



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101834707 A

(43) 申请公布日 2010.09.15

(21) 申请号 201010162598.6

(22) 申请日 2010.04.04

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72) 发明人 陈艺骥 徐俊 李书鹏 张峻峰

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262  
代理人 龙洪 霍育栋

(51) Int. Cl.  
H04L 1/16 (2006.01)  
H04L 1/06 (2006.01)

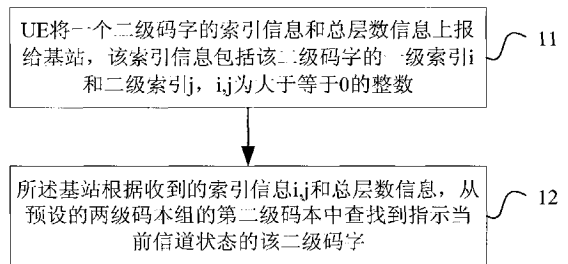
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种获取信道状态信息的方法及相应的通信系统

(57) 摘要

一种获取信道状态信息的方法和相应的通信系统,应用于基站采用双极化天线配置且发射天线端口数大于等于 8 的系统,包括:用户设备将下行传输的总层数信息和一个或两个二级码字的索引信息上报给基站;所述基站收到所述用户设备发送的索引信息和总层数信息后,根据所述索引信息和总层数信息获得对应的二级码字;所述基站根据所述二级码字构造出用于指示当前信道状态的矩阵码字。本发明提供了一种双极化的八天线或者更多天线配置下获取信道状态信息的方法,能够保证足够低的反馈开销提高系统的性能。



1. 一种获取信道状态信息的方法,应用于基站采用双极化天线配置且发射天线端口数大于等于 8 的系统,包括:

用户设备将下行传输的总层数信息和一个或两个二级码字的索引信息上报给基站;

所述基站收到所述用户设备发送的索引信息和总层数信息后,根据所述索引信息和总层数信息获得对应的二级码字;

所述基站根据所述二级码字构造出用于指示当前信道状态的矩阵码字。

2. 如权利要求 1 的方法,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站,所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按以下方式构造出用于该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & u(i, j) \\ -u(i, j) & u(i, j) \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数,表示基站的发射天线端口数;  $u(i, j)$  表示获得的该二级码字,  $i, j$  为大于等于 0 的整数,表示该二级码字的索引信息。

3. 如权利要求 1 的方法,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站,所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按以下方式构造出用于该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & 0 \\ 0 & u(i, j) \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数,表示基站的发射天线端口数;  $u(i, j)$  表示获得的该二级码字,  $i, j$  为大于等于 0 的整数,表示该二级码字的索引信息。

4. 如权利要求 1 的方法,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站,基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按下式构造出该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & u_2(i, j') \\ -u_1(i, j) & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数,表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

5. 如权利要求 1 的方法,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站,基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按下式构造出该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & 0 \\ 0 & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

6. 如权利要求 1 或 2 或 4 的方法, 其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

所述基站根据索引  $i, j$  及  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

7. 如权利要求 1 或 2 或 4 的方法, 其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 该二级码字是由一个一级码字扩展得到的, 该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ , 从预设的第一级码本中查找到该一级码字, 然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

8. 如权利要求 1 或 3 或 5 的方法, 其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引, 包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ ,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数;

所述基站根据索引  $i, j$  和  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该第一个二级码字, 根据索引  $i, j'$  及  $\delta$ , 从该第二级码本中查找到该第二个二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

9. 如权利要求 1 或 3 或 5 的方法, 其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引, 包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ , 该两个二级码字由同一个一级码字扩展得到, 该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数;

所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ , 从预设的第一级码本中查找到该一级码字, 然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该第一个二级码字, 根据该一级码字和索引  $j'$  进行扩展运算得到该第二个二级码字, 其中  $\delta = v/2$ 。

10. 如权利要求 1 或 3 或 5 的方法, 其特征在于, 该方法用于基站和用户设备间采用多用户多输入多输出 (MIMO) 传输模式, 或单用户 MIMO 和多用户 MIMO 动态切换传输模式。

11. 一种通信系统, 包括用户设备及采用双极化天线配置且发射天线端口数大于等于 8 的基站, 其特征在于:

所述用户设备用于将下行传输的总层数信息和一个或二个二级码字的索引信息上报给基站;

所述基站用于在收到所述用户设备发送的索引信息和总层数信息后, 根据所述索引信息和总层数信息获得对应的二级码字, 并根据所述二级码字构造出用于指示当前信道状态的矩阵码字。

12. 如权利要求 11 所述的通信系统,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站;

所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按下式构造出用于该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & u(i, j) \\ -u(i, j) & u(i, j) \end{bmatrix}$$

或者

$$C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & 0 \\ 0 & u(i, j) \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数,表示基站的发射天线端口数;  $u(i, j)$  表示获得的该二级码字,  $i, j$  为大于等于 0 的整数,表示该二级码字的索引信息。

13. 如权利要求 11 所述的通信系统,其特征在于:

所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站;

所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后,在总层数  $v = 2$  时,按下式构造出该矩阵码字,记为  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$ :

$$C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & u_2(i, j') \\ -u_1(i, j) & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

或者

$$C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & 0 \\ 0 & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数,表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

14. 如权利要求 11 或 12 所述的通信系统,其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数,上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引,包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;所述基站根据索引  $i, j$  及  $\delta$ ,从预设的第二级码本中查找到该二级码字,其中,  $\delta = v/2$ ;或者

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数,上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引,包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,该二级码字是由一个一级码字扩展得到的,该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ ,从预设的第一级码本中查找到该一级码字,然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该二级码字,其中,  $\delta = v/2$ 。

15. 如权利要求 11 或 13 所述的通信系统,其特征在于:

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数,上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引,包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ ,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数;所述基站

根据索引  $i$ 、 $j$  和  $\delta$ ，从预设的第二级码本中查找到该第一个二级码字，根据索引  $i$ 、 $j'$  及  $\delta$ ，从该第二级码本中查找到该第二个二级码字，其中， $\delta = v/2$ ；或者

所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ， $v$  为正整数，上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引，包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ，以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ ，该两个二级码字由同一个一级码字扩展得到，该索引  $i$  还是该一级码字的索引， $i$ 、 $j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数；所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ ，从预设的第一级码本中查找到该一级码字，然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该第一个二级码字，根据该一级码字和索引  $j'$  进行扩展运算得到该第二个二级码字，其中  $\delta = v/2$ 。

## 一种获取信道状态信息的方法及相应的通信系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数字通信领域,尤其涉及一种双极化的八天线天线配置下码字获取方法及相应的通信系统。

### 背景技术

[0002] 在长期演进系统 (LTE :Long Term Evolution) 中,其协议为 Release 8 版本,简称 R8 版本,反映下行物理信道状态的信息 (CSI :Channel StateInformation) 有三种形式:信道质量指示 (CQI :Channels quality indication)、预编码矩阵指示 (PMI :Pre-coding Matrix Indicator)、秩指示 (RI :RankIndicator)。

[0003] CQI 为衡量下行信道质量好坏的一个指标。在 3GPP 协议中 CQI 用 0 ~ 15 的整数值来表示,分别代表了不同的 CQI 等级,不同 CQI 对应着各自的调制方式和编码码率 (MCS),共分 16 种情况,可以采用 4 比特信息来表示。

[0004] PMI 是指仅在闭环空间复用这种发射模式下,终端 (UE :UserEquipment) 根据测得的信道质量告诉基站 (eNB :eNode B) 应使用什么样的预编码矩阵来给发给该 UE 的 PDSCH (Physical Downlink SharedChannel,物理下行共享信道) 信道进行预编码。PMI 的反馈粒度可以是整个带宽反馈一个 PMI,也可以根据 subband (子带) 来反馈 PMI。

