



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102104942 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 19

(21) 申请号 200910261639. 4

CN 101515845 A, 2009. 08. 26,

(22) 申请日 2009. 12. 18

审查员 姚刚

(73) 专利权人 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 郭森宝 彭爱华 魏民

(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 田红娟 龙洪

(51) Int. Cl.

H04W 52/08 (2009. 01)

H04W 52/10 (2009. 01)

H04W 52/24 (2009. 01)

H04B 7/06 (2006. 01)

H04L 1/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101562503 A, 2009. 10. 21,

WO 2007/094786 A1, 2007. 08. 23,

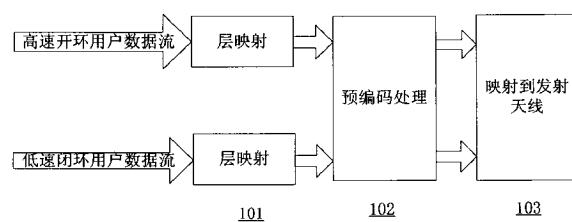
权利要求书4页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

小区满负载情况下次优多用户复用方法及发
射装置

(57) 摘要

本发明涉及一种小区满负载情况下次优多用
户复用方法及发射装置,该方法包括:发射装置
对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行
层映射;发射装置对层映射后的开环用户和闭环
用户的层数据矩阵按照本发明发射矩阵进行预编
码处理;发射装置将预编码处理后的层数据矩阵
映射到若干个发射天线上并发送。本发明小区满
负载情况下次优多用户复用方法及发射装置可以
提高频谱利用率。



1. 一种小区满负载情况下次优多用户复用方法,其特征在于,该方法包括:

发射装置对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射;

发射装置对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理;

发射装置将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上并发送;

进行预编码处理的过程具体包括:

计算预编码矩阵 W_1 和 W_2 ,其中所述 W_2 是闭环用户的信道矩阵 H_i 的零空间空间矢量,所述 W_1 保证闭环用户的信干噪比(SINR)为最大值;

将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,4发射天线,闭环用户的数据流映射到1层的情况下,所述发射矩阵为:

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix},$$

其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,4发射天线,闭环用户的数据流映射到2层的情况下,所述发射矩阵为:

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix},$$

其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:8发射天线,闭环用户的数据流映射到1层的情况下,开环用户的数据流映射到2层时,所述发射矩阵为:

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

开环用户的数据流映射到4层时,所述发射矩阵为:

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix};$$

其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 :8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 2 层的情况下, 开环用户映射到 2 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

开环用户映射到 4 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 & u_5 & u_7 \\ u_2 & u_4 & u_6 & u_8 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 :8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 3 层, 开环用户的数据流映射到 2 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_4 \\ u_2 & u_5 \\ u_3 & u_6 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

开环用户的 data 流映射到 4 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_4 & u_7 & u_{10} \\ u_2 & u_5 & u_8 & u_{11} \\ u_3 & u_6 & u_9 & u_{12} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 :8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 4 层的情况下, 开环用户映射到 2 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_5 \\ u_2 & u_6 \\ u_3 & u_7 \\ u_4 & u_8 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

开环用户映射到 4 层时, 所述发射矩阵为 :

$$[W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_5 & u_9 & u_{13} \\ u_2 & u_6 & u_{10} & u_{14} \\ u_3 & u_7 & u_{11} & u_{15} \\ u_4 & u_8 & u_{12} & u_{16} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 : 发射天线数为 N_T 的情况下采用 4 发射天线或 8 发射天线时的方法, 或采用下列发射矩阵 :

$$[W_1, W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & \cdots & u_{n-3} & u_{n-2} & u_{n-1} & u_n \\ u_{n+1} & u_{n+2} & u_{n+3} & u_{n+4} & \cdots & u_{2n-3} & u_{2n-2} & u_{2n-1} & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{Nn-n+1} & u_{Nn-n+2} & u_{Nn-n+3} & u_{Nn-n+4} & \cdots & u_{Nn-3} & u_{Nn-2} & u_{Nn-1} & u_{Nn} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 & \cdots & S_{m-3} & S_{m-2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 & \cdots & 0 & 0 & S_{m-1} & S_m \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 & \cdots & -S_{m-2}^* & S_{m-3}^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* & \cdots & 0 & 0 & -S_m^* & S_{m-1}^* \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & -S_{Mm-m+4}^* & S_{Mm-m+3}^* & \cdots & 0 & 0 & -S_{Mm}^* & -S_{Mm-1}^* \end{bmatrix}$$

