

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101330487 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 04

(21) 申请号 200710151724. 6

(22) 申请日 2007. 09. 27

(66) 本国优先权数据
200710127629. 2 2007. 06. 19 CN

(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 马蒂斯·温斯特姆
步兰尼斯夫·波波维奇 李洋

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限
公司 11018
代理人 宋志强 麻海明

(51) Int. Cl.
H04L 1/00 (2006. 01)
H04L 5/00 (2006. 01)

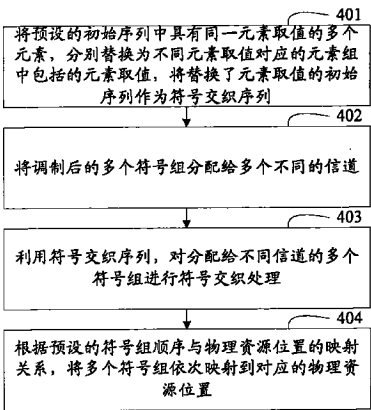
(56) 对比文件
EP 1303051 A1, 2003. 04. 16,
US 6061386 A, 2000. 05. 09,
CN 1653739 A, 2005. 08. 10,
CN 1694390 A, 2005. 11. 09,
CN 1630226 A, 2005. 06. 22,

审查员 李凡

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

(54) 发明名称
一种符号交织方法、装置及终端设备

(57) 摘要
本发明公开了一种符号交织方法和一种符号交织装置。本发明通过对序列 $S(i)$ 的变换, 生成符号交织序列。序列 $S(i)$ 中的数值与 CE 的序号对应, 因此, 通过序列 $S(i)$ 生成的符号交织序列可以更加有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到同样物理资源位置的数量较少, 从而能够提高小区间干扰随机化的效果, 降低小区间的干扰对系统性能的影响。本发明还可以利用 Costas 序列来获得符号交织序列, 同样能够使得符号交织序列可以更加有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到同样物理资源位置的数量较少, 以提高小区间干扰随机化的效果, 降低小区间的干扰对系统性能的影响, 还简化了符号交织序列的生成。



1. 一种符号交织方法,其特征在于,包括:

将调制符号分为若干符号组,生成长度为 M 的符号组序列 y ;

根据符号交织序列对所述符号组序列 y 进行符号交织处理,得到序列 w ;

所述符号交织序列通过以下方式生成:

定义序列 $S(i)$,其长度为 M ,值域为 $\{0, 1, \dots, N-1\}$;

将 $S(i)$ 的值域集合中的元素与 N 个互不相交的序列一一对应,具体包括:所述序列 $S(i)$ 中的不同元素取值对应不同的信道元素 CE ,所述 N 个互不相交的序列与 N 个 CE 一一对应,所述 N 个互不相交的序列中的每个序列中的取值为该序列对应的 CE 中各个符号组的序号;所述 N 个互不相交的序列由整数集合 $\{0, 1, \dots, M-1\}$ 中的数值组成,其中, M 大于或等于 N ;

将 $S(i)$ 中的数值分别取代为与该数值相对应的序列中的数值以生成交织序列。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 的汉明相关度小于等于预设的阈值。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述汉明相关度包括:

序列 $S(i)$ 的汉明自相关度,

和 / 或, $S(i)$ 与序列 $(S(i)+a) \bmod N$ 的汉明互相关度,其中, i 为大于等于 0 且小于等于 $M-1$ 的整数, a 为大于等于 0 的整数。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 为科斯塔斯 Costas 序列或者基于 Costas 序列生成的序列。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,当序列 $S(i)$ 是基于 Costas 序列生成的序列时,生成方法为:删除 Costas 序列中的部分元素;或者将多个相同的完整 Costas 序列进行拼接;或者将完整的 Costas 序列与一个或多个不同 Costas 序列的片断进行拼接;或者将多个 Costas 序列的片断进行拼接。

6. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 中的每个元素取值,分别为将 Costas 序列或者基于 Costas 序列生成的序列中每个元素对 N 取模得到的结果。

7. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 中的每个元素取值,分别为小于等于 Costas 序列或者基于 Costas 序列生成的序列中对应位置的元素除以 P 所得到的数值的最大整数,其中 P 为一个 CE 中包含的符号组个数;

或者,所述序列 $S(i)$ 中的每个元素取值,分别为大于等于 Costas 序列或者基于 Costas 序列生成的序列中对应位置的元素除以 P 所得到的数值的最小整数,其中 P 为一个 CE 中包含的符号组个数。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,该方法还包括:将序列 w 对应的符号映射到预设物理资源上。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,在将序列 w 对应的符号映射到预设物理资源上之前,根据预设的与小区对应的移位步长,对 w 进行循环移位。

10. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,在将序列 w 对应的符号映射到预设物理资源上之前,根据预设的与小区对应的移位步长,对所述符号交织序列进行循环移位,再根据循环移位后的序列对所述多个符号组进行符号交织。

11. 如权利要求 1 至 10 任一项所述的方法,其特征在于,所述 N 个互不相交序列的长度

相等。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

不同小区对应不同的序列 $S(i)$,且不同序列 $S(i)$ 之间的相关度低于预设的阈值。

13. 如权利要求 1 或 12 所述的方法,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 中的元素取值与信道元素 CE 的序号相对应。

14. 一种符号交织装置,其特征在于,包括:

序列存储单元,用于存储符号交织序列及符号组序列;

交织处理单元,用于根据符号交织序列对多个符号组序列进行符号交织处理;

所述序列存储单元中存储的符号交织序列是通过以下方式生成:

定义序列 $S(i)$,其长度为 M ,值域为 $\{0,1,\dots,N-1\}$;

将 $S(i)$ 的值域集合中的元素与 N 个互不相交的序列一一对应,具体包括:所述序列 $S(i)$ 中的不同元素取值对应不同的信道元素 CE,所述 N 个互不相交的序列与 N 个 CE 一一对应,所述 N 个互不相交的序列中的每个序列中的取值为该序列对应的 CE 中各个符号组的序号;所述 N 个互不相交的序列由整数集合 $\{0,1,\dots,M-1\}$ 中的数值组成,其中, M 大于或等于 N ;

