

## 黑白棋游戏

黑白棋(Reversi or Othello)在西方和日本很流行。游戏通过相互翻转对方的棋子，最后以棋盘上谁的棋子多来判断胜负。

黑白棋的每颗棋子由黑白两色组成，一面白，一面黑。每次落子，把本方颜色的棋子放在棋盘的空格上，若在横、竖、斜八个方向的任一方向上有本方棋子，则被夹在中间的对手棋子全部翻转为本方棋子颜色;并且仅在可以翻转棋子的地方才能落子。如果一方至少有一步合法棋步可下，他就必须落子，不得弃权。棋盘已满或双方都没有棋子可下时棋局结束，以棋子数目来计算胜负，棋子多的一方获胜。在棋盘还没有下满时，如果一方的棋子已经被对方吃光，则棋局也结束，将对手棋子吃光的一方获胜。

该游戏非常复杂，是一种得分会戏剧性变化并且需要长时间思考的策略性游戏。我们仅尝试实现该游戏的一个简化策略版本，即，人和计算机下黑白棋，计算机根据事先设定的策略下棋。游戏具体描述如下：

在  $n \times n$  的棋盘上( $n$  是偶数，且  $4 \leq n \leq 26$ )，两个玩家分别是人和计算机:一个玩家持白棋，另一个 玩家持黑棋，棋子的颜色可以通过翻转发生改变。 $4 \times 4$  棋盘的初始状态如图 1 所示:在棋盘中心分别摆 放了 2 颗黑棋和 2 颗白棋。棋盘的行和列用字母 a、b、c、d、.....标明。

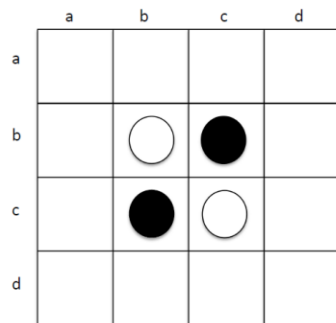


图 1. 棋盘的起始状态

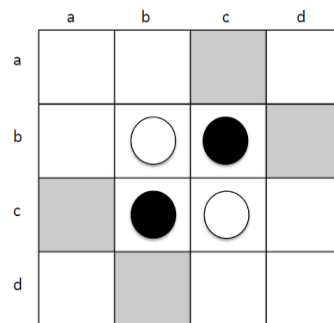


图 2. 白棋落子的候选位置

每次落子，玩家把本方棋子放在一个空棋盘格内，落子需遵守以下 2 条规则：

1、 以空棋盘格为中心的 8 个方向(东南西北及对角线方向)中，至少在一个方向上，对手的棋子与该空棋盘格构成连续直线；

2、 在该直线的末端必须已经放置有一颗本方棋子。玩家落子后，满足上述规则的对手棋子被翻转为本方棋子颜色。

图 2 阴影位置显示了持白棋玩家下一步可以落子的所有候选棋盘格。假如白棋玩家决定走行 c 列 a， 在行 c 列 b 的黑棋将被翻转为白色。如图 3 所示：

	a	b	c	d
a				
b		○	●	
c	○	○	○	
d				

图 3. 白棋落子行 c 列 a 后的棋盘状况

	a	b	c	d
a				
b	■	○	●	
c	○	○	○	
d	■		■	

图 4. 黑棋落子的候选位置

图 4 显示了黑棋玩家可能的落子位置。假如黑棋玩家在行 b 列 a 放置一颗棋子，棋盘将如图 5 所示：

	a	b	c	d
a				
b	●	●	●	
c	○	○	○	
d				

图 5. 黑棋落子行 b 列 a 后的棋盘状况

	a	b	c	d
a			○	
b	●	○	○	
c	○	○	○	
d				

图 6. 白棋落子行 a 列 c 后的棋盘状况

接下来，如果白棋玩家在行 a 列 c 落子，则棋盘如图 6 所示。注意:此次白棋的落子使得西南和南两个方向上的黑棋变白。

两位玩家轮流下棋，直到一方没有符合规则的落子位置，在这种情况下，剩下的一方继续下棋，直到对手有了可以落子的位置。此时，恢复两者轮流下棋的顺序。如果一方落子在非法位置，则视为放弃本次对弈，对方获胜。游戏结束的条件:1)整个棋盘满了; 2)一方的棋子已经被对方吃光; 3) 两名玩家都 没有可以落子的棋盘格;4)一方落子在非法位置。前 3 种情况以棋子数目来计算胜负，棋子多的一方获胜；第四种情况判定对方获胜。

