

コンピュータ囲碁における取られる可能性のある石のフィードバック

岩本英太郎^{1,a)} 藤田玄¹ 谷田聖司¹

概要: 囲碁はオセロや将棋など、他の完全情報ゲームと比べ、一部の非合法手以外は盤面のどこに置いてもいいため、着手候補数が多いことに加え、盤面の評価が難しく、初心者には着手の良し悪しが分かりづらいゲームとなっている。そのため初心者は試合での敗因がわからず、対局へのモチベーションの妨げになっている場合がある。そこでコンピュータ囲碁との対局においてクイズ形式を導入することで、初心者の着手を支援し、対局へのモチベーションを高めるシステムを提案した。しかし初心者の上達という点で改善の余地があった。本研究では着手のフィードバックとして取られる可能性のある石を表示させる機能を実装することにより、着手の良し悪しの理解が早くなることが期待できる。

Feedback on stones that may be taken by the opponent in computer Go

Abstract: Compared to other perfect information games such as Othello and Shogi, Go can be played anywhere on the board, except for some illegal moves, making it difficult for beginners to understand whether a move is good or bad. Therefore, beginners do not know the cause of defeat in a game, and this may hinder their motivation to play. To solve this problem, we proposed a system that supports beginners' moves by introducing a quiz-style game against the computer Go. However, there was room for improvement in terms of beginners' progress. In this study, we have implemented a function to display the stones that may be taken as feedback for the move, which is expected to speed up the understanding of whether the move is good or bad.

1. はじめに

近年、コンピュータ囲碁の分野において、モンテカルロ木探索と呼ばれるアルゴリズムが提案されたことで棋力が向上している。2017年にAlphaGo [1]が開発されプロの棋士に60連勝した。翌年にはAlphaGoZeroが開発され、AlphaGoと対戦し、100連勝するほどまでに強くなるなどコンピュータ囲碁は棋力に関しては一定の成果をあげており、棋力のさらなる向上以外にも、人の思考を支援するような研究も増えてきている。

囲碁は将棋やオセロと比べ、わずかな非合法手以外はどこに着手してもいいため、着手候補数が多く、さらに盤面の評価が難しいことから、初心者には着手の良し悪しを考えるのが難しい傾向がある。そのため、初心者は試合での敗因がわからず、対局へのモチベーションの妨げになっていると考えられる。

この問題に対し、コンピュータ囲碁との対局において正解着手に関してクイズ形式を導入することで、初心者の着手を支援し、対局へのモチベーションを高めるシステム [2] を提案した。具体的にはプレイヤーが着手するときに、着手候補からコンピュータ囲碁が良手と判断した手と悪手と判断した手を選択肢として表示し、プレイヤーの着手結果に応じて「正解」、「不正解」も表示することで、自分の着手の良し悪しに関して素早いフィードバックを得ることが可能となる。しかし性能評価の結果「上達を実感できたか」という質問に対してあまりいい結果を得ることができなかった。着手の良し悪しの理由が初心者にとってわかりづら

いが一因と考えられる。また、初心者の対局では自分が想定していない状況で自分の石が取られてしまうことが多く、取られそうな石の見極めができないことも、着手の良し悪しの誤判断に影響を与えていると思われる。

そこで本研究では着手の良し悪しの理解を深める手段として取られる可能性のある石の表示を目的とする。

具体的には、プレイヤーが着手した後に取られる可能性のある石を表示させる機能を実装することで、着手の良し悪しの理解が早くなることが期待できる。

2. 関連研究

コンピュータ囲碁における従来の着手支援システムとして、市販の囲碁ソフトに搭載されている囲碁用語を読み上げるといった機能 [3] などがあげられる。具体的には、棋譜データを入力すると着手に対応する囲碁用語を読み上げるといったものである。

また、その他の研究として候補手を5か所表示させることにより、選択肢を狭め、対局し易くするといった研究 [4] もされている。[4]では着手結果に対しての正解・不正解の表示や、取られる可能性のある石の表示などは行っていないため、そこに改善の余地があると考えられる。

3. SlothGo

“SlothGo”とは著者の研究室で囲碁の支援システムの開発に使われているコンピュータ囲碁システムであり、思考エンジンとGUIから構成される。思考エンジンはUCT [5]

¹ 大阪電気通信大学
Osaka electro communication university

をベースに開発されている。UCT では UCB1 値という期待値を用いた木探索アルゴリズムを使用して評価している。UCB1 値は探索する節点数を n 、 i 番目の節点を選択した回数を n_i 、 i 番目の節点の報酬の平均を x_i として式(1)から求めることができる。

$$UCB1 = x_i + \sqrt{\frac{2 \log n}{n_i}} \quad (1)$$

UCT アルゴリズムの特徴としてプレイアウトと呼ばれる終局までのランダム手順による対局を複数行うことで UCB1 値を求める。UCB1 値が高い着手候補を優先的に展開し、そこからプレイアウトを行うことで、評価の高い場所をより深く探索可能である。そのため有効と判断された着手候補は探索回数（プレイアウト回数）が多くなる傾向がある。

