

モンテカルロ法を用いた5五将棋システム

伊藤 毅志、新沢 剛

電気通信大学情報工学科

コンピュータゲームにモンテカルロ法を用いる手法が、近年注目を集めている。コンピュータ囲碁の分野では、かなり強いプログラムが出現するようになっている。

本研究では、探索範囲の狭い5五将棋へモンテカルロ法の適用を試みた。パラメータを変えたり、ヒューリスティックを加えたりすることによって、強いプログラムを作る過程から、モンテカルロ法をチェスライクゲームへ応用する可能性について考察していく。

5×5 Shogi System Using the Monte Carlo Method

Takeshi Ito, Tsuyoshi Niizawa

Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

The technique of using the Monte Carlo method for a computer game attracts attention in recent years. Some strong programs appear in the field of computer Go.

In this research, we tried application of the Monte Carlo method to 5x5 Shogi of the narrow search range. We tried to make a strong program by changing parameters or adding heuristics. From the process, we discuss about a possibility of applying the Monte Carlo method to chess-like games.

1. はじめに

2006年には、コンピュータオリンピック 9路盤部門において、さらに、KGS コンピュータ碁トーナメント 19路盤部門において、モンテカルロ法を用いた囲碁システムが優勝した[1]。このように、モンテカルロ法を用いたゲームプログラムが活躍し、ゲーム情報学の分野では大いに注目が集まっている。モンテカルロ法とは後の章で詳述するが、乱数を用いたシミュレーションを繰り返し行うことにより、近似解を求める手法である。しかし、チェスライクゲームに適用された例は、まだ殆どない。

橋本らは、通常の将棋を題材にモンテカルロ法の応用を試み、将棋特有の問題を幾つか提示している[2]。しかし、試行錯誤の検証を行うには、9×9の通常の将棋は問題として複雑過ぎ、様々なパラメータで実験するには不向きであると言える。

そこで、本研究では、このモンテカルロ法を5五将棋に適用することにする。5五将棋は、通常の将棋の様々なエッセンスを残した縮小版のチェスライクゲームであり、このシステムで得られた知見は、通常の将棋に拡張可能であると考えられる。

本報告では、5五将棋へモンテカルロ法を適用したプログラムを紹介する。そして、そのプログラムを強くするために行ったヒューリスティックスの適用やパラメータの調整について報告し、コンピュータ将棋へのモンテカルロ法の適用の可能性について議論していく。

2. 5五将棋とは

5五将棋は、通常の将棋から派生したゲームのひとつで、1970年に楠本茂信氏が発表したとされている[3]。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あり、それ相応の難易度を有したゲームであることが知られている。

5五将棋では、縦×横が5×5の25マスの盤を用いる。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。ゲームの目的は本将棋と同じで、先に相手の王将（玉将）を詰ますことである。

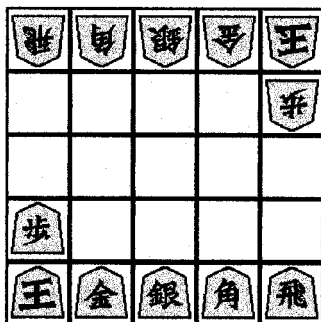


図1 5五将棋の初期配置

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、本将棋と同様に、二歩の禁、打ち歩詰めなどの禁じ手が存在する。

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などから、平均終了手数は約35手、

平均合法手数は30手程度であることがわかってきた。これをもとに探索空間を推定すると、約 30^{35} 通りの局面が想定され、これは、ほぼ 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難易度の位置にあるゲームであると考えられる。

チェッカー	10^{30}
5五将棋	10^{56}
オセロ	10^{60}
チェス	10^{120}
本将棋	10^{220}
囲碁	10^{360}

表1 各ゲームの探索空間比較

このように5五将棋は、通常の将棋のルールをかなり多く引き継ぎつつ、探索空間が狭くなったゲームであることが推定される。

実際に対戦した感想としては、通常の将棋のような序盤の駒組みが殆ど無い点と大駒の価値がそれほど高く無い点などの違いがあるものの、終盤の攻め合いなど多くの点で通常の将棋との類似点が感じられた。

3. モンテカルロ法

3.1 モンテカルロ法とは

モンテカルロ法とは乱数を用いたシミュレーションを何度も繰り返し行うことで、近似解を求める計算手法である。

例えば、下の図2のように円周率 π を求める場合 1×1 の正方形の内部に半径0.5の円を描き、正方形の中にランダムに点を打っていく[4]。

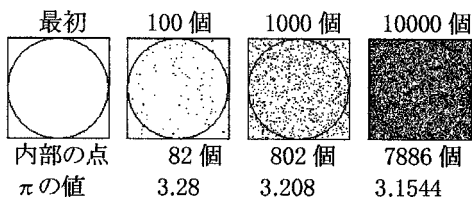


図2 モンテカルロ法による π の計算

この円の面積は $\pi r^2 = 0.25\pi$ 正方形の面積は 1 であるから、無限に点を打つと、

$$\begin{aligned} <\text{円の中の点の数}> : <\text{全部の点の数}> \\ = <\text{円の面積}> : <\text{正方形の面積}> \\ = 0.25\pi : 1 \end{aligned}$$

となり、円の中の点の数の 4 倍 ÷ 全部の点の数 = π となる。図 2 で、点の数が 10000 個の場合で計算すると、 $7886 \times 4 \div 10000 = 3.1544$ と、実際の円周率にかなり近い数字が得られる。

シミュレーション回数が増えるにつれて近似解が、真の値に近づいていく性質がある。このように、実際に乱数シミュレーションを繰り返した結果から近似解を求める方法がモンテカルロ法である。

3.2 将棋への応用

この手法を将棋システムへ応用する方法を考える。まずは、最も単純な応用として、図 3 のようなものを提案する。

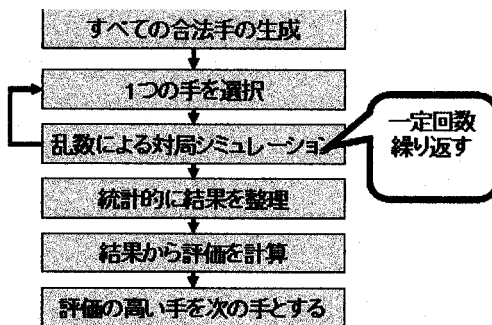


図 3 モンテカルロ法による手の決定過程

ある局面において、自分の合法手の中から 1 つの手を選び、その手に対する相手の手として、相手の合法手の中からランダムに手を選択する。その手に対する自分の手をランダムに生成する。これを交互に繰り返す、決められた手数まで双方の手をランダムに選択し続けることで、乱数による対局シミュレーションを行い、勝敗結果（勝ち、負け、引き分け）を調べる。このシミュレーションを十分な回数行い、統計的に多く

勝ちに結びついた手に高い評価を与える。この方法で、はじめの局面のすべての合法手に対して、同様の乱数対局シミュレーションを繰り返して、評価点を計算し、最も高い評価点を得られた手を次の一手として選択する。

4. モンテカルロ将棋システム(MOSS)

4.1 システムの概要

我々は、3.2 で説明した乱数対局シミュレーションの機能を持たせたモンテカルロ法将棋システム (MOSS: Monte-Carlo Shogi System) を構築した。(特に、5 五将棋にモンテカルロ法を適用したシステムを 55-MOSS と呼ぶことにする。)

本研究では、このシステムに、さらに将棋の知識などのヒューリスティクスを加えることで、徐々に強いプログラムへ改良していく。

55-MOSS は「GUI 部」、「合法手生成部」、「指し手加重部」、「シミュレーション部」、「局面評価部」、「指し手決定部」の 6 つのシステム部で構成されている。

①「GUI 部」では、盤面をモニター上に出力し、対戦時における、駒の移動や対局操作の殆どすべてをマウスによる入力力で可能にしている。

②「合法手生成部」では、5 五将棋のルールに従ってすべての合法手を生成する。

③「指し手加重部」では、生成された合法手に対して、予め記述された知識を用いて、良さそうな手の確率を上げ、良くない手の確率を下げる操作を行う。

④「シミュレーション部」では、「合法手生成部」と「指し手加重部」によって生成された手を乱数によって選択し、モンテカルロ法による対局シミュレーションを繰り返す。

⑤「局面評価部」では、決められた手数に到達し、引き分けになった対局において、終了局面を評価関数で評価する。

⑥「指し手決定部」では、「シミュレーション部」と「局面評価部」で行われた結果を用いて、合法手の評価を行い、その評価に従って、次の

指し手を決める。

4.2 プロトタイプシステムと予備実験

本システムのプロトタイプとして、まず、「指し手加重部」と「局面評価部」のないシステムを構築した。「シミュレーション部」では、完全に乱数のみで手を決定するが、ゲームを終了しやすくするために、合法手の中に一手詰みが存在する場合のみ、その手を選択することにした。

「局面評価部」では、終局までの最長手数を設定し、勝敗に応じて、勝ちに1点、負けに-1点を与え、引き分けは0点を与えることにした。

このシステムを用いて、予備実験として、このシステム同士の対戦を行わせ、その挙動を調べた。その結果、以下のような問題点が明らかになった。

【問題点A】最大手数を長くすると、実行時間が膨大になるばかりか、あり得ない手が積み重なり、信憑性の無い局面ばかりを探索していることが判明した。また、最大手数を短くすると引き分けばかりになった。

【問題点B】図4に見られるように、初手でいきなり1三飛と指したり、後手もこの飛車を取らずに別の手を指したりするような、明らかに駒の損得を無視した悪手が頻繁に見られた。悪手を指しても相手もその悪手を咎めないで、結果として殆ど良い手が生成されなかった。

後手持駒無					
5	4	3	2	1	
飛	馬	銀	金	玉	一
				歩	二
				飛	三
歩					四
玉	金	銀	角		五
先手持駒無					

図4 プロトタイプシステムの悪手例

予想されていたことだが、単にランダム対戦を繰り返すプロトタイプシステムでは、全く良い手が選択されないことが確認された。これは、問題点Aのように、十分な最大手数を設定してやらなければ勝負がつかないということも一つの理由であると考えられるが、ランダム対戦では、長手数になるほど、あり得ない局面を読むことになり、勝敗自体の信憑性も下がるためであると考えられる。

そこで、本研究では、「指し手加重部」であり得る手の確率を上げるとともに、「局面評価部」で、引き分けのときにも優劣の得点を割り振って、いたずらに長手数を読まないシステムを提案し、実験によって、その効果を調べた。

5. 実験と検証

5.1 実験1

問題点Aを解消するために、最大手数を短くし、引き分け局面を評価する「局面評価部」を導入した。5五将棋では、駒の損得、盤上の駒の多さ少なさが局面の優劣に直結していることがわかったので、それぞれの駒（持ち駒と盤上の駒、成・不成の違い）に得点を付けることにより、局面評価関数を設計することにした。このシステムをシステム1とする。

そして、比較実験として、システム1とプロトタイプシステムとの対戦を行った。

<結果>

10戦中7勝3敗で、システム1の勝率が上回った。局面評価関数を導入することで、引き分け局面の結果を手の決定に生かすことができ、問題点Aはある程度解消された。しかし、問題点Bのような悪手は相変わらず現れた。

5.2 実験2

問題点Bを解消するために、「指し手加重部」を導入し、(歩以外の)駒を取る手の選択確率を上げる処理を導入した。一般に5五将棋では、大きな駒損にならない限り、駒を取る手は主導権を握る上で、良い手になることが多い。これ

によって、タダで取られる位置に駒が移動する悪手が減ることが期待される。このシステムをシステム2とし、システム1との対戦実験を行った。

<結果>

10戦中7勝3敗で、システム2の勝率が上回った。詳細に棋譜を調べてみると、明らかに良い手を選択する確率が増え、問題点Bのような明らかな駒損を犯すことが少なくなったが、まだ現れた。

5.3 実験3

5五将棋では、王手を掛ける手も主導権を握る上で重要であり、多くの場合で有効な手であることが知られている。そこで、システム2に王手の選択確率を上げる処理を「指し手加重部」に導入した。このシステムをシステム3とする。そして、このシステムの動作実験を行った。

