

テクニカルノート

熟達者の直観的思考を組み込んだ将棋プログラム —HIT 将棋 (Human Intuitive Thought) プロジェクト

伊 藤 毅 志[†]

コンピュータ将棋の実力は年々向上しているが、その向上の方向性は、探索重視の形での発展であるといえる。一方、人間の将棋熟達者の思考過程は、必ずしも深い先読みをしているわけではない。熟達者は、先読みをしなくても、直観的に手の良し悪しを判断することができ、先読みはその直観的判断を確認する目的で行われていることが分かってきた。本研究では、人間の直観的指し手の生成メカニズムを分析し、そのメカニズムを模倣する情報処理モデルを提案する。

A Shogi Program that Applies the Intuitive Thinking of Experts —HIT (Human Intuitive Thought) Shogi Project

TAKESHI ITO[†]

Although the strength of computer shogi is improving every year, it may be said that the directivity of the improvement is development of search. On the other hand, the thought process of expert shogi player is not necessarily carrying out deep search. Even if expert player does not search, it has turned out that the good and bad of the move can be judged intuitively, and search is performed in order to check the intuitive judgment. In this paper, the generation mechanism of expert's intuitive move is analyzed and the cognitive model imitating the mechanism is proposed.

1. はじめに

コンピュータ将棋の実力は、年々向上しており、昨年のコンピュータ将棋選手権における上位ソフトは、アマチュア四段から五段程度といわれる¹⁾。これらコンピュータ将棋の進歩の方向性を見ると、より早く深く先読みをして、先の局面で良くなる手を選択するという「探索重視」の形での発展であるといえる。今後、コンピュータのマシンパワーが向上し、探索手法が洗練されることにより、より深い探索が可能になり、コンピュータ将棋の棋力はますます向上するものと思われる。

しかし、人間の熟達者の思考過程を見ると、必ずしも現在のコンピュータのように深く多くの局面を読んで、先読みの結果から次の一手を決定しているわけではない^{2),3)}。アマチュアのトップクラスからプロ棋士のように熟達したプレーヤーでは、その局面に至る「流

れ」や「展開」などを考慮に入れ、局面の形や手筋などの知識に基づいて、次の一手を決定している^{4),5)}。

ゲームをプレーする人間を対象とした認知科学的研究は、1970年代～80年代頃までは、チェスや将棋の分野でも行われていたが、知識駆動型のこれらのプログラムは、多くの知識を記述する必要があり、プログラムを作るための労力が大きく、また具体的にあまり強いプログラムが書けなかったことから、衰退してしまった。しかし、熟達者の思考のメカニズムが完全に明らかになったわけではなく、まだコンピュータより人間の熟達者の方が優位なゲームにおいては、熟達者から学ぶことは多いはずである。

人間の熟達者の思考メカニズムを明らかにして、情報処理モデルを構築することができれば、より強いプログラムを作るヒントになることが期待されるし、人間らしい特徴を持ったプログラムの構築に貢献すると考えられる。実際、コンピュータ将棋との対戦は、人間との対局に比べて味気ないものになりがちであるといわれるが、本研究を進めることで、人間らしい思考の特徴を明らかにして、より楽しい将棋プログラム

[†] 電気通信大学情報工学科
Department of Computer Science, University of
Electro-Communications

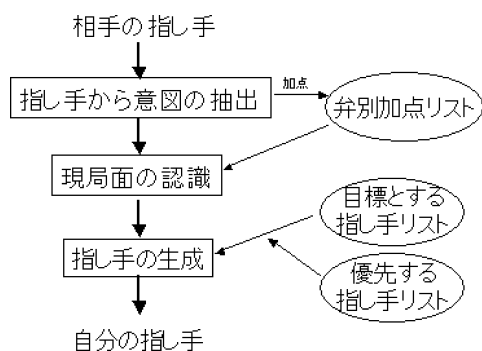


図 3 序盤の指し手生成プロセス

Fig. 3 The move generation process at the opening game.

手の指し手に対応してまとめた戦術である。プロ棋士が考えるこのような緻密な序盤戦術とまでいなくても、アマチュア有段者以上は「定跡」と呼ばれる、序盤の指し手系列をいくつか持っていると考えられる。

ここでは、この熟達者の思考を模倣して、系統的に指し手を決定する序盤プログラムを提案する。このプログラムは、目標とする「序盤の指し手系列」を複数持っていて、相手の指し手から意図を察知して、対応する指し手系列を変更しながら理想形を目指すものである。

