



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101997649 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 200910091472.1

(22) 申请日 2009.08.21

(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 郭森宝 姜静

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理事

务所(普通合伙) 11270

代理人 蒋雅洁 程立民

(51) Int. Cl.

H04L 1/06 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

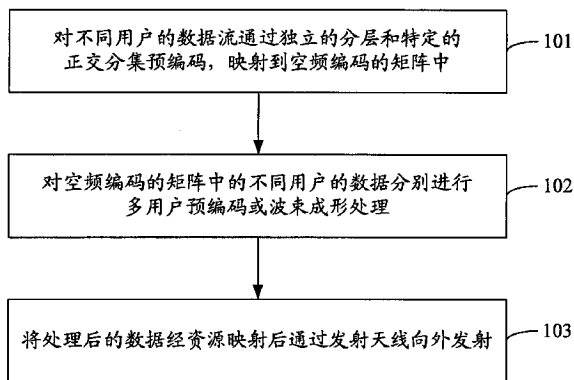
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于正交分集的多用户多输入多输出 (MU-MIMO) 处理方法, 包括: 对不同用户的数据流通过独立的分层和特定的正交分集预编码, 映射到空频编码的矩阵中; 对空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别进行多用户预编码或波束成形 (BF) 处理, 并将处理后的数据经资源映射后通过发射天线向外发射。本发明还公开了一种基于正交分集 MU-MIMO 处理装置。通过本发明的方法和装置, 实现了多用户的发射分集处理, 并充分利用了天线和载波的资源, 在相同的资源消耗下能够复用更多的用户。



1. 一种基于正交分集的多用户多输入多输出 MU-MIMO 处理方法,其特征在于,该方法包括:

对不同用户的数据流通过独立的分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中;

对所述空频编码矩阵中不同用户的数据分别进行多用户预编码或波束成形 BF 处理,并将处理后的数据经资源映射后通过发射天线向外发射。

2. 根据权利要求 1 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,其特征在于,该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{23} & -S_{12}^* & -S_{24}^* \\ S_{12} & S_{24} & S_{11}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{13} & -S_{22}^* & -S_{14}^* \\ S_{22} & S_{14} & S_{21}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

3. 根据权利要求 1 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,其特征在于,该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{23} & S_{24} \\ -S_{12}^* & S_{11}^* & -S_{24}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{22} & S_{13} & S_{14} \\ -S_{22}^* & S_{21}^* & -S_{14}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

4. 根据权利要求 1 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,其特征在于,该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & -S_{13}^* & -S_{14}^* \\ -S_{12}^* & S_{11}^* & S_{14} & -S_{13} \\ S_{13} & S_{14} & S_{11}^* & S_{12}^* \\ -S_{14}^* & S_{13}^* & -S_{12} & S_{11} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} S_{21} & S_{22} & -S_{23}^* & -S_{24}^* \\ -S_{22}^* & S_{21}^* & S_{24} & -S_{23} \\ S_{23} & S_{24} & S_{21}^* & S_{22}^* \\ -S_{24}^* & S_{23}^* & -S_{22} & S_{21} \end{bmatrix}$$

其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过与用户 1 相同的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,其特征在于,所述多用户预编码或 BF 处理,具体为:

将所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同

BF 矢量。

6. 一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,其特征在于,该装置包括:

正交分集预编码模块,用于对不同用户的数据流通过分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中;

多用户预编码模块,用于对所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别进行多用户预编码或 BF 处理;

发射模块,用于将所述多用户预编码模块处理后的数据经资源映射后向外发射。

7. 根据权利要求 6 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,其特征在于,当发射天线数大于或等于 8 时,所述正交分集预编码模块进一步用于,对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

8. 根据权利要求 6 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,其特征在于,当发射天线数大于或等于 8 时,所述正交分集预编码模块进一步用于,对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过与用户 1 相同的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

9. 根据权利要求 6、或 7、或 8 所述基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,其特征在于,所述多用户预编码模块进一步用于,将所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同 BF 矢量。

