对五子棋对弈策略的一些思考

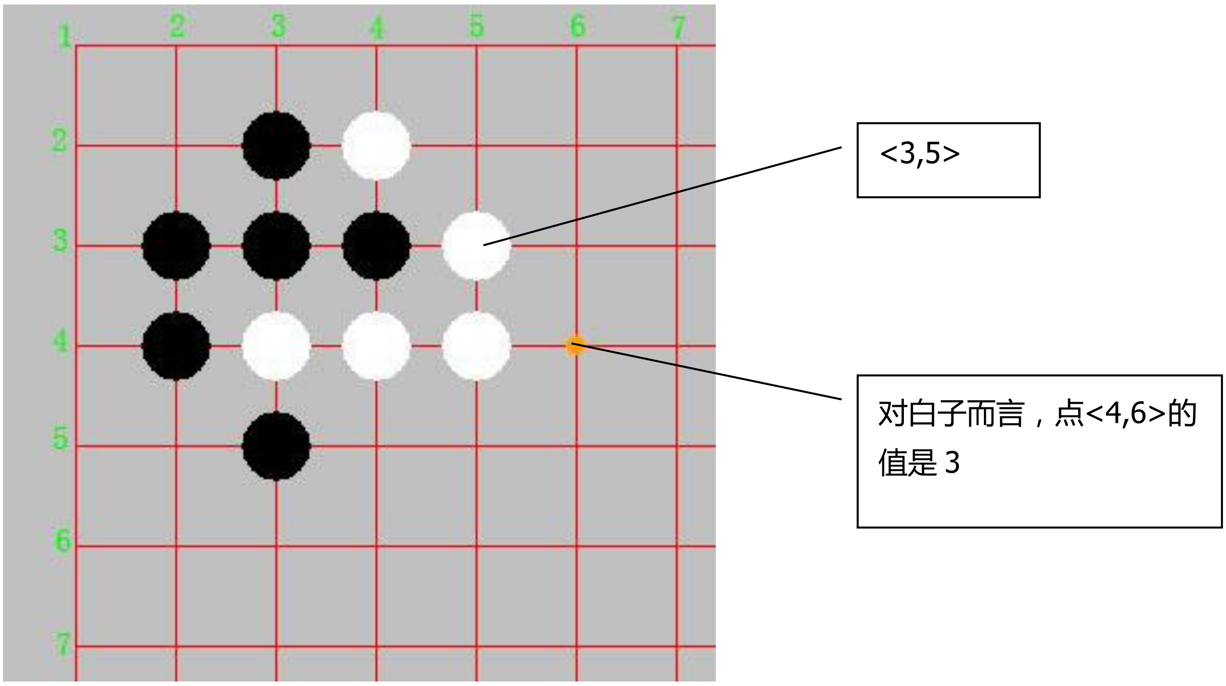


图 1

I． 观察图 1：

1. 对于落子方来说，做两方面的考虑：

(1)己方有无值为 4 的点，有则直接落子到该点，若没有，则 (2)；

(2) 观察对方有没有四子成线的局势，有则堵，没有则 (3)；

(3) 观察自己的所有落子点，找到最优点；

2. 最优点，作两点考虑：

(1)若在某点 P 己方的值大于或者等于 3，则该点就是最优点；若无，则(2)；

(2)若对方在一点 Q 的值大于或者等于 3，Q 点就是最优点；若无，则(3)；

(3)任取落子点中，己方值最大的点 R，R 就是最优点。

3. 通过上面的观察，可以抽象出，最优点其实就是综合考虑己方和对方的值的一个落子点，我们需要找出一个能够综合评价敌我双方的值的一个函数，该函数能满足上面观察所得出的流程。

II． 定义点的值

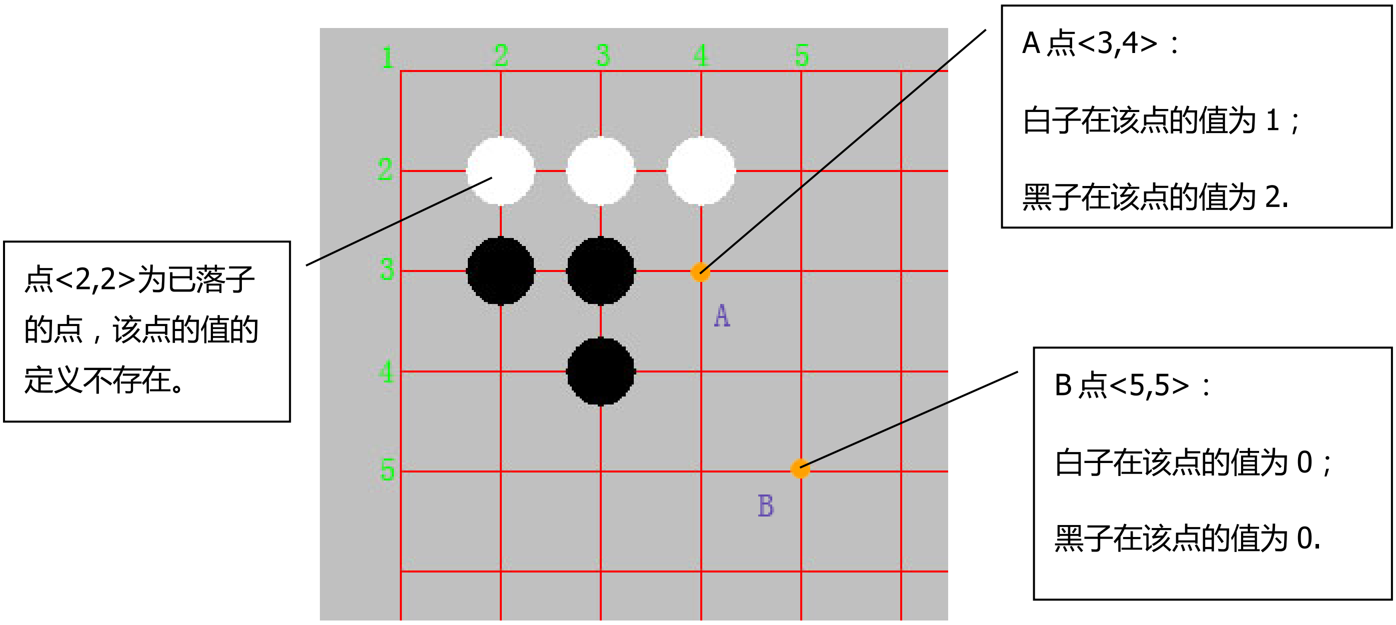


图 2

某一方（黑/白）在一点（能够落子的点）的值定义为改点周围己方成线棋子数的最大值。

比如，图 2 中，在 A 点<3,4>，对于白棋，该点在行方向的邻近无己方棋子，所以行方向值为 0。在列方向上的值为 1，在左斜方向上的值为 1，在右斜方向上的值为 1，取四个方向上值的最大值，所以 A 点对于白棋的值为 1。对于黑棋，行方向值为 2，列方向上值为 0，左斜方向上值为 0，右斜方向上值为 1，取其最大值，所以黑棋在 A 点<3,4>的值为 2。

B 点<5,5>，黑棋白棋在该点各个方向的值都为 0，所以黑棋和白棋在 B 点<5,5>的值都为 0。

点<2,2>为已落子的点，该黑棋和白棋的值不存在。

III． 评价函数（标准），某点的值是该点周围所有己方成线棋子数的最大值。

设某点 Q 是能够落子的点，己方（假设为白棋）在该点的值为 u，敌方（为黑棋）在该点的值为 v。由于在落子时，考虑己方和对方存在先后顺序，比如，某点 A 对己方的值为 4，另一点 B 对敌方的值也为 4，我们需要先考虑落子在 A 点，因为在 A 点再落一子，就能赢得比赛。所以，需要对点 Q

需要考虑己方和敌方的值分别所占的权重。设对己方的权重函数为 $s=s(u)$，对敌方的权重函数为 $e=e(v)$。（**s**elf and **e**nemy）。这样点 Q 的评价函数应该是 u 和 v 的复合函数，即，$p = p(s(u), e(v))$，如图 2 中，假设己方为白棋，敌方是黑棋，点<3,4>的评价函数值则为 $p(s(1), e(2))$，点<5,4>的评价值为 $p(s(0), e(2))$，点<5,5>的评价值为 $p(s(0), e(0))$。点<3,2>的评价值不存在。

