

知識を直観的に記述できる5五将棋システム

伊藤 毅志、滝沢 洋平
電気通信大学情報工学科

ゲームをプレーするシステムは、大別すると「探索主導型システム」と「知識主導型システム」に分けられる。知識主導型システムは、熟達者の経験的知識をコンピュータ上に組み込むシステムであるが、熟達者の知識を抽出すること自体が難しく、抽出した知識を反映したプログラムを作るには、ある程度のプログラミング能力が必要であり、労力と手間が必要であった。

そこで、本研究では、熟達者が特別なプログラミング能力が無くても、直観的に知識を記述できるシステムと、その知識を反映して対戦するシステムを開発した。その動作を示し、このシステムの可能性について考察する。

5×5 Shogi System which can Describe Knowledge Intuitively

Takeshi Ito, Youhei Takizawa

Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

General classification of the computer system which plays games will divide into a "Knowledge driven system" and a "Search driven system". Although the knowledge driven system was a system which incorporates an expert's empirical knowledge on a computer, it was difficult to extract an expert's knowledge itself. And also, in order to make the program reflecting the extracted knowledge, it is required a certain amount of programming capability.

In this research, the player without special programming capability developed the system which can describe knowledge intuitively. And, the system pitched against each other with the described knowledge was developed. We explain the performance of these systems and consider the possibility of them.

1. はじめに

近年のコンピュータ将棋の発展はめざましく、現在のトップクラスのプログラムは、アマチュアトップクラスに迫る実力であると言われていた[1]。そのコンピュータ将棋の思考アルゴリズムは、「探索主導型システム」と「知識主導型システム」の二つに大別される。

「探索主導型システム」とはゲーム木探索を重視するシステムである。将棋のような複雑なゲームでは、深く読むためには膨大な探索が必要であるので、出来るだけ局面の難易度を評価する評価関数をシンプルにして、効率的で高速な先読みをすることで、パフォーマンスの向上を目指している。その結果、さまざまな効率的

な探索技術が開発され、ハードウェアの進歩ともあいまって、非常に高いパフォーマンスを示すに至っている。昨年、世界コンピュータ将棋選手権で優勝したソフト「Bonanza」も、探索主導型システムである。Bonanza は探索手法としてはシンプルな仕組みをしており、基本的な α β 枝狩り、**futility pruning** などを用いて効率的な探索を目指したシステムであると言える[2][3]。

一方、「知識主導型システム」とは、人間の熟達者の持つ知識をコンピュータに載せ、人間の思考を模倣することで手の生成をすることを重視したシステムのことである。伊藤らが開発した将棋システム (HIT 将棋) は、この手法によるシステムで、将棋に関する熟達者の知識を組み込んで、直観的に手を生成する手法を実現している[4]。このような知識主導型システムでは、熟達者の持っている膨大な知識を抽出することが難しい上に、抽出した知識をプログラミング能力のあるプログラマーが一つ一つ記述していく必要があり、開発に多大な労力を要する。したがって、強いプログラムを作る事が難しいという問題点があり、研究自体があまり行われておらず、現在では「探索主導型システム」が主流となっている。

探索主導型システムは、探索のメカニズムと評価関数を記述してしまえば、後はコンピュータの計算能力に任せて、可能な限りたくさん計算させれば良いので、ゲームそのものについての専門的知識がそれほど豊富で無くてもプログラミングが可能であるという利点がある。しかし、探索主導型システムは、しばしば人間の思考とはかけ離れた手が現れて、対戦していて面白くないとか、勝っても負けてもそこから学ぶことが難しいといった問題点も指摘されている。

最近のコンピュータシステムは思考過程の一部を表示する機能を持たせて、プレーヤーにプログラムの思考を開示しようとする動きもあるが、人間の学習にとっては、手が選ばれた一つの探索過程だけを示されても、その手が選ば

れた「意味」がわからないと理解にはつながらない。手を生成するための「知識 (考え方)」が重要なのである。

例えば、プロ棋士によるアマチュアへの指導対局では、悪かった手を示した上で、「こういうときにはどう考えるべきか?」という局面に対する「考え方」を示してくれる。これは、学習者にとって、非常に大きな意味がある。先読み結果よりも考える材料である「知識 (考え方)」を教わるのが重要なのである。

