

将棋における決定木を用いた候補手の生成

柳 圭二郎 柴原 一友 但馬 康宏 小谷 善行
東京農工大学

概要

コンピュータ将棋において、探索の深さを調節するためのアルゴリズムとして実現確率打ち切りアルゴリズムがある。だが、その実現確率の値を設定するには主に統計的な手法を用いて膨大なデータを必要とする。また、囲碁においては、データマイニング手法のひとつである決定木を着手の選択に利用する研究がなされている。そこで本研究ではまず、過去のプロによる棋譜データから決定木を用いて、その着手の特徴を表す属性ごとに分ける。次に、この着手の属性が可能手の中でどれだけ指されているかを確率とする。そして、その確率を用いて実現性の高い手の探索を深く行う、という方法を提案する。

Generation of Candidate Moves using Decision Tree in Shogi

Keijirou YANAGI Kazutomo SHIBAHARA Yasuhiro TAJIMA Yoshiyuki KOTANI
yanagi@fairy.ei.tuat.ac.jp k-shiba@fairy.ei.tuat.ac.jp ytajima@cc.tuat.ac.jp kotani@cc.tuat.ac.jp
Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

Realization-Probability Search is an algorithm to adjust the depth of the search in Shogi. However, a statistical technique is used directly to set the value of the Realization-Probability. In general, the research that uses the decision tree that is one of the data mining techniques to select the Candidates is done in Go. In this paper, first, it classifies the moves using decision tree from the game record by a past professional. Next, how much this classification is indicated in a possible hand is assumed to be a probability. And we propose the method of deeply searching for the candidate with a high probability using the probability.

1. はじめに

現在のコンピュータ将棋において、すべての局面探索を末端まで行うことは現実的に不可能である。そこで、局面の探索を途中で打ち切る必要がある。この打ち切りの手法として、深さで判断することの他に、実現確率打ち切りアルゴリズム[1]がある。だが、その実現確率の値を設定するには統計的な手法を用いている。

また、囲碁においては、データマイニング手法のひとつである決定木を着手の選択に利用する研究[2]がされている。

そこで、対局数 24 万局(26874620 局面)の過去のプロによる棋譜データと決定木を用いて着手をある分類ごとに分ける。次に、この着手の分類が可能手の中でどれだけ指されているかを確率とする。そして、その確率を用いて実現性の高い手の探索を深く行う、という方法を提案する。

2. 決定木学習

決定木学習とはデータマイニング手法のひとつである。決定木とは、属性集合として記述された対象あるいは状況を入力として受け取り、yes/no の決定を出力する木のことである。このときの分類する項目を「属性」といい、また「決

定」のことを「クラス」という。決定木はブール関数の一種であるが、出力値の範囲を広げることも可能である。末端にはそこに分類された状態のうち、yes となるデータの割合が保存されている。ここで、yes/no の決定を行うときに、その割合が一定以上になっているなら yes を出力している。このことが、後に決定木の出力を確率として扱うための重要な要素となる。

決定木を作成するアルゴリズムは ID3 を用いる。ID3 アルゴリズムを図 2.1 で示す。

●ID3 アルゴリズム

- 属性集合 C 中の全データが同一クラスであるとき、そのクラスのノードを作り停止する。そうでなければ、属性の選択基準により 1 つの属性 A を選んで判別ノードを作る。
- 属性 A の属性値により、 C を部分集合 C_1, C_2, \dots, C_n に分けてノードを作り、そこに各属性値に対応する枝を張る。
- それぞれのノード $C_i (1 \leq i \leq n)$ について a) へ再帰的に適用する。

図 2.1 ID3 アルゴリズム

ノードを作るときに、その集合のクラスが一致していれば良いが、異なる場合は多数決をとる。このときに判別ノードを特定する選択基準は、情報量の平均(エントロピー)を用いる。

ここでは決定木で用いる要素を以下のようにしている。

- 属性： 状態を表すこと・もの
(例……歩であるか、王手であるか など)
- 属性値： 属性が取りえる値
(例……駒の種類、Yes、No など)
- クラス： ある属性の組み合わせに対して、それらの属性の取りうる属性値の集合
(例……{歩、王手でない}など)

これらの要素の例を表 2.2 に示す。

表 2.2 属性、属性値、クラスの例

| Class | 属性 | | | ... |
|------------------|------|-----|-------|-----|
| | 動かす駒 | 取る駒 | ある王手で | |
| C ₁ | 歩 | 無 | × | |
| C ₂ | 歩 | 歩 | × | |
| C ₃ | 歩 | 歩 | ○ | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| C _{n-1} | 王 | 無 | × | |
| C _n | 王 | 無 | ○ | |

システムには分類したクラスの集合をデータとして組み込む。分類したクラスである差し手が、可能手の中でどれくらいの割合であるかということを確認とする。本実験はその確率を実現確率に応用することを目的としている。

3. 実現確率

実現確率打ち切りアルゴリズムでは、局面の探索において、深さの代わりに局面の実現確率を探索の打ち切り条件とする。局面の実現確率とは、その局面に至るまでの手順が実際に指されて、その局面が実現する統計的な確率である。その値は(式1)のように表される。

(ある局面の実現確率)=(直前の実現確率)×(遷移確率) (式1)

図 3.1 のように、ルート局面(指し手を決定すべき現在の局面)はすでに実現しているのだから実現確率は1とする。また、同一の深さの合計が1になるわけではない。

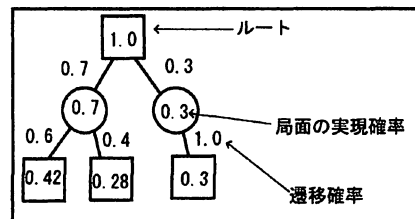


図 3.1 局面の実現確率

したがって、読みの中の実現確率は1から始まって、読みが深くなるにつれて徐々に減少していくことになる。そして、その実現確率がしきい値を下回った時点で、ノードの展開をやめて末端とする。すなわち、反復深化を行うときに打ち切りの判断に用いるしきい値を、深さの代わりに実現確率を用いるのである。

4. データ獲得

今回用いるデータは対局数 24 万局(26874620 局面)の過去のプロによる棋譜データから取得する。この棋譜データの着手を解析し、決定木に用いる属性について抽出する。

このデータ獲得の目標は、決定木を作成することで実現確率に用いる確率を求めることである。決定木の生成に用いる属性 42 種類について表 4.2 で示す。

決定木を作成するという事は、末端の葉において、可能手の中で該当するクラスが実際に指された手の数を表している。

決定木作成時に導出される、あるクラス C に対する確率は(式2)によって表される。

$$(\text{確率}) = \frac{\text{棋譜中でクラスCに分類され、実際に指された手の総数}}{\text{棋譜中の全可能手でクラスCに分類される手の総数}} \quad (\text{式2})$$

この(式2)の例としては、

- 棋譜の全局面のうち、動かす駒が歩の手が指された数=10000
- 棋譜の全局面の可能手で、動かす駒が歩である数=50

とすると、
クラス(動かす駒:歩 取る駒:無し 王手であるか:No)の実現確率=50 / 10000=0.5% となる。

この確率を、実際のゲーム中の探索時に、ある候補手のクラスを調べることで、つまり決定木をたどることによって、確率を得る。その得られた確率を用いて実現確率打ち切りアルゴリズムを実行する。

探索打ち切りの擬似コードを次に示す。

```
1: START
2: while (今の局面に可能手が残っている) {
3:   確率を参照する;
4:   if (次局面の確率がしきい値を下回る) {
5:     return 局面の静的評価値;
6:   }
7:   else 再帰的に可能手を探索する;
8: }
9: :最も高い評価値の手を着手とする。
10: END
```

5. 実験

5.1. 実験内容

得られた決定木はデータとして本研究室で開発された将棋システム「まったりゆうちゃん」に組み込む。また、このシステムを用いての実戦を行う。

決定木から得られた確率を実現確率として深さごとに反映していく。この実現確率があるしきい値を超えると打ち切られる。これにより、実際にはあまり指されないような手は短く打ち切られる。またその結果、実際に多く指されるような属性を持つ手を重点的に先読みし、効率的な探索が行えることになる。

生成された決定木の実現確率を元に探索の延長を行う新システムと、本実験のシステムを含まない状態の既存のシステムとの対戦成績から比較する。

実験条件を以下に示す。

- ・ 同一の対局内容の発生を防ぐため、初手や定石内の選択などにランダム性を利用する
- ・ 探索に用いる時間を同一にする
- ・ 先手後手の優劣を無くすため、対戦回数的一半ずつで先手後手を交代する

5.2. 実験結果

5.2.1. 決定木

作成した決定木を図 5.1 に示す。

5.2.2 対戦成績

表1 元のシステムとの対戦

| | | |
|----|-----|---------|
| 勝ち | 88 | |
| 負け | 108 | |
| 計 | 196 | 勝率 0.45 |

6. 考察

今回、結果が向上しなかったのは決定木に用いる属性がまだ少ないということが考えられる。決定木を用いる利点は、多くの属性を用いるときに、すべての属性値の組み合わせについてカテゴリの細分化を抑えることである。これらのことから、有効な改良は判別に用いる属性を追加していくことである。

また、効果をみるために、どのクラスが最も多いのか、探索の打ち切りがどの程度発生したのか、などの実戦データも採る必要がある。

7. おわりに

今回は実現確率の算出に決定木の導入を考えた手法を提案した。

結果はまだ少なく、まだ実用できないものであるが、属性の選択など改良の余地は多い。

今後の発展として、決定木自体の効率化を目指すことがある。これには評価しない属性は計算をしないということなどがある。

他の改良案としては判別に用いる属性を追加、選択していくことである。今回加えられなかった属性に「王の危険度による終盤度」がある。ここでの終盤度とは「王の危険度」を用い、必要なら設定に要素の追加などの改良を加える。「王の危険度」とは、本研究室の将棋プログラム「まったりゆうちゃん」で設定されたもので、自分の王の周囲8マスに対する相手の利きの数により評価する。他に追加する属性としては、ある一手を指したあとの可能手の数も効果があるのではないかと考えられる。

また、コンピュータ将棋では各場面で求められる動きが異なるため、終盤度の認識も重要な課題である。そこで、範囲を狭めることで精度を上げるとともに、終盤の直前、つまりは詰みになりそうな場面に絞って学習することにより、探索延長の効果を最大に用いるという実験も行いたい。場面を絞ることによって、求める効果を明確にし、効率を上げることも目指す。

参考文献

- [1] 松原仁: コンピュータ将棋の進歩 4, 共立出版, 2004, pp3-10
- [2] 山下翔, 但馬康宏, 小谷善行: プロ棋譜からの決定木学習による囲碁の着手周辺の状況の考察, Game Programming Workshop 2005, pp. 126-129, 2005
- [3] 阿部能明, 小谷善行: 囲碁における決定木を使った着手の価値の学習, Game Programming Workshop '01, 2001
- [4] 竹歳 正史, 橋本 剛, 梶原 羊一郎, 長嶋 淳, 飯田 弘之 (2002). コンピュータ将棋における実現確率探索の研究, Game Programming

Workshop 2002, pp87-92

- [5] 橋本 剛, 長嶋 淳, 作田 誠, Jos Uiterwijk, 飯田(2002), 実現確率探索のゲーム全般への応用 - Lines of Action を題材にして -, Game Programming Workshop 2002, pp81-86
- [6] 香山 健太郎, 井上 博充, (1996), 将棋における指し手の絞り込みの学習, Game Programming Workshop '96, pp104-113

表 4.2 決定木に用いる属性

| 属性名 | 説明 | 属性値 |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 動かす駒の種類 | 自分の動かす駒がどれであるか. すでに成の状態と成る移動は区別している | 王飛角金銀桂香歩, 竜馬全圭杏と, 竜馬全圭杏とへの成り(20種類) |
| 取る駒の種類 | 相手の駒を取るか, また取るときはどの駒をとるか | なし, 王飛角金銀桂香歩, 竜馬全圭杏と(15種類) |
| 直前の手かどうか | 前回指した駒と同じかどうか | 直前の手である / でない |
| 王手かどうか | この着手が, 相手への王手になっているかどうか | 王手である / でない |
| 受け手かどうか | 自分の王に王手がかかっているか | 受け手である / でない |
| 始点への自分の利き | 駒の動く前の位置に自分の駒の利きがかかっているかどうか | 利きがある / ない |
| 始点への相手の利き | 同様に相手の駒の利きがかかっているかどうか | 利きがある / ない |
| 行先への自分の利き | 駒の動いた先の位置に自分の駒の利きがかかっているかどうか | 利きがある / ない |
| 行先への相手の利き | 同様に相手の駒の利きがかかっているかどうか | 利きがある / ない |

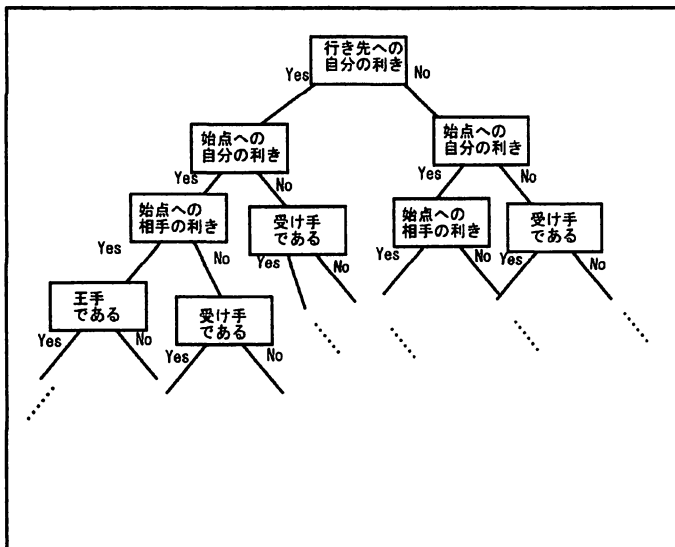


図 5.1 作成した決定木