

## はさみ五目並べプレイプログラムの設計

### Design of the Program Playing Hasami-Gomoku

野田統治郎\*, 苫米地 宣裕\*

Toujirou Noda\*, Nobuhiro Tomabechi\*

\*八戸工業大学大学院電気電子工学専攻

\*Electricity and Electronics Course, Graduate School of Engineering, Hachinohe  
Institute of Technology

**キーワード：** はさみ五目(Hasami-Gomoku), 五目並べ(line-5 tic-tac-toe), 人工知能(artificial intelligence), ゲーム (game), プログラム(program), 設計(design)

**連絡先：** 〒 031-8501 青森県八戸市妙字大開 88 番地 1 号 八戸工業大学 システム情報工学科 苫米地  
研究室 苫米地宣裕, Tel.:0178-25-8051, E-Mail:tomabech@hi-tech.ac.jp

## 1 . はじめに

思考ゲームをプレイするプログラムの研究は、人工知能研究上の多くの課題を含んでおり、近年、情報科学の重要な一分野として認められるようになった[1]-[4]。

本研究では、連珠、将棋、囲碁などの様々な思考ゲームをプレイできる思考ゲームプレイロボットの開発を目指している。

本稿では、五目並べ[5]に相手の石を取ることができるというルールを加えた思考ゲーム(以下、はさみ五目並べと呼ぶ)を取り上げ、本ゲームをプレイするプログラムを開発する。

本ゲームは、石を取り上げるというルールに

よって、通常の連珠よりも複雑であり、探索空間の極めて広いゲームとなっている。

## 2 . はさみ五目並べのルール

本研究で検討するはさみ五目並べは、五目並べゲームに、相手の石を取ることができるルールを付加したものである。

はさみ五目並べのルールを以下のように定める。

[ルール 1] 盤は、 $13 \times 13$ の広さとする。

[ルール 2] 先手と後手は交互に着手をする。

[ルール 3] 先手と後手は、石の色によって識

別する。先手は黒、後手は白とする。

[ルール4] 先手、第一着手は中心 6 × 6 の位置とする。

[ルール5] 相手の二連を自分の石ではさみこんだ場合、間の石を取ることができる。これを、図1に示す。

[ルール6] 取った相手の石を、自分の取石としてカウントする。

[ルール7] 縦、横、斜めのいずれかの一直線上に五連ができるか、もしくは、取石が 10 個になったら勝ちとする。

[ルール8] 盤に着手場所がない場合、取石の数で勝敗を決める。

[ルール9] 盤に着手場所がなく、また取石の数が同じ場合は引き分けとする。

[ルール10] 禁じ手（連珠における、先手、3-3、4-4などの禁止）は無しとする。

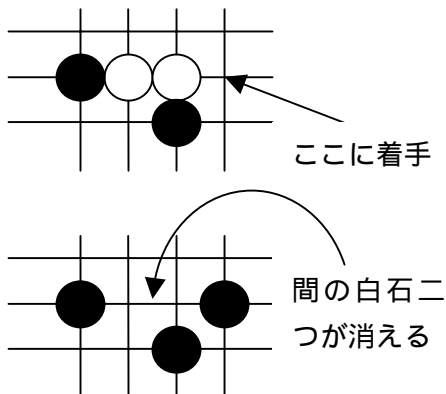


図1 . [ルール5]

### 3 . 最善手探索

最善手探索は、思考ゲームにおいての中核的機能である。先読みをするためのゲームの木を図2に示す。ゲームの木は、1つの親ノードと2つ以上の子ノードを持ち、終端の部分には評価値が与えられる。

以下、着手候補リストアップ方法、はさみ五目並べの評価方法、思考アルゴリズムを述べる。

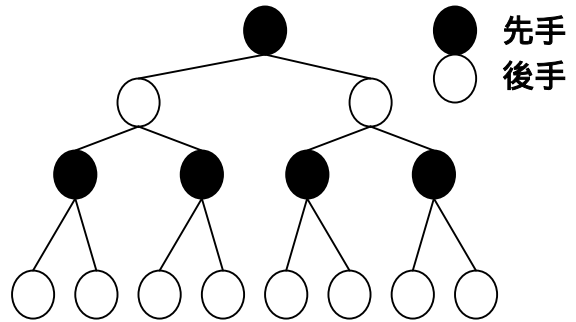


図2 . ゲームの木

#### 3.1 着手候補リストアップ方法

はさみ五目並べは、相手の石を取り除くというルールを持っていることで、探索空間が広がっている。そのために、全探索では探索時間が膨大になってしまう。そこで、すでに着手してある石の近傍（8近傍、または、25近傍）を着手候補とすることにした。

#### 3.2 評価方法

本ゲームは、探索空間が悉皆探索を行うには広すぎるので、一定の深さまでを探索した後に局面評価を行い、最善手を決定する。局面評価とはある局面において点数をつけることで、プレイヤーにとって有益な局面ほど大きな評価値をつけるように設計する。