## 人机对弈流程

首先，程序询问用户棋盘的大小(最大为 10)。接着，程序询问用户“计算机持黑棋还是白棋”。在本程序中，我们用字母‘X’代表黑棋，用字母‘O’代表白棋，并且假设总是黑棋玩家先走。所以，如果计算机持黑棋，计算机就先走；否则，程序提示人类玩家先走。每走一步，程序输出棋盘。黑白棋玩家轮流下棋，直到一个玩家无符合规则的落子位置。此时，程序输出信息“O player has no valid move.”(假设白棋玩家无棋可走)，并且提示黑棋玩家继续下棋。每走

一步，程序除输出棋盘外，还要检测游戏是否结束。如果程序检查出游戏结束，输出输赢信息并中止程序。输赢信息可以是: "O player wins.", "X player wins." 或者"Draw!". 如果用户落子非法，程序应检测到并且输出"Invalid move.", 结束程序，宣布赢家。游戏结束时，将本次人机对弈的相关信息写入日志文件。

计算机选择落子位置的策略

对每个可能的落子位置，都进行尝试，计算该位置的“分值”(可以翻转的对手棋子数量)，分值越高 则在该位置落子越有利。计算每个可能位置的分值，选择最大值位置落子。图 7 是计算机持白棋时的分值 情况。注意:行 a 列 a 的分值是 2，因为该位置可以使 2 个黑棋翻转。无效的落子位置没有分值。







	a	b	c	d
a	2	1	1	
b				
c				
d				

图 7. 白棋的可能落子位置的分数情况

需要注意的是:可能有 2 个或多个棋盘格有相同的分值。这种情况下，选择行字母最小的棋盘格。如果两个棋盘格分值相同且在同一行，则选择列字母较小的棋盘格。按照 direction 元组的方向设定，循环计算分值、并测试是否为最高分值，就能确保满足该规则。

程序执行样例

以下是程序执行样例(你的程序必须遵循相同的输出样式)。为了获得对齐的棋盘输出,请使用等宽 字体(如:Courier New)。注意:在本轮人机对弈即将结束

时，计算机(持黑棋)无合法落子位置，用户(持白棋)连续落子;紧接着，程序检测到双方均无合法落子位置，游戏结束。

Enter the board dimension: 4

Computer plays (X/O): X

	a	b	c	d
a	.	.	.	.
b	.	O	X	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Computer places X at ab.

	A	b	c	d
a	.	X	.	.
b	.	X	X	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Enter move for O (RowCol): aa

	a	b	c	d
a	O	X	.	.
b	.	O	X	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Computer places X at ba.

	a	b	c	d
a	O	X	.	.
b	X	X	X	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Enter move for O (RowCol): ac

	a	b	c	d
a	O	O	O	.
b	X	X	O	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Computer places X at ad.

	a	b	c	d
a	O	O	O	X
b	X	X	X	.
c	.	X	O	.
d	.	.	.	.

Enter move for O (RowCol): ca

	a	b	c	d
a	O	O	O	X
b	O	O	X	.

```

c   O   O   O   .
d   .   .   .   .

```

Computer places X at da.

```

      a   b   c   d
a   O   O   O   X
b   O   O   X   .
c   O   X   O   .
d   X   .   .   .

```

Enter move for O (RowCol): dc

```

      a   b   c   d
a   O   O   O   X
b   O   O   X   .
c   O   O   O   .
d   X   .   O   .

```

X player has no valid move. Enter move for O (RowCol): cd

```

      a   b   c   d
a   O   O   O   X
b   O   O   O   .
c   O   O   O   O
d   X   .   O   .

```

Both players have no valid move.

Game over.

X : O = 2 : 11

O player wins.

以下是另一次程序执行示例。在这次对弈中，用户落子在非法位置，计算机获胜。

Enter the board dimension: 6

Computer plays (X/O) : O

```

      a   b   c   d   e   f
a   .   .   .   .   .   .
b   .   .   .   .   .   .
c   .   .   O   X   .   .
d   .   .   X   O   .   .
e   .   .   .   .   .   .
f   .   .   .   .   .   .

