

平成 22 年 4 月 10 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19300044

研究課題名（和文）名人を超えるコンピュータ将棋

研究課題名（英文）A computer challenging human champion in shogi

研究代表者

飯田 弘之（IIDA HIROYUKI）

北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：80281723

研究成果の概要（和文）：将棋ソフトは近年大幅に改善されてきた。早指しであればコンピュータが名人に勝つことも不可能ではない。本研究で開発した将棋ソフト TACOS は、研究開始当時、他の将棋ソフト同様、序盤や中盤などいくつかの致命的な欠点があった。本研究における様々な技術的進歩によって TACOS の強さは大幅に改善され人間を超えるほどに至った。顕著な進歩の例として、証明数を用いた AND/OR 木探索があげられる。その他多くの改良により名人レベルに到達できた。

研究成果の概要（英文）：

Shogi programs have been improved significantly in the recent years. In a speed game it is possible for a computer to win against the masters. Our shogi programs TACOS, like other programs, had some clear weaknesses, in particular in the opening and the middle game. In the endgame stage the mating search works well, and a computer can almost outperform the best human players. One of the significant advances is the development of proof-number-based AND/OR tree-search algorithms for the domain of mating search. With many efforts in this direction such as opening strategy and various search enhancements, TACOS became strong sufficiently to compare the human masters.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
総計	5,800,000	1,740,000	7,540,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：名人の知、将棋、ゲームソフト、ゲーム理論値、人工知能

## 1. 研究開始当初の背景

コンピュータ将棋の実力が年々向上し、まもなく名人に近づくだらうとの期待感が高まり、本研究のスタート時点では、当該分野の研究動向は社会的に大いに注目される背景があった。

2005年9月18日、本研究で本格的に開発を進めることになった将棋ソフト **TACOS** が日本将棋連盟のプロ棋士・橋本崇載五段との公開対局が実現した。**TACOS** は予想以上の善戦となり、勝利目前まで迫り大きな反響をもたらした。その試合がきっかけとなって、日本将棋連盟は所属のプロ棋士に対して将棋ソフトとの公開試合を許可制にするという、事実上の禁止対策を発表し、NHK番組で報道された。このことからわかるように、すでに **TACOS** はプロ棋士のレベルに近づいていたことは明白である。

しかし、**TACOS** を含むすべての将棋ソフトが名人を超えるには技術的に達成しなければならない重要な課題がいくつもあった。例えば、序盤戦術が非常に乏しく、コンピュータは序盤早期の段階で簡単に形勢を悪くしてしまうという傾向がみられた。具体的には、序盤定跡に登録してあるプロ棋士の棋譜を参考にして、単なる同一局面の検索程度のことしか処理をしていない状況であった。そのため、定跡から外れた場合に動作がおかしくなり、弱点を露呈するということがしばしば生じた。中盤ではエキスパートの高度な判断である大局観に相当する将棋ソフトの思考部分が不十分なケースがしばしば現れ、方向違いの着手が選択されるという弱点があった。

## 2. 研究の目的

名人を超える将棋システムを開発することに焦点を当てて本研究を推進した。そのためにクリアしなければならない課題を見出し、そして、それらに対して新たな技術を開発することで改善するというパターンを繰り返す、ついには名人を超えるという方針で本研究を遂行した。

また、名人を超える将棋ソフトの開発を行う途上で様々な基礎技術や新たな概念を考案した。それらの応用として、ゲーム理論値を予測する技術を開発した。

さらに、名人に匹敵するような強い将棋ソフトを利用して、ゲーム場における知と知の相互作用を探究するという人工知能の深い課題に挑戦した。

## 3. 研究の方法

将棋ソフトはゲーム木探索と局面評価の融合によって実現される。序盤、中盤、終盤を名人レベルかそれ以上のレベルでプレイするために、様々な工夫を検討する。探索ア

ルゴリズムや局面評価のための新たなアイデアを考案する。提案する手法を検証するための評価実験を実施する。

本研究で用いた手法は、次のように分類できる。(1) 他者との実戦を重ねる。(2) 改善点を見つける。(3) 改善するための新たな技術を開発する。

他者との対戦では、インターネット上の将棋クラブでの自動対戦、他の将棋ソフトとの自動対戦、上位者との手動対戦などがある。思考時間など様々な条件設定の下、数多くの自動対戦実験を実施した。

