

コンピュータ囲碁の現状

A Survey on Recent Developments of Computer Go

村松正和

Masakazu Muramatsu

1 はじめに

コンピュータにとって、囲碁は長らく鬼門であった。チェスや将棋において威力を発揮した様々な探索手法は、囲碁の膨大なゲーム木の前では効果が激減し、また、正確な盤面評価も困難である。ほんの1年前まで、コンピュータ囲碁に関する評価は「重要どころがわかっていない」「ヨミが甘い」「方針に一貫性がない」など、およそ囲碁を打つ上で大切な何かが欠けている、というものだったと思う。

これに対し近年、「モンテカルロ囲碁」と呼ばれる手法が現れ、有望視されている。モンテカルロ囲碁は、ゲーム木の探索に確率的手法を用いるところに特徴がある。これは「わからないモノには確率モデルを導入する」という意味では非常に数理的かつ正当的な考え方である。

その結果モンテカルロ囲碁を用いたプログラムは、「非勢のときには勝負手を打つ」「優勢のときにはぬるく打つ」など、従来の手法では考えられない人間的なプレイの要素を持つようになった。

本講演では、まずコンピュータ囲碁における従来手法（モンテカルロ囲碁に比して「知識ベースの手法」と呼ぶ）に関して [1] を基に概観した後、モンテカルロ囲碁に関して [2, 3, 4] などを基に説明する。

2 知識ベースの手法

知識ベースのコンピュータ囲碁プログラムでは、一般に次の流れで着手が選択される。

1. 現在の盤面の状態（石の結合、生死、地、勢力など）を認識する。
2. 定石や死活などの観点から、候補手を生成する。

3. 各候補手に関して評価を行い、最も評価の高い手を着手する。

この3段階のどこにおいても、囲碁に関する人間が持つ「知識」が重要な役割を果たしている。しかし、囲碁に関して人間が持つ「知識」の幅が非常に広く、また、例外も多いため、統一的な技術で対応しにくい。様々な場面に対応するためには、様々な技法を組み合わせる必要があり、プログラムが複雑化するのが問題点である。

知識ベースの手法は近年、技術的には新たな話題に乏しい感があるが、もちろん今でも研究開発は続けられており、その強さにも定評がある。特に昨年度開催された第一回 UEC 杯コンピュータ囲碁大会 [5] において、知識ベースの手法を用いた勝也 [6] が準優勝を納めたのは記憶に新しい。

3 モンテカルロ囲碁

3.1 ランダムプレイアウト

さて、モンテカルロ囲碁においては、着手生成のメカニズムが知識ベースの手法と相当異なる。すなわち、基本的に次のようなプロセスで着手を決定する。

1. 現在の盤面にランダムに着手を行い、終局まで打つ。（これをランダムプレイアウト、あるいは単にプレイアウトと呼ぶ。）
2. 着手可能な点すべてを起点としてプレイアウトを大量に行い、最も勝率が高い着手を選ぶ。

このように非常に単純な戦略を利用することは、次の考えによって正当化されている。

ある局面から、同じ棋力のプレイヤーが最後まで打てば、優勢な方が勝つ確率が高い。

従って、最も勝つ確率が高かった手を打てば、最も優勢になるだろう、という理屈である。

しかしながら、これだけではあまりにシンプル過ぎて、実際にはうまく動かない。この枠組みを有効なものとするためには、以下に述べるような様々な技法が必要である。

3.2 UCB

プレイアウトを行う際、すべての可能な候補手に関して同じ回数シミュレーションを行うのは効率が悪い。なるべくならば、勝つ確率が高そうなところを集中的に調べたいが、あまり集中させるといろいろな手を候補に入れることができなくなる。このバランスをとる為に、UCB (Upper Confidence Bound) というものが広く使われている。この技法では、パラメータ $c > 0$ に関して着手 i に関する UCB 値

$$UCB_i = \frac{W_i}{N_i} + c\sqrt{\frac{\log t}{N_i}}$$

を計算し、この値が最も高い手を候補手（次にプレイアウトを始める手）とする。ここで、 W_i , N_i はそれぞれ着手 i のそれまでの勝ち数とプレイアウト数、また、 t はすべての着手に関するプレイアウト数の合計である。UCB 値の定義より、勝つ確率が高いものか、または長い間訪れていなかった手のどちらかが選ばれやすいことがわかる。

最近では、UCB を木構造に対して拡張した UCT (Upper bound Confidence for Tree) という技術も開発され、広く使われている。

3.3 部分的な着手

UCB, UCT と同様に重要な技術が「部分的な着手を優先すること」である。すなわち、プレイアウトのときに、あまり着手が頻繁にいろいろなところへ飛んだりせず、ある程度の応接をお互いにするようにプレイアウトを設計する。そのために、 3×3 程度のパターンを用いて、マッチする場合にはそこへ打つなどの方法がとられる。これが着手の質を劇的に上げることが様々な論文で報告されている。

4 おわりに

現在、様々なコンピュータ囲碁大会で、優勝するのはたいてい Crazy Stone [7], MoGo [8] といっ

たモンテカルロ囲碁の技法を用いたプログラムである。商用のソフトウェアは筆者の知る限りまだ無いが、この状況を見る限り、その分野でもモンテカルロ法が主流になるのは時間の問題であろう。

コンピュータ囲碁の分野で、これほどのスピードで受け入れられた技術は未だかつてなかったように思う。その意味でも、モンテカルロ囲碁は真の技術革新であると言えるだろうし、また、この技術革新のおかげで、近年コンピュータ囲碁の分野は活性化してきている。

もちろん、モンテカルロ囲碁も様々な弱点を抱えている。初段の壁は突破できた（あるいはまもなくできる）ように感じているが、次の壁、アマ 5 段程度の棋力を持つためには、まだまだいくつかの技術革新が必要と思われる。多くの方々のこの分野への参入を期待したい。

参考文献

- [1] 「コンピュータ囲碁の入門」清慎一, 山下宏, 佐々木宣介著, 共立出版 (2005).
- [2] S. Gelly, Y. Wang, R. Munos and O. Teytaud, "Modification of UCT with patterns in Monte-Carlo Go", *Technical Report No. 6062, INRIA, France* (2006).
- [3] Y. Wang and S. Gelly, "Modifications of UCT and sequence-like simulations for Monte-Carlo Go", *Proceedings of IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games 2007*, 175–182 (2007).
- [4] R. Coulom, "Monte-Carlo Tree Search in Crazy Stone", *Proceedings of Game Programming Workshop 2007*, 74–75 (2007).
- [5] 第一回 UEC 杯コンピュータ囲碁大会
<http://jsb.cs.uec.ac.jp/~igo/2007/>
- [6] 勝成
<http://homepage1.nifty.com/Ike/katsunari/>
- [7] Crazy Stone
<http://remi.coulom.free.fr/CrazyStone/>
- [8] MoGo
<http://www.lri.fr/~gelly/MoGo.htm>