



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104202128 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410407248. X

(22) 申请日 2010. 12. 17

(30) 优先权数据

1000015-6 2010. 01. 08 SE

PCT/SE2010/000002 2010. 01. 08 SE

(62) 分案原申请数据

201080065266. 4 2010. 12. 17

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 马蒂斯·费伦内 刘江华

(51) Int. Cl.

H04L 1/06 (2006. 01)

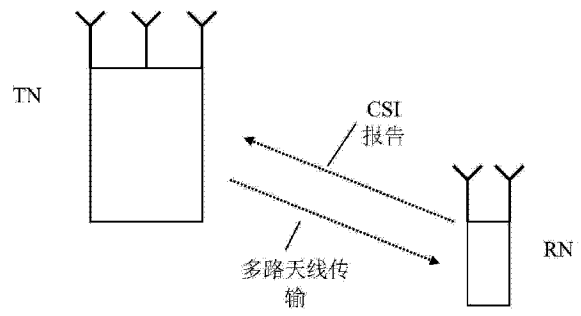
权利要求书5页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

信道状态信息上报

(57) 摘要

揭示了在无线通信中的发射节点 (TN) 与接收节点 (RN) 之间上报信道状态信息 (CSI)。其中 TN 经布置以用于多发射天线发射, 且所述 CSI 由来自码本 C 的 K 个矩阵 W^i 表示, 所述码本 C 包括多个矩阵; 其中在所述码本 C 中的每个矩阵表示从所述 TN 到所述 RN 的多天线信道的状态, $K \geq 1$ 且 $i = 0 \dots K-1$; 为所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个上报第一子索引 k_1 以及至少一个第二子索引 k_2 , 其中所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个由所述第一和第二子索引标识, 并且所述第一和第二子索引具有不同的时间 - 频率上报颗粒度。



1. 一种用于在多载波蜂窝式通信系统中的发射节点与接收节点之间上报信道状态信息的方法,所述发射节点经布置以用于多发射天线的发射,所述 CSI 由来自码本 C 的矩阵 W^i 表示,其中 i 是整数, $i = 0 \dots K-1$, $K = 1$ 是所述矩阵 W^i 的数目,所述码本 C 包括多个矩阵,其中在所述码本 C 中的每个矩阵表示从所述发射节点到所述接收节点的多天线的信道状态,,所述多载波蜂窝式通信系统包含的多个载波划分为多个频率子带,所述矩阵 W^i 对应于所述的所有频率子带,所述方法包括:

所述接收节点上报第一子索引 k_1 ; 并且

所述接收节点为所述矩阵 W^i 上报至少一个额外的第二子索引 k_2 ,

其中,所述矩阵 W^i 由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识,所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 是使用物理上行控制信道 PUCCH 上报; 以及,所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 具有依赖关系以减少所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 的组合数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

所述第一子索引 k_1 指示来自第一子码本 C_1 的第一子矩阵 M_{k_1} ;

所述第二子索引 k_2 对于所述矩阵 W^i 中指示来自第二子码本 C_2 的第二子矩阵 $M_{k_2}^i$; 并且

所述矩阵 W^i 中是从所述第一子矩阵 M_{k_1} 和第二子矩阵 $M_{k_2}^i$ 重构的。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} M_{k_2}^i \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_2}^i M_{k_1} \end{bmatrix};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i \otimes M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} \otimes M_{k_2}^i, \text{ 其特征在于所述 } \otimes \text{ 算符是克罗内克乘积};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} M_{k_2}^i.$$

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述接收节点为移动台。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述多载波蜂窝式通信系统为长期演进 (LTE) 系统或长期演进高级 (LTE-A) 系统。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,其特征在于,

所述多发射天线发射是通过布置在所述 TN 处的双交叉极化天线单元的天线阵列来执行; 并且

所述第一子索引 k_1 指示具有相同极化方向的两组天线单元中的一组, 并且所述第二子索引 k_2 指示所述天线阵列的两个极化方向之间的相位和 / 或振幅关系。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述一个或多个矩阵 W^i 用作所述无线通信系统中的预编码矩阵指示符 (PMI)。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述依赖关系为包含有允许的所述第一

子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 组合的表。

9. 一种用于在多载波蜂窝式通信系统中接收发射节点与接收节点之间上报的信道状态信息的方法,所述发射节点经布置以用于多发射天线的发射,所述 CSI 由来自码本 C 的矩阵 W^i 表示,其中 i 是整数, $i = 0 \dots K-1$, $K = 1$ 是所述矩阵 W^i 的数目,所述码本 C 包括多个矩阵,其中在所述码本 C 中的每个矩阵表示从所述发射节点到所述接收节点的多天线的信道状态,所述多载波蜂窝式通信系统包含的多个载波划分为多个频率子带,所述矩阵 W^i 对应于所述多个频率子带,所述方法包括:

所述发射节点接收第一子索引 k_1 ;

所述发射节点为所述矩阵 W^i 接收至少一个额外的第二子索引 k_2 ;并且

所述发射节点重构由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识的所述矩阵 W^i ;

其中,所述矩阵 W^i 由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识,所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 是使用物理上行控制信道 PUCCH 上报;以及,所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 具有依赖关系以减少所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 的组合数。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,

所述第一子索引 k_1 指示来自第一子码本 C_1 的第一子矩阵 M_{k_1} ;

所述第二子索引 k_2 对于所述矩阵 W^i 中指示来自第二子码本 C_2 的第二子矩阵 $M_{k_2}^i$;并

且

所述矩阵 W^i 中是从所述第一子矩阵 M_{k_1} 和第二子矩阵 $M_{k_2}^i$ 重构的。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} M_{k_2}^i \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_2}^i M_{k_1} \end{bmatrix};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i \otimes M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} \otimes M_{k_2}^i, \text{ 其中所述 } \otimes \text{ 算符是克罗内克乘积};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} M_{k_2}^i。$$

12. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述发射节点为基站。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述多载波蜂窝式通信系统为长期演进 (LTE) 系统或长期演进高级 (LTE-A) 系统。

14. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述一个或多个矩阵 W^i 用作所述无线通信系统中的预编码矩阵指示符 (PMI)。

15. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述依赖关系为包含有允许的所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 组合的表。

16. 一种接收节点,用于多载波蜂窝式通信系统中上报发射节点和接收节点之间信道

状态信息 (CSI), 所述发射节点经布置以用于多发射天线的发射, 所述 CSI 由来自码本 C 的矩阵 W^i 表示, 其中 i 是整数, $i = 0 \dots K-1$, $K = 1$ 是所述多个矩阵 W^i 的数目, 所述码本 C 包括多个矩阵, 其中在所述码本 C 中的每个矩阵表示从所述发射节点到所述接收节点的多天线的信道状态, 其中 i 是整数, $i = 0 \dots K-1$, $K = 1$ 是所述多个矩阵 W^i 的数目, 所述多载波蜂窝式通信系统包含的多个载波划分为多个频率子带, 所述矩阵 W^i 对应于所有所述多个频率子带, 所述接收节点包括:

用于上报第一子索引 k_1 的电路; 并且

用于为所述矩阵 W^i 上报至少一个额外的第二子索引 k_2 的电路;

其中, 所述矩阵 W^i 由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识, 所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 是使用物理上行控制信道 PUCCH 上报; 以及, 所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 具有依赖关系以减少所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 的组合数。

17. 根据权利要求 14 所述的接收节点, 其特征在于,

所述第一子索引 k_1 指示来自第一子码本 C_1 的第一子矩阵 $M_{k_1}^i$;

所述第二子索引 k_2 对于所述矩阵 W^i 中指示来自第二子码本 C_2 的第二子矩阵 $M_{k_2}^i$; 并

且

所述矩阵 W^i 中是从所述第一子矩阵 $M_{k_1}^i$ 和第二子矩阵 $M_{k_2}^i$ 重构的。

18. 根据权利要求 17 所述的接收节点, 其特征在于,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1}^i \\ M_{k_1}^i M_{k_2}^i \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1}^i \\ M_{k_2}^i M_{k_1}^i \end{bmatrix};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i \otimes M_{k_1}^i \text{ 或 } W^i = M_{k_1}^i \otimes M_{k_2}^i, \text{ 其中所述 } \otimes \text{ 算符是克罗内克乘积};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i M_{k_1}^i \text{ 或 } W^i = M_{k_1}^i M_{k_2}^i.$$

19. 根据权利要求 16 所述的接收节点, 其特征在于, 所述接收节点为移动台。

20. 根据权利要求 19 所述的接收节点, 其特征在于, 所述多载波蜂窝式通信系统为长期演进 (LTE) 系统或长期演进高级 (LTE-A) 系统。

21. 根据权利要求 19 或 20 所述的接收节点, 其特征在于,

所述多发射天线发射是通过布置在所述 TN 处的双交叉极化天线单元的阵列来执行; 并且

所述第一子索引 k_1 指示具有相同极化方向的两组天线单元中的一组, 并且所述第二子索引 k_2 指示所述阵列的两个极化方向之间的相位和 / 或振幅关系。

22. 根据权利要求 16 所述的接收节点, 其特征在于, 所述一个或多个矩阵 W^i 用作所述无线通信系统中的预编码矩阵指示符 (PMI)。

23. 根据权利要求 16 所述的接收节点,其特征在于,所述依赖关系为包含有允许的所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 的组别的表。

24. 一种发射节点,其特征在于,所述发射节点经布置以用于在多载波蜂窝式通信系统中的发射节点与所述接收节点之间接收和处理信道状态信息 CSI,所述发射节点经布置以用于多发射天线的发射,并且所述 CSI 由来自码本 C 的多个矩阵 W^i 表示,所述码本 C 包括多个矩阵,其中在所述码本 C 中的每个矩阵表示从所述发射节点到所述接收节点的多天线信道的状态, $i = 0 \dots K-1$, $K = 1$ 是所述矩阵 W^i 的数目,所述多载波蜂窝式通信系统包含的多个载波划分为多个频率子带,所述矩阵 W^i 对应于所有所述多个频率子带,所述发射节点包括:

用于接收第一子索引 k_1 的电路;

用于为所述矩阵 W^i 接收至少一个额外的第二子索引 k_2 的电路;并且

用于重构由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识的所述矩阵 W^i 的电路;

其中,所述矩阵 W^i 由所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 标识,所述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 是使用物理上行控制信道 PUCCH 上报;以及,所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 具有依赖关系以减少所述第一子索引 k_1 和第二子索引 k_2 的组合数。

25. 根据权利要求 24 所述的发射节点,其特征在于,

所述第一子索引 k_1 指示来自第一子码本 C_1 的第一子矩阵 M_{k_1} ;

所述第二子索引 k_2 对于所述矩阵 W^i 中指示来自第二子码本 C_2 的第二子矩阵 $M_{k_2}^i$; 并

且

所述矩阵 W^i 中是从所述第一子矩阵 M_{k_1} 和第二子矩阵 $M_{k_2}^i$ 重构的。

26. 根据权利要求 25 所述的发射节点,其特征在于,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} M_{k_2}^i \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_2}^i M_{k_1} \end{bmatrix};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i \otimes M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} \otimes M_{k_2}^i, \text{ 其中所述 } \otimes \text{ 算符是克罗内克乘积};$$

或者,

所述矩阵 W^i 由以下等式给出:

$$W^i = M_{k_2}^i M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} M_{k_2}^i.$$

27. 根据权利要求 24 所述的发射节点,其特征在于,所述发射节点为基站。

28. 根据权利要求 24 所述的发射节点,其特征在于,所述多载波蜂窝式通信系统为长期演进 (LTE) 系统或长期演进高级 (LTE-A) 系统。

29. 根据权利要求 24 所述的发射节点,其特征在于,所述一个或多个矩阵 W^i 用作所述无线通信系统中的预编码矩阵指示符 (PMI)。

30. 根据权利要求 24 所述的发射节点,其特征在于,所述依赖关系为包含有允许的所

述第一子索引 k_1 和所述第二子索引 k_2 组合的表。

31. 一种多载波蜂窝式通信系统,其特征在于,所述多载波蜂窝式通信系统包含如权利要求 24 至 30 中任一项所述的发射节点以及如权利要求 24 至 30 中任一项所述的发射节点如权利要求 16 至 20 以及 22 至 23 中任一项所述的接收节点。

信道状态信息上报

[0001] 本申请要求 2010 年 1 月 8 日递交的 PCT 专利申请 PCT/SE2010/000002 以及 2010 年 1 月 8 日递交的瑞典专利申请 SE1000015-6 的在先申请优先权,所述两个在先申请的内容以引入的方式并入本文本中。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种在无线通信中上报信道状态信息的方法及设备。更确切地说,本发明涉及一种上报此种信道状态信息的方法及设备,其中,信道状态是用码本表示的。

背景技术

[0003] 本领域所熟知的是,如果线性预编码可在支持多天线传输的无线通信系统中的发射器侧使用,那么性能会极大提高。此线性预编码例如已经在 IEEE802.16-2005 标准以及 3GPP Rel.8 长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 标准实现。

[0004] 为了支持发射器侧的预编码,接收器,在下行 (Downlink, DL) 中有时也称为用户设备 (User Equipment, UE),需要反馈关于在发射天线与接收天线之间的多天线信道的信道状态信息 (Channel State Information, CSI)。CSI 可由实际多天线信道的代表组成,或者 CSI 可由较佳的预编码向量/矩阵组成,其中,所述较佳的预编码向量/矩阵是 UE 基于对多天线信道的测量而确定的。在后一种情况中,CSI 通常称为预编码矩阵指示符 (Precoding Matrix Indicator, PMI)。

[0005] 为了减少发射 CSI 上报信号时的反馈开销,量化是必须的,从而以有限的比特数表示 CSI。例如:3GPP LTE Rel.8 标准使用由 64 个矩阵组成的预编码矩阵码本,并且 UE 使用 6 个信息比特来反馈较佳的预编码矩阵。

[0006] 如上文所提到的,有限数目的矩阵的码本一般用于量化 CSI,在此情况中 CSI 反馈是码本的索引,该索引指出所述码本中最好地代表 CSI 的矩阵。随后,使用例如一串二进制比特将所述索引上报给发射节点。

[0007] 由于信道就其本性而言是频率和时间选择性的,因此 CSI 报告仅在达到某个最大带宽并且在某个最大时间内才有适当的准确性而有效。如果通信系统想要使用线性预编码来支持大于此最大带宽的发射带宽,那么需要多个 CSI 报告的反馈,此外,这些 CSI 报告需要在时间上以适当的间隔重复。

[0008] 这些 CSI 报告中的每一个的带宽及时间间隔表示为 CSI 的时间-频率颗粒度,并且如果矩阵的码本用于量化 CSI,那么每个时间间隔和频率带宽上报一个矩阵。

[0009] 为了满足未来无线通信系统中,例如 3GPP 高级长期演进 (LTE-Advanced),对数据吞吐量的高要求,预想会有更大量的发射器和接收器天线。由于多天线信道的维度由此增加了,因此所需的 CSI 反馈开销将进一步增加,从而妨碍所需吞吐量的增加。

[0010] 此外,当天线(或天线单元)的数目增加时,发射器和接收器的物理维度也将增加,这是不合需要的,因为例如基站(Base Station, BS)的较大区域将使得其更易受环境作用,例如强风的影响。并且,对建筑物的(可见)影响以及对景观或都市风景的影响在此情

形中不应被忽略。为了部分地解决较大天线阵列的问题,通常采用双极化的天线单元,因为通过利用电磁场的两个正交极化,可有效地使两个天线成为一体。因此,通过利用极化的天线,天线阵列的总维度大致减半。

[0011] 为了使具有许多天线单元的设备物理上更小,另一个显著的方法是缩小天线单元之间的间距。这将使接收和发射的信号更加相关(假设它们具有相同的极化),并且众所周知的是,预期的多天线空间复用增益将减少。然而,人们还知道,相关的信号产生非常好且窄的波束,并且可随后使用多天线空间复用来发射给空间上分离的用户。这有时叫做空分多址(Spatial Division Multiple Access, SDMA)或多用户 MIMO(Multi-User MIMO, MU-MIMO)。因此,当使用窄间隔的天线单元时每用户吞吐量较低的缺点可通过同时发射给多个用户进行补偿,这将增加总小区吞吐量(即,小区中所有用户吞吐量的总和)。

[0012] 此外,从具有正交极化的天线发出的信道具有接近于独立的衰落,这是一个已知的物理属性。人们还知道,从紧密等间隔的极化的天线单元发出的信道具有相关的衰落。因此,对于具有大量天线单元的多天线发射器和接收器而言,较佳为同样利用极化维度的紧密天线阵列。在此情况下,人们观察到,在天线单元中,某些对天线单元之间的无线信道之间的相关性较高,而某些其它对天线单元之间的无线信道的相关性较低或甚至可以忽略。人们常说两个天线是相关的,意思是从所述两个天线到任何接收器天线的信道是相关的。此约定用于本发明所公开的内容的全文。

[0013] 在 3GPP LTE 标准规范 TS36. 211 中,定义了 16 个矩阵的码本,这使得双极化天线阵列的反馈更为容易。因此,每个矩阵用单个的四比特索引来标识。所述反馈可以是每个子带的,子带是可利用的总带宽的有限部分,或者所述反馈可以是宽带的,宽带是整个可利用的带宽,即,所有子带的总和。因此,根据所述规范,对于 N 个子带中的每一个或对于宽带情况,反馈 4 比特 PMI。因此,在使用 TS36. 211 规范中的方法时需要 $4*N$ 反馈比特。

发明内容

[0014] 本发明的一方面是提供用于上报 CSI 的方法,相比于现有技术解决方案,该方法具有减少的开销。本发明还有一方面是提供上报 CSI 的方法,该方法具有改善的精度。

[0015] 本发明的示例实施例通过码本代表提供信道状态信息(Channel State Information, CSI) 报告,所述码本代表包括一个或多个矩阵,该一个或多个矩阵根据两个或多个子索引在无线通信系统中的发射节点(TN)与接收节点(RN)之间的设置的,所述系统经布置以用于以索引特定的时间-频率上报颗粒度来提供或处理子索引,如随后的具体实施方式中进一步说明。

[0016] 因此,CSI 报告开销可减少并且便于上行数据吞吐量的增加。CSI 报告精度也可改善,并且,例如,导致下行用户吞吐量增加且下行小区吞吐量增加。

[0017] 此外,根据较佳的实施例,所需的接收器复杂度减少了,其中所述第一子索引为所有子带共用,并且不需要为每个子带重复所述第一子索引的选择。本发明的示例实施例的另一益处是为了根据常用的双极化天线阵列的特性利用并传送 CSI 报告,所述码本可以以适当的方法来构筑。

附图说明

[0018] 附图的目的在于阐明及解释本发明的不同实施例,其中:

[0019] 图 1 展示具有六个天线单元 V1、V2、V3、H1、H2 和 H3 的双极化天线阵列的实例,其中所述元件 V1、V2 和 V3 具有相同的极化,其正交于天线单元 H1、H2 和 H3 的极化;

[0020] 图 2 展示一项示例,其中一个整个带宽划分成四个子带,并且其中为每个子带选择及上报较佳的预编码矩阵。在此示例中,第一子索引对所有的子带是相同的,但第二子索引对每个子带可能是不同的;

[0021] 图 3 展示接收节点如何可以每子带选择矩阵索引并且发射 CSI 报告的流程图;

[0022] 图 4 展示每子带的 CSI 如何可由从接收节点接收的 CSI 报告的发射节点重构的流程图;

[0023] 图 5 展示宽带 CSI 反馈报告和每子带 CSI 反馈报告的使用的示例;

[0024] 图 6 展示无线通信系统中的发射节点 (TN) 与接收节点 (RN) 之间的发射的示例;并且

[0025] 图 7 展示多载波通信系统中的信道的时间-频率代表,其中每个矩形通过频率带宽 F 和持续时间 T 来表示时间-频率颗粒度。

具体实施方式

[0026] 在如图 6 所示的无线通信系统中,在依赖于为适用于此的电路中恢复的且从接收节点 (receive node, RN) 上报/反馈到发射节点 (transmit node, TN) 的信道状态信息 (channel state information, CSI) 的通信中,所述发射节点较佳包括处理电路,其用于应用无线信道状态的该信息以改进随后向接收节点的多天线数据发射。

[0027] 在多载波通信系统中,例如 LTE 或 LTE-A 中,发射节点与接收节点之间的给定的子载波的基础信道较佳由 N_t 乘以 N_r 的矩阵 W 表示,其中分别地, N_t 是发射天线的数目, N_r 是接收天线的数目。因此,CSI 反馈可以是使用矩阵的码本 C 对所述 N_t 乘以 N_r 的矩阵 W 的量化,或者 W 也可以是较佳的预编码矩阵,其大小为 N_t 乘以 R ,其中 $1 \leq R \leq \min(N_t, N_r)$ 是较佳发射秩。发射秩,也叫层数,发射秩决定了在发射中的空间复用的程度。

[0028] 由于无线信道在频域和时域中衰落,因此所选的矩阵或等效的 CSI 将仅针对某个频率带宽 F 和时间间隔 T 有效,这在下文将表示为 CSI 反馈上报的时间-频率颗粒度。

[0029] 图 7 说明多载波通信系统的时间-频率颗粒度,其中每个矩形代表频率带宽和持续时间,其中,对于该频率带宽和持续时间,CSI 可认为是恒定或同样的,因此,图 7 中的每个矩形要求一个 CSI 报告,以便为时间间隔 T 内的整个发射带宽准确描述 CSI。

[0030] 因此,为了给比 F 大 K 倍的带宽上报 CSI,CSI 报告将由 K 个 CSI 组成,其中每个 CSI 报告表示在对应频率带宽 F 和时间间隔 T 中的信道状态。因此,反馈报告包含来自码本 C 的 K 个矩阵 W^i ,其中 $K \geq 1$ 且 $i = 0 \dots K-1$ 。

[0031] 发明人进一步观察到,与具有较低相关性的天线相比或在具有较低相关性的天线群组之间,相关天线或来自一组相关天线的信道具有空间相关性的较大相干带宽以及较长的相干时间,并且可因此在其反馈中具有较低的颗粒度。因此,即使 CSI 反馈矩阵 W^i 具有频率带宽为 F 且时间间隔为 T 的时间-频率颗粒度,用如下方式构筑矩阵 W^i 也是可能的,所述方式是此矩阵结构的不同的子部分具有较低的时间-频率颗粒度,即, F' 和 / 或 T' ,或者等效地, $F' > F$ 和 / 或 $T' > T$ 。CSI 矩阵 W^i 的不同结构由本发明的不同实施例涵盖。

[0032] CSI 报告中的天线相关性的利用是通过引入属于码本 C 的矩阵的特殊结构来实现,这允许在码本 C 中用 P 个子索引来对矩阵标识,其中 $P > 1$ 。并且,通过使用根据本发明的多个子索引,每一个所述子索引可具有其自己的时间-频率颗粒度。这是减少上报 CSI 所需的总比特数的有效且低复杂性的方法,因此,优于现有技术。

[0033] 因此,本发明涉及用于在无线通信系统中的发射节点与接收节点之间上报 CSI 的一种方法。发射节点经布置以用于多发射天线发射,且 CSI 由来自码本 C 的 K 个矩阵 W^i 表示,码本 C 包括多个矩阵,其中码本 C 中的每个矩阵表示从发射节点到接收节点的多天线信道的状态或较佳的预编码矩阵,其中 $K \geq 1$ 且 $i = 0 \dots K-1$ 。所述方法包括步骤:上报第一子索引 k_1 ; 并且为 K 个矩阵 W^i 中的每一个上报至少一个额外的第二子索引 k_2 , 其中 K 个矩阵 W^i 中的每一个由第一 k_1 和第二 k_2 子索引来标识,并且第一 k_1 和第二 k_2 子索引具有不同的时间-频率上报颗粒度。

[0034] 因此,本发明可理解为所述第一子索引 k_1 指示来自第一子码本 C_1 的矩阵 M_{k_1} , 并且所述至少一个额外的第二子索引 k_2 指示来自第二子码本 C_2 的矩阵 $M_{k_2}^i$, 使得码本 C 中的 K 个矩阵 W^i 中的每一个是由第一 M_{k_1} 和第二矩阵 $M_{k_2}^i$ 产生的,第一 M_{k_1} 和第二矩阵 $M_{k_2}^i$ 分别由第一 k_1 和至少一个附加第二 k_2 子索引标识。

[0035] 因此,本发明可减少 CSI 反馈开销,或者在保持相同的反馈开销的情况下,由于每个反馈比特将被更加有效地利用,因此可改善 CSI 反馈上报精度。这是通过利用无线信道的相关性实现的,其对于本领域中的公共天线设置是相同的,例如具有双极化天线单元的窄间隔的天线单元阵列。

[0036] 作为本发明的实现方式的一项示例:假设码本 C 有 32 个矩阵,那么需要 5 比特来标识属于所述码本 C 的矩阵 W^i 。假设阵 W^i 由至少两个子索引 k_1, k_2 标识,其中第一子索引 k_1 是三比特索引且第二子索引 k_2 是两比特索引。因此,为了表示矩阵,需要两个子索引 k_1, k_2 且总计使用 5 比特。如上文提到的,不同的子索引 k_1 和 k_2 是用时间及/或频率上的不同颗粒度来反馈。这具有反馈开销益处。例如,可每 10 毫秒上报第一子索引 k_1 , 而每 1 毫秒上报第二子索引 k_2 。因此,反馈消息的接收器更新索引对 k_1, k_2 中的第一子索引 k_1 没有第二子索引 k_2 频繁。此安排的开销益处是明显的,开销已被有效地减少到每毫秒 $(3+2*10)/10 = 2.3$ 比特或相等地 2.3kbit/s, 而不是每毫秒反馈 5 比特或 5kbit/s。

