

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101047393 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610078576.5

WO 2005088924 A1, 2005.09.22, 全文.

(22) 申请日 2006.05.12

审查员 顾静

(73) 专利权人 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 梁伟光 耿东玉

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有
限公司 11260

代理人 郑立明

(51) Int. Cl.

H03M 13/27(2006.01)

H03M 13/00(2006.01)

(56) 对比文件

EP 1359672 A1, 2003.05.11, 全文.

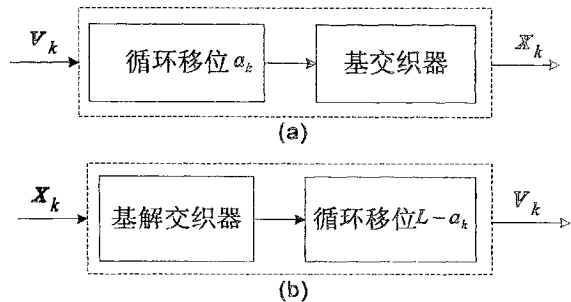
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种产生交织器 / 解交织器的方法及其应用

(57) 摘要

本发明提供产生交织器 / 解交织器的方法及应用,通过对基交织器的交织信息、基解交织器的解交织信息分别进行循环移位变换,能够为系统产生其他交织器、解交织器。本发明只需要存储基交织器的交织信息和基解交织器的解交织信息,节省了大量的内存资源。本发明为系统产生交织器、解交织器的方法简单,降低了系统复杂性,避免了交织和解交织过程中的时延。本发明可以采用对交织信息、解交织信息进行循环移位的方法来实现交织、解交织处理,还可以通过对输入基交织器的数据帧进行循环移位、利用基交织器实现交织,通过对基解交织器输出的数据帧进行循环移位实现解交织,实现过程灵活。从而实现了在节约系统资源的同时,避免交织、解交织时延的目的。



1. 一种产生交织器 / 解交织器的方法,其特征在于,所述方法包括步骤:

a、设置基交织器的交织信息,所述基交织器的交织信息用向量或者矩阵表示,所述基交织器为一个交织器;

b、通过对所述交织信息进行循环移位,产生多个不同的交织器;

c、设置基解交织器的解交织信息,所述基解交织器的解交织信息用向量或者矩阵表示,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

d、通过对所述解交织信息进行与交织信息循环移位相对应的循环移位,产生多个不同的解交织器。

2. 如权利要求 1 所述的一种产生交织器 / 解交织器的方法,其特征在于,所述步骤 b 和步骤 d 中的循环移位包括:对基交织矩阵 / 基解交织矩阵的行循环移位、和 / 或列循环移位;或者所述循环移位包括:对基交织向量 / 基解交织向量的取模操作。

3. 如权利要求 2 所述的一种产生交织器 / 解交织器的方法,其特征在于:

设定基交织矩阵的大小为 $L \times L$;

所述步骤 b 中对基交织矩阵进行列循环移位,即对基交织向量进行取模操作产生的第 k 个交织器为: $\pi_k = (\pi(i) + a_k) \% L$;

其中: $i = 0, 1, \dots, L-1$, a_k 为不小于 0 的任意数、且不同交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

4. 如权利要求 2 所述的一种产生交织器 / 解交织器的方法,其特征在于:

设定基解交织矩阵的大小为 $L \times L$;

所述步骤 d 中对基解交织矩阵进行行循环移位,即对基解交织向量进行取模操作产生的第 k 个解交织器为:

$$\pi_k^{-1}(i) = \begin{cases} \pi^{-1}(i - a_k), & i \geq a_k \\ \pi^{-1}((i + L - a_k) \% L), & i < a_k \end{cases} \quad i = 0, 1, \dots, L-1;$$

其中: a_k 为不小于 0 的任意数、且不同解交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的一种产生交织器 / 解交织器的方法,其特征在于,第 k 个交织器 / 解交织器对应的 a_k 为: $a_k = \left\lfloor \frac{L}{K} \right\rfloor k$;

其中, L 为交织矩阵的大小, K 为用户数量。

6. 一种产生交织器 / 解交织器的系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有产生交织器装置,所述接收端设备中设置有产生解交织器装置,或者接收端设备中设置有产生解交织器装置和产生交织器装置,其特征在於:

所述产生交织器装置包括:第一存储模块和产生交织器模块;

第一存储模块:用于存储基交织器的交织信息,所述基交织器的交织信息用向量或者矩阵表示,所述基交织器为一个交织器;

产生交织器模块:用于从第一存储模块中获取基交织器的交织信息,并对该交织信息进行循环移位,产生多个不同的交织器;

所述产生解交织器装置包括:第二存储模块和产生解交织器模块;

第二存储模块:用于存储基解交织器的解交织信息,所述基解交织器的解交织信息用

向量或者矩阵表示,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

产生解交织器模块:用于从第二存储模块中获取基解交织器的解交织信息,并对该解交织信息进行循环移位,产生多个不同的解交织器。

7. 一种 IDMA 系统中实现交织、解交织的方法,其特征在于,包括:

A、设置基交织器的交织信息,所述基交织器的交织信息用向量或者矩阵表示,所述基交织器为一个交织器;

B、通过对所述基交织器的交织信息进行循环移位,为各用户产生交织器,且不同用户的交织器不同;

C、将各用户的需要进行交织的数据帧输入对应的交织器,实现交织;

D、设置基解交织器的解交织信息,所述基解交织器的解交织信息用向量或者矩阵表示,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

E、通过对所述基解交织器的解交织信息进行循环移位,为各用户产生解交织器,且不同用户的解交织器不同;

F、将交织后的数据帧输入对应的解交织器,实现解交织。

8. 一种 IDMA 系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有产生交织器装置和交织模块,所述接收端设备中设置有产生解交织器装置和解交织模块,或者所述接收端设备中设置有产生交织器装置、交织模块、产生解交织器装置和解交织模块,其特征在于:

所述产生交织器装置包括:第一存储模块、产生交织器模块和交织模块;

第一存储模块:用于存储基交织器的交织信息,所述基交织器的交织信息用向量或者矩阵表示,所述基交织器为一个交织器;

产生交织器模块:用于从第一存储模块中获取基交织器的交织信息,并对该交织信息进行循环移位为各用户产生交织器,且不同用户的交织器不同;

交织模块:用于将各用户的需要进行交织的数据帧输入产生交织器模块产生的相应的交织器,实现交织;

所述产生解交织器装置包括:第二存储模块、产生解交织器模块和解交织模块;

第二存储模块:用于存储基解交织器的解交织信息,所述基解交织器的解交织信息用向量或者矩阵表示,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

产生解交织器模块:用于从第二存储模块获取基解交织器的解交织信息,并对该解交织信息进行循环移位为各用户产生解交织器,且不同用户的解交织器不同;

解交织模块:用于将接收端接收的交织后的数据帧输入对应的解交织器,实现解交织。

9. 一种 IDMA 系统中实现交织、解交织的方法,其特征在于,包括:

设置基交织器的交织信息,所述基交织器的交织信息用向量或者矩阵表示,所述基交织器为一个交织器;

将各用户的需要进行交织的数据帧进行循环移位后,与所述交织信息实现交织;

设置基解交织器的解交织信息,所述基解交织器的解交织信息用向量或者矩阵表示,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

根据解交织信息为交织后的数据帧进行解交织,然后,再将解交织后的数据帧进行循环移位,实现解交织;

其中,不同用户对应不同的循环移位。

10. 一种 IDMA 系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有基交织器和第一移位模块,所述接收端设备中设置有基解交织器和第二移位模块,或者所述接收端设备中设置有基交织器、第一移位模块、基解交织器和第二移位模块,其特征在于:

第一移位模块将各用户的需要进行交织的数据帧循环移位后输入基交织器,由基交织器对输入的数据帧进行交织处理,并输出交织后的数据帧,所述基交织器为一个交织器;

基解交织器对接收端接收到的交织后的数据帧进行解交织处理,并将解交织后的数据帧传输至第二移位模块,由第二移位模块对其接收的数据帧进行循环移位处理,并输出,所述基解交织器为与所述基交织器对应的解交织器;

其中,不同用户对应不同的循环移位。

一种产生交织器 / 解交织器的方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及通讯技术领域,具体涉及一种产生交织器 / 解交织器的方法及其在 IDMA 中的应用。

背景技术

[0002] 在移动通信系统中经常使用到交织技术。交织器的作用是把码字顺序相关的数据帧重新排序成另一个序列,如原来的码字序列为 $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$, 经过交织器交织后变成 $\{2, 4, 7, 6, 3, 0, 8, 5, 1, 9\}$ 的码字序列。相反,解交织器的作用是把经过交织器交织后打乱顺序的码字序列恢复成原来的码字序列。