其中, u 为闭环用户数据, S 为开环用户数据, S^* 为 S 的共轭, $-S^*$ 为 S 的共轭的相反数, 闭环用户为 N 层, 开环用户为 M 层, 且 $N+M \leq N_T$, $N_T > 8$ 。

9. 一种发射装置, 其特征在于, 该装置包括 :

数据流处理模块, 用于对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射;

发射预编码模块, 与所述数据流处理模块连接, 用于对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理;

发射天线映射模块, 与所述预编码模块连接, 用于将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上;

发射天线, 与所述发射天线映射模块连接, 用于发送数据;

所述预编码模块具体包括：

预编码矩阵获取子模块，用于获取预编码矩阵 W_1 和 W_2 ，其中所述 W_2 是闭环用户的信道矩阵 H_1 的零空间空间矢量，所述 W_1 保证闭环用户的信干噪比(SINR)为最大值；

预编码矩阵处理子模块，与所述预编码矩阵获取子模块连接，用于将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

小区满负载情况下次优多用户复用方法及发射装置

技术领域

[0001] 本发明涉及长期演进高级系统 (Long term evolution advanced system, 简称 LTE-Advanced) , 具体地说, 是涉及 LTE-Advanced 系统小区满负载情况下次优多用户复用方法及发射装置。

背景技术

[0002] 在 LTE(长期演进计划) 系统中, 下行定义了发射天线为 2 天线时的分集方式为 SFBC(空频编码), 编码矩阵如式 1 所示 ;4 天线的分集方式为 SFBC+FSTD(频率切换分集) 编码矩阵为式 2 所示。

$$\begin{array}{ll} \text{频率1} & \begin{matrix} \text{天线1} & \text{天线2} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{matrix} \\ \text{频率2} & \end{array} \quad \text{式 1}$$

$$\begin{array}{ll} \text{频率1} & \begin{matrix} \text{天线1} & \text{天线2} & \text{天线3} & \text{天线4} \\ S_1 & 0 & -S_2^* & 0 \\ S_2 & 0 & S_1^* & 0 \\ 0 & S_3 & 0 & -S_4^* \\ 0 & S_4 & 0 & S_3^* \end{matrix} \\ \text{频率2} & \\ \text{频率3} & \\ \text{频率4} & \end{array} \quad \text{式 2}$$

[0005] 在 LTE 现有的标准版本中, 只有在开环情况下的发射分集和闭环情况下的多用户复用, 也就是说但凡在开环的情况下就不存在用户的复用情况, 分集用户单独占用一定的资源, 复用只考虑在信道条件较好, 低速移动的用户之间的复用。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种小区满负载情况下次优多用户复用方法及发射装置, 以提高频谱利用率。

[0007] 为解决以上技术问题, 本发明提供了一种小区满负载情况下次优多用户复用方法, 该方法包括 :

[0008] 发射装置对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射 ;

[0009] 发射装置对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理 ;

[0010] 发射装置将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上并发送。

[0011] 进一步地, 进行预编码处理的过程具体包括 :

[0012] 计算预编码矩阵 W_1 和 W_2 , 其中所述 W_2 是闭环用户的信道矩阵 H_1 的零空间空间矢量, 所述 W_1 保证闭环用户的信干噪比 (SINR) 为最大值 ;

[0013] 将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

[0014] 进一步地,4 发射天线,闭环用户的数据流映射到 1 层的情况下,所述发射矩阵为:

$$[0015] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix},$$

[0016] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0017] 进一步地,4 发射天线,闭环用户的数据流映射到 2 层的情况下,所述发射矩阵为:

$$[0018] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix},$$

[0019] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0020] 进一步地,8 发射天线,闭环用户的数据流映射到 1 层的情况下,开环用户的数据流映射到 2 层时,所述发射矩阵为:

$$[0021] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

[0022] 开环用户的数流映射到 4 层时,所述发射矩阵为:

$$[0023] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix};$$

[0024] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0025] 进一步地,8 发射天线,闭环用户的数据流映射到 2 层的情况下,开环用户映射到 2 层时,所述发射矩阵为:

$$[0026] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

[0027] 开环用户映射到 4 层时,所述发射矩阵为:

$$[0028] [W_1 \ W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 & u_5 & u_7 \\ u_2 & u_4 & u_6 & u_8 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