一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及长期演进 (LTE, Long Term Evolution) 系统中的发射分集技术, 尤其涉及一种基于正交分集的多用户多输入多输出 (MU-MIMO, Multiple User Multiple Input Multiple Output) 处理方法和装置。

背景技术

[0002] 在 LTE 系统中, 下行定义了发射天线为 2 天线时的分集方式为空频编码 (SFBC, Space-Frequency Block Codes), 编码矩阵如下式所示:

[0003]

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} \text{天线1} & \text{天线2} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{频率1} \\ \text{频率2} \end{array} & \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix} \end{array}$$

[0004] 上式中, 矩阵的各行对应不同的发射频率, 矩阵的各列对应不同的发射天线; S_1 表示第一时刻映射到子载波 (Subcarrier) 1 的数据, S_2 表示第二时刻映射到 Subcarrier 2 的数据, S_1^* 和 S_2^* 分别表示 S_1 和 S_2 的共轭。

[0005] 发射天线为 4 天线时的分集方式为 SFBC+ 频率切换分集 (FSTD, Frequency Switching Transmit Diversity), 编码矩阵如下式所示:

[0006]

$$\begin{array}{cccc} & \begin{array}{cccc} \text{天线1} & \text{天线2} & \text{天线3} & \text{天线4} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{频率1} \\ \text{频率2} \\ \text{频率3} \\ \text{频率4} \end{array} & \begin{bmatrix} S_1 & 0 & -S_2^* & 0 \\ S_2 & 0 & S_1^* & 0 \\ 0 & S_3 & 0 & -S_4^* \\ 0 & S_4 & 0 & S_3^* \end{bmatrix} \end{array}$$

[0007] 上式中, 矩阵的各行对应不同的发射频率, 矩阵的各列对应不同的发射天线; S_1 表示第一时刻映射到 Subcarrier 1 的数据, S_2 表示第二时刻映射到 Subcarrier 2 的数据, S_3 表示第三时刻映射到 Subcarrier 3 的数据, S_4 表示第四时刻映射到 Subcarrier 4 的数据, S_1^* 、 S_2^* 、 S_3^* 和 S_4^* 分别表示 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 的共轭。

[0008] 在 LTE 现有的版本中, 4 天线发送时没有充分利用天线和载波资源, 而且只采用了单用户的发射分集方案, 并没有涉及多用户正交分集复用, 从而限制了 LTE 的性能。

发明内容

[0009] 有鉴于此, 本发明的主要目的在于提供一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法和装置, 以实现多用户的发射分集处理。

[0010] 为达到上述目的, 本发明的技术方案是这样实现的:

[0011] 本发明提供了一种基于正交分集的多用户多输入多输出 MU-MIMO 处理方法,该方法包括:

[0012] 对不同用户的数据流通过独立的分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中;

[0013] 对所述空频编码矩阵中不同用户的数据分别进行多用户预编码或波束成形 BF 处理,并将处理后的数据经资源映射后通过发射天线向外发射。

[0014] 该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$[0015] \begin{bmatrix} S_{11} & S_{23} & -S_{12}^* & -S_{24}^* \\ S_{12} & S_{24} & S_{11}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{13} & -S_{22}^* & -S_{14}^* \\ S_{22} & S_{14} & S_{21}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

[0016] 其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

[0017] 对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

[0018] 该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$[0019] \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{23} & S_{24} \\ -S_{12}^* & S_{11}^* & -S_{24}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{22} & S_{13} & S_{14} \\ -S_{22}^* & S_{21}^* & -S_{14}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

[0020] 其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

[0021] 对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

[0022] 该方法进一步包括:当发射天线数大于或等于 8 时,所述特定的正交分集预编码的矩阵为:

$$[0023] \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & -S_{13}^* & -S_{14}^* \\ -S_{12}^* & S_{11}^* & S_{14} & -S_{13} \\ S_{13} & S_{14} & S_{11}^* & S_{12}^* \\ -S_{14}^* & S_{13}^* & -S_{12} & S_{11} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} S_{21} & S_{22} & -S_{23}^* & -S_{24}^* \\ -S_{22}^* & S_{21}^* & S_{24} & -S_{23} \\ S_{23} & S_{24} & S_{21}^* & S_{22}^* \\ -S_{24}^* & S_{23}^* & -S_{22} & S_{21} \end{bmatrix}$$

[0024] 其中, S_{1i} 表示用户 1 发送的数据, S_{2i} 表示用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$;

[0025] 对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过与用户 1 相同的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

[0026] 所述多用户预编码或 BF 处理,具体为:

[0027] 将所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同 BF 矢量。

- [0028] 本发明还提供了一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,该装置包括:
- [0029] 正交分集预编码模块,用于对不同用户的数据流通过分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中;
- [0030] 多用户预编码模块,用于对所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别进行多用户预编码或 BF 处理;
- [0031] 发射模块,用于将所述多用户预编码模块处理后的数据经资源映射后向外发射。
- [0032] 当发射天线数大于或等于 8 时,所述正交分集预编码模块进一步用于,对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。
- [0033] 当发射天线数大于或等于 8 时,所述正交分集预编码模块进一步用于,对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过与用户 1 相同的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。
- [0034] 所述多用户预编码模块进一步用于,将所述空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同 BF 矢量。
- [0035] 本发明所提供的一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法和装置,对不同用户的数据流通过独立的分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中;然后对不同用户的数据分别进行多用户预编码或波束成形 (BF) 处理,并将处理后的数据经资源映射后向外发射。本发明通过多用户的正交分集复用,充分利用了天线和载波的资源,在相同的资源消耗下复用更多的用户;在不增加额外的导频开销的情况下,能获得较好的性能增益;利用预编码和 BF 技术消除了多用户之间的干扰,而且对于单用户来说增加了分集增益。

附图说明

- [0036] 图 1 为本发明一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法的流程图;
- [0037] 图 2 为本发明实施例中基于正交分集的 MU-MIMO 处理的示意图;
- [0038] 图 3 为本发明一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置的组成结构示意图。

具体实施方式

- [0039] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术方案进一步详细阐述。
- [0040] 本发明所提供的一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,如图 1 所示,主要包括以下步骤:
- [0041] 步骤 101,基站对不同用户的数据流通过独立的分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中。
- [0042] 步骤 102,对空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别进行多用户预编码或波束成形 (BF, Beamforming) 处理。
- [0043] 具体的,将空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同 BF 矢量。且预编码矢量或 BF 矢量可以根据上下行信道之间的互换性,或者根据上行信道对下行信道的信息反馈计算得到。
- [0044] 步骤 103,将处理后的数据经资源映射后通过发射天线向外发射。
- [0045] 目前通过理论分析和仿真验证都已证明将分集输出信号分别送入独立的波束形

成阵列,与阿来某提 (Alamouti) 分集相比可以获得 6dB 的增益,其中 Alamouti 分集的编码

矩阵为 $\begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$, S_1 和 S_2 为编码前的符号,通过 Alamouti 编码后行对应相邻时刻或者

相邻频率,列代表不同的发射天线。此外,在 SFBC 下利用预编码技术能消除多用户之间的干扰,而且可以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。因此本发明结合预编码波束形成和发射分集,设计 LTE-Advanced 系统的多用户分集方法。

[0046] 其中,发射天线为 4 天线的分集方法中的对应关系为:

[0047] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{11} & -S_{12}^* \\ S_{12} & S_{11}^* \end{bmatrix}$ 用户 1

[0048] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{21} & -S_{22}^* \\ S_{22} & S_{21}^* \end{bmatrix}$ 用户 2

[0049] S_{1i} 为用户 1 发送的数据, S_{2i} 为用户 2 发送的数据, $i = 1, 2, 3, 4$ 。

[0050] 发射天线为 8 天线的分集方法中的对应关系为:

[0051] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{11} & -S_{12}^* \\ S_{12} & S_{11}^* \end{bmatrix}$ 用户 1

[0052] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{21} & -S_{22}^* \\ S_{22} & S_{21}^* \end{bmatrix}$ 用户 2

[0053] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{11} & S_{23} & -S_{12}^* & -S_{24}^* \\ S_{12} & S_{24} & S_{11}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{13} & -S_{22}^* & -S_{14}^* \\ S_{22} & S_{14} & S_{21}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$

[0054] 在 8 天线的情况下,采用两天线空频编码最多可以复用 4 个用户,采用 8 天线时的编码方法,预编码矢量不仅可以消除多用户干扰,还可以增强用户的信号能量。

[0055] 扩展到发射天线为 $N(N \geq 8)$ 天线时,对应的分集方法中的对应关系为:

[0056] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{11} & -S_{12}^* \\ S_{12} & S_{11}^* \end{bmatrix}$ 用户 1

[0057] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{21} & -S_{22}^* \\ S_{22} & S_{21}^* \end{bmatrix}$ 用户 2

[0058] Subcarrier $\begin{bmatrix} S_{N/2,1} & -S_{N/2,2}^* \\ S_{N/2,2} & S_{N/2,1}^* \end{bmatrix}$ 用户 $N/2$

$$[0059] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{11} & S_{23} & -S_{12}^* & -S_{24}^* \\ S_{12} & S_{24} & S_{11}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{13} & -S_{22}^* & -S_{14}^* \\ S_{22} & S_{14} & S_{21}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

[0060] 其中, S_{ni} 为用户 n 发送的数据, $n = 1, 2, 3, \dots, N/2$, $i = 1, 2, 3, 4$ 。在 N 天线的情况下, 采用两天线空频编码最多可以复用 $N/2$ 个用户。当用户数少于 $N/2$ 时采用 N 天线时的编码方法, 预编码矢量不仅可以消除多用户干扰, 还可以增强用户的信号能量。

[0061] 下面以图 2 所示 MU-MIMO 处理的示意图为基础, 并结合具体实施例对上述 MU-MIMO 处理方法进一步详细阐述。

[0062] 实施例一: 4 天线多用户 2 天线分集编码矩阵如下:

$$[0063] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{11} & -S_{12}^* \\ S_{12} & S_{11}^* \end{bmatrix} \text{用户 1}$$

$$[0064] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{21} & -S_{22}^* \\ S_{22} & S_{21}^* \end{bmatrix} \text{用户 2}$$

[0065] 将不同用户的两个流 (用户 1 的数据流和用户 2 的数据流) 分别分到两个层上, 各自进行正交分集预编码, 然后针对不同的用户乘以不同的预编码矢量或 BF 矢量, 再经过资源映射后通过实际天线发射用户数据。

[0066] 此处的预编码矢量或 BF 矢量一方面是为了消除多用户之间的干扰, 即通过迫零 (ZF, Zero Forcing)、块对角化 (BD, Block Diagonalization) 和汤姆林森-哈拉希玛预编码 (THP, Tomlinson-Harashima Precoding) 等方式, 或者通过多用户的加权矢量配对准则来进行干扰抵消; 另一方面是为了增强每个用户的分集增益, 可以基于特征值分解的最大干噪比 (SINR, Signal to Interference Noise Ratio) 准则来计算加权矢量。

[0067] 在开环情况下, 利用信道的互换性, 并通过对上链路信道的信道相关矩阵的估计来计算下行信道的信道相关矩阵, 以决定多用户的矢量配对; 或者采用上行 ePlus 链路来计算波达角 (AOA, Angle of Arrival) 从而决定每个用户的 BF 矢量, 选择两个角度差最大的两个用户 (BF 矢量正交) 的两个用户配对。在闭环情况下, 可以通过反馈预编码码本索引 (PMI, Precoding Matrix Index) 来选择两个预编码矢量正交的用户进行配对, 也可以反馈信道信息 (H_1), 并利用 ZF 或者 BD, THP 算法实现多用户之间的干扰消除, 也可以反馈矩阵的自相关矩阵, 利用用户的配对算法实现两个用户之间的配对。