再结合前面的考虑，评价函数 p 应该具有这样的一些性质：

① 若 $u>x, u>=y$，对任意 v（小于 5），都有 $p(s(u), e(v)) > p(s(x), e(y))$；

② 若 $v>x, v>=y$，对任意 u（小于 5），都有 $p(s(u), e(v)) > p(s(x), e(y))$；

③ 若 $u >= x > y$，则 $p(s(u), e(x)) > p(s(u), e(y))$；

比如，$p(s(4), e(1)) > p(s(4), e(0)) > p(s(3), e(4))$；

④ 若点 Q 是最优点，Q 点己方的值为 u，敌方的值为 v。异于 Q 的任一其他的能够落子的点 Q'，Q'点己方的值为 u'，敌方的值为 v'。

则有：$p(s(u), e(v)) > p(s(u'), e(v'))$;

所有情况：

$p(s(4), e(4))$

$> p(s(4), e(3)) > p(s(4), e(2)) > p(s(4), e(1)) > p(s(4), e(0))$

$> p(s(3), e(4)) > p(s(3), e(3)) > p(s(3), e(2)) > p(s(3), e(1))$

$> p(s(3), e(0)) > p(s(2), e(3)) > p(s(2), e(1)) > p(s(2), e(0))$

$> p(s(1), e(2)) > p(s(1), e(1)) > p(s(1), e(0)) > p(s(0), e(1))$

$> p(s(0), e(0))$

我们不难想到 2 的指数幂具有类似的性质，即，$2^u >= 2^x + 2^y$ ($x, y < u$，怎么消除等号？)

取权重分配函数 $w(x) = 2^x$ ，己方加权函数 $s(x) = 2^{x+1} w(x)$。敌方加权函数 $e(x) = 2^x w(x)$。

评价函数 $p = p(s, e) = s(u) + e(v) = 2^{u+1} w(u) + 2^v w(v) = 2^{2u+1} + 2^{2v}$。

x	**w(x)**	**s(x)**	**e(x)**
4	16	16×32	16×16
3	8	8×16	8×8
2	4	4×8	4×4
1	2	2×4	2×2
0	1	1×2	1×1

IV． 找到计算落子点加权值的方法后，每次落子都找加权值最大的点，即为最有点。

V． 问题的进一步简化

1. 事实上，我们并不需要全局去找落子点，而只需在已落子点的周围，如图 3 中的金颜色方框内。
2. 采用启发式的算法，每当对方落下一个棋子，只需计算该落下棋子周围邻近点的落点的加权值。

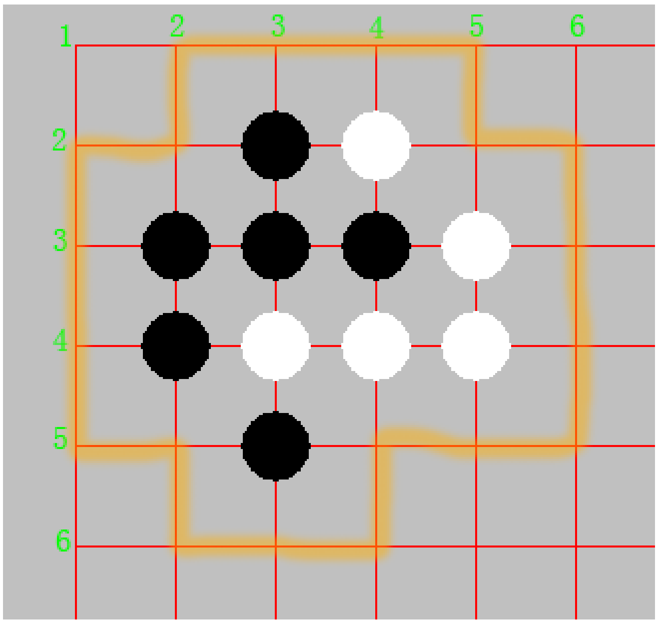


图 3

VI． 模型

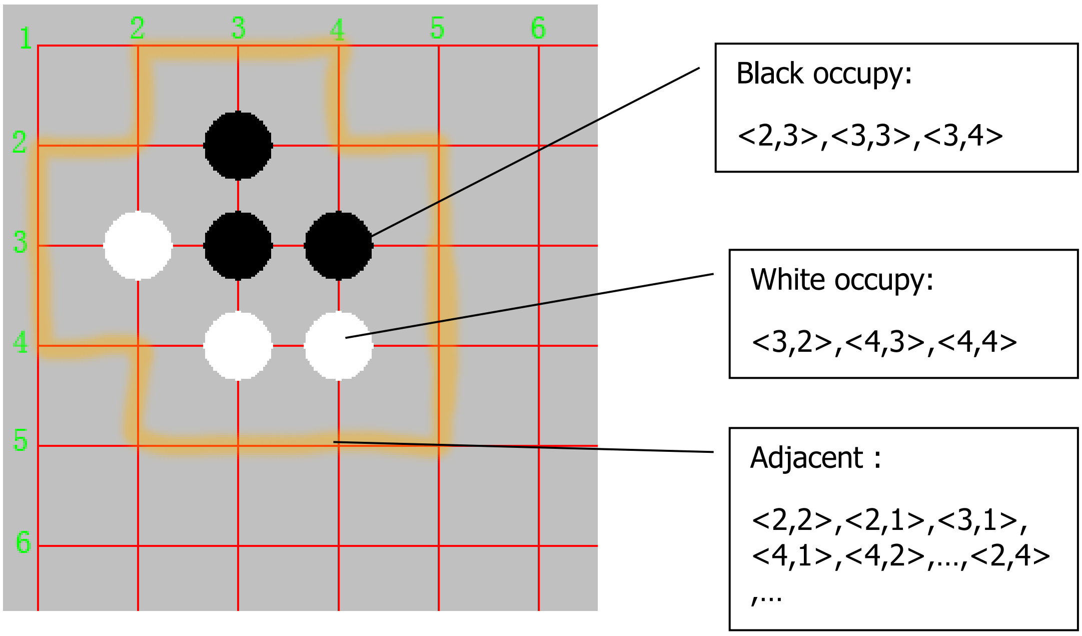


图 4

用集合或链表存储这些点（以及加权值）的结构体。

VII． 优化方案

1. 值的优化（未加权的值）

(1)考虑图 5 中：

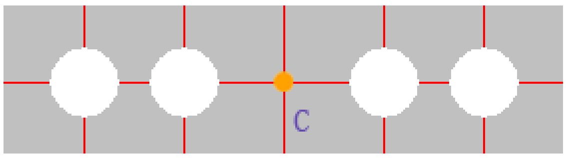


图 5

C 点白子的值为 2，但是，若白棋再在该点添一个子，白棋的值就变成了 5，就能赢得比赛。

那么，我么如何处理这种情景呢？

一种可行的办法是，该点白子的值为 2+2=4，即，若某点 B，其对一方的值等于邻近双侧己方棋子数目之和，比如，对图 6 中点<3,4>而言，其白方的值为 1+2=3 （未考虑加权）。

(2) 考虑图 6 中 D 点<2,6>，和 B 点<5,5>，对白棋而言，在 D 点和 E 点的值都为 3，但是明显的 E 点是一个比 D 点更优的落子点，如何体现这种差别呢？

我们看到，E 点之所以比 D 点更优，是因为与 D 成行的三个白棋的左端点<2,2>处有一枚敌方的棋子出现，即便将白子落在 D 点，敌方黑子也能在点<2,7>处堵住，使得 D 点所在的行最多只能四点成线。而在 E 点落子则能造成活 4 的局势。基于这种情况，我们需要修正某一点值的计算方式：对于某点的值，如果其在最大值方向的另一端点没有落子点（被敌方棋子占据或者是边界），将这个方向的值置为 1。通过这种处理，白棋在点 D 的值为 1，在点 B 的值为 3。

