

1. 序論

将棋, オセロ, 三目並べなどのボードゲームは二人零和有限確定完全情報に分類できる. この種類のゲームは初期局面を含む全ての局面において, その局面から双方最善手を指した場合の勝敗が定まっている. 将棋や囲碁では可能な局面数が極めて大きいため, 初期局面の勝敗を求めることは現在不可能であるが, どうぶつしょうぎなどの総局面数の少ないゲームであれば, メモリと時間を使って後退解析で全局面の勝敗を求めることができる 1).

本研究では, 二人零和有限確定完全情報ゲームの一つであるゴブレットゴブラーズに対して, 後退解析を用いて全局面の勝敗を求める. ゴブレットゴブラーズとは○×ゲーム (Tic-Tac-Toe) をより複雑にした 3×3 マスのゲーム盤を使用するボードゲームであり, 自コマを縦横斜めのいずれかに 3 つ並べたプレイヤーが勝ちとなる. 双方のプレイヤーは大中小 3 種類のコマを 2 つずつ持ち, 各プレイヤーは自分の手番で自コマを盤上に乗せるか盤上にある自コマを他のマスに移動させることができる. このとき, 各コマは盤上にあるより小さいコマの上に被せることができる.

ゴブレットゴブラーズは 13 手で先手必勝であることが佐藤により 2019 年に証明されており, いくつかの勝ち手順が存在することがわかっている 2). しかし, 文献 2) では全ての局面の解析には至っていない, そこで本研究では全局面を解析し, 任意の局面に対して最善手を得られるようにする.

また, 解析結果からゴブレットゴブラーズの遊びの幅を広げられることを証明するために, 得られた解析結果を利用した AI を開発し, ゲームアプリケーションに利用することで応用的な研究結果として残すことも目標とする.

2. 研究内容

本研究は以下の 2 つの課題を行う.

1. ゴブレットゴブラーズの完全解析を行う.
2. 解析結果を利用したゲームアプリケーションを開発する.

本研究では C++ 言語を用いて後退解析プログラムを作成し, 全ての局面に対して勝敗を求める. 後退解析では全ての局面に対して, 以下の手順を繰り返して解析を進める.

1. 局面の次の局面を全て確認する.
2. 次の局面がない場合負け局面とする.
3. 次の局面の一つでも (調べている局面の相手の) 負け局面がある場合, 勝ち局面とする.
4. 次の局面の全てが (調べている局面の相手の) 勝ち局面である場合, 負け局面とする.
5. その他の場合引き分けとする.

以上を局面の評価値に変化がなくなるまで繰り返すことで後退解析を行う.

また, UnityC# 言語を用いてゲームアプリケーションを開発する. アプリケーションの AI は現在の局面の次の局面を全て確認した上で AI 側の勝ち局面のみをランダムで選び, 着手選択する. また, AI 側が勝つ局面がない場合, 最も勝敗が長引く局面を選び, 着手選択する.

3. 結果・考察

すべての到達可能局面を出した上で後退解析を行い, その勝敗を求めたところ, 先手の勝ち局面 164046788・引き分け局面 113622・負け局面 98936063 であった. また, 各局面からゲーム終了までの最大手数は 25 手であった.

ゲームアプリケーションについては基本的なゲーム機能を搭載した上で, 解析結果を利用し, 最善の手を指す AI と対戦可能なものにした. また, 研究で判明した最大手数の 25 手詰めの局面の一つからも始められる. 図 1 に本研究で作成したゴブレットゴブラーズのゲームアプリケーションの実行の様子を示す.

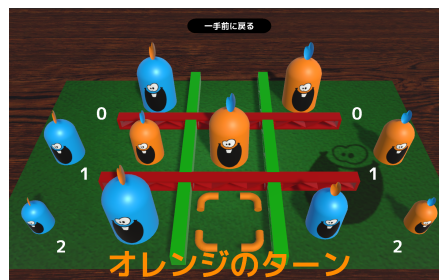


図 1 ゲームアプリケーションの実行の様子

ゴブレットゴブラーズは総局面が 2 億 5 千万ほどであるが, 初期局面からの最善手によるゲーム木はそれほど多くないため, 子供でも最善手を把握しやすいゲームである. また, ゴブレットゴブラーズは他の深層学習などの AI の評価にも使用しやすい低難易度のゲームであると言える.

今後の課題として, 研究で使いやすくするために $\alpha\beta$ 法等を組み合わせることで解析結果をより削減したデータからでも最高の手を指す AI の開発をすることや, 解析結果を使用しない他の AI との対戦による評価をすることが挙げられる.

参考文献

- 1) 田中哲郎:「どうぶつしょうぎ」の完全解析, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-GI-22 No.3, pp.1-8 (2009)
- 2) 佐藤正隆:ゴブレットゴブラーズの解析, 東邦大学理学部情報科学卒業研究 (2019).