[0003] 在移动通信系统中,由于许多用户需要同时通过一个基站和其他用户进行通信,因此,必须对不同用户和基站发出的信号赋予不同的特征,使基站能从众多用户的信号中区分出某个信号是哪个用户发送出来的,而且,各用户也能识别出基站发出的信号中哪个是发给自己的。这就是多址技术解决的问题。

[0004] DS-CDMA(direct sequence code division multiple access,直扩码分多址)已经应用到了第二代和第三代移动通信系统。传统的 CDMA(code division multiple access,码分多址)系统的典型特点是依靠不同的扩频码来区分不同的用户。在 CDMA 系统中,交织器通常置于 FEC(forward error correction,前向纠错)编码器和扩频器之间,交织器的作用是:使误码离散化,使突发差错信道变为离散差错信道,接收端纠正随机离散差错,从而改善系统的性能。

[0005] CDMA 系统发射装置的示意图如附图 1 所示。在图 1 中,不同的用户可以使用相同的交织器。

[0006] 2002 年 10 月的 Information Theory Workshop, ITW' 02 中, Li Ping, K. Y. Wu, Lihai Liu 和 W. K. Leung 写的题为“A simple, unified approach to nearly optimal multiuser detection and space-time coding”的论文中,作者提出了一种新的多址技术-IDMA(interleave-division multiple-access,交织多址)技术以及相应的多用户检测方案。

[0007] 交织多址是一种用码片交织(chip-level interleaving)方法来区分不同用户的多址方式,交织多址可以看作是一种特殊的 CDMA。

[0008] IDMA 系统保留了 CDMA 系统的许多优点,如抗衰落分集和降低其他蜂窝用户干扰等优点。与 CDMA 系统相比,这种用码片交织来区分用户的 IDMA 方式能够更加有效地提高整个系统的容量和性能。

[0009] 与 CDMA 系统不同的是,在 IDMA 系统中,交织器置于扩频器的后面。不同用户的扩频器可以是相同的也可以是不同的。但是,为了将用户区分开来,不同用户对应的交织器必须是不同的。

[0010] IDMA 系统的发射装置的示意图如附图 2 所示。

[0011] 在图 2 中, $d_k = \{d_{k,0}, d_{k,1}, \dots\}$ 表示第 k 个用户的源数据帧。 $c_k = \{c_{k,0}, c_{k,1}, \dots\}$

表示第 k 个用户的源数据帧经过编码器编码后的码字。 $v_k = \{v_{k,0}, v_{k,1}, \dots, v_{k,L-1}\}$ 表示第 k 个用户的码字经过扩频器扩频后的扩频码,其长度为 L ,扩频码一般被称之为码片(chip)。 $x_k = \{x_{k,0}, x_{k,1}, \dots, x_{k,L-1}\}$ 表示第 k 个用户的码片经过交织器 k 交织后的序列,其长度亦为 L 。这样各用户就可以由各自的交织器来标识,交织多址的名字就是由此而来。

[0012] IDMA 系统的接收装置的示意图如附图 3 所示。

[0013] 图 3 所示的接收装置的实现接收的具体过程如文章“A simple approach to near-optimal multiuser detection: interleaved-division multiple-access”中的描述,该文章的作者为:Li Ping, Lihai Liu 和 W. K. Leung。其具体过程在此不再详细描述。

[0014] 从上述描述可以看出, IDMA 技术的关键是:为不同的用户分配不同的交织器。目前, IDMA 系统中为不同用户设计交织器的方法主要包括如下两种:

[0015] 方法一、由于 IDMA 系统要求每个用户的扩频码片交织器必须不同,因此,一种最简单、最直接的方法是:为每一个用户设计一个不同的码片交织器,每个交织器是随机产生的。

[0016] 在方法一的技术方案中,需要单独为每个用户设计交织器,而且,为了完成不同用户的所有扩频码片的交织和解交织处理,在系统中需要将每个用户的交织器和解交织器的信息存储起来。当交织器和解交织器的长度比较长、且用户数目比较多时,存储所有用户的交织器和解交织器的信息就会占用大量的内存,从而增加了系统的复杂度。

[0017] 方法二、在 2006 年 2 月的“ELECTRONICS LETTERS 16th February 2006 Vol. 42No. 4”中的“User-specific chip-level interleaver design for IDMA system”这篇文章中,作者 H. Wu, L. Ping 和 A. Perotti 提到了一种用于 IDMA 系统中的交织器的设计方案。在这个设计方案中,需要先为系统设计一个交织器 π 和解交织器 π^{-1} ,第 1 个用户的交织器和解交织器分别为 π 和 π^{-1} ,第 2 个用户的交织器和解交织器分别为 2 个 π 和 2 个 π^{-1} 的串联,依次类推,第 k 个用户的交织器和解交织器分别为 k 个 π 和 k 个 π^{-1} 的串联。第 k 个用户的交织器和解交织器具体如附图 4 所示。

[0018] 在方法二的设计方案中,只需在系统中存储交织器 π 和解交织器 π^{-1} 的信息即可得到所有用户的交织器和解交织器的信息。

[0019] 方法二的技术方案虽然解决了技术方案一中由于存储所有用户的交织器和解交织器信息从而占用大量内存的问题,但是,该技术方案中,第 k 个用户的扩频码字需要经过 k 个串联的交织器后才能完成交织过程,同样,接收端接收到的码字也需要经过 k 个串联的解交织器后才能完成解交织过程,从而使码字完成交织和解交织造成的时延比较大,而且,串联的交织器的个数越多,造成的时延就越大。方法二的交织器设计方式对系统进行信息处理能力的要求比较高,增加了系统的复杂性。

[0020] 在无线通信系统中,交织器和解交织器的应用是非常广泛的,当需要为无线通信系统中的发送端、接收端设计多个不同的交织器和解交织器时,采用的方法和上述描述中的方法基本相同,只是在 IDMA 系统中,不同的交织器和解交织器是用来区分用户的,而在其他系统中,交织器和解交织器可能不是用来区分用户的。由于设计交织器和解交织器的方法基本相同,所以,其他无线通信系统中同样存在上述方法一或方法二的缺点。

发明内容

[0021] 本发明的目的在于,提供一种产生交织器/解交织器的方法及其应用,本发明大大简化了交织器/解交织器的设计过程,在节约交织信息、解交织信息占用存储空间的同时,有效解决了交织、解交织过程中的时延问题。

[0022] 为达到上述目的,本发明提供的一种产生交织器/解交织器的方法,包括:

[0023] a、设置基交织器的交织信息;

[0024] b、通过对所述设置的交织信息进行循环移位,产生多个不同的交织器;

[0025] c、设置基解交织器的解交织信息;

[0026] d、通过对所述设置的解交织信息进行与交织信息循环移位相对应的循环移位,产生多个不同的解交织器。

[0027] 所述步骤 b 和步骤 d 中的循环移位包括:对基交织矩阵/基解交织矩阵的行循环移位、和/或列循环移位;或者所述循环移位包括:对基交织向量/基解交织向量的取模操作。

[0028] 设定基交织矩阵的大小为 $L \times L$;

[0029] 所述步骤 b 中对基交织矩阵进行列循环移位,即对基交织向量进行取模操作产生的第 k 个交织器为: $\pi_k = (\pi(i) + a_k) \% L$;

[0030] 其中: $i = 0, 1, \dots, L-1$, a_k 为不小于 0 的任意数、且不同交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

[0031] 设定基解交织矩阵的大小为 $L \times L$;

[0032] 所述步骤 d 中对基解交织矩阵进行行循环移位,即对基解交织向量进行取模操作产生的第 k 个解交织器为:

$$[0033] \quad \pi_k^{-1}(i) = \begin{cases} \pi^{-1}(i - a_k), & i \geq a_k \\ \pi^{-1}((i + L - a_k) \% L), & i < a_k \end{cases} \quad i = 0, 1, \dots, L-1;$$

[0034] 其中: a_k 为不小于 0 的任意数、且不同解交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

[0035] 第 k 个交织器/解交织器对应的 a_k 为: $a_k = \left\lfloor \frac{L}{K} k \right\rfloor$;

[0036] 其中, L 为交织矩阵的大小, K 为用户数量。

[0037] 本发明提供一种产生交织器/解交织器的系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有产生交织器装置,所述接收端设备中设置有产生解交织器装置,或者接收端设备中设置有产生解交织器装置和产生交织器装置;

[0038] 所述产生交织器装置包括:第一存储模块和产生交织器模块;

[0039] 第一存储模块:用于存储基交织器的交织信息;

[0040] 产生交织器模块:用于从第一存储模块中获取基交织器的交织信息,并对该交织信息进行循环移位,产生多个不同的交织器;

[0041] 所述产生解交织器装置包括:第二存储模块和产生解交织器模块;

