

# GAによる三目並べゲーム戦略の獲得

久保長徳 小高知宏 小倉久和  
福井大学

5Q-7

## 1 はじめに

最近、遺伝的アルゴリズムによって知識獲得をする試みが様々な分野でなされている。人は、ゲームの戦略をはじめのうちは知らなくても、繰り返しゲーム行うことで、ルールにのっとったなんらかの戦略を獲得することができる。このプロセスを遺伝的アルゴリズムを用いてコンピュータ上で実現することが本研究の目的である。これまで我々は三目並べゲームの戦略知識をニューラルネットワークを用いて表現し、この表現を用いた遺伝的アルゴリズムによる知識獲得の研究を行ってきた。今回は解説や加工が簡単な戦略知識の記号表現とそれ用いた遺伝的アルゴリズムによる知識獲得について検討した。

## 2 三目並べゲーム戦略の表現

三目並べゲームは3x3のゲーム盤場に二人のプレイヤーが交互に石を置いて、先に石を3つならべることを競うゲームである。ここでの戦略とは、ある時点での戦局とプレイヤーの識別子 (○ or ×) からその戦略を用いて次にとるべき行動を推論できるものである。

### 2.1 データ構造

遺伝的アルゴリズムによって求める戦略の表現には図1に示すようなゲーム盤をチェックする MASK とゲーム盤に石を置く action によって構成される図2のような木構造のデータ構造を用いる。葉ノードは常に action が、それ以外のノードは常に MASK が入る。

0	0	0
#	2	1
2	#	0

図1: MASK の例

MASK はゲームの戦局をチェックするためのものでマス中の文字 [0, 1, 2, #] はそれぞれ次のことを表

Getting Tic-Tac-Toe's Strategy Using the Genetic Algorithms. Takenori Kubo, Tomohiro Odaka, Hisakazu Ogura  
Fukui University

わす。

- 0 空白をチェックする。
- 1 自分の石をチェックする。
- 2 相手の石をチェックする。
- # 何もチェックしない。

ある戦局のゲーム盤の全てのマスが MASK のチェックに合致するとき、その戦局は MASK に合致することになる。MASK は9文字の文字列で表され、例えば図1の MASK は "000#212#0" と表される。また、探索空間を狭めるため戦局をチェックする際にその戦局の回転、鏡像についてもチェックし、そのうち1つでも合致するものがあれば、その戦局は MASK に合致する。

action は実際にとるべき行動を表す。今回の場合 action は「ゲーム盤の何処に石を置くか」を表わし、ゲーム盤のマスに対応した1~9の値を取る。

### 2.2 推論手順

このように表現された戦略は次のようにして与えられた戦局からとるべき行動を推論する。

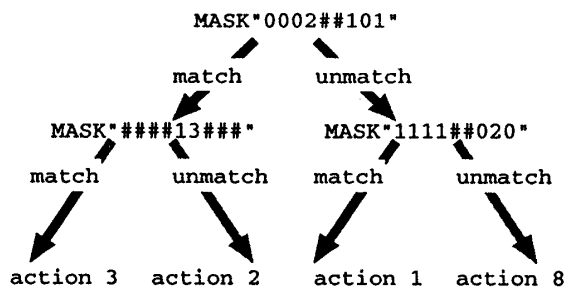


図2: 戦略表現のデータ構造

- ルートのノードを選ぶ。
- action に辿りつくまで次のことを繰り返す。
  - 戦局を MASK でチェックする。
  - 戦局が MASK に合致したとき match のノードに、合致しなかったとき unmatch のノードに進む。
- 辿りついた action がとるべき行動である。

### 3 遺伝的アルゴリズム

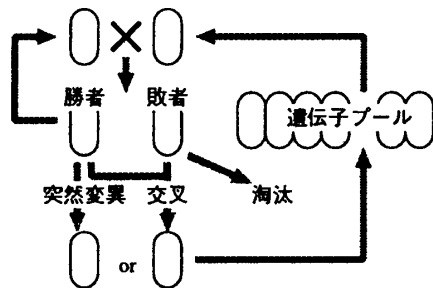


図 3: 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム全体としては遺伝子集団に三目並べの勝ち抜き戦をさせ試合の結果によって勝者と敗者の間で交叉や突然変異をおこない、それを繰り返すことで遺伝子集団を進化させる。

遺伝的アルゴリズムにおいて遺伝子のコーディングの方法、遺伝子の評価・選択の方法、遺伝子間の交叉・突然変異の方法などは今回は次のように設定した。

#### 3.1 遺伝子のコーディング

戦略は木構造のデータ構造によって表現されるため木構造を表現することのできるリストを用いる。例えば図2の木構造は以下ようになる。

```
(MASK '0002##101'
  (MASK '###13###' (action 3)
    (action 2))
  (MASK '1111##020' (action 1)
    (action 8)))
```

#### 3.2 遺伝子の評価・選択

遺伝子の評価方法は試合の結果の勝ち負けを基本とし、試合中の戦術等は直接には評価の対象にしない。さらに勝ち抜いた試合数や遺伝子の長さ等を評価する方法についても別途検討する。

試合をする遺伝子の選択方法は勝ち抜き戦として一方は負けるまで試合に出場し、もう一方は遺伝子プールからランダムに選ぶものとする。

#### 3.3 遺伝子の交叉・突然変異

遺伝子間の交叉の方法はそれぞれの木の部分木の交換を基本とし、木全体からノード1つまでの範囲で交換できるようにする。その他に2つの木から1つの木を生成したり、1つの木からいくつかの木を生成する仕組みを設ける。

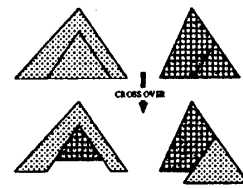


図 4: 部分木の交換による交叉

遺伝子の突然変異の方法としては MASK や action の値を書き換える。終端ノードに適当な木をつなぐ。部分木を削除する。遺伝子内の部分木を交換する。また木構造の最適化も突然変異として実現する。

#### 3.4 獲得知識の評価

以上のような知識表現と遺伝的操作によって次のような結果が得られることを期待している。

反則を避ける action に対応した特定の MASK によって事前に石の有無を確認して、石の有るところには石を置かない戦略。

2つ並んでいることが解る 2つ並んでることを察知して3つ目を並べる。またはそれを防ぐ戦略。

段階的な進化 上のような試合に有利な(部分)戦略が獲得されると、それをコピーすることで確実に強力な戦略が生成できると思われ、(部分)戦略を獲得していくたびに遺伝子集団全体のレベルが飛躍的に向上し、またそれに代わる戦略が獲得されるまで保持されると思われる。

## 4 結び

三目並べゲームの戦略知識を対象にその記号表現とそれを用いた遺伝的アルゴリズムによる知識獲得について検討した。現在、このシステムの製作中である。今後は相手や自分の行動の先を読んで行動する戦略を記述できるような表現についても検討していく。

## 参考文献

- [1] 北野 宏明 編:「遺伝的アルゴリズム」, 産業図書 (1993)
- [2] 久保 長徳, 小高 知宏, 小倉 久和: “遺伝的アルゴリズムによる三目並べの戦略知識の獲得” 平成 6 年度 電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, pp.312(1994)
- [3] 久保 長徳, 小高 知宏, 小倉 久和: “GAによる三目並べニューラルネットワークの戦略知識獲得支援” 平成 6 年度日本ファジィ学会北信越支部 第 3 回ファジィミニシンポジウム講演論文集, pp.5(1994)