**FP策略和SE策略**

**FP策略**

球检测算法最早是由Fincke和Pohst[1]提出的。Fincke和Pohst是从纯数学的角度提出来研究整数最小二乘问题的，算法作用在无限格上，即对坐标的整数范围没有作出限定，式的可以取任意整数，该搜索策略被称为FP策略。在随后的文献[2]中，Pohst提出在一个给定的半径的球内检验每一个格点，这就避免了对所有的格点进行搜索，即算法作用在有限格上。Pohst搜索策略被Viterbo和Biglieri引入到通信领域的多维星座图的最大似然检测中。因此，一般将基于FP搜索策略的球检测算法称为VB算法。

将上一节中的范围公式重新写在下面：

  （1）

FP策略的核心思想是：对于每一层，按照从小到大的顺序依次进行取值，即取值的顺序为，表示符号的间距。

从上述的叙述可以看出，基于FP搜索策略的球检测算法存在着以下几方面的不足：

（1）在增加了半径后的球内重新进行搜索之后，此时会搜索到之前搜索过的格点，这就导致了重复搜索，使得搜索效率得不到提高。

（2）算法计算量的大小受初始半径选取好坏的影响：若初始球半径选的较大，即会增大计算复杂度；但若初始半径选的较小，则第一次搜索就搜不到满足要求的格点，因此需要增大半径重新进行搜索，也会增大计算复杂度。

（3）因为最大似然解的目的是找到距离球心（接收向量）最近的格点，而FP搜索策略的搜索过程相当于从球的表面开始逐渐向球心方向搜索，因此可以设想，若能够从球心周围开始，逐渐向球的表面搜索，或许可以更快的找到满足的格点，获得比FP搜索策略更高的搜索效率。

**SE策略**

在FP策略的基础上，Schnorr和Euchner提出了一种改进方案，称为SE搜索策略。其对每层的搜索采用“之”字形（Zig-Zag）折线搜索即从中间点开始搜索，该点表示为

（2）

式中，表示取整函数。之后便以“锯齿”形路径依次从该点的左侧和右侧取点进行搜索，即SE搜索是按照路径量度值从小到大搜索的。

例如采用64-QAM调制，某一层上球内实值化处理后的星座点集合为。FP策略按照自然顺序由小到大搜索，即；SE策略搜索顺序则为：。SE策略的一个优点是搜索过程从球心附近开始，可以将搜索初始球半径设为无穷大，这样使得球内搜索永远都不会有空解，并且搜索得到的第一个解是 Babai点。因此SE策略相比FP策略可以自由的选择初始半径，并且SE策略是从最小化分支度量的候选节点开始搜索，所以能比FP策略更早找到正确的路径。

[1]U. Fincke, M. Phost Improved methods for calculating vectors of short analysis. Mathematics of Computation, April 1985. length in a lattice including a complexity 44(4): 463-471

[2]Pohst, On the computation of lattice vectors of minimal length, successive minima and reduced basis with applications, ACM SIGSAM, 1981, vol. 15, pp. 37-44