改善点を見つけるために、自動対戦の成績の統計を解析し、あるいは、エキスパートの方に分析していただいた。

## 4. 研究成果

序盤でコンピュータが自分の思考特徴を理解した上で、有利な序盤戦術に相手を誘導する技術を開発した。定跡を外れた場合の序盤戦術の継承に着目し、序盤から中盤への滑らかな移行ができない戦型は選択し難いように自動調整される。コンピュータが自分の長所・短所を把握した上で、序盤戦法を適切に選択できるように、序盤定跡の木構造に重み付けを行う手法を開発した。この成果により、序盤で不利になるケースが極端に減少し、むしろほとんどの場合、優勢に中盤まで進めることができるようになった。とりわけ、プロ棋士のような人間の強いプレイヤーと対局する際に重要な役割を果たしている。

中盤での先読み探索も大幅に改善された。自然言語処理の技術の応用として、**context killer heuristics** を考案し、探索の効率化および着手選択の質向上を実現した。また、局面の評価関数の性能を改善するために、ボナンザメソッドと呼ばれる勾配法に基づく最適化方式を利用した。学習の収束時間に大きな課題があったが、収束時間を大幅に短縮できる最適化アルゴリズムを開発し、その有用性を対戦結果によって検証した。

終盤では、相手王の詰みに関する探索は **AND/OR** 木探索問題に帰着するケースがしばしば発生する。将棋のような複雑なゲームでは、20手を超えるような十分深い探索は時間がかかり過ぎるので実用的でない。短時間で終盤の寄せ合いを処理できる探索アルゴリズム (**Weak Proof Number Search**) を考案した。オセロを題材として、その探索アルゴリズムの性能を評価した結果、従来の手法では終盤で残り空きマス 28 が限界であったのが、残り空きマス 33 くらいまで探索できるようになった。この成果は将棋の終盤をさらに充実させ、レベルアップに寄与した。

本研究で開発した **TACOS** は 2008 年に北京で開催された **Computer Olympiad**、および 2009 年にスペインで開催された **Computer**

Olympiad で優勝した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 11 件)

- [1] J. Kloetzer, H. Iida and B. Bouzy, Playing Amazons Endgames, *ICGA Journal*, 32(3), 140-148, 2009 査読有
- [2] A. Cincotti, S. Komori, and H. Iida, The Game of Synchronized Triomineering and Synchronized Tridomineering, *International Journal of Computational and Mathematical Sciences*, 2(3), 143-148, 2008 査読有
- [3] A. Cincotti and H. Iida, The Game of Synchronized Domineering, CG2008, *Lecture Notes on Computer Science*, 5131, 241-251, 2008 査読有
- [4] T. Ueda, T. Hashimoto, J. Hashimoto, H. Iida, Weak Proof-Number Search, CG2008, *Lecture Notes on Computer Science*, 5131, 157-168, 2008 査読有
- [5] 作田・飯田, 不完全情報ゲームでの可能局面数え上げに基づく着手決定一軍艦ゲームを題材として, ゲーム学会誌, 2(1), 28-35, 2008 査読有
- [6] A. Cincotti and H. Iida, the Game of Synchronized Maundy Cake, *Proceedings of 7th Annual Hawaii International Conference on Statistics, Mathematics and Related Fields*, 422-429, 2008 査読有
- [7] 小森・A. Cincotti・橋本・飯田, 同時着手ゲームにおける  $\alpha\beta$  探索, 第 13 回ゲームプログラミングワークショップ, 2008, 11, 132-135, 2008 査読有
- [8] A. Cincotti, H. Iida, J. Yoshimura, Refinement and Complexity in the Evolution of Chess, *Proceedings of the 10th International Conference on*