本研究では、プレーヤーの持っている知識を特別なプログラミング能力が無くても直観的に記述し、その知識を反映して対局するシステム (KIDS: Knowledge Intuitively Describe System)を開発する。これによって、特別な知識を持たなくても、誰でも自分が持っている知識を抽出し反映したシステムを構築可能になるのではないかと考えている。

また、このシステムに知識を書き込んで、自分の知識を反映した動くプログラムが出来れば、そこに書き込んだ知識の有用性を体感することができる。すなわち、「知識」が学習者にとって目に見える形になると考えられる。このように自分の知識を一段高いレベルから眺めることを認知科学の分野では「メタ認知」と呼んでおり、学習に効果的に働くことが、様々な教育心理学の研究で示唆されている。本研究で開発するシステムを使うことで、プレーヤーは「メタ認知」体験を得ることが可能になり、将棋に対する学習が進むことが期待される。さらに、複数人で使用して、お互いの知識を披露しあって対戦することにより、どのような知識がゲームに有効に働くのかといった共同学習の場も提供できるのではないかと考えている。

2. 5五将棋

2.1 5五将棋とは

9×9の将棋盤を用いた「通常の将棋」(以下本将棋と呼ぶ)以外にも、将棋の盤駒を使った亜流のゲームが、数多く存在する。歴史的に

見ると、「中将棋（13×13の大きな将棋）」や「平安将棋（飛車角がない将棋）」などは、現在の将棋のもととなったゲームであると言われている。

近年でも、「四人将棋（四人で対戦する将棋）」や「とらなか将棋（取れる駒があれば、必ず取らなければならない将棋）」など、通常の将棋以外のルールで遊ぶゲームが生まれている。5五将棋は、その垂流のゲームのひとつで、1970年に楠本茂信氏が発表したとされている[5]。プレー人口はさほど多くはないが、大会が行われていたという記録も存在し、それ相応の難易度を有したゲームであることがわかっている。

2.2 5五将棋のルール

5五将棋とは、縦×横が5×5の25マスで構成されている盤を使った将棋である。基本的なルールは本将棋と同じで、先に相手の王将（玉将）を詰ませれば勝利となる。

使用する駒は王将（玉将）・金将・銀将・飛車・角行・歩兵の6種類で、駒の初期位置は図1の通りである。

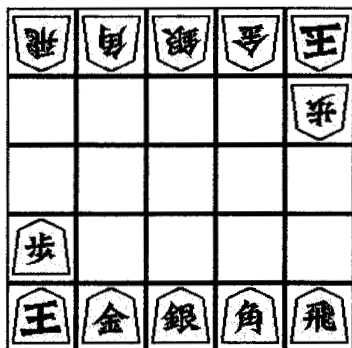


図1 5五将棋の初期配置

各駒の性能は本将棋と全く同じであり、敵陣一段目に入ると、本将棋と同様に歩兵、銀将、飛車、角行は、それぞれ、と金、成銀、竜王、竜馬に成る。

また、禁じ手としては本将棋と同じ、二歩の禁、打ち歩詰めなどの禁がある。

また、千日手に関しては、5五将棋特有のルールがある。千日手とは同一局面が一回の対局で4回現れた場合のことを指す。この場合、王手がかからない手の連続であるなら先手側の負けとなり、王手がかかる手が含まれているのであれば王手をかけていたほうが負けとなる。盤面が狭いこともあり、持将棋に関する規定は無いようである[6]。

2.3 研究課題としての5五将棋

情報科学的にみたゲームの探索空間は、そのゲームの平均合法手数と平均終了手数から求められる。5五将棋における探索空間を調べてみると、大会の記録に残っている棋譜や当研究室で行った対戦結果から、平均終了手数は約35手、ある局面における平均合法手数は30手程度であることがわかってきた。これをもとに計算すると、約 3×10^{35} 通りの局面が想定され、これは、ほぼ 1×10^{56} 通りとなる。表1で記したように他のゲームと比較してみると、およそ以下のような位置にあるゲームであるといえる。

チェッカー	1×10^{30}
5五将棋	1×10^{50}
オセロ	1×10^{60}
チェス	1×10^{120}
本将棋	1×10^{220}
囲碁	1×10^{360}

表1 各ゲームの探索空間比較

本将棋ではプロ棋士が存在し、プレーヤー人口も多いので、数多くの定跡や手筋などの知識が存在することが知られている。一方の5五将棋は、想定される局面も探索範囲も狭いので、通常の将棋ほど多くの知識は存在しないであろうことが予想される。また、プレー人口も少ないので、定跡書なども存在せず、広く知られた知識もない。したがって、プレーヤーは自分の獲得した知識を記述する楽しみがある。盤のサ

イズも本将棋に比べて約4分の1と狭いため展開が速く、ひとつひとつの知識が適用される場面も多くなると考えられる。

記述する知識の量が少なく、しかも記述した知識が効率的に働きやすい「5五将棋」は、本研究の題材として適していると考えた。

3. 本システムで扱う知識

人間が持つ5五将棋に関する知識は、様々なものがあると思われるが、本研究では、まず、視覚的にマウスでの入力容易に行えそうな以下の4つの知識を記述することにした。また、それぞれの知識をテンプレートとして記述することを可能にするために、必要なパラメータを明らかにして、それらの記述文法を定めた。

【知識1】 駒の価値に関する知識

駒の価値に関する知識を、持ち駒か盤上の駒かで分けることで、全般的な駒の価値と持ち駒を使うときの優先度を点数化して表したものである。記述文法は、以下の通りである。

駒の種類： 盤上での価値、持ち駒での価値

【知識2】 駒の絶対位置に関する知識

一つの駒が盤上の特定の位置に居る場合の良し悪しを数値化して表現する。記述文法は以下の通りである。

ZI： 駒の種類、駒の絶対位置、得点、知識の名称

どんな駒がどの位置にあるかという情報を、「駒の種類」と「絶対位置（座標）」で記述し、そこに「得点」を割り振る。そして、それぞれの知識には、後で検索しやすいように「知識の名称」として、任意の名称を当てる事ができる。

【知識3】 駒の相対位置関係の知識

2つ以上の駒の相対的な位置関係の良し悪しを数値化して表現する。記述文法は以下の通りである。

SI： この知識に使う駒の総数、得点、中心駒の種類、中心駒の所属、(周りの駒の種類、周りの相

対位置、周りの駒の所属)^(N-1)、知識の名称

ある駒を中心に相対的な駒の位置関係を記述して、得点でその手の良し悪しを数値化している。

【知識4】 局面に対する指し手の知識

駒がある位置関係にあるときに、どの駒を動かすべきかという「駒の動き」に関する良し悪しを数値化して表現する。記述文法は以下の通りである。

SA： 駒の数、得点、動かす駒番号、駒の動かす位置(中心駒からの相対位置)、中心駒の種類、(周りの駒の種類、周りの駒の相対位置、周りの駒の所属)^(N-1)、知識の名称

相対的な位置関係と同様に駒の配置を記述して、それに対する一つの駒の動作の良し悪しを数値化する。

4. KIDS システム

本研究では、図2のように、直観的に知識を入力することができる「知識記述システム」と記述した知識を読み込んで、その知識を反映させて対戦することができる「知識反映システム」を構築した。この2つのシステムを合わせて、「直観的知識記述システム(KIDS: Knowledge Intuitively Describe System)」と呼ぶ。

それぞれのシステムの動作について、以下で説明する。

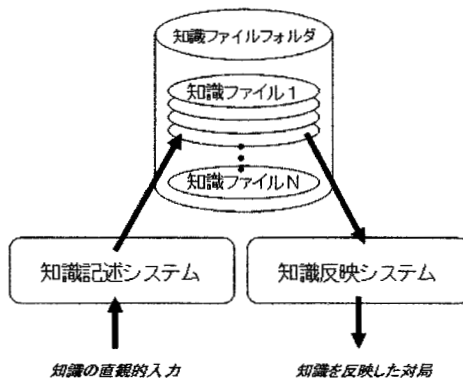


図2 KIDSの概要

4.1 知識記述システム

ユーザが GUI を用いて直観的に知識を入力すると、それを3章で提案した文法に翻訳して、「知識ファイル」として出力する。

【知識1】の入力方法

すべての駒に対して、盤上での価値と持ち駒時の価値を数値で入力できるようにした。数値の入力可能範囲は、0~999 点の整数で、入力フォームに数字を入力し、Enter キーをクリックすると、フォームの下の数値が書き変わり、値が入力される。