将 $S(i)$ 中的数值分别取代为与该数值其相对应的序列中的数值以生成交织序列。

15. 如权利要求 14 所述的装置,其特征在于,该装置进一步包括:映射单元,用于将符号交织处理后的多个符号组分别映射到对应的物理资源上。

16. 如权利要求 15 所述的装置,其特征在于,该装置进一步包括:循环移位单元,用于根据预设的每个小区对应的移位步长,对符号交织处理后的多个符号组进行循环移位;

所述映射单元映射的多个符号组为循环移位后的多个符号组。

17. 如权利要求 15 所述的装置,其特征在于,该装置进一步包括:循环移位单元,根据预设的每个小区对应的移位步长,对所述序列存储单元中存储的所述符号交织序列进行循环移位;

所述交织处理单元利用的符号交织序列为循环移位后的符号交织序列。

18. 如权利要求 14 所述的装置,其特征在于,所述序列 $S(i)$ 中的元素取值与信道元素 CE 的序号相对应。

19. 一种终端设备,其特征在于包括如权利要求 14 至 18 中任一项所述的符号交织装置。

一种符号交织方法、装置及终端设备

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,尤其涉及通信系统中的交织技术。

背景技术

[0002] 在移动通信系统中,为了使信号传输过程中的误码离散化,通常对信号进行交织处理。

[0003] 以正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 系统为例,在每个小区中,将待传输信息比特包依次进行编码、比特交织处理、调制处理后,得到多个调制符号,再将得到的多个调制符号分组,得到多个符号组;将得到的多个符号组分配给多个信道,例如,每个信道对应一个或者多个信道元素 (Channel Element, CE),则可以将多个符号组平均分配给多个与不同信道所对应的多个 CE,并对上述分配给多个信道的多个符号组进行符号交织处理,例如现有通常采用删减比特翻转交织 (Pruned Bit-Reversal interleaver) 处理,重新排列上述多个符号组的排列顺序,然后根据预设的符号组排列顺序与物理资源位置的对应关系,将经符号交织处理的多个符号组顺序映射到对应的物理资源位置,例如映射到物理下行控制信道 (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) 中对应的资源元素 (Resource Element, RE)。

[0004] 由于所有的小区均利用相同的交织序列,即相同的交织装置,进行符号交织处理,因此,每个小区经符号交织处理后的多个符号组的排列顺序均相同,这就会使得共用相同物理资源的不同小区,将相同的符号组映射到相同物理资源位置,从而产生资源冲突,进而造成小区间信号干扰严重,降低系统传输性能。

[0005] 为了避免上述情况的发生,现有技术中,每个小区还可以根据与其对应的不同的移位步长,对符号交织处理后的多个符号组进行循环移位,尽可能使得共用相同物理资源的不同小区,经符号交织处理后的多个符号组的排列顺序互不相同,因而映射到相同物理资源位置的符号组不全相同,以实现小区间干扰随机化,减少小区间干扰带来的性能损失。

[0006] 然而,上述方法虽然能够在一定程度上减少小区间干扰带来的性能损失,但是,对于 CE,不同小区可能会将同一个 CE 中或分别将多个 CE 中的所有或大部分符号组,映射到相同物理资源位置,即相同或不同 CE 中的所有或大部分符号组会映射到相同的物理资源位置,从而产生 CE 间的冲突,使得小区间的干扰仍然较大,干扰随机化的效果不好。

[0007] 例如,假设有 16 个符号组,16 个符号组的编号依次为 0 ~ 15,将这 16 个符号组分配给与多个信道分别对应的 4 个 CE,使得每个 CE 中包括 4 个符号组,即符号组 0 ~ 3 属于 CE0、符号组 4 ~ 7 属于 CE1、符号组 8 ~ 11 属于 CE2、符号组 12 ~ 15 属于 CE3。

[0008] 利用 PBRI 交织序列 {0,8,4,12,2,10,6,14,1,9,5,13,3,11,7,15},对 16 个符号组进行符号交织处理,交织器就是要把 4 个 CE 中的一共 16 个符号组进行交织。

[0009] 假设两个小区对应的循环移位步长分别为 0 和 1,则等效于两个小区将分别按照如下序列将符号组映射到对应的物理资源位置:

[0010] Cell_1 = {0,8,4,12,2,10,6,14,1,9,5,13,3,11,7,15};

[0011] $\text{Cell}_2 = \{8, 4, 12, 2, 10, 6, 14, 1, 9, 5, 13, 3, 11, 7, 15, 0\}$ 。

[0012] 即在第 1 个物理资源位置上 Cell_1 映射的是符号组 0, Cell_2 映射的是符号组 8; 在第 2 个物理资源位置上 Cell_1 映射的是符号组 8, Cell_2 映射的是符号组 4; 依次类推。

[0013] 符号交织器的主要目的为: 保证不同小区进行符号交织和循环移位后, 不同小区将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少, 实现干扰随机化。

[0014] 如果将上述两个序列中的符号组序号, 替换为该符号组所属 CE 的序号, 则可得到如下序列:

[0015] $\text{Cell}_1 = \{0, 2, 1, 3, 0, 2, 1, 3, 0, 2, 1, 3, 0, 2, 1, 3\}$;

[0016] $\text{Cell}_2 = \{2, 1, 3, 0, 2, 1, 3, 0, 2, 1, 3, 0, 2, 1, 3, 0\}$ 。

[0017] 由替换为 CE 序号的序列可见, 在第 1、5、9、13 个物理资源位置上, Cell_1 映射的符号组均是属于 CE0 的符号组, Cell_2 映射的符号组均是 CE2 的符号组; 在第 2、6、10、14 个物理资源位置上, Cell_1 映射的符号组均是属于 CE2 的符号组, Cell_2 映射的符号组均是属于 CE1 的符号组; 依次类推可知, Cell_1 和 Cell_2 分别将 CE0 和 CE2 中的所有符号组映射到相同物理资源位置, 分别将 CE2 和 CE1 中的所有符号组映射到相同物理资源位置, 分别将 CE1 和 CE3 中的所有符号组映射到相同物理资源位置, 分别将 CE3 和 CE0 中的所有符号组映射到相同物理资源位置, 使得在上述两个小区之间, CE0 和 CE2、CE2 和 CE1、CE1 和 CE3、CE3 和 CE0 发生冲突。