[0042] 第二存储模块:用于存储基解交织器的解交织信息;

[0043] 产生解交织器模块:用于从第二存储模块中获取基解交织器的解交织信息,并对该解交织信息进行循环移位,产生多个不同的解交织器。

[0044] 本发明提供一种 IDMA 系统中实现交织、解交织的方法,包括:

[0045] A、设置基交织器的交织信息;

- [0046] B、通过对所述设置的基交织器的交织信息进行循环移位,为各用户产生交织器,且不同用户的交织器不同;
- [0047] C、将各用户的需要进行交织的数据帧输入对应的交织器,实现交织;
- [0048] D、设置基解交织器的解交织信息;
- [0049] E、通过对所述设置的基解交织器的解交织信息进行循环移位,为各用户产生解交织器,且不同用户的解交织器不同;
- [0050] F、将交织后的数据帧输入对应的解交织器,实现解交织。
- [0051] 本发明还提供一种 IDMA 系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有产生交织器装置和交织模块,所述接收端设备中设置有产生解交织器装置和解交织模块,或者所述接收端设备中设置有产生交织器装置、交织模块、产生解交织器装置和解交织模块;
- [0052] 所述产生交织器装置包括:第一存储模块、产生交织器模块和交织模块;
- [0053] 第一存储模块:用于存储基交织器的交织信息;
- [0054] 产生交织器模块:用于从第一存储模块中获取基交织器的交织信息,并对该交织信息进行循环移位为各用户产生交织器,且不同用户的交织器不同;
- [0055] 交织模块:用于将各用户的需要进行交织的数据帧输入产生交织器模块产生的相应的交织器,实现交织;
- [0056] 所述产生解交织器装置包括:第二存储模块、产生解交织器模块和解交织模块;
- [0057] 第二存储模块:用于存储基解交织器的解交织信息;
- [0058] 产生解交织器模块:用于从第二存储模块获取基解交织器的解交织信息,并对该解交织信息进行循环移位为各用户产生解交织器,且不同用户的解交织器不同;
- [0059] 解交织模块:用于将接收端接收的交织后的数据帧输入对应的解交织器,实现解交织。
- [0060] 本发明提供的一种 IDMA 系统中实现交织、解交织的方法,包括:
- [0061] 设置基交织器的交织信息;
- [0062] 将各用户的需要进行交织的数据帧进行循环移位后,与所述交织信息实现交织;
- [0063] 设置基解交织器的解交织信息;
- [0064] 根据解交织信息为交织后的数据帧进行解交织,然后,再将解交织后的数据帧进行循环移位,实现解交织;
- [0065] 其中,不同用户对应不同的循环移位。
- [0066] 本发明还提供一种 IDMA 系统,包括:发送端设备和接收端设备,所述发送端设备中设置有基交织器和第一移位模块,所述接收端设备中设置有基解交织器和第二移位模块,或者所述接收端设备中设置有基交织器、第一移位模块、基解交织器和第二移位模块;
- [0067] 第一移位模块将各用户的需要进行交织的数据帧循环移位后输入基交织器,由基交织器对输入的数据帧进行交织处理,并输出交织后的数据帧;
- [0068] 基解交织器对接收端接收到的交织后的数据帧进行解交织处理,并将解交织后的数据帧传输至第二移位模块,由第二移位模块对其接收的数据帧进行循环移位处理,并输出;
- [0069] 其中,各用户对应不同的循环移位。

[0070] 通过上述技术方案的描述可知,本发明利用基交织器和基解交织器,通过对基交织器、基解交织器分别进行简单的循环移位变换,为系统产生其他交织器、解交织器。由于本发明仅需要基交织器和基解交织器,所以,系统中只需要存储基交织器的交织信息和基解交织器的解交织信息即可,相对于现有技术的方案一而言,节省了大量的内存资源,由于本发明为系统产生交织器、解交织器的方法非常简单。相对于现有技术的方案二而言,降低了系统的复杂性,避免了交织和解交织过程中的时延。当无线通信系统采用本发明设计的交织器、解交织器进行交织、解交织处理时,误码率等系统性能能够达到现有技术中的系统性能。本发明不但可以采用对基交织器、基解交织器进行循环移位的方法来实现交织、解交织处理,还可以通过对输入基交织器的数据帧进行循环移位、并利用基交织器来实现交织,并通过对基解交织器输出的数据帧进行循环移位来实现解交织,实现过程灵活。本发明提供的技术方案可以适用于 IDMA 等多种需要进行交织、解交织处理的无线通信系统中;从而通过本发明提供的技术方案实现了在节约系统资源的同时,避免交织、解交织时延的目的。

附图说明

- [0071] 图 1 是 CDMA 系统发射装置示意图;
- [0072] 图 2 是 IDMA 系统的发射装置的示意图;
- [0073] 图 3 是 IDMA 系统的接收装置的示意图;
- [0074] 图 4 是现有技术中第 k 个用户的交织器和解交织器;
- [0075] 图 5 是交织器和解交织器的工作原理示意图;
- [0076] 图 6 是本发明实施例的交织前后的数据帧的对应关系;
- [0077] 图 7 是本发明实施例的基交织矩阵循环移位变换示意图;
- [0078] 图 8 是本发明实施例的 IDMA 系统的交织 / 解交织过程示意图;
- [0079] 图 9 是本发明实施例的 IDMA 系统的发射装置的示意图;
- [0080] 图 10 是本发明实施例的 IDMA 系统的接收装置的示意图。

具体实施方式

[0081] 在目前 IDMA 系统的交织器设计方案中,如果为每一个用户设计一个交织器和解交织器,则需要存储所有用户的交织器的交织信息和解交织器的解交织信息,这些大量的交织信息和解交织信息占据了大量的存储空间;如果采用串联不同个数的相同形式的交织器来解决存储空间的问题,则交织和解交织的过程比较复杂、计算量比较大、交织和解交织过程的时延问题严重。本发明的目的就是要提供一种新颖、简单、易实现的交织器和解交织器的设计方法,以解决现有技术中存在的上述各个问题。

[0082] 本发明首先需要有一个交织器,这个交织器可以称之为基交织器。无线通信系统中的其他交织器都是由这个基交织器而产生的,如 IDMA 系统中所有用户的交织器都是基于这个基交织器而产生的,也就是说,本发明通过对基交织器进行循环移位,能够使无线通信系统中的各交织器不同,如使 IDMA 系统中的各用户的交织器不同,从而达到区分不同用户的目的。

[0083] 与上述基交织器相对应的解交织器可以称之为基解交织器。无线通信系统中的其

他解交织器都是由这个基解交织器而产生的,也就是说,本发明通过对基解交织器进行循环移位,能够使无线通信系统中的各解交织器不同,如 IDMA 系统中所有用户的解交织器都是基于这个基解交织器经过简单的循环移位变换而产生的,本发明通过对基解交织器的解交织信息进行循环移位,能够使 IDMA 系统中的各用户的解交织器不同。

[0084] 由于本发明只需要预先设置基交织器和基解交织器,所以,在无线通信系统中如在 IDMA 系统中,只需要存储基交织器的交织信息和基解交织器的解交织信息即可。这里的基交织器的交织信息一般为:基交织器的向量 π ,也可以为:基交织器的矩阵。基交织器的矩阵占用的存储空间比基交织器的向量 π 占用的空间大。相应的,基解交织器的解交织信息一般为:基解交织器的向量 π^{-1} ,也可以为:基解交织器的矩阵。同样,基解交织器的矩阵占用的存储空间比基解交织器的向量 π^{-1} 占用的空间大。

[0085] 由于基交织器和基解交织器之间存在一定的关系,一旦知道其中的一个,另一个就可以很容易的得到,所以,在接收端也可以仅存储基交织器的交织信息,或者仅存储基解交织器的解交织信息。在具体应用过程中,接收端可以根据其存储的基交织器的交织信息推导出基解交织器的解交织信息,或者接收端根据其存储的基解交织器的解交织信息推导出基交织器的交织信息。

[0086] 从上面的描述可以看出,本发明根据基交织器产生各交织器的方法以及产生过程都十分简单。在 IDMA 系统中,也就是产生各用户的交织器的方法以及产生过程都十分简单,所以, IDMA 系统中的发送端在根据各用户的交织器对用户的数据帧如扩频后的码片进行交织时,避免了现有技术二在交织过程中产生时延的现象,而且, IDMA 系统中只需要存储基交织器的交织信息和基解交织器的解交织信息,节约了系统中大量的存储空间。

[0087] 为了充分说明本发明提供的技术方案,下面对目前的交织和解交织的过程进行简单介绍。

[0088] 交织器和解交织器的工作原理如附图 5 所示。

[0089] 在图 5 中, v 为交织前的数据帧, x 为交织后的数据帧,设定码片长度均为 L 。其中: $v = (v_0, v_1, \dots, v_{L-1})$, $x = (x_0, x_1, \dots, x_{L-1})$, v 和 x 均为定义的行向量。

[0090] 设定交织器用 π 来表示,解交织器用 π^{-1} 来表示,交织器的大小为整数 L 。这里,用 $\pi(0), \pi(1), \dots, \pi(L-1)$ 来表示交织器 π 的交织信息, π 为定义的行向量。

[0091] 令 $x_i = v_{\pi(i)}$,则图 5 的 (a) 中, $\pi(i) = j$, ($i = 0, 1, \dots, L-1; j = 0, 1, \dots, L-1$)。 $x_i = v_{\pi(i)}$ 表示交织前的数据帧 v_j 经过交织后变为数据帧 x_i 。

[0092] 同样,用 $\pi^{-1}(0), \pi^{-1}(1), \dots, \pi^{-1}(L-1)$ 来表示解交织器 π^{-1} 的解交织信息。令 $v_j = x_{\pi^{-1}(j)}$,则图 5 的 (b) 中, $\pi^{-1}(j) = i$, ($i = 0, 1, \dots, L-1; j = 0, 1, \dots, L-1$), $v_j = x_{\pi^{-1}(j)}$ 表示经过交织后的数据帧 x_i 经过解交织后恢复为 v_j 。

[0093] v 和 x 的关系可以通过交织矩阵 P 或解交织矩阵 P^{-1} 来表示。 P 和 P^{-1} 均是形式为 $L \times L$ 的 $(0, 1)$ 矩阵,在此矩阵中,每行和每列均只含有一个“1”,其余位置为“0”,因此,只需要确定 P 和 P^{-1} 矩阵中“1”的位置,就可以得到矩阵 P 和 P^{-1} 。

[0094] 通过交织器的向量 π 确定交织矩阵 P 的方法为:

[0095] 设定交织器已知,且交织器的形式为: $\pi(i) = j$, ($i = 0, 1, \dots, L-1; j = 0, 1, \dots, L-1$),则可以知道, P 的第 $i+1$ 行中的第 $j+1$ 个元素为“1”,逐次写出每行“1”的位置,就可以得到交织矩阵 P 。

[0096] 通过解交织器的向量 π^{-1} 确定解交织矩阵 P^{-1} 的方法为：

[0097] 设定解交织器已知,其形式为 $\pi^{-1}(j) = i, (i = 0, 1, \dots, L-1; j = 0, 1, \dots, L-1)$, 则可以知道,解交织矩阵 P^{-1} 中第 $j+1$ 行中第 $i+1$ 个元素为“1”,逐次写出每行“1”的位置,就可以得到解交织矩阵 P^{-1} 。

[0098] 反之,如果交织矩阵 P 和解交织矩阵 P^{-1} 已知,也可以反推出交织器 π 和解交织器 π^{-1} 。

[0099] 数据帧进行交织的过程可以表示为: $x^T = Pv^T$ (1)

[0100] 数据帧进行解交织的过程可以表示为: $v^T = P^{-1}x^T$ (2)

[0101] 在本发明的下述描述中,如果不作特别说明,则所有的上标 T 均表示转置操作,所有的上标“-1”均表示求逆操作。

[0102] 通过证明可以知道,交织矩阵 P 具有如下性质:

[0103] $P^{-1} = P^T$ (3)

[0104] $PP^T = P^TP = I$

[0105] 根据交织矩阵 P 的性质,对公式 (1) 和公式 (2) 进行处理,可以得到交织和解交织处理的另一种数学表达方式,具体如下面的公式 (4)、公式 (5) 所示。

[0106] $x = (x^T)^T = (Pv^T)^T = vP^T = vP^{-1}$ (4)

[0107] $v = (v^T)^T = (P^T x^T)^T = xP$ (5)

[0108] 从公式 (4)、公式 (5) 中可以看出,交织过程可以由解交织矩阵来表示;而解交织过程可以由交织矩阵来表示。

[0109] 为了便于理解上面的描述,下面给出一个具体的实例。

[0110] 设定交织器 π 的长度 L 为 5,交织前后的数据帧的对应关系如附图 6 所示。

[0111] 在图 6 中,交织前的数据帧 v 经过交织器交织后,其前后顺序被打乱,成为数据帧 x ;相反地,数据帧 x 经过解交织器后可以恢复为交织前的数据帧 v 。

[0112] 在实际的具体实现上,可以将交织器以及解交织器相应的交织关系存储起来。对于交织器而言,可以存储 $\pi(0), \pi(1), \dots, \pi(L-1)$,对于解交织器而言,可以存储 $\pi^{-1}(0), \pi^{-1}(1), \dots, \pi^{-1}(L-1)$ 。

[0113] 因此,对于交织器而言,从图 6 中可以明显的获得公式 (6) 所示的关系。

[0114] $x_0 = v_{\pi(0)}$

[0115] $x_1 = v_{\pi(1)}$

[0116] $x_2 = v_{\pi(2)}$ (6a)

[0117] $x_3 = v_{\pi(3)}$

[0118] $x_4 = v_{\pi(4)}$

[0119] $\pi(0) = 3$

[0120] $\pi(1) = 2$

[0121] 其中, $\pi(2) = 0$ (6b)

[0122] $\pi(3) = 4$

[0123] $\pi(4) = 1$

[0124] 同样,对于解交织器而言,从图 6 中可以明显的获得公式 (7) 所示的关系。

[0125] $v_0 = x_{\pi^{-1}(0)}$

$$[0126] \quad v_1 = x_{\pi^{-1}(1)}$$

$$[0127] \quad v_2 = x_{\pi^{-1}(2)} \quad (7a)$$

$$[0128] \quad v_3 = x_{\pi^{-1}(3)}$$

$$[0129] \quad v_4 = x_{\pi^{-1}(4)}$$

$$[0130] \quad \pi^{-1}(0) = 2$$

$$[0131] \quad \pi^{-1}(1) = 4$$

$$[0132] \quad \text{其中, } \pi^{-1}(2) = 1 \quad (7b)$$

$$[0133] \quad \pi^{-1}(3) = 0$$

$$[0134] \quad \pi^{-1}(4) = 3$$

[0135] 根据 P 和 P⁻¹ 与交织器 π 和解交织器 π^{-1} 的对应关系, 可以将公式 (6)、公式 (7) 用交织矩阵 P 和解交织矩阵 P⁻¹ 表示出来。具体形式如下:

$$[0136] \quad P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} P^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0137] 根据公式 (1), 交织过程可以通过交织矩阵来实现, 如公式 (8) 所示。

$$[0138] \quad \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_0 \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0139] 根据公式 (4), 交织过程也可以通过解交织矩阵来实现, 本领域的普通技术人员可以非常轻易的推导出来, 在本具体实施方式中不再给出具体的公式。

[0140] 同样, 根据公式 (2), 解交织的过程可以通过解交织矩阵来实现, 如公式 (9) 所示。

$$[0141] \quad \begin{bmatrix} v_0 \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0142] 同样, 根据公式 (5), 解交织过程也可以通过交织矩阵来实现, 本领域的普通技术人员可以非常轻易的推导出来, 在本具体实施方式中不再给出具体公式。

[0143] 在简单介绍了交织和解交织的过程后, 下面对本发明提供的技术方案进行详细描述, 在描述过程中, 需要用到上面描述中列出的公式。

[0144] 在本发明中, 根据基交织器的交织信息, 采用循环移位变换的方法可以得到 IDMA 系统中所有用户的交织器, 根据基解交织器的解交织信息, 采用循环移位变换的方法可以得到所有用户的解交织器。

[0145] 在描述本发明的实现过程之前, 设定基交织器的形式已知, 即用 π 来表示基交织

器。关于基交织器的产生方式,目前有多种方法可以实现,具体的基交织器的设计方法在这里不做讨论。

[0146] 由于在 IDMA 系统中是通过交织器来区分不同用户的,所以,在本发明中,可以采用对基交织器 π 进行取模操作的方法,来得到不同用户的交织器;即可以采用对基交织器的矩阵进行循环移位的变换方法来得到不同用户的交织器矩阵。这里,对基交织矩阵的循环移位可以为行移位,也可以为列移位,还可以同时是行移位和列移位;也就是说,本发明在根据基交织器的交织信息产生不同用户的交织器时,可以对所有的用户均采用行移位的方式来产生不同用户的交织器矩阵,也可以对所有的用户均采用列移位的方式来产生不同用户的交织器矩阵,还可以对所有的用户同时采用行移位和列移位的方式来产生不同用户的交织器矩阵,还有,本发明可以对部分用户采用行移位、对部分用户采用列移位等方式来产生不同用户的交织器矩阵。当然,现有技术中对矩阵进行移位的方法非常多,本发明完全可以采用现有技术中的任意一种矩阵的移位方式来对交织器矩阵进行移位处理,在此不再一一列举。

