



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104202281 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410067438. 1

(22) 申请日 2014. 02. 26

(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 段灿 徐俊 许进 郁光辉
佟宁宁 赵旦峰 周相超

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 张颖玲 王黎延

(51) Int. Cl.
H04L 27/26 (2006. 01)
H04L 27/34 (2006. 01)

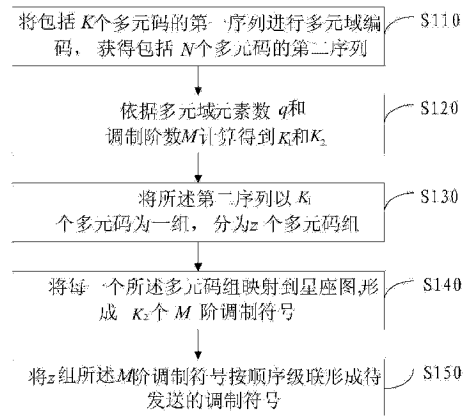
权利要求书5页 说明书21页 附图5页

(54) 发明名称

多元码调制映射方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种多元码调制映射方法及装置,涉及通信领域,为提高通信可靠性的而设计。所述方法包括:将包括K个多元码的第一序列进行多元域编码,获得包括N个多元码的第二序列;依据多元域元素数q和调制阶数M计算得到 K_1 和 K_2 ;其中 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$,且所述 K_1 和 K_2 均为不小于2的整数,所述q和M均为2的幂次;将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为z个多元码组;其中, $c = \lceil N / K_1 \rceil$,所述 $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;将每一个所述多元码组映射到星座图,形成 K_2 个M阶调制符号;将z组所述M阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。



1. 一种多元码调制映射方法,其特征在于,所述方法包括:

将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码,获得包括 N 个多元码的第二序列;

依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ;其中 $K_1 \cdot \log_2 q = K_2 \cdot \log_2 M$,且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数,所述 q 和 M 均为 2 的幂次;

将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组;其中, $z = \lceil N/K_1 \rceil$,所述 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整;

将每一个所述多元码组映射到星座图,形成 K_2 个 M 阶调制符号;其中,每一所述多元码映射到至少两个所述 M 阶调制符号;

将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

$\log_2 M = m$, $\log_2 q = p$;所述 m 与所述 p 的最小公倍数为 Y ; n 为正整数;

若 $m = n \cdot p$,则所述 $K_1 = 2 \cdot m / p$;

若 $p = n \cdot m$,则所述 $K_1 = 2$;

若 m 不等于 $n \cdot p$ 且 p 不等于 $n \cdot m$,则所述 $K_1 = Y / p$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组包括:

添加 $\lceil N/K_1 \rceil \cdot K_1 - N$ 个零码字到第二序列,以形成包括 N_1 个多元码的第三序列,其中 $N_1 = \lceil N/K_1 \rceil \cdot K_1$;

以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组为:

依据公式 $C_{i,j} = B_{i \cdot K_1 + j}$ 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组,依次向后分组;

所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码;所述 $B_{i \cdot K_1 + j}$ 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码;

其中,所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述将每一个所述多元码组映射到星座图为:

采用直接全映射、I/Q 路映射或交织映射方法,将每一个所述多元码组映射到星座图。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,采用所述直接全映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

当 $K_1 = \log_2 M$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特,形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$,并映射到星座图;

其中,所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列;所述 $m = \log_2 M$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p = \log_2 q$;

所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特；

所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数；

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数；

所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,采用所述 I/Q 路映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

当 $K_1=(\log_2 M)/2$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特构成所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;

其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m=\log_2 M$; 所述 $p=\log_2 q$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p=\log_2 q$;

所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

8. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,采用所述 I/Q 路映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

当 $K_1=2, p=\log_2 q=n*(\log_2 M)/2$ 时,依据公式

$$(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$$
 及公式

$$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$$

提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的连续分布的 $m/2$ 比特形成 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;

其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m=\log_2 M$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p=\log_2 q$;

所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数。

9. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,采用所述交织映射,将每一个所述多元码组映射到星座图,包括:

当 $K_1 = \log_2 M$ 时, 依据公式 $r = ((t \bmod p) * (m+1) + \lfloor t/m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$;

依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$, 将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上;

其中, 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $e_{i,j}^0, e_{i,j}^1, \dots, e_{i,j}^{p-1}$;

所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特, 所述 t 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特, 所述 r 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数。

10. 一种多元码调制映射装置, 其特征在于, 所述装置法包括:

多元域编码单元, 用以将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码, 获得包括 N 个多元码的第二序列;

计算单元, 用以依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ; 其中 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$, 且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数, 所述 q 和 M 均为 2 的幂次;

分组单元, 用以将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组, 分为 z 个多元码组; 其中, $z = \lceil N / K_1 \rceil$, 所述 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整;

映射单元, 用以将每一个所述多元码组映射到星座图, 形成 K_2 个 M 阶调制符号; 其中, 每一所述多元码映射到至少两个所述 M 阶调制符号;

级联单元, 用以将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

11. 根据权利要求 10 所述的装置, 其特征在于,

$\log_2 M = m$, $\log_2 q = p$; 所述 m 与所述 p 的最小公倍数为 Y ; n 为正整数;

若 $m = n * p$, 则所述 $K_1 = 2 * m / p$;

若 $p = n * m$, 则所述 $K_1 = 2$;

若 m 不等于 $n * p$ 且 p 不等于 $n * m$, 则所述 $K_1 = Y / p$ 。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的装置, 其特征在于, 所述分组单元包括:

添加模块, 用以添加 $\lceil N / K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字到第二序列, 以形成包括 N_1 个多元码的第三序列, 其中 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil * K_1$;

分组形成模块, 用以以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组, 得到 z 个多元码组。

13. 根据权利要求 12 所述的装置, 其特征在于, 所述以分组形成模块具体用以,

依据公式 $C_{i,j} = B_{i,K_1+j}$ 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组, 依次向后分组;

所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码 ; 所述 B_{i,K_1+j} 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码 ;
其中, 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数 ;
所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数。

14. 根据权利要求 10 或 11 所述的装置, 其特征在于, 所述映射单元具体用以采用直接全映射、I/Q 路映射或交织映射方法, 将每一个所述多元码组映射到星座图。

15. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述映射单元包括:

第一映射模块, 用以当 $K_1 = \log_2 M$ 时, 依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特, 形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$, 并映射到星座图;

其中, 所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 ; 所述 $m = \log_2 M$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$;
所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特 ;

所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数 ;

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数 ;

所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

16. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述映射单元包括:

第二映射模块, 用以当 $K_1 = (\log_2 M) / 2$ 时, 依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分 ;
其中, 所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$;
所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特 ;

所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数 ;

所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数 ;

所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

17. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述映射单元包括:

第三映射模块, 用以当 $K_1 = 2, p = \log_2 q = n * (\log_2 M) / 2$ 时,

依据公式

$$(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$$
 及公式

$$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$$
 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的连续分布的 $m/2$ 比特形成 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分 ;

其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分;所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$;所述 $m=\log_2 M$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p=\log_2 q$;
所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

所述 i 为0或小于所述 z 的正整数;

所述 j 为0或小于所述 K_1 的正整数;

所述 k 为0或小于所述 K_2 的正整数。

18. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述映射单元包括:

交织模块,用以当 $K_1=\log_2 M$ 时,依据公式

$r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t / m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$;

第四映射模块,用以依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$,将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上;

其中,所述 $m=\log_2 M$;所述 $p=\log_2 q$;

所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;

所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特,所述 t 为索引号,取值为0或小于 pK_1 的正整数;

所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特,所述 r 为索引号,取值为0或小于 pK_1 的正整数;

所述 k 为0或小于 K_2 的正整数。

多元码调制映射方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域的调制技术,尤其涉及一种多元码调制映射方法及装置。

背景技术

[0002] 在信号的调制和解调过程中,常利用星座图来直观表示信号之间的关系,具体的如调制过程中将携带有通信信息的码元映射到星座图中的星座点,在解调过程中把接收信号在星座图中进行判决,以获取通信信息等。

[0003] 然而星座图存在以下特性:

[0004] 1):调制映射时所用星座图上的每个星座点所含比特的可靠性都不同。具体的如星座点 A 的第 x 比特与星座点 A 的周围星座点的第 x 比特都相同或大多数相同,则译码时星座点 A 的第 x 比特出错概率低即可靠性高,反之则称为可靠性低。

[0005] 2)当每个星座点所含比特数较多时,不同比特所对应的可靠性也不同。如 64 正交振幅调制(Quadrature Amplitude Modulation, QAM)星座图中一个星座点包含 6 个比特,6 个比特可靠性可能依次为“高高中中低低”。

[0006] 故多元码映射时所形成的调制符号都映射到星座点的低可靠性位置上,将因为可靠性低导致抗干扰能力差,可能由于传输过程中较小的差错导致译码错误,同样的将出现错误率高问题,导致通信性能低。

[0007] 此外,在现有通信系统中常用多元纠错码与高维调制结合,以提高数据传输速率及衰落信道中抗突发错误能力,但是若码元映射所形成的调制符号在传送过程中出现深衰即信号衰减严重,在接收侧译码时也很难进行恢复,将导致信息传输错误率高,造成性能损失。

[0008] 综合上述,提出一种能解决深衰及星座点可靠性不平衡特点导致可靠性低的调制映射方法,是现有技术亟待解决的问题。

发明内容

[0009] 有鉴于此,本发明在于提供一种多元码调制映射方法及装置,以克服星座图中星座图点的可靠性不平衡特点及深衰导致的可靠性低的问题。

[0010] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0011] 本发明第一方面提供一种调制映射方法,所述方法包括:

[0012] 将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码,获得包括 N 个多元码的第二序列;

[0013] 依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ;其中 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$,且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数,所述 q 和 M 均为 2 的幂次;

[0014] 将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组;其中, $z = \lceil N / K_1 \rceil$,所述 $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;

[0015] 将每一个所述多元码组映射到星座图,形成 K_2 个 M 阶调制符号;其中,每一所述多元码映射到至少两个所述 M 阶调制符号;

[0016] 将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

[0017] 优选地,

[0018] $\log_2 M = m$, $\log_2 q = p$;所述 m 与所述 p 的最小公倍数为 Y ; n 为正整数;

[0019] 若 $m = n * p$, 则所述 $K_1 = 2 * m / p$;

[0020] 若 $p = n * m$, 则所述 $K_1 = 2$;

[0021] 若 m 不等于 $n * p$ 且 p 不等于 $n * m$, 则所述 $K_1 = Y / p$ 。

[0022] 优选地,所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组包括:

[0023] 添加 $\lceil N / K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字到第二序列,以形成包括 N_1 个多元码的第三序列,

其中 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil * K_1$;

[0024] 以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组。

[0025] 优选地,所述以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组为:

[0026] 依据公式 $C_{i,j} = B_{i \cdot K_1 + j}$ 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组,依次向后分组;

[0027] 其中,所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码;所述 $B_{i \cdot K_1 + j}$ 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码;

[0028] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0029] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0030] 优选地,所述将每一个所述多元码组映射到星座图为:

[0031] 采用直接全映射、I/Q 路映射或交织映射方法,将每一个所述多元码组映射到星座图。

[0032] 优选地,采用所述直接全映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

[0033] 当 $K_1 = \log_2 M$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特,形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$, 并映射到星座图;

[0034] 其中,所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列;所述 $m = \log_2 M$;

[0035] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0036] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0037] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0038] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0039] 优选地,采用所述 I/Q 路映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

[0040] 当 $K_1 = (\log_2 M) / 2$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式

$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特构成所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分；

[0041] 其中, 所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

[0042] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0043] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0044] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0045] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0046] 优选地, 采用所述 I/Q 路映射, 将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

[0047] 当 $K_1 = 2, p = \log_2 q = n * (\log_2 M) / 2$ 时, 依据公式

[0048] $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$ 及公式

$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的连续分布的 $m/2$ 比特形成 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;

[0049] 其中, 所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m = \log_2 M$;

[0050] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0051] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0052] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0053] 所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数。

[0054] 优选地, 采用所述交织映射, 将每一个所述多元码组映射到星座图, 包括:

[0055] 当 $K_1 = \log_2 M$ 时, 依据公式 $r = ((t \bmod p) * (m+1) + \lfloor t/m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$;

[0056] 依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$, 将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上;

[0057] 其中, 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

[0058] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;

[0059] 所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特, 所述 t 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

[0060] 所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特, 所述 r 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

[0061] 所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数。

[0062] 本发明第二方面提供一种调制映射装置, 所述装置包括:

[0063] 多元域编码单元, 用以将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码, 获得包括 N 个多元码的第二序列;

[0064] 计算单元, 用以依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ; 其中 $K_1 \cdot \log_2 q = K_2 \cdot \log_2 M$, 且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数, 所述 q 和 M 均为 2 的幂次;

[0065] 分组单元, 用以将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组, 分为 z 个多元码组; 其中, $z = \lceil N / K_1 \rceil$, 所述 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整;

[0066] 映射单元, 用以将每一个所述多元码组映射到星座图, 形成 K_2 个 M 阶调制符号; 其中, 每一所述多元码映射到至少两个所述 M 阶调制符号;

[0067] 级联单元, 用以将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

[0068] 进一步地,

[0069] $\log_2 M = m$, $\log_2 q = p$; 所述 m 与所述 p 的最小公倍数为 Y ; n 为正整数;

[0070] 若 $m = n \cdot p$, 则所述 $K_1 = 2 \cdot m / p$;

[0071] 若 $p = n \cdot m$, 则所述 $K_1 = 2$;

[0072] 若 m 不等于 $n \cdot p$ 且 p 不等于 $n \cdot m$, 则所述 $K_1 = Y / p$ 。

[0073] 进一步地, 所述分组单元包括:

[0074] 添加模块, 用以添加 $\lceil N / K_1 \rceil \cdot K_1 - N$ 个零码字到第二序列, 以形成包括 N_1 个多元码的第三序列, 其中 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil \cdot K_1$;

[0075] 分组形成模块, 用以以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组, 得到 z 个多元码组。

[0076] 进一步地, 所述以分组形成模块具体用以,

[0077] 依据公式 $C_{i,j} = B_{i \cdot K_1 + j}$ 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组, 依次向后分组;

[0078] 所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码; 所述 $B_{i \cdot K_1 + j}$ 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码;

[0079] 其中, 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0080] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0081] 进一步地, 所述映射单元具体用以采用直接全映射、I/Q 路映射或交织映射方法, 将每一个所述多元码组映射到星座图。

[0082] 进一步地, 所述映射单元包括:

[0083] 第一映射模块,用以当 $K_1 = \log_2 M$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特,形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$,并映射到星座图;

[0084] 其中,所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列;所述 $m = \log_2 M$;

[0085] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p = \log_2 q$;所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0086] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0087] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0088] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0089] 进一步地,所述映射单元包括:

[0090] 第二映射模块,用以当 $K_1 = (\log_2 M) / 2$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$;所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$;所述 $m = \log_2 M$;所述 $p = \log_2 q$;

[0091] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p = \log_2 q$;所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0092] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0093] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0094] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0095] 进一步地,所述映射单元包括:

[0096] 第三映射模块,用以当 $K_1 = 2, p = \log_2 q = n * (\log_2 M) / 2$ 时,依据公式

$(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$ 及公式

$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的连续分布的 $m/2$ 比特形成 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;

[0097] 其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分;所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$;所述 $m = \log_2 M$;

[0098] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p = \log_2 q$;所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0099] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0100] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数；

[0101] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0102] 进一步地,所述映射单元包括：

[0103] 交织模块,用以当 $K_1 = \log_2 M$ 时,依据公式 $r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t / m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ ；

[0104] 第四映射模块,用以依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$,将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上；

[0105] 其中,所述 $m = \log_2 M$ ；所述 $p = \log_2 q$ ；

[0106] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$ ；

[0107] 所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特,所述 t 为索引号,取值为 0 或小于 pK_1 的正整数；

[0108] 所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特,所述 r 为索引号,取值为 0 或小于 pK_1 的正整数；

[0109] 所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数。

[0110] 本发明实施例中所述的多元码调制映射方法及装置,通过将同一多元码至少映射到两个 M 阶调制符号中,在传输过程中每一个调制符号经过多径衰落信道的不同信道,得到了多元码的衰落信道的分集增益,并进一步将同一多元码映射到星座图中不同的星座点的不同可靠性的比特上,从而得到了星座图分集增益,提高了传输的可靠性,有利于提高通信质量。

附图说明

[0111] 图 1 为本发明实施例一所述的多元码调制映射方法的流程示意图；

[0112] 图 2 为示例一所述的多元码调制映射方法的示意图之一；

[0113] 图 3 为示例一所述的多元码调制映射方法的示意图之二；

[0114] 图 4 为示例二所述的多元码调制映射方法的示意图之一；

[0115] 图 5 为示例二所述的多元码调制映射方法的示意图之二；

[0116] 图 6 为示例三所述的多元码调制映射方法的示意图之一；

[0117] 图 7 为示例三所述的多元码调制映射方法的示意图之二；

[0118] 图 8 为示例四所述的多元码调制映射方法的示意图之一；

[0119] 图 9 为示例四所述的多元码调制映射方法的示意图之二；

[0120] 图 10 为本发明实施例二所述的多元码调制映射装置的结构示意图。

具体实施方式

[0121] 以下结合说明书附图及具体实施例对本发明做进一步的详细阐述。

[0122] 实施例一：

[0123] 如图 1 所示,本实施例提供一种多元码调制映射方法,所述方法包括：

[0124] 步骤 S110 :将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码,获得包括 N 个多元码的第二序列 ;其中,所述 $N=K/u$,所述 K 为不小于 1 的整数,所述 u 为码率,取值为不大于 1 的正数 ;

[0125] 步骤 S120 :依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ;其中 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$,且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数,所述 q 和 M 均为 2 的幂次 ;所述多元域元素数则为多元域内多元码的总数 ;

[0126] 步骤 S130 :将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组 ;其中, $z = \lceil N / K_1 \rceil$,所述 $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整 ;

[0127] 步骤 :S140 :将每一个所述多元码组映射到星座图,形成 K_2 个 M 阶调制符号 ;其中,每个所述多元码组映射到至少两个所述 M 阶调制符号 ;

[0128] 步骤 S150 :将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

[0129] 在所述步骤 S110 中,所述 K 的具体取值可为 2、3、4 或 5 等任意正整数 ;一个所述多元码对应所述第一序列中的一个元素。具体的如所述第一序列包括 3 多元码,进行 1/2 多元域编码,则将形成一个包括 6 个多元码的第二序列。

[0130] 在所述步骤 S120 中,所述 K_1 为第一分组参数,所述 K_2 为第二分组参数。所述幂次为可以写成 2^o ,其中所述 o 为 0 或正整数。根据所述公式 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$ 至少确定 K_1 和 K_2 的比值,所述 K_1 和 K_2 的具体取值的确定方法有很多种,如在具体的实现时,可以直接赋值 K_1 和 K_2 之间的其中一个,另一个就自然的确定了 ;在本实施例中还提供了一种具体的实现方式,具体如下 :

[0131] $\log_2 M = m$, $\log_2 q = p$;所述 m 与所述 p 的最小公倍数为 Y ;n 为正整数 ;

[0132] 若 $m = n * p$,则所述 $K_1 = 2 * m / p$;

[0133] 若 $p = n * m$,则所述 $K_1 = 2$;

[0134] 若 m 不等于 $n * p$ 且 p 不等于 $n * m$,则所述 $K_1 = Y / p$ 。

[0135] 根据 m 和 p 的定义,所述 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$ 还可表示成公式 $K_2 = K_1 * p / m$ 。

[0136] 在所述步骤 S130 中,所述进行分组,每一组包括 K_1 个来自所述第二序列的多元码。当所述 N / K_1 等于 3.12 时,向上取整得到所述 c 取值为 4。在具体的实现过程中,当 N / K_1 不为整数时,若直接分组将导致所分的最后一组所包括的多元码个数与非最后一组的多元码的个数不等,对于这种情况在处理时有很多方法可以使每一多元码组所包含的多元码个数相等,如可通过添加零码元来解决,具体如下 :

[0137] 所述第二序列以 K_1 个多元码为一组,分为 z 个多元码组包括 :

[0138] 添加 $\lceil N / K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字到第二序列,以形成包括 N_1 个多元码的第三序列,其中 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil * K_1$;

[0139] 以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组 ;

[0140] 其中,所述以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组,得到 z 个多元码组为 :

[0141] 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组,依次向后分组 ;按顺序

以第一个多元码为开始位置分组,以后的每组多元码组都接续上一个多元码组最后一个多元码直至结束。

[0142] 依据公式 $C_{i,j} = B_{i,K_1+j}$ 从第三序列的开始位置以 K_1 个连续分布的多元码为一组,依次向后分组;

[0143] 所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码;所述 B_{i,K_1+j} 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码;

[0144] 其中,所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0145] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0146] 在具体的实现过程中,所述零码元还可以直接添加在最后一组,以使所有分组所包括的多元码的个数相等即可。

[0147] 所述步骤 S140 中将多元码映射到星座图的方法有多种,如采用直接全映射、I/Q 路映射方法或交织映射方法将多元码映射到星座图。

[0148] 采用所述直接全映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

[0149] 当 $K_1 = \log_2 M$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特,形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$,并映射到星座图;

[0150] 其中,所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列;所述 $m = \log_2 M$;

[0151] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0152] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;所述 $p = \log_2 q$;所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0153] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0154] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0155] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0156] 具体的直接全映射将每一个所述多元码组映射到星座图可拆分为如下步骤:

[0157] 首先,将每一组多元码组中的每个多元码转换成二进制比特序列或根据映射表直接获取每一组多元码组中的每个多元码所对应的二进制比特序列;

[0158] 当 $K_1 = \log_2 M$ 时,顺序提取一组中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特,形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号,并映射到星座图;

[0159] 其中,所述 k 为不大于 K_2 的自然数,所述 k 可为 0、1 或 2 等小于 K_2 的数。

[0160] 采用 I/Q 路映射包括两种方式:

[0161] 第一种:采用所述 I/Q 路映射,将每一个所述多元码组映射到星座图包括:

[0162] 当 $K_1 = (\log_2 M) / 2$ 时,依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式

