

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007年度～2008年度
 課題番号：19500222
 研究課題名（和文） ヒューリスティックスを直観的に記述できるゲームプレーシステム
 研究課題名（英文） Game play system that can describe heuristics intuitively
 研究代表者 伊藤毅志（TAKESHI ITO）
 電気通信大学・電気通信学部・助教
 研究者番号：40262373

研究成果の概要：

本研究では、5五将棋と呼ばれる小路盤の将棋を題材に知識を直観的に記述できるシステム KIDS（Knowledge Intuitive Description System）を構築した。現在のところ、システムは完成し、実用に足るレベルに到達した。ユーザの直観的知識記述が可能で、ユーザが記述した知識ファイル通りに、自動的に対局できるシステムが構成され、ユーザの期待通りの指し手が生成されることが確認された。

電気通信大学において、5五将棋の大会を数回開催し、5五将棋に関心を持つプレーヤーが増え、KIDS をネット上で公開することにより、KIDS を用いた大会も行われた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：認知心理学、ゲーム情報学

1. 研究開始当初の背景

ゲームを題材とした研究では、国外ではチェスを題材としたもの、国内では将棋を題材としたものが数多く行われてきた。実際チェスなどのゲームを題材に、人工知能や認知科学の研究が非常に数多く行われてきたので、「チェスは人工知能研究のミバエである」（Alexander Kronrod）と言われる。強いチェスや将棋のプログラムを作るという目標に向けて行われてきた研究の結果、ゲームという

問題解決空間をゲーム木という形で表現し、様々な探索技術を進歩させ、コンピュータ能力の向上に伴って非常に強いプログラムが出現している。チェスでは1997年に当時の世界チャンピオンを破り、将棋ではアマチュアトップクラスに迫るレベルになっている。

これらの研究の方向性を見ると、「膨大な探索を如何に早く効率的に行うか」というものがほとんどであったと言える。

私は、これまでに、人間の将棋プレイヤーの熟達者を対象に、記憶や思考に関する認知心理学的な実験を行い、人間の熟達者の思考を調べてきた。その結果、熟達者は、必ずしも多くの先読みを行わず、局面を見た瞬間に経験的知識が呼び出され、考慮すべき手が直観的に2、3手に絞られることがわかってきた。熟達者の行っている先読みは、自分の直観を検証するという形で行われることが明らかになってきた。

このような点から、現在の強いコンピュータ将棋は、人間のプレイヤーから見ると、以下のような歪な進化を果たしてきたと言える。

(A)探索重視であるため、詰め将棋のような限定的な探索が行える(王手とその応手だけ調べればよい)状況では、人間の熟達者を凌駕している。

(B)コンピュータは、長期的な展望(狙い)を持った思考をすることができないため、序中盤で指し手に一貫性が無い。

人間のプレイヤー(特に熟達者)は、コンピュータのように膨大に探索することができないので、様々な知識を獲得し、直観を研ぎ澄まし、「如何に読まずに正しい手を見つけるか」という方向性で学習している。将棋では、このような知識を「大局観」と呼ぶが、これは人間の持つ高度に洗練されたヒューリスティックスであると考えられる。私は、これまでに、このような人間のヒューリスティックスを組み込んだコンピュータ将棋の開発を目指してきた⁸⁾。しかし、この試みを実現するには、将棋のルールや知識に熟知して、しかも高度なプログラミング能力が必要であり、一般のプレイヤーが持ちうる知識を容易に組み込むことが困難であるため、開発に多大な労力を必要としてきた。

2. 研究の目的

本研究では、将棋を題材にして、将棋をプレイするのに必要な典型的なヒューリスティックス(知識)を事前に調べ、プレイヤーが特別なプログラミングの知識を持たなくても、直観的にその知識を記述できる将棋プログラム開発システムの構築を目指す。

3. 研究の方法

研究は、大別して「心理実験」「プログラム開発」「ユーザ実験」の3つの段階から構成される。

「心理実験」では、将棋などのゲームをプレイする人間のヒューリスティックスを発話プロトコルや聞き取り調査により抽出す

る。そして、得られたヒューリスティックスを詳細に分析して、コンピュータに組み込むための表現形式に合わせて分類していく。

「プログラム開発」では、将棋などのゲームをプレイできるシステムの構築を行う。そして、実験で得られたヒューリスティックスをもとにして、直観的に入力可能な形式の表現に変換し、マウスとテンキー程度でヒューリスティックスを記述できるようなシステムを構築していく。

具体的にシステムは、ユーザが直観的に知識を記述して、知識ファイルを形成する「知識システム」と知識ファイルを読み込んでその通りにプレイする「対局システム」の2つから構成される。

「ユーザ実験」では、完成したシステムを被験者などのモニターに使わせて使用感を検証する。十分実用に足るシステムが開発されたら、WEBなどを用いて一般ユーザを対象に公開し、可能であればネット上などで個々のユーザがシステムを使って構築したプログラム同士の大会などを企画していく。