[0029] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0030] 进一步地, 8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 3 层, 开环用户的数据流映射到 2 层时, 所述发射矩阵为:

$$[0031] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_4 \\ u_2 & u_5 \\ u_3 & u_6 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

[0032] 开环用户的数据流映射到 4 层时, 所述发射矩阵为:

$$[0033] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_4 & u_7 & u_{10} \\ u_2 & u_5 & u_8 & u_{11} \\ u_3 & u_6 & u_9 & u_{12} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

[0034] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0035] 进一步地, 8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 4 层的情况下, 开环用户映射到 2 层时, 所述发射矩阵为:

$$[0036] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_5 \\ u_2 & u_6 \\ u_3 & u_7 \\ u_4 & u_8 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix};$$

[0037] 开环用户映射到 4 层时, 所述发射矩阵为:

$$[0038] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_5 & u_9 & u_{13} \\ u_2 & u_6 & u_{10} & u_{14} \\ u_3 & u_7 & u_{11} & u_{15} \\ u_4 & u_8 & u_{12} & u_{16} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix},$$

[0039] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数。

[0040] 进一步地, 发射天线数为 N_T 情况下采用 4 发射天线或 8 发射天线时的方法, 或采

用下列发射矩阵：

$$[0041] \quad [W_1, W_2] = \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & \cdots & u_{n-3} & u_{n-2} & u_{n-1} & u_n \\ u_{n+1} & u_{n+2} & u_{n+3} & u_{n+4} & \cdots & u_{2n-3} & u_{2n-2} & u_{2n-1} & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{Nn-n+1} & u_{Nn-n+2} & u_{Nn-n+3} & u_{Nn-n+4} & \cdots & u_{Nn-3} & u_{Nn-2} & u_{Nn-1} & u_{Nn} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 & \cdots & S_{m-3} & S_{m-2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 & \cdots & 0 & 0 & S_{m-1} & S_m \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 & \cdots & -S_{m-2}^* & S_{m-3}^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* & \cdots & 0 & 0 & -S_m^* & S_{m-1}^* \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & -S_{Mm-m+4}^* & S_{Mm-m+3}^* & \cdots & 0 & 0 & -S_{Mm}^* & -S_{Mm-1}^* \end{bmatrix}$$

[0042] 其中， u 为闭环用户数据， S 为开环用户数据， S^* 为 S 的共轭， $-S^*$ 为 S 的共轭的相反数，闭环用户为 N 层，开环用户为 M 层，且 $N+M \leq M_T, N_T > 8$ 。

[0043] 为解决以上技术问题，本发明还提供一种发射装置，该装置包括：

[0044] 数据流处理模块，用于对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射；

[0045] 发射预编码模块，与所述数据流处理模块连接，用于对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理；

[0046] 发射天线映射模块，与所述预编码模块连接，用于将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上；

[0047] 发射天线，与所述发射天线映射模块连接，用于发送数据。

[0048] 进一步地，所述预编码模块具体包括：

[0049] 预编码矩阵获取子模块，用于获取预编码矩阵 W_1 和 W_2 ，其中所述 W_2 是闭环用户的信道矩阵 H_1 的零空间空间矢量，所述 W_1 保证闭环用户的信干噪比 (SINR) 为最大值；

[0050] 预编码矩阵处理子模块，与所述预编码矩阵获取子模块连接，用于将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

[0051] 在小区的满负载情况下采用本发明方法把开环高速用户和闭环低速用户复用在一起，可以提高频谱利用率，而由于采用本发明发射矩阵进行预编码处理，在发射端可以较好的减少多用户之间的干扰，其性能优于完全不合适的两个闭环用户之间的复用。因此本发明方法是特定场景下采用的次优方案。

附图说明

[0052] 图 1 是本发明多用户复用方法的示意图。

[0053] 图 2 是本发明发射装置的模块结构示意图。

具体实施方式

[0054] 本发明小区满负载情况下次优多用户复用方法及发射装置的主要思想是将开环用户和闭环用户数据复用，从而在小区负载较大（频谱资源紧张或饱和）的情况下获得更好的频谱利用率。

[0055] 当小区负载处在满负荷或者是小区资源利用已经达到饱和的情况下，这时就需要

考虑多用户复用的情况,但是现有 LTE 在这种情况下复用的多用户一般只限制的闭环多用户之间进行复用,而不考虑开环用户和闭环用户的复用。本发明在现有 LTE 中的发送复用方案的基础上增加了新的发送方案,即将开环用户和闭环用户利用本发明的预编码方法进行复用以充分利用小区资源。通常由于用户移动速度高而使得信道是快变的,从而导致反馈的内容无法正确反应高速用户当前的信道,产生反馈无效、反馈误差大等问题。对于这种用户为了获得较好的接收性能而采用了开环分集的发送方式,而且都是资源独占的。在小区满负荷时,当闭环(低速)用户已经没有合适配对的情况下,采用本发明方法在闭环用户和开环用户之间的配对复用,也可以在小区负载很大的情况下有效提高频谱利用率。

[0056] 因为闭环用户是满速率发送,干扰对其造成的影响较大,为了使得闭环用户在高秩的情况下获得较好的性能,要利用发明的预编码技术来避免开环用户会对闭环用户造成干扰。开环用户可以使用发送分集增益来减少闭环用户对其干扰,而且由于高速用户信道快变性,所以长期统计对高速开环用户的性能影响不是很大,且保证了对闭环用户的性能影响不大。

[0057] 采用天线和频率切换技术可以进一步避免这种性能的降低,并且开环用户可以通过长期的统计,利用计算波达角(AOA, Angle of Arrival)来寻找最优的低速用户进行配对,从而获得更好的性能。

[0058] 本发明通过选择最佳的预编码矢量使得分集性能得到进一步的增强。即在分集的情况下利用发明的预编码方法来消除用户之间的干扰。因此本发明将结合预编码开环发射分集和闭环复用,设计 LTE-Advanced 系统的分集和波束成形多用户复用方法。

[0059] 如图 1 所示,本发明小区满负载情况下次优多用户复用方法包括:

[0060] 步骤 101:发射装置对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射;

[0061] 在基站端每种用户分别有 M1 和 M2 个流(对于 LTE-A 可以有多个流,一个用户可以有多个流),总共由 M1+M2 个流来进行发射,前 M1 个流为高速的开环用户流,后 M2 个流为低速的闭环用户流,开环高速用户流经过信道编码、速率匹配、调制等过程变为符号级的用户流,然后通过层映射把数据流映射到不同的层上,这里对于高速开环用户的流可以分别进行 2 层和 4 层的映射。同时闭环低速用户流经过信道编码、速率匹配、调制等过程变为符号级的用户流,然后通过层映射把数据流映射到不同的层上,这里对于低速闭环用户的流可以分别进行 1、2、3、4 层的映射。

[0062] 步骤 102:发射装置对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理;

[0063] 进行预编码处理的过程具体包括:

[0064] A:计算预编码矩阵 W₁ 和 W₂,其中所述 W₂ 是闭环用户的信道矩阵 H₁ 的零空间空间矢量,W₁ 保证闭环用户的 SINR 为最大值;

[0065] 预编码矩阵 W₁ 可根据特征值分解方法计算,但要保证其信干噪比(SINR, Signal to Interference Noise Ratio)为最大值。

[0066] 预编码矩阵 W₂ 有多种计算方法,比如基于块对角化(BD, BlockDiagnolization)等算法,还可以根据以下公式来计算预编码矩阵 W₂:

$$W_2 = (I - H_1^* H_1) D \quad (1)$$

[0068] H₁ 是基站到闭环用户的信道矩阵,也就是信道从基站到闭环用户的衰落矩阵。H₁

可以由闭环用户反馈给基站,也可以基站利用上下行的互易性来获得。

[0069] B : 将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

[0070] 将以上计算所得的预编码矩阵 W_1 和 W_2 用于发射矩阵后,可以消除开环用户对闭环用户的干扰。这是因为 W_2 是 H_1 的零空间矢量,保证了 $H_1 W_2 = 0$,从而消除了多用户之间的干扰。

[0071] 步骤 103 : 发射装置将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上并发送。

[0072] 将经过预编码的不同层的数据进行资源映射和天线映射把多用户的数据映射到天线上发送。

[0073] 一般来说,找到两个可以很好配对的闭环用户复用是最优的,而在某些情况下找不到这种配对,但小区的满负载情况下要求提高频谱利用率,这时采用本发明方法把开环高速用户和闭环低速用户复用在一起,可以提高频谱利用率,而由于采用本发明发射矩阵进行预编码处理,在发射端可以较好的减少多用户之间的干扰,其性能优于完全不合适配对的两个闭环用户之间的复用。因此本发明方法是特定场景下采用的次优方案。

[0074] 以下结合具体实例,对本发明发射矩阵进行详细说明 :

[0075] 应用实例 1

[0076] 4 发射天线,闭环用户数据流映射到 1 层,开环用户数据流映射到 2 层的情况下,进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0077] [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0078] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2$ 。 W_j 为相应的预编码矩阵, $j = 1, 2$ 。

[0079] 这里采用 BD 等方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信噪比) 为最大值。

[0080] 应用实例 2

[0081] 4 发射天线,闭环用户的数据流映射到 2 层,开环用户的数据流映射到 2 层的情况下,进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0082] [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0083] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, $i = 1, 2$; W_j 为相应的预编码矩阵, $j = 1, 2$ 。这里采用 BD 等方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信噪比) 为最大值。

[0084] 应用实例 3

[0085] 8 发射天线,闭环用户的数据流映射到 1 层的情况下 :

[0086] 开环用户的数据流映射到 2 层时,进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0087] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0088] 开环用户的数据流映射到 4 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0089] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0090] 其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2, 3, 4$; W_j 为相应的预编码矩阵, $j = 1, 2$ 。采用基于 BD 等方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信干噪比) 为最大值。

[0091] 应用实例 4

[0092] 8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 2 层的情况下 :

[0093] 开环用户的数据流映射到 2 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0094] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0095] 开环用户的数据流映射到 4 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0096] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_3 & u_5 & u_7 \\ u_2 & u_4 & u_6 & u_8 \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0097] 其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$; W_j 为相应的预编码向量, $j = 1, 2$ 。采用基于 BD 等方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信干噪比) 为最大值。

[0098] 应用实例 5

[0099] 8 发射天线, 闭环用户数据流映射到 3 层的情况下 :

[0100] 开环用户映射到 2 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0101] \quad [W_1 \quad W_2] \begin{bmatrix} u_1 & u_4 \\ u_2 & u_5 \\ u_3 & u_6 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0102] 开环用户映射到 4 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0103] \quad [W_1 \quad W_2] = \begin{bmatrix} u_1 & u_4 & u_7 & u_{10} \\ u_2 & u_5 & u_8 & u_{11} \\ u_3 & u_6 & u_9 & u_{12} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0104] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2, \dots, 12$, W_i 为相应的预编码向量, $j = 1, 2$ 。采用基于 BD 等的方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信干噪比) 为最大值。

[0105] 应用实例 6

[0106] 8 发射天线, 闭环用户数据流映射到 4 层的情况下 :

[0107] 开环用户的数据流映射到 2 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0108] \quad [W_1 \quad W_2] = \begin{bmatrix} u_1 & u_5 \\ u_2 & u_6 \\ u_3 & u_7 \\ u_4 & u_8 \\ S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0109] 开环用户的数据流映射到 4 层时, 进行预编码处理的发射矩阵为 :

$$[0110] \quad [W_1 \quad W_2] = \begin{bmatrix} u_1 & u_5 & u_9 & u_{13} \\ u_2 & u_6 & u_{10} & u_{14} \\ u_3 & u_7 & u_{11} & u_{15} \\ u_4 & u_8 & u_{12} & u_{16} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0111] 其中 u_i , S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2, \dots, 16$; W_j 为相应的预编码向量, $j = 1, 2$ 。采用基于 BD 等方法来找到 H_1 的零空间来计算 W_2 。 W_1 的计算要通过对 H_1 特征值分解的方法来保证闭环用户的 SINR(信干噪比) 为最大值。

[0112] 本方法也可以在相同的资源上复用更多的用户, 这时只需要把相应不同的多个闭环用户的数据放在闭环用户的相应层即可。

[0113] 在 LTE_A 中扩展到发射天线数 N_t ($N_t > 8$) 8 情况下同样可以采用 4 天线和 8 天线时的方法, 这时可以获得更高的预编码和波束成形增益。也可以采用下列发射矩阵来提高传码率 :

$$[0114] \quad [W_1, W_2] = \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & \cdots & u_{n-3} & u_{n-2} & u_{n-1} & u_n \\ u_{n+1} & u_{n+2} & u_{n+3} & u_{n+4} & \cdots & u_{2n-3} & u_{2n-2} & u_{2n-1} & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{Nn-n+1} & u_{Nn-n+2} & u_{Nn-n+3} & u_{Nn-n+4} & \cdots & u_{Nn-3} & u_{Nn-2} & u_{Nn-1} & u_{Nn} \\ S_1 & S_2 & 0 & 0 & \cdots & S_{m-3} & S_{m-2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 & \cdots & 0 & 0 & S_{m-1} & S_m \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 & \cdots & -S_{m-2}^* & S_{m-3}^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* & \cdots & 0 & 0 & -S_m^* & S_{m-1}^* \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & -S_{Mm-m+4}^* & S_{Mm-m+3}^* & \cdots & 0 & 0 & -S_{Mm}^* & -S_{Mm-1}^* \end{bmatrix}$$

[0115] 其中, u 为闭环用户数据, S 为开环用户数据, S^* 为 S 的共轭, $-S^*$ 为 S 的共轭的相反数, 闭环用户为 N 层, 开环用户为 M 层, 且 $N+M \leq N_T, N_T > 8$ 。

[0116] 以下结合实例来验证对闭环用户数据流干扰消除的效果:

[0117] 在这里分别举 4 发射天线, 闭环用户为 2 层时, 以及 8 发射天线, 闭环用户为 2 层或者 4 层的例子来说明基本原理:

[0118] 例 1

[0119] 4 发射天线, 闭环用户数据流映射到 2 层, 开环用户数据流映射到 2 层时, 闭环用户的接收矩阵为:

$$[0120] \quad y_1 = H_1 W_1 \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \end{bmatrix} + H_1 W_2 \begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0121] 其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, S_i^* 为 S_i 的共轭, $-S_i^*$ 为 S_i 的共轭的相反数, $i = 1, 2$, H_1 为闭环用户对应的信道矩阵, W_j 为相应的预编码向量, $j = 1, 2$, 可以使得 $\|H_1 W_1\|$ 最大, 其中 H_1 为闭环用户对应的信道矩阵。

[0122] 因 W_2 是 H_1 的零空间矢量, 保证了 $H_1 W_2 = 0$, 因此闭环用户的接收矩阵的有效部分仅为:

$$[0123] \quad y_1 = H_1 W_1 \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0124] 从式 2 和式 (3) 可以看出, 在发射前进行本发明预编码, 开环用户不会对闭环用户接收的接收矩阵造成干扰。

[0125] 闭环用户根据接收的信号进行 MRC (Maximal Ratio Combining, 最大比合并), MMSE (Minimum Mean Square Error, 最小均方误差) 或者是 MMSE-SIC (Soft Interference Cancellation Based on Minimum Mean SquareError, 最小均方误差软干扰消除) 来进行检测, 最终恢复出发送端原始信息。

[0126] 例 2

[0127] 8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 2 层的情况下, 闭环用户的接收矩阵为:

$$[0128] \quad y_1 = H_1 W_1 \begin{bmatrix} u_1 & u_3 \\ u_2 & u_4 \end{bmatrix} + H_1 W_2 \begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0129] 8 发射天线, 闭环用户的数据流映射到 4 层的情况下, 闭环用户的接收矩阵为:

$$[0130] \quad y_1 = H_1 W_1 \begin{bmatrix} u_1 & u_5 & u_9 & u_{13} \\ u_2 & u_6 & u_{10} & u_{14} \\ u_3 & u_7 & u_{11} & u_{15} \\ u_4 & u_8 & u_{12} & u_{16} \end{bmatrix} + H_1 W_2 \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \\ -S_2^* & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -S_4^* & S_3^* \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0131] 其中 u_i, S_i 分别为闭环用户和开环用户发送的数据, $i = 1, 2, \dots, 16$; H_1 为闭环用户对应的信道矩阵, W_j 为相应的预编码向量, $j = 1, 2$ 。

[0132] 为了实现以上方法, 本发明还提供了一种发射装置, 如图 2 所示, 该装置包括:

[0133] 数据流处理模块, 用于对开环用户和闭环用户的待发射数据流分别进行层映射;

[0134] 预编码模块, 与所述数据流处理模块连接, 用于对层映射后的开环用户和闭环用户的层数据矩阵进行预编码处理; 预编码模块具体包括:

[0135] 预编码矩阵获取子模块, 用于获取预编码矩阵 W_1 和 W_2 , 其中所述 W_2 是闭环用户的信道矩阵 H_1 的零空间空间矢量, 所述 W_1 保证闭环用户的信干噪比 (SINR) 为最大值;

[0136] 预编码矩阵 W_1 和 W_2 的计算和获取方法具体见本发明方法中的描述。

[0137] 发射矩阵处理子模块, 与预编码矩阵获取子模块连接, 用于将预编码矩阵 W_1 和 W_2 以及所述闭环用户和开环用户的层数据矩阵按照发射矩阵完成预编码处理。

[0138] 不同情况下发射矩阵的具体实现与以上方法中描述的相同, 在此不再赘述。

[0139] 发射天线映射模块, 与所述预编码模块连接, 用于将预编码处理后的层数据矩阵映射到若干个发射天线上;

[0140] 发射天线, 与所述发射天线映射模块连接, 用于发送数据。

[0141] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等。

[0142] 一般来说, 找到两个可以很好配对的闭环用户复用是最优的, 而在某些情况下找不到这种配对, 但小区的满负载情况下要求提高频谱利用率, 这时采用本发明方法把开环高速用户和闭环低速用户复用在一起, 可以提高频谱利用率, 而由于采用本发明发射矩阵进行预编码处理, 在发射端可以较好的减少多用户之间的干扰, 其性能优于完全不合适配对的两个闭环用户之间的复用。因此本发明方法是特定场景下采用的次优方案。

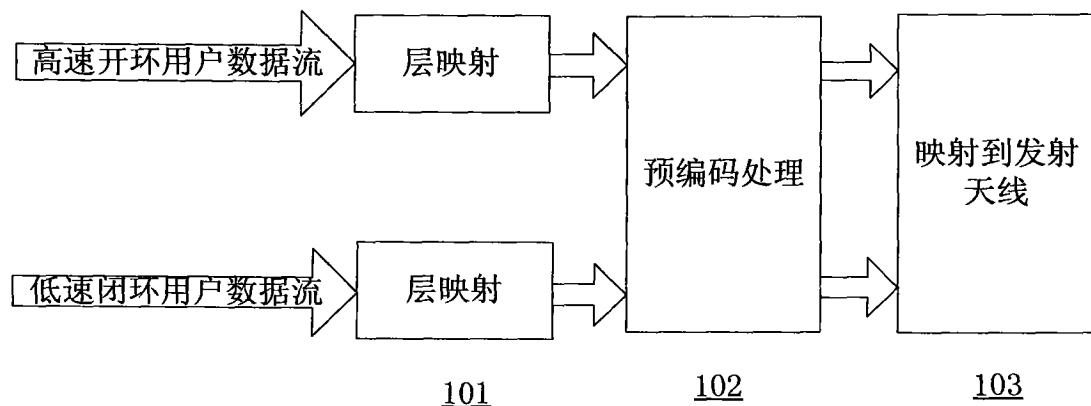


图 1

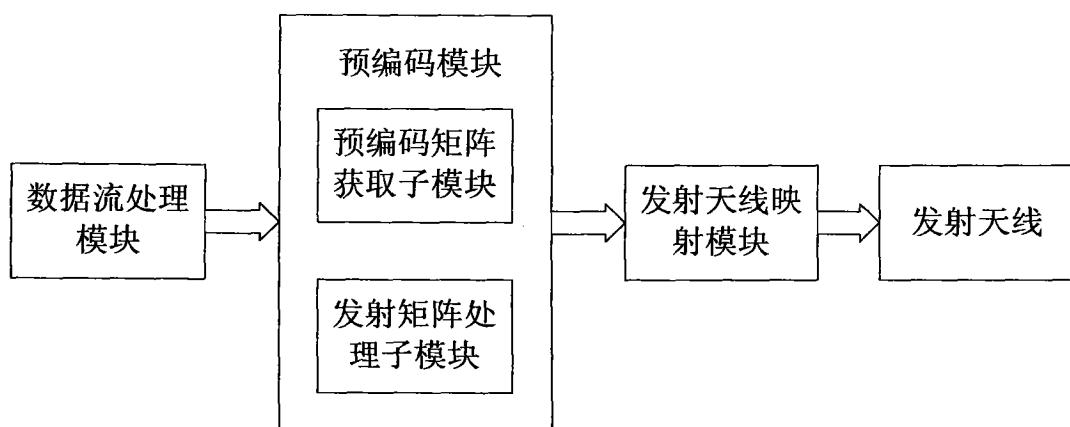


图 2