$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;即顺序提取一组中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特为 M 阶调制符号的实数部

分；顺序提取一组中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 $k+p/2$ 比特为所述 M 阶调制符号的虚数部分；

[0163] 其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m=\log_2 M$; 所述 $p=\log_2 q$;

[0164] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p=\log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0165] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0166] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0167] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0168] 具体的第一种 I/Q 路映射将每一个所述多元码组映射到星座图可拆分为如下步骤:

[0169] 首先,将每一组多元码组中的每个多元码转换成二进制比特序列或根据映射表直接获取每一组多元码组中的每个多元码所对应的二进制比特序列;

[0170] 其次,在满足条件 $K_1=(\log_2 M)/2$ 时,先顺序地将所述每个多元码对应所述二进制比特序列的相同位置的比特顺序映射到所述 M 阶调制符号的实数部分,完成后所述每个多元码所对应的所述二进制比特序列前半部分都已完成映射;

[0171] 再次,顺序地将所述每个多元码对应所述二进制比特序列后半部分的相同位置的比特顺序映射到 M 阶调制符号的虚数部分,完成后所述每个多元码所对应的所述二进制比特序列后半部分完成映射,即完成全部映射。

[0172] 第一种 I/Q 映射方法,对每个所述 M 调制符号来说,实数部分和虚数部分相同位置的比特来自同一个多元码字,如采用 16QAM 调制, $M=16$, 则每个符号的包含的比特数为 4, 其中实数部分 2 个比特,虚数部分 2 个比特,实数和虚数部分的第 0 个比特都来自第 0 个多元码。

[0173] 第二种:采用所述 I/Q 路映射,将每一个所述多元码组映射到星座图,包括:

[0174] 当 $K_1=2$, $p=\log_2 q=n*(\log_2 M)/2$ 时,依据公式

$$(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1}) \text{ 及公式}$$

$(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的连续分布的 $m/2$ 第 k 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分;其中,所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分;所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m=\log_2 M$;

[0175] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p=\log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0176] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0177] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0178] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0179] 具体的第一种 I/Q 路映射将每一个所述多元码组映射到星座图可拆分为如下步骤：

[0180] 首先，将每一组多元码组中的每个多元码转换成二进制比特序列或根据映射表直接获取每一组多元码组中的每个多元码所对应的二进制比特序列；

[0181] 其次，在满足条件 $K_1=2, p=\log_2 q=n*(\log_2 M)/2$ 时，先顺序地将第 0 个多元码对应二进制比特序列以 $(\log_2 M)/2$ 个比特为一小组分为 n 组，并将所述每个小组比特顺序映射到所述 K_2 个 M 阶调制符号的实数部分，完成后第 0 个多元码所对应的二进制比特序列已完成映射；

[0182] 再次，顺序地将第 1 个多元码对应二进制比特序列以 $(\log_2 M)/2$ 个比特为一小组分为 n 组，并将所述每个小组比特顺序映射到所述 K_2 个 M 阶调制符号的虚数部分，完成后即完成全部映射。

[0183] 所述第二种 I/Q 路映射方法，限定 $K_1=2$ ，即每组只有两个多元码，第 0 个码字的各部分映射到 K_2 个 M 阶调制符号的实数部分，第 1 个码字的各部分映射到 K_2 个 M 阶调制符号的虚数部分。如采用 16QAM 调制， $M=16$ ，则每个符号的包含的比特数为 4，其中实数部分 2 个比特，虚数部分 2 个比特，实数部分 2 个比特来自第 0 个多元码，虚数部分 2 个比特来自第 1 个多元码。

[0184] 采用交织映射方法将多元码映射到星座图包括：

[0185] 当 $K_1=\log_2 M$ 时，依据公式 $r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t / m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ ；

[0186] 依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ ，将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上；

[0187] 其中，所述 $m=\log_2 M$ ；所述 $p=\log_2 q$ ；

[0188] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$ ；

[0189] 所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特，所述 t 为索引号，取值为 0 或小于 pK_1 的正整数；

[0190] 所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特，所述 r 为索引号，取值为 0 或小于 pK_1 的正整数；

[0191] 所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数；

[0192] 上述采用交织映射方法将多元码映射到星座图的步骤可采用以下步骤实现：

[0193] 首先，将每一组多元码组中的每个多元码转换成二进制比特序列；所述二进制比特为 0 或 1；所述二进制比特序列为 0 和 1 组成的序列；

[0194] 其次，根据所述 q 和所述 M 对每一组多元码组所述二进制比特序列作循环移位交织，获得循环交织二进制比特序列矩阵；

[0195] 再次,将所述循环交织二进制比特序列以行或列为一个所述 M 阶调制符号顺序映射到星座图上。

[0196] 其中,所述根据所述 q 和所述 M 对每一组多元码组所述二进制比特序列作循环移位交织,获得循环交织二进制比特序列矩阵;

[0197] 将每一组多元码组中的每个多元码转换成二进制比特序列;具体的如多元码为 4 则对应的二进制比特序列为 100,若此时 p 为 8 则可直接在所述 100 之前添加二进制比特 0,以形成一个包括 8 位的二进制比特序列 00000100。

[0198] 将一组多元码各自对应的二进制比特序列按顺序排成一个二进制比特序列,将所述二进制比特序列输入一个 $p \times m$ 的矩阵,其中,所述 $m = \log_2 M$,所述 $p = \log_2 q$,将所述矩阵中的每一列进行不同比特数的循环移位,再按列输出得到循环交织后的二进制比特序列。

[0199] 所述星座图可为正交相移键控(Quadrature Phase Shift Keying, QPSK)、多进制正交幅度调制(Multiple Quadrature Amplitude Modulation, MQAM)、多进制数字相位调制(multiple phase shift keying, MPSK)或多进制振幅移相键控调制(Multiple Amplitude Phase Shift Keying, MAPSK)等调制方法所对应的星座图,其中,所述 MAPSK 也称星型 QAM。

[0200] 本实施例所述的多元码调制映射方法,将同一码元所对应的二进制比特序列对应多个 M 阶调制符号上,可以获得衰落信道的分集增益;且所述多个 M 阶调制符号映射到不同的星座点的不同可靠性比特上,则使得缓解了星座图中星座点的不稳定性。

[0201] 本实施例所述的多元码调制映射方法,可应用于任一种通信节点上,具体的如宏基站、微基站、家庭基站、中继站、射频头、终端或移动设备通信装置上。

[0202] 以下基于本实施例所述的多元码调制映射方法,提供几个具体示例。

[0203] 示例一:

[0204] 本示例为基于直接全映射的多元码调制映射方法的应用示例。如图 2 和图 3 所示,第一序列为 A_0, A_1, \dots, A_{K-1} 包括 K 个多元码;其中 A_1 表示一个多元码;所述 1 为小于 K 的自然数。自然数包括零以及正整数。将所述第一序列进行 GF(8) 低密度奇偶校验(Low-density Parity-check, LDPC)编码,得到包括 N 个的多元码的第二序列 B_0, B_1, \dots, B_{N-1} 。其中,所述 N 的大小取决于 K 及所述多元域编码的码率。

[0205] 设 α 为伽罗华域 GF(q) ($q > 2$) 上的本原元, $\alpha^{-\infty} = 0$, α 的各次幂 $\alpha^0 = 1, \alpha, \dots, \alpha^{q-2}$ 组成了 GF(q) 域上的全部域元素,且这些域元素构成一个循环群。利用本原多项式变换可以将 α 的各次幂化作 α 的 $p = \log_2 q$ 阶多项式,将 α 多项式的 p 个系数抽出后按顺序排列,形成一个 p 维矢量,该矢量可以与一个包含 p 个二进制码元的多元码关联。零元素可以用 p 维全零二进制码表示。这样,GF(4) 域多元码可以表示为 2 个比特的矢量,GF(16) 域多元码可以表示为 4 个比特矢量,GF(64) 域多元码可以表示为 6 个比特矢量,以此类推。其中一个元素对应了一个多元码。

[0206] 若需对多元码序列做 16QAM 调制映射, $q=8, M=16$,由公式(1)和公式(2)计算得到 $K_1=4, K_2=3$;其中公式(1):

[0207]

$$K_i = \begin{cases} 2 * m / p & \text{条件1: 若 } m = n * p, \text{ 其中 } n \text{ 是大于 1 的正整数;} \\ 2 & \text{条件2: 若 } p = n * m, \text{ 其中 } n \text{ 是大于等于 1 的正整数;} \\ (m \text{ 和 } p \text{ 的最小公倍数}) / p & \text{若同时不满足条件 1 和条件 2 时。} \end{cases}$$

[0208] 公式(2): $K_2=K_1*p/m$ 。

[0209] 在第二序列后面添加 $\lceil N/K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字, 再将添加后长为后 $N_1 = \lceil N/K_1 \rceil * K_1$ 的序列按 4 个多元码为一组进行分组, 共分为 $z = \lceil N/K_1 \rceil$ 个多元码组。

[0210] 第 i 组输入的 4 个已编码的 GF(8) 域多元码 $[C_{i,0}C_{i,1}C_{i,2}C_{i,3}]$, 其中, 第 j 个 GF(8) 域多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列 $(c_{i,j}^0c_{i,j}^1c_{i,j}^2)$, 调制共形成 $K_2=3$ 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}S_{i,1}S_{i,2}$; 其中, 第 i 组为所述 z 个多元码组中的任意一组; 所述 $c_{i,j}^0$ 为所述多元码 $C_{i,j}$ 所对应的所述二进制比特序列的第 0 比特; 所述 $c_{i,j}^1$ 为所述多元码 $C_{i,j}$ 所对应的所述二进制比特序列的第 1 比特; 所述 $c_{i,j}^2$ 为所述多元码 $C_{i,j}$ 所对应的所述二进制比特序列的第 2 比特。

[0211] 若 $K_1 = \log_2 M$ 时采用直接全映射方法, 全映射输入的一组 K_1 个 GF(q) 域多元码组中的每个多元码所对应的二进制比特序列中第 k 位比特构成一组 K_1 个比特映射到星座图上, 形成第 k 个 M 阶复数调制符号。

[0212] 第 k 个调制符号 $S_{i,k}$ 对应二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 按以下公式得到:

$$[0213] \quad (s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$$

[0214] 通过直接全映射方法, 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 0 比特构成的一组 4 个比特 $(c_{i,0}^0c_{i,1}^0c_{i,2}^0c_{i,3}^0)$ 映射为第 i 组第 0 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}$, 即 $S_{i,0}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,0}^3, s_{i,0}^2, s_{i,0}^1, s_{i,0}^0) = (c_{i,0}^0c_{i,1}^0c_{i,2}^0c_{i,3}^0)$ 。

[0215] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 1 位比特构成的一组 4 个比特 $(c_{i,0}^1c_{i,1}^1c_{i,2}^1c_{i,3}^1)$ 映射为第 i 组第 1 个 16QAM 调制符号 $S_{i,1}$, 即 $S_{i,1}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,1}^3, s_{i,1}^2, s_{i,1}^1, s_{i,1}^0) = (c_{i,0}^1c_{i,1}^1c_{i,2}^1c_{i,3}^1)$ 。