4. 研究成果

心理実験の結果から、熟達化するにつれてプレイヤーの持つ知識は、論理的な思考から直観的で高度に手続き化された知識へと変化していくことが確認された。

具体的には、熟達者は、「局面を見てすぐに手が浮かぶ」「読みよりも感覚」というような経験的知識に基づいて、「良い形」「悪い形」という知識が研ぎ澄まされ、「パターンに対応した指し手」という知識を有していることがわかってきた。

これらの知見をもとに、KIDS (Knowledge Intuitive Description System) を提案し、構築した。

KIDSは、図1のように、ユーザの持っている知識を直観的に記述できる「知識記述システム」と記述された知識を反映してプレイする「知識反映システム」の二つの部分から構成される。

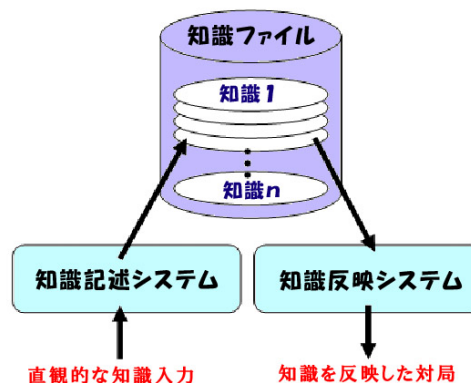


図1 KIDSの構成

知識は、「駒の価値」「駒の絶対的位置関係」「駒の相対的位置関係」「相対的位置関係と指し手」に関する記述が可能で、心理実験で得られた知見を枠組みにした構造と成っている。

記述した知識は、システム内に知識ファイルとして蓄えられ、ユーザはその知識を再確認することが出来るようになっている。

このシステムを使うユーザは、自己の知識を客観的に眺めることができ、これによって、「メタ認知」を促す学習も期待できる。

ベータ版として、上記の機能のみを組み込んだシステムを作成し、ユーザに評価させ、以下のような主な改良を行ってきた。

・ 入力インターフェイスの改善

駒の価値の大きさをバーで表すようにし、駒単体の位置関係の知識を入力する際に入力した点に応じて盤を色分けするなど、ユーザが自分の入れた知識同士の関係がわかりやすくなるようにした。

これらの改良から、人間は単一の知識として駒単体の位置などを評価しているのではなく、他の知識との相対的な評価を持っているということが考察される。

・ 新たなパラメータの導入

駒同士の位置関係の知識を現す際に、初期の KIDS では「駒」というパラメータの位置関係しか表すことができなかったが、そのパラメータに「空白マス」や「任意の駒」といった新しい要素を追加した。また、「駒の利き」という新しい種類のパラメータを導入し、お互いの駒の利きがどのようになっているかを記述できるようにした。

KIDS の改良を重ねていくうちに、システムの特徴から来る問題点があることがわかった。ユーザが自身の知識の具体的な形とその知識の重要度までを理解して「自分がこういう知識を持っている」という自覚がなければ円滑に記述できなかったということである。しかし、人間は無意識で運用している知識の方が多く、それらを意識（具体化）するのが難しい。ただ盤と駒を提示しても何を記述してよいかわからないという事態に陥ってしまうことが多かった。

また、システムの入力部と反映部が分かれているため、知識を入力しても、実際に使われている局面まで反映システムを進めなければちゃんと使われているか確認ができず、その後の修正にも時間がかかった。

これらの問題を解決するために、対話によ

り知識を記述できるシステムを提案し、I-KIDS (Interactive-KIDS) と名づけた新しいシステムを考案した。

従来の KIDS ではユーザは作成した知識ファイルを知識反映システムで動かし、対局を見守り、対局終了後に反省点などを頭の中で考えて、再度知識記述システム呼び出して知識を改良していくという過程で開発を行っていた。

これに対し、本研究で提案する対話システムでは、対局の最中にユーザが違和感を覚える手を指した場合に対局を中断し介入することができる機能を加えた。これによって、具体的な局面でシステムと対話形式で知識ファイルを生成・改良していくことを可能にした。ユーザは対局観戦中に自由に中断をすることができ、そのときにコンピュータにどの手を指せばいいのか、なぜその手が良いのかを教えていくことができる。

この I-KIDS が具体的にユーザにどのような効果を与えているのかを調べるために、以下のような評価実験を行った。

実際に構築した I-KIDS を被験者に使わせ、アンケートやインタビューを通して評価実験を行った。

・ 実験

4人の被験者に本システムを3週間ほど使わせ、お互いの知識ファイルを戦わせた。その後アンケートとインタビューでシステムを評価させた。

また、電通大で開催した5五将棋大会で KIDS 部門を開催し、参加者の方にアンケートに答えてもらった。

・ 主な結果と考察

①知識を抽出するシステムとして

対話システムは、局面に対して知識を入力できる点では「記述システムでは思いつかなかった知識を入れることができるようになった」など、無意識の知識が抽出できるようになったことを示唆する意見あり、システムの試みは成功したと言ってよい。一方で、局面と少しでも状況の違う知識を入力できないなど、知識を抽出するシステムとしては改良の余地は多いと言える。