図3 駒の価値の入力例

図3のように入力すると、角の価値として、盤上のときに50点、持ち駒のときに20点という値が割り振られ、自動的に、“KG:50, 20”という記述が知識ファイルに書き加えられる。

【知識2】の入力方法

駒の盤上での任意の位置にマウスで配置して、その駒がその位置に居るときの良し悪しを、-999~999 点の間の点数で入力する。

例えば、図4のように入力すると、三五の位置の金が良い位置であるとして、10点加算するという知識が入力され、“ZI:KI, 22, 10, 一段金(三五)”という記述が知識ファイルに書き加えられる。

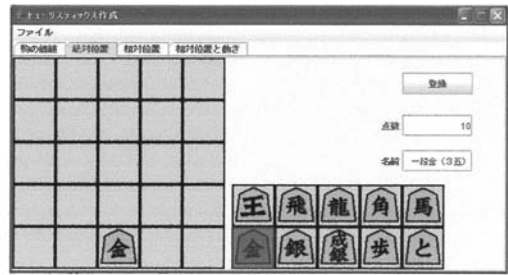


図4 駒の絶対位置の入力例

【知識3】の入力方法

駒の相対的位置をマウスで配置して、そこに点数を割り振る。例えば、図5のように玉の周りの良い形を陣形として配置して、得点と名称を入力すると、自動的に、“SI:4, 35, HU, T, GI, 1000, T, OU, 0010, T, KI, 1010, T, 基本陣形”という記述が知識ファイルに書き加えられる。



図5 駒の相対位置の入力例

この場合、歩が最初に配置され、それを中心に、銀、玉、金が、相対的にどの位置関係に配置されているかが表され、点数として、35点の形であることが表されている。

【知識4】の入力方法

駒の相対的位置をマウスで配置して、動かしたい駒を選択し、移動させ、その動作に点数を割り振る。例えば、図6では、敵玉の位置に対する自分の駒の配置から、金を一步前進させる手を入力し、それに対して、20点を入力することで、“SA:3, 20, 2, 1020, OU, F, KI, 210, T, KI, 30, T, 玉は包むように”という記述が知識ファイルに書き加えられる。

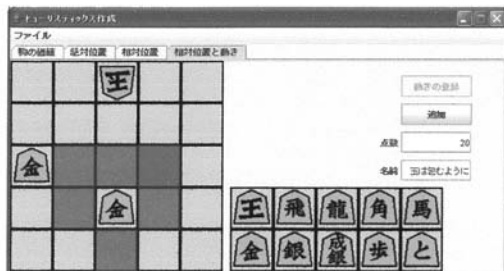


図6 駒の相対位置の入力例

上述のように、基本的にマウスによる駒の配置と数値と名称を使うだけで、4種類の知識が記述されるシステムを構築した。

4.2 知識反映システム

知識記述システムで記述された知識は、知識ファイルに任意のファイル名で保存される。「知識反映システム」は、その保存された知識ファイルを読み込んで、知識に沿った手を選択し自動プレーを可能にするシステムである。

本システムでは、以下のアルゴリズムに従って手を生成する。

- ① 全ての合法手を生成
- ② 【知識4】を適用し、全ての合法手に加算
- ③ 全ての合法手に対して指した後の局面を作成
- ④ 一手詰めがあれば、その手を選択して終了
- ⑤ 指した後の局面について、【知識1】【知識2】【知識3】を適用し、合法手に加算
- ⑥ 全ての合法手の中で最も点数の高い手を選択