[0216] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 2 位比特构成的一组 4 个比特 $(c_{i,0}^2c_{i,1}^2c_{i,2}^2c_{i,3}^2)$ 映射为第 i 组第 2 个 16QAM 调制符号 $S_{i,2}$, 即 $S_{i,2}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,2}^3, s_{i,2}^2, s_{i,2}^1, s_{i,2}^0) = (c_{i,0}^2c_{i,1}^2c_{i,2}^2c_{i,3}^2)$ 。

[0217] 通过直接全映射方法映射到 3 个 16QAM 调制符号 $(S_{i,0}S_{i,1}S_{i,2})$ 上。

[0218] 将各多元码组所对应的调制符号按顺序级联起来。

[0219] 经过多径瑞利衰落信道传输时, 符号 $S_{i,0}$ 经过信道 H_0 , 符号 $S_{i,1}$ 经过信道 H_1 , 符号 $S_{i,2}$ 经过信道 H_2 ; 在接收侧接收到的信号分别为 $H_0 * (c_{i,0}^0c_{i,1}^0c_{i,2}^0c_{i,3}^0) + n_0$, $H_1 * (c_{i,0}^1c_{i,1}^1c_{i,2}^1c_{i,3}^1) + n_1$ 和 $H_2 * (c_{i,0}^2c_{i,1}^2c_{i,2}^2c_{i,3}^2) + n_2$, 译码前得到第一个多元码的软信息来自 $H_0 * c_{i,0}^0$, $H_1 * c_{i,0}^1$ 和 $H_2 * c_{i,0}^2$, 后面每个多元码的软信息也都是来自 H_0, H_1 和 H_2 三条路径。若多元码所对应的部分比特在某一信道遭遇深衰, 性能较差; 但其他比特在其他信道的衰落比较平缓, 性能较优; 则在接收端进行多元域译码时, 根据不同比特之间存在关联可以使整个多元码传输的总体性能不受太大影响, 提高了多元码抗衰落信道的能力, 故本示例所述的方法利用了多元码

上述特点得到了衰落分集增益。

[0220] 其中,在本示例中所述 k 的取值范围从 0 开始且最大值小于 K_2 的正整数;所述 j 取值从 0 开始且最大取值小于 p 的正整数,其中,所述 $p = \log_2 q$ 。

[0221] 示例二:

[0222] 本示例为基于 I/Q 路映射方之一的具体应用示例。

[0223] 如图 4 和图 5 所示,第一:将包括 K 个多元码的第一序列 A_0, A_1, \dots, A_{K-1} 进行 GF(64) LDPC 编码,得到 N 个多元码的第二序列 B_0, B_1, \dots, B_{N-1} 。

[0224] 第二:若需对多元码序列做 16QAM 调制映射, $q=64, M=16$, 由公式(1)及公式(2)计算得到 $K_1=2, K_2=3$;其中,公式(1):

[0225]

$$K_1 = \begin{cases} 2 * m / p & \text{条件1: 若 } m = n * p, \text{ 其中 } n \text{ 是大于1的正整数;} \\ 2 & \text{条件2: 若 } p = n * m, \text{ 其中 } n \text{ 是大于等于1的正整数;} \\ (m \text{ 和 } p \text{ 的最小公倍数}) / p & \text{若同时不满足条件1和条件2时。} \end{cases}$$

[0226] 公式(2): $K_2 = K_1 * p / m$ 。

[0227] 第三:将包括 N 个多元码的第二序列后面添加 $\lceil N / K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字,再将添加后长为 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil * K_1$ 的多元码序列按 2 个多元码为一组进行分组。

[0228] 第四:将第 i 组输入的 2 个已编码的 GF(64) 域多元码 $[C_{i,0}, C_{i,1}]$, 其中,第 j 个 GF(64) 域多元码 $C_{i,j}$ 其所对应的二进制比特序列 $(c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, c_{i,j}^2, c_{i,j}^3, c_{i,j}^4, c_{i,j}^5)$ 。调制共形成 3 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}, S_{i,1}, S_{i,2}$ 。

[0229] $K_1 = (\log_2 M) / 2$ 时,若调制节点采用 I/Q 映射方法,输入的一组 K_1 个 GF(q) 域多元码中每个多元码所对应的二进制比特序列中相同位置的比特构成的一组 K_1 个比特被调制为一个复数调制符号的实部(I 路)或虚部(Q 路), K_1 个 GF(q) 域多元码调制成 K_2 个 M 阶调制符号。其中,所述 M 阶调制符号位复数调制符号。第 k 个复数调制符号 $S_{i,k}$ 对应二进制比特序列 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}, s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$, $S_{i,k}$ 包括实数部分 $S_{i,k}^I$ 和虚数部分 $S_{i,k}^Q$, 每部分包含 $m/2$ 个比特。其中 $m = \log_2 M$, 且 m 是偶数,所述 i 为组号索引,所述 k 是复数调制符号序号,所述 k 的最小取值为 0。

[0230] 对于 $K_1 = \log_2 M / 2$, 第 k 个复数调制符号 $S_{i,k}$ 按以下公式得到:

[0231] 实数部分(I 路): $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$

[0232] 虚数部分(Q 路): $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$

[0233] 通过 I/Q 路映射方法,第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 0 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^0, c_{i,1}^0)$ 映射为第 i 组第 0 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}$ 的实数部分(I 路),即 $S_{i,0}$ 的 I 路对应的二进制比特序列 $(s_{i,0}^{I,1}, s_{i,0}^{I,0}) = (c_{i,0}^0, c_{i,1}^0)$ 。

[0234] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 1 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^1, c_{i,1}^1)$ 映射为第 i 组第 1 个 16QAM 调制符号 $S_{i,1}$ 的实数部分(I 路),即 $S_{i,1}$ 的 I 路对应的

二进制比特序列 $(s_{i,1}^{I,1}, s_{i,1}^{I,0}) = (c_{i,0}^1 c_{i,1}^1)$

[0235] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 2 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^2 c_{i,1}^2)$ 映射为第 i 组第 2 个 16QAM 调制符号 $S_{i,2}$ 的实数部分 (I 路), 即 $S_{i,2}$ 的 I 路对应的

二进制比特序列 $(s_{i,2}^{I,1}, s_{i,2}^{I,0}) = (c_{i,0}^2 c_{i,1}^2)$

[0236] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 3 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^3 c_{i,1}^3)$ 映射为第 i 组第 0 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}$ 的虚数部分 (Q 路), 即 $S_{i,0}$ 的 Q 路对应的

二进制比特序列 $(s_{i,0}^{Q,1}, s_{i,0}^{Q,0}) = (c_{i,0}^3 c_{i,1}^3)$ 。

[0237] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 4 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^4 c_{i,1}^4)$ 映射为第 i 组第 1 个 16QAM 调制符号 $S_{i,1}$ 的虚数部分 (Q 路), 即 $S_{i,1}$ 的 Q 路对应的

二进制比特序列 $(s_{i,1}^{Q,1}, s_{i,1}^{Q,0}) = (c_{i,0}^4 c_{i,1}^4)$ 。

[0238] 第 i 组中每个多元码所对应二进制比特序列第 5 位比特构成的一组 2 个比特 $(c_{i,0}^5 c_{i,1}^5)$ 映射为第 i 组第 2 个 16QAM 调制符号 $S_{i,2}$ 的虚数部分 (Q 路), 即 $S_{i,2}$ 的 Q 路对应的

二进制比特序列 $(s_{i,2}^{Q,1}, s_{i,2}^{Q,0}) = (c_{i,0}^5 c_{i,1}^5)$ 。

[0239] 如此将第 i 组的 2 个多元码 $[C_{i,0}, C_{i,1}]$, 通过 I/Q 路映射方法映射到 3 个 16QAM 调制符号 $[S_{i,0}, S_{i,1}, S_{i,2}]$ 上; 将各组调制符号连结起来。

[0240] 经过多径瑞利衰落信道传输时, 符号 $S_{i,0}$ 经过信道 H_0 , 符号 $S_{i,1}$ 经过信道 H_1 , 符号 $S_{i,2}$ 经过信道 H_2 , 在接收侧接收到的信号分别为 $H_0 * (c_{i,0}^0 c_{i,1}^0 c_{i,0}^3 c_{i,1}^3) + n_0$, $H_1 * (c_{i,0}^1 c_{i,1}^1 c_{i,0}^4 c_{i,1}^4) + n_1$ 和 $H_2 * (c_{i,0}^2 c_{i,1}^2 c_{i,0}^5 c_{i,1}^5) + n_2$, 译码前得到第一个多元码的软信息来自 $H_0 * c_{i,0}^0$, $H_0 * c_{i,0}^3$, $H_1 * c_{i,0}^1$, $H_1 * c_{i,0}^4$, $H_2 * c_{i,0}^2$ 和 $H_2 * c_{i,0}^5$, 后面每个多元码的软信息也都是来自 H_0 、 H_1 和 H_2 三条路径, 则译码性能充分利用了衰落信道的分集效果, 得到衰落分集增益。

[0241] 其中, 在本示例中所述 k 的取值范围从 0 开始且最大值小于 K_2 的正整数; 所述 j 取值从 0 开始且最大取值小于 p 的正整数, 其中, 所述 $p = \log_2 q$ 。

[0242] 示例三:

[0243] 本示例基于交织映射的具体应用示例。

[0244] 如图 6 和图 7 所示, 将包含 K 个多元码的第一序列 A_0, A_1, \dots, A_{K-1} 进行 GF(32) LDPC 编码, 得到包括 N 个多元码的第二序列 B_0, B_1, \dots, B_{N-1} 。

[0245] 若需对多元码序列做 64QAM 调制映射, 则 $q=32$, $M=64$, 根据如下公式 (1) 及公式 (2) 计算得到 $K_1=6$, $K_2=5$; 其中, 公式 (1):

[0246]

$$K_j = \begin{cases} 2 * m / p & \text{条件1: 若 } m = n * p, \text{ 其中 } n \text{ 是大于 1 的正整数;} \\ 2 & \text{条件2: 若 } p = n * m, \text{ 其中 } n \text{ 是大于等于 1 的正整数;} \\ (m \text{ 和 } p \text{ 的最小公倍数}) / p & \text{若同时不满足条件 1 和条件 2 时。} \end{cases}$$

[0247] 公式(2): $K_2=K_1*p/m$ 。

[0248] 在第二序列的末尾添加 $\lceil N/K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零字码, 再将添加后长为后 $N_1 = \lceil N/K_1 \rceil * K_1$ 的多元码序列按 6 个多元码为一组进行分组。

[0249] 采用交织映射方法, 先进行循环移位交织再进行映射, 包括以下步骤:

[0250] 步骤 a: 对输入的每组 K_1 个 GF(q) 域多元码所对应二进制比特序列, 根据 q 和调制阶数 M 对所述二进制比特序列作循环移位交织, 并循环交织二进制比特序列。

[0251] 步骤 b: 将所述循环交织二进制比特序列顺序映射到星座图上, 一组 m 个输入比特被调制为一个复数调制符号, $m = \log_2 M$, 循环交织二进制比特序列共调制为 K_2 个 M 阶复数调制符号。

[0252] 令输入的第 i 组 GF(32) 域多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,5}$