[0018] 可见, 现有的符号交织技术, 虽然进行了符号组交织和循环移位, 仍然会导致不同小区的 CE 映射的物理资源完全碰撞, 干扰随机化效果不好, 从而无法有效降低小区间干扰对系统性能的影响。

发明内容

[0019] 本发明实施例提供了一种符号交织方法、装置以及终端设备, 能够提高小区间干扰随机化的效果。

[0020] 本发明实施例提供一种符号交织方法, 包括:

[0021] 将调制符号分为若干符号组, 生成长度为 M 的符号组序列 y;

[0022] 根据符号交织序列对所述符号组序列 y 进行符号交织处理, 得到序列 w;

[0023] 所述符号交织序列通过以下方式生成:

[0024] 定义序列 $S(i)$, 其长度为 M, 值域为 $\{0, 1, \dots, N-1\}$;

[0025] 将 $S(i)$ 的值域集合中的元素与 N 个互不相交的序列一一对应, 具体包括: 所述序列 $S(i)$ 中的不同元素取值对应不同的信道元素 CE, 所述 N 个互不相交的序列与 N 个 CE 一一对应, 所述 N 个互不相交的序列中的每个序列中的取值为该序列对应的 CE 中各个符号组的序号; 所述 N 个互不相交的序列由整数集合 $\{0, 1, \dots, M-1\}$ 中的数值组成, 其中, M 大于或等于 N;

[0026] 将 $S(i)$ 中的数值分别取代为与该数值相对应的序列中的数值以生成交织序列。

[0027] 本发明实施例提供一种符号交织装置, 包括:

[0028] 序列存储单元, 用于存储符号交织序列及待交织的符号组序列;

[0029] 交织处理单元, 用于根据符号交织序列对多个符号组序列进行符号交织处理。

- [0030] 所述符号交织序列为通过对定义序列 $S(i)$ 变换获得。
- [0031] 所述 $S(i)$ 的长度为 M , 值域为 $\{0, 1, \dots, N-1\}$, 将 $S(i)$ 值域集合中的元素与 N 个互不相交的序列一一对应, 具体包括: 所述序列 $S(i)$ 中的不同元素取值对应不同的信道元素 CE , 所述 N 个互不相交的序列与 N 个 CE 一一对应, 所述 N 个互不相交的序列中的每个序列中的取值为该序列对应的 CE 中各个符号组的序号; 所述 N 个互不相交的序列由整数集合 $\{0, 1, \dots, M-1\}$ 中的数值组成, 其中, M 大于或等于 N ;
- [0032] 将 $S(i)$ 中的数值分别取代为与该数值相对应的序列中的数值以生成交织序列。
- [0033] 本发明实施例还提供一种终端设备, 该终端设备包括上述符号交织装置。
- [0034] 本发明实施例提供的另一种符号交织方法, 包括:
- [0035] 将调制符号分为若干符号组;
- [0036] 根据科斯塔斯 Costas 序列或基于 Costas 序列生成的序列对所述符号组进行符号交织处理;
- [0037] 其中, 所述 Costas 序列中的元素取值与信道元素 CE 的序号相对应。
- [0038] 本发明实施例提供的另一种符号交织装置, 包括:
- [0039] 序列存储单元, 用于存储科斯塔斯 Costas 序列或基于 Costas 序列生成的序列及待交织的符号组序列;
- [0040] 交织处理单元, 用于根据科斯塔斯 Costas 序列或基于 Costas 序列生成的序列对多个符号组序列进行符号交织处理;
- [0041] 其中, 所述 Costas 序列中的元素取值与信道元素 CE 的序号相对应。
- [0042] 本发明实施例还提供另一种终端设备, 该终端设备包括上述另一种符号交织装置。
- [0043] 相较于现有技术, 本发明实施方式通过对序列 $S(i)$ 的变换, 生成符号交织序列, 使得通过序列 $S(i)$ 生成的符号交织序列可以更有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到同样物理资源位置的数量较少, 从而能够提高小区间干扰随机化的效果, 降低小区间的干扰对系统性能的影响。
- [0044] 相较于现有技术, 本发明实施方式中还可以利用 Costas 序列来获得符号交织序列, 同样能够使得符号交织序列可以更有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到同样物理资源位置的数量较少, 以提高小区间干扰随机化的效果, 降低小区间的干扰对系统性能的影响, 还简化了符号交织序列的生成。

附图说明

- [0045] 图 1 为本发明实施例中多个符号组的生成过程示意图。
- [0046] 图 2 为本发明实施中将调制符号组分配给 CE 的过程示意图。
- [0047] 图 3 为本发明实施例中符号交织处理过程的示意图。
- [0048] 图 4 为本发明实施方式中符号交织方法的流程图。
- [0049] 图 5 为本发明一实施方式中符号交织装置的结构图。
- [0050] 图 6 为本发明另一实施方式中符号交织装置的结构图。

具体实施方式

[0051] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明进一步详细说明。

[0052] 本发明实施方式中,定义一序列,在本实施方式中为方便描述,将该序列记为 $S(i)$ 。该序列 $S(i)$ 中的不同元素取值分别对应不同的元素组,将 $S(i)$ 中具有同一元素取值的多个元素,分别替换为对应元素组中包括的元素取值,将替换了元素取值的序列作为符号交织序列。

[0053] 这样,如果上述每个元素组均对应一个 CE,则可保证 CE 与序列 $S(i)$ 的特性直接关联,可以视为对 CE 进行交织的序列,因此,如果序列 $S(i)$ 为汉明相关度 (Hamming Correlations) 较低的序列,则能够保证 CE 间的汉明相关度尽可能低,即可以使得不同小区,在对 CE 中的符号组进行交织和循环移位后,将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少,从而能够提高小区间干扰随机化的效果,降低小区间的干扰。