I-KIDS 全体としては、入力した知識を整理する機能の追加や、類似する知識を判定して表示してほしいという意見が多かった。また、静止的にその局面を捉えた知識だけではなく、定跡や手筋などのようにその前後の局面を時間的に捉えた知識を記述したいという要望もみられた。

②人間の知のメカニズムを解明する手法と

して

ユーザの意見から、人間は序盤では大きく捉えていた「位置関係の知識」が、中盤以降では一つ一つが細かくなっていき、それらを組み合わせて局面を捉えようとしているとしていることが示唆された。さらに、上述したように、人間は定跡・手筋というものを、ただその局面ではこの手を指せばよいという知識の集合体としてではなく、その前後の展開との繋がりなどをも含めて一つの知識として捉えている可能性があるということが推察された。

これらの話は、次の一手実験の結果などから提唱されている「空間的チャンク」「時間的チャンク」という概念を追認するものであり、I-KIDS の評価・再構築を繰り返す過程で人間の知のメカニズムが解明するという手法は、効果があるものと思われる。

③I-KIDS がユーザに与える影響

「序盤と終盤で手を変えるために小さな知識があわさって一つの陣形となるように知識を入力した方が強くなる」という意見が見られた。実際に I-KIDS ではただ陣形の完成形を覚えさせて、それを高得点としてコンピュータにその形になるように指させても強くはならない。コンピュータは、「なぜその陣形がよいのか」が理解できていないために応用性が薄くなり、定跡から外れた中盤以降にその知識が機能しなくなるからである。そのことに気づいた被験者は大きな位置関係の知識を小さな位置関係に分解して入力していた。このような入力方法を行うためには大きな位置関係の知識を分析し、その良い部分ごとに分解をしなければならず、その過程で自分の知識に対する理解が深まるものと思われる。

また、ユーザ自身から「I-KIDS を使うことで大局観を得た」という意見も挙がっている。これらは一部の例でしかないが、I-KIDS が学習効果に結び付いている可能性が示唆された。

まとめると、本研究では、以下のようなことを行った。

KIDS という熟達者に知識を表現しやすい形で記述させそれを反映させることで熟達者の知識を抽出するシステムを構築し、システムを評価・改良していく過程で人間の知識のメカニズムを明らかにしていく研究手法を提案した。また、人間が無意識に持っている知識を円滑に抽出することができるようにするために、対局中に知識を入力することができる対話システムを提案・構築し、これを含めて I-KIDS とした。

評価実験の結果から、このシステムで人間

の知識をある程度抽出することができていることが確認された。また、I-KIDS の評価の過程で人間の持つ知識のメカニズムを明らかにしていく研究手法は、従来の手法での関連研究の結果に対してそれらに追従する内容の意見などを聞くことができるなど、その有効性もみられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ①伊藤毅志：コンピュータの思考とプロ棋士の思考—コンピュータ将棋の現状と展望—、情報処理学会論文誌、Vol. 48, No. 12, pp. 4033-4040 (2007).

[学会発表] (計 4 件)

- ①滝沢洋平、伊藤毅志：対話形式で知識を抽出する 5 五将棋システム I-KIDS、ゲームプログラミングワークショップ 2008、pp. 160-166 (2008. 11. 09. 箱根セミナーハウス).
- ②滝沢洋平、伊藤毅志：知識を直観的に記述できる 5 五将棋システム、ゲームプログラミングワークショップ 2007、(2007. 11. 11 箱根セミナーハウス).
- ③Yohei Takizawa and Takeshi Ito: KIDS: Knowledge intuitive description system in 5×5 Shogi, International Symposium on Skill Science 2007 (2007. 9. 19. 慶応大学三田校舎).
- ④伊藤毅志、滝沢洋平：知識を直観的に記述できる 5 五将棋システム、情報処理学会ゲーム情報学研究会、17-3, pp. 17-23, (2007. 3. 5. デジタルハリウッド大学).

[図書] (計 1 件)

- ①羽生善治、伊藤毅志、松原仁：先を読む頭脳 (新潮文庫) (2009).

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他]

<新聞等への掲載>

- 5×5 盤将棋 普及へ王手【'09.05.28 日本経済新聞朝刊 最終面文化欄】

ホームページ等

<http://minerva.cs.uec.ac.jp/~uec55/>

<http://minerva.cs.uec.ac.jp/~taki0you/kids/okiba.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者 伊藤毅志 (TAKESHI ITO)
電気通信大学・電気通信学部・助教
研究者番号：40262373

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし