

指し手の統計情報に基づく探索の効率化

石原 一平¹ 長嶋 淳¹ 竹歳 正史¹
梶原 羊一郎¹ 橋本 剛² 飯田 弘之^{1,3}

概要

現在コンピュータ将棋において 探索アルゴリズムが広く使われている。探索アルゴリズムでは、探索の効率化が非常に大事である。効率化することによって、限られた時間内でより深く探索できるようになり、結果として将棋プログラムの実力は向上する。それゆえ、探索の効率化に関する様々なアイデアが提案されている。本稿では、プロ棋士の棋譜からの統計情報を用いた探索の効率化を提案する。効率化をするために、プロ棋士の棋譜から得られる指し手の統計情報に基づき、プロ棋士によって指された手の頻度に注目することで指し手の順序付けを行なう方法を提案する。将棋プログラム上にこのアイデアを実装し、テスト問題による実験や対戦を行い探索の効率化を評価したところ、効率化が確認できた。

Search Efficiency based on the Statistics of Moves Played

Ippeii Ishihara, Jun Nagashima, Masahumi Taketoshi,
Yoichiro Kajihara, Tsuyoshi Hashimoto and Hiroyuki Iida

Abstract

In the present computer shogi, alpha-beta search algorithm is often used. In the alpha-beta search, the issue of search efficiency is important. The increasing of the efficiency enables a computer to look ahead more deeply within the limited time, and then the program could become stronger. Various ideas for the search efficiency have therefore been studied and proposed. This paper presents a new approach to the search efficiency while using games scores played by shogi grandmasters. The basic idea is to obtain the statistics on the moves with its specific movements, namely, square information on moving from-and-to. The frequency of moves played is also considered. The idea is implemented on a shogi program, and evaluated the effectiveness of search efficiency. For this purpose, two experiments are performed: solving test problems and playing games between a program with-and-without the proposed idea.

1 はじめに

法ではゲーム木探索の各ノードで評価値の高い順に探索すると効率化が実現される。それゆえ、指し手を良い順番に並べる指し手の順序付けが本質的である。ところが実際には、探索途中で現在のノードでどの手が良い手であるかはわからない。良さそうな手を先に読むために、これまで様々な工夫がなされている。コンピュータ将棋の分野では著名な将棋プログラムの作者である山下 [2], 金沢 [4], 棚瀬 [3], 等が近年各自の将棋プログラムの順序付けの方法を公表しており、竹歳ら [6] はこれら経験則に基づく手の順序付けがコンピュータ将棋の分野でどの程度有効であるかを詳細に検証している。竹歳らが検証を行った指し手を以下に示す。

- 反復深化法の過程によって得られた前回の最善手

¹静岡大学情報学部
Faculty of Information, Shizuoka University

²静岡大学工学部
Faculty of Engineering, Shizuoka University

³科学技術振興事業団さきがけ研究 21
Information and Systems, PRESTO, JST

- 直前に相手が指した手をすぐに取り返す手
- 直前の相手の手に狙われている駒を逃げる手
- 似たような局面では同じ手が最善手になっている可能性が高いので兄弟ノードでの最善手（キラー手）
- 最も価値の高い駒を取る手
- 最も価値の高い駒が逃げる手

これらはもともとチェスで考案されたアイデアであり、これらの手を先に探索することで探索の効率化が期待できることが知られている。竹歳らの研究によって、将棋の分野でもこれらの手は最善手になる確率が高くこれらの手法が探索の効率化に大きく寄与することが実証された。一方、これらの手の順序付けのアイデアだけではさらに細かい順序付けを行うことはできない。例えば、将棋特有である駒を打つ場合、単純に左上の端から右下へと順に探索すると想定しよう。金を打つ手を考えた場合、図1の5九金打が図2の7六金打より先に探索することになる。しかし、この場合は図2の7六金打の方がより厳しく、図2、図1と順に探索するのが望ましい。一般に、持ち駒を打つ場合だけでなく、端から探索するのは決して効率が良いとはいえない。細かい部分ではあるが、このような手の順序付けを多少でも改善できれば探索が大きく効率化される場合も少なくない。

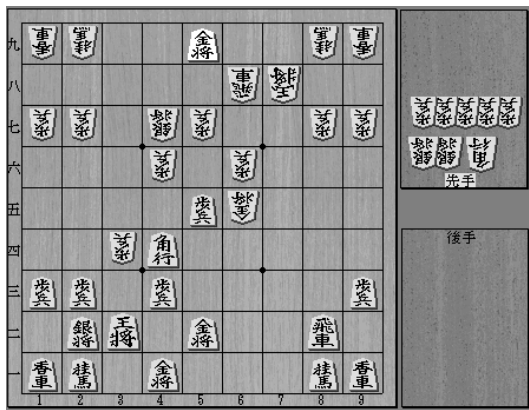


図 1: 金を打つ手の例 1 (5九金)

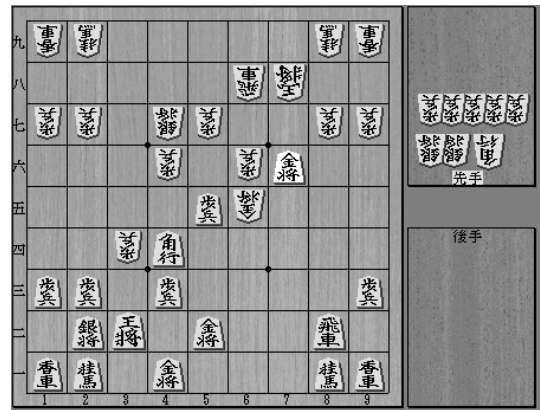


図 2: 金を打つ手の例 2 (7六金)

2 指し手の統計情報

現在将棋プログラムで用いられている探索法として、局面の実現確率という概念に基づく実現確率探索がある [5]。この探索法では、プロ棋士の棋譜を統計情報として指し手の分類をし、分類ごとに遷移確率を求め、そして、手の重みを自動的に計算できるので、見込みのありそうな指し手を深く読むために利用している。また、指し手の統計情報を用いることは、一度この情報を得ることにより次からの計算が少なくなるので、探索のコストダウンにもつながる。本研究では、分類後の指し手のソーティングにプロ棋士の棋譜の統計情報を使うことにした。遷移確率よりさらに簡単な統計情報を使うことによって、探索のコストダウンと効率化を目指す。

2.1 指し手の統計情報を得る

トッププロ棋士の一人である羽生善治の実戦棋譜集 600 局から指し手の統計情報を獲得する。指し手の統計情報とは、どのマスにどの駒を打ったのか、どのマスからどのマスにどの駒を移動したかという情報であ

る。あるマスに対して、棋譜に現れる一手一手の駒の移動や駒打ちの回数をカウントし、指し手の統計情報とする。

2.2 統計情報の例

図3は得られた統計情報の一例である。これは先手側が角を打つ場合の統計情報である。例えば7一の地点が47,4九の地点が1となっているが、これは羽生善治の実戦棋譜集600局の中で先手が7一に角を打つ手が47回、4九に角を打つ手は1回しかなかったことを意味する。7一に角を打つ手が一番多いが、相手側の飛車が8二の地点に存在することが多いのでそれを狙っての指し手(図4)や、8二にいる美濃囲いの王を攻撃する手(図5)などが多いためである。このようにして、飛車に当てつつ同時に他の狙いを持つ7一角の手が高い頻度で指される。6一角と打つ手が多いのも、同じように飛車に当てるなどの意味があるからだろう。全般に中央に角を打つ手が多いのは、攻防に打つために必然的にこのような傾向が現れていると想定できる。この統計をソーティングに使えるば、7一,6一や中央付近から探索を始める事ができる。

先手が角を打った回数

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
一	2	2	47	33	25	18	15	10	6	一
二	---	7	8	8	6	5	7	13	3	二
三	4	21	15	17	21	14	12	11	4	三
四	1	3	9	17	11	9	17	2	2	四
五	2	2	5	25	22	6	7	4	6	五
六	7	9	19	25	23	28	2	8	3	六
七	---	4	18	5	6	2	12	9	---	七
八	5	6	1	9	3	---	4	6	8	八
九	---	1	3	4	2	1	---	---	---	九

図3: 指し手の統計情報の例(先手が角を打つ手)

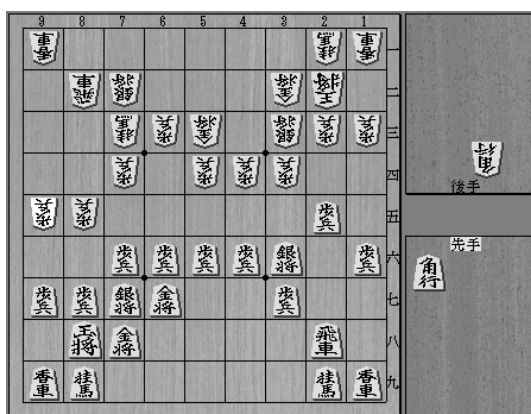


図4: 7一角が有効な盤面(飛車に当てる)

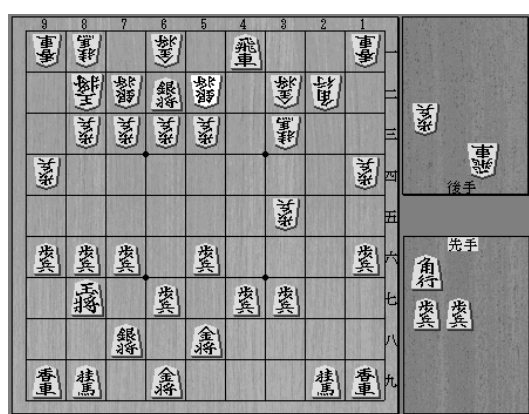


図5: 7一角が有効な盤面(美濃囲いの玉を攻める)

2.3 指し手統計情報の利用

上述した指し手の統計情報を用いることにより、 α 法を使用している将棋プログラムへの利用を試みた。これまでの効率化方法での分類後のソーティングがなされていない部分に、指し手の統計情報を利用することで探索の効率化の可能性を探る。具体的には、プロ棋士によって高い頻度で指されている手の座標（マス）から順に探索する。プロ棋士の高い頻度で指される手は、良い指し手が多いはずなので、端から探索するよりも効率よく探索できると考えるのが自然である。この方法を用いて探索の効率化が期待される。

3 実験

指し手の統計情報の効果を確認するための実験を実施した。次の一手問題を解かせる実験と自動対戦させる二種類の実験を行い、探索ノード数を測定した。これらの実験は将棋プログラム Tacos を使用し、マシンは CPU が ATHLON XP2400+, メモリが 512MB, OS が WINDOWS2000 の条件の物を使用した。指し手の統計情報の値を付加して手の順序付けを行なったプログラムとそうでないプログラムを使い比較実験を行った。ここで探索は α 法を基本とした実現確率探索で、実現確率を閾値として反復深化を行っている。詳細は [7] を参照されたい。指し手の統計情報の違い以外はなく、どちらのプログラムも指し手を分類し探索する。

3.1 テスト問題を解かせる実験

将棋プログラムにコンピュータ将棋用テスト問題 48 題 [1] を解かせた。1 問あたりの探索ノード数とかった時間を測定した。

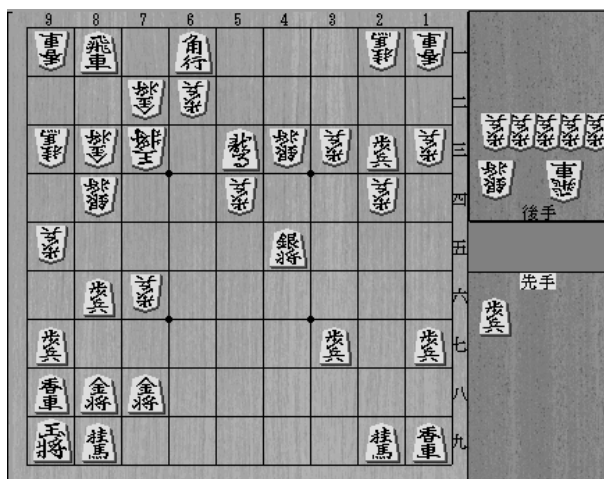


図 6: テスト問題第 1 問

3.2 対戦実験

プログラム同士の自動対戦をさせた。序盤のランダムな局面（11 手目）を 25 局用意し、それぞれ先後逆にして 50 局対戦させた。この時 1 手を 5 秒, 10 秒, 15 秒と変化させたときの勝率を調べた。なお、時間打ち切りの場合は、それまでの最善手を用いる。手数が 300 手になったときは、引き分けとする。

