 来实现的,其并非是一种直接调整方式且存在反馈延迟,且非常耗时这也会降低系统的性能。

[0012] 为此,在本技术领域迫切需要一种新的 CQI 调整方案。

发明内容

[0013] 有鉴于此,本发明提供了一种新的用于调整 CQI 的解决方案以便解决或者至少部分缓解现有技术中的至少部分缺陷。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于调整信道质量指示的方法。该方法可以包括:基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子;以及利用该缩放因子,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

[0015] 根据本发明的一个优选实施方式,对用户设备的调度基于调整后的所述信道质量指示来进行。

[0016] 根据本发明的另一优选实施方式,所述计算针对信道质量指示的缩放因子包括:通过上行链路信道信息来估计针对下行链路并行传输信道的波束赋形增益;基于所述上行链路信道信息和所述天线虚拟化预编码方案来估计采用天线虚拟化情况下的等效下行链路信道信息;以及基于所述波束赋形增益和所述等效下行链路信道信息来确定所述针对信道质量指示的缩放因子。

[0017] 根据本发明的又一优选实施方式,计算针对每个子载波的缩放因子,并利用针对每个子载波的缩放因子调整针对每个子载波的信道质量指示,并且该方法还可以包括:通过物理层抽象,将经过调整的每个子载波上的信道质量指示转换成针对宽带的信道质量指示。

[0018] 根据本发明的再一实施方式,所述针对每个子载波的缩放因子 $G(n)$ 可以表示为:

$$G(n) = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^1 \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2}$$

[0019]

[0020] 其中, δ 为通过上行链路信道信息估计的下行链路信道矩阵的主特征值; $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 为采用天线虚拟化情况下的针对子载波 n 的等效下行链路信道矩阵, t 为发射天线端口索引, n 为子载波索引, r 为接收天线索引, N_R 为接收天线数目。

[0021] 根据本发明的另一方面,还提供了一种用于调整信道质量指示的设备。该设备可以包括:缩放因子计算装置,配置用于基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子;以及指示调整装置,配置用于利用该缩放因子,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

[0022] 根据本发明的再一方面,还提供了一种基站,该基站包括根据本发明所提供的设备。

[0023] 根据本发明的技术方案,对 CQI 进行调整时采用了考虑了采用天线虚拟化技术的缩放因子,因此可以改善采用天线虚拟化技术时的 CQI 不匹配的问题,提高 CQI 反馈的完整性和精确度,提高小区吞吐性能和频率利用率。

附图说明

[0024] 通过对结合附图所示出的实施方式进行详细说明,本发明的上述以及其他特征将

更加明显,本发明附图中相同的标号表示相同或相似的部件。在附图中:

[0025] 图 1 示意性地示出了根据现有规范的 eNB 与 UE 之间的通信框图;

[0026] 图 2 示意性地示出了根据现有规范的波束赋形操作的流程图。

[0027] 图 3a 和图 3b 示出了根据现有技术的一种 CQI 调整技术方案的通信框图和方法流程图;

[0028] 图 4a 和图 4b 示出了根据现有技术的另一种 CQI 调整技术方案的通信框图和方法流程图;

[0029] 图 5 示意性地示出了根据本发明的一个实施方式用于调整 CQI 的方法的流程图;

[0030] 图 6 示意性地示出了在 TD-LTE 系统中的典型的 eNB 端发射天线配置的图示;

[0031] 图 7 示意性地示出了根据本发明的一个实施方式的用于计算 CQI 缩放因子的流程图;

[0032] 图 8 示意性地示出了根据本发明的一个特定实现的 CQI 调整的实例流程图;

[0033] 图 9 示意性地示出了根据本发明的一个实施方式用于调整 CQI 的设备的方框图;以及

[0034] 图 10 示意性地示出了根据本发明的实施方式的 eNB 与 UE 之间的通信框图。

具体实施方式

[0035] 在下文中,将参考附图通过实施方式对本发明提供调整 CQI 的方法和设备进行详细的描述。应当理解,给出这些实施方式仅仅是为了使本领域技术人员能够更好地理解和实现本发明,而并非以任何方式限制本发明的范围。

[0036] 首先需要说明的是,在本发明中示出了方法的步骤的特定执行顺序。然而这些方法并不一定必须严格按照所示出的顺序执行,而是根据每个方法步骤的性质可以颠倒顺序或者同时执行。

[0037] 在本文中,使用了术语“信道质量指示 CQI”和“信号噪声干扰比 SINR”。由于 SINR 和 CQI 之间存在映射关系,所以在本发明中 SINR 和 CQI 具有等同的含义。而且,在本文中,“SINR”和“CQI”通常可互换使用。另外,在本发明中,例如如果采用 $H(n)$ 表示针对子载波 n 的下行链路信道矩阵,在有些情况下为了简化示出的目的采用了 H 来表述该矩阵,这并不表示该 H 并非不是针对子载波 n 的信道矩阵,除非有明确指出。例如,如果根据本领域技术人员的知识和/或此处示出的表达式可以确定该 H 表示针对子载波的链路矩阵,则 H 仍可以表示针对子载波的链路矩阵。此外,在本文中,假设 M 表示某个特定的矩阵,则 M^T 表示该矩阵 M 的转置, M^H 表示该矩阵 M 的埃尔米特转置,也称作共轭转置。 M^* 表示该矩阵的复共轭。

[0038] 接下来将参考图 5 来描述根据本发明的一个实施方式的用于调整 CQI 的方法的流程图。

[0039] 如图 5 所示,首先可以在步骤 S501 基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子。

[0040] 在下文中,将首先对如何确定该缩放因子进行具体描述。

[0041] 已知的是,在 TDD 系统中,上行链路和下行链路均使用相同的频率资源传输数据,所以基于上行链路信道和下行链路信道之间的互易性,基于上行链路信道信息估计出下行

链路信道信息。例如,基于上行链路 SRS 可以估计出针对每个子载波 n 的下行链路信道矩阵 $H(n)$,该矩阵是 $m \times k$ 的矩阵,其中 m 为物理发射天线数目, k 为物理接收天线数目。

[0042] 已知的是,在目前的 LTE 版本 8 和版本 9 中,下行链路的最大天线端口数目为 4。因此,如果 eNB 的天线数目大于 4,则通过需要采用天线虚拟化技术来将物理天线映射到可用端口。图 6 示意性地示出了在 TD-LTE 系统中的典型 eNB 发射天线配置。如图 6 所示,eNB 具有 8 个交叉极化物理天线 A0-A7,其中天线端口数目为 2,这些物理天线被分成两个组 {A0, A1, A2, A3} 和 {A4, A5, A6, A7}。每个天线组使用预编码矢量 w 进行预编码。下面给出了当前已经公开使用的一个预编码矢量的实例。

[0043] $w = (1/\sqrt{8}) * [-0.2421 + 0.3241i, -0.4938 + 0.8696i, -0.4938 + 0.8696i, 0.2603 - 0.5622i]^T$

