

熟達者の直観的思考を将棋プログラムに組み込む試み

伊藤毅志
電気通信大学情報工学科
ito@cs.uec.ac.jp

概要

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言える。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わかってきた。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。

The trial that applies the intuitive thinking of experts in a shogi program

Takeshi Ito
Department of Computer Science, University of Electro-Communications

Abstract

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、今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言われる[1]。そのコンピュータ将棋の進歩の方向性を見ると、局面に対する評価関数を洗練させて、より良い候補手を生成させるという方向性ではなく、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言える。今後、コンピュータのマシンパワーが上がり、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、人間の名人クラスのプレーヤーを破る日が、訪れるだろうことが予想される。

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ことが、徐々に明らかになってきた[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くことがわかってきた[4][5]。

本研究では、プロ棋士とアマチュア有段者に対する様々なインタビューから得られた人間の熟達者の直観的思考過程に関する特徴について述べ、これらの知見に基づいて、熟達者の直観的思考を模倣する将棋プログラムについて説明する。

2. 熟達者の思考の特徴

筆者は、これまでに人間の熟達者を対象に、認識の過程や思考の過程を調べる実験を行ってきた。被験者にある局面を見せて、次の一手を決定するまでの思考過程を調べる実験を行った。その結果、「局面を認識する過程」「候補手を生成する過程」「先読みをする過程」「次の一手を決める過程」の4つの段階から次の一手が決定されることがわかってきた[6]。

特に、アマチュア有段者以上の熟達者では、「局面を認識する過程」が非常に素早く、「候補手を生成する過程」では、瞬時に見通しを持った候補手を挙げるができることが観察された。ここで注目したいのは、『先読みを行わなくても、候補手に対して、良し悪しの判断が伴っている』という点である。熟達者では、いわゆる「感触の良い手」「筋の良い手」などの直観的判断は、先読みの結果得られるのではなく、候補として手が挙がると同時に得られる。これは、その局面の「形」や「流れ」から察知される熟達者独特の感覚であるといえる。

また、「局面を認識する過程」では、その局面のみを静的に評価するのではなく、その局面に至る「流れ」を含めて局面を認識している過程が見られた。これは、次の一手を決める際に非常に重要な情報になっていると考えられる。熟達者は、序盤、中盤、終盤といった局面の進捗状況の認識だけでなく、「駒の効率」や「局面の忙しさ」や「玉の堅さ」などの流れに関係した情報を局面から読み取って、次の一手を決める際の判断基準に情報にしていることがわかった。これらのことから、熟達者は、局面を「流れ」の中で捉え、経験的知識に基づいて、感覚的に手の良し悪しを判断していることが示された。

具体例で説明しよう。図1の局面で、トッププロ棋士が次の一手を決めるまでに行った思考過程を探索木で表現すると図2のようになる。分岐は、せいぜい3手以内で、深くても10手前後の直線的な先読みにより、最終的な指し手を決定している。この探索木を見れば一目瞭然であるが、コンピュータの行うような網羅的な探索を行っていない。一直線に先の局面を読んでいく「直線型の探索」を行っていることがわかる。

発話データを詳細に調べると、もっともらしい候補手を「感触の良し悪し」のような感覚的な言葉で表現していて、先読みを行う以前に手の判断を行っている。先読みは、自分の直観を確認する過程として行われていることがわかってきた。

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲	歩	歩							歩	一
			歩		王		歩	歩		二 ▲
			歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩	三 歩二
	歩									四
			歩		歩		歩			五
▲	歩		歩	歩	角	歩				六
			歩		銀	歩		歩		七
▼			銀	金	玉	金		飛		八
	香	桂						桂	香	九

図1 次の一手問題例(▼4四飛まで)

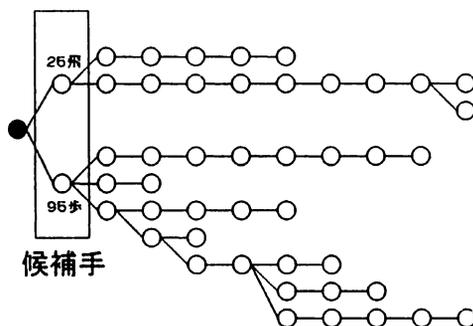


図2 トッププロ棋士SAの探索木

当然のことながら、発話には現れない上らない合法手が非常に多く、コンピュータが行うような素早い正確な探索を用いずに、「本線」の探索のみを「直線的」に行っていることが見て取れる。

本研究では、人間が行っているこの直観的思考を模倣する手法について考察していく。

3. 直観的特棋プログラム

将棋の終盤では、詰むや詰まざるやの正確な先読みが占める割合が強くなると考えられる。本研究では、探索的な手法での手の生成が難しい「序盤」と「中盤」に絞って、情報処理モデルについて論じる。