4 実験結果

最初の実験の結果は表 1 のようになった。これを見ると、1 問あたりの平均時間が 2.2 % 短縮し、平均探索ノード数は 3.9 % 減少した。このように、探索の効率化が確認できた。

表 1: テスト問題を解かせる実験の結果

比較項目	実装あり	実装なし
解いた問題数	4 問	3 問
1 問あたりの平均時間 (sec)	5.755	5.891
平均探索ノード数	43326	45083

対戦実験の結果は表 2 のようになった。1 手ごとの思考時間の変化には依存しなかった。指し手の統計情報を付加したプログラムの方が勝率が高い。探索効率化の恩恵として、余分に探索できたからであると考えられる。

表 2: 対戦実験の結果

1 手あたりの秒数	実装あり 対 実装なし	勝率
1 手 5 秒	26 勝 23 敗 1 分け	0.531
1 手 10 秒	25 勝 25 敗	0.500
1 手 15 秒	26 勝 24 敗	0.520
total	77 勝 72 敗 1 分け	0.517

これらの実験を通して、指し手の統計情報の値を付加し手の順序付けをしたプログラムは、そうでないプログラムに比べ、探索が効率化され探索時間が短縮されている。またその結果として、プログラムは強くなった。本稿で提案する統計情報に基づく手の順序付けのアイデアが探索の効率化に貢献することがわかった。

5 結論および今後の課題

本研究では将棋プログラムにおいてプロ棋士の棋譜を用い、指し手の統計情報を得て、これを手の順序付けとして探索アルゴリズムに組み込むことにより探索を効率化する方法について提案した。実験の結果、指し手の統計情報を使うことにより、良さそうな指し手から探索することができ、法の枝刈りが効率よく行われるようになった。このアイデアは持ち駒を打つ場合に効果的であると考えられる。

今後の課題として、棋譜からどのように指し手の統計情報をとればよいのかという問題がある。今回の実験では、単純に一手一手の指し手をそのまま統計情報として用いたが、囲いのデータや玉周辺の情報などがふくまれていない。得た統計情報としては、どのマスにどの駒が何回指されたかという情報だけである。玉の位置、玉との距離、囲いを分類すること等により、もっと的確な手の順序付けができ探索の効率化は達成できる可能性がある。プロ棋士が高い頻度で指すような手であっても状況が異なれば悪手にもなり得る。玉の位置情報を考慮することで効率化にどう影響するかを明確にする必要がある。つまり、棋譜からどのような指し手の統計情報をとることがより効率化につながるか調べる必要がある。今後は、指し手の統計情報でどのような指し手の情報を得るかを考えることが課題となる。

参考文献

- [1] 松原 仁, 飯田 弘之 (1998). 次の一手形式によるコンピュータ将棋の評価 (その一), コンピュータ将棋の進歩 2, pp.61-111, 共立出版.
- [2] 山下 宏: YSS - そのデータ構造およびアルゴリズムについて, コンピュータ将棋の進歩 2 pp.112-142, 共立出版 (1998)
- [3] 棚瀬 寧: IS 将棋のアルゴリズム, コンピュータ将棋の進歩 3 pp.1-14, 共立出版 (2000)
- [4] 金沢 伸一郎: 金沢将棋のアルゴリズム, コンピュータ将棋の進歩 3 pp.15-26, 共立出版 (2000)
- [5] Y. Tsuruoka, D. Yokoyama and T. Chikayama (2002). Game-tree Search Algorithm based on Realization Probability, *ICGA Journal* 25(3), pp.145-152.
- [6] 竹歳正史, 橋本剛, 作田誠, 飯田弘之: コンピュータ将棋における指し手の順序付けによる探索効率化, 情報処理学会論文誌 43(10), pp.3074-3077. (2002).
- [7] 竹歳正史, 橋本剛, 作田誠, 飯田弘之: コンピュータ将棋における実現確率探索の研究, 第7回ゲームプログラミングワークショップ 2002 論文集, pp.87-92. (2002).