[0054] 其中,汉明相关度包括两种,其中一种是序列 $S(i)$ 的汉明自相关度,其含义为:原序列 $S(i)$ 与其经特定步长 d 的循环移位后得到的新序列 $(S(i+d) \bmod M)$ 的相关度,即新序列和原序列在相同位置的相同元素的数量越少,相关度越低;另一种是 $S(i)$ 与 $(S(i)+a) \bmod N$ 的汉明互相关度,其含义为:序列 $S(i)$ 与变换后的序列中 $(S(((i+d) \bmod M)+a)) \bmod N$ 的相关度。其中, i 为大于等于 0 且小于等于 $M-1$ 的正整数、 M 为一个 CE 组中的符号组总数、 d 为每个小区用于循环移位的移位步长、 d 和 a 为大于等于 0 的整数、 N 为 CE 的个数。

[0055] 如果序列 $S(i)$ 的汉明自相关度越低,则表明不同小区将相同 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量越少;如果序列 $S(i)$ 与 $(S(i)+a) \bmod N$ 的汉明互相关度越低,则表明不同小区将不同 CE 中(例如,小区 1 的第 k 个 CE 与小区 2 的第 $(k+a) \bmod N$ 个 CE)的符号组映射到相同物理资源位置的数量越少。

[0056] 实际应用中,序列 $S(i)$ 可以为科斯塔斯 (Costas) 序列、或者是由 Costas 序列生成的序列、或者与 Costas 序列具有相似特性的其他序列。

[0057] 下面,以 OFDM 系统为例,举例说明在本发明实施例中根据上述的序列 $S(i)$ 设置符号交织序列的基本原理。

[0058] 图 1 为本发明实施例中多个符号组的生成过程示意图。如图 1 所示,信息比特包 A、信息比特包 B 和信息比特包 C 经编码、比特交织处理、调制处理后,得到多个调制符号,再将调制符号进行分组,得到 M 个符号组,每个符号组中可以包括 Q 个符号。

[0059] 图 2 为本发明实施中将调制符号组分配给 CE 的过程示意图。如图 2 所示,将 M 个符号组平均分配到每个 CE 中,使得每个 CE 中有 P 个符号组,即 $M = P \times N$ 。 N 个 CE 即为一个 CE 组。即 N 个序列的长度相等。可选地,各个 CE 的大小也有可能不相同,即包括数量不等的符号组。因此,可以根据每个 CE 包括的符号组个数,设置与 CE 对应的元素组中的元素个数。

[0060] 其中, M 、 N 、 P 、 Q 均为大于等于 1 的正整数,且 M 大于等于 N 。

[0061] 然后,再对 CE 组中每一个包括了 P 个符号组的 CE 进行符号交织处理。

[0062] 图 3 为本发明实施例中符号交织处理过程的示意图。如图 3 所示,每个 CE 中包括 P 个不同的符号组,则 N 个 CE 中包括了 M 个符号组。

[0063] 先根据预设的符号交织序列 $I(i)$,对分配 N 个 CE 的 M 个符号组进行符号交织处理。将 M 个符号组中,与符号交织序列中第 i 个元素的取值表示的符号组序号所对应的符

号组 $y(I(i))$), 作为符号交织后的第 i 个符号组 $z(i)$, 从而实现了 M 个符号组排列顺序的改变, 该过程可以表示为: $z(i) = y(I(i))$, i 为大于等于 0 且小于等于 $M-1$ 的正整数。

[0064] 然后根据每个小区对应的移位步长 d , 对符号交织处理后的多个符号组进行循环移位处理, 即将符号交织处理后的第 i 个符号组 $z(i)$ 移位 d 个位置后, 作为循环移位后的第 i 个符号组 $w(i)$, 该过程可以表示为: $w(i) = z((i+d) \bmod M)$ 。

[0065] 可选的, 也可以先根据每个小区对应的移位步长 d , 对符号交织序列 $I(i)$ 进行循环移位。

[0066] 再根据预设的符号组排列顺序与物理资源位置的对应关系, 并按照最终得到的 M 个符号组的排列顺序, 依次将每一个符号组映射到对应的 RE 中, 即如图 3 所示的黑色方块。

[0067] 假设 $M = 9$ 、 $N = 3$, 则定义一序列 $S(i) = \{0, 1, 2, 1, 0, 2, 0, 2, 1\}$, 其中包括 9 个元素, 且每 3 个元素分别对应一个表示同一 CE 的元素取值 0、1、2, 例如, 0、1、2 分别对应 CE0、CE1、CE2。

[0068] 9 个符号组的序号依次为 $0 \sim 8$, 分别平均分配给 3 个 CE, 例如 CE0 中分配了序号为 0、1、2 的 3 个符号组, CE1 中分配了序号为 4、3、5 的 3 个符号组, CE2 中分配了序号为 8、7、6 的 3 个符号组。

[0069] 这样, 将序列 $S(i)$ 中的 0、1、2 分别替换为 0、1、2 所对应的分配 CE0、CE1、CE2 的符号组序号, 即可得到符号交织序列 $I(i) = \{0, 4, 8, 3, 1, 7, 2, 6, 5\}$ 。

[0070] 如果序列 $S(i)$ 具有较低的汉明相关度, 则分配给 CE0 的序号为 0、1、2 的 3 个符号组、分配给 CE1 的序号为 4、3、5 的 3 个符号组、以及分配给 CE2 的序号为 8、7、6 的 3 个符号组之间的汉明相关度也较低, 使得每个小区在执行了如图 3 所示的处理过程后, 能够使得相同或不同 CE 间的汉明相关度较低, 即不同小区将相同或不同的一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少。

[0071] 如果不同的小区对应不同的序列 $S(i)$, 且不同小区所对应的不同的序列 $S(i)$ 之间具有较低的相关度, 例如不同小区所对应的不同序列 $S(i)$ 之间的相关度低于预设的阈值, 则每个小区均不需要对符号组进行循环移位, 即可保证 CE 间的较低相关度, 从而使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少, 提高小区间干扰随机化的效果, 降低小区间的干扰。

[0072] 因此, 为了使得符号交织序列中的每个元素取值分别等于实际的符号组的序号,

本实施例中根据序列 $S(i)$ 设置的符号交织序列 $I(i)$ 可以满足如下条件: $S(i) = \left\lfloor \frac{I(i)}{P} \right\rfloor$, 即

符号交织序列 $I(i)$ 中第 i 个元素的取值除以 P 后再进行向下取整的结果 (即不大于 $\frac{I(i)}{P}$ 的最大整数), 应当等于序列 $S(i)$ 中的第 i 个元素的取值, P 为分配给每个 CE 的符号组个数。

[0073] 此外, 序列 $S(i)$ 设置的符号交织序列 $I(i)$ 还可以满足如下条件: $S(i) = \left\lceil \frac{I(i)}{P} \right\rceil$,

即符号交织序列 $I(i)$ 中第 i 个元素的取值除以 P 后再进行向上取整的结果 (即不小于 $\frac{I(i)}{P}$ 的最小整数)

[0074] 下面,先对本发明实施例中的符号交织方法进行详细说明。

[0075] 图 4 为本发明实施方式中符号交织方法的流程图。如图 4 所示,本实施例中的符号交织方法包括:

[0076] 步骤 401,将 $S(i)$ 的值域集合中的元素与 N 个互不相交的序列一一对应,将 $S(i)$ 中的数值分别取代为与该数值相对应的序列中的数值以生成交织序列;

[0077] 所述序列 $S(i)$ 中的不同元素取值对应不同的 CE,则 N 个互不相交的序列与 N 个 CE 一一对应,每个序列中的取值为该序列对应的 CE 中各个符号组的序号。每个 CE 中分配的符号组序号可以是预先设置的。

[0078] 预设的序列可以为汉明相关度小于等于预设阈值的序列,汉明相关度可以包括: $S(i)$ 的汉明自相关度、 $S(i)$ 与 $(S(i)+a)\bmod N$ 的汉明互相关度。

[0079] 所述预设的阈值可以根据实际情况并基于尽可能小的原则来设定。如果用两个序列各自的循环移位得到的序列的交点个数与序列长度的比例表示汉明相关度,则可将该阈值设置为 0,即可使得使用相同物理资源的不同小区,均不会将 CE 中的任何一个符号组映射到相同的物理资源位置;如果将该阈值设置为大于 0 且小于 1,则可得使用相同物理资源的不同小区映射到相同物理资源位置的符号组,不全分别属于一个 CE。

[0080] 步骤 402,将调制后的多个符号组分配给多个不同的信道。

[0081] 例如,将调制后的多个符号组平均分配给与不同信道对应的多个 CE。

[0082] 步骤 403,利用符号交织序列,对分配给不同信道的多个符号组进行符号交织处理,得到交织处理后的多个符号组。例如,对符号组序列 y 进行符号交织处理,得到序列 w 。

[0083] 本步骤之后、步骤 404 之前,每个小区可以根据该小区对应的移位步长对符号交织处理后的多个符号组进行循环移位;也可以在步骤 403 之前,每个小区先根据该小区对应的移位步长对步骤 401 得到的符号交织序列进行循环移位,并在步骤 403 中利用循环移位后的符号交织序列对分配给不同信道的多个符号组进行符号交织处理。

[0084] 步骤 404,根据预设的符号组顺序与物理资源位置的映射关系,将多个符号组依次映射到对应的物理资源位置。

[0085] 本步骤中,较佳地,先在频域资源上映射,然后在时域资源上映射。

[0086] 每个小区均通过上述交织方法实现符号交织处理。这样,由于上述每个元素组均对应一个 CE,可保证 CE 与序列 $S(i)$ 的特性直接关联。且采用低汉明相关度序列 $S(i)$,可保证 CE 间的汉明相关度尽可能低,即可以使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少,从而能够提高小区间干扰随机化的效果,降低小区间的干扰。

[0087] 较佳地,本实施例中的序列 $S(i)$ 可以为 Costas 序列,由于 Costas 序列的长度等于(任意一个素数减 1),而该序列 $S(i)$ 的长度及其变换得到的符号交织序列的长度等于为每个 CE 分配的符号组的个数,且 Costas 序列中的不同元素取值满足与不同 CE 对应后,能够使得相同或不同 CE 间的汉明相关度较低。

[0088] 因此,若 Costas 序列无法满足上述条件作为 $S(i)$ 时,可通过各种变换方式由 Costas 序列生成序列 $S(i)$ 。

[0089] 例如,可以通过以下方式变换生成 $S(i)$,但本发明并不限于基于以下方式生成 $S(i)$ 。

[0090] 如果选择的 Costas 序列的长度小于序列 $S(i)$ 所需的长度,则可以将 Costas 序列

拼接为本实施例中的序列 $S(i)$ 。拼接的方式可以为：将多个相同或不同的完整 Costas 序列直接拼接为序列 $S(i)$ ，即序列 $S(i)$ 的长度为一个 Costas 序列长度的整数倍，或多个不同 Costas 序列的长度之和；或者，将完整的 Costas 序列与 Costas 序列的片断进行拼接；或将多个 Costas 序列的片断进行拼接。

[0091] 如果选择的 Costas 序列的长度大于序列 $S(i)$ 所需的长度，则可以删除该 Costas 序列中的部分元素。

[0092] 为了使得序列 $S(i)$ 中的元素取值与实际的 CE 序号相同，可以将选择的 Costas 序列或基于 Costas 序列生成的序列中的元素取值对 N 取模，并将该序列中第 i 个元素取模后的结果作为序列 $S(i)$ 中第 i 个元素的取值，然后再利用该序列 $S(i)$ 转换得到符号交织序列 $I(i)$ 。

[0093] 为了使得序列 $S(i)$ 中的元素取值与实际的 CE 序号相同，还可以令序列 $S(i)$ 中的每个元素取值，分别为小于等于 Costas 序列、或者基于 Costas 序列生成的序列中对应位置的元素除以 P 所得数值的最大整数，即序列 $S(i)$ 中的第 i 个元素的取值，小于等于 Costas 序列中第 i 个元素的取值除以 P 所得数值的最大整数，或者为大于等于 Costas 序列或基于 Costas 序列生成的序列中对应位置的元素除以 P 所得数值的最小整数，即序列 $S(i)$ 中的第 i 个元素的取值，大于等于 Costas 序列中第 i 个元素的取值除以 P 所得数值的最小整数，然后再利用该序列 $S(i)$ 转换得到符号交织序列 $I(i)$ 。并且，可以通过设定序列 $S(i)$ 中各数值对应的序列使得转换后得到的符号交织序列 $I(i)$ 为 Costas 序列，或 Costas 序列的截短、和 / 或打孔、和 / 或拼接序列。

[0094] 这样，将已有的 Costas 序列作为序列 $S(i)$ 、或利用已有的 Costas 序列即可生成序列 $S(i)$ ，从而使得本实施例中的技术方案易于实现。由于 $S(i)$ 可以为已有的 Costas 序列，因此，即可看作直接利用 Costas 序列来获得符号交织序列 $I(i)$ 、或直接将截短、和 / 或打孔、和 / 或拼接处理后 Costas 序列中的部分元素构成符号交织序列 $I(i)$ ，同样能够使得符号交织序列可以更有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少，以提高小区间干扰随机化的效果，降低小区间的干扰对系统性能的影响，而且，还无须执行生成序列 $S(i)$ 的操作过程，进一步简化了本发明实施例中的技术方案。

[0095] 上述过程的一种特例是符号交织序列本身即为 Costas 序列，也能够实现上述有益效果。

[0096] 同理，如果利用除 Costas 序列之外的任何其它序列，能够满足 $S(i) = \left\lfloor \frac{I(i)}{P} \right\rfloor$ 或 $S(i) = \left\lceil \frac{I(i)}{P} \right\rceil$ ，且 $S(i)$ 具有如前所述的低汉明相关度，则也可以直接将该序列作为符号交织序列 $I(i)$ 。

[0097] 实际应用中，Costas 序列通常是通过威尔士 (Welch) 构造方法来获得的：

[0098] Costas 序列 = $\alpha^{k \bmod (M+1)}$, $k = 0, 1, \dots, M-1$ ；

[0099] 其中， α 为 $GF(M+1)$ 中的最小素数， GF 是指伽罗华域。

[0100] 同样的，如果 Costas 序列无法直接满足交织序列所需长度的要求，可以对 Costas 序列进行截短、和 / 或打孔（去除序列中的某些元素）、和 / 或拼接处理，以得到特定长度的符号交织序列 $I(i)$ 。

[0101] 实际系统中, CE 组内 CE 的数量可能会动态变化, 例如 E-UTRA 系统中用于控制信道传输的 OFDM 符号数量会随着调度用户数量的变化而变化, 从而导致控制信道的 CE 数量动态变化, 则对于一个小区会需要多个不同长度的符号交织序列, 分别用于针对不同数量的 CE 进行符号组交织处理, 即符号交织序列的长度与调度用户数量相对应。

[0102] 这种情况下, 为了减少系统实现的复杂度, 可以利用上述方法生成一个小区所需特定长度的符号交织序列, 当 CE 数量的变化时, 则可根据变化后所需符号交织序列长度, 对已生成的特定长度的符号交织序列进行打孔、和 / 或截短、和 / 或拼接等操作, 以改变该符号交织序列长度, 从而符合调度用户数量变化的需要。

[0103] 例如, 假设 CE 的最大数量为 8 个, 每个 CE 内的符号组个数为 9 个, 则符号交织序列 $I(i)$ 的最大长度为 72。由长度为 72 的 Costas 序列得到该特定长度的符号交织序列 $I(i)$, 即

[0104] $I(i) = \{0, 4, 24, 51, 40, 58, 2, 14, 1, 9, 49, 30, 8, 44, 5, 29, 3, 19, 26, 61, 17, 16, 11, 59, 7, 39, 53, 50, 35, 33, 23, 46, 15, 6, 34, 28, 71, 67, 47, 20, 31, 13, 69, 57, 70, 62, 22, 41, 63, 27, 66, 68, 42, 68, 52, 45, 10, 54, 55, 60, 12, 64, 32, 18, 21, 36, 38, 48, 25, 56, 65, 37, 43\}$ 。

[0105] 当 CE 的数量变为 6 个时, 所需的符号交织序列 $I'(i)$ 的长度为 54, 则通过截短、和 / 或打孔处理, 将原有长度为 72 的符号交织序列 $I(i)$ 中的任意 54 个元素保留, 将其余的元素删除即可。

[0106] 其中, 打孔的具体操作过程可以为: 将符号交织序列 $I(i)$ 中取值大于 53 的元素删除, 从而得到当前所需长度的符号交织序列 $I'(i) = \{0, 4, 24, 51, 40, 2, 14, 1, 9, 49, 30, 8, 44, 5, 29, 3, 19, 26, 17, 16, 11, 7, 39, 53, 50, 35, 33, 23, 46, 15, 6, 34, 28, 47, 20, 31, 13, 22, 41, 27, 42, 52, 45, 10, 12, 32, 18, 21, 36, 38, 48, 25, 37, 43\}$, 然后再利用符号交织序列 $I'(i)$ 进行符号交织处理即可。

[0107] 如果采用截短方法, 则其具体操作过程可以为: 将符号交织序列 $I(i)$ 的最后一个元素替换为符号交织序列 $I(i)$ 的所有元素中取值最大的一个, 并删除最后一个元素, 循环执行上述操作过程, 直至 $I(i)$ 中的元素个数为 54 为止, 从而得到 $I'(i) = \{0, 46, 24, 20, 40, 13, 2, 16, 1, 18, 49, 41, 8, 27, 5, 42, 3, 52, 26, 10, 17, 39, 11, 12, 7, 32, 53, 21, 35, 38, 23, 25, 15, 33, 34, 43, 28, 4, 47, 51, 31, 36, 6, 14, 37, 9, 22, 30, 50, 44, 48, 29, 45, 19\}$ 。

[0108] 为了符合不同 CE 数量的符号交织处理, 也可以利用同一个 Costas 序列生成多个长度不同的符号交织序列, 并针对当前的 CE 数量, 选择对应长度的符号交织序列进行符号交织处理。

[0109] 以上是对本实施例中符号交织方法的说明, 下面, 再对本实施例中的符号交织装置进行详细说明。

[0110] 图 5 为本发明实施方式中符号交织设备 1 的结构图。如图 5 所示, 本实施例中的符号交织装置 1 包括: 序列存储单元和交织处理单元。

[0111] 所述序列存储单元, 用于存储预设的符号交织序列及符号组序列, 该符号交织序列是由定义的序列变换得到的, 在本实施方式中, 为便于描述, 定义的序列记为 $S(i)$ 。

[0112] 其中, 该序列 $S(i)$ 中的不同元素取值分别对应不同的预设元素组, 将序列 $S(i)$ 中具有同一元素取值的多个元素, 分别替换为对应元素组中包括的元素取值, 即可得到符号交织序列。

[0113] 所述序列 $S(i)$ 可以为低汉明相关度的序列,例如 Costas 序列,或基于 Costas 序列变换得到的序列等。

[0114] 所述交织处理单元,用于利用上述符号交织序列对多个符号组进行符号交织处理。

[0115] 其中,多个符号组为调制后并分配给多个不同信道的符号组,例如,平均分配给与不同信道对应的多个 CE。

[0116] 本实施例中的符号交织装置 1,还可以包括:循环移位单元和映射单元。

[0117] 所述循环移位单元,用于根据预设的与小区对应的移位步长,对交织处理单元输出的多个符号组进行循环移位。

[0118] 映射单元,根据预设的符号组顺序与物理资源位置的映射关系,将循环移位单元输出的多个符号组依次映射到对应的物理资源位置。

[0119] 实际应用中,较佳地,先在频域资源上映射,然后在时域资源上映射。

[0120] 图 6 为本发明实施方式中符号交织装置 2 的结构图。如图 6 所示,本实施例中的符号交织装置 2 包括:序列存储单元和交织处理单元。

[0121] 符号交织装置 2 中也可以进一步包括:循环移位单元和映射单元。

[0122] 本实施例中的符号交织装置 2 与如图 5 所示的符号交织装置 1 主要区别在于:

[0123] 循环移位单元,根据预设的每个小区对应的移位步长,对序列存储单元中存储的符号交织序列进行循环移位。

[0124] 交织处理单元,利用循环移位后的符号交织序列,对多个符号组进行符号交织处理。

[0125] 映射单元,根据预设的符号组顺序与物理资源位置的映射关系,将交织处理单元输出的多个符号组依次映射到对应的物理资源位置。

[0126] 实际应用中,较佳地,先在频域资源上映射,然后在时域资源上映射。

[0127] 每个小区可利用上述符号交织装置 1 或符号交织装置 2 进行符号交织处理。这样,如果上述每个元素组均对应一个 CE,则可保证 CE 与初始序列的特性直接关联。因此,如果初始序列为汉明相关度较低的序列,则能够保证 CE 间的汉明相关度尽可能低,即可以使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到相同物理资源位置的数量较少,从而能够提高小区间干扰随机化的效果,降低小区间的干扰。

[0128] 如果上述符号交织装置 1 或符号交织装置 2 中,直接将 Costas 序列作为符号交织序列 $I(i)$ 、或直接将 Costas 序列中的部分元素构成符号交织序列 $I(i)$,同样能够使得符号交织序列可以更有效地使得不同小区将一个 CE 中的符号组映射到同样物理资源位置的数量较少,即同样能够保证符号交织序列 $I(i)$ 满足

$S(i) = \left\lfloor \frac{I(i)}{P} \right\rfloor$ 或 $S(i) = \left\lceil \frac{I(i)}{P} \right\rceil$ 具有较低

的汉明相关度,以提高小区间干扰随机化的效果,降低小区间的干扰对系统性能的影响,而且,还无须执行生成序列 $S(i)$ 的操作过程,进一步简化了本发明实施例中的技术方案。

[0129] 本发明还提供一种终端设备,该终端设备包括如上所述的交织装置对待交织符号进行交织处理,从而提高小区间干扰随机化的效果,降低小区间的干扰对系统性能的影响。所述终端设备,可以是用户终端设备,基站或其他作为可独立实现收发功能的终端设备。

[0130] 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。凡在

本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换以及改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

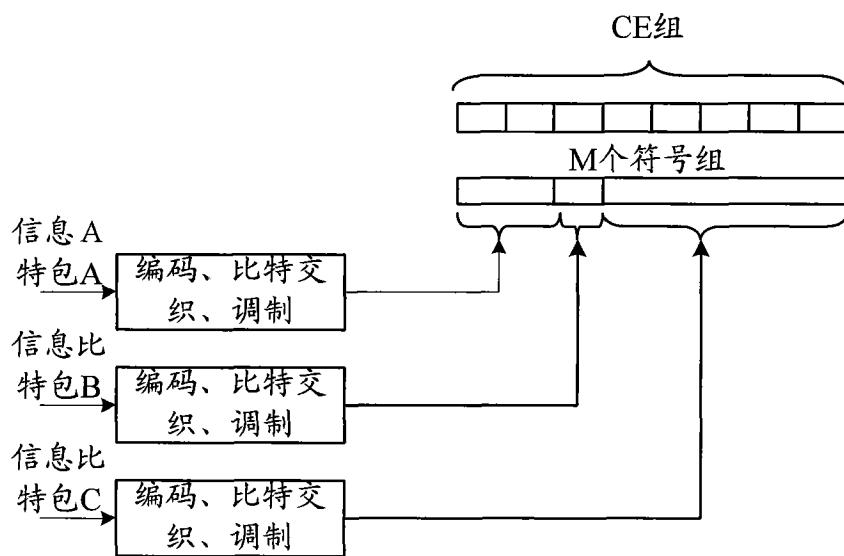


图 1

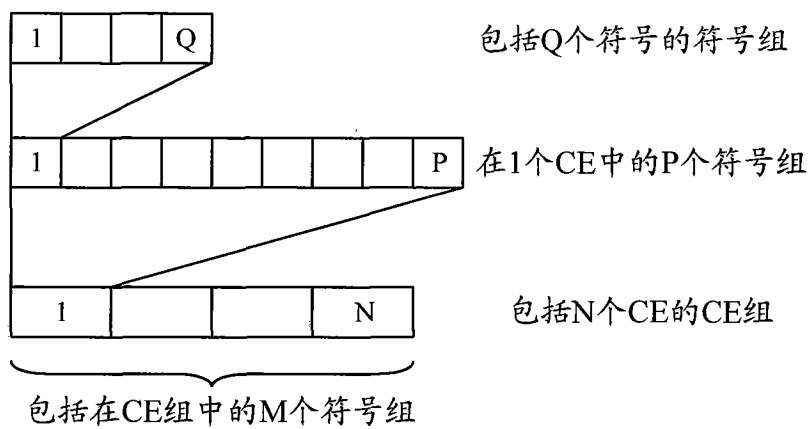


图 2

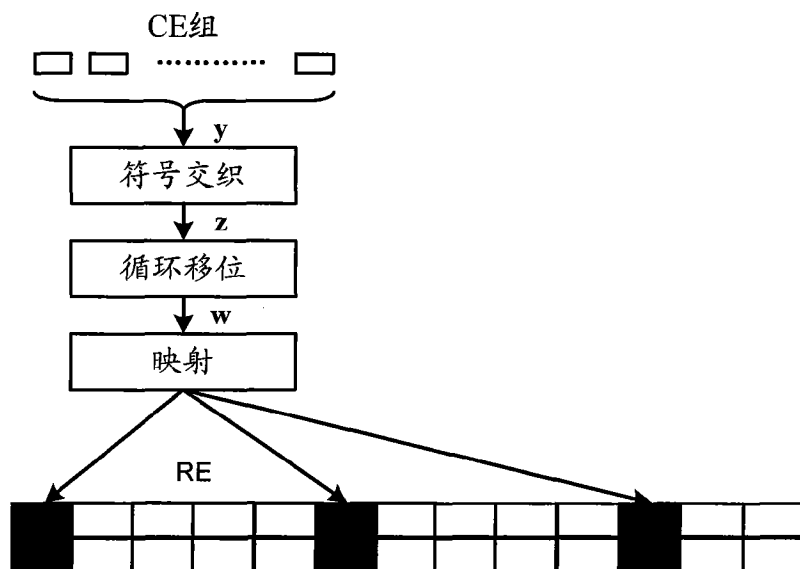


图 3

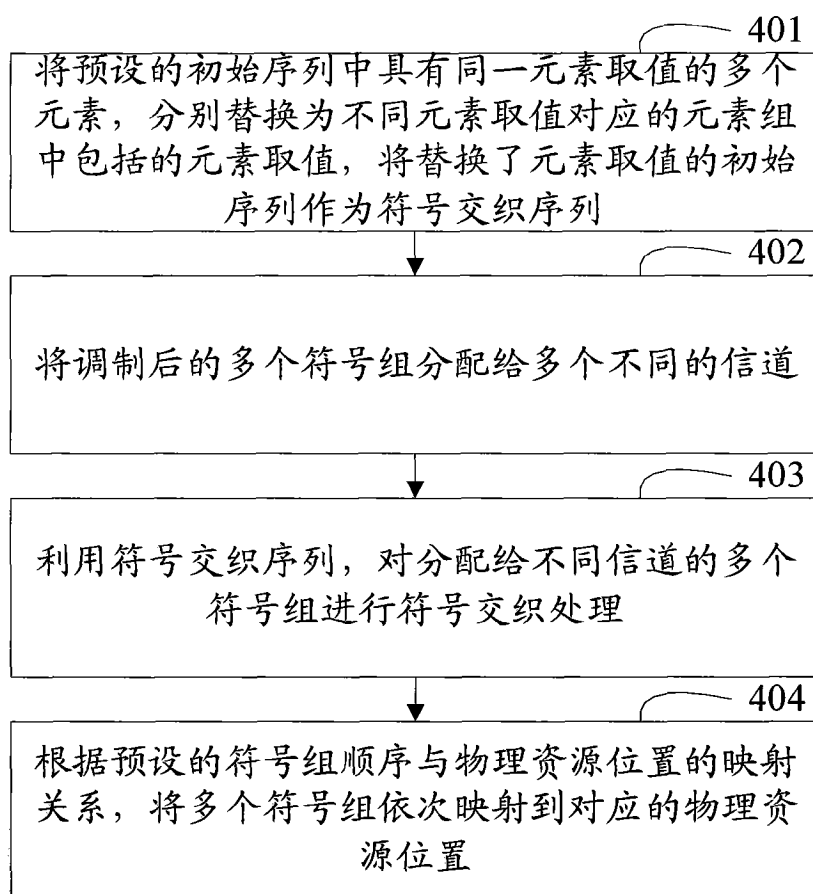


图 4

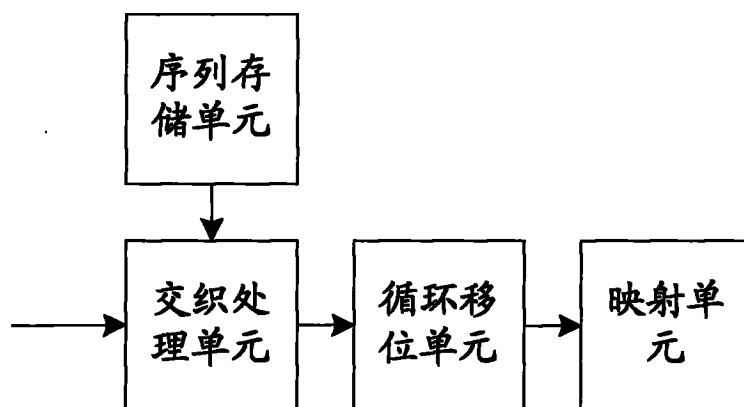


图 5

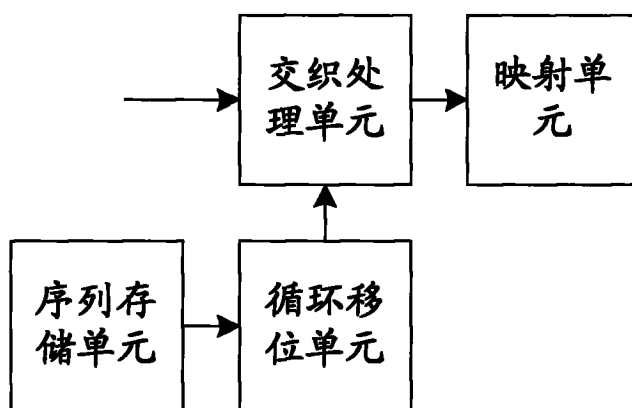


图 6