5. システムの評価と考察

今回構築したシステムを被験者に実際に使わせて、使用感などを評価するアンケートを課した。その結果をもとに、本システムの有効性について考察していく。

5.1 実験方法

6名の被験者に本システムを1週間ほど使用させ、その後にアンケートを実施した。アンケ

ート内容は、大きく分けて以下の4項目である。

- I. 被験者のレベル
- II. システムの操作性
- III. 記述した知識のシステムへの反映度
- IV. システムを使った感想

5.2 結果

I. 被験者のレベル

5五将棋の経験に関しては、「はじめて」と答えた人が3名、「10局以上」が2名、「100局以上」が1名だった。

II. システムの操作性

画面構成・入力操作・全体の操作感のいずれも、「ふつう」という回答が一番多く、やや「わかりやすい」寄りの結果であった。他にも「挙動が独特だった」「慣れた人用にキーボードのみの入力が出るとよい」などの意見も見られた。

III. 記述した知識のシステムへの反映度

全般的に、知識が概ね反映されているという記述が見られた。初心者ほど、【知識1】【知識2】に関する記述が多く、熟達者になると、【知識3】【知識4】に関する記述が見られるようになった。熟達するほど、もっと多くの記述方法を要求する傾向が多く、例外的知識や条件分岐、空マスに対する知識などのバリエーションのある知識が記述できないことに対する不満がある様子だった。また、ゲーム全般を見通した方針のような知識が記述できないといった不満も見られた。

IV. 記述した知識のシステムへの反映度

「自分の持っている知識と戦うことで、どんな手が悪いのかがわかる」「自分の知識への優先度が再認識された」などの自分の持っている知識に対するメタ認知的感想が多く見られた。

また、「上手い人の知識ファイルを見ると、知識が盗めてよい」などの他者の知識による5五将棋の学習を実感している感想も見られた。

5.3 考察

(1) インターフェースについて

画面構成に関しては、ネガティブな意見は無かったが、操作性について、若干の不満が見られた。たくさん似たような入力を繰り返す際に、何度も配置しなおさなければならないといった問題点があるなど、ユーザの入力しやすいシステム構成に工夫する必要があると感じられた。

(2) 知識の反映について

記述した知識自体は、システムにかなり反映されているという印象を与えていることがわかった。しかし、ある知識がユーザの望まないときにも適用されてしまうといった副作用についての指摘があった。我々人間の持っている知識は、様々な例外を含んでいるものが多く、条件分岐を記述できるシステムの設計についても考察していく必要があるだろう。

(3) メタ認知の促進について

アンケートの感想から、このシステムを使うことによって、自分の持っている知識を反省する「メタ認知」的な意見が得られた。本システムの一つの目的であるメタ認知の促進に一定の効果があることが示唆された。

今回の評価実験は使用期間が短かったこともあり、本システムの学習効果について議論するだけの十分なデータは得られなかった。上述のインターフェースを改善して、より良いシステムを提供し、長期間の実験を行うことで、学習効果についても考察していきたい。

6. おわりに

本報告では、まず人間の持っている5五将棋の知識の中から比較的記述の容易な4つの知識を表現する文法を定義した。そして、その知識を、マウスによる直観的な操作により知識ファイル上に記述する「知識記述システム」を構築した。さらに、記述された知識ファイルを読み込んでその知識に沿った手を自動的に選択する「知識反映システム」も構築した。この二つのシステムにより、特別なプログラミング能力を持たなくても、直観的に記述した知識を反映して動作する将棋プログラムが実現された。

今後は、評価実験によって明らかになってきたシステムの不備を改良したものを一般公開し、より多くのユーザに使用させて、その学習効果について考察していきたい。

参考文献

- [1] 滝沢武信：コンピュータ将棋の現状 2006 春、情報処理学会ゲーム情報学研究会、GI-16-1, pp.1-8 (2006).
- [2] 保木邦仁：コンピュータ将棋における全幅探索と *futility pruning* の応用、情報処理学会誌、47-8, pp.884-889 (2006).
- [3] 滝沢武信：「全幅探索」と学習による新感覚のコンピュータ将棋の成功とその高速アルゴリズムの及ぼす影響、情報処理学会誌、47-8, pp.875-881 (2006).
- [4] 伊藤毅志：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、情報処理学会論文誌、Vol.46, No.6, pp.1527-1532 (2005).
- [5] Wikipedia・5五将棋、<http://ja.wikipedia.org/wiki/5%E4%BA%94%E5%B0%86%E6%A3%8B>
- [6] 日本5五将棋連盟 HP、<http://www.geocities.co.jp/Playtown-Spade/8662/>