人工智能导论第一次作业-搜索实践

问题一：简单陈述 AI 的表现

- **MinimaxSearchPlayer**
  $w=h=n=3$ 即井字棋时，无论先后手如何，AI 都有一组必不输策略，在对方是 Human，MCTSPlayer 与 MinimaxSearchPlayer 的情况下，MinimaxSearchPlayer 均未尝败绩。
  $w=4,h=n=3$ 时，MinimaxSearchPlayer 运行时间过长，甚至先手第一棋时间超过了1个小时。
- **AlphaBetaSearchPlayer**
  $w=h=n=3$ 时，AlphaBetaSearchPlayer 可以快速落棋，并且未尝败绩。
  $w=4,h=n=3$ 时，AlphaBetaSearchPlayer 运行时间相较于 MinimaxSearchPlayer 大大降低，先手第一棋时间小于一分钟，但是先手必赢。
- **CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer**
  $w=h=9,n=5$ 时，AI 具有一定的棋力，与业余棋手实力（比如我自己）相差不大，但是 Human 一旦失误，就会输掉对局。例如：它每次落棋都尽量落在正中间附近；它会主动构造活三、冲四等棋型，也会对对手的活三、冲四进行封堵；每次落棋时间都在 30s 内。
- **MCTSPlayer**
  $w=h=9,n=5,c=1,n\_playout=5000$ 时，AI 的棋力一般，与 Human，AlphaZeroPlayer，CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer 对弈，有一定胜率，并且 AI 的落棋时间超过 30s。
  $c=0.01$ 时，AI 的棋力无明显提升，落棋时间超过 30s。
- **AlphaZeroPlayer**
  $w=h=9,n=5,c=1,n\_playout=5000$ 时，AI 有一定棋力，策略不是最优，比如开局不下中间，对弈 CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer，Human 胜率较低，落棋时间都在 30s 内。
  $c=0.01$ 时，AI实力顶中顶，对弈 CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer，Human 胜率较高，它每次落棋都尽量落在正中间附近，改善了MCTSPlayer，落棋时间都在 30s 内。

问题二：需要说明 alpha-beta 搜索相比朴素 minimax 快了多少

$w=4,h=n=3$ 时，alpha-beta 搜索先手第一棋时间小于一分钟，但是朴素 minimax 先手第一棋时间超过一个小时，即使 $w=h=n=3$ 时，alpha-beta 搜索先手第一棋也明显快于朴素 minimax。

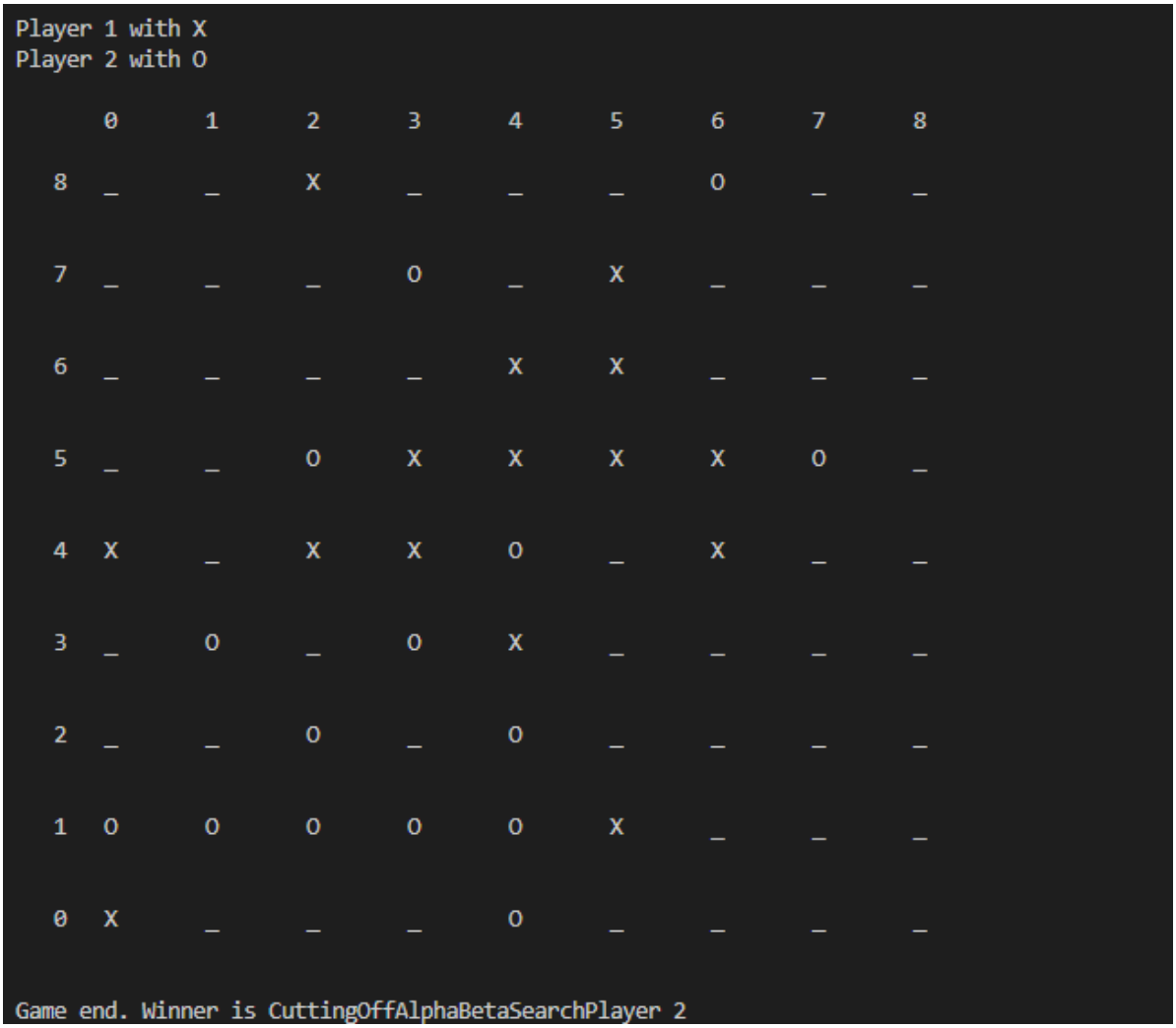
问题三：需要说明评估函数的设计方案

```
if end:
        if winner == -1:
            return 0
        else:
            return (1 if winner == player else -1)
if p == player:
                score += (160*info_p["live_four"] + 70*info_p["four"] + 25*
info_p["live_three"] + 15* info_p["three"] + 10*info_p["live_two"] -
info_p["max_distance"])/400
            else:
                score -= (150*info_p["live_four"] + 40*info_p["four"] + 20*
info_p["live_three"] + 15* info_p["three"] + 10*info_p["live_two"] -
info_p["max_distance"])/400
```

- 如果棋局结束，那么胜者得1，败者得-1，平局均为0。

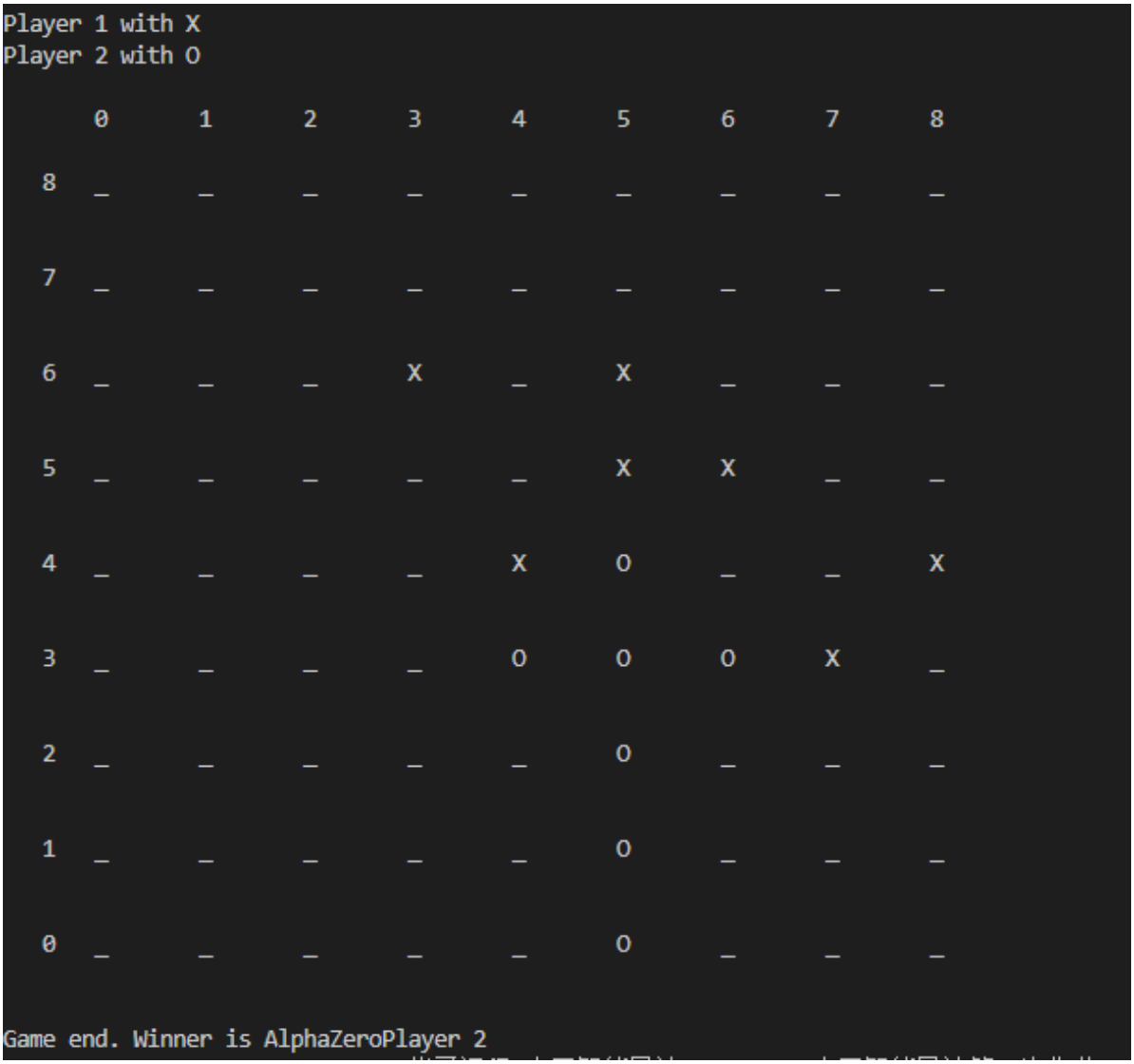
- 活四接近于胜利，对方活四接近于失败，所以权值较高，在双方都将有活四的情况下，由于我方先手，所以我方活四权值高于对方。
- 同样的我方冲四可以立刻使对方围堵，打乱对方节奏，所以冲四的权值也较高，并且我方高于对方。
- 活三，冲三，活二依次权值降低，对下棋启发效果依次降低，由于权值较小，双方权值无需过度区分。
- 最后减去我方距离中心的最大距离，使每步棋都尽可能靠近中心，避免被阻挡。
- 最后除以一个较大的数，使得评估函数的取值固定到 $[-1,1]$ 之间。