[0147] 对交织矩阵、解交织矩阵的行循环移位、和 / 或列循环移位的方法与对基交织向量、基解交织向量进行取模操作是等价的,也就是说,对基交织向量、基解交织向量进行取模操作在本质上也是一种循环移位。在下面实施例的描述中,通过具体的例子充分说明了采用两种不同的方式能够获得相同的结果,从而说明对基交织向量、基解交织向量进行取模操作在本质上是一种循环移位。

[0148] 下面以对基交织矩阵进行列循环移位为例,对上述循环移位的方法进行说明。为了使得本发明设计的交织器能够将不同的用户区分开来,在对系统中的所有用户均采用行移位、或者均采用列移位时,基交织器针对不同用户进行循环移位的位数必须是不同的。

[0149] 设定针对第 k 个用户,基交织矩阵循环移位的位数用整数 a_k 来表示。IDMA 系统中第 k 个用户对应的循环移位位数 a_k 值可以通过多种方式来确定,如 a_k 为不小于 0 的任意数、且不同交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同即可,再如可以采用最简单、最易想到的平均分配方案,即对交织器的长度按用户数进行平均分配的方式来获得不同用户的循环移位位数,具体如公式 (10) 所示。

[0150]

$$a_k = \left\lfloor \frac{L}{K} \right\rfloor k \quad (10)$$

[0151] 其中, L 为基交织器的长度, K 为用户数。

[0152] 在确定系统中第 k 个用户对应的循环移位位数 a_k 值时,无论采用何种方法,只要保证不同用户对应的循环移位位数不同即可。

[0153] 这里,第 k 个用户的交织器和解交织器分别用 π_k 和 π_k^{-1} 来表示。用 $\pi_k(0)$, $\pi_k(1)$, \dots , $\pi_k(L-1)$ 来表示第 k 个用户的交织器 π_k 的交织形式,用 $\pi_k^{-1}(0)$, $\pi_k^{-1}(1)$, \dots , $\pi_k^{-1}(L-1)$ 来表示第 k 个用户的解交织器 π_k^{-1} 的解交织形式。

[0154] 上述基交织矩阵循环移位变换如附图 7 所示。

[0155] 图 7 中,左边的方框表示基交织矩阵 P ,其大小为 $L \times L$,左边方框的阴影部分表示矩阵的后 a_k 列。如果循环移位的位数 a_k 已确定,那么,需要将基交织矩阵的后 a_k 列移到这个矩阵的前面变为这个矩阵的前 a_k 列,如图 7 中右边的方框所示。从而,得到了第 k 个用户

交织器对应的交织矩阵 P_k 。在 P_k 得到后,就可以很容易地得到第 k 个用户的交织器形式。

[0156] 从图 7 中可明显看出,本发明通过对基交织矩阵进行循环移位 a_k 位,实现了由基交织器得到第 k 个用户的交织器。

[0157] 当使用向量 π 来描述基交织器时,本发明对基交织器的交织信息进行循环移位的变换方式可以表示为:

[0158] 设定本发明需要通过对基交织矩阵进行列循环移位的变换方式来得到 IDMA 系统中第 k 个用户的交织器,具体过程如下。

[0159] 第 k 个用户的交织器可以由基交织矩阵通过循环移位 a_k 位获得,对基交织向量进行取模操作也可以获得第 k 个用户的交织器,具体的移位方法如公式 (11) 所示。

$$[0160] \quad \pi_k(i) = (\pi(i) + a_k) \% L, \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (11)$$

[0161] 其中, $\%$ 表示取模操作。如果不作特别说明,在本发明的所有公式中出现的 $\%$ 均表示取模操作。在公式 (11) 中, a_k 为不小于 0 的任意数、且不同交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

[0162] 相应地,第 k 个用户的解交织器也可以通过公式 (12) 来得到。

$$[0163] \quad \pi_k^{-1}(i) = \begin{cases} \pi^{-1}(i - a_k), & i \geq a_k \\ \pi^{-1}((i + L - a_k) \% L), & i < a_k \end{cases} \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (12)$$

[0164] 其中: a_k 为不小于 0 的任意数、且不同解交织器的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同。

[0165] 由于基交织矩阵与基解交织矩阵存在转置的关系,所以,本发明对基交织器交织矩阵进行行循环移位的变换方式可以通过对公式 (11) 和公式 (12) 进行简单的推导而获得,通过基交织矩阵、基解交织矩阵的行循环移位来产生各用户交织器、解交织器的具体过程在此不再详细描述。

[0166] 为了更清楚地说明本发明设计各用户的交织器的过程和步骤,下面给出具体的设计实例。

[0167] 设定基交织器及其对应的基解交织器的形式如公式 (6) 和公式 (7) 所示,且第 k 个用户循环移位的位数 $a_k = 1$ 。

[0168] 为了对基交织矩阵循环移位的过程有一个形象的认识,下面通过对基交织矩阵进行移位变换来得到第 k 个用户的交织器和解交织器的过程进行说明。

[0169] 针对第 k 个用户,对基交织矩阵的移位变换如下述所示。

[0170]

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \longrightarrow P_k = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0171] 上述左侧的矩阵为基交织矩阵,将基交织矩阵的最后一列前移至第 1 列,完成了对基交织矩阵循环移位 1 位的操作,循环移位后变换为上述右侧的矩阵。右侧的矩阵即为第 k 个用户的交织器的交织矩阵。

[0172] 根据公式 (1) 可以得到交织器 k 的交织过程为公式 (13) 所示:

$$[0173] \quad \begin{bmatrix} x_{k,0} \\ x_{k,1} \\ x_{k,2} \\ x_{k,3} \\ x_{k,4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{k,0} \\ v_{k,1} \\ v_{k,2} \\ v_{k,3} \\ v_{k,4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{k,4} \\ v_{k,3} \\ v_{k,1} \\ v_{k,0} \\ v_{k,2} \end{bmatrix} \quad (13)$$

[0174] 根据交织矩阵和 $\pi(0), \pi(1), \dots, \pi(L-1)$ 的对应关系,可以很容易地从上述变换后的交织矩阵 P_k 得到第 k 个用户的交织器,第 k 个用户的交织器的形式为: $\{\pi_k(0) = 4, \pi_k(1) = 3, \pi_k(2) = 1, \pi_k(3) = 0, \pi_k(4) = 2\}$ 。

[0175] 将交织矩阵 P_k 进行转置操作可以得到解交织矩阵 P_k^{-1} 。

$$[0176] \quad P_k^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

[0177] 同样地,根据解交织矩阵和 $\pi^{-1}(0), \pi^{-1}(1), \dots, \pi^{-1}(L-1)$ 的对应关系,也可以很容易得到第 k 个用户的解交织器,第 k 个用户的解交织器的形式为: $\{\pi_k^{-1}(0) = 3, \pi_k^{-1}(1) = 2, \pi_k^{-1}(2) = 4, \pi_k^{-1}(3) = 1, \pi_k^{-1}(4) = 0\}$ 。

[0178] 本发明可以根据公式 (11) 得到第 k 个用户的交织器如下面公式 (15) 所示:

$$[0179] \quad \pi_k(0) = (\pi(0)+1) \% 5 = (3+1) \% 5 = 4$$

$$[0180] \quad \pi_k(1) = (\pi(1)+1) \% 5 = (2+1) \% 5 = 3$$

$$[0181] \quad \pi_k(2) = (\pi(2)+1) \% 5 = (0+1) \% 5 = 1 \quad (15)$$

$$[0182] \quad \pi_k(3) = (\pi(3)+1) \% 5 = (4+1) \% 5 = 0$$

$$[0183] \quad \pi_k(4) = (\pi(4)+1) \% 5 = (1+1) \% 5 = 2$$

[0184] 将公式 (15) 和公式 (13) 进行比较可以知道,本发明通过基交织矩阵的循环移位操作获得的第 k 个用户的交织器、与通过基交织向量的取模操作获得的第 k 个用户的交织器相同,进一步说明,对基交织向量的取模操作在本质上是一种循环移位。

[0185] 本发明可以根据公式 (12) 得到第 k 个用户的解交织器如公式 (16) 所示:

$$[0186] \quad \pi_k^{-1}(0) = \pi^{-1}((0+5-1)\%5) = \pi^{-1}(4) = 3$$

$$[0187] \quad \pi_k^{-1}(1) = \pi^{-1}((1+5-1)\%5) = \pi^{-1}(0) = 2$$

$$[0188] \quad \pi_k^{-1}(2) = \pi^{-1}((2-1)\%5) = \pi^{-1}(1) = 4 \quad (16)$$

$$[0189] \quad \pi_k^{-1}(3) = \pi^{-1}((3-1)\%5) = \pi^{-1}(2) = 1$$

$$[0190] \quad \pi_k^{-1}(4) = \pi^{-1}((4-1)\%5) = \pi^{-1}(3) = 0$$

[0191] 将公式 (16) 和上述通过基解交织矩阵进行循环移位操作得到的解交织器进行比较可以知道,本发明通过基解交织矩阵的循环移位操作获得的第 k 个用户的解交织器,与通过基解交织向量的取模操作获得的第 k 个用户的解交织器相同,进一步说明,对基解交织向量的取模操作在本质上是一种循环移位。