目標とする指し手系列を「定跡指し手手順リスト」として複数用意する。そして、相手の指し手の意図に応じて、手順リストを選択して指し手を決定する。相手の指し手は、その手に意図があるものと仮定して、その意図を察知することで狙いを読み取る。たとえば、対振り飛車早仕掛け（４五歩）戦法を狙っているときには、「４六歩」や「３七桂」などの手が現れるが、指し手に対して「早仕掛け」の加点することにする。この弁別のための加点リストを「弁別加点リスト」と呼び、この加点リストを参照することで、相手の指し手に含まれる意図を点数化して察知する。この流れを図にしたものが図 3 である。

振り飛車側の思考過程の具体例で説明しよう。たとえば、プレーヤは、図 4 のような振り飛車の指し手系列を持っていて、相手が居飛車の場合、この指し手系列で「四間飛車の美濃囲い」を目指す場合を考えよう。しかし、当然、対戦相手の居飛車側もいろいろな戦形を選択する可能性があり、振り飛車は居飛車側の指し手を見ながら、指し手系列を変更していく必要がある。

たとえば、相手が「４五歩早仕掛け」急戦を仕掛けてきた場合を考えてみよう。その場合、図 5 の弁別加点リストから、その動きを察知して、対応する指し手系列へ変化させる。リストの 1 行目、最初の「S3」

+7776FU
+6766FU
+7978GI
+2868HI
+7867GI
+1716FU
+3938GI
+5948OU
+4839OU
+6958KI
+3928OU
+9998KY
+9796FU
+4746FU
+3736FU
+5847KI
+2937KE
+5756FU

※“7776FU”は、
77に居る歩を76に
移動するという意味

図 4 四間飛車のデフォルト指し手系列

Fig. 4 The default move series of “Shiken-bisha”.

S3,6364FU,60
S3,7374FU,10
S3,5364FU,20
S3,**63GI,30
S3,8173KE,50
S3,6465FU,80
S3,**73GI,-30
S3,**64GI,-50
S3,7384GI,-60

図 5 「４五歩早仕掛け」の弁別加点リスト

Fig. 5 The discrimination additional points list of “45fu-hayashikake” tactics.

は、戦形コード（４五歩早仕掛け）を表し、その次の“6364FU”は、相手の駒の動きを表している。最後の“60”はそのとき、S3 に加算する得点を表している。すなわち、この 1 行で、「6 三の歩が 6 四に動いた場合、４五歩早仕掛けを表す S3 に +60 点を加える」ことを表している。

同様に、他の線形の弁別加算リストも用意しておけば、それぞれの相手の戦形コードには、相手の指し手に応じて、次々と点数が割り振られ、戦形コードの得点が最も高い戦形を調べることで、相手がどの戦形を指そうとしているのかが判定できる仕組みになっている。

図 5 の＜加点数＞は、経験的な値であるので、図 5 の得点が絶対的なものであるとは考えていない。上級者へのインタビューのデータをさらに集め、この情報処理モデルを組み込んだシステムの対戦を通して微調

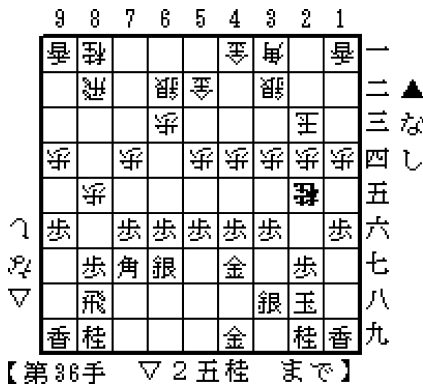


図6 参考局面

Fig. 6 A reference phase.

整を繰り返すことで、適当な点数を経験的に求めていくことができると考えている。

3.2 中盤における指し手候補の生成

熟達者は序盤の定跡から中盤に突入すると、序盤のようなシステムティックな指し手の生成は困難である。中盤の局面は千変万化であり、現れる局面は前例がない局面であることが多い。

したがって、熟達者は、それまでの経験から得られた知識を総動員して、直観的に指し手を選んでいると考えられる。熟達者が用いている知識は、大別すると局面の部分的な「形」に基づく手筋と「流れ」に基づく指し手に分けられると考えている。

ある中盤の局面で熟達者が次の一手を決定する際には、次のような手順で指し手が決定されることが考えられる。

- (1) 「流れ」の知識から駒の価値や、効率に関する評価値を変化させる。
- (2) 局面を「形」としてとらえて、経験的な知識から、最もらしい候補手を数手(3手前後)思い浮かべる。
- (3) 最も「感触の良い手」を中心に「直線的第一読み」を行う。
- (4) 総合的に判断して「次の一手」を決定する。