3.1 序盤における指し手生成

序盤における、熟達者の思考過程を調べたところ、熟達者は自分の得意とする（あるいは指したい）戦型を幾つか持っていて、その戦型を組み上げるための指し手系列（手順に関するルール）を持っていることがわかってきた。

また、相手の指し手を観察することで、相手の意図を察知して、自分の組み上げるべき戦型を微妙に変化させ、対応させていく過程が観察された。

将棋の定跡書で見かける「〇〇システム」などと呼ばれる戦術は、相手の駒組みに対応して、自分の指し手を決める考え方とも言える。例えば、「藤井システム」は、相手が対振り飛車、居飛車穴熊に組むことを想定して、それに対応して玉頭から攻勢を取るための指し手系列を相手の指し手に対応して整理したものである。プロ棋士が考えるようなこのような緻密な序盤戦術とまでいかなくても、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幾つか持っていると考えられる。

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考案した。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系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。例えば、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。

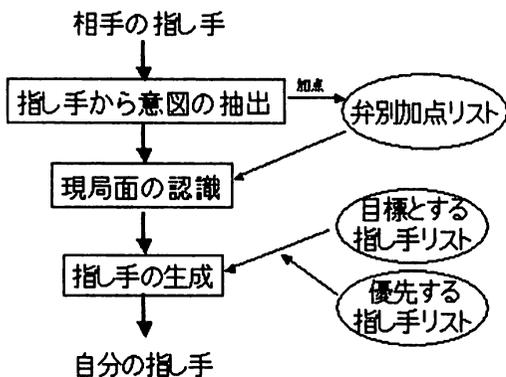


図3 序盤の指し手決定プロセス

振り飛車側の思考過程の具体例で説明しよう。例えば、プレイヤーは、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色々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。

例えば、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。リストの一行目、最初の“S3”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。即ち、この一行で、「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、他の戦形の弁別加算リストもあるので、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を判定できる仕組みになっている。

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

図4 「四間飛車、美濃囲い」を目指すデフォルトの振り飛車の指し手系列

- 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

<戦形コード>, <移動駒>, <加点数>

図5 「4五歩早仕掛け」の弁別加点リスト

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整を繰り返すことで、最適な点数を経験的に求めていく予定である。

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、序盤のようにシステマ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無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た知識を総動員して、直観的に指し手を選んでいられる。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と考えられる。

- (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」として捉えて、経験的な知識から、もっと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「直線的先読み」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。

本報告では、(3)の「直線的先読み」以降は扱わず、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。

将棋では、「形の良し悪し」のようなルールが存在すると考えている。例えば、図6を見て欲しい。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行く手がすぐに見えるだろう。これは、「桂の高飛び歩の餌食」という格言通りの手であるが、2六歩のような相手の桂馬の前に駒の効きが無く、しかも桂馬の行き場が無い場合、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。

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲	皇	飛				零	馬		皇	一
		遊		遊	零		零			二
				零					王	三
				零	零	零	零	零	零	四
				零					零	五
▽	歩		歩	歩	歩	歩	歩		歩	六
		歩	角	銀		金		歩		七
		飛					銀	玉		八
		香	桂			金		桂	香	九

【第96手 ▼2五桂 まで】

図6 参考局面

逆に、例えば、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、全く候補に浮かばない。所謂「感触の悪い手」、「ありえない手」であると言える。

この感触の良し悪しを加減点ルールで記述することにする。例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

「行き場の無い桂馬の直前の歩」→+200点

「玉の周辺の囲いの金銀が移動」→-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出来る。

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出来ると考えられる。

さらに、すべての合法手を以下のカテゴリーに分類して、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
- (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。このカテゴリー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、点数が変化すると考えている。例えば、終盤が近ければ、(A)~(F)よりも、(I)~(N)などの点数が重要になると考えられるし、局面が劣勢の時には、(C)(D)

より (E) (F) が重要になってくると考えられる。これによって、局面の争点を増やしたり、駒を損しても敵玉を危険にする手が候補手として優先されたり、勝負手のような概念も表現できると考えている。

その「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。例えば、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減点リストと同様の手法で察知し、中盤以降は、囲いがどれぐ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。

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。

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。

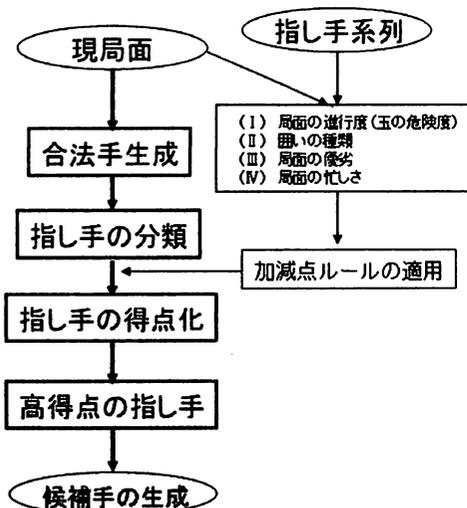


図7 候補手生成過程

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、対応する定跡手順を正しく再生する過程が観察された。しかし、現状のプログラムでは、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。ただ、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あり得る。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る。