[0044] 然而需要说明的是,本发明并不局限于此,根据技术方案的不同、技术方案的版本和技术方案供应商的不同等各种因素,该预编码矢量也会发生改变。

[0045] 因此,可以进一步根据天线虚拟化编码方案来估计出采用天线虚拟化情况下的等效下行链路矩阵。在一个实施方式中,可以基于前文中通过上行链路信道信息估计的下行链路信道矩阵 $H(n)$ 和天线虚拟化编码方案来估计等效下行链路矩阵,该等效下行链路矩阵 $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 例如可以通过下式来估计:

$$[0046] \quad H_{t,r}^{(0)}(n) = W^T * H(n) \quad (\text{式 1})$$

[0047] 其中: $H_{t,r}^{(j)}(n)$ 指代在第 j 个小区中的第 t 个发射天线和第 r 个接收天线之间的下行链路信道矩阵, $j = 0$ 指示服务小区; W 为将在下行链路数据传输中使用的天线虚拟化编码矩阵,该矩阵是一个分块对角矩阵,并且可以表示为 $[w, 0; 0, w]$,其中该 w 是 CRS 预编码矢量,即上文中所描述的预编码矢量。

[0048] 根据信号功率和用户设备 UE 所报告的 CQI 可以估计出针对用户设备 UE 的噪声加干扰。例如,用户设备在子载波 n 上的噪声加干扰 $P_{N+I}(n)$ 可以估计如下:

$$[0049] \quad P_{N+I}(n) = \frac{P_s(n)}{\gamma_i^0(n)} \quad (\text{式 2})$$

[0050] 其中, $P_s(n)$ 为子载波 n 上的信号功率; $\gamma_i^0(n)$ 为针对子载波 n 的 SINR(CQI),其可以基于 UE _{i} 报告的针对整个宽带的 SINR(CQI) γ_i^0 而得到。

[0051] 在不考虑发射功率的情况下,可将式 2 进一步简化如下:

$$[0052] \quad P_{N+I}(n) = \frac{\sum_{t=0}^I \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2}{\gamma_i^0(n)} \quad (\text{式 3})$$

[0053] 其中 N_R 为 UE 的接收天线数目。另外,在采用波束赋形技术的情况下,用户设备 UE 在载波 n 上的 SINR(CQI) γ_i^I 可以表示如下:

$$[0054] \quad \gamma_i^1(n) = \frac{\delta^2}{P_{N+I}(n)} \quad (\text{式 4})$$

[0055] 其中 δ 表示下行链路并行传输信道的波束赋形增益,其可以通过上行链路信道信息而估计得到; $P_{N+I}(n)$ 为用户设备在子载波 n 上的噪声加干扰。需要说明的是,下行链路并行传输信道的波束赋形增益 δ 可以基于子载波或子带,也可以基于整个频带。

[0056] 将式 3 中的 $P_{N+I}(n)$ 代入式 4 可以得到

$$[0057] \quad \gamma_i^1(n) = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^I \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2} \gamma_i^0 = G \gamma_i^0 \quad (\text{式 5})$$

[0058] 其中, G 为 CQI 缩放因子,其表示如下:

$$[0059] \quad G = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^I \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2} \quad (\text{式 6})$$

[0060] 通过上面给出的过程。得到了采用波束赋形技术情况下的 SINR(CQI) 与用户报告的 SINR(CQI) 之间的关系。因此,通过获取上述缩放因子 G 并基于用户报告的 SINR(CQI),可以估计出采用波束赋形技术情况下的 SINR(CQI)。

[0061] 下面将参考图 7 来描述根据本发明的一个实施方式用于计算 CQI 缩放因子的一个示例性流程图。

[0062] 如图 7 所示,首先,通过所述上行链路信道信息来估计针对下行链路并行传输信道的波束赋形增益。

[0063] 如前所述,基于上行链路信道信息,例如 SRS,可以估计出下行链路信道信息 $H(n)$,通过对 $H(n)$ 进行特征值提取,可以得出该下行链路并行传输信道的波束赋形增益。

[0064] 在根据本发明的一个实施方式中,可以采用奇异值分解(SVD)方法来提取该特征值。

[0065] 根据该实施方式, $m \times k$ 的信道矩阵 $H(n)$ 可以表示为:

$$[0066] \quad H = U \Lambda V^H \quad (\text{式 7})$$

[0067] 其中 U 为 $m \times m$ 的矩阵, V 为 $k \times k$ 的矩阵, Λ 为 $m \times k$ 的矩阵。 U 和 V 均为酉矩阵,即该矩阵的各行具有单位长度且相互正交,因此 $UU^H = I$ 和 $VV^H = I$ 。 Λ 是一个对角矩阵,其各个对角线元素是非负的且排序为较大元素位于较前位置,且可以表示为:

$$[0068] \quad \Lambda = \text{diag}[\delta_1, \delta_2, \dots] \quad (\text{式 8})$$

[0069] 其中 $\delta_1, \delta_2, \dots$ 是该矩阵的奇异值,其对应于波束赋形增益,其中 δ_1 , 是最大奇异值(也可称为主特征值),其对应于最大波束赋形增益,而对应的奇异向量波束赋形权重。

[0070] 因此很清楚的是,根据上面的式 7 通过矩阵变换可以得到矩阵 Λ ,进而得到与波束赋形增益对应的各个奇异值。

[0071] 此外,在根据本发明的另一实施方式中,可以采用特征值分解(EVD)来得到该波束赋形增益。

[0072] 根据该实施方式,信道矩阵 $H(n)$ 与 Λ 的关系可以表示为:

$$[0073] \quad \text{EVD}(H^H H) = V \Lambda^2 V^H \quad (\text{式 9})$$

[0074] 其中,类似地, V 为酉矩阵, $VV^H = I$;以及 Λ 是包括多个奇异值的实对角矩阵,且可表示为:

$$[0075] \quad \Lambda = \text{diag}[\delta_1, \delta_2, \dots] \quad (\text{式 10})$$

[0076] 其中 $\delta_1, \delta_2, \dots$ 是该矩阵的特征值,其对应于波束赋形增益,其中 δ_1 是最大特征值,其对应于最大波束赋形增益,而该特征矢量即为波束赋形权重。此外,在该特征值分解过程中,包括有排序过程,以用于作为查找最大特征值和对应特征矢量。

[0077] 因此很清楚的是,根据上面的式 9 通过矩阵变换可以得到矩阵 Λ ,进而可以得到与波束赋形增益对应的各个特征值。

[0078] 在本发明的一个实施方式中,使用该最大特征值作为上行链路并行传输信道的波束赋形增益的反映,即,使用该主特征值来确定 CQI 缩放因子。然而,这是优选的实施方式,本发明并不局限于此。例如,也可以采用从多个或者所有特征值综合得到的特征值作为下行链路信道的波束赋形因子。

[0079] 此外,根据本发明,该下行链路信道矩阵的主特征值可以基于子载波或子带,也可以基于整个频带。

[0080] 接着,可以在步骤 S702,基于所述上行链路信道信息和所述天线虚拟化预编码方案来估计采用天线虚拟化情况下的等效下行链路信道信息。

[0081] 如前所述,在 TDD 系统中,上行链路信道和下行链路信道之间存在互易性。因此,基于上行链路信道信息可以估计出下行链路信道信息,例如针对每个子载波 n 的下行链路信道矩阵 $H(n)$ 。在采用波束赋形的情况下,等效下行链路矩阵 $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 可以通过前所述的式 1 来估计。

