

1 R-4 最良優先方式の解探索アルゴリズムとその応用

伊藤 琢巳

NTTソフトウェア研究所

1. はじめに

探索アルゴリズムには、ミニマックス法、およびミニマックスを基本とした改良型、最良優先など、多くの種類がある。探索問題の典型的な例として詰将棋が挙げられる。

詰将棋のような完全解を求める問題を解く場合、 $\alpha\beta$ 法を用いることが多い。しかし、 $\alpha\beta$ 法では長い手数の問題を解くことは困難である。

本報告では、より長い手数の問題を解くことを目的として、最良優先方式を用いた探索アルゴリズムについて検討し、 $\alpha\beta$ 法との比較、評価について考察する。

2. ゲーム木の探索

ゲーム木を探索する場合、その探索空間が非常に大きいのでその全てを探索することは不可能である。そこで、一般にはある程度の深さまで先読みを行い、その局面での形勢を中間評価関数を用いて評価する。中間評価関数を用いた探索の場合、ミニマックス法、最良優先等多くの探索法が使用される。

ミニマックス法を用いる場合、その改良型である $\alpha\beta$ 法が一般的である。また、探索時間を短縮するために、優先順位付き $\alpha\beta$ 法や、前向き枝刈法が使われることもある。

一方、ゲーム終盤では、探索空間がだいぶ小さくなるので、残された手を全て読みきる方法(完全読み切り)が有効である。特にオセロ等のように残り手数が限定されている場合には強力な手段となる。

完全読み切りを行う場合にはその評価関数として、“勝ち”/“負け”を用いたミニマックス法を使用する場合が一般的である。

3. 詰将棋の特徴

オセロの完全読みきりと異なり詰め将棋の場合単純な深さ優先ではうまく行かない。その理由には次のようなものが挙げられる。

- ・問題に明示してない限り何手で詰むか解らない。

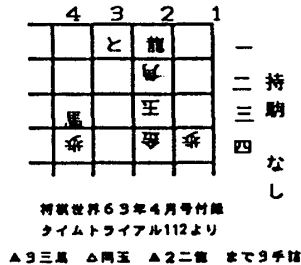
- ・仮に詰め手数が明らかの場合でも、無駄な合駒の処理などで実際の詰め手数より長い手順を探索する必要がある。

そこで、通常は“詰んだ”/“詰まない”を評価基準として、3手、5手、7手、と順次深さを深くしながら $\alpha\beta$ 探索を行なう。

詰将棋問題に $\alpha\beta$ 法を適用した場合、計算時間は詰手数の指数オーダーとなることが予想される。したがって、比較的短い詰将棋ならば解くことができるが、長い手数の問題は解くことができない。

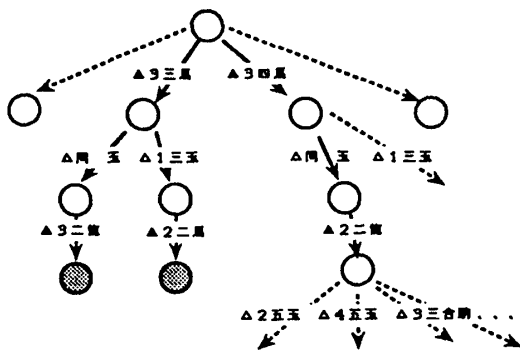
4. 探索アルゴリズム

先に述べたように詰将棋を解く場合、“詰んだ”/“詰まない”を評価基準とした $\alpha\beta$ 法による探索が一般に行われている。しかし、 $\alpha\beta$ 法では長い手数の問題を解くことは困難である。本論文では、長い手数の問題を解くことを目的として、別な評価基準を採用し、最良優先方式を用いた探索アルゴリズムを提



将棋世界63年4月号付録
タイムトライアル112より
▲3三黒 △同玉 ▲2二黒 まで9手詰

図1



先手が3三黒とした場合、後手がどのような対応をしても詰んでしまうが、例えば3四黒などとした場合、後手に同玉ととられて詰まない。

図2

案する。

(1)局面の評価法

詰将棋では、先手側が正解手順を選択した場合、後手がどのように対応しても詰んでしまうが、正解手順でない場合、後手側が適当な対応をすることで、王手がかげられなくなる、あるいは無限に手数をおぼすことが可能である。(図1,2) そこで、ある局面について、その局面の下に存在するまだ探索されていない局面数を評価基準として使用する。

(2)探索アルゴリズム

探索アルゴリズムには、ミニマックス法ではなく、最良優先法を用いる。その理由は、先に述べた評価基準は深さ優先法では実現しにくい、最良優先法に向けた評価法だからである。

5. 評価

先に述べた探索法を実現し、 $\alpha\beta$ 法によるアルゴリズムと比較を行った。3手から15手まで240問の問題[1,2]を解かせて探索し

【局面数】

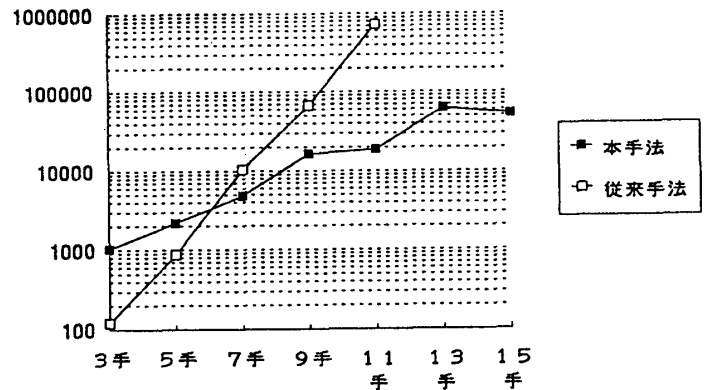


図3 実験結果

た局面の数を計測した。評価結果を図3に示す。

図3から明らかなように、 $\alpha\beta$ 法を用いた場合その平均探索数は手の深さの指数オーダーになっている。また、時間がかかりすぎるため13手詰より長い問題は行っていない。最良優先法を用いた場合、短手数の問題では $\alpha\beta$ 法より探索数が多くなるが、詰め手数が長くなると、逆に $\alpha\beta$ 法よりも少なくなる。

また、探索する手の数を500,000で打ち切ることにして、17手詰から47手詰まで100問の問題を解かせた結果、72問について正解が得られた。

以上の結果より、特に比較的長手数の問題を解く場合には最良優先法による探索が有効であるといえる。

6. まとめ

詰将棋を解く場合、特に比較的長手数の問題を解く場合には最良優先法による探索が有望であることを示した。

しかし現在の評価基準は一面的であり、短い時間で解けない問題も多い。評価方法の改良、アルゴリズムの最適化を計る必要がある。

参考文献

[1]大山詰将棋200題 大山 金園社
[2]詰将棋パラダイス 89年12月号~91年12月号
[3]コンピュータ将棋 小谷他 サイエンス社