B08902071 塗季芸

November 11, 2021

Theory of Computer Games

Chinese Dark Chess Report

Compile & Run

$make

then execute exec.hw1 in the current folder

or you can

$cd src

$make

then execute exec.hw1 in the src/ folder

Implementation

- Evaluation Function
  - 棋局階段 (game phase) ：開局 / 中局和終盤往往需要不同的策略，若任一方棋子數量小於等於五，則判定進入終盤。開局 / 中局有頻繁的吃子和子力交換行為，所以此時最重要的是培養自己的子力以及削弱對方的子力，以確保自己進入終盤之後可以致勝。也因為此時子力是重點，所以保留baseline的審局函數（單純依據子力判定盤面好壞）。到了終盤，最重要的就變成如何利用己方的子壓制對方，比如透過兩子圍攻一子或者是將對方困在牆角以限制對方的行動，所以新增一項可動性（mobility）函數，下面詳述。
  - 可動性 (mobility) ：若己方遭困牆角或牆邊的話，則子力乘以原本的27/28，盤面分數下降，若敵方遭困，則盤面分數上升。
  - 和局：若和局則不加Bonus，只有在贏的時候才考慮最大化所剩棋子的數量，因為我不希望我的程式在己方的盤面有優勢的時候考慮和局。
  - P的棋力在終盤時變化：到終盤時，若對方k仍存活，則己方第一隻P的棋力與G相同，第二隻P視己方K是否仍存活，若仍存活代表存在兩隻可吃對方k的子，因此第二隻兵只調至與R同，若己方K已死亡，則調至與M相同。最後不採用，結果可看 Experiment session。
- Move Ordering

1. PV-move：利用hash map儲存所有已經計算過的盤面的最佳走步。因為採用iterative deepening，有許多盤面會在之前就計算過，因此此法可以增進alpha-beta的效能。
2. Capturing move：依據可以吃到的敵子棋力大小由大到小排序，對每一敵子，將可以吃那一子的己方棋子依照棋力由小到大排序。
3. Killer-heuristic：儲存最近10個相同深度盤面的最佳走步。因為以dfs的遍歷方式，越近走到的相同深度盤面，最低共同祖先的的深度也越深，代表兩個盤面越相近，越可能有類似的走步。
4. 大的先動。
   - 開局 / 中局：將 → 士 → 象 → 車 → 馬 → 卒
   - 終局：將 → 士 → 卒 → 象 → 車 → 馬

- Quiescence Search

若已達到iterative deepening的深度上限，但發現這個盤面有子可能被吃的時候，會進入Quiescence Search。在Quiescence Search中只繼續搜尋Capturing Move，最多多搜兩層。但實際效果並不好（見Experiment），推測是因為此遊戲中，吃子的情況在開局與中局的盤面經常發生，導致常常進入Quiescence Search造成耗時過多，而影響了能搜尋的遊戲樹的深度。雖然文獻也說實際上的確會有很多時間進行Quiescence Search，但可能需要更精心設計的Quiescence Search才能帶來正面的影響。

Experiment

1. Move ordering: 採用以上四個move ordering之後，開局時第五層（baseline為搜完第六層）可從平均（sample board的20場）遍歷過2241201.8個節點進步到僅遍歷9750.1個節點，並且從平均搜尋完5層進步到平均搜尋完8.4層。終局時視剩餘子的數量多寡可搜尋到9~13層。
2. Evaluation Function:

2.1.終盤兵的棋力有否隨著將的存在而變化：

有	無
12W4D	16D4W

2.2. 是否採用可動性函數：

有	無
4W4D (only 8 round)	16D4W

3. Quiescence Search

有	無
11W9D	16D4W

Discussion

1. Game Tree Complexity: 分析baseline程式後手下第2個sample board(1.txt)時，輪到紅方時的每個盤面，可得到平均的branching factors約為10.98。又分析baseline程式與我的程式下的20場棋局，平均深度為158.25。因此可約略估計對局樹複雜度為$10.98^{158.25}$約為10^{165}。

2. State Space Complexity: 考慮所有子都沒被吃掉的情況下，可能的盤面有
$\frac{32!}{(5!)^2(2!)^{10}} \approx 10^{29}$。