<結果>

王手を掛ける手と防ぐ手の明らかに良い手が増加して、良い傾向が出た反面、逆に副作用として問題点Cが顕在化してきた。

【問題点C】図5のように、次に王手を掛けると詰むようなタダの位置に駒を打つ手が増加した。

後手持駒無

5	4	3	2	1	
王	馬		王	王	一
		金	銀	歩	二
					三
歩					四
玉	金	銀		飛	五

先手持駒無

図5 問題点Cの例

5.4 実験4

問題点Bと問題点Cを解決するために、タダ取られるだけの損をする手を選択する確率を下げる処理も「指し手加重部」に導入した。この

システムをシステム4とする。

<結果>

このシステムによって、問題点Bはほぼ解消された。また、問題点Cについても大幅に改善された。

5.5 実験5

これまでの過程で得られたシステム4について、「シミュレーション回数」、「最大シミュレーション手数」、「取る手・王手・損をする手の確率」を色々と変化させて、最適な値を調べる実験を行った。

<結果>

シミュレーション回数は、合法手それぞれに対して30回程度行えば、回数をそれ以上増やしてもあまり勝率に影響がないことがわかってきた。最大シミュレーション手数は、6手~8手程度が、最も勝率が高かった。また、取る手の確率は、通常の手よりも15倍程度、王手の確率は問題点Cの影響を減らすために3倍程度、損する手は、0.5倍程度の確率にすると、最もパフォーマンスが良くなることがわかった。

6. 考察

将棋のようなチェスライクゲームでは、囲碁のように終盤に行くほど打つべき手が減っていくゲームとは異なり、終局までの手数の予想が難しい。そのため、勝敗をそのまま得点とする手法に馴染まないことがわかってきた。

また、手数が進めば進むほど、あり得ない局面をたくさん読む可能性があり、信憑性の無い局面が多くなることが予想される。これらの問題点を解消するために、本研究で提案するように予め良いと思われる手の選択確率を高くすることで、可能性の高い局面を調べられるようにする必要がある。

より良い手を選択できるように知識を追加することで、最適な最大シミュレーション手数は伸びると考えられるが、一方で処理速度は遅くなり、実用に足るシミュレーション回数を確

保することが困難になる。知識を増やすこととシミュレーション回数を確保することはトレードオフの関係になっているが、強くする上では、より良い処理の軽い知識を多く導入することが重要であると考えられる。

囲碁では、相手の直前に打った石の位置情報を利用して、その周辺に石を打つ手だけを候補手にすることで、モンテカルロ法の効率を高めている。将棋でも、同様に手を極端に絞り込む手法も試してみる必要があるだろう。

7. おわりに

本報告では、まず、モンテカルロ法を将棋システムに応用する手法を提案した。そして、このシステムの改良実験を繰り返すことで、将棋にモンテカルロ法を適用する上での有効な以下の二つの手法を明らかにした。

一つは、将棋の場合最大手数が増えたと信頼性の低い局面が多く現れる可能性があるため、最大手数を短くして、引き分けの際に評価関数で評価する手法であり、もう一つは、基本的に比較的容易な知識を導入し、シミュレーションの際に、あり得る手の選択確率を高くする手法である。

これらの手法を用いることで、将棋のようなチェスライクゲームにおいても、モンテカルロ法を用いて、一定の強さのプログラムが作れる可能性を示すことが出来た。

今後は、さらに有効な知識を導入して手を絞ることによって、5五将棋のより強いシステムの構築を目指す。そして、5五将棋で十分な可能性が示されれば、通常の9×9盤の将棋への応用も考えていきたい。

参考文献

[1] Rémi Coulom : - Efficient Selectivity and Back-up Operators in Monte-Carlo Tree Search, Computers and Games Conference CG2006 (2006).

[2] 橋本隼一、橋本剛、長嶋淳 : コンピュータ将棋におけるモンテカルロ法の可能性、Game

Programming Workshop 2006, pp.195-198 (2006).

[3] Wikipedia- 5五将棋、
<http://ja.wikipedia.org/wiki/5%E4%BA%94%E5%B0%86%E6%A3%8B>

[4] 「モンテカルロ法で囲碁、将棋」、YSS と彩のページ、

<http://www32.ocn.ne.jp/~yss/monte.html>