[0253] 所对应的二进制比特序列为 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,29}$

[0254] 其中, 第 j 个 GF(32) 域多元码 $C_{i,j}$ 对应的二进制比特序列为 $d_{i,jp}, d_{i,jp+1}, \dots, d_{i,(j+1)p-1}$, 其中, $p = \log_2 q$; i 为组号索引; j 是组内多元码序号, 且 j 的取值从 0 开始。

[0255] 所述二进制比特序列作循环移位交织后输出的二进制比特序列为 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,29}$ 。

[0256] 采用 6*5 行列交织器将二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,29}$ 按行读入, 自第二列开始, 每列做一定比特的循环移位, 如第二列循环下移 1 比特, 第三列循环下移 2 比特, 第四列循环下移 3 比特, 第五列循环下移 4 比特, 循环下移后再按列输出, 得到输出的交织后二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,29}$ 。

[0257] 令输入的二进制比特序列为 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,29}$, 交织后输出的二进制比特序列为 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,29}$, 公式定义如下:

[0258] $d_{i,t} = e_{i,r}$;

[0259] 其中, $r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t/m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m$;

[0260] $m = \log_2 M = 6, p = \log_2 q = 5$;

[0261] 例如, 对于 $t=3, r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t/m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m = 21$, 即 $d_{i,3} = e_{i,21}$ 。对于 $t=24, r = ((t \bmod p) * (m + 1) + \lfloor t/m \rfloor) \bmod m + (t \bmod p) * m = 26$, 即 $d_{i,24} = e_{i,26}$ 。

[0262] 再按顺序映射到星座图中, 第 k 个复数调制符号 $S_{i,k}$ 按以下公式得到:

[0263] $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (E_{i,km}, E_{i,km+1}, \dots, E_{i,(k+1)m-1})$

[0264] 第 i 组第 0 个调制符号 $S_{i,0}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,0}^5, s_{i,0}^4, s_{i,0}^3, s_{i,0}^2, s_{i,0}^1, s_{i,0}^0) = (e_{i,0}, e_{i,1}, e_{i,2}, e_{i,3}, e_{i,4}, e_{i,5}) = (d_{i,0}, d_{i,5}, d_{i,10}, d_{i,15}, d_{i,20}, d_{i,25})$

[0265] 第 i 组第 1 个调制符号 $S_{i,1}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,1}^5, s_{i,1}^4, s_{i,1}^3, s_{i,1}^2, s_{i,1}^1, s_{i,1}^0) = (e_{i,6}, e_{i,7}, e_{i,8}, e_{i,9}, e_{i,10}, e_{i,11}) = (d_{i,26}, d_{i,1}, d_{i,6}, d_{i,11}, d_{i,16}, d_{i,21})$

[0266] 第 i 组第 2 个调制符号 $S_{i,2}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,2}^5, s_{i,2}^4, s_{i,2}^3, s_{i,2}^2, s_{i,2}^1, s_{i,2}^0) =$

$$(e_{i,12}e_{i,13}e_{i,14}e_{i,15}e_{i,16}e_{i,17})=(d_{i,22}d_{i,27}d_{i,2}d_{i,7}d_{i,12}d_{i,17})$$

[0267] 第 i 组第 3 个调制符号 $S_{i,3}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,3}^5s_{i,3}^4s_{i,3}^3s_{i,3}^2s_{i,3}^1s_{i,3}^0) =$

$$(e_{i,18}e_{i,19}e_{i,20}e_{i,21}e_{i,22}e_{i,23})=(d_{i,18}d_{i,23}d_{i,28}d_{i,3}d_{i,8}d_{i,13})$$

[0268] 第 i 组第 4 个调制符号 $S_{i,4}$ 对应的二进制比特序列 $(s_{i,4}^5s_{i,4}^4s_{i,4}^3s_{i,4}^2s_{i,4}^1s_{i,4}^0) =$

$$(e_{i,24}e_{i,25}e_{i,26}e_{i,27}e_{i,28}e_{i,29})=(d_{i,14}d_{i,19}d_{i,24}d_{i,29}d_{i,4}d_{i,9})。$$

[0269] 得到 5 个 64QAM 调制符号 $[S_{i,0}S_{i,1}S_{i,2}S_{i,3}S_{i,4}]$, 再将各组调制符号连结起来。可以看出, 多元码 $C_{i,0}$ 第 0 比特即 $d_{i,5}$ 调制后处于第 0 个调制符号星座点第 4 位, 多元码 $C_{i,0}$ 第 1 比特即 $d_{i,6}$ 调制后处于第 1 个调制符号星座点第 3 位, 多元码 $C_{i,0}$ 第 2 比特即 $d_{i,7}$ 调制后处于第 2 个调制符号星座点第 2 位, 多元码 $C_{i,0}$ 第 3 比特即 $d_{i,8}$ 调制后处于第 3 个调制符号星座点第 1 位, 多元码 $C_{i,0}$ 第 4 比特即 $d_{i,9}$ 调制后处于第 4 个调制符号星座点第 0 位。其他多元码在这样的设计后也可以均匀的映射到不同星座点位置上, 这样可以使得同一多元码比特分布在不同调制符号的不同的可靠性和衰落分集增益上, 同时得到星座点分集增益和衰落分集增益。

[0270] 其中, 所述 t 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数; 所述 r 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数; 所述 k 的取值范围从 0 开始且最大值小于 K_2 的正整数; 所述 j 取值从 0 开始且最大取值小于 p 的正整数, 其中, 所述 $p = \log_2 q$ 。

[0271] 示例四:

[0272] 本示例时基于第二种 I/Q 路交织映射的具体应用示例。

[0273] 如图 8 和图 9 所示, 将包括 K 位多元码的第一序列 A_0, A_1, \dots, A_{K-1} 进行 GF(256) LDPC 编码, 得到 N 个多元码第二序列 B_0, B_1, \dots, B_{N-1} 。

[0274] 若需对多元码序列做 16QAM 调制映射, 则 $q=256, M=16$, 且 p 是 m 的 2 倍, 根据公式 (1) 及公式 (2) 计算得到 $K_1=2, K_2=4$; 其中公式 (1):

[0275]

$$K_t = \begin{cases} 2 * m / p & \text{条件1: 若 } m = n * p, \text{ 其中 } n \text{ 是大于1的正整数;} \\ 2 & \text{条件2: 若 } p = n * m, \text{ 其中 } n \text{ 是大于等于1的正整数;} \\ (m \text{ 和 } p \text{ 的最小公倍数}) / p & \text{若同时不满足条件1和条件2时。} \end{cases}$$

[0276] 公式 (2): $K_2 = K_1 * p / m$ 。

[0277] 在第二序列后面添加 $\lceil N / K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字, 再将添加后长为后 $N_1 = \lceil N / K_1 \rceil * K_1$ 的多元码序列按 4 个多元码为一组进行分组。

[0278] 第 i 组输入的 2 个已编码的 GF(256) 域多元码 $[C_{i,0}C_{i,1}]$, 其中, 第 j 个 GF(256) 域多元码 $C_{i,j}$ 其所对应的二进制比特序列 $(c_{i,j}^0c_{i,j}^1c_{i,j}^2c_{i,j}^3c_{i,j}^4c_{i,j}^5c_{i,j}^6c_{i,j}^7)$, 调制共形成 $K_2=4$ 个 16QAM 调制符号 $S_{i,0}S_{i,1}S_{i,2}$ 。

[0279] 对于 $K_1=2, p = \log_2 q = n * (\log_2 M) / 2$, 其中 $n=4$ 为大于等于 2 的正整数; I/Q 映射输入的一组 GF(q) 域多元码中每个 GF(q) 域多元码的 K_1 个比特被顺序调制为一个复数调制符号的实数部分 (即 I 路) 或虚数部分 (即 Q 路), K_1 个 GF(q) 域多元码调制成 K_2 个 M 阶调制符

号;其中,所述M阶调制符号为复数调制符号。

[0280] 第k个复数调制符号 $S_{i,k}$ 对应二进制比特序列 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}, s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$,

$S_{i,k}$ 包括实数部分 $S_{i,k}^I$ 和虚数部分 $S_{i,k}^Q$,每部分包含 $m/2$ 个比特。其中 $m=\log_2 M$,且 m 是偶数, i 为组号索引, k 是组内调制符号序号且所述 k 的取值从0开始。

[0281] 第k个复数调制符号 $S_{i,k}$ 按以下公式得到:

[0282] 实数部分(I路): $(d_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, d_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$

[0283] 虚数部分(Q路): $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$

[0284] 通过I/Q路映射方法,第i组多元码序列中多元码 $C_{i,0}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,0}^0 c_{i,0}^1 c_{i,0}^2 c_{i,0}^3 c_{i,0}^4 c_{i,0}^5 c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 中第0段的2个比特 $(c_{i,0}^0 c_{i,0}^1)$ 映射为第i组第0个16QAM调制符号 $S_{i,0}$ 的实数部分(I路), $m=4, k=0$,即 $S_{i,0}$ 的I路对应的二进制比特序列 $(s_{i,0}^{I,1}, s_{i,0}^{I,0}) = (c_{i,0}^0 c_{i,0}^1)$ 。

[0285] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,0}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,0}^0 c_{i,0}^1 c_{i,0}^2 c_{i,0}^3 c_{i,0}^4 c_{i,0}^5 c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 中第1段2个比特 $(c_{i,0}^2 c_{i,0}^3)$ 映射为第i组第1个16QAM调制符号 $S_{i,1}$ 的实数部分(I路), $m=4, k=1$,即 $S_{i,1}$ 的I路对应的二进制比特序列 $(s_{i,1}^{I,1}, s_{i,1}^{I,0}) = (c_{i,0}^2 c_{i,0}^3)$ 。

[0286] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,0}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,0}^0 c_{i,0}^1 c_{i,0}^2 c_{i,0}^3 c_{i,0}^4 c_{i,0}^5 c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 中第2段2个比特 $(c_{i,0}^4 c_{i,0}^5)$ 映射为第i组第2个16QAM调制符号 $S_{i,2}$ 的实数部分(I路), $m=4, k=2$,即 $S_{i,2}$ 的I路对应的二进制比特序列 $(s_{i,2}^{I,1}, s_{i,2}^{I,0}) = (c_{i,0}^4 c_{i,0}^5)$ 。

[0287] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,0}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,0}^0 c_{i,0}^1 c_{i,0}^2 c_{i,0}^3 c_{i,0}^4 c_{i,0}^5 c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 中第3段2个比特 $(c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 映射为第i组第3个16QAM调制符号 $S_{i,3}$ 的实数部分(I路), $m=4, k=3$,即 $S_{i,3}$ 的I路对应的二进制比特序列 $(s_{i,3}^{I,1}, s_{i,3}^{I,0}) = (c_{i,0}^6 c_{i,0}^7)$ 。

[0288] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,1}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,1}^0 c_{i,1}^1 c_{i,1}^2 c_{i,1}^3 c_{i,1}^4 c_{i,1}^5 c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$ 中第0段2个比特 $(c_{i,1}^0 c_{i,1}^1)$ 映射为第i组第0个16QAM调制符号 $S_{i,0}$ 的虚数部分(Q路), $m=4, k=0$,即 $S_{i,0}$ 的Q路对应的二进制比特序列 $(s_{i,0}^{Q,1}, s_{i,0}^{Q,0}) = (c_{i,1}^0 c_{i,1}^1)$

