

# 並列計算を用いたオセロの最善手の探索

## Searching for Othello's best move using parallel computing

小須田峻

指導教員 大島真樹

サレジオ工業高等専門学校 情報工学科 制御情報研究室

キーワード：オセロ，最善手，並列計算， $\alpha\beta$ 法，探索時間

## 1. 研究背景

オセロは二人零和有限確定完全情報ゲームに分類される。 $8 \times 8$  の盤では組み合わせ爆発が起こるので現段階ではマスを減らして調べる必要がある。 $8 \times 8$  のからのマスを減らす方法は  $4 \times 6$  などが先行研究でも行われている。

## 2. 研究目的

盤面の形を変えることで勝敗や評価値、探索時間に影響が表れるのか、どの形が最も探索時間が短いのかを明らかにする。また、1台のPCでの単体処理と3台のPCでの分散処理を行った時の探索時間を比較する。そして、本実験では盤面を20マスとして最善手の盤面を探索する。

### 3. 問題点と対応

盤面を  $8 \times 8$  盤や  $6 \times 6$  盤など盤面を大きくすると組み合わせ爆発が起こる。

→盤面の形を変えることや分散処理を行うことで探索時間を削減する。

盤面を全て探索するのは時間がかかる。

→探索する盤面を最善手の盤面に限定する。

盤面の形を変えるといった先行研究は行われていない

→十字型とジグザグ型の盤面を探索する

4 理論

#### 4.1 $\alpha$ - $\beta$ 法

MiniMax 法の欠点を改良する手法として、最も効率的な手法が  $\alpha \beta$  法である。 $\alpha \beta$  法では絶対に採用されない手をそれ以上探索しないことで枝切りを行い、探索空間を削減するものである。図 2 中のバツ印は、枝刈りされた箇所を表している。例えば、N4 以下の手を探索する時点で、N1 の評価値は 2 以下であることが分かっている。N4 の評価値が 2 より大きくなると、N4 が選ばれろ

ことはない。したがって、N4 に N9 の評価値 5 が返ってきた時点で枝刈りが行われる。

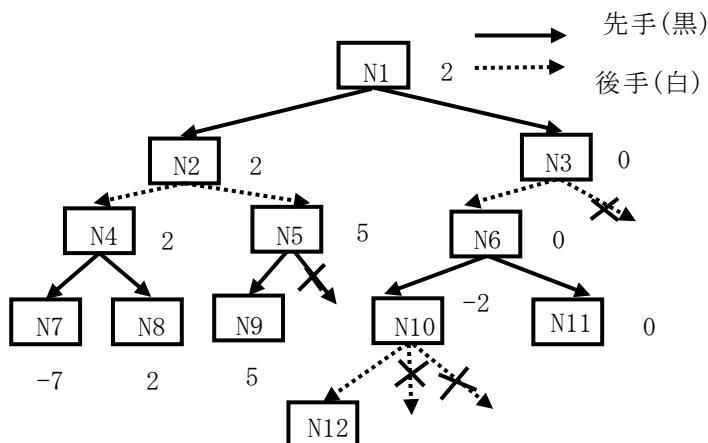


図 1  $\alpha$ - $\beta$ -法による枝切り

4.2 分散処理

図 2 はネットワークを経由してサーバが各クライアントに探索するスレッド(探索する盤面)を割り当てることで分散処理を行う手法を示したものである。

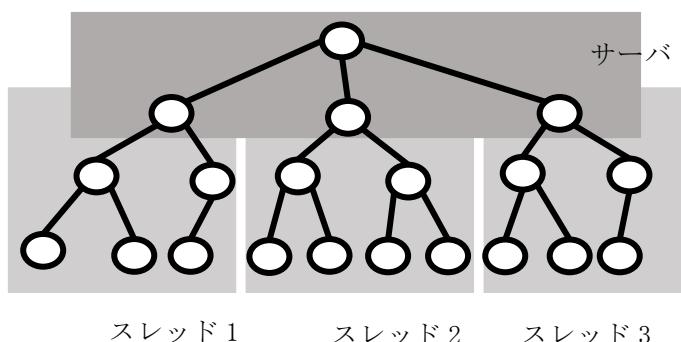


図2 分散処理の手法

これにより複数の PC で探索を行うことが出来る。

5. 研究環境

本実験の環境は以下のとおりである。

- OS : Windows10
  - CPU : Intel(R) Core(TM) i5-10500 CPU  
3.10 GHz

- ： Intel64 Family 6 Model 165  
 Stepping 3 GenuineIntel ~3096 Mhz  
  - ・ 開発環境 : Visual Studio2022 C++
  - ・ 開発言語 : C 言語

## 6. 研究方法

実験方法を以下の手順で進める。

1. 1手目から勝敗が決まるまで探索を行う。
2. Visual studio 2022 を起動させ、プログラムを実行する。
3. ネットワークを経由してサーバは各クライアントに探索するスレッドを割り当てる。
4. クライアントから  $\alpha \beta$  法のプログラムを実行する。
5. 1台のPCでの単体処理と3台のPCでの分散処理の2パターンで行うものとする。
6. 盤のマスを20マスとし、対象の盤面は4×5の長方形と下記の十字型(図1)、ジグザグ型(図2)とする。

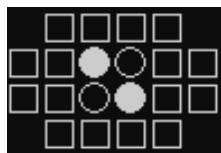


図1. 十字型(20マス)

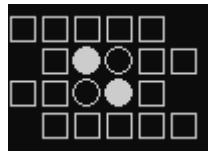


図2. ジグザグ型(20マス)

7. 図1は4×6の盤面から四隅の盤面を削った盤面、図2は4×6の盤面からジグザグに4マス削った盤面である。

8. 先手は黒、後手は白とする。
9. 実行結果をそれぞれ表にまとめる。

## 7. 実験結果

以下の表1、表2に実験結果を示す。

表1  $\alpha \beta$  法の実行結果

マスの数	結果	評価値	探索時間
長方形 (4×5)	先手勝ち	16	25.653秒
十字型 (20マス)	後手勝ち	-10	20.363秒
ジグザグ 型 (20マス)	先手勝ち	17	20.311秒

表2 探索時間の比較

マスの数	1台のPCの探索時間	3台のPCの探索時間
長方形 (4×5)	25.653秒	16.215秒
十字型 (20マス)	20.363秒	14.513秒
ジグザグ型 (20マス)	20.311秒	13.568秒

## 8. 考察

表1からジグザグ型、十字型、長方形の順に探索時間が早くなっていることが分かる。また、勝敗と評価値は盤面の形で変わることも分かる。これは盤面の形を変えることで手の評価値や探索できる範囲が変化するため結果に変化が生じるからと考えられる。

また、表2から複数のPCで分散処理を行うことにより探索時間を削減できていることが分かる。探索時間はPCの性能によってばらつきを感じた。

## 9. 今後の展望

本実験は4×5(20マス)の盤面で行い盤面の形で結果が変わることが分かった。今後は4×6や6×6の盤面でも結果を出せるように改良していきたいと考えている。

また、探索時間の削減に向けてオセロのプログラムを改良していきたいと考えている。

そして、PCの性能によって探索時間が変わるためにうまく割り当てる方法を考えていきたい。

## ・参考文献

- [1]竹下祐輝, 池田諭, “縮小版オセロにおける完全解析”

発行日 2015年7月31日 (閲覧日4月10日)

<https://miyazaki-u.repo.nii.ac.jp/>

- [2]山下暉史, “オセロ盤面における探索の効率化” サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2021)

[https://www.salesio-](https://www.salesio-sp.ac.jp/main/sotsukan/index.html)

[sp.ac.jp/main/sotsukan/index.html](https://www.salesio-sp.ac.jp/main/sotsukan/index.html)

- [3] visual studio 2022 インストール方法

[https://docs.microsoft.com/ja-](https://docs.microsoft.com/ja-jp/visualstudio/install/install-visual-studio)

[jp/visualstudio/install/install-visual-studio](https://docs.microsoft.com/ja-jp/visualstudio/install/install-visual-studio)