

# 多人数不完全情報ゲーム「ゲシェンク」におけるゲーム木探索手法の研究

楠本 英哲 【高度プログラミング研究室】

## 1 はじめに

カードゲーム「ゲシェンク」は、3~7人でプレイされる多人数不完全情報ゲームである。全プレイヤーの手札とチップは公開情報である一方、山札の構成やゲーム開始時に除外されるカードは非公開である。各局面で選択できる行動は「カードを取る」か「パスする」の二つのみであるが、その選択が最終的なスコアに大きな影響を与える。ルールは単純である一方、多人数であることから他プレイヤーの行動を考慮した判断が求められる興味深いゲームである。本研究では、原始モンテカルロ法、モンテカルロ木探索といったゲーム木探索手法の有効性について分析を行った。

## 2 原始モンテカルロ法プレイヤー

本研究では、評価値テーブルとニューラルネットワークを評価関数に用いる原始モンテカルロ法プレイヤーを作成した。それぞれMC/EvalTプレイヤー、MC/NNプレイヤーと呼ぶ。評価値テーブルは、ルールベースプレイヤーの対戦ログを基に作成した。シミュレーション回数は各行動について100回とし、探索の深さは1周とした。探索中の行動選択には9割の確率でルールベースプレイヤー、1割の確率で重み付けランダムプレイヤーを用いた。重み付けランダムプレイヤー、ルールベースプレイヤー、評価値テーブルプレイヤーの実装については[1]、ニューラルネットワークの実装については[2]を参照されたい。

## 3 モンテカルロ木探索プレイヤー

本研究のモンテカルロ木探索は、選択・展開・評価・バックアップの4ステップを以下の通りに実装した。

選択 本研究では選択ステップに以下のUCB値を用いた。

$$UCB(a) = \overline{V}[i]_a + \sqrt{\frac{2 \ln n}{n_a}} \quad (1)$$

$\overline{V}[i]_a$  手番プレイヤー*i*に関する行動*a*の平均評価値

$n$  親ノードの訪問回数

$n_a$  行動*a*の訪問回数

展開 未訪問ノードに初めて到達した時点で行う

評価 評価値テーブルを用いて各プレイヤーの評価値を算出

バックアップ 子ノードの各プレイヤーの評価値の平均を使用し、親ノードの各プレイヤーの評価値を更新

シミュレーション回数は200回とし、探索の深さは1周とした。探索中の行動選択には9割の確率でルールベースプレイヤー、1割の確率で重み付けランダムプレイヤーを用いた。このプレイヤーをMCTSプレイヤーと呼ぶ。

表1 2対2対戦実験結果

	ルールベース	評価値テーブル
MC/EvalT	28.84%, -48.22	24.87%, -55.32
MC/NN	32.93%, -38.36	25.95%, -53.19
MCTS	22.78%, -48.07	22.83%, -49.24

## 4 実験結果と考察

原始モンテカルロ法プレイヤーとモンテカルロ木探索プレイヤーのそれぞれについて、ルールベースプレイヤー及び評価値テーブルプレイヤーとの2対2対戦実験を行った。各組み合わせにつき2万ゲームを実行し、平均勝率と平均スコアを評価指標として算出した。実験結果を表1に示す。各セルには、左側に対象プレイヤーの平均勝率、右側に対象プレイヤーの平均スコアを示す。ルールベースプレイヤー・評価値テーブルプレイヤーとの対戦において、MC/NNプレイヤーが双方に対して最も高い平均勝率を示した。MC/EvalTプレイヤーと比較すると、勝率だけでなく平均スコアにおいても優位性を示した。このことから、原始モンテカルロ法において、評価関数としてニューラルネットワークを用いることの有効性が示唆された。一方、MCTSプレイヤーはルールベースプレイヤー・評価値テーブルプレイヤー双方に対して最も低い平均勝率を示した。これは、評価関数として用いた評価値テーブルの性能が十分でないことに加え、モンテカルロ木探索では原始モンテカルロ法とは異なり手番プレイヤー以外のプレイヤーの評価も行うことが複合的に影響した結果であると考えられる。

## 5 まとめ

本研究では、多人数不完全情報ゲーム「ゲシェンク」における原始モンテカルロ法、モンテカルロ木探索の有効性について分析を行った。結果として、原始モンテカルロ法の評価関数としてニューラルネットワークを用いることの有効性、モンテカルロ木探索の評価関数として用いた評価値テーブルの性能不足が示唆された。

## 参考文献

- [1] 楠本 英哲, 野本 瑛二, 松崎 公紀, “カードゲーム「ゲシェンク」における基礎プレイヤーの作成と評価”, 情報処理学会第56回ゲーム情報学研究会, 2025.
- [2] 楠本 英哲, 野本 瑛二, 松崎 公紀, “カードゲーム「ゲシェンク」における深層学習プレイヤーの作成と評価”, 第67回プログラミング・シンポジウム予稿集, 2026.