[0068] 实施例二: 8 天线多用户 2 天线分集编码矩阵如下:

$$[0069] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{11} & -S_{12}^* \\ S_{12} & S_{11}^* \end{bmatrix} \text{用户 1}$$

$$[0070] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{21} & -S_{22}^* \\ S_{22} & S_{21}^* \end{bmatrix} \text{用户 2}$$

$$[0071] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{31} & -S_{32}^* \\ S_{32} & S_{31}^* \end{bmatrix} \text{用户 3}$$

$$[0072] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{41} & -S_{42}^* \\ S_{42} & S_{41}^* \end{bmatrix} \text{用户 4}$$

[0073] 8 天线情况下复用 4 个用户时,先将前两个用户的流映射到四个层上,然后将后两个用户的流映射到另外四个层上,接着各自进行正交分集的预编码,然后针对不同的用户乘以不同的预编码矢量或 BF 矢量,最后经过资源映射(映射到相同的时频资源)再通过实际天线发送出去。预编码矢量或 BF 矢量的计算方法与实施例一相同。

[0074] 需要指出的是,当采用信道信息为 PMI 或者秩索引 (RI, Rank Index) 时,在没有最佳的正交加权矢量时可以采用信漏噪比 (SLNR, Signal to Leakage Noise Ratio) 的配对方法。在 8 天线情况下复用更少的用户时,预编码矢量不仅可以消除多用户干扰,还可以增强用户的信号能量。

[0075] 实施例三 :8 天线多用户 4 天线分集编码矩阵 :

$$[0076] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{11} & S_{23} & -S_{12}^* & -S_{24}^* \\ S_{12} & S_{24} & S_{11}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{13} & -S_{22}^* & -S_{14}^* \\ S_{22} & S_{14} & S_{21}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

[0077] 用户 1 通过分层和分集预编码将调制符号映射到空频编码的矩阵中,用户 2 采用互补的分集预编码矩阵将调制符号映射到空频编码矩阵中,然后用户 1 和 2 分别进行多用户预编码或 BF 处理,最后经过资源映射再通过实际天线发送出去。采用了 8 天线的分集可以获得较好的分集增益,并且采用 8 天线 BF 不仅可以消除多用户干扰,还可以增强用户的信号能量。具体的预编码矢量或 BF 矢量计算如实施例一中所述。

[0078] 实施例四 :8 天线多用户 4 天线分集编码矩阵 :

$$[0079] \quad \text{Subcarrier} \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{23} & S_{24} \\ -S_{12}^* & S_{11}^* & -S_{24}^* & S_{23}^* \\ S_{21} & S_{22} & S_{13} & S_{14} \\ -S_{22}^* & S_{21}^* & -S_{14}^* & S_{13}^* \end{bmatrix}$$

[0080] 用户 1 通过分层和分集预编码将调制符号映射到空频编码的矩阵中,用户 2 采用互补的分集预编码矩阵将调制符号映射到空频编码矩阵中,然后用户 1 和 2 分别进行多用户预编码或 BF 处理,最后经过资源映射再通过实际天线发送出去。与实例三的不同点在于分集预编码矩阵的不同。具体的预编码矢量或 BF 矢量计算如实施例一中所述。

[0081] 实施例五 :8 天线多用户 4 天线分集编码矩阵 :

$$\begin{array}{l}
 [0082] \quad \text{Subcarrier} \quad \left[\begin{array}{cccc}
 S_{11} & S_{12} & -S_{13}^* & -S_{14}^* \\
 -S_{12}^* & S_{11}^* & S_{14} & -S_{13} \\
 S_{13} & S_{14} & S_{11}^* & S_{12}^* \\
 -S_{14}^* & S_{13}^* & -S_{12} & S_{11}
 \end{array} \right] \text{用户 1} \\
 \\
 [0083] \quad \text{Subcarrier} \quad \left[\begin{array}{cccc}
 S_{21} & S_{22} & -S_{23}^* & -S_{24}^* \\
 -S_{22}^* & S_{21}^* & S_{24} & -S_{23} \\
 S_{23} & S_{24} & S_{21}^* & S_{22}^* \\
 -S_{24}^* & S_{23}^* & -S_{22} & S_{21}
 \end{array} \right] \text{用户 2}
 \end{array}$$

