

盤面特徴量の圧縮表現がガイスター AI のモンテカルロ探索性能に与える影響

友田 翔 【高度プログラミング研究室】

1 はじめに

「ガイスター」は、不完全情報を含む二人零和ゲームであり、盤面情報の扱い方が AI の意思決定性能に大きな影響を与える。本研究では、盤面状態の表現方法に着目し、特徴量の次元削減がモンテカルロ探索性能に及ぼす効果を明らかにすることを目的とする。

本研究で使用した AI プレイヤ [1] には実行速度が遅いという課題があり、その要因の一つとして盤面状態の評価および探索に伴う計算量の多さが挙げられる。そこで、盤面特徴量の次元圧縮を行い、計算量削減による実行速度の向上と、特徴量圧縮が探索性能に与える影響について検討する。

2 モンテカルロプレイヤ

モンテカルロプレイヤとは、多数のプレイアウトを行い、各手の勝率に基づいて最善手を選択する手法を用いたプレイヤである。

今回用いるモンテカルロプレイヤは、敵駒の配置をランダムに決定した後、盤面特徴量に基づく評価関数を用いたプレイアウトポリシーに従って手を選択し、勝敗が決定するまでプレイアウトを繰り返す。各プレイアウトの結果に基づき、次の一手を決定する。

3 盤面特徴量の圧縮

盤面上の駒を「自分の青駒」「自分の赤駒」「敵駒」の3種類に分類し、36 マスの配置情報と青駒および赤駒の取得・喪失に関する6つの付加情報の組み合わせと1つのバイアスを加えた $(36+6)*3+1=127$ の要素からなる盤面特徴量を構築する。各要素は one-hot で表現し、以下の組合せにより下記の式で表される 8129 次元の特徴量ベクトルを生成する。

$$\binom{127+1}{2} + 1 = 8129$$

この高次元特徴量に対し、値の小さい要素から順に0とすることで圧縮を行い、8129次元、約4000次元、約3000次元、約2000次元、約1000次元の5種類の特徴表現を作成する。これらを用いたモンテカルロ探索を行い、特徴量圧縮が探索性能に与える影響を評価する。

評価には、特徴量次元数 8129、探索深さ 30 のプレイヤを基準とし、特徴量次元数 5 種類、探索深さ 10, 20, 30, 40, 50 の組合せからなる計 25 種類のプレイヤを構築する。各プレイヤ間で対戦を行い、勝率を指標として比較・分析を行う。

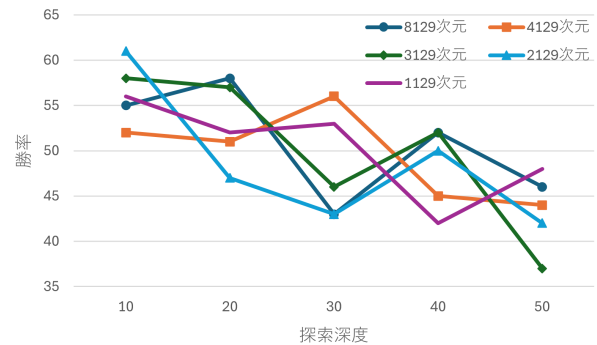


図1 特徴量次元数および探索深さによる勝率の変化

4 実験結果と考察

各プレイヤで100対戦行った結果を図1に示す。探索深さが深く、特徴量次元数が大きいほど性能が向上すると予想されたが、実験結果からは特徴量次元数の違いによる有意差は確認されなかった。

一方で、探索深さの違いによる勝率の変化は比較的大きく、探索深さがプレイヤ性能に強く影響していることが示唆された。また、一部の条件では探索深さを増加させても性能が単調に向上しないケースが確認された。これは、不完全情報ゲームであるガイスターにおいて、プレイアウト結果のばらつきが大きく、評価値が安定しにくいためであると考えられる。そのため、探索性能をより正確に評価するには、試合数を増やし、統計的に十分な実験回数を確保する必要がある。

5 まとめ

本研究では、ガイスター AI における盤面特徴量の圧縮がモンテカルロ探索性能に与える影響を評価した。実験の結果、特徴量次元数による有意な性能差は確認されなかった一方で、探索深さが性能に大きく影響することが示された。今後の課題として、特徴量圧縮手法の改良に加え、特徴量圧縮による計算量削減と実行速度向上の効果を評価し、探索性能とのトレードオフを明らかにすることが挙げられる。

参考文献

[1] S.Kanata(2021), *GeisterLibrary-master*.

<https://github.com/S-Kanata/>

GeisterLibrary-master, Accessed: 2026-01-30.