[0005] RI 用于描述空间独立信道的个数,对应信道响应矩阵的秩。在开环空间复用和闭环空间复用模式下,需要 UE 反馈 RI 信息,其他模式下不需要反馈 RI 信息。信道矩阵的秩和层数对应,因此 UE 向基站反馈 RI 信息即是反馈下行传输的层数。

[0006] 传输层是 LTE 和 LTE-A 中多天线“层”的概念,表示空间复用中有效独立信道的个数,在版本 10 中与天线端口一一对应,其中版本 10 中天线端口为逻辑端口,传输层的总数就是 RI。另外,在 IEEE802.16m 中,层与“MIMO 流”概念对应,具有相同的物理含义。

[0007] LTE 系统中,CQI、PMI、RI 的反馈可以是周期性的反馈,也可以是非周期性的反馈。CQI 和 PMI 可同时发送,或者 CQI、PMI 和 RI 同时发送。其中,对于周期性反馈而言,如果 UE 不需要发送数据,则周期反馈的 CSI 在物理上行控制信道 (PUCCH :Physical Uplink Control Channel) 上以格式 2 或 2a 或 2b (PUCCH format 2/2a/2b) 传输,如果 UE 需要发送数据时,则 CSI 在物理上行共享信道 (PUSCH :Physical Uplink Shared Channel) 中传输;对于非周期性反馈而言,只在 PUSCH 上传输。

[0008] 信道相关信息,即信道相关矩阵的定义,在一定的时间周期和一定的带宽上,相关矩阵 R 按照如下形式测量:

$$[0009] \quad \mathbf{R} = \mathbf{E}(\mathbf{H}_{ij}^H \mathbf{H}_{ij})$$

[0010] 其中  $\mathbf{H}_{ij}$  表示第 i 个 OFDM 符号周期第 j 个子载波对应的相关信道矩阵,它的大小为  $N_t * N_r$ ,其中, $N_t$  是发送天线的个数, $N_r$  是接收天线的个数。所述的带宽既可以是全带宽 (wideband),也可以是子带的 (subband)。

[0011] 对于  $N_t = 2$ ,即 2 天发送天线时候

$$[0012] \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} \\ \text{conj}(r_{12}) & r_{22} \end{pmatrix}$$

[0013] 对于  $N_t = 4$ , 即 4 天发送天线时候

$$[0014] \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ \text{conj}(r_{12}) & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ \text{conj}(r_{13}) & \text{conj}(r_{23}) & r_{33} & r_{34} \\ \text{conj}(r_{14}) & \text{conj}(r_{24}) & \text{conj}(r_{34}) & r_{44} \end{pmatrix}$$

[0015] 对于  $N_t = 8$ , 即 8 天发送天线时候

$$[0016] \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} & r_{16} & r_{17} & r_{18} \\ \text{conj}(r_{12}) & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} & r_{26} & r_{27} & r_{28} \\ \text{conj}(r_{13}) & \text{conj}(r_{23}) & r_{33} & r_{34} & r_{35} & r_{36} & r_{37} & r_{38} \\ \text{conj}(r_{14}) & \text{conj}(r_{24}) & \text{conj}(r_{34}) & r_{44} & r_{45} & r_{46} & r_{47} & r_{48} \\ \text{conj}(r_{15}) & \text{conj}(r_{25}) & \text{conj}(r_{35}) & \text{conj}(r_{45}) & r_{55} & r_{56} & r_{57} & r_{58} \\ \text{conj}(r_{16}) & \text{conj}(r_{26}) & \text{conj}(r_{36}) & \text{conj}(r_{46}) & \text{conj}(r_{56}) & r_{66} & r_{67} & r_{68} \\ \text{conj}(r_{17}) & \text{conj}(r_{27}) & \text{conj}(r_{37}) & \text{conj}(r_{47}) & \text{conj}(r_{57}) & \text{conj}(r_{67}) & r_{77} & r_{78} \\ \text{conj}(r_{18}) & \text{conj}(r_{28}) & \text{conj}(r_{38}) & \text{conj}(r_{48}) & \text{conj}(r_{58}) & \text{conj}(r_{68}) & \text{conj}(r_{78}) & r_{88} \end{pmatrix}$$

[0017]  $\text{Conj}(\cdot)$  表示复数共轭。可以看出信道相关矩阵对角线上的数为实数, 非对角线的数为复数。因为相关矩阵  $R$  是共轭对称矩阵, 因此只需要反馈  $R$  矩阵的上三角矩阵。

[0018] 现有技术中另外一种方法即用信道的相关矩阵信息对 LTE 码本进行旋转, 即 R8 版本码本的数学变换:

$$[0019] \quad C = R^{\frac{1}{2}} \times C_{R8}$$

[0020] 其中  $C$  表示  $C_{R8}$  旋转后得到的码本,  $R = H^H H$ ,  $H$  为维度  $N_r \times N_t$  的信道矩阵,  $N_r$  为接收天线数,  $N_t$  为发射天线数。

[0021] 由于信道相关矩阵信息中包含了特征矢量的分布信息。码本中的码字被旋转后也会针对特征矢量的分布概率在分布概率较大的区域重点量化, 量化精度被进一步的提高。

[0022] 作为 LTE 的演进标准的高级长期演进系统 (LTE-A: Long Term Evolution Advanced) 需要支持更大的系统带宽 (最高可达 100MHz), 并且需要提高平均频谱效率和小区边缘用户的频谱效率, 其协议为 Release 10 版本, 简称 R10 版本, 为此, LTE-A 系统引入了很多新技术: (1) 下行的高阶多输入多输出 (MIMO: Multiple Input Multiple Output), LTE 系统下行最多支持 4 天线传输, 而高阶 MIMO 的引入使得 LTE-A 系统下行最多支持 8 天线的传输, 则信道状态矩阵的维数增加; (2) 协作多点传输 (CoMP: Coordinated multiple point transmission), 该技术就是利用多个小区发射天线的协作传输, 那么 UE 可能需要反馈多个小区的信道状态信息。

[0023] 8 天线或者更多天线时, 主要应用形式为双极化天线, 采用双极化天线有利于减少天线之间间距, 有利于天线的布局。

[0024] 在发送端 (eNB) 使用多根天线, 可以采取空间复用的方式来提高传输速率, 即在发送端相同的时频资源上的不同天线位置发射不同的数据, 在接收端 (UE) 也使用多根天线, 可以在单用户的情况下将所有天线的资源都分配给同一用户, 这种传输形式叫做单用

户 MIMO (SU-MIMO), 另外亦可在多用户的情况下将不同天线空间的资源分配给不同用户, 这种传输形式叫做多用户 MIMO (MU-MIMO)。在单一的传输模式下, eNB 根据上报的信道状态信息可以动态地选择下行的 SU-MIMO 的传输或者 MU-MIMO 的传输, 称之为 SU/MU MIMO 动态切换。

[0025] 下面描述一下单用户 MIMO 和多用户 MIMO 动态切换传输模式的一般处理过程:

[0026] 首先, 发送端向用户终端发送导频, 用于用户终端测试下行信道状态, 用户终端根据接收到的导频信息估计下行信道, 用户终端确定反馈信道状态信息的格式, 并上报信道状态信息, 然后由 eNB 根据上报的信道状态信息, 动态地选择下行的 SU-MIMO 的传输或者 MU-MIMO 的传输方式, 并且按照选择的传输方式进行通信。

[0027] 对于 LTE-A 系统或其他采用双极化天线配置的系统, 双极化的八天线或更多的天线将成为主要的天线配置。在这种条件, 需要使用一种低开销、高性能的码本, 用于信道状态信息的反馈, 提高系统的性能。

## 发明内容

[0028] 本发明要解决的技术问题是提供一种双极化的八天线或者更多天线配置下获取信道状态信息的方法, 能够保证足够低的反馈开销和系统的性能。

[0029] 为解决上述技术问题, 本发明提供了一种获取信道状态信息的方法, 应用于基站采用双极化天线配置且发射天线端口数大于等于 8 的系统, 包括:

[0030] 用户设备将下行传输的总层数信息和一个或两个二级码字的索引信息上报给基站;

[0031] 所述基站收到所述用户设备发送的索引信息和总层数信息后, 根据所述索引信息和总层数信息获得对应的二级码字;

[0032] 所述基站根据所述二级码字构造出用于指示当前信道状态的矩阵码字。

[0033] 进一步地,

[0034] 所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站, 所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后, 在总层数  $v = 2$  时, 按以下方式构造出该矩阵码字, 记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ :

$$[0035] \quad C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & u(i, j) \\ -u(i, j) & u(i, j) \end{bmatrix}$$

[0036] 其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u(i, j)$  表示获得的该二级码字,  $i, j$  为大于等于 0 的整数, 表示该二级码字的索引信息。

[0037] 进一步地,

[0038] 所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站, 所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后, 在总层数  $v = 2$  时, 按以下方式构造出该矩阵码字, 记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ :

$$[0039] \quad C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & 0 \\ 0 & u(i, j) \end{bmatrix}$$

[0040] 其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u(i, j)$  表示获得的



该二级码字,  $i, j$  为大于等于 0 的整数, 表示该二级码字的索引信息。

[0041] 进一步地,

[0042] 所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站, 基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后, 在总层数  $v = 2$  时, 按下式构造出指示当前信道状态的矩阵码字  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$  :

$$[0043] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & u_2(i, j') \\ -u_1(i, j) & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

[0044] 其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

[0045] 进一步地,

[0046] 所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站, 基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后, 在总层数  $v = 2$  时, 按下式构造出指示当前信道状态的矩阵码字  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$  :

$$[0047] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & 0 \\ 0 & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

[0048] 其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

[0049] 进一步地,

[0050] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

[0051] 所述基站根据索引  $i, j$  及  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

[0052] 进一步地,

[0053] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 该二级码字是由一个一级码字扩展得到的, 该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

[0054] 所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ , 从预设的第一级码本中查找到该一级码字, 然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

[0055] 进一步地,

[0056] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引, 包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ ,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数;

[0057] 所述基站根据索引  $i, j$  和  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该第一个二级码字, 根据索引  $i, j'$  及  $\delta$ , 从该第二级码本中查找到该第二个二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

[0058] 进一步地，

[0059] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ， $v$  为正整数，上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引，包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ，以及第二个二级码字的一级索引  $i'$  和二级索引  $j'$ ，该两个二级码字由同一个一级码字扩展得到，该索引  $i$  还是该一级码字的索引， $i$ ， $j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数；

[0060] 所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ ，从预设的第一级码本中查找到该一级码字，然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该第一个二级码字，根据该一级码字和索引  $j'$  进行扩展运算得到该第二个二级码字，其中  $\delta = v/2$ 。

[0061] 进一步地，

[0062] 该方法用于基站和用户设备间采用多用户多输入多输出 (MIMO) 传输模式，或单用户 MIMO 和多用户 MIMO 动态切换传输模式。

[0063] 进一步地，

[0064] 所述一个或两个二级码字是所述用户设备根据两个极化方向的下行信道状态匹配得到的一个或两个二级码字。

[0065] 相应地，本发明提供的通信系统包括用户设备及采用双极化天线配置且发射天线端口数大于等于 8 的基站，其中：

[0066] 所述用户设备用于将下行传输的总层数信息和一个或二个二级码字的索引信息上报给基站；

[0067] 所述基站用于在收到所述用户设备发送的索引信息和总层数信息后，根据所述索引信息和总层数信息获得对应的二级码字，并根据所述二级码字构造出用于指示当前信道状态的矩阵码字。

[0068] 进一步地，

[0069] 所述用户设备是将总层数信息和一个二级码字的索引信息上报给基站；

[0070] 所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该二级码字后，在总层数  $v = 2$  时，按下式构造出该矩阵码字，记为  $C_{II}(N_t, v, i, j)$ ：

$$[0071] \quad C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & u(i, j) \\ -u(i, j) & u(i, j) \end{bmatrix}$$

[0072] 或者

$$[0073] \quad C_{II}(N_t, v, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & 0 \\ 0 & u(i, j) \end{bmatrix}$$

[0074] 其中， $N_t$  为大于等于 8 的正整数，表示基站的发射天线端口数； $u(i, j)$  表示获得的该二级码字， $i, j$  为大于等于 0 的整数，表示该二级码字的索引信息。

[0075] 进一步地，

[0076] 所述用户设备是将总层数信息和两个二级码字的索引信息上报给基站；

[0077] 所述基站根据所述索引信息和总层数信息获得该两个二级码字后，在总层数  $v = 2$  时，按下式构造出指示当前信道状态的矩阵码字  $C_{II}(N_t, v, i, j, j')$ ：

$$[0078] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & u_2(i, j') \\ -u_1(i, j) & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

[0079] 或者

$$[0080] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & 0 \\ 0 & u_2(i, j') \end{bmatrix}$$

[0081] 其中,  $N_t$  为大于等于 8 的正整数, 表示基站的发射天线端口数;  $u_1(i, j)$  表示获得的一个二级码字,  $i, j$  为该二级码字  $u_1(i, j)$  的索引;  $u_2(i, j')$  表示获得的另一个二级码字,  $i, j'$  为该二级码字  $u_2(i, j')$  的索引,  $i, j, j'$  为大于等于 0 的整数。

[0082] 进一步地,

[0083] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数; 所述基站根据索引  $i, j$  及  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ ; 或者

[0084] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为一个二级码字的索引, 包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 该二级码字是由一个一级码字扩展得到的, 该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  为大于等于 0 的整数; 所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ , 从预设的第一级码本中查找到该一级码字, 然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ 。

[0085] 进一步地,

[0086] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引, 包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ ,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数; 所述基站根据索引  $i, j$  和  $\delta$ , 从预设的第二级码本中查找到该第一个二级码字, 根据索引  $i, j'$  及  $\delta$ , 从该第二级码本中查找到该第二个二级码字, 其中,  $\delta = v/2$ ; 或者

[0087] 所述用户设备上报基站的总层数信息为下行信道的总层数  $v$ ,  $v$  为正整数, 上报基站的所述索引信息为两个二级码字的索引, 包括第一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及第二个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j'$ , 该两个二级码字由同一个一级码字扩展得到, 该索引  $i$  还是该一级码字的索引,  $i, j$  和  $j'$  为大于等于 0 的整数; 所述基站根据索引  $i$  及  $\delta$ , 从预设的第一级码本中查找到该一级码字, 然后根据该一级码字和索引  $j$  进行扩展运算得到该第一个二级码字, 根据该一级码字和索引  $j'$  进行扩展运算得到该第二个二级码字, 其中  $\delta = v/2$ 。

[0088] 本发明所述方法, 对于 LTE-A 等采用双极化天线配置且天线数大于等于 8 的系统, 通过反馈与当前信道状态匹配的一个或两个二级码字的索引信息, 保证了信道状态信息反馈的精度, 同时由于反馈的是单极化信道下码本的码字索引, 用一个或两个码字来构造双极化信道下的矩阵码字, 也不是直接反馈双极化信道下的矩阵码字的索引, 解决了反馈开销过大的问题。可以应用于 SU/MU 动态切换传输方式、MU-MIMO 传输方式等传输方式下的信道状态信息的获取。

## 附图说明

[0089] 图 1 是实施例一方法的流程图;

[0090] 图 2 是实施例二方法的流程图;

- [0091] 图 3 是实施例三方法的流程图；  
 [0092] 图 4 是实施例四方法的流程图；  
 [0093] 图 5 是实施例五方法的流程图。  
 [0094] 图 6 是实施例六方法的流程图。

### 具体实施方式

[0095] 为了获得更高的峰值频谱效率，LTE-A 系统中，下行需要支持 8 发射天线，双极化天线配置将成为主要方式。一方面，信道信息的反馈控制信令需要保持足够小的开销，所以需要考虑双极化天线的码本的形式；另一方面，信道信息的反馈信道状态信息需要考虑反馈精度，从而对 MU-MIMO 和 COMP 的更好的支持，保证新技术具有可以接受的性能，所以需要考虑多级码本结构。本发明综合两个方面，提出一种解决方案。

