

モンテカルロ囲碁を用いた死活判定の高速化

情報科学科 戸田 貴仁

指導教員：成瀬 正

1 はじめに

近年の囲碁プログラムは、モンテカルロ囲碁の登場により強さが飛躍的に向上している。モンテカルロ囲碁はランダムシミュレーションに基づく手法であるため、そのままでは囲碁の知識が全く生かされておらず強いわけではない。既存の強化方法としては、頻出 3×3 パターンによるパターンマッチングや 1 手からの距離、死活判定を利用する手法等がある。死活判定は全探索を行うことで導くことができるが、対局中に行うには時間がかかり過ぎることが問題となっている。そこで、本研究ではモンテカルロ囲碁を用いて死活判定を高速化することを目的とする。また、囲碁格言の有効性について、死活という範囲限定ではあるが検証を行う。以下ではその結果について述べる。

2 提案手法

2.1 探索範囲の自動設定

モンテカルロ囲碁では石を置ける所には置くため、探索範囲を狭めることは探索時間の短縮と精度の向上に繋がる。しかし、狭め過ぎると正しい死活判定ができなくなる。そのため、自動設定は多少余裕を持った範囲を設定する。ここでは死活判定の対象を含む石の集団(連)の近傍点について、各点の 8 近傍の状態から探索範囲とするかを決定する。

2.2 Rapid Action Value Estimate(RAVE)

RAVE[1] は既にモンテカルロ囲碁の強化に繋がることが知られている。本研究では、死活判定にも RAVE を導入することで精度を向上させる。点 i における RAVE の評価式を次に示す。

$$\bar{X}_{value}(i) = \beta \frac{W_{rave}(i)}{N_{rave}(i)} + (1 - \beta) \bar{X}_{UCB}(i) \quad (1)$$

$$\bar{X}_{UCB}(i) = \frac{W(i)}{N_{ucb}(i)} + c \sqrt{\frac{\log N_{all}}{N_{ucb}(i)}} \quad (2)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{k}{3N_{all} + k}} \quad (3)$$

{	$\bar{X}_{value}(i)$	点 i の評価値
	$W(i)$	次の手に点 i を選んだ時の勝ち数
	$W_{rave}(i)$	シミュレーション中に点 i を選んだ時の勝ち数
	N_{all}	全体の探索した回数
	$N_{ucb}(i)$	次の手に点 i を選んだ回数
	$N_{rave}(i)$	シミュレーション中に点 i を選んだ回数
	β	重み(最初は RAVE を、徐々に UCB を重視)
	k	定数: β の傾きと極限が決まる(ここでは 950)
c	定数: 考慮する分散の大きさ(ここでは 0.2)	

2.3 格言を用いた 3×3 パターン

長い歴史を持つ囲碁は、様々なテクニックが格言として蓄積されてきた。死活に関する格言も多く、「死活はまず広き次に急所」「中手の形は全部で 6 型」等がある。ここでは 3×3 パターンで表すことのできる格言のみを用いて、当てはまるパターンの着手確率を 1.5 倍にする。また、「外側から攻める場合」と「内側から攻める場合」、「生き残ろうとする場合」の 3 つのパターンリストを別に用意し、それぞれの組み合わせで評価値の良い方を死活判定に用いる。

3 実験と考察

1 級程度の詰碁 50 問(黒先白死 25 問、白先白活 25 問)と 1 手進めたもの(白先白死 25 問、黒先白活 25 問)の計 100 問に対し死活判定を行う。得られた判定と最善手について正解と比較検討する。判定は 100 題、最善手は 50 題に対する結果である。

3.1 探索時間の比較

モンテカルロ囲碁のみを用いたプログラムで、探索範囲の自動設定による探索時間の変化を表 1 にまとめた。15 分の 1 程度まで探索時間が短くなっており、判定の精度も向上している。

表 1 探索時間の比較

	実行時間(1問)	正しい判定	正しい最善手
自動設定なし	約 70 秒	45/100	10/50
自動設定あり	約 4 秒	62/100	12/50

3.2 判定精度の比較

RAVE と格言による探索精度の変化を表 2 にまとめた。参考に市販ソフトでの結果も載せる。RAVE は単体でも死活判定の精度を向上させているが、格言は誤差の範囲でしか上がらなかった。RAVE と組み合わせると格言を使った場合、最善手の精度が飛躍的に向上した。これは格言に一致した箇所によく打たれるようになるため、RAVE がより機能しやすくなったからだと考えられる。また、式(2)の定数 c や格言の倍率に関しては結果にある程度傾向があり、最適解が存在するであろう事が分かった。

結果として判定精度は約 8 割、最善手を導くのは約 4 割であった。現状、最善手に関しては市販ソフトに及ばない。しかし、3×3 パターンでは表しきれない格言が多くあるため、これらを 5×5 パターンで表すことにより更なる精度向上が見込める。他にも、当てはまるパターンの着手確率を均一で上げているが、個別に設定することも検討すべきである。これらを実装することで市販ソフトを越えることも可能であると考えている。

表 2 判定精度の比較

	正しい判定	正しい最善手
導入前	62/100	12/50
RAVE のみ	80/100	13/50
格言のみ	63/100	12/50
RAVE + 格言	81/100	21/50
市販ソフト	—	31/50

4 おわりに

本研究では、モンテカルロ囲碁をベースに RAVE や格言等の導入を行った。その結果ある程度の精度を残したまま死活判定を高速化できることを示した。また、死活においては RAVE と組み合わせると格言が有効であることも示した。今後の課題としては、5×5 パターンによる格言の本格実装や格言毎の個別設定、実戦プログラムへの実装が挙げられる。

参考文献

- [1] S.Gelly & D.Silver “Monte-Carlo Tree Search and Rapid Action Value Estimation in Computer Go” (2011)