[0084] 用户 1 通过分层和分集预编码将调制符号映射到空频编码的矩阵中,用户 2 采用相同的分集预编码矩阵将调制符号映射到空频编码矩阵中,然后用户 1 和 2 分别进行多用户预编码或 BF 处理,最后经过资源映射(多用户占用完全相同的资源)再通过实际天线发送出去。与前面实例的不同点在于分集预编码矩阵的不同。这种预编码矩阵可以提供更好的分集增益。具体的预编码矢量或 BF 矢量计算如实施例一中所述。

[0085] 为实现上述基于正交分集的 MU-MIMO 处理方法,本发明还提供了一种基于正交分集的 MU-MIMO 处理装置,如图 3 所示,该装置包括:正交分集预编码模块 10、多用户预编码模块 20 和发射模块 30。正交分集预编码模块 10,用于对不同用户的数据流通过分层和特定的正交分集预编码,映射到空频编码的矩阵中。多用户预编码模块 20,用于对空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别进行多用户预编码或 BF 处理,具体的:将空频编码的矩阵中的不同用户的数据分别乘以不同的预编码矢量,或乘以不同 BF 矢量。发射模块 30,用于将多用户预编码模块 20 处理后的数据经资源映射后向外发射。

[0086] 多用户预编码模块 20 可以根据上下行信道之间的互换性,或者根据上行信道对下行信道的信息反馈计算得到预编码矢量或 BF 矢量。在开环情况下,可以利用信道的互换性,并通过对上行的信道相关矩阵的估计来计算下行的信道相关矩阵,以确定多用户的矢量配对;或者采用上行链路来计算 AOA,以确定每个用户的 BF 矢量。在闭环情况下,通过反馈 PMI 选择两个预编码矢量正交的用户进行配对;或通过反馈信道信息 H_i ,并利用 ZF 或 BD、THP 算法执行多用户之间的干扰消除;或通过反馈矩阵的自相关矩阵,并利用用户的配对算法执行两个用户之间的配对。

[0087] 当发射天线数大于或等于 8 时,正交分集预编码模块 10 进一步用于,对用户 1 的数据流通过分层和分集预编码映射到空频编码的矩阵中,对用户 2 的数据流则通过互补的或相同的分集预编码矩阵映射到空频编码的矩阵中。

[0088] 需要指出的是,本发明中采用的 SFBC 编码方案可以有多种变形,因此正交的空频或空时编码单元都可以替代本文的 SFBC, SFBC+FSTD 编码方案,且都应包含的本发明的保护范围之内。