[0096] 在单极化信道条件下，UE 将测量得到的信道状态匹配到的码字的索引上报到基站，该码字可以是一个两级码本组的第二级码本中的码字，称为二级码字，该码字具有一级索引和二级索引。通常地，该两级码本组的第二级码本中的多个码字是根据第一级码本中的某个码字（称为一级码字）进行扩展运算得到的，该二级码字的一级索引同时是该第一级码本中该一级码字的索引。因此，在双极化信道条件下，可以通过反馈与当前信道状态匹配的一个（强相关信道条件下）或两个二级码字（弱相关信道条件下）的索引信息，保证了信道状态信息反馈的精度，同时由于反馈的是单极化信道下码本的码字索引，用一个或两个码字来构造双极化信道下的矩阵码字，反馈开销很小。

[0097] 实施例一

[0098] 本实施例针对采用双极化天线配置的八天线的系统，提出了一种基站获取信道状态信息的方法，如图 1 所示，该方法包括：

[0099] 步骤 11，用户设备（UE）将一个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站（在 LTE-A 中称为 eNB），该索引信息包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ， $i, j$  为大于等于 0 的整数；

[0100] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引，该二级码字可以由该一级码字进行扩展运算得到。在强相关信道条件下，可以用该一个二级码字来指示两个极化方向上的信道状态。

[0101] 步骤 12，所述基站根据收到的索引信息  $i, j$  和总层数信息  $v$ ，从预设的两级码本组的第二级码本中查找到该二级码字。

[0102] 该两级码本组包括一第一级码本和一第二级码本， $i$  为第一级码本中一级码字的索引，同时也是第二级码本中二级码字的第一索引， $j$  为第二级码本中码字的第二索引。基站和终端使用的码本和码字是事先约定好的。

[0103] 具体地，基站根据  $i, j$  和  $v$ ，通过查表的方式从预设的第二级码本中确定一个码字  $C_{Mat_{ij}}^{\delta}$ ， $C_{Mat_{ij}}^{\delta}$  是一个大小为  $N_t \times \delta$  的复数矩阵，其中， $N_t$  为正整数，表示基站的发射天线端口数； $\delta = v/2$ ，也是第一级和第二级码本中码字的索引； $i = 0, 1, \dots, 2^{NB_1} - 1$ ， $j = 0, 1, \dots, 2^{NB_2} - 1$ ， $NB_1, NB_2$  为大于 1 的整数， $NB_1$  是用二进制序列表示一级码字的索引需要的比特数， $NB_2$  是用二进制序列表示二级码字的索引需要的比特数， $NB_1 + NB_2$  是用二进制序列表示一级码字和二级码字的索引需要的比特数， $NB_1, NB_2$  可以结合精度需要和码本大小

进行设置。可以看出,本实施例需要的反馈开销与单极化条件相仿。

[0104] 以  $i$ 、 $j$  和  $\delta$  作为索引的第二级码本的示例如表 1 所示：

[0105] 表 1

[0106]

i	j	总层数			
		$\delta = 1$	$\delta = 2$	$\delta = 3$	$\delta = 4$
0	0	$\mathbf{CMat}_{00}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{00}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{00}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{00}^{\delta=4}$
	1	$\mathbf{CMat}_{01}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{01}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{01}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{01}^{\delta=4}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	$2^{NB_2} - 1$	$\mathbf{CMat}_{0(2^{NB_2}-1)}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{0(2^{NB_2}-1)}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{0(2^{NB_2}-1)}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{0(2^{NB_2}-1)}^{\delta=4}$
1	0	$\mathbf{CMat}_{10}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{10}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{10}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{10}^{\delta=4}$
	1	$\mathbf{CMat}_{11}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{11}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{11}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{11}^{\delta=4}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	$2^{NB_2} - 1$	$\mathbf{CMat}_{1(2^{NB_2}-1)}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{1(2^{NB_2}-1)}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{1(2^{NB_2}-1)}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{1(2^{NB_2}-1)}^{\delta=4}$
$\vdots$		$\vdots$			
$2^{NB_1} - 1$	0	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)0}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)0}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)0}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)0}^{\delta=4}$
	1	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)1}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)1}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)1}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)1}^{\delta=4}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	$2^{NB_2} - 1$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)(2^{NB_2}-1)}^{\delta=1}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)(2^{NB_2}-1)}^{\delta=2}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)(2^{NB_2}-1)}^{\delta=3}$	$\mathbf{CMat}_{(2^{NB_1}-1)(2^{NB_2}-1)}^{\delta=4}$

[0107] 表中,  $\delta = 1$  时,  $\mathbf{CMat}_{ij}^{\delta}$  大小为  $(N_t/2) \times 1$ 。  $N_t = 8$  时,  $\mathbf{CMat}_{ij}^{\delta}$  为  $4 \times 1$  的复数向量,  $N_t$  也可以取其他值, 如  $N_t = 16$ , 此时  $\mathbf{CMat}_{ij}^{\delta}$  为  $8 \times 1$  的复数向量。另上表中第二级码本中的码字, 对于某些  $i, j$  取值,  $\mathbf{CMat}_{ij}^{\delta}$  可以是缺省的, 即可能不使用。

[0108] 本实施例中, 基站还可以根据  $i$  和  $v$ , 通过查表的方式从预设的该两级码本组的第一级码本中查找到一个码字  $C_1(N_t, v, i)$ ,  $C_1(N_t, v, i)$  是第一级码本中  $\delta = v/2$  时对应的第  $i$  个码字,  $C_1(N_t, v, i)$  也是大小为  $N_t \times \delta$  的复数矩阵。第一级码本是已知的, 例如可以在协议中给出的码本, 具有如下形式：

$$[0109] \quad C_I(N_t, v=2, i) = \begin{bmatrix} w(i) & w(i) \\ -w(i) & w(i) \end{bmatrix}$$

$$[0110] \quad i = 0, 1, \dots, 2^{NB_1} - 1$$

[0111] 其中,  $w(i)$  为  $(N_t/2) \times 1$  复数矩阵。

[0112] 本实施例第二级码本中  $\delta = 1$  的码字可以是基于第一级码本中  $\delta = 1$  的码字和一已知码本, 进行实施例三中的旋转运算或压缩和旋转运算得到的; 也可以是基于第一级码本中  $\delta = 1$  的码字, 进行实施例四中的相位调整运算得到的; 也可以采用实施例五中的方式, 即基于第一级码本中  $\delta = 1$  的部分码字 (如适合于相关信道的部分码字) 和一已知码本, 进行旋转运算或压缩和旋转运算得到该第二级码本中  $\delta = 1$  的部分码字, 基于第一级码本中  $\delta = 1$  的其余码字 (如适合于非相关信道的部分码字), 进行相位调整运算得到该第二级码本中  $\delta = 1$  的其余码字。具体的运算方式将在下面的各个实施例中详细描述。第二级码本中的某些码字可以是缺省的。

[0113] 第二级码本中的码字  $\mathbf{CMat}_{ij}^{\delta}$  可以量化一个极化方向上的信道状态的, 系统采用双极化天线配置时, 为了反映双极化天线配置的信道状态, 基站可以利用该码字进一步构造出一矩阵码字。在发射天线端口数为  $N_t$ , 总层数  $v = 2$  时, 基站可通过下式构造出用于指示当前信道状态 (双极化信道) 的该矩阵码字:

$$[0114] \quad C_{II}(N_t = 8, v = 2, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & u(i, j) \\ -u(i, j) & u(i, j) \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0115] 或者

$$[0116] \quad C_{II}(N_t = 8, v = 2, i, j) = \begin{bmatrix} u(i, j) & 0 \\ 0 & u(i, j) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0117] 两式中:

$$[0118] \quad u(i, j) = \mathbf{CMat}_{ij}^{\delta=1}, i = 0, 1, \dots, 2^{NB_1} - 1, j = 0, 1, \dots, 2^{NB_2} - 1$$

