

ミニ 2048 の完全解析を用いた N タプルネットワークプレイヤーの分析

1250348 寺内 俊輔 【高度プログラミング研究室】

1 はじめに

確率的一人ゲーム「2048」では、コンピュータプレイヤーについて多くの研究がなされており、人間プレイヤーよりもずっと高いレベルで競われている。本研究では「ミニ 2048」の完全解析の結果を用いて N タプルネットワークプレイヤー自身の特性と 2048 で用いられる様々な技術や探索手法の有効性について詳細な分析を行った。[1][2][3]

2 完全解析とパーフェクトプレイヤー

ミニ 2048 は確率的一人ゲームであり、その完全解析とは各状態に対して期待スコア求めることである。ミニ 2048 は、到達可能な状態数が小さいため、現実的な時間で完全解析ができる。山下ら [4] は、ミニ 2048 の完全解析に最初に取り組み、著者ら [1] も完全解析の追試を行いこれを用いて様々な分析を行った。

完全解析で得られる期待スコアをもとにパーフェクトプレイヤーを作成した。

3 N タプルネットワークプレイヤー

2048 の強いコンピュータプレイヤーを作る最も成功した方法は、N タプルネットワークによる評価関数を強化学習によりチューニングするものである。

4 実験結果と考察

いくつか実験を行ったが本梗概では特に重要なもののみを示す。図 1 は NT4 の手の正確性とパーフェクトプレイヤーの生存率を重ね合わせたグラフである。パーフェクトプレイヤーの生存率が大きく下がる直前で手の正確性が上がっていることが分かる。これは N タプルネットワークがゲームとして重要な場所を学習していることを示している。

図 2 は、NT4 を用いて Expectimax 探索とモンテカルロ木探索 (MCTS) の比較を示したものである。この図から、序盤から中盤にかけては Expectimax 探索の方が生存率が高い一方で、中盤から終盤にかけては MCTS の方が生存率が高いことがわかる。これは、Expectimax 探索が探索範囲が広く浅いため、序盤では良い手を見逃さずに選択できる一方で、評価が浅いため中盤以降の局面では見逃しが発生するためと考えられる。一方、モンテカルロ木探索は評価が深く、中盤以降に終局まで探索を行える場合、より正確な評価が可能となるため、生存率が向上するのだと考えられる。

5 まとめ

本研究では完全解析の結果を用いて N タプルネットワークプレイヤーの特性と探索手法の有効性について詳

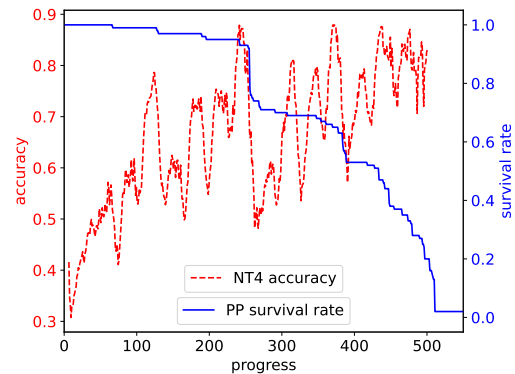


図 1 手の正確性とパーフェクトプレイヤーの生存率の比較

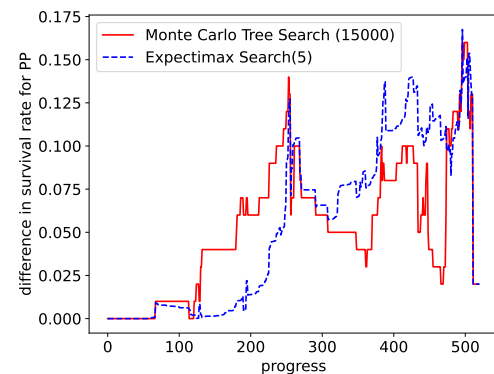


図 2 MCTS と Expectimax 探索の比較

細な分析を行った。重要な結果として、N タプルネットワークの評価関数がゲームとして重要な場所を学習していること、Expectimax 探索は序盤に優位性を持ち、モンテカルロ木探索は中盤以降で強みを発揮することが確認できた。

参考文献

- [1] Shunsuke Terauchi, Takaharu Kubota, and Kiminori Matsuzaki. Using strongly solved Mini2048 to analyze players with N-tuple networks. In *International Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, TAAI 2023*, pages 165–178, 2023.
- [2] 寺内 俊輔, 松崎 公紀. ミニ 2048 の完全解析を用いた N タプルネットワーク+expectimax 探索プレイヤーの分析. 情報処理学会第 65 回プログラミング・シンポジウム予稿集, pages 83–90, 2024.
- [3] 寺内 俊輔, 松崎 公紀. ミニ 2048 の完全解析を用いた N タプルネットワーク+モンテカルロ木探索プレイヤーの分析. 情報処理学会第 66 回プログラミング・シンポジウム予稿集, pages 113–120, 2025.
- [4] 山下 修平, 金子 知適, 中屋敷 太一. 3×3 盤面の 2048 の完全解析と強化学習の研究. 第 27 回ゲームプログラミングワークショップ (GPW-22), pages 1–8, 2022.