

意外性と期待性に基づく娯楽性を用いたオセロゲームプログラム

Othello program using an entertainment based on the element of surprise and expectation

仲山 克邦

Katsukuni Nakayama

法政大学情報科学部コンピュータ科学科

E-mail:katsukuni.nakayama.9j@stu.hosei.ac.jp

abstract

The way to play a game interestingly is various. By this research, Amusement of an Othello, its validity was indicated using the element of surprise and expectation. When a player fights a program, the element of surprise showed by a program's hitting a bad move with some trouble, the element of expectation showed by a program's hitting a star with some trouble. Taking on these programs and general victory directivity program. As a result of the comparative experiment, When expectation did something, it tended to find a player to seem able to win. Also, There was a lot of ratio to which it answered that one of the program which pursued amusement is fascinating. Therefore, it was showed that the element of expectation has a high validity to amusement.

1 はじめに

ゲームというのは、おもしろいと感じたり、つまらないと感じたり、すぐに飽きてしまったり、長時間楽しめたりと感じ方は様々である。「おもしろい」のゲームデザインという本によると、ゲームというのはパズルであり、そのパターンを解析しようと脳が認識し、学習する。しかし、パターン化してしまつて、ゲームが私たちに教える内容がなくなると、つまらないゲームになってしまう。また、難しすぎたり、簡単すぎるゲームはパターンを見つけれなかったり、早くパターンを理解してしまつたりして、失敗する。例えば、三目ならべというのは、ある程度理解するとパターン化し、最善の戦略をしても引き分けになるという限界があるゲームである。よつて三目ならべはつまらないゲームであると述べてられている [1]。本研究では、ゲームにおける「おもしろさ（娯楽性）」に着目する。

将棋やチェスに比べて、オセロゲームはルールが単純（1手における選択肢が少なく、最大でも60手で終了する）であるので、強いプログラムが作りやすく、20年ほど前にロジステロというオセロプログラムが世界チャンピオンに6連勝したとして、オセロゲームにおいて強いプログラムを作るといふ研究は終了している [2]。そのロジステロというものは、1秒間に最大48万手読み、最後の26手を完べきに読む。序盤の20手を過去の膨大な棋譜の中から定石として記憶し、悪手を打たな

い。さらに自分自身との対戦で24時間学習し続け、強くなるというものである。また、おもしろいオセロゲームを作る従来研究や、参考となるものとして、オセロの盤面を8×8以外にしたり、3人以上でプレイできるようにしたりといった、オセロゲームの本来のルールを変更したり、プレイ中の演出に強弱をつけたりといったものがある。本研究では、オセロゲームという対戦型ゲームにおいて、オセロゲームをおもしろくする方法が様々ある中で、オセロプログラムと対戦するとき、実力がない人でも勝てる（楽しめる）ようなオセロゲームプログラムは何か、プログラムの戦略に着目し、プログラムを作成する。これを実際に被験者にプレイさせ、一般的に用いられるオセロゲームプログラムと比較実験することによつて、その戦略の有効性を示し、実力がない人に対してのオセロゲームプログラムのおもしろさを明らかにする。

2 オセロゲームプログラム

2.1 オセロゲーム

初めに、オセロゲームというのは、2人用のボードゲームであり、白と黒の石を交互に挟むように打ち、ひっくり返し、最後に石が多い方が勝ちというものである。具体的には、8×8マスの盤面の真ん中に白黒の石を2個ずつ置きゲームをスタートし、プレイヤーは交互に石を打つ。石を打つとき、縦・横・斜め方向に相手の石があり、なおかつ自分の石で挟むことができるなら、その間の石を自色に返す。また、相手の石を返すことができないマスに置くことはできず、置けるマスがない場合はパスをする。お互いに置くマスがない場合や、すべての盤面が埋まった場合にゲームが終了し、石が多い方が勝ちになる。

このようなゲームの種類を、2人零和有限確定完全情報ゲームといい、2人とは、ゲームを行うプレイヤーが2人であること。零和とは、勝ちを1、引き分けを0、負けを-1としたときに全プレイヤーの合計利得が0であること。有限とは、手の組み合わせが有限であり、終わりのあるゲームであるということ。確定とは、偶然の要素が入り込まないこと。完全情報とは、それぞれのプレイヤーは全ての情報を知ることができること。これらの要素を組み合わせたものがオセロゲームである。このオセロゲームは1973年に日本人の長谷川五郎が発表したものが世界初となつていて、競技人口は6000万人と言われている [3]。