また SlothGo では GUI 側が送った GTP コマンドをエンジン側が受け取ることにより、対局に必要な処理を行っている。

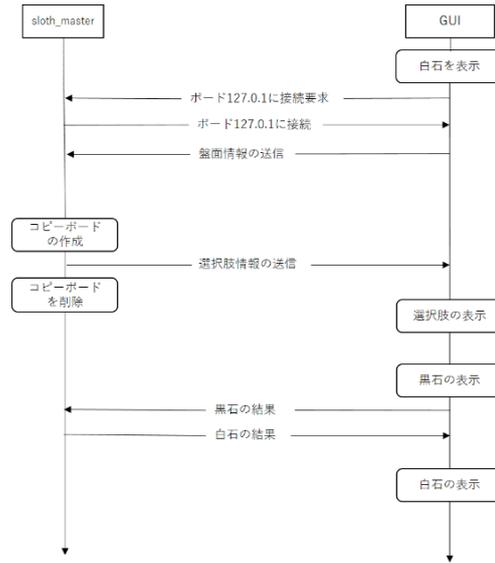


図 5.[2]のプロセス間通信の図

4. クイズ形式の着手支援システム

初心者が着手しやすくするには着手候補の選択肢を削減することにより選択肢を減らし、考えやすくすることが効果的である。さらにクイズ形式にすることで、自分の着手の良し悪しに関して素早いフィードバックを得ることが、初心者の上達に繋がるのではないかと考え、SlothGo に実装を行った[2]。

候補手の生成は、ユーザの手番において、着手をせずに UCT に基づくプレイアウトを一定数実施し、式(1)の n_i が最大値をとる座標を良手(式(2))、最小値をとる座標を悪手(式(3))により得る。

$$n_{max} = \max(n_i) \quad (2)$$

$$n_{min} = \min(n_i) \quad (3)$$

[2]では着手可能な場所のなかで良手の場所1か所と悪手の場所2か所を見分けがつかない形で四角形のマークとして表示させる。そして実際に着手した場所が良手だった場合正解、悪手だった場合不正解と表示させる機能を持った囲碁の着手支援システムを提案した。実際の画面として図3に着手候補を選択する画面を図4に選択した後の画面を示す。また、図5にシステムのエンジン側と GUI 側の一連の流れを示す。ここでは、AI の着手の後、エンジン側で思考エンジンを動かすことにより、良手、悪手を決定し、GUI 側で表示を行っている。

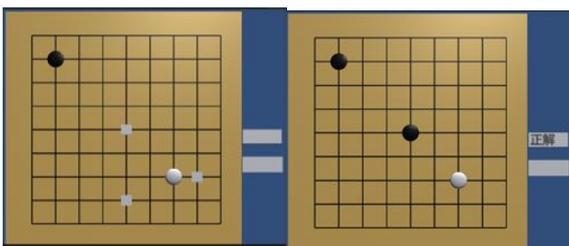


図 3.選択肢画面

図 4.正解・不正解表示画面

4.1 クイズ形式の着手支援システム

評価は表 4.1 より囲碁の初心者である被験者 5 人に提案手法の着手支援システムを使ってもらい、終了後「次に打つ場所を考えやすかったか」、「上達したと実感できたか」の 2 項目を 5 段階評価(表 4.2)で回答を得た。結果を表 4.3 に示す。質問 1 はよい結果が得られているが、それに比べて質問 2 はやや低いスコアとなっている。初心者には着手の良し悪しの判断材料となるフィードバックを提供することが有効であると考えられる。

表 5.1:質問項目

質問 1	次に打つ場所を考えやすかったか
質問 2	上達したと実感できたか

表 5.2 :回答

	質問 1	質問 2
5	考えやすかった	とても実感できた
4	やや考えやすかった	実感できた
3	普通	まあまあ実感できた
2	やや考えにくかった	あまり実感できなかった
1	考えにくかった	実感できなかった

表 5.3:結果

	評価 1	評価 2
平均	4.6	3.4

5. モンテカルロオーナー

モンテカルロオーナー[5]とは現局面からランダムに着手したときの終局時の盤面上のある一点に石が存在する確率を示す値である。この値はプレイアウトの統計により算出される。プレイアウトとは任意の盤面をランダム着手に

より終局までシミュレーションすることである。座標 p のモンテカルロオーナーの値 $MO(p)$ は n をプレイアウトの総数、 n_i を i 番目のプレイアウト、 $state(p)$ を座標 p の状態、 $P(n_i, p)$ を i 番目のプレイアウト時の座標 p の状態として式(4)[5],(5)[5]で求めることができる。

$$P(n_i, p) = \begin{cases} 1 & (\text{state}(p) = \text{黒のとき}) \\ 0 & (\text{state}(p) = \text{空点のとき}) \\ -1 & (\text{state}(p) = \text{白のとき}) \end{cases} \quad (4)$$

$$MO(p) = \sum_{i=1}^n \frac{P(n_i, p)}{n} \quad (5)$$

6. 取られる可能性のある石の表示

クイズ形式の着手支援システム[2]の改善点として、釋種の良し悪しの判断となるフィードバックの提供が有効であると考えられる。本研究ではフィードバックとして取られる可能性のある石(推定死石)を表示することが効果的であると考へた。具体的には正解、不正解の表示の後に、推定死石を色を付けて表示する。

推定死石はモンテカルロオーナーにより判定を行い、判定結果を盤面に表示する。式(4)(5)より座標 p は $0 < MO(p) \leq 1$ のとき黒の陣地、 $-1 \leq MO(p) < 0$ のとき白の陣地となる確率が高い。よって、 $-1 \leq MO(p) < 0$ のとき座標 p にある黒石と、 $0 < MO(p) \leq 1$ のとき座標 p にある白石は推定死石と考へる。

実際の画面を図6に示す。白のマークが選択肢、赤と青で色付けされた場所は推定死石となっている。

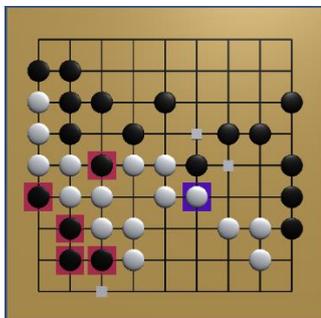


図6.取られる可能性のある石の表示

この機能により、正解の着手候補に置いた場合相手の石が、不正解の着手候補に置いた場合自分の石が推定死石として表示されることで、正解、不正解の理由がプレイヤーに伝わることを期待できる。

7. 取られる可能性のある石の表示の性能評価

この機能の精度を評価するために、思考時間を5秒のAIどうしで対局を行い、推定死石として表示された場所の石が終局時に実際に取られるかを調べた。ここで終局時表示された石が取られた場合正判定、取られなかった場合誤判定、推定死石が取られた場合を未検出とする。その結果を表6.1に示す。また図7に提案手法のエンジンとGUIの通信の一連の流れを示す。

表6.1:評価結果

	正判定率	誤判定率	未判定率
1回目	100%	0%	0%
2回目	47.1%	47.1%	5.9%
3回目	100%	0%	0%
4回目	100%	0%	0%
5回目	100%	0%	0%

評価の結果、正常に判定された確率が高かったが、評価の試行回数が少ないことやエンジン側が正常な動作の確認が不十分なため、エンジン側のコードのリファクタリングを行った後再度、評価を行うことが必要であると考えている。

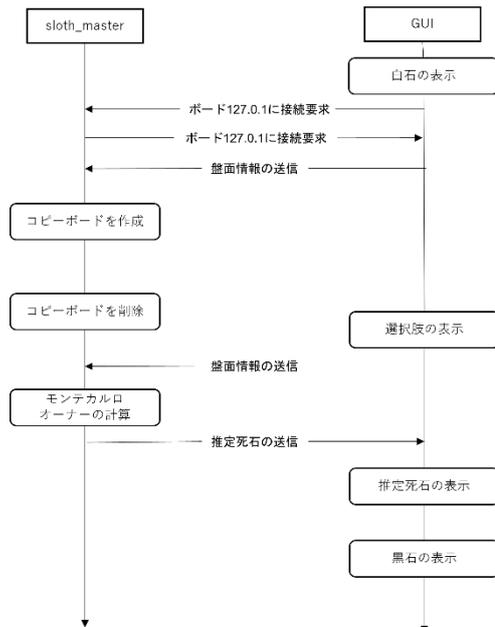


図7.提案手法のプロセス間通信の図

8. まとめ

次の着手をクイズ形式で表示させて、その場所が正解か不正解かを表示させる機能と取られる可能性のある石を表示する機能を持った囲碁の着手支援システムを提案した。また取られる可能性のある石の表示の性能評価を行ったところ、高い精度が確認できた。

参考文献

- [1] David Silver. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search
- [2] 岩本英太郎、藤田玄、"クイズ形式によるコンピュータ囲碁の着手支援システム" 第20回情報技術科学フォーラム(FIT2021)
- [3] 天頂の囲碁6 Zen, windows 囲碁ソフト、マイナビ(2016)
- [4] 古野雄大、中村貞吾、パターンによる着手予測とAIの局面評価を用いた囲碁の学習支援、電気・情報関係学会九州支部連合大会
- [5] Kocsis, L. and Szepesvari, C.: bandied based monte-carlo planning, in proceedings of the 15th European Conference on Machine Learning, pp.282-293 (2006).
- [6] R. Coulom.: computing elo ratings of move patterns in the game of go, in Computer Game Workshop, Amsterdam, The Netherlands, (2007)