**基于QR分解的检测算法**

**QR分解检测算法**

基于分解的检测算法的思路是：对信道矩阵进行分解，将维信道矩阵分解为的酉矩阵和的上三角矩阵的乘积，即。然后用矩阵的共轭转置矩阵左乘信道模型公式，直接得到转换后的接收向量，利用矩阵的上三角特性，可以顺序求出。具体的数学推导过程如下：

 （1）

式中，为上三角矩阵。由于为酉矩阵，新的噪声便还是高斯随机变量，各个分量均值和方差保持不变。为了便于叙述，假设，则上式可以表示为：

 （2）

 （3）

（4）

（5）

式（3）中向量的第个分量只与发射符号有关，与其他发射符号无关，因此可以首先对符号进行检测，运用ML算法，得到其估计值：

（6）

表示最大似然判决。假设式（6）中对的判决完全正确，则可以将代入式（4），消除符号的干扰后，得到的估计值：

（7）

以此类推，可以得到所有发射符号的估计值：

（8）

简单概括分解的干扰抵消检测检测过程是：先检测出一根天线的信号，再从接收信号中抵消掉这根天线对其它天线的干扰。然后检测下一根天线的信号，再抵消，以此类推，直到将所有的信号检测出来。

分解算法避免了求信道矩阵广义逆的运算，减小了运算量。但这种方法存在的最主要的问题就是无码传播，所以很多文献提出了排序分解算法。

**排序QR分解检测算法**

由于误码传播现象的存在，分解算法中检测的顺序十分关键，不同的检测次序会带来不同的检测性能。改变向量中的元素次序与对应信道矩阵中列向量的顺序，可以产生不同的值与值。为了克服误码传播，可以将检测顺序按照各层判决符号的瞬时信噪比由大到小顺序地进行。即，信噪比最高层的符号最先检测，信噪比最低层的符号最后检测。这样可以最大限度克服误码传播现象，提高最终该的检测性能。为了确定最优检测顺序，直接的方法是对信道矩阵的列向量的所有组合进行分解，分解后根据上三角矩阵置对角线元素的排列，确定最佳检测顺序，这种操作需要进行次分解，运算复杂度比较高。

文献[1]提出了一种低复杂度的基于分解的检测算法，算法的性能很大程度上取决于分层检测的顺序。

文献[2]提出一种基于行列式计算实现基于SINR排序的分解算法，但其只适用于天线数较小的系统。

分解算法采用典型的计算方法有如下几种：

1. 基于Gram-Schmidt正交化的方法，它是对矩阵列向量进行正交变换[3]；
2. 使用变维向量的Householder变换；
3. 基于Givens旋转的方法对矩阵进行变换。

下面介绍基于Gram-Schmidt正交化的排序分解检测算法。

在每一步正交化过程中重新排列矩阵的列向量，同时产生新的值和值。其中矩阵的产生依列按照从左到右的顺序，而矩阵则按照行从上到下顺序产生。对于给定的信道矩阵，通过来确定和（）。在接下来计算的过程中，方向上的干扰被抵消，利用来确定、和。以此类推，最后依次计算得到矩阵对角线上的值到，同时也求出矩阵。排序分解方法，在每一步的分解过程中，通过交换信道矩阵的列向量，使得分解后上三角矩阵置对角线元素是最小的。

每次分解矩阵对角线元素最小化，并不能保证由大到小排列，因此排序分解算法不是最优的排序算法，但是这种算法运算复杂度非常低，完成发射向量的判决仅需一次QR分解运算。另外，和连续干扰消除算法相比，误码性能损失也非常小。

[1]CHOI J．Nulling and cancellation detector for MIMO channels and its application to multistage receiver for coded signals: performance and optimization[J]．IEEE Transactions on Wireless Communications，2006，5(5)：1207-1216．

[2]郭志恒，李立华，陶小峰．快速V-BLAST排序检测方法[J]．北京邮电大学学报，2007，30(4)：83．86．

[3]WUBBEN D，ROHNKE J．Efficient Algorithm for Decoding Layered Space-time Codes[J]．IEEE Electronic Letters，2001，37(22)：1348-1350．