[0192] 利用上述描述中的方法,针对不同的用户对基交织矩阵进行不同位数的循环移位变换,就可以得到系统中每个用户分别对应的交织器;同样的道理,针对不同的用户对基

解交织矩阵进行不同位数的循环移位变换,就可以得到系统中每个用户分别对应的解交织器。

[0193] 在上述实现方式中,第 k 个用户需要进行交织的数据帧是通过交织器 k 后,实现交织的,而交织器 k 是对基交织器的交织信息进行循环移位得到的;第 k 个用户需要进行解交织的数据帧是通过解交织器 k 后,实现解交织的,而解交织器 k 是对基解交织器的解交织信息进行循环移位得到的。本发明还提供一种更简单、更新颖的方式来实现交织、解交织,具体如附图 8 所示。

[0194] 在图 8(a) 中,发送端首先对需要进行交织的数据帧如扩频后的码片进行循环移位 a_k , 然后再将循环移位后的码片通过基交织器后,实现交织。

[0195] 不论是对基交织器进行循环移位,还是对需要输入基交织器的数据帧进行循环移位,其获得的结果都是相同的,这两种实现方式是等价的。

[0196] 在后一种实现方式中,不需要对基交织器进行任何处理,只需要对输入基交织器的数据帧进行循环移位,后一种实现方式不仅实现过程十分简单,而且,大大地降低了系统实现交织的复杂度。

[0197] 在后一种实现方式中,为了能够利用交织器来区分不同的用户,在对不同用户的输入基交织器的数据帧进行循环移位时,循环移位的位数 a_k 必须是不同的, a_k 为不小于 0 的任意数、且不同交织器对应的 a_k 针对于 L 取模后的结果不同,如第 k 个用户的 a_k 可以为:

$$a_k = \left\lfloor \frac{L}{K} \right\rfloor k; \text{其中, } L \text{ 为基交织器的大小, } K \text{ 为用户数量。}$$

[0198] 相对于上述对输入基交织器的数据帧进行循环移位而进行交织的方法,本发明接收端的解交织过程如附图 8(b) 所示。

[0199] 在图 8(b) 中, X_k 为交织后的第 k 个用户的数据帧, V_k 为解交织后的第 k 个用户的数据帧,且 L 与上面描述的内容一样,表示基解交织器的大小。首先,接收端将其接收到的交织后的数据帧 X_k 经过基解交织器,然后再将通过基解交织器后的数据帧进行循环移位 $L-a_k$ 位,实现解交织,其中, a_k 为不小于 0 的任意数、且不同解交织器对应的 a_k 针对于 L 取

模后的结果不同,如第 k 个用户的 a_k 可以为: $a_k = \left\lfloor \frac{L}{K} \right\rfloor k$; 其中, L 为基解交织器的大小, K 为用户数量。

[0200] 下面给出一个具体的设计实例。

[0201] 与上述通过基交织器的交织信息进行循环移位的方法一样,设定将第 k 个用户的需要输入基交织器的数据帧循环移位 1 位。于是,第 k 个用户的扩频后的码片 $v_k = [v_{k,0}, v_{k,1}, v_{k,2}, v_{k,3}, v_{k,4}]$ 循环移位 1 位后,变为 $v_k' = \{v_{k,1}, v_{k,2}, v_{k,3}, v_{k,4}, v_{k,0}\}$ 。

[0202] 循环移位后的数据帧经过基交织器后,变为

$$[0203] \quad \begin{bmatrix} x_{k,0} \\ x_{k,1} \\ x_{k,2} \\ x_{k,3} \\ x_{k,4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{k,1} \\ v_{k,2} \\ v_{k,3} \\ v_{k,4} \\ v_{k,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{k,4} \\ v_{k,3} \\ v_{k,1} \\ v_{k,0} \\ v_{k,2} \end{bmatrix} \quad (17)$$

[0204] 对照公式 (15), 可以发现,发送端采用两种不同的方法得出的交织后的结果是一

致的。

[0205] 同样的道理,接收端采用两种不同的方法得出的解交织后的结果也是一样的,在此不再详细描述。

[0206] 当本发明提供的交织、解交织方法应用于 IDMA 系统时,发射装置即发送端可以如附图 9 所示。图 9 中的发射装置与图 2 中的发射装置基本相同,只是图 2 中的交织器被替换成本发明的基交织器,数据帧需要在循环移位后输入基交织器。当然,图 9 中的发射装置只是一个具体的应用实例, IDMA 系统中的接收装置也可以不采用图 9 所示的发射装置,只要是发射装置中采用了本发明的基交织器的产生方法,或者是采用了本发明的输入基交织器的数据帧进行循环移位的方法,均属于本发明的保护范围。而且,发射装置也可以不仅仅应用在 IDMA 系统中。

[0207] 当本发明提供的交织、解交织方法应用于 IDMA 系统时,接收装置可以如附图 10 所示。图 10 中的接收装置与图 3 中的接收装置基本相同,只是图 3 中的交织器、解交织器被替换成本发明的基交织器和基解交织器的方案,数据帧需要在循环移位后输入基交织器,基解交织器输出的数据帧需要进行循环移位。当然,图 10 中的接收装置只是一个具体的应用实例, IDMA 系统中的接收装置也可以不采用图 10 所示的接收装置,只要是接收装置中采用了本发明的基交织器、基解交织器的产生方法,或者是采用了本发明的输入基交织器的数据帧进行循环移位的方法、基解交织器输出的数据帧进行循环移位的方法均属于本发明的保护范围。而且,接收装置也可以不仅仅应用在 IDMA 系统中。

[0208] 本发明应用在 IDMA 无线通信系统中的方式有多种,如可以将处在一个基站控制器管辖内的基站进行分组,将一个或几个基站分为一组,为每组设计一个基交织器、基解交织器,而且,不同组的基交织器应该是不同的,每组内基站中的所有用户的交织器和解交织器都由这个基交织器进行移位变换而产生。当然,对基站的分组方法并不限于上面提到的这种方式,如也可以将几个基站控制器定义为一组,为这样的一组设计一个基交织器、基解交织器;再如也可以将一个移动交换中心管辖的所有基站定义为一组,为这样的一组设计一个基交织器、基解交织器;还有,也可以在一个基站内设计多个基交织器,基站内不同用户的交织器、基解交织器可以由系统指定的基交织器、基解交织器通过循环移位来产生。当然,本发明不仅适用于上述情况,只要是通过一个交织器的交织信息进行移位而产生其他用户的交织器的情况均属于本发明要求保护的范围。

[0209] 本发明提供的无线通信系统,包括:发送端设备和接收端设备,发送端设备中设置有产生交织器装置,接收端设备中设置有产生解交织器装置,当接收端同时需要交织器和解交织器时,接收端设备中设置有产生交织器装置和产生解交织器装置。产生交织器装置由第一存储模块和产生交织器模块组成,产生解交织器装置由第二存储模块和产生解交织器模块组成。

[0210] 第一存储模块主要用于:存储基交织器的交织信息。这里的交织信息可以为基交织器的向量 π ,也可以为:基交织器的矩阵。具体如上述方法的描述。

[0211] 产生交织器模块主要用于:从第一存储模块中获取基交织器的交织信息,并对该交织信息进行循环移位,产生发送端/接收端需要的各交织器,且产生的各交织器不同。这里的循环移位可以为:对基交织矩阵的行移位、和/或列移位等。产生交织器模块在进行交织信息的循环移位处理时,可以采用上述方法中描述的公式,在此不再详细描述。

[0212] 第二存储模块主要用于：存储基解交织器的解交织信息。同样，这里基解交织器的解交织信息可以为向量 π^{-1} 的形式，也可以为矩阵的形式。在实际应用中，以向量的形式来存储交织信息、解交织信息，占用的存储空间较小。由于交织器和解交织器之间存在一定的关系，所以，第二存储模块中也可以存储基交织器的交织信息，产生解交织器模块可以由基交织器的交织信息推导出其需要使用的基解交织器的解交织信息，具体如上述方法中的描述。

[0213] 产生解交织器模块主要用于：从第二存储模块中获取基解交织器的解交织信息，并对该解交织信息进行循环移位，产生接收端需要的各解交织器，且产生的各解交织器不同。这里的循环移位可以为：对基解交织矩阵的行移位、和 / 或列移位等。产生解交织器模块在进行解交织信息的循环移位处理时，可以采用上述方法中描述的公式，在此不再详细描述。具体过程如上述方法中的描述。