2.2 勝利指向のオセロゲームプログラム

勝利指向のオセロゲームプログラムとして、一般的に用いられているプログラムの戦略は、ゲームの状況を序盤、中盤、終盤

と分けて考えることが多い。序盤は、定石や内側に自分の石を固める、少ない数をひっくり返すなどである。石が辺に達するあたりで中盤へ移行し、中盤では、相手の着手可能手数（自分および相手が石を置くマスがいくつあるか）が少なくなるように打ち、評価値を用いた探索を行う。4隅の内2隅が埋まったあたりで終盤に移行し、終盤では、最終的に最も石が多くなるように探索するといった戦略である [4]。また探索の仕方として、ミニマックス法を用いる。

ミニマックス法というのは、自分にとっては最も有利な手を打ち、相手は自分にとって最も不利な手を打つような手をゲーム木で探索していくものである。具体的には、今、自分が打てる複数の候補手を考え、それぞれの手に対して、相手の対抗手を探索する。これを求めたい手先まで交互に繰り返し、評価値を計算する。求めたい手先が自分の手なら、対抗手ごとに評価値が1番高い値を、相手の手なら評価値が1番低い値を返していく。

次に、評価値の設定において、一般的に用いられる図1のような評価値を用いる。評価値の重み付けとして、自分の石が置いているマスの値はプラス倍、相手の石が置いてある場合はマイナス倍し、すべてのマスを含めたものが評価値となる。図1の評価値は、隅が高くなっており、次に辺が高くなっている。また、その周りには評価値が低くなっている。この評価値の場合、常に隅を取ることが有利ということになってしまうが、序盤や終盤などにおいては、必ずしも隅を取ることが有利というわけではない。よって、様々な局面において、それに対応した評価値を用いる。例えば、序盤から中盤にかけてはひっくり返す石を少なくすると良いが、図2の評価値は図1と異なり、ほとんどのマスがマイナスの値になっている。これにより、石を置くときになるべく少なく石をひっくり返すようになる。



図 1. 中盤から終盤の評価値



図 2. 序盤の評価値

2.3 娯楽指向のオセロゲームプログラム

娯楽指向のオセロゲームプログラムとして、おもしろさ（娯楽性）について明らかにするために、まず初めに、ボードゲームのおもしろさとは何か考えた。まず、3目並べ（○×ゲーム）というのは、手数が少なく手に意外性がない。また、ある程度慣れてくると、「ここに打てば相手はここに打つしかない」というような定石ばかりになってしまい、手が完全に予測可能なゲームである。このようなゲームは、すぐに勝つか負けるかの期待値が分かかってしまい、つまらないとゲームであると言われ

ている [1]。それに対して、人生ゲームのようなすごろくゲームは、どのマスに止まるかわからないことや、マスによって及ぼす影響が異なるため、意外性があるものだといえる。また、ゴールに近づいているとなどといったことより、ある程度は予測可能である。つまり、勝ち負けの期待値が常に変化している。これはおもしろいゲームではないかと考える。また、ボードゲームではないが、じゃんけんゲームのような運だけの要素しかないゲームは、予測が不可能であり、勝ち負けの期待値が全く分からない。これもおもしろくないと考える。これらのゲームを参考に、手に意外性があり、ある程度の期待性がある。すなわち、期待値（勝つ見通し）が変化し、自分が勝利に近づくと、うまくいっている感覚を味わうことができる。これらが、おもしろいと感じる要素ではないかと考えた。

どうオセロゲームプログラムをおもしろくしていくかについて、常に相手に優勢になるように手を打ったり、接戦勝負になるように手を打ったりといろいろな方法が考えられるが、今回は、先ほどの2つの観点から考える。オセロゲームは3目並べと同じ有限ゲームであり、また、すごろくゲームのような不確定ゲームではなく、確定ゲームであるが、今回は、意外性という面では、有限かつ完全情報なゲームで意外性がないゲームであるが、プログラムにたまに不自然な（悪手にみえるような）動き（戦略）をさせてみて、プレイヤーにとって意外な動きをさせる。また、期待性の部分では、わざとプレイヤーに隅を取らせるように石を打ち、プレイヤーがうまくいっている感覚にさせることによって、おもしろいと感じてもらおう。具体的なプログラム内容については3.3章にて述べる。

3 オセロゲームプログラムの実装

3.1 オセロゲームの骨格

今回、オセロゲームプログラムの実装に Processing 言語を用いて行っている。初めに、setup メソッドにおいて、画面の大きさや色、盤面を表示させた。8×8の各マスの状態を表す変数を配列にし、白ならば1、黒ならば-1、何も無いマスは0と値をつけた。初期状態は図3のように、真ん中に白黒が2つずつ置いてある状態が表示される。灰色の丸は次のプレイヤーが置くことができるマスを示している。

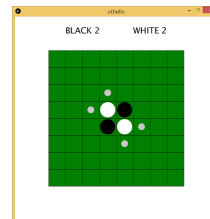


図 3. 初期画面

また、step = 1 か 2 をランダムで決め、1 の場合はプレイヤーが先行、2 の場合はプログラム側の先行になるようにした。このように、setup メソッドで基本となる初期設定を行った。

次にメインとなる draw メソッドである。基本的には、このメソッドと mousePressed メソッドをループし、プログラムが進行していく形になる。mousePressed メソッドというのは、プレイヤーが画面をクリックしたとき、その座標を感知するものであり、押した位置の x 座標、y 座標から計算し、どのマスを押したのか記憶できるようにした。また、盤面以外の場所のクリックは無効になるように、クリックしたときの感知

範囲を指定している。draw メソッドにおいては、まず初めに checkStone メソッドという、各プレイヤーの石が置けるかどうか盤面からチェックし、置けるマスがあれば、そのマスの状態を3と値づけた。各マスが置けるマスかどうかチェックする方法として、全てのマスを調べていき、自分と違う色の石ならば、その縦横斜めを1マスずつ調べていき、自分と同じ石が見つかったとき、その反対側が次自分が置くことができるマスとして記憶させ、置けるマスは reverse リストに加えていく。置けるマスのチェックが終わったら、自分(相手)が石を置ける場合、すなわち、いずれかのマスの状態に3がある場合、石が置けない場合で、相手(自分)が石を置ける場合、どちらも石を置けない場合、の3通りに分岐させた。どちらも石が置けない場合はゲーム終了なので、白黒(1と-1)それぞれの数を計算し、多い方を WIN と表示させ、引き分けの場合は DRAW と表示させた。

置けるマスがある場合は、石を置いたり(drawStone メソッド)、ひっくり返す動作(reverseStone メソッド)を行った。石を置く動作として、プレイヤーの手の場合、mousePressed メソッドにおいて、プレイヤーがクリックしたマスがひっくり返せるマス(マスの状態が3)の場合にそのマスに石を置く。プログラム側の場合、同じくひっくり返せるマスの中から指定したマスに石を置く。

次にひっくり返す動作として、空のマス(マスの状態が0)の周囲8方向を調べ、自分が置くであろう石と異なる石があった場合はその先のマスを調べ、自分と同じ石がでるまで移動する。自分と同じ石を探している途中で空のマスや壁があった場合は終了する。そして、自分と同じ石を発見したら、間の挟まれた相手の石を自分の石へとひっくり返していく。プレイヤーが石を置いた場合は次のプレイヤー(プログラム)の番へ移るようにした。石を置くことができない、すなわち、置けるマスのリストが空の場合は、パス(stepの1と2を変更)をするようにした。このようにしてオセロゲームの骨格となる部分が完成した。

3.2 ミニマックス法を用いて5手先を読む

先ほどの評価値を用いたプログラムを応用して、2.2章で述べたミニマックス法を用いて、実際に何手先でも探索を行い最適手を出すことができるようなプログラムを作成した。評価値については図1の値を用いた。今回、ミニマックス法を用いるためにまず初めに、調べたい手先までの全ての盤面とその盤面に対する評価値を、幅優先探索を用いて記憶させるようにした。実装方法として、minMax メソッド内で今の盤面のひっくり返せるマスを1つずつひっくり返していき、出たそれぞれの盤面とその盤面に対する評価値を Field リストに追加していく。ひっくり返せるマスの全ての盤面を記憶し終えたら、再帰関数を用いてまた minMax メソッドを実行する。そのときは先ほど追加した Field リストを1つずつ、それぞれの盤面においてのひっくり返せるマスをひっくり返し、同様に Field リストに追加していく。これを繰り返すことによって何手先でも盤面を記憶・表示することができた。また、どの盤面(親ノード)からひっくり返し、どの盤面(子ノード)になったのか、部分木となるものを記憶させた。完成したプログラムを実際に初手プログラム側の先行で5手先の盤面を表示させた結果、約1400通りの盤面が表示された。下の図4はその5手先の最後に表示された盤面を示し、1395は総通り数、(8,7)は置い

たマスを示している。



図4. 5手先の盤面

次に記憶した盤面とそれに対する評価値を用いて、部分木毎に、偶数手目のときはプログラム側の手なので最大値を、奇数手目のときはプレイヤー側の手なので最小値を返した。

3.3 意外性と期待性による戦略

基本的なプログラムは、先ほど紹介したミニマックス法を用いたプログラムと同じであるが、娯楽指向のオセロゲームプログラムは、中盤において異なる戦略を見せる。中盤のある手数に来たとき、1手先で星に石が置けるとプログラムが判断した場合は、定石の動きから逸れて、星の部分に石を打ち、プレイヤーに隅を取らせるような動きをする。(オセロ用語で「星」というのは、4隅から1マス内側の4マスのことを示す)。このような動きをすることによって、プレイヤーに期待性を感じてもらい、うまくいっている感覚を味わせる。そして、その後、定石の動きに戻る。また、意外性に関しては、中盤のある手数において、ミニマックス法を用いて、プログラム側にとって最悪な手(悪手)を探し、そこに打つことによって、プレイヤーに意外性を感じてもらい、このような動きをすることによってプレイヤーにおもしろいと感じてもらい、今回は、期待性の手は20手〜で星打ちできる時が来たら打ち、意外性の手は30〜35手で打つ。図5は意外性の例として、それぞれのプログラムに対して、30手目と同じ盤面だったときの、打つ手を示した。左の盤面が勝利指向のオセロゲームプログラム、右の盤面が娯楽指向のオセロゲームプログラムになっている。図6は期待性の例として、20手目以降に星打ちができるタイミングで星打ちを行っている。

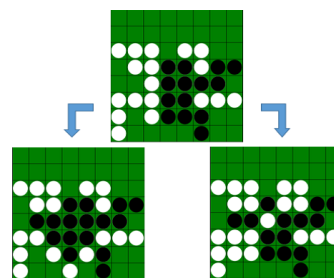


図5. 意外性 例

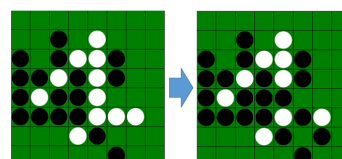


図6. 期待性 例

4 評価

4.1 実験方法

オセロゲームプログラムの戦略のおもしろさにおいて、意外性と予測性の有効性を示すために、勝利指向のオセロゲームプログラムと娯楽指向のオセロゲームプログラムをそれぞれ1回ずつ対戦してもらい、対戦する順番に心理状況が影響されないように、順番を変えて計8名に評価してもらい、評価内容として、被験者にプレイ前のアンケート、プレイ中のアンケート、プレイ後のアンケートに答えてもらう。

プレイ前のアンケートでは、被験者のオセロゲームの強さを「強い」から「弱い」まで5段階で、主観で答えてもらう。

プレイ中のアンケートでは、被験者が1手打つごとにアンケートに答えてもらい、内容は、「いま勝てそうですか」と「相手はどんな手を打ってきましたか」である。それぞれ「勝てそう・わからない・負けそう」と「意外な手・わからない・予想通り」のいずれかを選んでもらう。

プレイ後のアンケートでは、「それぞれ対戦した勝敗結果」、「どちらがおもしろかったか」、「それはどこがおもしろかったか」、「あなたの知っているオセロゲームの戦略はあるか」、「あなたの思うボードゲームのおもしろさとは何か」の5つに答えてもらう。

4.2 実験結果

被験者の全8人中6人が、オセロの主観の強さを「ふつう」以下にしていた。今回は実力のない人でも楽しめるようなプログラムということで、それら6人の戦績から分析していく。まず、勝率に関しては、勝利指向が0勝6敗、娯楽指向が4勝2敗、という結果になり、その差は有意であった。また、勝利指向がおもしろいと答えた人が2人、娯楽指向がおもしろいと答えた人は4人となった。どの点がおもしろかったかに対しては、意外な手が多かったことや、勝てそうなとき、勝ち負けの予測ができないとき、などがあげられた。これらより、実力がない人に対する娯楽指向のプログラムのおもしろさを示した。

また、プレイ中1手毎のアンケートの結果をグラフ化した。下の図7は、ある被験者の娯楽指向のオセロゲームプログラムと対戦したときの1手毎のグラフである。青の線が、いま勝てそうかを示し、オレンジの線が、相手はどんな手を打ってきたかを示している。また、黒の点線はそのときの評価値の変化を表している。横軸が手数を示し、縦軸は、1が「勝てそう・意外な手」、-1が「負けそう・予想通り」を示している。この被験者と戦うプログラムは、10手目に予測可能性の手を、15手目に意外性の手を打っている。

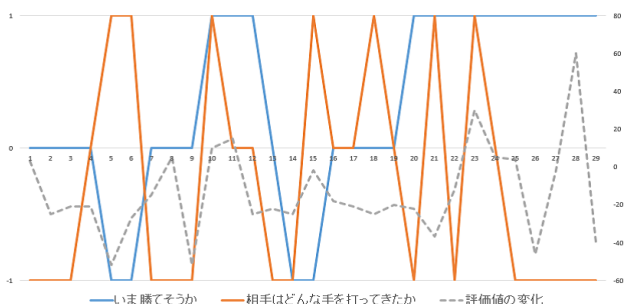


図7. ある被験者の1手毎のグラフ

4.3 考察

図7のグラフから、プログラムが期待性の手を打ったとき、被験者の心情の変化として、いま勝てそうかどうか、「わからない」から「勝てそう」に変化している。また、意外性の手を打ったときに被験者もその手は意外な手であると認識している。さらに、この被験者は2つのオセロゲームプログラムを比べて、娯楽指向のオセロゲームプログラムのほうがおもしろいと答えた。ほかの被験者も同じような傾向がみられたことから、期待性のおもしろさに対する影響が大きいと考える。

今回、図7のような、被験者が意外な手と思う箇所が2つのプログラムを通して多くみられた。「オセロゲームの強さが普通以下である」、「知っているオセロゲームの戦略が少ない」、これらに当てはまる被験者にこのような傾向がみられたことから、オセロゲームがあまり得意ではない人は、様々な場面で意外性を感じるということがわかり、1局に意外な手を多く感じられたほうがおもしろさを感じる人が多かった。また、どんな場面で意外性を感じているのか分析したところ、図7の意外性を感じている手数の評価値の変化をみて分かる通り、大部分が、被験者が打ったときの盤面評価値と、その後プログラム側が打った盤面評価値の差が大きいときに感じていることが分かった。為、評価値の変化が意外性に大きくかわることが考えられる。

5 おわりに

本研究では、意外性と期待性に着目し、勝利指向のオセロゲームプログラムと娯楽指向のオセロゲームプログラムの作成を行い、2つのプログラムを被験者にそれぞれ対戦してもらうことによりどちらがおもしろいかの比較実験を行った。実験の結果、期待性の手より、隅を取らせることによりおもしろさを示した。また、意外性に関しては、評価値の大きな変化が意外な手と感じさせた。それらの特徴として、意外性は、1局内での意外性の多さと意外性の大部分は評価値の大きな変化からなっていることを示した。

今後の課題として、今回、意外性の手により被験者に意外と感じさせることができなかった。意外性の手を打つことに対して、1番の悪手を打つだけでなく、手を打つ前後で評価値が大きく変化しているときにその手を打つようにすることで意外性の有効性を引き出せていけるようにする。

参考文献

- [1] RaphKoster, 2005, 「おもしろい」のゲームデザイン
- [2] "オセロプログラムと人間はどちらが強いのか？ロジステロとの戦い", <http://uguisu.skr.jp/othello/7-2.html>
- [3] "オセロ (遊戯)-Wikipedia", [https://ja.wikipedia.org/wiki/オセロ_\(遊戯\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/オセロ_(遊戯))
- [4] "序盤、中盤、終盤の判断と戦略", <http://fible.s5.xrea.com/laboratory/othello/othello.html>
- [5] リバースのアルゴリズム C++&Java 対応 - 「探索アルゴリズム」「評価関数」の設計と実装
- [6] "オセロプログラムの作り方", <http://hp.vector.co.jp/authors/VA015468/platina/algo/>
- [7] 仲道隆史, 伊藤毅志"機械学習を用いた棋力の調整方法の提案と認知的科学的評価", 情報処理学会研究報告, 2013, Vol.2013-GI-30, No.7 pp.1-7