[0037] 在按频率为多个子带上上报 CSI 时,相同的原理可用来减少开销,其中第一子索引 k_1 的选择对于 300 个子载波的带宽可为有效的,而第二子索引 k_2 的选择对于 30 个子载波子带带宽是有效的。因此,如果总带宽是 300 个子载波,那么必须上报一个第一子索引 k_1 和 10 个第二子索引 k_2 , 以便指示每个子带的矩阵 W^i 。用来支持每子带 CSI 反馈的反馈开销因此从 50 比特(如果为 10 个子带中的每一个上报 5 比特)减少到 23 比特(如果第一子索引 k_1 使用 3 比特且每个第二子索引 k_2 使用 2 比特)。

[0038] 所述原理也可用来改善 CSI 上报的精度,其中第一子索引 k_1 的选择对于 300 个子载波的带宽可为有效的,而第二子索引 k_2 的选择对于 15 个子载波子带带宽是有效的,所述 15 个子载波少于先前示例中的 30 个子载波。由于子带宽减少,因此每个 CSI 报告将表示小频率带宽的 CSI 且因此与无线信道更加匹配,即,具有更高的精度。因此,假设总带宽包含 300 个子载波,则必须上报一个第一子索引 k_1 和 20 个第二子索引 k_2 , 以便指示每个子

带的矩阵 W^i 。因此,用来支持每子带 CSI 反馈的反馈开销是 43 比特(如果为第一子索引 k_1 使用 3 比特且为每个第二子索引 k_2 使用 2 比特)。

[0039] 改善 CSI 上报精度的另一方法是增加码本大小。假设第一子索引 k_1 的选择对于 300 个子载波的带宽是有效的,而第二子索引 k_2 的选择对于 30 个子载波子带带宽是有效的。因此,如果总带宽是 300 个子载波,那么必须上报一个第一子索引 k_1 和 10 个第二子索引 k_2 ,以便指示每个子带的矩阵 W^i 。用来支持每子带 CSI 反馈的反馈开销再次为 43 比特,但是码本更大(如果为第一子索引 k_1 使用 3 比特且为每个子索引 k_2 使用 4 比特)。

[0040] 在图 2 中给出每子带 CSI 反馈的进一步示例,其中整个带宽划分成四个子带,且已使用来自 $P = 2$ 的码本的矩阵,其中 P 表示用于标识码本 C 中每个矩阵 W^i 的子索引的数目。每个矩阵 W^i 的第一子索引为所有子带共用,且因此仅需要上报一次,而第二子索引取决于子带数目。

[0041] 在图 1 中说明了具有六个天线单元的双极化天线阵列。两个极化中的每一个产生具有 3 个天线单元的线性天线阵列。如果具有相同极化的天线单元(例如, $V1$ 和 $V2$) 以窄间隔放置,那么他们将具有高相关性(即,将产生具有高相关性的信道),但是具有不同相关性的天线单元(例如 $V1$ 和 $H1$) 之间的相关性通常会具有较低或可忽略的相关性。当发射器处的许多天线元件合乎需要时,由于通过利用两个极化天线获得的小尺寸,此双极化的天线阵列结构是较佳的天线设置。天线阵列的大小可通过选择具有相同极化的天线单元之间的小间距来进一步减小。

[0042] 因此,根据前述本发明的实施例,由于已知有相同极化的紧密间隔的天线具有高相关性,而有正交极化的天线具有低相关性,因此双极化天线阵列的相关性特性得到利用。如果第一组天线单元编号为 1 至 $N_t/2$ 且如此排列以使其具有相同的极化,并且编号为 $N_t/2+1$ 至 N_t 的第二组天线单元相对于第一组具有相同但正交的极化。那么具有 $P = 2$ 索引的矩阵码本 C 可构筑为:

$$[0043] \quad W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1}^i M_{k_2}^i \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_2}^i M_{k_1} \end{bmatrix} \quad (1),$$

[0044] 其中矩阵 M_{k_1} 和 $M_{k_2}^i$ 是从第一子码本 C_1 和第二子码本 C_2 中获得,所述第一子码本 C_1 和第二子码本 C_2 分别由第一和第二子矩阵标识。矩阵 M_{k_1} 随后表示相关天线单元的预编码矩阵,且矩阵 M_{k_1} 可随后使用例如离散傅里叶变换 (Discrete Fourier Transform, DFT) 矩阵针对此场景进行优化。矩阵 $M_{k_2}^i$ 可为对角矩阵,其随后表示两个极化之间的相位和振幅关系。因此,矩阵 W^i 由两个子索引 k_1, k_2 标识,其中由于第一子索引 k_1 对应于天线单元的相关子集,因此可以用频率及/或时间上的较低颗粒度来上报第一子索引 k_1 ,而由于第二子索引对应于两个不同极化方向之间的关系,因此可以用频率及/或时间上的较高颗粒度(例如,频率及/或时间上的较高采样率)来上报第二子索引 k_2 。

[0045] 在本发明的另一项实施例中,通过来自子码本 C_1 和 C_2 的两个矩阵、根据公式 (1) 得出的、来自码本 C 的矩阵 W^i 也可写成:

[0046]

$$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} D_{k_2} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} M_{k_1} & 0 \\ 0 & M_{k_1} \end{pmatrix}}_{A_{k_1}} \underbrace{\begin{pmatrix} I \\ D_{k_2} \end{pmatrix}}_{B_{k_2}} \quad (2),$$

[0047] 其中两个矩阵的乘积描述了基础矩阵结构,两个矩阵中的每个具有不同的索引。因此,在公式(2)中,使用不同的时间-频率颗粒度来向两个矩阵 M_{k_1} 和 $M_{k_2}^i$ 分别上报索引。

[0048] 在本发明的又一项实施例中,在具有 $P = 2$ 子索引的码本C中的矩阵 W^i 可构筑为:

$$[0049] \quad W^i = M_{k_2}^i \otimes M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} \otimes M_{k_2}^i \quad (3),$$

[0050] 其中 \otimes 是克罗内克乘积(Kronecker product),且矩阵 M_{k_1} 和 $M_{k_2}^i$ 分别从子码本 C_1 和 C_2 获得。矩阵 M_{k_1} 的上报的时间-频率颗粒度可高于或低于矩阵 $M_{k_2}^i$ 的上报的时间-频率颗粒度。

[0051] 在又一项实施例中,在具有 $P = 2$ 子索引的码本C中的矩阵 W^i 可构筑为:

$$[0052] \quad W^i = M_{k_2}^i M_{k_1} \text{ 或 } W^i = M_{k_1} M_{k_2}^i \quad (4),$$

[0053] 这是一个通用结构,其中矩阵中的一个宽带代表且另一个矩阵是每子带反馈的代表。

[0054] 在本发明的又一项实施例中,码本C中的矩阵 W^i 构筑为:

$$[0055] \quad W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} e^{j d_{k_2}} \end{bmatrix} \quad (5),$$

[0056] 其中 d_{k_2} 是标量。

[0057] 在又一项实施例中,子索引的数目是 $P = 3$ 且码本C中的矩阵 W^i 由三个子索引(分别为 k_1, k_2 和 k_3)标识并且可构筑为:

$$[0058] \quad W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_2}^i M_{k_3} \end{bmatrix} \text{ 或 } W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_3} M_{k_2}^i \end{bmatrix} \quad (6),$$

[0059] 其中 M_{k_1} 和 M_{k_3} 表示相关天线的预编码矩阵,所以上报 k_1, k_3 的时间-频率颗粒度比矩阵 $M_{k_2}^i$ 的第二子索引 k_2 的时间-频率颗粒度小,所述矩阵 $M_{k_2}^i$ 表示极化之间的关系,因此矩阵 $M_{k_2}^i$ 的第二子索引 k_2 在频率及/或时间上以较高颗粒度反馈。

[0060] 根据3GPP LTE和LTE-Advanced标准,存在两种反馈报告可能,即,使用物理上行控制信道(Physical Uplink Control Channel, PUCCH)和物理上行共享信道(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)。PUCCH配置为周期性发射少数比特(低载荷),同时PUSCH可携带大量的比特且是经调度的非周期性资源。此外,CSI反馈的一个有用属性是:每个报告是自含式的,这意味着,一个CSI反馈不应该必须依赖在不同时刻反馈的多重报告来为给定的子带计算CSI。因此,PUCCH适合于宽带反馈,这意味着PUCCH包含整个反馈带宽的某种平均CSI信息。另一方面,PUSCH在载荷上具有较少的限制,因此,可携带更多的比特,

更加适合于详细的每子带 CSI。图 5 中展示此反馈结构的一项示例。在此图中,每个上报时刻的条信号的高度说明在该 CSI 报告中所上报的比特的数目。PUCCH 报告是周期性的,而 PUSCH 上报可能是非周期性的,这意味着发射节点是在需要时请求 PUSCH 上报。然而,也可能是配置周期性的 PUSCH 上报,该 PUSCH 上报使用与 PUCCH 上报不同的某种其它周期,所属领域的技术人员很了解这一点。

[0061] 本发明可通过反馈 P 个子索引来支持使用 PUCCH 用于宽带反馈,并且其中只有一个跨越整个带宽的子带,整个宽带表示 PUCCH 中的宽带 CSI。此外,可通过引入 P 个索引之间的某种关系来进一步减少开销。这可由一个示例解释。假设矩阵结构:

$$[0062] \quad W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} e^{jd_{k_2}} \end{bmatrix} \quad (7),$$

[0063] 其中矩阵 M_{k_1} 的第一子码本 C_1 由以下式给出:

[0064]

$$C_1 = \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -i \end{bmatrix} \right\} \quad (8),$$

[0065] 其中 $i = \sqrt{-1}$, 且第二子码本 C_2 包含标量 d_{k_2} , 其由以下式给出:

[0066]

$$C_2 = \{\pi \quad -\pi\} \quad (9).$$

[0067] 因此,第一子索引 k_1 在此示例中由两比特表示,而第二子索引 k_2 仅由一比特表示。假设在适合于 PUSCH 的每子带反馈中有 10 个子带,那么上报 $2+10*1 = 12$ 比特。在适合于 PUCCH 的宽带反馈中,反馈 $2+1 = 3$ 比特。

[0068] 如上文所提到的,通过引入 P 个子索引之间的依赖关系,可进一步减少反馈开销至两位。在载荷非常有限的反馈存储器中,可制作“允许的”成对 P 个子索引的表。在下面表 1 中展示此实例。尽管整个码本包含 8 个元素且要求 3 比特,但这在表 1 的实例中已经被减少到 2 比特。为了选择应包含在所述表中的矩阵,可采用不同的优化方法,例如,旨在最大化剩余矩阵之间的最小弦距。

[0069]

k_1	k_2	$W^i = \begin{bmatrix} M_{k_1} \\ M_{k_1} e^{jd_{k_2}} \end{bmatrix}$
0	0	$W^i = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
1	1	$W^i = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$
2	0	$W^i = \begin{bmatrix} 1 \\ i \\ 1 \\ i \end{bmatrix}$
3	1	$W^i = \begin{bmatrix} 1 \\ -i \\ -1 \\ i \end{bmatrix}$

[0070] 表 1 :如何通过引入码本索引之间的依赖关系来减少反馈开销的示例

[0071] 还应注意,码本 C 中的矩阵 W^i 可用作 PMI,这对于技术人员而言是显而易见的。

[0072] 此外,本发明还涉及接收节点中的方法、发射节点中的方法及其装置。

[0073] 在发射节点中用于接收和处理发射节点与接收节点之间的 CSI 的方法中,所述 CSI 由来自码本 C 的 K 个矩阵 W^i 表示,所述码本 C 包括多个矩阵。所述方法包括步骤:

[0074] 接收第一子索引 k_1 ;为所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个接收至少一个额外的第二子索引 k_2 ;并且重构由所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个,其中所述 K 个矩阵 W^i 由所述第一 k_1 和第二 k_2 子索引标识,所述第一 k_1 和第二 k_2 子索引具有不同的时间-频率上报颗粒度。其发射节点装置也在本申请案中揭示。

[0075] 在接收节点中用于上报发射节点与接收节点之间的 CSI 的方法,其中所述 CSI 由来自码本 C 的 K 个矩阵 W^i 表示,所述码本 C 包括多个矩阵。所述方法包括步骤:接收节点上报第一子索引 k_1 ;并且接收节点为所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个上报至少一个额外的第二子索引 k_2 ;其中所述 K 个矩阵 W^i 中的每一个由第一 k_1 和第二 k_2 子索引标识,并且所述第一 k_1 和第二 k_2 子索引具有不同的时间-频率上报颗粒度。其接收节点装置也在本申请案中揭示。

[0076] 技术人员还了解,发射节点中的方法和接收节点中的方法可根据所述方法的不同实施例,在根据本发明的无线通信系统中进行必要的修改。

[0077] 此外,向发射节点上报 CSI 的接收节点如何选择 K 个子带中的每一个的矩阵(即,在此特定实例中,每子带的子索引 k_1, k_2) 并且上报此信息的示例流程图在图 3 中给出。

[0078] 在图 4 中,给出发射节点如何为 K 个子带中的每一个重构 CSI 的示例流程图。发

射节点已接收到一个第一子索引 k_1 和 K 个第二子索引 k_2 (每个子带一个), 并且使用子索引以及第一和第二子码本 C_1 和 C_2 来为第 i 个子带重构矩阵 W^i 。因此, 矩阵 W^i 表示子带 i 的 CSI 并且是码本 C 中的矩阵。

[0079] 此外, 正如所属领域的技术人员所了解的, 根据本发明, 接收节点中的方法和发射节点中的方法可在计算机程序中实施, 所述计算机程序具有代码构件, 其在计算机中运行时引起计算机执行所述方法的步骤。计算机程序包含于计算机程序产品的计算机可读介质中。计算机可读介质可主要由任何存储器组成, 例如 ROM(只读存储器)、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除 PROM)、快闪存储器、EEPROM(电可擦除 PROM) 或硬盘驱动器。

[0080] 还应最终理解, 本发明不限于上文所述的实施例, 而且还涉及且并入在所附独立权利要求的范围内的所有实施例。

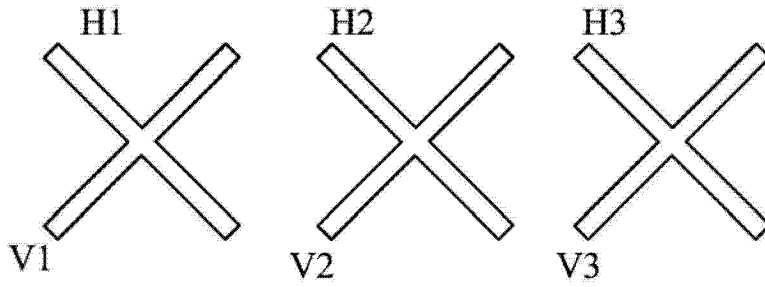


图 1

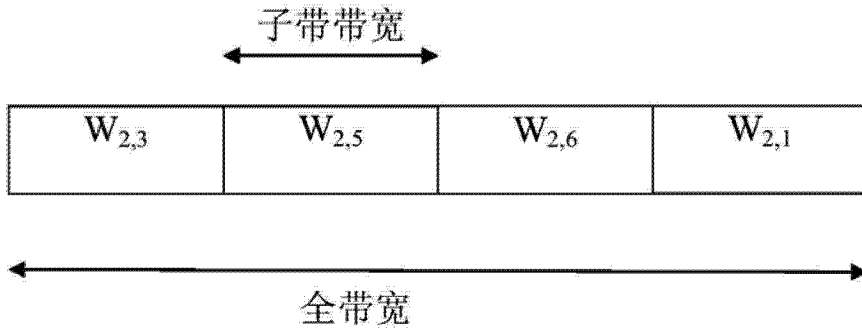


图 2

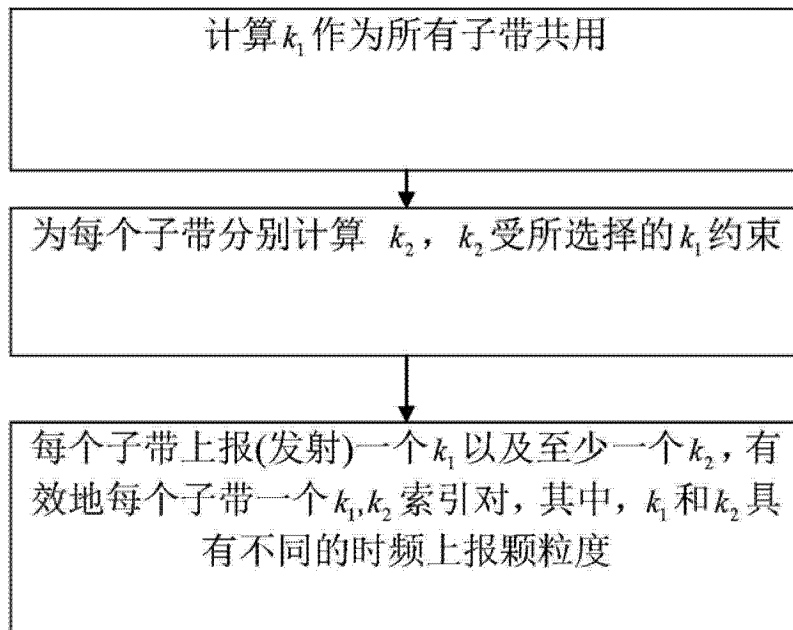


图 3

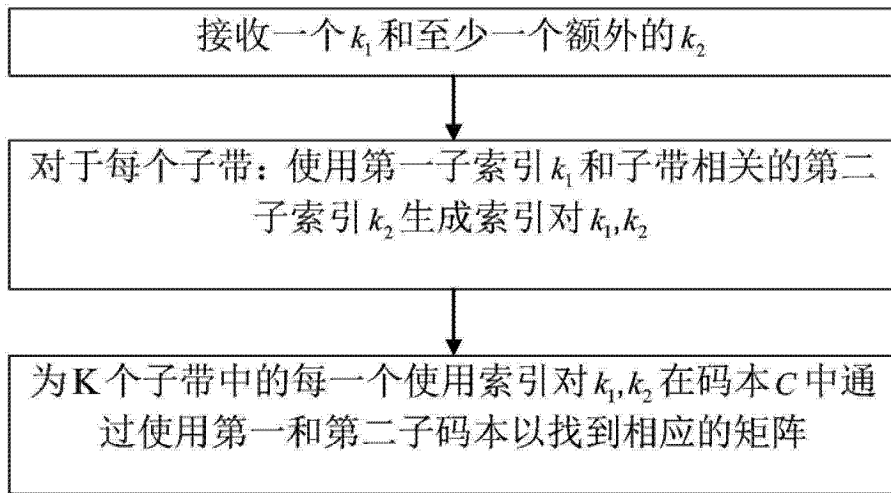


图 4

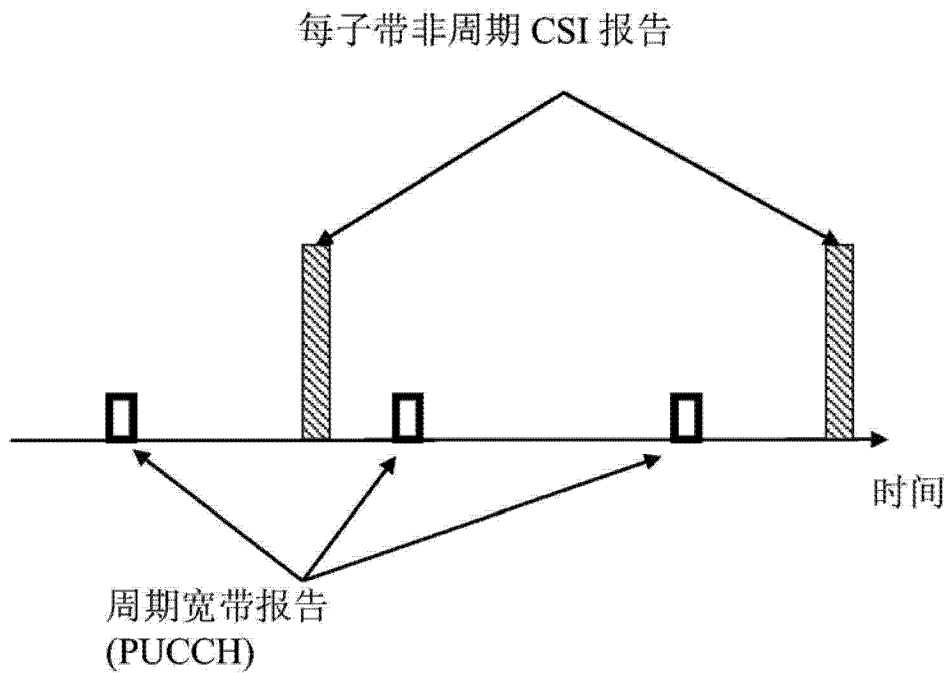


图 5

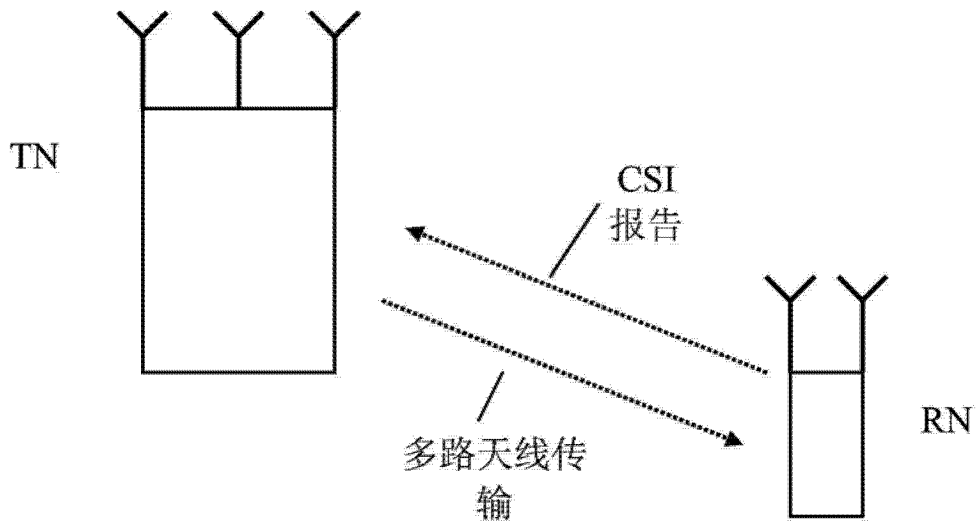


图 6

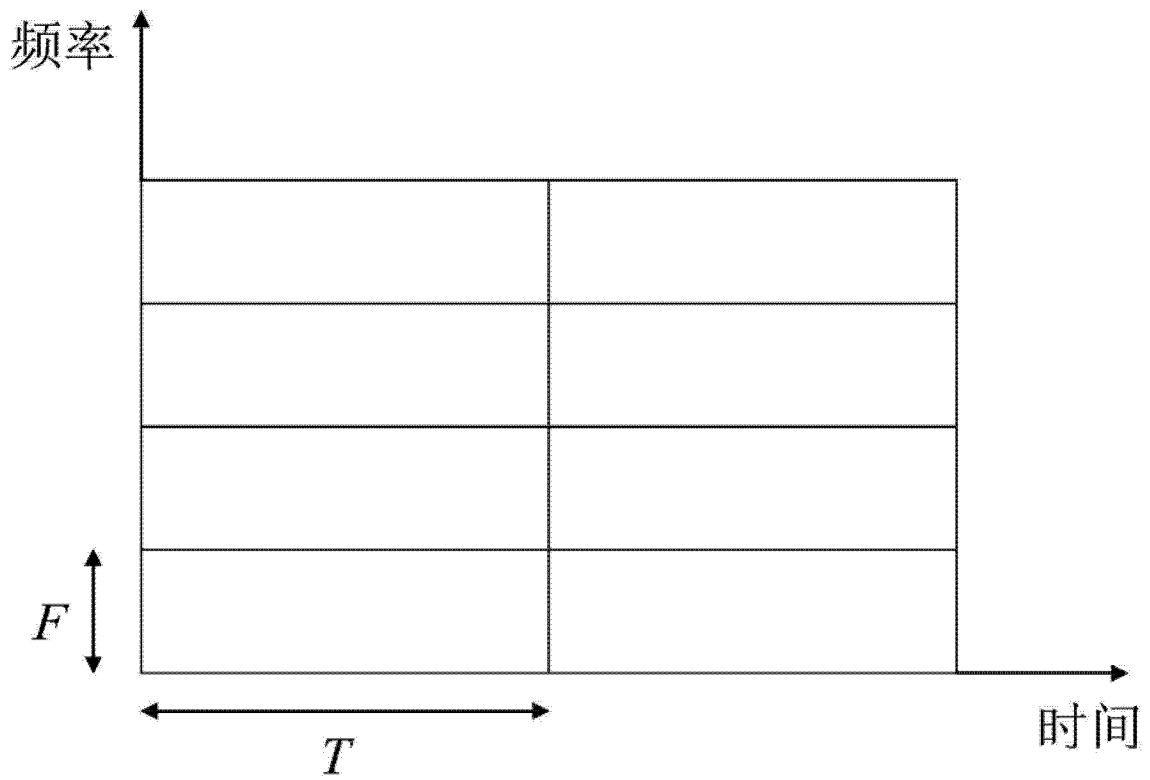


图 7