この思考過程を模倣するためには、「流れ」と「形」から「感触の良い手」を決定する手法を考える必要がある。

本論文では(3)の「直線的第一読み」は扱わず、どのように直観的に「感触の良い手」を生成するのかという手法についてのみ考察することにする。

将棋では、「形のよし悪し」のようなルールが存在すると考えている。たとえば、図6で考えてみよう。この2五桂は悪手であり、多少将棋を知っている人なら「2六歩」と指して桂馬を取りにゆく手がすぐに浮

かぶだろう。これは「桂の高飛び歩の餌食」という格言どおりの手であるが、2六歩のような相手の桂馬の前に駒の効きがなく、しかも相手の桂馬の逃げ場がない場合、桂馬の前に歩を移動する(もしくは打つ)手は感触の良い手であり、一般に好手である。

逆に、たとえば、図6の局面で「1八香」「3九玉」、「5九金」のような手は合法手であるが、まったく候補に浮かばない。いわゆる「感触の悪い手」、「ありえない手」であるといえる。

この感触のよし悪しを加減点ルールで記述することにする。たとえば以下のようなルールを持っていれば、「2六歩」は指しやすくなり、「1八香」「3九玉」「5九金」は指しにくくなると考えられる。

「桂馬の直前の歩 ⇒ +50点」

「行き場のない桂馬の直前の歩 ⇒ +200点」

「玉の周辺の囲いの金銀が駒を取らずに移動する ⇒ -50点」

「玉が囲いの理想位置から移動する ⇒ -50点」

「香車が移動する ⇒ (移動距離) × (-20点)」

このように、経験的な「形」として良い手、悪い手を加減点ルールという形式で記述することで、「感触の良い手悪い手」を点数で表すことができる。

また、上記のような形に対して反応する手以外にも、駒得(駒損)する手、駒が良い(悪い)位置に移動する手なども、ルールとしてプラス(マイナス)点を与えて記述することで、すべての合法手に対して、得点を与えることができると考えられる。

さらに、すべての合法手を以下のカテゴリに分類して、それぞれ点数を与えることにする。

- (A) 駒を取る手
- (B) タダで取られる手
- (C) (取られそうな)駒を逃げる手
- (D) (取られそうな)駒を守る手
- (E) 相手の駒取りにする手
- (F) 両取りを掛ける手
- (G) 駒を成る手
- (H) 敵陣に自分の駒の効きを増やす手
- (I) 王手
- (J) 王手回避
- (K) 囲いを強化する手
- (L) 囲いを弱体化する手
- (M) 玉の自由度を増す手
- (N) 玉の自由度を減らす手
- (O) 駒の効きを増やす手
- (P) 駒の効きを減らす手
- (Q) 敵陣に大駒を打ち込む手

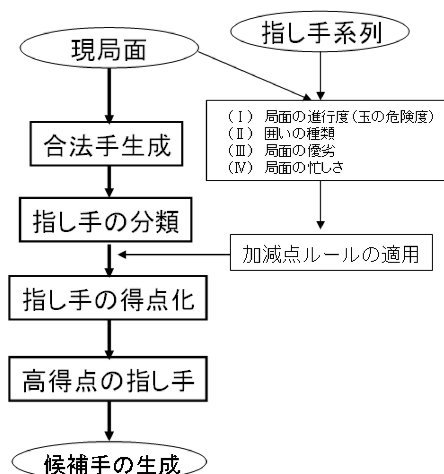


図 7 中盤の候補手生成プロセス

Fig. 7 The move generation process at the middle game.

(R) その他

現在のところ、定義が比較的容易な上述のものを考えているが、さらに詳細な分類が必要だと考えている。このカテゴリに対する加点の重さは、現在の局面がどんな状況にあるかによって、点数が変化すると思われる。たとえば、終盤が近ければ (A)~(F) のような駒の損得の手よりも (I)~(N) のような玉に迫る手や守る手などの点数が重要になると考えられるし、局面が劣勢のときには (C) (D) のようなジリ貧に陥りやすい手より (E) (F) のような争点を増やす手が重要になってくると考えられる。このような記述によって、状況に応じて、紛れを求める手や勝負手のような概念の手も表現できると考えている。

この「流れ」を評価するために、以下の 4 つのカテゴリについて計算する。たとえば、終盤が近づくにつれて、駒の価値は相対的に変化するし、相手の囲いや玉の堅さなどによって、必要となる駒や攻め方は変わってくると考えられる。そこで、現在がどんな「流れ」の局面であるかを、以下の 4 つのカテゴリに基づいて判断し、どのようなカテゴリの指し手に高得点を与えるかを変更していく。

- (I) 局面の進行度 (玉の危険度)
- (II) 囲いの種類
- (III) 局面の優劣
- (IV) 局面の忙しさ

局面の進行度は、成り駒の種類と数、持ち駒の数、玉の危険度を点数化する。

囲いの種類は、指し手の履歴から、自分の玉、相手の玉の囲いの種類を序盤の弁別加算リストと同様の手法で察知し、中盤以降は、囲いがどれくらい崩れてい

るかをそれぞれの囲いに対応して数値化する。また、局面の優劣評価は、駒の損得、駒の効率、玉の堅さをそれぞれ点数化することで表現している。

局面の忙しさは、駒当たりになっている駒に注目し、その数、場所、その駒の重要度をもとに数値化する。

以上を総合して、中盤の指し手候補手を生成するアルゴリズムをまとめると、図 7 のようになる。

4. 現状と今後の課題

現在、序盤プログラムのプラットフォームは完成し、動作確認も行った。与えた序盤ルールは、四間飛車の限られた定跡手順しか教えていないが、相手の指し手から正しく囲いや戦形を察知して、対応した定跡手順を正しく指し手として選択する過程が観察された。さらに、本手法を拡張し、定跡手順を増すことで、幅広い定跡手順を指しこなすプログラムになることが予想される。このプログラムでは、定跡から極端に離れた指し手や手順が現れた場合、対応できないケースが稀に見られる。しかし、人間でも経験や知識から外れた指し手が現れた場合、とっさに直観が働かなくなることはいう。そういう意味では、序盤の直観的指し手生成メカニズムは模倣できたのではないかと考えている。

序盤における現状の問題点は、定跡から外れたことを積極的に認識することが困難な点である。人間は、妙な手や例外的な手に非常に敏感である。序盤では、弁別加算リストを用いて相手の手の意味を察知しているが、このリストを充実させ、妙な手や例外的な手に対しても敏感に反応して、指し手を生成するシステムを考えている。すなわち、定跡から外れた悪手を積極的に咎める指し手を生成できるような積極的な知識も記述できると考えている。

中盤プログラムのプラットフォームについてもほぼ完成した。しかし、どのような「形」の知識を加減点ルールとして与えるかは、現在アマチュア有段者やプロ棋士へのインタビューを通して、知識をまとめているところである。「形」による思考「流れ」に対するカテゴリ加算をどのようなルールでどれだけ与えれば、どのようなパフォーマンスが得られるのかを、今後詳細に調べる必要があるだろう。

この試みは、まだ始まったばかりである。ゲームを題材とした認知科学研究は、以前には行われていたが、現在はあまりさかんではない。しかし、熟達者のメカニズムが完全に明らかにされたわけではない。また、熟達者の思考をコンピュータに載せる方法も、情報処理モデルをどのように立てたらよいのかという方

法も明確にされているわけではない．本論文では「流れ」の概念を含んだエキスパートシステムという手法を提案し，その概要を説明した．どのような知識と方法で記述すれば，人間の熟達者の思考が模倣できるのか，1つ1つ記述して比較することで，徐々に明らかにしていきたい．また，このプロジェクトを進めて，他のゲーム（囲碁や不完全情報ゲームなど）へも拡張することで，熟達者の思考を取り入れる手法を確立していきたいと考えている．

参 考 文 献

- 1) 滝沢武信：コンピュータ将棋の現状 2004 春，情報処理学会ゲーム情報学研究会，GI-12-3, pp.17-24 (2004).
- 2) 伊藤毅志，松原 仁，ライエル・グリーンベルゲン：将棋の認知科学研究(1)—記憶実験からの考察，情報処理学会論文誌，Vol.43, No.10, pp.2998-3011 (2002).
- 3) 伊藤毅志，松原 仁，ライエル・グリーンベルゲン：将棋の認知科学研究(2)—次の一手実験からの考察，情報処理学会論文誌，Vol.45, No.5, pp.1481-1492 (2004).
- 4) 伊藤毅志，松原 仁：将棋トッププロ棋士の認知過程の比較，ゲーム・プログラミングワークショップ 2003, pp.33-38 (2003).
- 5) 伊藤毅志，松原 仁：将棋熟達者にみる思考と認知，情報処理学会ゲーム情報学研究会，GI-12-2, pp.9-15 (2004).
- 6) 伊藤毅志：将棋における人間の認知過程，ゲーム・プログラミングワークショップ'99, pp.177-184 (1999).

(平成 16 年 11 月 17 日受付)

(平成 17 年 4 月 1 日採録)



伊藤 毅志（正会員）

1994 年名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻修了．工学博士．同年より，電気通信大学情報工学科助手．人間の問題解決，学習支援等の教育工学，協調学習，自然言語処理等の研究に従事．現在は，特にゲームを題材にした認知科学研究に興味を持つ．著書に『認知心理学 4 思考』（東京大学出版会，共著）ほか．日本認知科学会，人工知能学会，電子情報通信学会等各会員．