評価対象と評価値を次のように定めた。

[評価1] 端に相手の石が置かれていない自分の四連がある。20点とする。

[評価2] 端に相手の石が置かれていない自分の三連がある。6点とする。

[評価3] 端に相手の石が置かれていない自分の二連がある。2点とする。

[評価4] 自分の取石の数が増える。

取石の数と点数は以下の通りとする。

- ・ 2個のとき、1点とする。
- ・ 4個のとき、3点とする。
- ・ 6個のとき、6点とする。
- ・ 8個のとき、20点とする。

[評価5] 相手の取石の数が増える。

取石の数と点数は以下の通りとする。

- ・ 2個のとき、-1点とする。

- ・ 4 個のとき、- 3 点とする。
- ・ 6 個のとき、- 6 点とする。
- ・ 8 個のとき、- 20 点とする。

以上の[評価 1]から[評価 4]の評価値を合計したものを局面の評価とする。

### 3.3 思考アルゴリズム

前項で述べた知識、評価方法を基に思考アルゴリズムを作成した。本研究では、深さ優先探索方法を用いて最善手を求めている。

思考アルゴリズムを以下に示す。

- (手順 1) 自分の必勝手を探索し、該当箇所があるとき、着手する。  
該当するならば(手順 9)に移動する。
- (手順 2) 着手可能な場所(8 近傍)をリストアップする。
- (手順 3) 着手候補から 1 つを選び、仮に着手をする。
- (手順 4) 差し手を戻し、深さを増やして(手順 2)に移動する。
- (手順 5) 先手番のとき、局面評価が最大の着手を最善手とし、後手番のときは最低値の着手を最善手として登録しておく。
- (手順 6) 未探索の探索候補があれば(手順 4)へ戻り、そうでない場合は(手順 7)に移動する。
- (手順 7) 設定した深さまで先読みを行い、評価方法に基づいて評価値を計算する。
- (手順 8) 最善手候補の石を着手する。
- (手順 9) 自分の五連、もしくは取石が 10 個かを判定し、該当するならばゲームを終了する。
- (手順 10) 盤に着手する場所がなければ取り石の数で勝敗を判定し、ゲームを終了する。
- (手順 11) ゲームが終了していない場合は(手順 1)に戻る。

## 4 . 追い手探索

最善手探索とは別に、4 追い手のみを探索する。別にすることで追い手を見つけた場合に高速に処理することができる。追い手側、阻止する側というように交互に最善手を仮想的に着手し探索していく。

追い手思考アルゴリズムは以下になる。

### 4.1 追い手をする側

- (手順 1) 自分の必勝手を探索し、該当箇所があるとき、着手する。該当するならば(手順 4)に移動する。
- (手順 2) 四連を作れる場所をリストアップする。  
四連を作れる場所がなかったら(手順 5)へ移動する。
- (手順 3) 仮に着手し、相手の番に変わる(次の深さへ進む)。
- (手順 4) 自分の五連、もしくは取石が 10 個かを判定し、該当するならば最善手として登録して追い手探索を終了する。
- (手順 5) 追い手探索を終了する。

### 4.2 追い手を阻止する側

- (手順 1) 自分の必勝手を探索し、該当箇所があるとき、着手する。該当するならば(手順 5)に移動する。
- (手順 2) 相手の四連を阻止する場所をリストアップする。
- (手順 3) 着手候補リストの中の一つを仮に着手する。
- (手順 4) 阻止することができたら(手順 6)へ移動する。阻止できない場合は(手順 3)へ戻る
- (手順 5) 前の深さへ戻す(相手の番に変わる)。
- (手順 6) 次の深さへ進める(相手の番に変わる)。