[0119] 根据双极化信道的模型进行仿真和验证的结果, 式 (1) 较佳应用于双极化天线的角度为 45 度的情况, 式 (2) 较佳应用于双极化天线的角度为 0 度的情况, 该角度指双极化天线某一个极化方向与水平方向的夹角。

[0120] 本实施例也适用于采用双极化天线配置, 具有更多天线如 16 天线的系统, 同样可以采用上述 8 天线时查找码字的方法和用该码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0121] 实施例二

[0122] 本实施例针对采用双极化天线配置的八天线的系统, 提出了一种基站获取信道状态信息的方法, 如图 2 所示, 该方法包括:

[0123] 步骤 21, UE 将两个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站, 所述索引信息包括一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ , 以及另一个二级码字的索引  $i'$  和  $j'$ ;

[0124] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引, 该两个二级码字都是由该一级码字进行扩展运算得到, 可以在弱相关信道条件下, 分别指示两个极化方向上的信道状态。

[0125] 步骤 22,所述基站根据收到的  $i, j$  和  $v$ , 以及  $i, j'$  和  $v$  从预设的该两级码本组的第二级码本中各查找到一个二级码字。

[0126] 该两级码本组包括一第一级码本和一第二级码本,  $i$  为第一级码本中一级码字的索引, 同时也是第二级码本中该两个二级码字的第一索引,  $j$  为第二级码本中一个二级码字的第二索引,  $j'$  为第二级码本中另一个二级码字的第二索引。基站和终端使用的码本和码字是事先约定好的。

[0127] 具体地, 基站根据  $i, j', v$  从第二级码本中查找一个码字  $\text{CMat}_{ij'}^{\delta}$  与根据  $i, j, v$  从第二级码本中查找一个码字  $\text{CMat}_{ij}^{\delta}$  的方法是相同的, 只是因为  $j'$  的取值和  $j$  不同, 查找到的码字不同, 根据  $i, j, v$  从第二级码本中查找一个码字的方法与实施例一相同,  $\text{CMat}_{ij}^{\delta=1}$  和  $\text{CMat}_{ij'}^{\delta}$  均表示一个复数矩阵, 大小为  $(N_t/2) \times 1$ ,  $\delta = v/2$ 。本实施例中, 基站还可以根据  $i$  和  $v$ , 通过查表的方式从预设的该两级码本组的第一级码本中查找到一个码字  $C_1(N_t, v, i)$ , 同实施例一。

[0128] 基站查找到两个码字  $\text{CMat}_{ij}^{\delta}$  和  $\text{CMat}_{ij'}^{\delta}$  后, 在发射天线端口数为  $N_t$ , 总层数  $v = 2$  时, 可以通过下式之一构造出用于指示当前信道状态 (双极化信道) 的一矩阵码字:

$$[0129] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & u_2(i, j') \\ -u_1(i, j) & u_2(i, j') \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0130] 或者

$$[0131] \quad C_{II}(N_t, v, i, j, j') = \begin{bmatrix} u_1(i, j) & 0 \\ 0 & u_2(i, j') \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0132] 两式中,

$$[0133] \quad u_1(i, j) = \text{CMat}_{ij}^{\delta=1}, u_2(i, j') = \text{CMat}_{ij'}^{\delta=1}。$$

$$[0134] \quad i = 0, 1, \dots, 2^{NB_1} - 1, j = 0, 1, \dots, 2^{NB_2} - 1, j' = 0, 1, \dots, 2^{NB_2} - 1$$

[0135] 根据双极化信道的模型进行仿真和验证的结果, 式 (3) 较佳应用于双极化天线的角度为 45 度的情况, 第二种方式较佳应用于双极化天线的角度为 0 度的情况, 该角度指双极化天线某一个极化方向与水平方向的夹角。

[0136] 本实施例也适用于采用双极化天线配置, 具有更多天线如 16 天线的系统, 同样可以采用上述 8 天线时查找两个码字的方法和用该两个码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0137] 以下实施例三至五中, 基站是根据索引  $i$  和  $v$  先查找到一个一级码字, 然后再根据索引  $j$  对该一级码字进行扩展运算, 得到该第二码字的。用于对一级码字进行扩展运算得到第二码字的方法有很多, 以下实施例只是分别给出了扩展运算的一种方式, 并不是用于限制本发明。

[0138] 实施例三

[0139] 本实施例针对采用双极化天线配置的 8 天线的系统, 提出了一种基站获取信道状态信息的方法, 如图 3 所示, 该方法包括:

[0140] 步骤 31, 用户设备 (UE) 将一个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站 (在 LTE-A 中称为 eNB), 该索引信息包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大

于等于 0 的整数；

[0141] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引,该二级码字可以由该一级码字进行扩展运算得到。

[0142] 步骤 32,基站根据收到的  $i$  和  $v$  从预设的第一级码本中查找到一个一级码字,记为第一码字,根据  $j$  和  $v$  从一预设的已知码本中查找到一第三码字,用该第一码字对应的旋转矩阵对该第三码字或者对该第三码字压缩后得到的一第四码字进行旋转,得到一个二级码字,记为第二码字。

[0143] 需要说明的是,通过上述旋转运算或压缩和旋转运算,对第一级码本的码字进行了进一步的量化。在  $j$  取不同的值时,按本实施例计算出第一级码本中每个第一码字对应的第二码字,就可以组成该第一级码本对应的第二级码本。本实施例采用运算的方式可以节约用于保存第二级码本的存储资源。

[0144] 在一个示例中,上述预设的已知码本(记为码本 C)可以是该第一级码本(记为码本 A),也可以是协议给定的其它码本。根据  $j$  和  $v$  从码本 C 查找到的第三码字记为  $CWC(j)$ , $CWC(j)$  是码本 C 中  $\delta = v/2$  时对应的  $N_{B_c}$  个码字中的第  $j$  个码字,本实施例中  $v = 2$ 。先对  $CWC(j)$  进行的压缩得到第四码字(记为  $CWB(j)$ )的运算通过以下公式描述:

$$[0145] \quad CWB(j) = \text{MatCmprs}(j) \cdot CWC(j) \quad (5)$$

[0146] 其中, $j = 0, 1, \dots, 2^{NB_c} - 1$ ,  $N_{B_c}$  为大于 1 的正整数,可以根据精度设置;压缩矩阵  $\text{MatCmprs}(i)$  是一个对角阵,大小为  $N_t \times N_t$ ,  $N_t$  为正整数,表示基站的发射天线端口数。

[0147] 其中:

[0148]

$$\text{MatCmprs}(j) = \begin{bmatrix} \sqrt{1 - \alpha^2 (1 - \beta^2)} / \beta & & & \\ & \alpha & & \\ & & \ddots & \\ & & & \alpha \end{bmatrix}$$

[0149]  $\alpha$  是一个常数,表示压缩率,即一个码本空间的压缩程度,是一个正实数, $0 \leq \alpha \leq 1$ ;  $\beta$  表示码字  $CWC(j)$  的第一个元素的绝对值。需要说明的是,压缩矩阵  $\text{MatCmprs}(i)$  并不局限于上述给出的具体形式,也可以采用其他形式的矩阵。

[0150] 进一步地,对第四码字  $CWB(j)$  进行旋转得到第二码字(记为  $\text{CMat}_{ij}^{\delta=1}$ ),该旋转运算通过以下公式描述:

$$[0151] \quad \text{CMat}_{ij}^{\delta=1} = \text{MatRot}(i) \cdot CWB(j) \quad (6)$$