[0214] 当上述系统为 IDMA 系统、且 IDMA 系统需要进行交织处理和解交织处理时，发送端设备中除了设置有产生交织器装置之外，还设置有交织模块，接收端设备中除了设置有产生解交织器装置之外，还设置有解交织模块。当接收端设备需要进行交织过程时，接收端设备中设置有产生交织器装置、交织模块、产生解交织器装置和解交织模块。

[0215] 产生交织器装置由第一存储模块和产生交织器模块组成，第一存储模块和产生交织器模块如上述实施例中的描述，只是产生交织器模块产生的各交织器是为了区分不同用户的，在此不再详细说明。

[0216] 发送端 / 接收端设备中的交织模块主要用于：将各用户需要进行交织的数据帧输入相应的交织器，这里的交织器由产生交织器模块产生，如交织模块将各用户对应的扩频后的码片输入产生交织器模块产生的相应的交织器，实现交织。具体如上述方法中的描述。

[0217] 产生解交织器装置由第二存储模块和产生解交织器模块组成，第二存储模块和产生解交织器模块如上述实施例中的描述，只是产生解交织器模块产生的各解交织器是为了区分不同用户的，在此不再详细说明。

[0218] 解交织模块主要用于：将接收端接收的交织后的数据帧输入对应的解交织器，实现解交织。具体如上述方法中的描述。

[0219] 本发明还提供一种 IDMA 系统，包括：发送端设备和接收端设备，发送端设备中设置有基交织器和第一移位模块，接收端设备中设置有基解交织器和第二移位模块。当接收端设备需要进行交织过程时，接收端设备中设置有基交织器、第一移位模块、基解交织器和第二移位模块。该系统中仍然仅需要存储一个基交织器的交织信息和一个基解交织器的解交织信息。

[0220] 第一移位模块将各用户的需要进行交织的数据帧循环移位后输入基交织器，由基交织器对输入的数据帧进行交织处理，并输出交织后的数据帧。第一移位模块对不同的用户的数据帧进行循环移位的位数不同。比较如下两个结果：各用户的移位后的数据帧输入基交织器，进行交织处理后的结果，以及对基交织器的交织信息进行循环移位产生各用户的交织器，然后，将各用户的数据帧输入对应的交织器，进行交织处理后的结果，其效果是相同的，具体如上述方法中的描述。

[0221] 基解交织器对接收端接收到的交织后的数据帧进行解交织处理，并将解交织后的数据帧传输至第二移位模块，由第二移位模块对其接收的数据帧进行循环移位处理，并输

出。第二移位模块对不同的用户的解交织后的数据帧进行循环移位的位数不同。比较如下两个结果：各用户的输入基解交织器解交织后的数据帧进行循环移位的结果，与对基解交织器的解交织信息进行循环移位产生各用户的解交织器，然后将各用户的数据帧输入对应的解交织器，进行解交织的结果，其效果是相同的，具体如上述方法中的描述。

[0222] 在上述实施例中，是以 IDMA 系统为例进行描述的，其实，本发明的产生交织器、解交织器的方法和交织和解交织的方法还可以用于其他需要多个交织器和多个解交织器的系统中，如 TCMA (Trellis-code multiple-access, 网格码多址) 等。关于 TCMA 的原理详见 Fredrik **Brännström**, Tor M. Aulin 和 Lars K. Rasmussen, 在 2002 年 9 月在“IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. 50, NO. 9, SEPTEMBER 2002”中写的“Iterative Detectors for Trellis-Code Multiple-Access”这篇文章中。

[0223] 通过上述实施例的描述可以看出，本发明为各用户设计交织器的方法比较简单，即只需要一个基交织器，其他用户的交织器可以由这个基交织器通过简单的循环移位变换得到，由于本发明是对基交织器和基解交织器进行循环移位来得到其他的交织器和解交织器的，所以，系统中只需要存储基交织器的交织信息和基解交织器的解交织信息即可，从而避免了现有技术一中占用大量存储空间的问题，节省了大量的系统内存；由于本发明产生交织器、解交织器的方法简单，从而避免了现有技术二中交织和解交织过程中的时延现象，降低了系统的复杂度。采用本发明设计的交织器、解交织器进行交织处理、解交织处理，可以达到现有技术方案中的误码率等系统性能。