## 5 . プログラム作成

### 5.1 プログラムの全体構成

はさみ五目並べプレイプログラムを、C 言語を用いて作成した。探索方法には、深さ優先探索法を採用した。

プログラムの全体構成は、図 3 に示す。

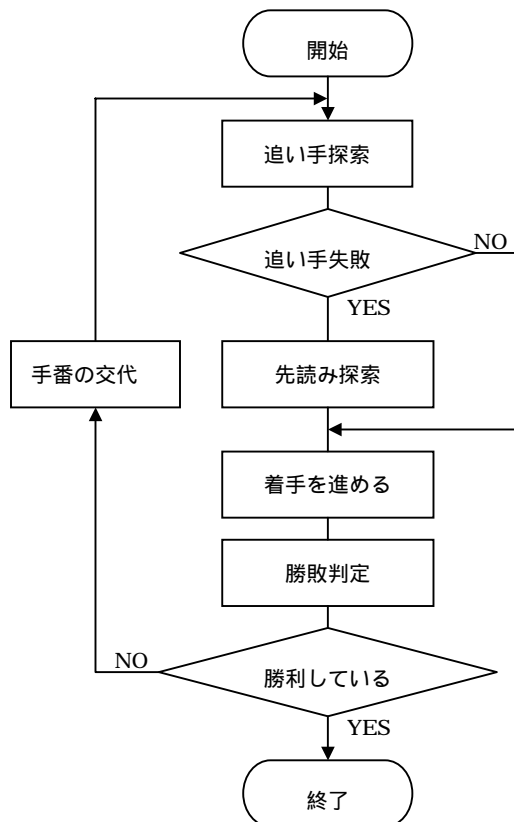


図 3 . プログラムの構成フローチャート

### 5.2 プログラム作成結果

プログラム作成をした結果、1339 ステップとなった。

現在、はさみ五目並べはコマンドプロンプト画面でプレイしている。プレイ実行画面を図 4、図 5 に示す。

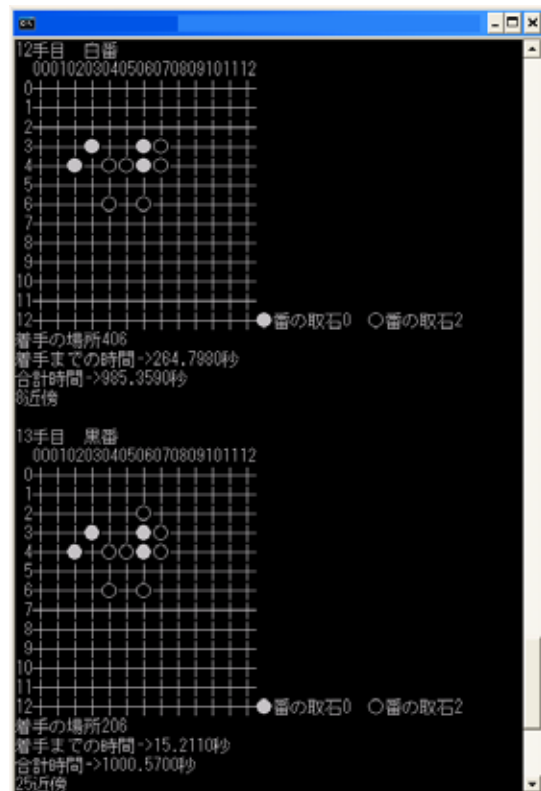


図 4 . プレイ画面

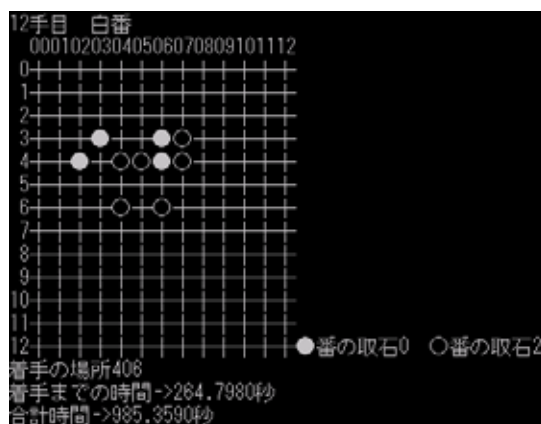


図 5 . プレイ画面

8 近傍リストアップ、深さ 4 先読みとすると探索時間は平均 17 秒となった。これがストレスなく待つことのできる限界と思われる。

1 ゲームの平均探索時間は表 1 の通りであり、ゲームの着手数は平均 30 手ほどになる。

深さ 時間	3	4	5
8 近傍	0.6	17	257
25 近傍	3.5	559	10800

表 1. ゲーム終了時の平均探索時間(秒)

以上のことから、プログラムでは、深さ 4 先読みと 8 近傍リストアップを採用することにした。

### 5.3 実行結果

ゲームは先手がすべて勝利を収める結果となった。

8 近傍、25 近傍を対決させた場合、深さ 4 では先手後手に関わらず 8 近傍が勝利するという結果が出た。

### 5.4 考察

結果 は、禁じ手なしのルールでは先手が有利であると考えられる。

結果 は、深さ 4 までの局面では、8 近傍よりも 25 近傍が高い評価値を与えられたが、ゲームがそれ以上の深さに進むにつれて有効でなくなったためと考えられる。

## 6 . まとめ

本研究では、はさみ五目並べプレイプログラムの設計・制作を行った。

最善手探索については、石を盤面から取り除くことができるゲームであるため、探索空間が膨大になっている。そのため、ストレスなくゲームをプレイするためには深さ 4 先読みが限界となっている。今後、探索法などを取り入れ探索時間短縮していくことを検討している。

リストアップ方法では 8 近傍が有効であると考えられた。そこで、より深く探索した場合にも同等に勝利するかを調べたいと考えている。

また、ゲームの数理を解明し、ゲームに組み込んでいく必要がある。

## 参考文献

- [1] 松原 仁、竹内 郁雄、  
ゲームプログラミング、  
共立出版 1998-8
- [2] 苦米地 宣裕、  
“立体 4 目並べの数理”、  
八戸工業大学情報システム工学研究所紀要、  
Vol.11, pp1-4, 1999-3.
- [3] 飯田 弘之、松原 仁、  
“ゲーム情報学の動向”、  
情報処理、Vol.44, No.9, pp.895-899, 2003-9.
- [4] 小暮 潔、天野 真家、  
“知能ロボットの技術：人工知能からのアプローチ”  
情報処理、Vol.44, No.12, pp.1212-1213, 2003-12.
- [5] 西村敏雄、  
連珠必勝法：二手で勝つ  
熊本日日新聞情報文化センター 2000-3.