[0152] 其中, $i = 0, 1, \dots, 2^{NB_1} - 1$ ,  $j = 0, 1, \dots, 2^{NB_c} - 1$ ,  $N_{B_1}$  和  $N_{B_c}$  为大于 1 的整数,  $N_{B_1}$  表示第一级码本中码字的数目,  $N_{B_c}$  表示码本 C 中码字的数目;旋转矩阵  $\text{MatRot}(i)$  是  $CW1(i)$  的一个函数,例如: $\text{MatRot}(i)$  可以是根据  $CW1(i)$  得到的酉矩阵  $[CW1(i) \quad 0_{CW1(i)}^\perp]$  或者酉矩阵  $[\text{conj}(CW1(i)) \quad 0_{CW1(i)}^\perp]$ ,  $\text{conj}(CW1(i))$  表示对  $CW1(i)$  取共轭,  $0_{CW1(i)}^\perp$  表示与  $CW1(i)$  正交的  $N_t - 1$  个列矢量,  $N_t$  为正整数,表示基站的发射天线端口数。

[0153]  $\delta = 1$  时,  $CW1(i)$  为一列,  $\text{MatRot}(i) = \text{HH}(\eta - CW1(i))$ 。HH 表示 Household 变换,  $\mathbf{h}$  为  $[1 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ 。旋转运算可以将一码本 B 中的码字旋转到码本 A 中码字的周围,对其反映的信道状态进一步进行量化。需要说明的是,旋转矩阵  $\text{MatRot}(i)$  并不局限于上述给



出的具体形式,也可以采用其他根据  $CW1(i)$  变换得到的矩阵。

[0154] 对  $i, j, \delta = 1$  的每一种取值组合,根据对应的  $CWC(j)$  和  $CW1(i)$  实施上述压缩和旋转运算,都可以得到一个  $CMat_{ij}^{\delta=1}$ ,  $CMat_{ij}^{\delta=1}$  大小为  $\frac{N_t}{2} \times 1$ , 这些  $CMat_{ij}^{\delta=1}$  就可以组成该第一级码本对应的第二级码本中  $\delta = 1$  的码字。

[0155] 在另一个示例中,对码本 C 中每一个码字进行上述压缩运算,得到的码字组成的码本记为码本 B,码本 B 作为上述预设的已知码本在基站中保存,这样得到与上述示例的一个变例,即基站根据  $j$  和  $v$  从码本 B 中查找到的第三码字为码本 B 中  $\delta = 1$  的码字  $CWB(j)$ ,之后,只需要对该第三码字  $CWB(j)$  进行旋转运算就可以得到第二码字  $CMat_{ij}^{\delta=1}$  了,不需要再进行压缩运算。同样地,在该示例中,对  $i, j, \delta = 1$  的每一种取值组合,根据对应的  $CWB(j)$  和  $CW1(i)$  实施上述旋转运算,都可以得到一个  $CMat_{ij}^{\delta=1}$ , 这些  $CMat_{ij}^{\delta=1}$  就可以组成该第一级码本对应的第二级码本中  $\delta = 1$  的码字。

[0156] 本实施例中,基站可以利用得到的第二码字进一步构造出一矩阵码字。在发射天线端口数为  $N_t$ , 总层数  $v = 2$  时,基站构造该矩阵码字的方式与实施例一相同,这里不再赘述。

[0157] 本实施例也适用于采用双极化天线配置,具有更多天线如 16 天线的系统,同样可以采用上述 8 天线时通过查找和计算得到第二码字以及用该码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0158] 需要指出,本实施例给出了通过对一个已知码本进行先压缩后旋转(或旋转)的方式得到第二码字的方法,但本发明还可以对一个已知码本进行先旋转后压缩的方式得到上述第二码字。

[0159] 实施例四

[0160] 本实施例针对采用双极化天线配置的 8 天线的系统,提出了一种基站获取信道状态信息的方法,如图 4 所示,该方法包括:

[0161] 步骤 41, 用户设备 (UE) 将一个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站(在 LTE-A 中称为 eNB), 该索引信息包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

[0162] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引,该二级码字可以由该一级码字进行扩展运算得到。

[0163] 步骤 42, 基站根据收到的  $i$  和  $v$  从预设的第一级码本中查找到一个一级码字,记为第一码字,将  $j$  的值代入以  $j$  为参数的一相位调整矩阵后,将该相位调整矩阵与该第一码字相乘,得到一个二级码字,称为第二码字。

[0164] 在  $j$  取不同的值时,按本实施例的相位调整运算方法计算出第一级码本中每个第一码字对应的第二码字,也可以组成该第一级码本对应的第二级码本,采用计算的方式可以节约用于保存第二级码本的存储资源。

[0165] 将根据  $i$  和  $v$  从第一级码本中查找到的第一码字记为  $CW1(i)$ , 该码字的另一索引  $\delta = v/2$ , 本实施例中  $v = 2$ 。对第一码字  $CW1(i)$  的各个元素进行相位调整得到第二码字(记为  $CMat_{ij}^{\delta=1}$ ), 该相位调整运算通过以下公式描述:

$$[0166] \quad \mathbf{CMat}_{ij}^{\delta=1} = \mathbf{MatPhsAdj}(j) \cdot \mathbf{CW1}(i) \quad (7)$$

[0167] 其中,  $i=0,1,\dots,2^{NB_1}-1, j=0,1,\dots,2^{NB_2}-1$ ,  $NB_1, NB_2$  为大于 1 的整数,  $NB_1$  表示第一级码本中  $\delta$  相同的码字的数目,  $NB_2$  可以结合精度需要和码本大小进行设置。

[0168] 相位调整矩阵  $\text{MatPhsAdj}(j)$  为对角阵:

[0169]

$$\text{MatPhsAdj}(j) = \begin{bmatrix} \exp((-1)^{1/2} \cdot \gamma_{0j}) & & & \\ & \exp((-1)^{1/2} \cdot \gamma_{1j}) & & \\ & & \ddots & \\ & & & \exp((-1)^{1/2} \cdot \gamma_{N_T j}) \end{bmatrix}$$

[0170] 其中,  $\gamma_{0j}, \gamma_{1j}, \dots, \gamma_{N_T j}$  是分别对应于  $\text{CW1}(i)$  的第 1 到  $N_T$  个元素的调整相位, 在  $[0, 2\pi]$  或  $[-\pi, +\pi]$  取值。例如, 可以取  $\gamma_{kj} = (k+1) \cdot \theta_j$ , 其中  $k=0, 1, \dots, N_T$ ,  $\theta_j$  是一个相位取值, 可以在 0 到  $\pi/2$  之间或者  $-\pi/4$  到  $+\pi/4$  之间取值,  $j=0, 1, \dots, 2^{NB_2}-1$ ,  $NB_2$  是大于 1 的正整数。相位调整运算可以对第一级码本中的码字反映的信道状态进一步进行量化。需要说明的是, 相位调整矩阵  $\text{MatPhsAdj}(j)$  并不局限于上述给出的具体形式, 也可以采用其他以  $j$  为参数的矩阵。

[0171] 对  $i, j, \delta=1$  的每一种取值组合, 根据对应的  $\text{CW1}(i)$  实施上述相位调整运算, 都可以得到一个  $\text{CMat}_{ij}^{\delta=1}$ ,  $\text{CMat}_{ij}^{\delta=1}$  大小为  $\frac{N}{2} \times 1$ , 这些  $\text{CMat}_{ij}^{\delta=1}$  就可以组成该第一级码本对应的第二级码本中  $\delta=1$  的码字。

[0172] 本实施例中, 基站可以利用得到的第二码字进一步构造出一矩阵码字。在发射天线端口数为  $N_T$ , 总层数  $v=2$  时, 基站构造该矩阵码字的方式与实施例一相同, 这里不再赘述。

[0173] 本实施例也适用于采用双极化天线配置, 具有更多天线如 16 天线的系统, 同样可以采用上述 8 天线时通过查找和计算得到第二码字以及用该码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0174] 实施例五

[0175] 本实施例针对采用双极化天线配置的 8 天线的系统, 提出了一种基站获取信道状态信息的方法, 如图 5 所示, 该方法包括:

[0176] 步骤 51, 用户设备 (UE) 将一个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站 (在 LTE-A 中称为 eNB), 该索引信息包括该二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,  $i, j$  为大于等于 0 的整数;

[0177] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引, 该二级码字可以由该一级码字进行扩展运算得到。

[0178] 步骤 52, 基站根据收到的  $i$  和  $v$  从预设的第一级码本中查找到一个一级码字, 记为第一码字, 根据该  $i$  的值选择以下两种运算方式中的一种得到一个二级码字, 记为第二码字:

[0179] 第一种, 根据  $j$  和  $v$  从一预设的已知码本中查找到一第三码字, 用该第一码字对应的旋转矩阵对该第三码字或者对该第三码字压缩后得到的一第四码字进行旋转, 得到该第二码字。

[0180] 该运算方式的具体算法已在实施例三中详细说明, 这里不再重复。针对该运算方

式对应的每一个  $i$  值,取不同的  $j$  值做上述旋转运算或压缩和旋转运算,就可以得到该第一级码本对应的第二级码本中  $\delta = 1$  的部分码字。其中的部分码字可以是缺省的。

[0181] 第二种,将  $j$  的值代入以  $j$  为参数的一预设的相位调整矩阵后,将该相位调整矩阵与该第一码字相乘,得到该第二码字。

[0182] 该运算方式的具体算法已在实施例四中详细说明,这里不再重复。针对该运算方式对应的每一个  $i$  值,取不同的  $j$  值做上述旋转运算或压缩和旋转运算,就可以得到该第一级码本对应的第二级码本中  $\delta = 1$  的另一部分码字。其中的部分码字可以是缺省的。 $i$  值与运算方式的对应关系由 UE 和基站约定即可。一种方式是约定适合于相关信道的部分码字用相位调整运算来扩展,适合于非相关信道的码字用旋转和压缩运算来扩展,适合与哪种信道可以依据仿真的结果来确定。

[0183] 下面给出一个应用示例。

[0184] 第一级码本是 Re1-8 码本,第二级码本中的码字是通过对该第一级码本中的码字进行运算后扩展得到的。两种不同形式的扩展用于提高不同类型信道的反馈精度。

[0185] 对于 R8 码本的前 8 个码字是 DFT 码字,它们适合于相关信道。因此在  $i = 0, 1, 2, \dots, 7$  时,进行以下的相位调整运算:

$$[0186] \quad CW2(i, j) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \exp((-1)^{1/2} \frac{\pi(2j-5)}{32}) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \exp((-1)^{1/2} \frac{2\pi(2j-5)}{32}) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \exp((-1)^{1/2} \frac{3\pi(2j-5)}{32}) \end{bmatrix} CW1(i)$$

[0187] 其中  $j = 0, 1, 2, 3$ ,对  $i$  在  $0 \sim 7$  的每一个取值运算后,就基于 Re1-8 码本  $\delta = 1$  的前 8 个码字扩展得到了第二级码本中  $\delta = 1$  的部分码字。

[0188] 对于 Re1-8 码本  $\delta = 1$  的后 8 个码字,它们适合于非相关信道。因此在  $i = 8, 9, \dots, 15$  时,通过以下的压缩和旋转运算得到第二码字:

$$[0189] \quad CW2(i, j) = MatRot(j) \begin{bmatrix} \sqrt{1-\alpha^2(1-\beta^2)}/\beta & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha \end{bmatrix} \cdot CW1(i)$$

[0190] 其中,  $j = 0, 1, 2, 3$ ,对于 UMi 信道,  $\alpha = 0.5$ ,对于 3GPP Case1 信道,  $\alpha = 0.2$ 。对  $i$  在  $8 \sim 15$  的每一个取值运算后,就基于 Re1-8 码本  $\delta = 1$  的后 8 个码字扩展得到了第二级码本中  $\delta = 1$  的其余部分码字。

[0191] 本实施例中,基站可以利用得到的第二码字进一步构造出一矩阵码字。在发射天线端口数为  $N_T$ ,总层数  $v = 2$  时,基站构造该矩阵码字的方式与实施例一相同,这里不再赘述。

[0192] 本实施例也适用于采用双极化天线配置,具有更多天线如 16 天线的系统,同样可以采用上述 8 天线时通过查找和计算得到第二码字以及用该码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0193] 实施例六

[0194] 本实施例针对采用双极化天线配置的 8 天线的系统,提出了一种基站获取信道状态信息的方法,如图 6 所示,该方法包括:

[0195] 步骤 61, UE 将两个二级码字的索引信息和总层数信息  $v$  上报给基站,所述索引信息包括一个二级码字的一级索引  $i$  和二级索引  $j$ ,以及另一个二级码字的索引  $i$  和  $j'$ ;

[0196] 上述一级索引  $i$  同时也是一个第一级码本中一级码字的索引,该两个二级码字都是由该一级码字进行扩展运算得到,当然可以是将运算结果保存为二级码字,UE 并不需要进行该运算,其他实施例同。

[0197] 步骤 62,基站根据收到的  $i$  和  $v$  从预设的该第一级码本中查找到一个一级码字,记为第一码字,基于该第一码字和  $j$  运算得到一第二码字,基于该第一码字和  $j'$  运算得到另一第二码字,两个第二码字均为二级码字。

[0198] 基站可以采用实施例三或实施例四或实施例五中的方法,基于该第一码字和  $j$  运算得到一第二码字,采用相同的方法基于该第一码字和  $j'$  运算得到另一第二码字,只是  $j$  和  $j'$  的取值不同,运算得到的第二码字不同。

[0199] 本实施例中,基站可以利用得到的两个第二码字进一步构造出一矩阵码字。在发射天线端口数为  $N_T$ ,总层数  $v = 2$  时,基站构造该矩阵码字的方式与实施例二相同,这里不再赘述。

[0200] 本实施例也适用于采用双极化天线配置,具有更多天线如 16 天线的系统,同样可以采用上述 8 天线时通过查找和计算得到第二码字以及用该码字构造出适于双极化天线配置的矩阵码字的方法。

[0201] 实施例七

[0202] 为了说明本发明的应用场景,下面描述一下单用户 MIMO 和多用户 MIMO 动态切换传输模式的一般处理过程,如图 1 所示,包括:

[0203] 步骤一, eNB 向用户终端 UE 发送下行信道信息导频参考信息,用于用户终端测试下行信道状态;

[0204] 步骤二, UE 根据接收到的导频信息进行下行信道估计;

[0205] 步骤三, UE 确定反馈信道状态信息的格式,包括码字的索引信息和总层数信息;

[0206] UE 可以遍历预设的码本中的二级码字(也可以采用运算的方式生成第二级码本的码字),与测量得到的下行信道信息比较,选择最接近二级码字,并该二级码字的索引作为 PMI 反馈给 eNB。对一级码字也可以同样做此处理。

[0207] 二级码字的索引信息可以包括  $i, j, i, j$  的含义同实施例一或实施例三(实施例四或实施例五中  $j$  的含义同实施例三);或者,该二级码字的索引信息可以包括  $i, j, j', i, j, j'$  的含义同实施例二或实施例六。

[0208] 步骤四, UE 将包含索引信息和总层数信息的信道状态信息上报给 eNB,信道状态信息还可以包含 CQI 信息等;

[0209] 步骤五, eNB 根据上报的信道状态信息,获得指示当前信道状态的矩阵码字, eNB 参考获得的码字对 UE 进行调度,选择下行传输方式与 UE 进行通信。

[0210] 基站可以采用实施例一至六的方法来确定上述矩阵码字。

[0211] 下行传输方式包括以下一种:SU-MIMO 传输模式、MU-MIMO 传输模式和 SU/MU 动态切换传输模式等,在采用与 MU-MIMO 相关的传输方式下,基站都可以采用上述实施例的来