[0289] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,1}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,1}^0 c_{i,1}^1 c_{i,1}^2 c_{i,1}^3 c_{i,1}^4 c_{i,1}^5 c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$ 中第1段2个比特 $(c_{i,1}^2 c_{i,1}^3)$ 映射为第i组第1个16QAM调制符号 $S_{i,1}$ 的虚数部分(Q路), $m=4, k=1$,即 $S_{i,1}$ 的Q路对应的二进制比特序列 $(s_{i,1}^{Q,1}, s_{i,1}^{Q,0}) = (c_{i,1}^2 c_{i,1}^3)$

[0290] 第i组多元码序列中多元码 $C_{i,1}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,1}^0 c_{i,1}^1 c_{i,1}^2 c_{i,1}^3 c_{i,1}^4 c_{i,1}^5 c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$

中第 2 段 2 个比特 $(c_{i,1}^4 c_{i,1}^5)$ 映射为第 i 组第 2 个 16QAM 调制符号 $S_{i,2}$ 的虚数部分 (Q 路), $m=4, k=2$, 即 $S_{i,2}$ 的 Q 路对应的二进制比特序列 $(s_{i,2}^{Q,1}, s_{i,2}^{Q,0}) = (c_{i,1}^4 c_{i,1}^5)$

[0291] 第 i 组多元码序列中多元码 $C_{i,1}$ 所对应二进制比特序列 $(c_{i,1}^0 c_{i,1}^1 c_{i,1}^2 c_{i,1}^3 c_{i,1}^4 c_{i,1}^5 c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$ 中第 3 段 2 个比特 $(c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$ 映射为第 i 组第 3 个 16QAM 调制符号 $S_{i,3}$ 的虚数部分 (Q 路), $m=4, k=3$, 即 $S_{i,3}$ 的 Q 路对应的二进制比特序列 $(s_{i,3}^{Q,1}, s_{i,3}^{Q,0}) = (c_{i,1}^6 c_{i,1}^7)$

[0292] 如此将第 i 组的 2 个多元码 $[C_{i,0}, C_{i,1}]$, 通过 I/Q 路映射方法映射到 4 个 16QAM 调制符号 $[S_{i,0}, S_{i,1}, S_{i,2}]$ 上。连结节点将各组调制符号连结起来。

[0293] 经过多径瑞利衰落信道传输时, 符号 $S_{i,0}$ 经过信道 H_0 , 符号 $S_{i,1}$ 经过信道 H_1 , 符号 $S_{i,2}$ 经过信道 H_2 , 符号 $S_{i,3}$ 经过信道 H_3 , 在接收侧接收到的信号分别为 $H_0 * (c_{i,0}^0 c_{i,0}^1 c_{i,0}^2 c_{i,0}^3) + n_0$, $H_1 * (c_{i,0}^2 c_{i,0}^3 c_{i,0}^4 c_{i,0}^5) + n_1$, $H_2 * (c_{i,0}^4 c_{i,0}^5 c_{i,0}^6 c_{i,0}^7) + n_2$ 和 $H_3 * (c_{i,0}^6 c_{i,0}^7 c_{i,0}^8 c_{i,0}^9) + n_3$, 译码前得到第一个多元码软信息来自 $H_0 * c_{i,0}^0$, $H_0 * c_{i,0}^1$, $H_1 * c_{i,0}^2$, $H_1 * c_{i,0}^3$, $H_2 * c_{i,0}^4$, $H_2 * c_{i,0}^5$ 和 $H_3 * c_{i,0}^6$, $H_3 * c_{i,0}^7$, 后面每个多元码软信息也都是来自 H_0, H_1 和 H_2, H_3 四条路径, 则译码性能充分利用了衰落信道的分集效果, 得到衰落分集增益。

[0294] 实施例二:

[0295] 如图 10 所示, 本实施例提供一种多元码调制映射装置, 所述装置法包括:

[0296] 多元域编码单元 110, 用以将包括 K 个多元码的第一序列进行多元域编码, 获得包括 N 个多元码的第二序列; 其中, 所述 $N=K/u$, 所述 u 通常小于 1 为正数;

[0297] 计算单元 120, 用以依据多元域元素数 q 和调制阶数 M 计算得到 K_1 和 K_2 ; 其中 $K_1 * \log_2 q = K_2 * \log_2 M$, 且所述 K_1 和 K_2 均为不小于 2 的整数, 所述 q 和 M 均为 2 的幂次;

[0298] 分组单元 130, 用以将所述第二序列以 K_1 个多元码为一组, 分为 z 个多元码组; 其中, $z = \lceil N / K_1 \rceil$, 所述 $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;

[0299] 映射单元 140, 用以将每一个所述多元码组映射到星座图, 形成 K_2 个 M 阶调制符号; 其中, 每一所述多元码映射到至少两个所述 M 阶调制符号;

[0300] 级联单元 150, 用以将 z 组所述 M 阶调制符号按顺序级联形成待发送的调制符号。

[0301] 所述多元域编码单元 110、计算单元 120、分组单元 130、映射单元 140 及级联单元 150 可统称为功能单元; 所述功能单元可以独立或集成对应于包括处理器、存储介质、总线以及至少一个通信接口的装置。所述存储介质包括瞬间存储介质及非瞬间存储介质; 所述瞬间存储介质可用于缓存; 所述非瞬间存储介质可用于存储需长时间存储的数据、程序或软件; 在所述非瞬间存储介质上所存储的数据, 在遭遇突然掉电的情况下仍能保存数据。所述总线连接所述处理器、存储介质以及通信接口, 以实现装置内部的数据通信。所述非瞬间存储介质上存储有程序或软件, 所述处理器运行所述程序或软件, 可以实现实施例一所述的多元码调制映射方法的任一技术方案。所述处理器可为中央处理器、单片机、数字信号处理器或可编程阵列等结构。所述处理器还可以是具有专门处理功能的电子元器件的总和, 具体的所述计算单元可以是计算器。

[0302] 进一步地, 若 $m=n*p$, 则所述 $K_1=2*m/p$;

[0303] 若 $p=n*m$, 则所述 $K_1=2$;

[0304] 若 m 不等于 $n*p$ 且 p 不等于 $n*m$, 则所述 $K_1=Y/p$;

[0305] 其中, $m=\log_2 M$, $p=\log_2 q$; Y 为所述 m 与所述 p 的最小公倍数 ; 所述 n 为正整数。

[0306] 所述分组单元 130 包括 :

[0307] 添加模块, 用以添加 $\lceil N/K_1 \rceil * K_1 - N$ 个零码字到第二序列, 以形成包括 N_1 个多元码的第三序列, 其中 $N_1 = \lceil N/K_1 \rceil * K_1$;

[0308] 分组形成模块, 用以根据公式 $C_{i,j} = B_{iK_1+j}$ 以 K_1 个多元码为一组对第三序列进行分组, 得到 z 个多元码组 ; 且所述以分组形成模块具体用以从第三序列的开始位置以 K_1 个连续多元码为一组, 依次向后分组 ; 其中, $C_{i,j} = B_{iK_1+j}$; 所述 $C_{i,j}$ 为第 i 组中的第 j 个多元码 ; 所述 B_{iK_1+j} 为第三序列中第 $i \cdot K_1 + j$ 个多元码 ;

[0309] 其中, 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数 ; 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数 ;

[0310] 所述映射单元具体用以采用直接全映射、I/Q 路映射或交织映射方法, 将每一个所述多元码组映射到星座图 ; 根据实现映射的方法不同, 所述映射单元的结构有多种, 以下提供四种 :

[0311] 第一种 :

[0312] 所述映射单元包括 :

[0313] 第一映射模块, 用以当 $K_1 = \log_2 M$ 时, 依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 提取第 i 组多元码序列 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 个比特, 形成映射到第 k 个 M 阶复数调制符号 $S_{i,k}$, 并映射到星座图 ;

[0314] 其中, 所述 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$ 为所述 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 ; 所述 $m = \log_2 M$;

[0315] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特 ;

[0316] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数 ;

[0317] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数 ;

[0318] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0319] 第二种 :

[0320] 所述映射单元包括 :

[0321] 第二映射模块, 用以当 $K_1 = (\log_2 M)/2$ 时, 依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^k, c_{i,1}^k, \dots, c_{i,K_1-1}^k)$ 及公式 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,0}^{k+p/2}, c_{i,1}^{k+p/2}, \dots, c_{i,K_1-1}^{k+p/2})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中的第 k 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 的实数部分或虚数部分 ; 其中, 所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分 $S_{i,k}^I$; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

[0322] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0323] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0324] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0325] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0326] 第三种: 所述映射单元包括:

[0327] 第三映射模块, 用以当 $K_1 = 2$, $p = \log_2 q = n * (\log_2 M) / 2$ 时, 依据公式 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0}) = (c_{i,0}^{mk/2}, c_{i,0}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,0}^{m(k+1)/2-1})$ 及公式 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0}) = (c_{i,1}^{mk/2}, c_{i,1}^{mk/2+1}, \dots, c_{i,1}^{m(k+1)/2-1})$ 提取第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,K_1-1}$ 中每个多元码所对应二进制比特序列中连续分布的 $m/2$ 比特为 M 阶调制符号 $S_{i,k}$;

[0328] 其中, 所述 $(s_{i,k}^{I,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{I,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的实数部分; 所述 $(s_{i,k}^{Q,m/2-1}, \dots, s_{i,k}^{Q,0})$ 为所述 $S_{i,k}$ 的虚数部分 $S_{i,k}^Q$; 所述 $m = \log_2 M$;

[0329] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$; 所述 $p = \log_2 q$; 所述 $c_{i,j}^k$ 表示第 i 组第 j 个多元码所对应二进制比特序列的第 k 个比特;

[0330] 所述 i 为 0 或小于所述 z 的正整数;

[0331] 所述 j 为 0 或小于所述 K_1 的正整数;

[0332] 所述 k 为 0 或小于所述 K_2 的正整数。

[0333] 第四种: 所述映射单元包括:

[0334] 第四映射模块, 用以依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (E_{i,km}, E_{i,km+1}, \dots, E_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$, 且将所述 $s_{i,k}$ 顺序映射到星座图上;

[0335] 交织模块, 用以当 $K_1 = \log_2 M$ 时, 依据公式 $r = ((t \bmod p) * (m+1) + \lfloor t/m \rfloor \bmod m + (t \bmod p) * m)$ 及 $d_{i,t} = e_{i,r}$ 获得第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,pK_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的循环交织后的二进制比特序列 $e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$;

[0336] 第四映射模块, 用以依据公式 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0) = (e_{i,km}, e_{i,km+1}, \dots, e_{i,(k+1)m-1})$ 获取所述 M 阶调制符号 $S_{i,k}$ 所对应的二进制比特序列 $(s_{i,k}^{m-1}, \dots, s_{i,k}^0)$, 将所述 $S_{i,k}$ 顺序映射到星座图上;

[0337] 其中, 所述 $m = \log_2 M$; 所述 $p = \log_2 q$;

[0338] 所述第 i 组第 j 个多元码 $C_{i,j}$ 所对应的二进制比特序列为 $c_{i,j}^0, c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^{p-1}$;