```

Enter move for X (RowCol): cb

```

      a   b   c   d   e   f
a   .   .   .   .   .   .
b   .   .   .   .   .   .
c   .   X   X   X   .   .
d   .   .   X   O   .   .
e   .   .   .   .   .   .
f   .   .   .   .   .   .

```

Computer places O at bb.

	a	b	c	d	e	f
a	.	.	.	.	.	.
b	.	O	.	.	.	.
c	.	X	O	X	.	.
d	.	.	X	O	.	.
e	.	.	.	.	.	.
f	.	.	.	.	.	.

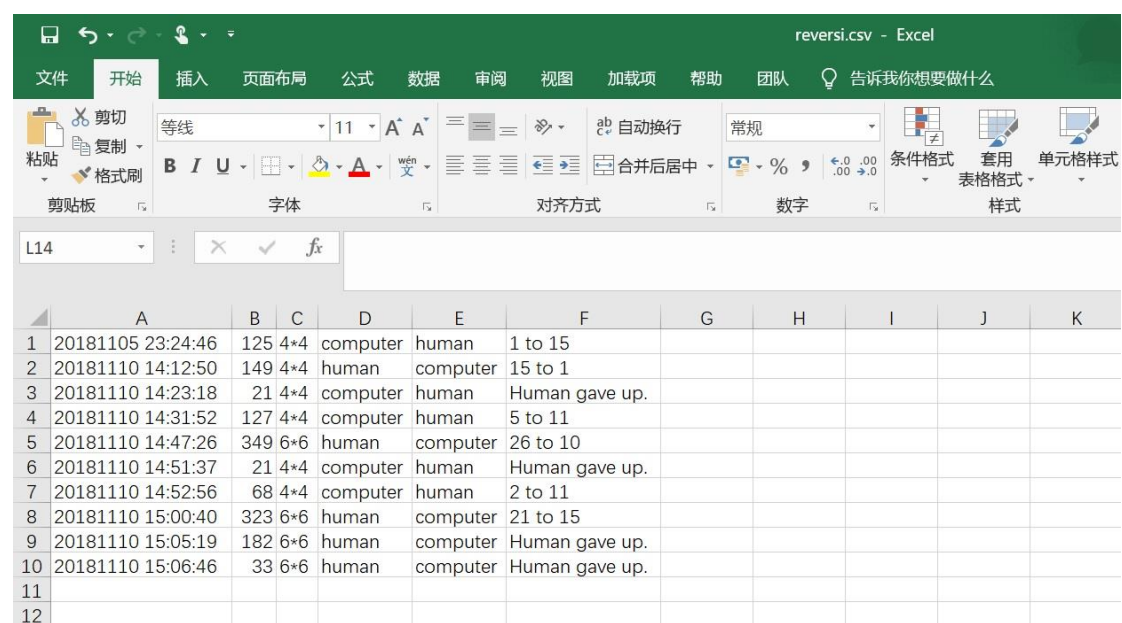
Enter move for X (RowCol): aa

Invalid move.

Game over.

O player wins.

日志文件 Reversi.csv 的示例如下图所示(每行信息对应一次人机对弈):



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	20181105 23:24:46	125	4*4	computer	human	1 to 15					
2	20181110 14:12:50	149	4*4	human	computer	15 to 1					
3	20181110 14:23:18	21	4*4	computer	human	Human gave up.					
4	20181110 14:31:52	127	4*4	computer	human	5 to 11					
5	20181110 14:47:26	349	6*6	human	computer	26 to 10					
6	20181110 14:51:37	21	4*4	computer	human	Human gave up.					
7	20181110 14:52:56	68	4*4	computer	human	2 to 11					
8	20181110 15:00:40	323	6*6	human	computer	21 to 15					
9	20181110 15:05:19	182	6*6	human	computer	Human gave up.					
10	20181110 15:06:46	33	6*6	human	computer	Human gave up.					
11											
12											

## 评分细则

正确运行 90%

- 正确打印棋盘和相关信息 10%
- 落子符合规则 20%
- 计算机落子策略正确 20%

- 四种游戏结束条件正确判断 40%

采用了面向对象的方法 10%