获取信道状态信息。

[0212] 采用本发明所述方法能够实现为 MU-MIMO 系统提供具有足够精度的信道状态信息。

[0213] 需要说明的是,如果不冲突,本发明实施例以及实施例中的各个特征可以相互结合,均在本发明的保护范围之内。另外,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

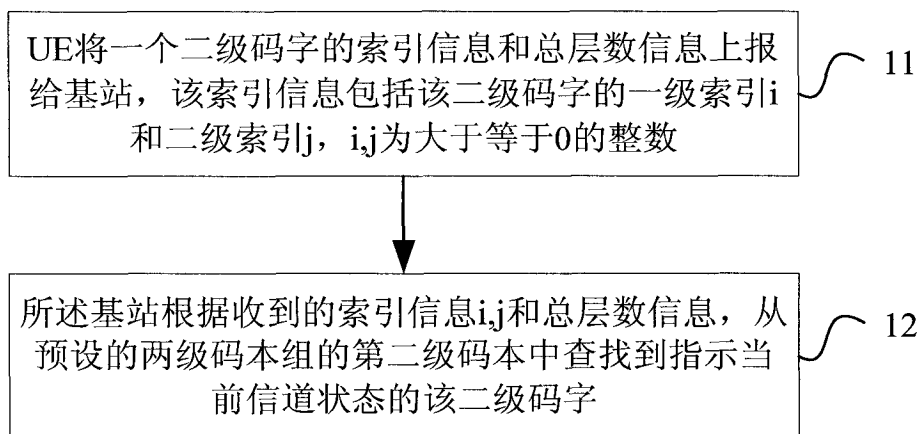


图 1

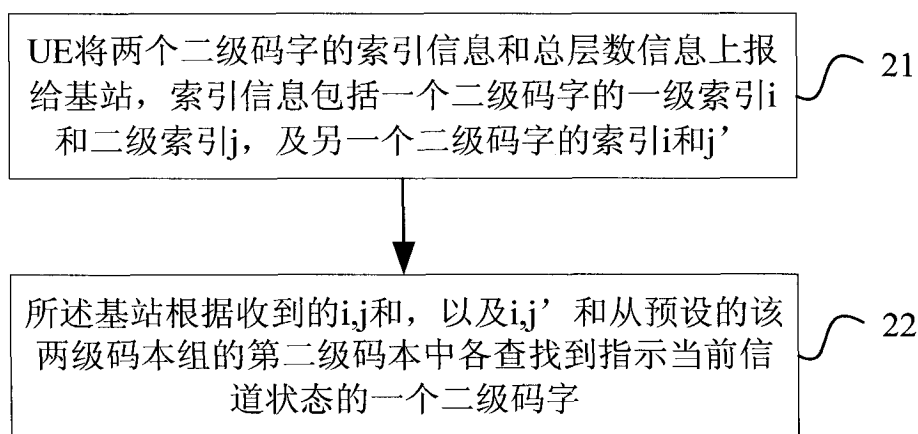


图 2

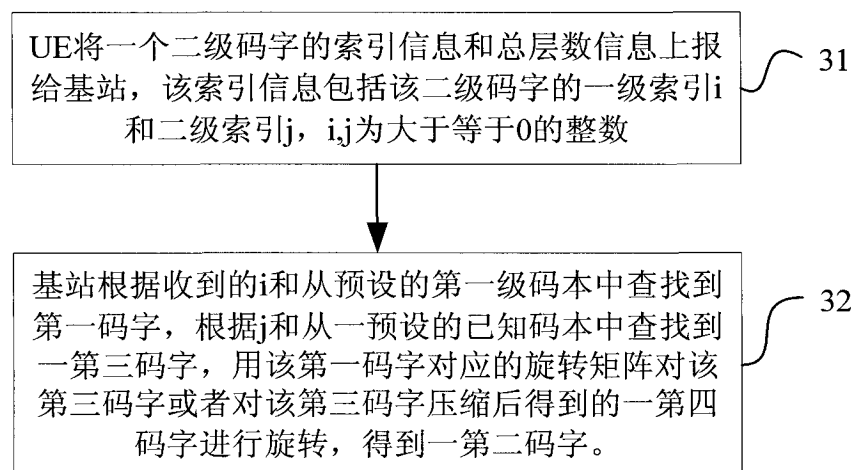


图 3

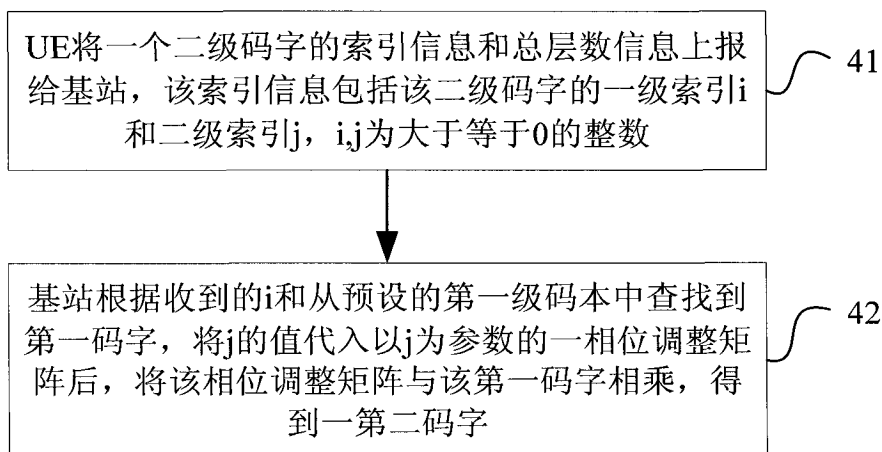


图 4

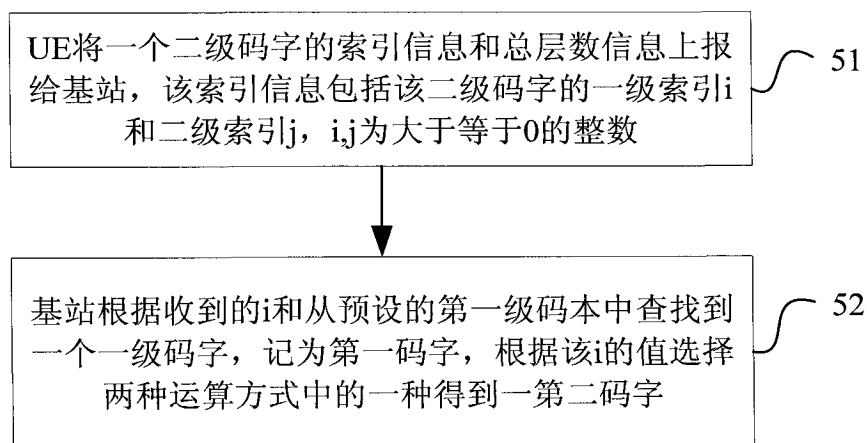


图 5

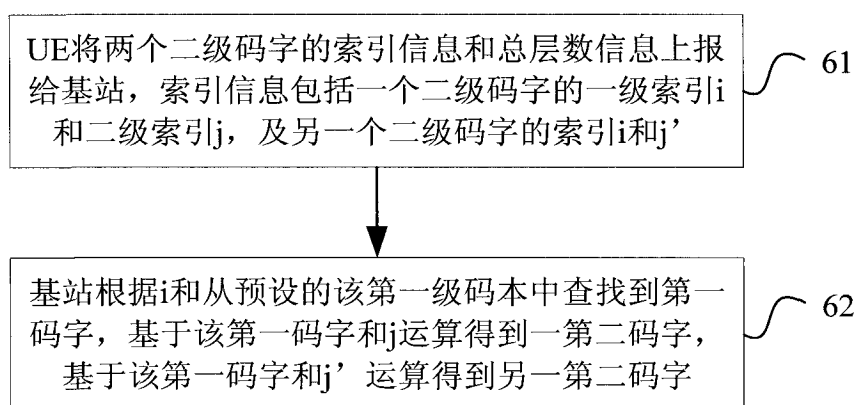


图 6