現状のプログラムの問題点は、定跡から外れたことを積極的に認識することが困難である点である。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、弁別加減点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、相手がこれらのリスト以外の手を指したとき、妙な手や例外的な手を指していると判断するような手法を考える必要があるだろう。

また、中盤プログラムのプラットフォームもほぼ完成した。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。

ここまでのところ、直観的な指し手候補の生成までしか行っていないが、局面によっては、先読みが重要に働く局面があると考えている。特に、駒の取り合いなどの忙しい局面では、静かな局面になるまで先読みを行うことで、局面の正確な評価を行うことが可能となるケースが多い。

直観的な指して候補の絞込みによって、狭く深い人間的な先読みが可能になると考えているので、特に忙しい局面の時には、静かな局面になるまで、先読みを行うシステムを構築することで、より良い手を選択する「直観的先読みシステム」についても考察していきたい。

謝辞

本システム (HIT 将棋) の開発に当たっては、電気通信大学大学院卒業生の大口良輔君、電気通信大学学部4年生清家章平君の大きな協力がありました。この場を借りてお礼申し上げます。

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、12、(2004).
- [2] 伊藤毅志、松原仁、ライエル・グリーンベルゲン：将棋の認知科学的研究(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：将棋の認知科学的研究(2)－一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、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).

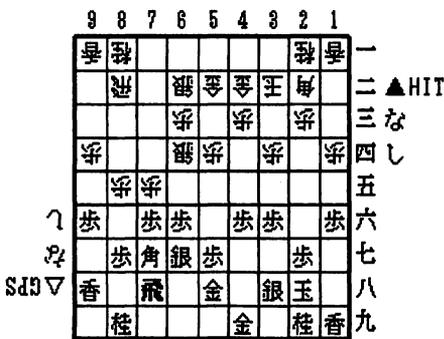
<付録> 対 GPS 戦と対 YSS 戦の序盤の棋譜 (昨年の GPW2003 ナイトイベントから)

先手：HIT
後手：GPS

- | | | | | | |
|---------|-----------|-----------|---------------|---------|-----------|
| ▲ 7 六 歩 | △ 3 四 歩 | ▲ 6 六 歩 | △ 8 四 歩 | ▲ 7 八 銀 | △ 6 二 銀 |
| ▲ 6 八 飛 | △ 5 四 歩 | ▲ 6 七 銀 | △ 4 二 五 | ▲ 1 六 歩 | △ 1 四 歩 |
| ▲ 3 八 銀 | △ 3 二 五 | ▲ 4 八 玉 | △ 5 二 金 右 | ▲ 3 九 玉 | △ 8 五 歩 |
| ▲ 7 七 角 | △ 7 四 歩 | ▲ 5 八 金 左 | △ 4 二 銀 | ▲ 2 八 玉 | △ 5 三 銀 左 |
| ▲ 9 八 香 | △ 4 二 金 直 | ▲ 9 六 歩 | △ 9 四 歩 | ▲ 4 六 歩 | △ 6 四 銀 |
| ▲ 3 六 歩 | △ 7 五 歩 | ▲ 7 八 飛 | 【図 8 33 手目まで】 | | |

先手：HIT
後手：YSS

- | | | | | | |
|---------|-----------|-------------|---------------|---------|-----------|
| ▲ 7 六 歩 | △ 3 四 歩 | ▲ 6 六 歩 | △ 3 二 飛 | ▲ 7 八 銀 | △ 3 五 歩 |
| ▲ 6 八 飛 | △ 4 二 銀 | ▲ 7 七 角 | △ 6 二 玉 | ▲ 6 七 銀 | △ 7 二 玉 飛 |
| ▲ 3 八 金 | △ 3 六 歩 | ▲ 同 八 歩 金 左 | △ 同 飛 | ▲ 3 七 歩 | △ 3 四 飛 |
| ▲ 4 八 銀 | △ 5 二 金 左 | ▲ 5 八 歩 | △ 8 二 玉 | ▲ 4 九 玉 | △ 7 二 銀 |
| ▲ 3 九 玉 | △ 9 四 歩 | ▲ 9 六 歩 | △ 3 一 角 | ▲ 8 八 飛 | △ 4 四 歩 |
| ▲ 8 六 歩 | △ 6 四 歩 | ▲ 8 五 歩 | 【図 9 33 手目まで】 | | |



【手数 = 33 ▲ 7 八 飛 まで】

図 8 対居飛車の序盤実戦例 (対 GPS 戦から)



【第33手 ▲ 8 五 歩 まで】

図 9 対振り飛車の序盤実戦例 (対 YSS 戦から)