[0089] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。

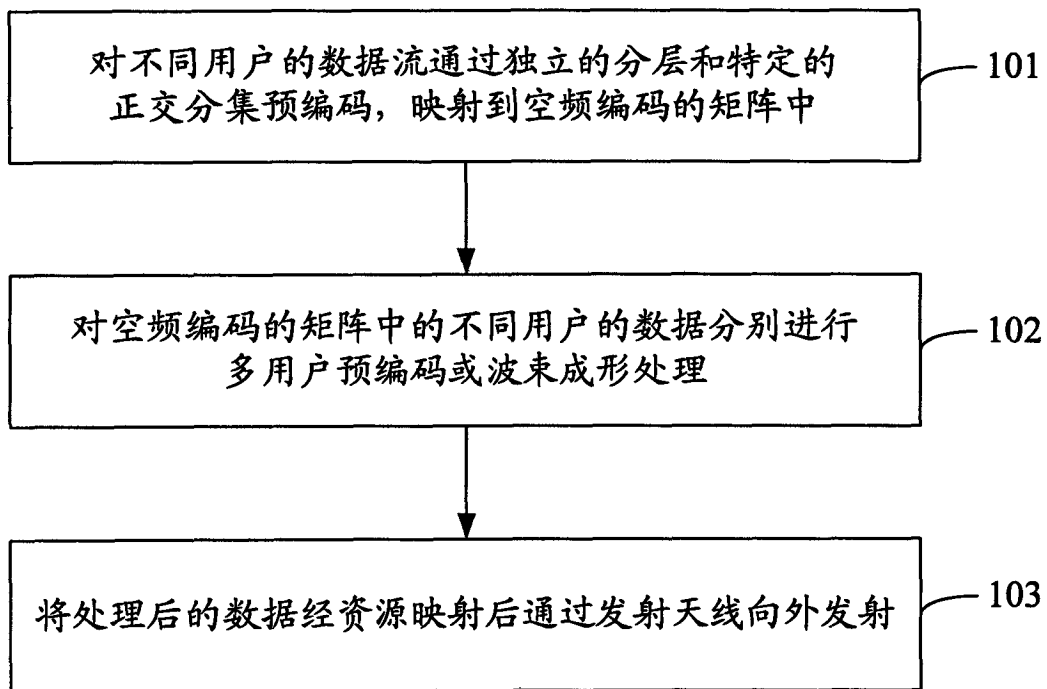


图 1

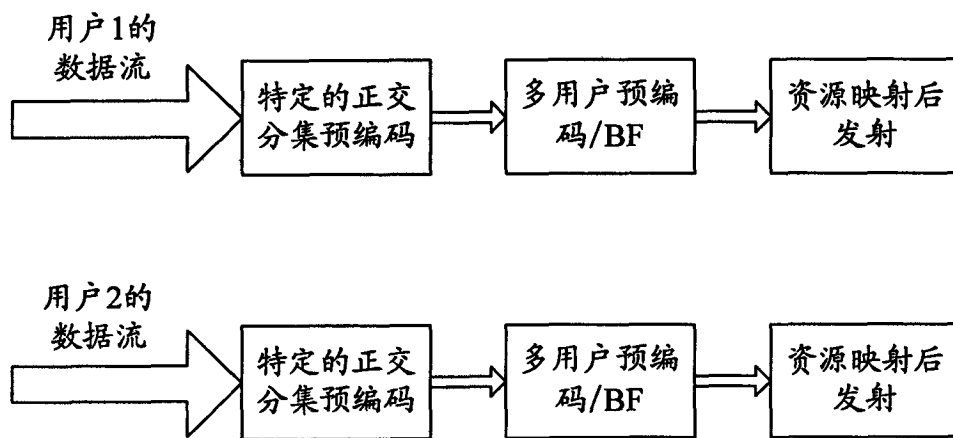


图 2

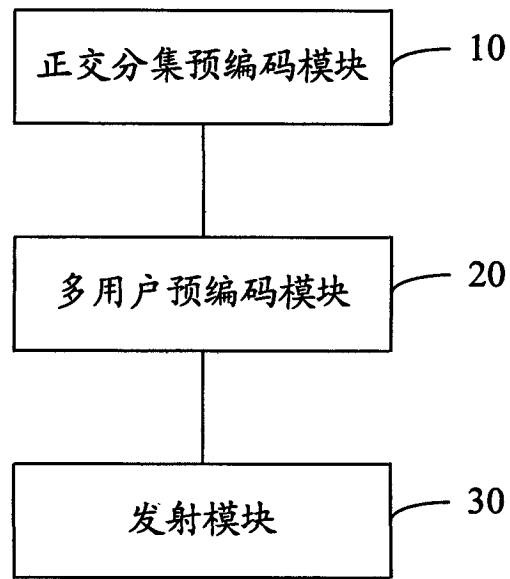


图 3