[0082] 然后,可以在步骤 S703,基于所述波束赋形增益和所述等效下行链路信道信息来确定所述针对信道质量指示的缩放因子。

[0083] 基于步骤 S701 和步骤 S702 所确定的波束赋形增益 δ 以及等效下行链路矩阵 $H_{t,r}^{(0)}(n)$,按照上面的式 6,就可以计算得到该 CQI 缩放因子 G 。

[0084] 继续参考图 5,可以在步骤 S502,利用该缩放因子 G ,对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

[0085] 用户包括的信道质量指示是由 UE 基于 CRS 计算的。在 UE 处,在天线端口数大于 1 的情况下,针对子载波 n 的 $\gamma_i^0(n)$ 可以计算如下:

$$[0086] \quad \gamma_i^0(n) = \frac{P_s}{P_N + P_{inter_cell}} \quad (\text{式 11})$$

[0087] 其中:

$$[0088] \quad P_S = P_{tx}^{(0)} P_{loss}^{(0)} \sigma_0^2 \left\{ \sum_{t=0}^1 \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2 \right\}^2$$

$$[0089] \quad P_N = \left\{ \sum_{t=0}^1 \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2 \right\} \sigma^2$$

[0090]

$$P_{inter_cell} = \sum_{j=1}^{N_I} P_{tx}^{(j)} P_{loss}^{(j)} \sigma_j^2 \left\{ \left| \sum_{r=0}^{N_R-1} H_{0,r}^{(0)}(n) H_{0,r}^{(j)}(n) \right|^2 + \left| \sum_{r=0}^{N_R-1} H_{1,r}^{(0)}(n) H_{0,r}^{(j)}(n) \right|^2 \right\}$$

[0091] $P_{tx}^{(j)}$ 自第 j 个 eNB 的总发射功率, j = 0 意指服务小区;

[0092] $P_{loss}^{(j)}$ 自第 j 个 eNB 的路径损失 + 阴影效应 + 天线增益 / 损失 + 电缆损失;

[0093] σ_j^2 符号的方差;

[0094] σ^2 : 加性高斯白噪声 (AWGN) 的方差;

[0095] $H_{t,r}^{(j)}(n)$ 是第 t 个发射天线和第 r 个接收天线之间的信道矩阵。

[0096] 针对 PUCCH 模式 1-0, 将会针对计算得到的 $\gamma_i^0(n)$ 执行信息抽取, 例如通过物理层抽取方法; 而且, 基于针对各个子载波的 $\gamma_i^0(n)$ 而计算得到针对整个带宽的宽带 SINR γ_i^0 。

[0097] 物理层抽象方法是一种用于预测正交频分复用 (OFDM) 系统的瞬时链路性能的技术, 为了使编码发射块的编码块错误率 (BLER) 低于阈值 (一般是 0.1), 通常会将与各个子载波相关的 SINR 映射成一个 SINR (宽带) 或者有限的几个 SINR (子带)。出于示例性的目的, 在下文中将给出物理层抽象方法的示例。然而, 需要说明的是, 本发明并不局限于此, 而是可以采用其他现有的或者将来开发的适当抽象技术来实现。

[0098] 指数有效 SINR 映射 (EESM) 是通常采用的一种物理层抽象方法, 其可以通过下式来表示:

$$[0099] \quad \gamma_i^0 = -\beta \ln \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \exp \left(-\frac{\gamma_i^0(n)}{\beta} \right) \right) \quad (\text{式 } 12)$$

[0100] 其中, β 是取决于 MCS 和编码块长度的优化 / 调整因子。

[0101] 因此, 例如通过式 12 就可以得到宽带 SINR γ_i^0 。随后, 将该宽带 SINR γ_i^0 映射成宽带 CQI, 并将其报告给 eNB。

[0102] eNB 接收到用户设备所报告的宽带 CQI 后, 可以根据映射关系获取相应的 SINR $\gamma_i^0(n)$ 。

[0103] 根据 $\gamma_i^0(n)$ 和在步骤 S501 所获取的比例因子 G, 基于例如前面的式 5, 就可以得到调整后的 $\gamma_i^1(n)$ 。该 $\gamma_i^1(n)$ 是针对各个子载波的调整后的 SINR。要获得针对整个带宽的宽

带 SINR, 可以类似地基于前面的式 12 来确定宽带 SINR, 从而得到匹配的宽带 γ_i^I 。

[0104] 在获得了该宽带 γ_i^I 后, 可以将重新将该宽带 γ_i^I 映射到对应的 CQI。随后, 优选基于该调整后的 CQI 对资源进行调度, 并在 UE 被调度时执行相应的分配处理。然而, 需要说明的是, 这是优选的技术方案。实际上, 也可以在执行调度之后执行 CQI 调整, 但是由于资源调度并非基于该调整后 CQI, 因此存在资源调度并非最优的缺陷。

[0105] 出于示例性的目的, 在图 8 中示出了根据本发明的特定实现的 CQI 调整的流程。下面将参考图 8 来描述根据本发明的一个示例性特定实现。

[0106] 如图 8 所示, 首先例如在步骤 S801 确定是否有新的 SRS 可用; 如果有则在步骤 S802 计算 CQI 缩放因子 G (如前面参考步骤 S501 所述), 并进行至步骤 S803 以确定新的 CQI 报告是否已经到达; 如果在步骤 S801 确定尚无 SRS 可用, 则进行至步骤 S804, 确定新的 CQI 报告是否已经到达。

[0107] 如果在步骤 S803 或者 S804 中确定有新的 CQI 报告, 则进行至步骤 S805, 将用户设备的 CQI (SINR) γ_i^0 存储在 eNB 中, 并随后进行至步骤 S806。而当在步骤 S803 确定没有新的 CQI 报告时, 则进行至步骤 S806, 以及在步骤 S804 中确定没有新的 CQI 报告时, 进行结束步骤以结束该方法。

[0108] 在步骤 S806 中, 基于计算的 CQI 比例因子和存储当前最新的 γ_i^0 来计算 UE 的 CQI γ_i^I , 如前面参考步骤 S502 所述。随后该方法进行至步骤 S807, 基于该更新后的 γ_i^I 来更新用户设备的 MCS。

[0109] 从上文对本发明的方法的描述可以看出, 根据本发明的技术方案采用了直接调整的方式, 据此所确定的 CQI 调整因子, 即 CQI 缩放因子, 考虑了采用天线虚拟化技术的影响。因此, 调整后的 CQI 适用于采用多端口波束赋形情况下的下行链路数据传输, 特别是采用天线虚拟化技术的场合。相应地, 其可以快速、有效地消除或者至少部分上缓解现有技术中出现的 CQI 不匹配的问题, 从而提高小区吞吐性能和频率利用率。