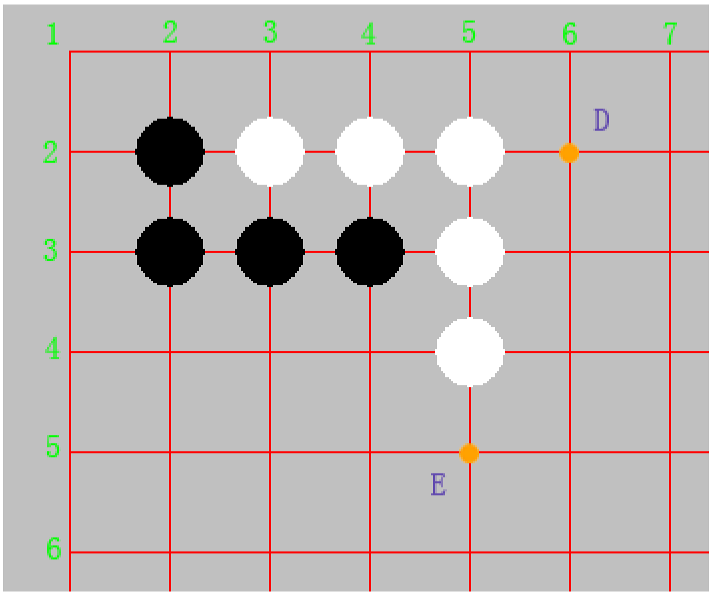


图 6

(3) 图 7 中，F 点<2,1>和 G 点<6,5>对黑棋而言，值都为 3，但很明显地，G 点<6,5>是比 F 点<2,1>更优的一个落子点，如何才能在得到这种区分呢？（先不考虑边缘情况，假设棋局格数无穷多）

我们看到影响 G 点<6,5>比 F 点的<2,1>更优的原因是点<5,6>和点的<4,7>的存在，所以解决方案一定跟<5,6>和点的<4,7>有关？最大值增 1？

(4) 考虑边界，点<6,5>比点<2,1>更优，如何区分？

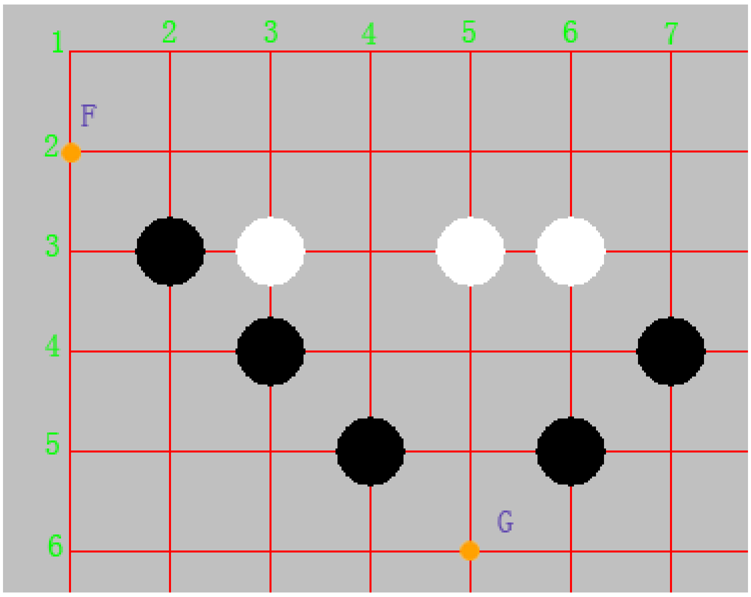


图 7

VIII． 判赢系统

判赢系统是一个判断双方谁输谁赢的系统，每发生一个事件（某一方落子），激发该系统，然后它对当前棋局做一个评估，如有五子成线的情况，直接得出结论退出。有三种方案：

1. 每发生一个（落子）事件，触动系统，对棋局作全盘扫描（行，列和斜对角），遇到五子成线，判赢退出。
2. 启发式方式，每落一子，只对该棋子周围的 8 个方向做深度为 4 的扫描，遇到 4 子成线，判赢退出。
3. 获取该点落子方的值，若为 4，判赢退出。

IX． 值的获取

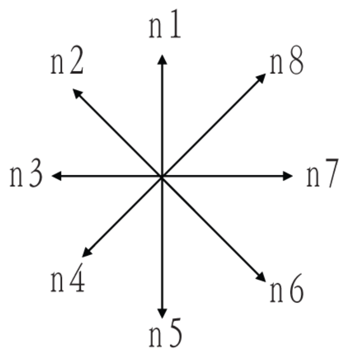
1. 某方（黑/白）在某一落子点的值是：

Value = max{n1+n5, n2+n6, n3+n7, n4+n8}

2. n1, n2, ...，n8 如何得到？

定义：

n1=<-1, 0>，n2=<-1, -1>,



n3=<0, -1>，n4=<1, -1>,

n5=<1, 0>，n6=<1, 1>,

n7=<0, 1>，n8=<-1, 1>.

3. 如何计数？

(1) 遇到对方棋子或者空（该点还未落子）或已到边界，停止计数，返回该方向的计数值；否则，转到(2)；

(2) 取该方向的下一个点进行计数。

4. 算法描述

Count(current point, direction vector)

```
Next point ← current point + direction vector;
If next point is null or already have been occupied by opposite side
    Return 0;
Else
    Return Count(next point, direction vector) + 1
```

Edited by Tenchael

tzz1002@gmail.com