问题四：简述 MCTS 与 alpha-beta 搜索的对战结果并简单分析



$w=h=9, n=5, c=1/0.01, n\_playout=5000$ 时，无论先后手，CuttingOffSearch 均胜过MCTS，朴素的MCTS效果并不好，MCTS总是会下一些无关棋局的棋，且行棋较慢。这主要是由于在探索新节点时的随机游戏并不是一个很好的评估。

问题五：对比 MCTS 和 AlphaZero，简述 AlphaZero 是否行棋更加合理



$w = h = 9, n = 5, c = 0.01, n\_playout = 5000$ 时，无论先后手，AlphaZero 均胜过 MCTS，由于随机游戏不确定度太大，MCTS总是会下一些无关棋局的棋，导致输掉比赛。而 AlphaZero 不但下的快，而且比较符合棋手的身份，它每次落棋都尽量落在正中间附近；它会主动构造活三、冲四等棋型，也会对对手的活三、冲四进行封堵。所以 AlphaZero 行棋更加合理。

AlphaZeroPlayer VS CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer

```
1 python play.py --player_2 AlphaZeroPlayer --player_1
  CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer --max_depth 1 --evaluation_func
  detailed_evaluation_func --c 0.01
2 python play.py --player_1 AlphaZeroPlayer --player_2
  CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer --max_depth 1 --evaluation_func
  detailed_evaluation_func --c 0.01
```

```
Player 1 with X
Player 2 with O

      0     1     2     3     4     5     6     7     8

   8  _     _     _     _     _     _     _     _     _

   7  _     _     O     _     _     _     _     _     _

   6  _     _     O     X     _     X     _     O     _

   5  _     _     X     X     O     O     X     O     _

   4  _     _     O     O     X     O     O     O     _

   3  _     _     O     X     X     X     O     O     _

   2  _     O     X     X     X     X     O     O     _

   1  X     X     _     X     O     X     _     _     X

   0  O     X     _     _     _     _     _     _     _

Game end. Winner is AlphaZeroPlayer 2
```

```
Player 1 with X
Player 2 with O

     0     1     2     3     4     5     6     7     8
  8  _     _     X     _     _     O     _     _     _
  7  _     X     O     _     X     X     _     O     _
  6  X     O     O     O     O     X     X     _     _
  5  X     O     O     O     O     X     O     O     _
  4  X     O     O     X     X     X     O     _     _
  3  O     O     X     X     X     O     _     _     _
  2  X     X     O     X     _     _     _     _     _
  1  _     X     X     X     X     X     O     _     _
  0  _     O     _     O     _     _     _     _     _

Game end. Winner is CuttingOffAlphaBetaSearchPlayer 1
```