[0110] 此外, 本发明人针对本发明提供用于 CQI 调整方案和如背景部分所介绍的现有技术执行了系统级别的仿真, 仿真结果如下表 1 和 2 所示。

[0111] 表 1 仿真结果 1

[0112]

方案	平均小区频谱效率 (bits/s/Hz)	5%小区边缘频谱效率 (bits/s/Hz)
TM7	1.560	0.031

[0113]

TM7+本发明的方案	2.589	0.113
TM7+现有方案 A	1.930	0.048
TM7+现有方案 B	2.287	0.081

[0114] 表 2 仿真结果 2

[0115]

方案	平均小区频谱效率 (bits/s/Hz)	5%小区边缘频谱效率 (bits/s/Hz)
TM7+OLLA	2.053	0.061
TM7+本发明的方案 + OLLA	2.630	0.100
TM7+方案 A + OLLA	2.361	0.083
TM7+方案 B + OLLA	2.413	0.102

[0116] 在表 1 和表 2 中, TM7 是指基于 TM7 的技术方案, 现有方案 A 是指在背景技术部分参考图 3A 和 3B 所介绍的技术方案, 现有方案 B 是指在背景技术部分参考图 4A 和 4B 所介绍的技术方案, 以及 OLLA 是在背景技术部分中提及的外环链路自适应方案。

[0117] 从表 1 可以看出在 TM7 模式下使用本发明 CQI 调整方案相对于现有的 TM7 模式以及 TM7 与现有方案 A 和 B 的结合均有显著的性能提高。

[0118] 此外, 从表 2 中可以看出, 如果将表 1 中所示的方案与 OLLA 结合使用, 由于本发明的方法已经实现了较大的性能提高, 因此结合后的性能提高不大; 相反, 表 1 所示的现有技术方法与 OLLA 方法结合后, 得到了很大的改善。

[0119] 因此, 从表 1 和表 2 可以看出, 本发明的方法可以显著改善系统的性能, 而且不会像 OLLA 那样需要耗费较长时间, 因此相对于现有技术是一种有效的 CQI 调整技术方案。

[0120] 此外, 本发明还提供了一种用于调整 CQI 的设备。下面将参考图 9 对该设备进行具体描述, 其中图 9 示出了根据本发明的一个实施方式的用于调整 CQI 的设备 900。

[0121] 如图 9 所示, 设备 900 可以包括缩放因子计算装置 901 和指示调整装置 902。该缩放因子计算装置 901 被配置用于基于上行链路信道信息和天线虚拟化预编码方案来计算针对信道质量指示的缩放因子; 以及该指示调整装置 902 被配置用于利用缩放因子, 对用户设备报告的所述信道质量指示进行调整。

[0122] 根据本发明的一个优选实施方式, 对用户设备的调度基于调整后的所述信道质量指示来进行。

[0123] 根据本发明的另一优选实施方式, 所述缩放因子计算装置 901 包括: 波束赋形增益估计装置 903、信道信息估计装置 904 和缩放因子确定装置 905。该波束赋形增益估计装置 903 配置用于通过所述上行链路信道信息来估计针对下行链路并行传输信道的波束赋形增益。该信道信息估计装置 904 可以配置用于通过所述上行链路信道信息和所述天线虚拟化预编码方案, 来估计采用天线虚拟化情况下的等效下行链路信道信息。该缩放因子确

定装置 905 被配置用于基于波束赋形增益和所述等效下行链路信道信息来确定所述针对信道质量指示的缩放因子。

[0124] 根据本发明的一个优选的实施方式,所述缩放因子计算装置 901 被配置为计算针对每个子载波的缩放因子,所述信道质量指示调整装置被配置为利用针对每个子载波的缩放因子,调整针对每个子载波的信道质量指示,并且通过物理层抽象将经过调整的所述每个子载波上的信道质量指示转换成针对宽带的信道质量指示。

[0125] 根据本发明的一个优选的实施方式,所述针对每个子载波的缩放因子 $G(n)$ 表示为:

$$[0126] \quad G(n) = \frac{\delta^2}{\sum_{t=0}^1 \sum_{r=0}^{N_R-1} |H_{t,r}^{(0)}(n)|^2}$$

[0127] 其中, δ 为通过上行链路信道信息估计的下行链路信道矩阵的主特征值; $H_{t,r}^{(0)}(n)$ 为采用天线虚拟化情况下的针对子载波 n 的等效下行链路信道矩阵, t 为发射天线端口索引, n 为子载波索引, r 为接收天线索引, N_R 为接收天线数目。此外,主特征值 δ 可以基于子载波,子带或者整个频带。

[0128] 需要指出的是,该设备 900 中所包括的各个装置的操作与前面描述的各个方法步骤基本上是对应的,因此,关于该设备 900 中的各个装置的具体操作,可以参考前文结合图 5 至 7 对本发明的方法的描述。

[0129] 此外,本发明还提供了一种基站,其包括根据本发明所提供的用于调整信道质量指示的设备,如图 9 所示的设备 900。

[0130] 图 10 还示意性地示出了根据本发明的实施方式的 eNB 与 UE 之间的通信框图。如图 10 所示,在 UE 处,数据接收单元 1001 接收来自 eNB 的 CRS/ 数据,反馈计算单元 1002 如前面参考式 11 和 12 所述,基于接收的 CRS 来计算 CQI; 计算得到的 CQI 经由反馈发送单元 1003 被发送给 eNB。

[0131] 在 eNB 处, CQI 调整单元 1013 基于上文中参考图 5 至 9 所述描述的技术方案来调整 CQI。然后,调度器单元 1011 和分配处理单元 1012 基于该调整后的 CQI 进行资源调度和分配处理。

[0132] 至此,已经参考附图通过特定实施方式,对本发明进行了描述,然而,需要说明的是本发明并不局限于所示出和给出的特定实例,而是可以在本发明的范围内进行各种改变。例如,在推导缩放因子 G 的过程中,为了简化起见,实际上仅考虑了等效下行链路信道信息,而忽略了发射功率、功率损失等其他因素。然而,也可以在进一步考虑这些因素中的一个或者多个的情况下来计算该信道质量指示缩放因子。

[0133] 需要说明的是,在本发明中,计算的波束赋形增益可以是针对各个子载波 n 的波束赋形增益,也可以是由针对各个子载波 n 的波束赋形增益估计出的整个宽带的波束赋形增益,或者是其中一个子载波的波束赋形增益。

[0134] 此外,在本发明中,首先针对子载波来计算 CQI 缩放,然而这是优选实施方式,事实上,直接基于整个带宽了计算 CQI 缩放因子也是可行的。

[0135] 另外,在根据本发明的实施方式中,主要参考 LTE 版本 8 和 9 描述了根据本发明的技术方案,然而需要说明的是,本发明还可以应用于任何存在有类似问题的 LTE 已有版本或者将来开发的版本或者其他类似系统。

[0136] 在本发明结合 eNB 描述了根据本发明的技术方案,然而事实上除 eNB 之外,本发明也可以应用于任何存在类似的问题的基站。

[0137] 在本发明中,描述了在执行调度之前来调整 CQI,然而事实上这是优选技术方案,在调度之后执行 CQI 调整也是可行的。

[0138] 此外,本发明的实施方式可以以软件、硬件或者软件和硬件的结合来实现。硬件部分可以利用专用逻辑来实现;软件部分可以存储在存储器中,由适当的指令执行系统,例如微处理器或者专用设计硬件来执行。本领域的普通技术人员可以理解上述的方法和系统可以使用计算机可执行指令和 / 或包含在处理器控制代码中来实现,例如在诸如磁盘、CD 或 DVD-ROM 的载体介质、诸如只读存储器(固件)的可编程的存储器或者诸如光学或电子信号载体的数据载体上提供了这样的代码。本实施例的系统及其组件可以由诸如超大规模集成电路或门阵列、诸如逻辑芯片、晶体管等的半导体、或者诸如现场可编程门阵列、可编程逻辑设备等的可编程硬件设备的硬件电路实现,也可以用由各种类型的处理器执行的软件实现,也可以由上述硬件电路和软件的结合例如固件来实现。

[0139] 虽然已经参考目前考虑到的实施方式描述了本发明,但是应该理解本发明不限于所公开的实施方式。相反,本发明旨在涵盖所附权利要求的精神和范围内所包括的各种修改和等同布置。以下权利要求的范围符合最广泛解释,以便包含所有这样的修改及等同结构和功能。

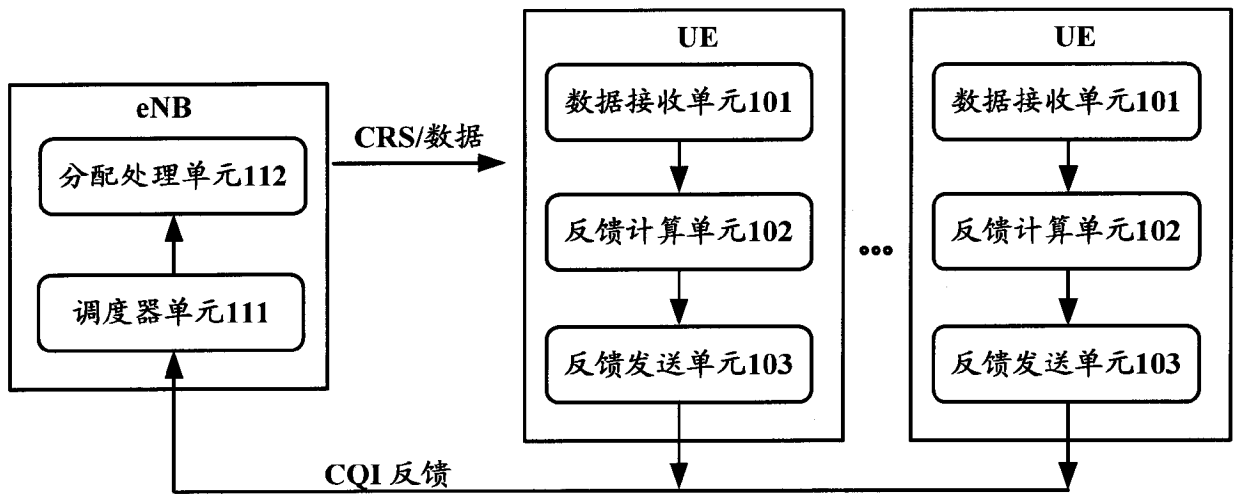


图 1

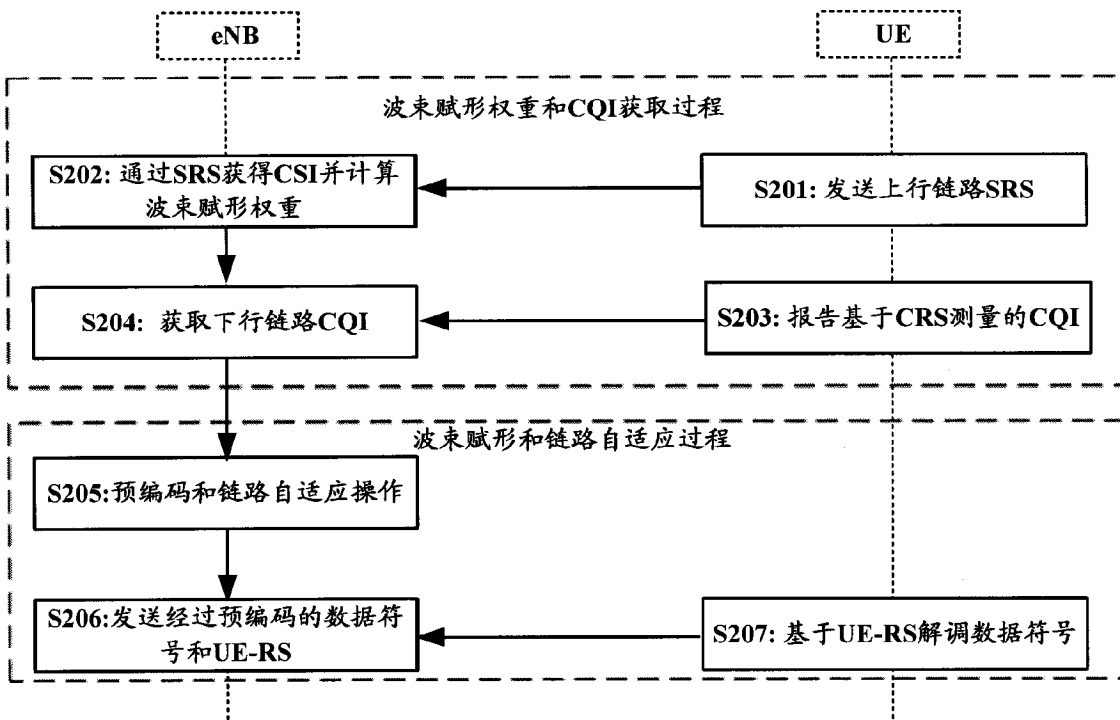


图 2

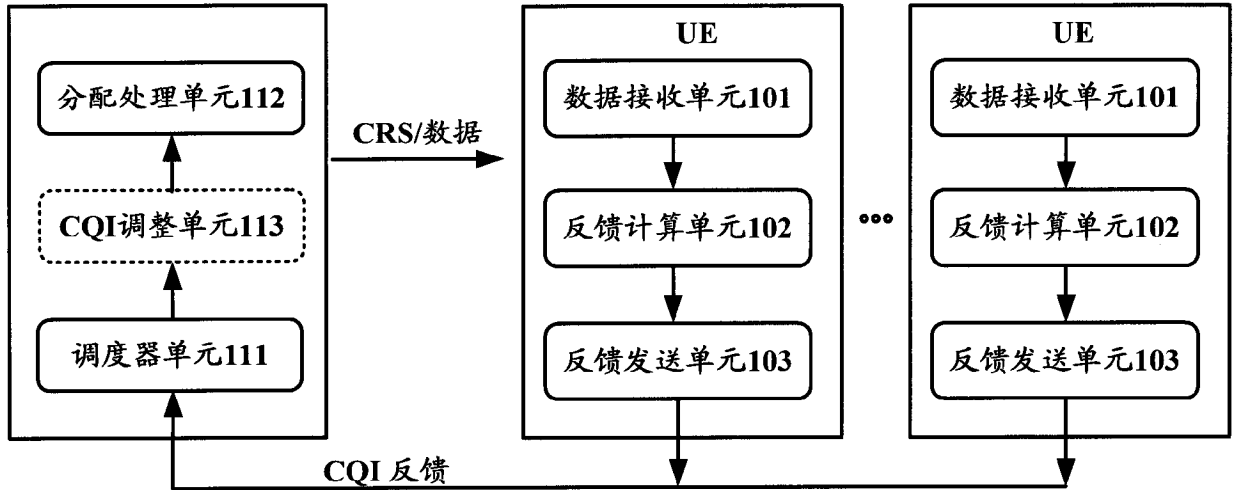


图 3a

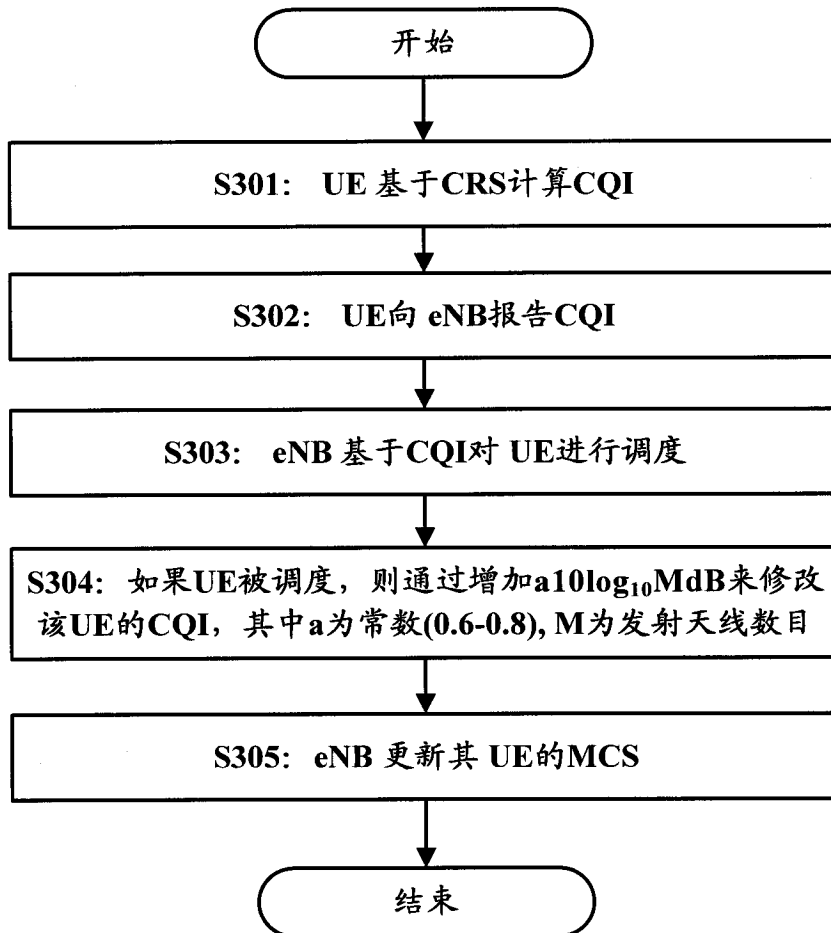


图 3b

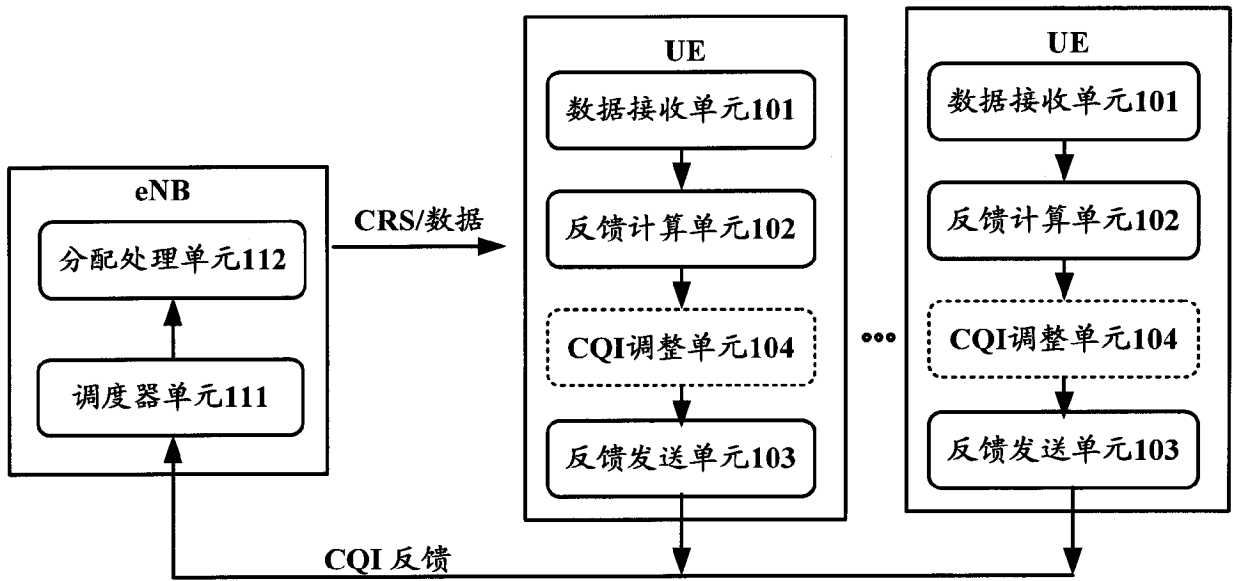


图 4a

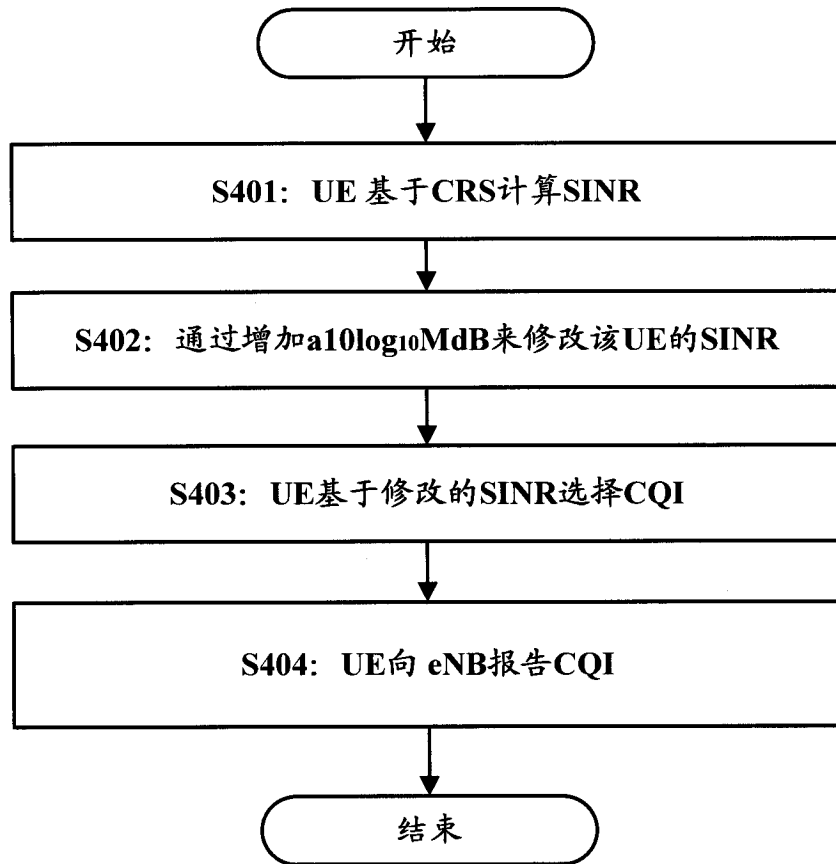


图 4b

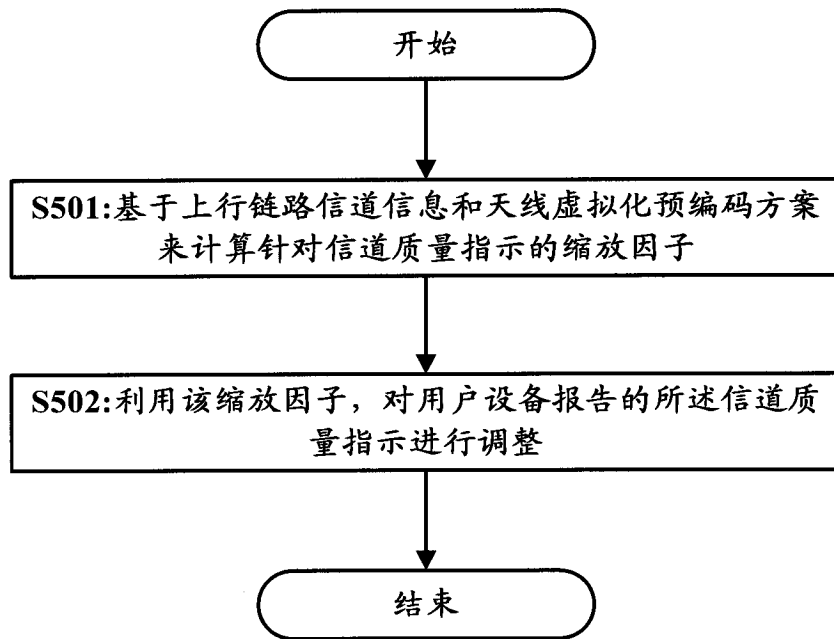


图 5

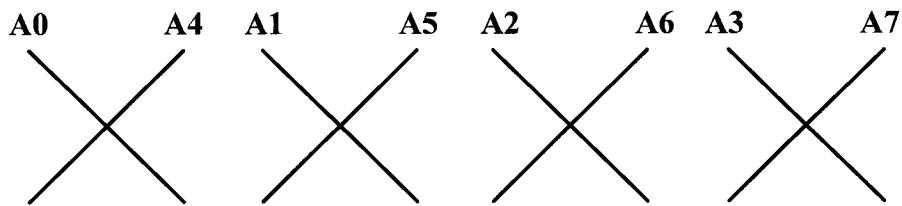


图 6

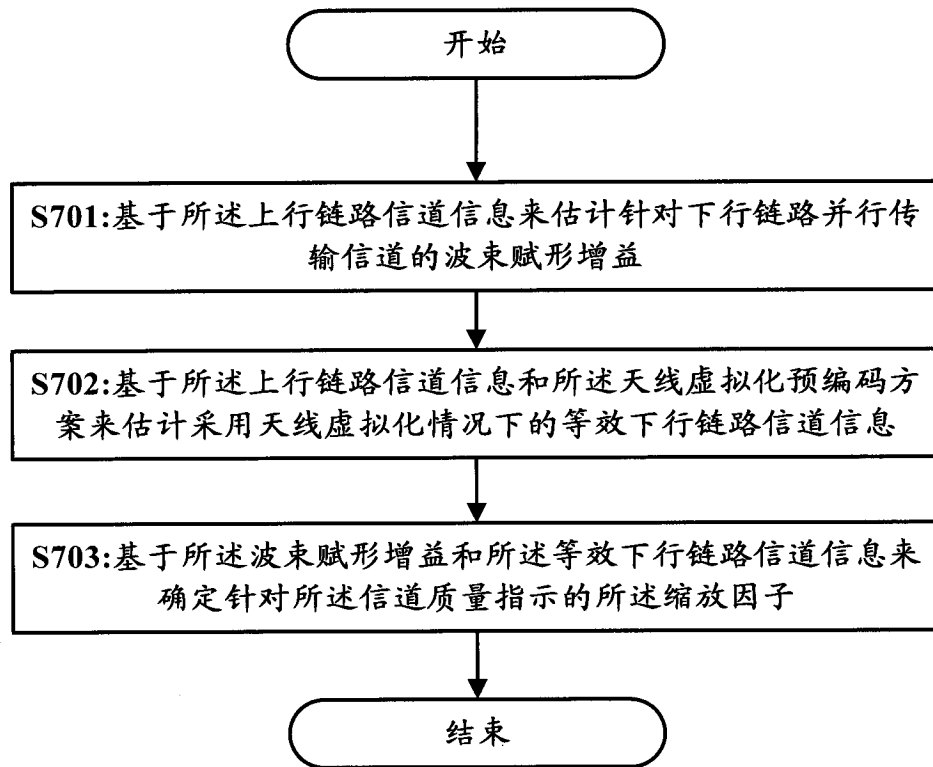


图 7

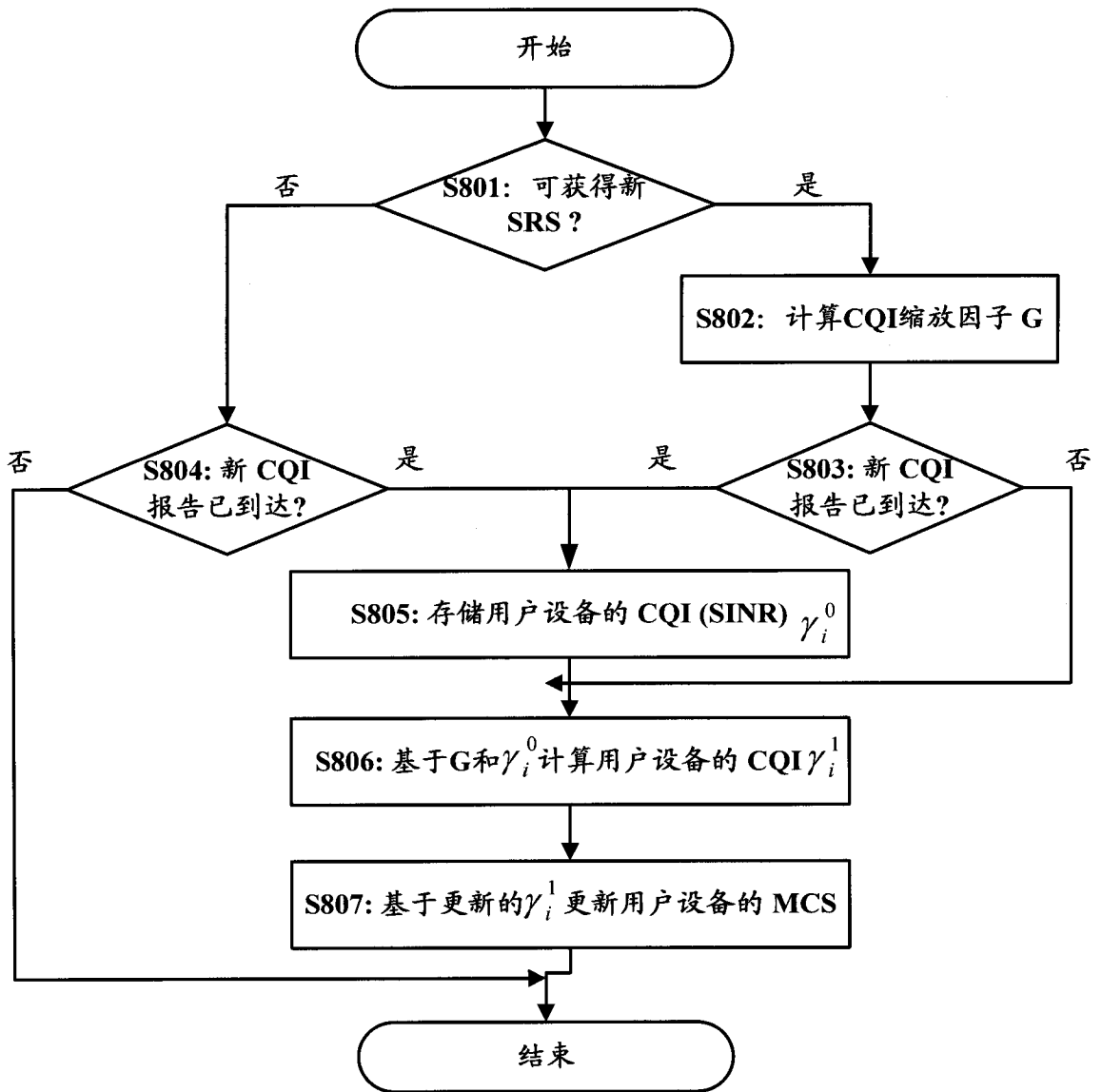


图 8

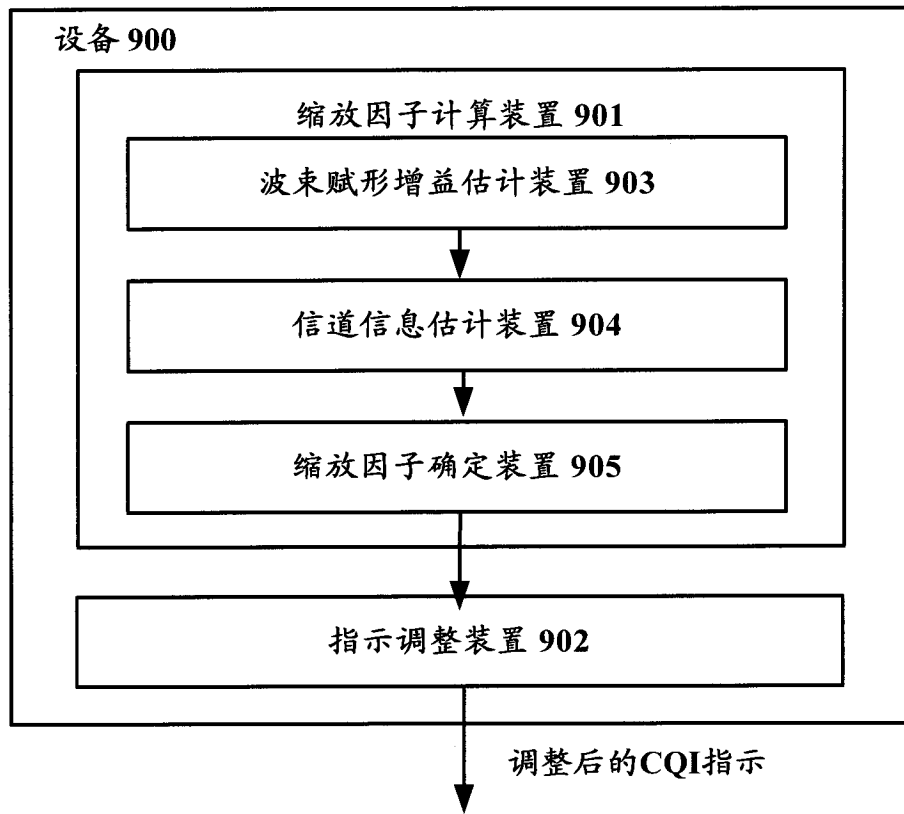


图 9

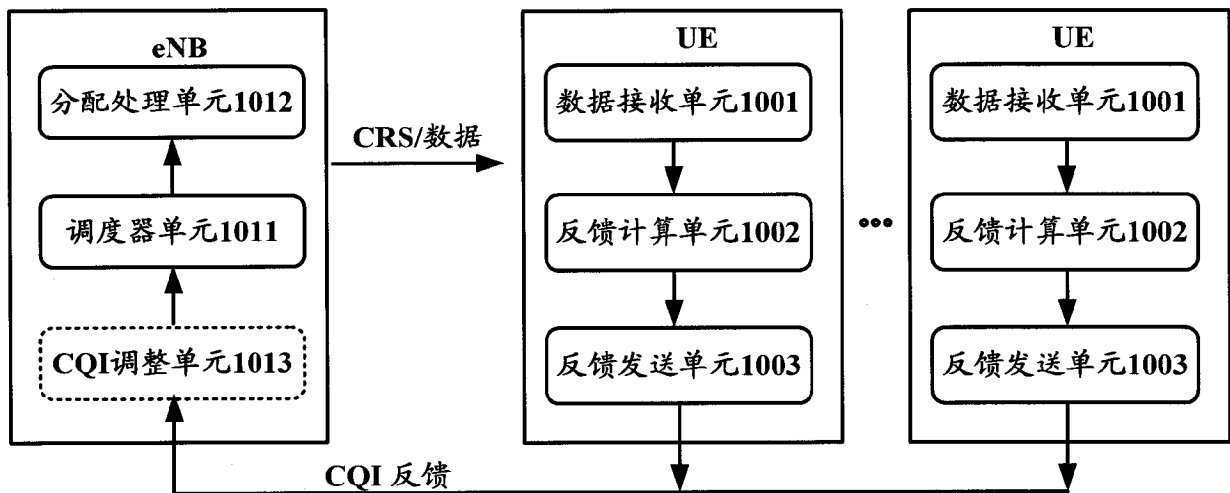


图 10