[0339] 所述 $d_{i,t}$ 为所述第 i 组多元码组 $C_{i,0}, C_{i,1}, \dots, C_{i,pK_1-1}$ 对应的所述二进制比特序列 $d_{i,0}, d_{i,1}, \dots, d_{i,pK_1-1}$ 的第 t 比特, 所述 t 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

[0340] 所述 $e_{i,r}$ 为所述第 i 组二进制比特序列经循环交织后输出的二进制比特序列

$e_{i,0}, e_{i,1}, \dots, e_{i,pK_1-1}$ 的第 r 比特, 所述 r 为索引号, 取值为 0 或小于 pK_1 的正整数;

[0341] 所述 k 为 0 或小于 K_2 的正整数;

[0342] 在具体的实现过程中, 所述映射单元还可包括转换模块; 所述转换模块用以将每一个多元码转换或映射成二进制比特序列。

[0343] 本实施例所述的多元码调制映射装置, 为实施例一所述的多元码调制映射方法提供了实现的物理装置, 可以用来实施例一中任意一个技术方案, 具体的结构可是基站或终端等通信节点。采用本实施例所述的多元码调制映射装置所形成的调制符号, 由于将同一多元码映射到了多个调制符号上, 增加了衰落信道的分集增益, 且由于不同的调制符映射到星座图上不同星座点, 从而很好的缓解星座图中星座点不同稳定性带来的性能损耗, 提高了通信质量。

[0344] 在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的设备和方法, 可以通过其它的方式实现。以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述单元的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 如: 多个单元或组件可以结合, 或可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另外, 所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口, 设备或单元的间接耦合或通信连接, 可以是电性的、机械的或其它形式的。

[0345] 上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 也可以分布到多个网络单元上; 可以根据实际的需要选择其中的部分或全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0346] 另外, 在本发明各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理模块中, 也可以是各单元分别单独作为一个单元, 也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中; 上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

[0347] 本领域普通技术人员可以理解: 实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成, 前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中, 该程序在执行时, 执行包括上述方法实施例的步骤; 而前述的存储介质包括: 移动存储设备、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0348] 以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

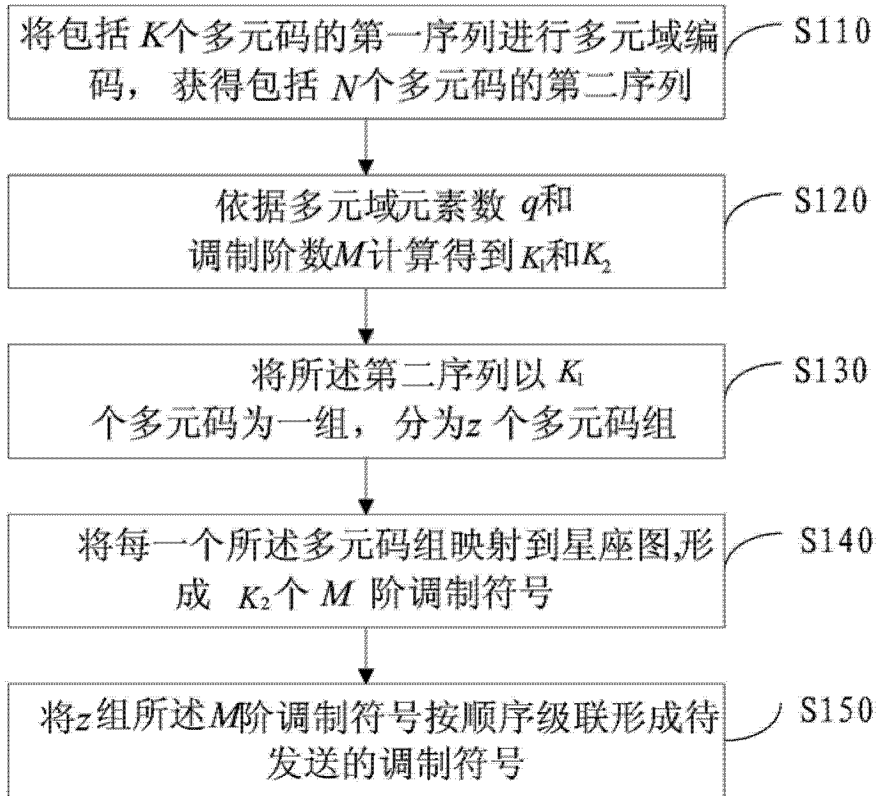


图 1

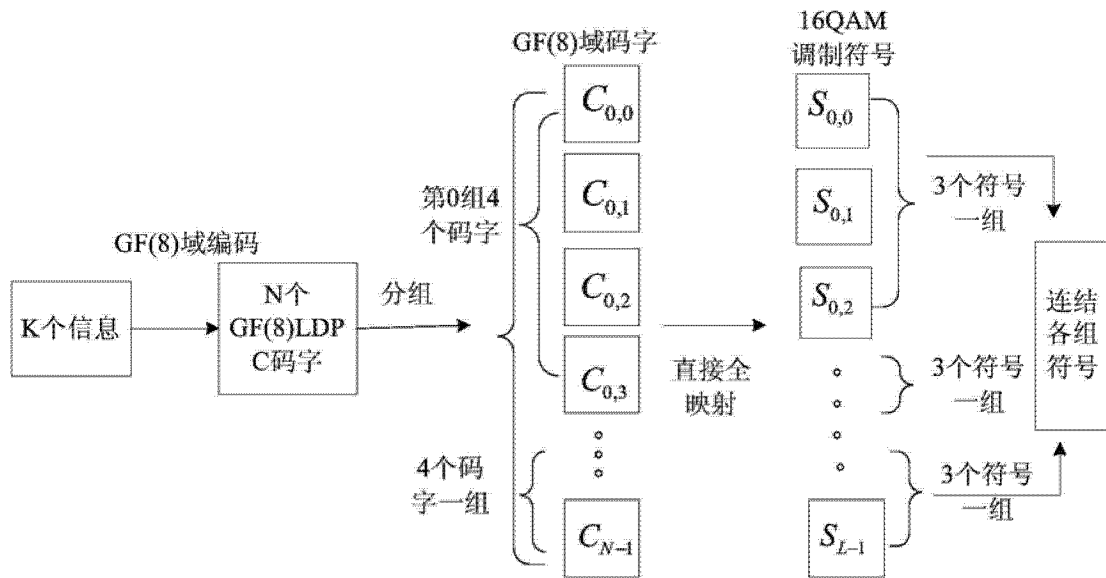


图 2

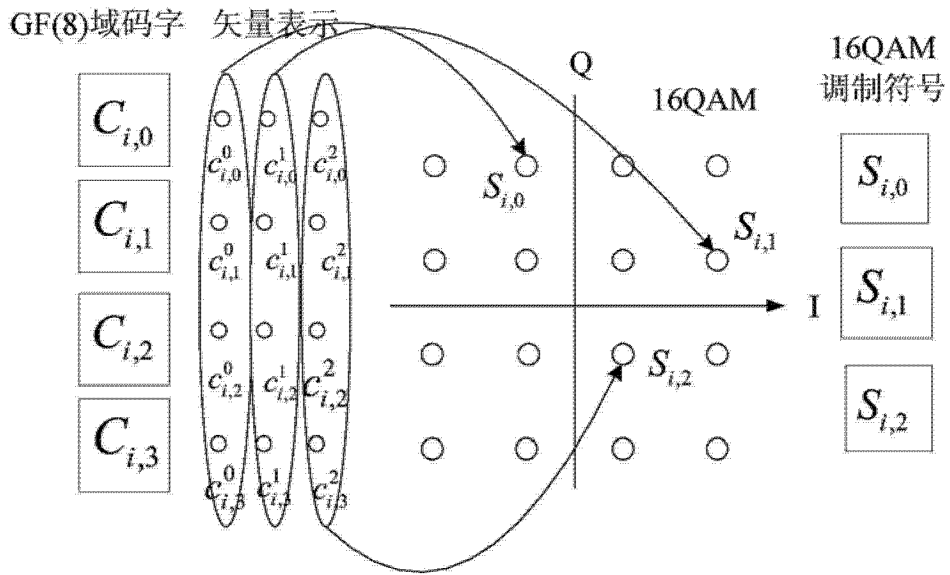


图 3

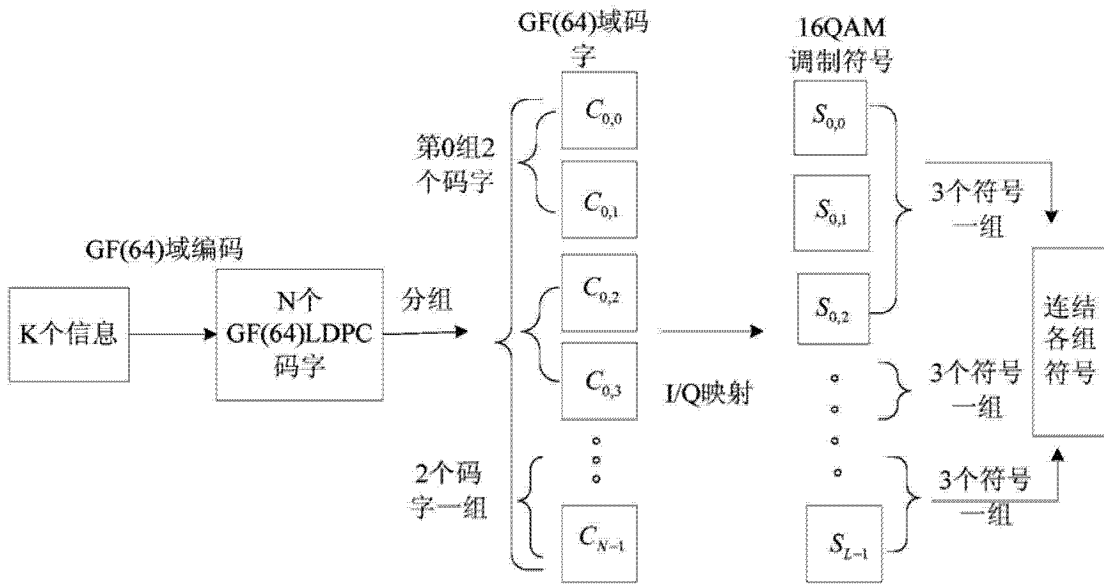


图 4

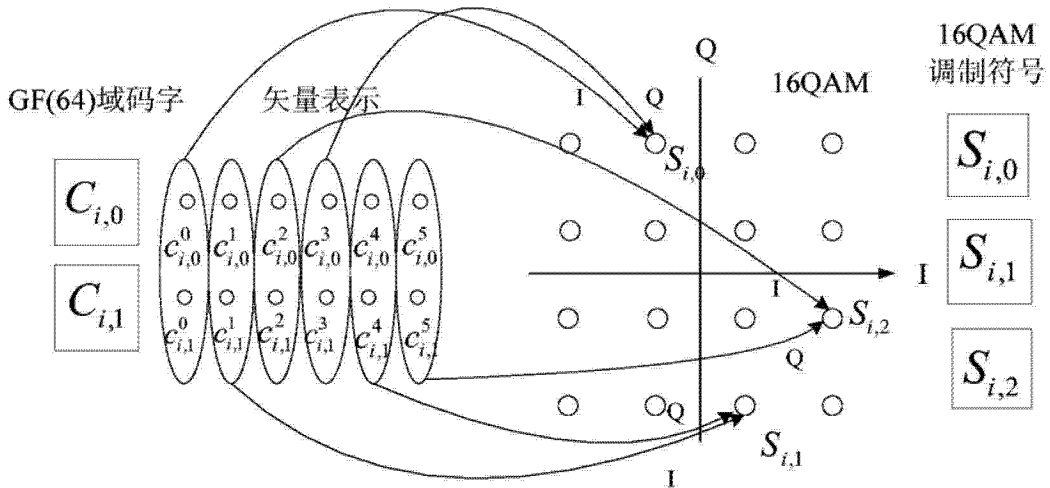


图 5

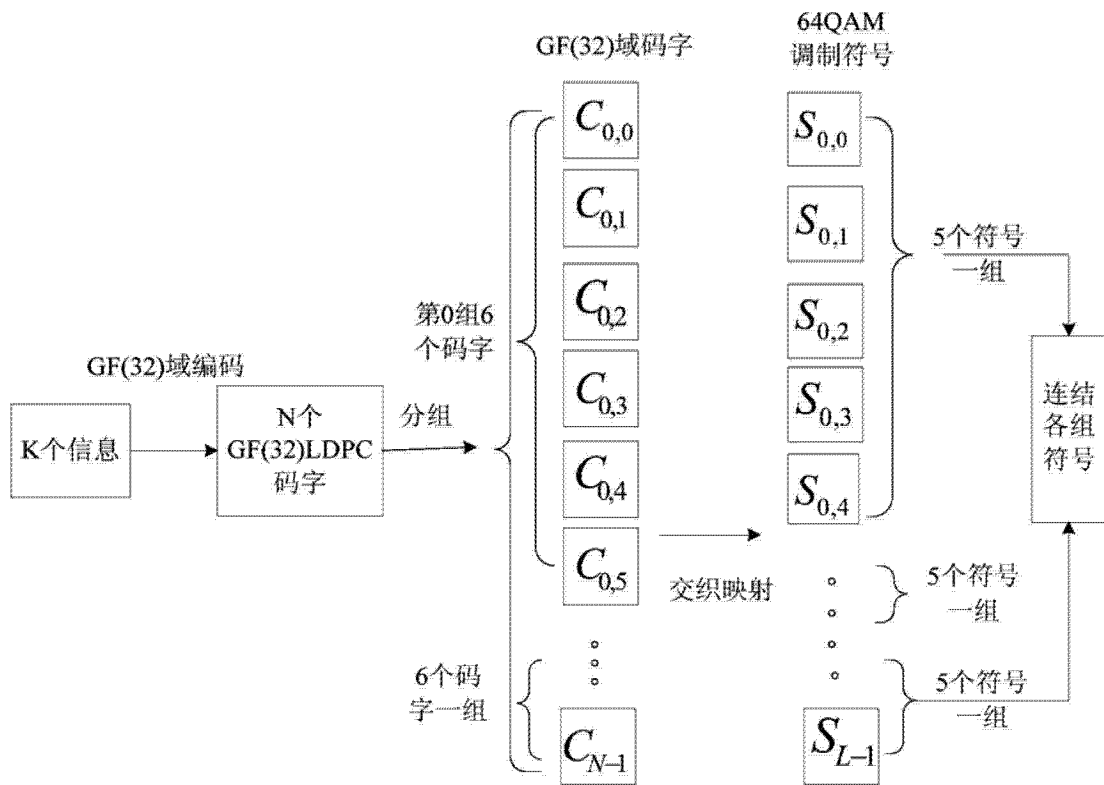


图 6

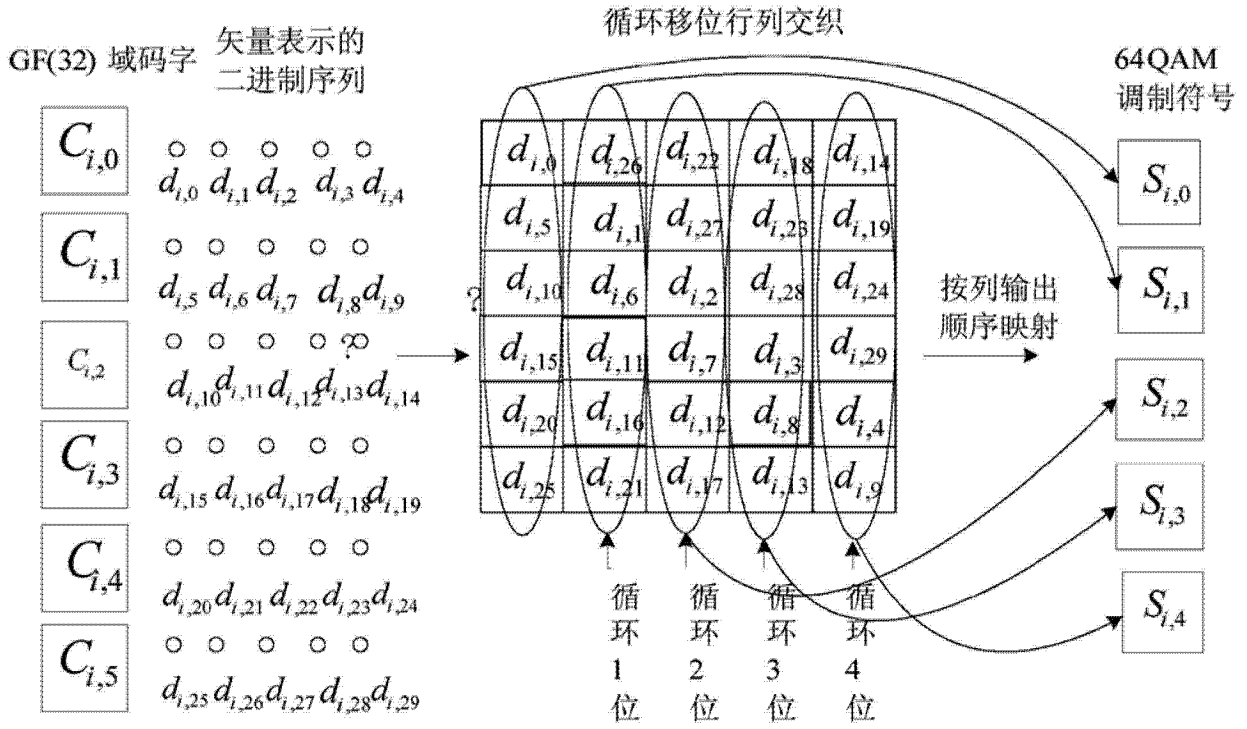


图 7

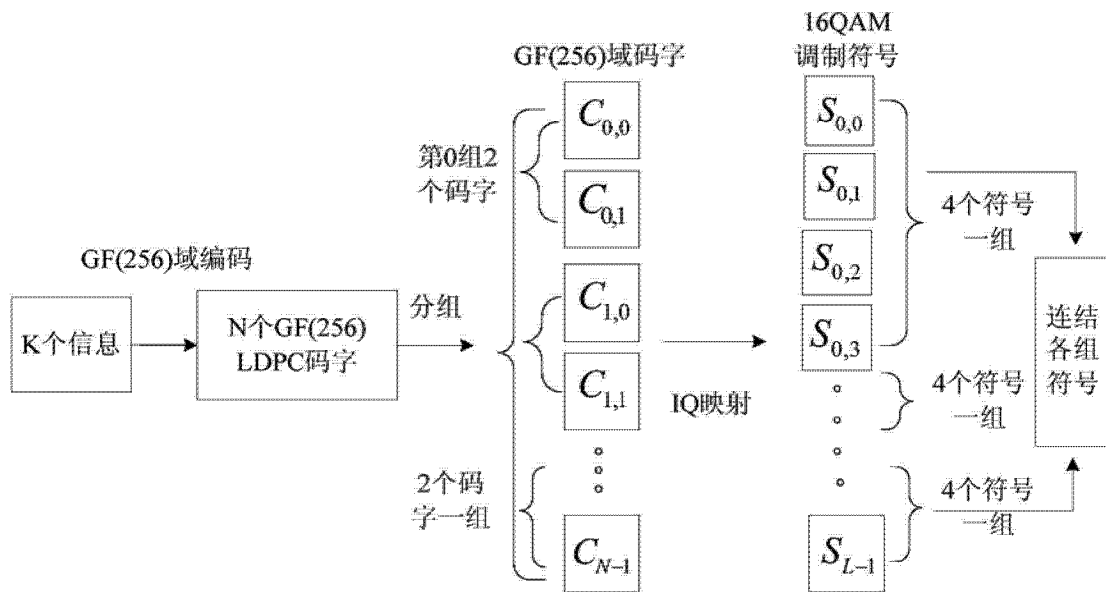


图 8

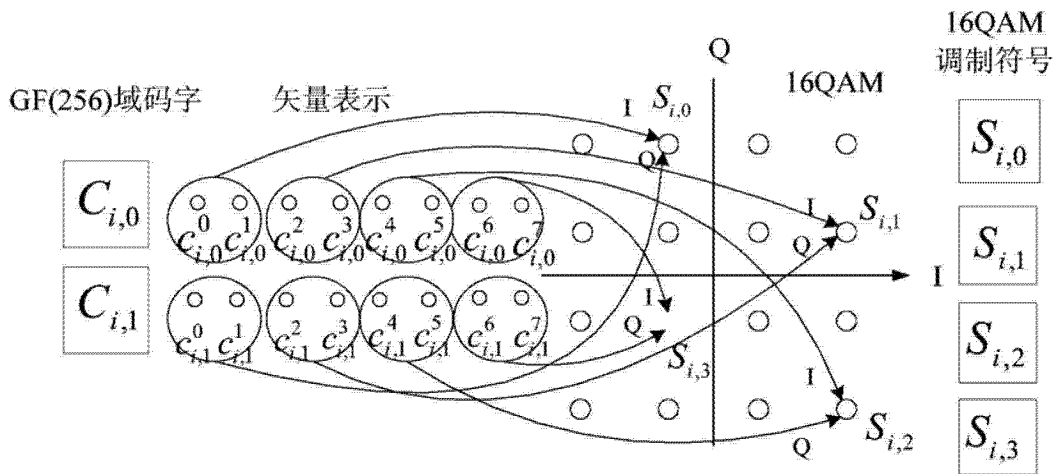


图 9

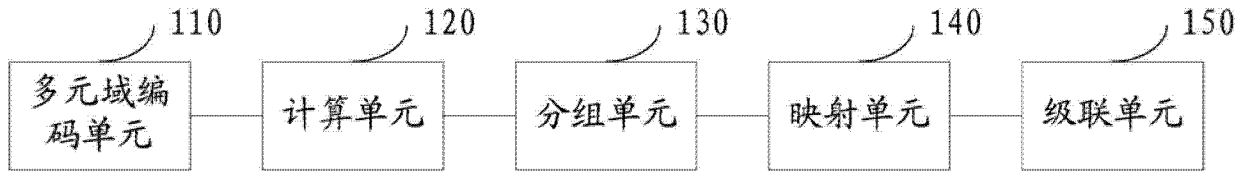


图 10