*Computer Science and Informatics*, 650-654, 2007 査読有

- [9] J. Hashimoto, T. Hashimoto, and H. Iida, Context Killer Heuristic and Its Application to Computer Shogi, *Proceedings of Computer Games Workshop*, (eds. Jaap van den Herik et al.), 39-48, 2007 査読有
- [10] J. Kloetzer, H. Iida, and B. Bouzy, The Monte-Carlo Approach in Amazons, *Proceedings of Computer Games Workshop*, (eds. Jaap van den Herik et al.), 185-192, 2007 査読有
- [11] A. Cincotti, H. Iida, The Game of Synchronized Cutcake, *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games*, 374-379, 2007 査読有

[学会発表] (計 13 件)

- [1] 飯田, ゲームの魅力—新たな学際的研究を目指して—, 京都大学産官学連携センター N E D O 特別講座計算科学セミナー, 2009.7.30, 京都
- [2] H. Iida, Computers and Japanese Art, *Symposium TiCC : Computers and Art* (基調講演), Tilburg University, 2009.3.27, Tilburg, オランダ
- [3] H. Iida, Using IT to Support Human Dignity from Gerontology's Perspective, *Gerontology International Synthesis Conference 2009* (招待講演), 35, 2009.3.13, ビジャカパトナム, インド
- [4] H. Iida and A. Cincotti, The Game of Synchronized Domineering, *International Conference on Computers and Games (CG2008)*, 2008.9.29, Beijing
- [5] 小森, CINCOTTI A, 飯田, 同時着手

Domineering におけるモンテカルロ法の適用, IPSJ-SIG-GI-20, 59, 51-58, 2008. 6. 26, 東京

[6] 飯田, なぜコンピュータが名人に迫れるのか, 京都大学公開講座, 2008. 3. 29, 京都

[7] H. Iida, Fairness, Judges and Thrill in Games, IPSJ SIG Technical Report, 28, 61-68, 2008. 3. 12, Tokyo

[8] H. Iida, On Games and Fairness, IPSJ Symposium Series, 10, 17-22, 2007. 11. 9, Hakone

[9] H. Iida, On Games And Fairness, Symposium "Intelligent System" (invited lecture), 2007. 10. 12, Maastricht, オランダ

[10] 飯田, ゲームと知能, 福井ライフ・アカデミー現代的課題講座「先端科学」, 2007. 9. 8, 小浜市

[11] 飯田, コンピュータ将棋とゲーム情報学, 近畿大学総合理工学研究科学際セミナー特別講演会, 大阪, 2007. 7. 13, 大阪市

[12] H. Iida, The Omniscient Play in Games, IPSJ SIG Technical Reports, 62, 39-46, 2007. 6. 22, Hiroshima

[13] H. Iida, Computer Games in Science and Technology, *Official Opening of the New National Supercomputer Huygens* (invited lecture), 2007. 6. 14, Amsterdam, オランダ

[図書] (計 3 件)

[1] 飯田, 清水, ゲーム理論プラス「ゲーム理論とコンピュータ将棋」, 日本評論社, 2007, pages 20-27

[2] H. Iida, On Games And Judges in 「Liber Amicorum」, editor (Erik Postma), MICC Universiteit Maastricht, 2007, pages

13-19

[3] 飯田, 「名人・達人・鉄人—知能の創造と進化—」, さきがけものがたり: 世界が認めた日本発研究制度と若手科学者たち, (独) 科学技術振興機構, 2007, pages 111-121

[その他]  
ホームページ等  
[http://www.jaist.ac.jp/profiles/info.php?profile\\_id=00429](http://www.jaist.ac.jp/profiles/info.php?profile_id=00429)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

飯田 弘之 (IIDA HIROYUKI)  
北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授  
研究者番号: 80281723

### (2) 研究分担者

( )  
研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )  
研究者番号: