

TCG Project 3: NoGo

李杰穎 110550088

November 28, 2022

1 MCTS

Monte-Carlo Tree Search (MCTS) 為一種搜尋演算法，透過 UCT 公式 (Equation 1) 進行 Selection，再從 selection 到的節點進行 expansion 和 simulation，最後再透過 simulation 的結果 backpropagation 到路徑上各個節點。以上的步驟稱為一個 iteration，我們可以透過改變 iteration 的次數，控制 MCTS 執行的時間，此種特性使 MCTS 在許多有限制總思考時間的遊戲如 Go 和本次作業的 NoGo 成為一個非常適合的搜尋演算法。

值得注意的是，MCTS 最終在挑選最佳的下一步時，是挑選探訪過最多次的節點。

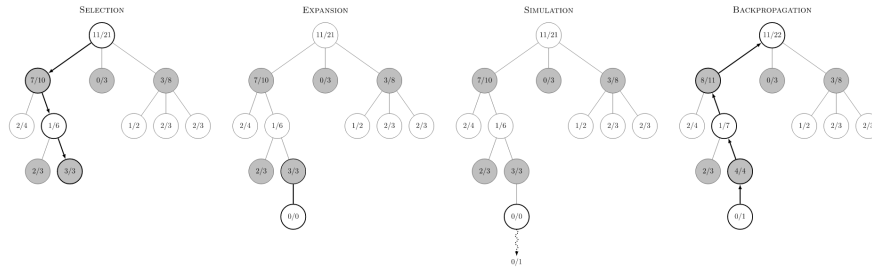


Figure 1: Monte-Carlo Tree Search

$$\frac{w_i}{n_i} + c \sqrt{\frac{\ln N_i}{n_i}} \quad (1)$$

在本次作業中，我將每步的計算時間設為 1.5 秒，且每步最多執行 13500 個 iteration，後者的設定是避免在終局的時候搜尋過久，可能會導致 TLE 的問題。而 UCT 的 c 我則參考 [1]，將其設為 0.75。

在本章中，為了實驗的快速進行，我先將每步的計算時間設為 0.1 秒。而後使用 Parallel MCTS 時，則會設為前述所提到的 1.5 秒。

以下為實驗數據皆為雙方各執黑執白 10 場，總共 20 場比賽的對戰結果：

Table 1: Non-parallel MCTS，每一步思考時間為 0.1 秒的實驗結果

	執黑	執白	總勝場	勝率
Random	10	10	20	100 %
Weak	8	7	15	75 %
Strong	0	0	0	0 %

2 Parallel MCTS

Parallel MCTS，我參考了 [2]，文中提到四種 parallelization 的技術中，root parallelization 的效果最好，且實作也簡單。故在編寫 parallel MCTS 的程式碼時，即採用 root parallelization 的技術。

Root parallelization 的概念大致如下：每個 thread 都會進行獨立的 MCTS，不受其他 thread 的影響，而在最後決定 best action 時，則將各個 thread 的結果合併，挑出各個樹加起來探訪最多次的節點。

Parallel MCTS 的實驗結果如下，thread 的個數為 4，每步的計算時間為 0.1 秒：

Table 2: Parallel MCTS，每一步思考時間為 0.1 秒、thread 個數為 4 的實驗結果

	執黑	執白	總勝場	勝率
Random	10	10	20	100 %
Weak	9	10	19	95 %
Strong	1	0	1	5%

可以發現在相同執行時間的情況下，與 weak 和 strong player 對戰的勝率皆有提升。

最後，我將每步的計算時間設為 1.5 秒，而跟 strong player 對戰 20 場的結果如下：

Table 3: Parallel MCTS，每一步思考時間為 1.5 秒、thread 個數為 4 的實驗結果

	執黑	執白	總勝場	勝率
Strong	9	6	15	75%

可以發現勝率達到了 75 %

3 未來展望

本次作業中，我並沒有嘗試 RAVE 這個技巧，在 [1] 有提到綜合 MCTS 及 RAVE 的 AI 與只有 MCTS 的 AI 進行對戰的勝率高達 99.8 %。或許可以多加嘗試。

另外，我也沒有將總思考時間完美的控制在 40 秒左右，這點也是未來可以改進的方向。

References

- [1] 余博玄 and 吳毅成, “禁圍棋程式設計與研究,” <http://hdl.handle.net/11536/73344>, 2013. [Online]. Available: <https://ir.nctu.edu.tw/handle/11536/73344>.
- [2] Y. Soejima, A. Kishimoto, and O. Watanabe, “Evaluating root parallelization in go,” *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 2, no. 4, pp. 278–287, 2010. DOI: **10.1109/TCIAIG.2010.2096427**.