[0224] 虽然通过实施例描绘了本发明，本领域普通技术人员知道，本发明有许多变形和变化而不脱离本发明的精神，本发明的申请文件的权利要求包括这些变形和变化。

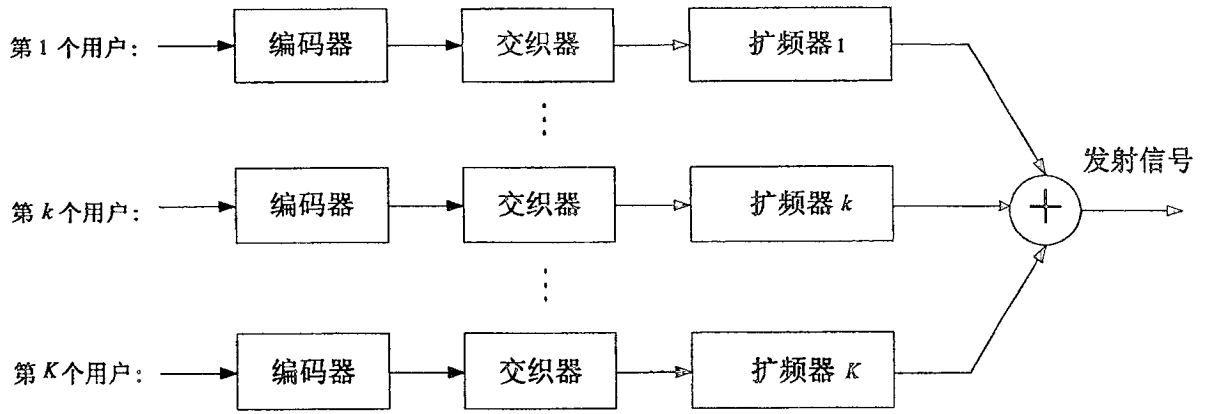


图 1

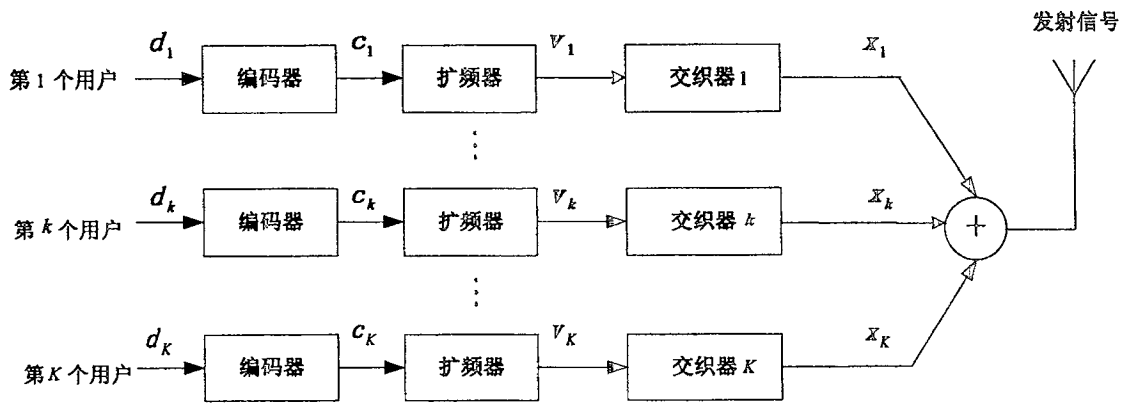


图 2

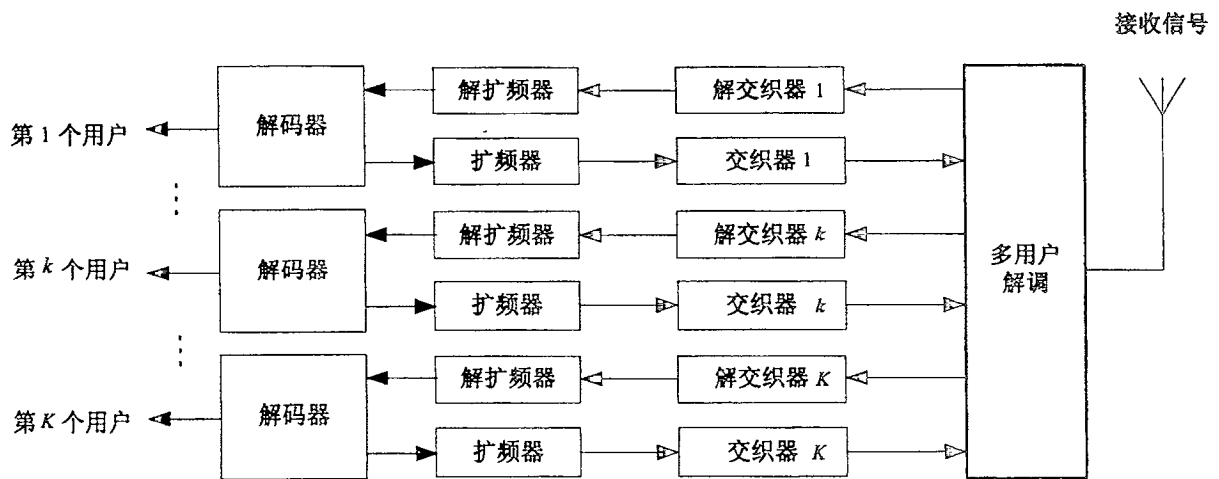


图 3

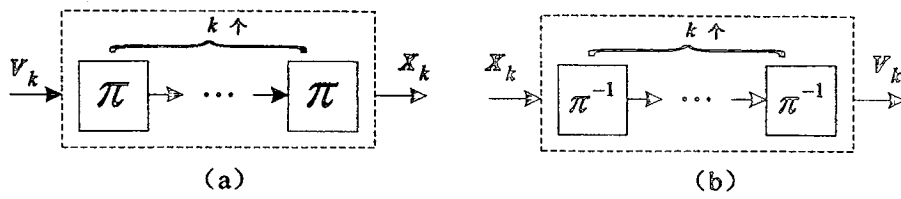


图 4



图 5

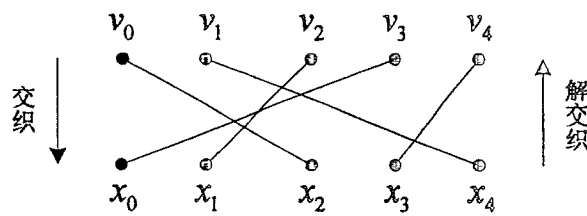


图 6

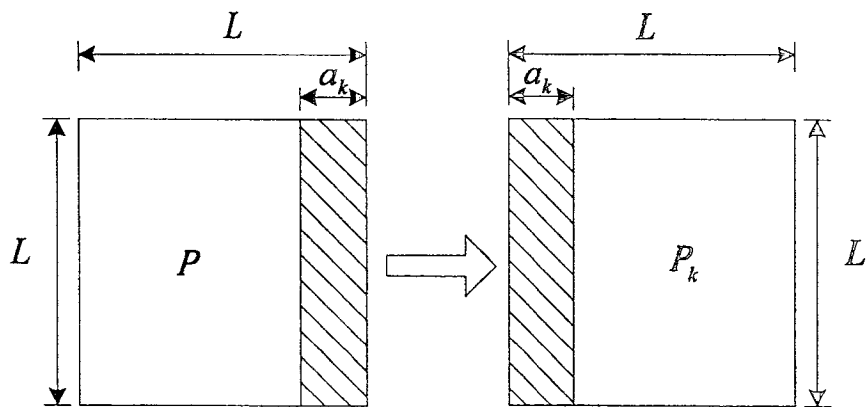


图 7

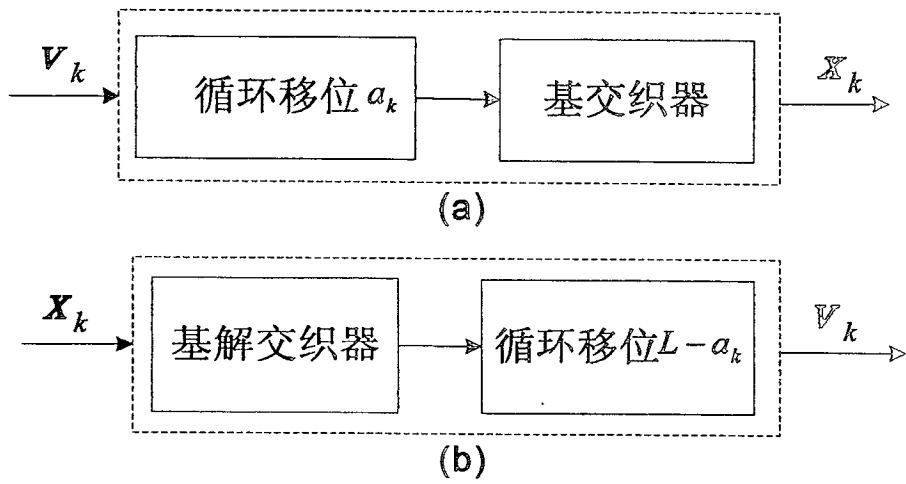


图 8

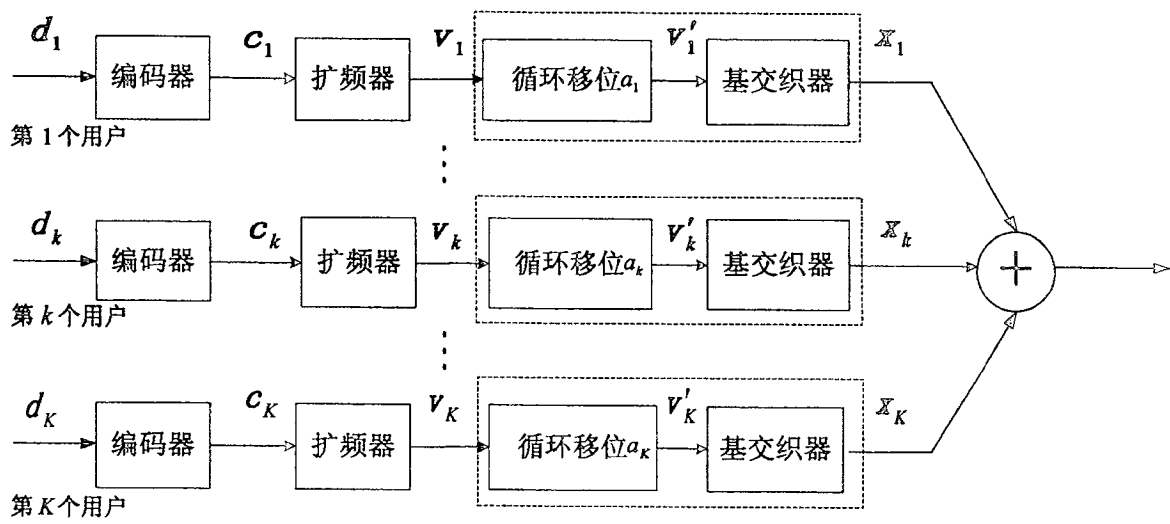


图 9

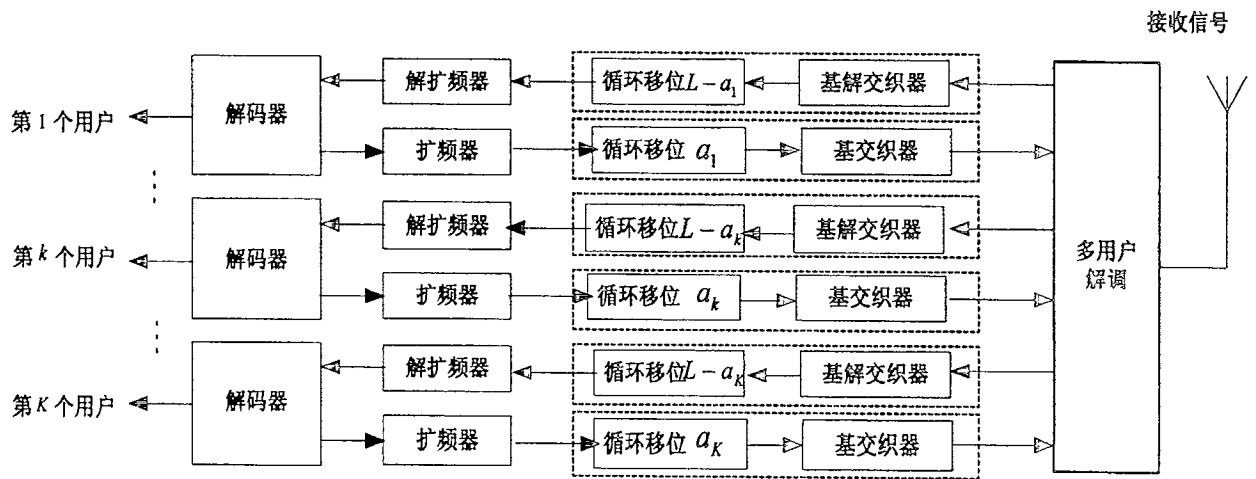


图 10