

支配領域に基づいた Amazon の評価関数
An Evaluation Function for Amazon
Based on Dominated Square

西條良輔

小谷善行

SAIJO Ryosuke

KOTANI Yoshiyuki

{jo,kotani}@fairy.ei.tuat.ac.jp

東京農工大学工学部電子情報工学科

東京都小金井市中町 2-24-16

概要

本稿では支配領域に基づいた Amazon の評価関数について述べる。支配領域に基づいた Amazon の評価関数は、これまでに提案されている [1]。そこで述べられている支配領域とは、「空のマスにどちらのプレイヤーが先に到達できるか」という考え方である。

今回本稿で提案する支配領域は、1 手で到達できる空マスの支配をまず確定させてからそれ以降の空マスの支配を確定させる。このとき、既に確定した支配マスは支配したプレイヤーの駒と同等の扱いをし、以降のマスの支配に影響を及ぼす。この考え方を“path interception”とし、これまでの評価関数と比較、評価する。

abstract

This paper describes a new approach of evaluation function of an Amazon programs that is based on dominated areas. We propose a function of square domination which computed each square belongs to. Which side our key concept is “path interception”.

1. はじめに

ゲームプレイングプログラムの評価関数は、ゲーム結果と密接に結びつかなければならぬ。Amazon には、大きく分けると 2 種類の考え方の評価関数がある。1 つは合法手の多さを評価する方法で、残るもう一方はマスの支配を評価する方法である。Amazon は 1 手で合法手が大幅に変化することが多い。そのため、合法手の多さがゲーム結果との結びつき

があるのかということを考えてとき、良い評価関数とは言えないと仮定できる。

本稿では最初に“合法手の多さ”を評価要素とした評価関数と、後で定義する2つの“マスの支配”を評価要素とした評価関数を対戦させて、その仮説を対戦結果から評価する。

また、マスの支配について、今までは“先に到達することができるプレイヤー”が支配権を持っているような考え方が主流であった[1]。本稿では到達に要する手数順にマスの支配を確定させる、“path interception”という評価関数を提案する。

2. 評価関数

2.1 合法手の多さを評価要素とする評価関数

この評価関数は、合法手が何手あるかを評価要素とする。本稿ではこの評価関数を“number of moves”と呼ぶ。

Amazon では合法手がなくなった方が負けとなる。そういった意味では終盤にこの評価で大差があれば勝負に結びつくことが多いと考えられる。Amazon では1手で敵の進路を2つふさぐことが可能なので、ゲームの進行とともにこの評価値は小さくなっていく。[表1]

表1：ゲーム進行と合法手数の移り変わり例

#	合法手数	#	合法手数	#	合法手数	#	合法手数
1	2176	16	847	31	253	46	66
2	1675	17	603	32	234	47	25
3	1739	18	764	33	195	48	61
4	1295	19	526	34	191	49	18
5	1504	20	636	35	140	50	58
6	1108	21	451	36	175	51	13
7	1492	22	600	37	141	52	53
8	882	23	407	38	136	53	9
9	1188	24	585	39	103	54	21
10	833	25	334	40	132	55	4
11	999	26	372	41	89	56	12
12	892	27	385	42	105	57	2
13	934	28	200	43	46	58	3
14	780	29	356	44	71	59	1
15	874	30	239	45	26	60	1

* #が奇数は先手番、偶数は後手番

2.2 マスの支配を評価要素とする評価関数

2.2.1 "first reach"

空のマスに対し、最も少ない手数でそのマスに到達できるプレイヤーにその支配権があるとする評価関数を"first reach"と定義する。到達に要する手数が両者同じ場合は、そのマスは競合マスになる。評価例を[図 1]に示す。

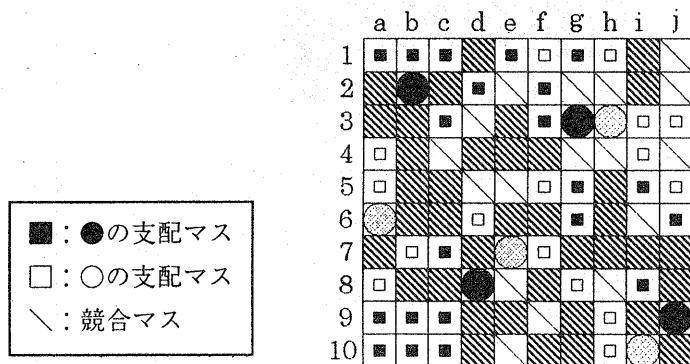


図 1: "first reach"による局面評価例

2.2.2 "path interception"

"first reach"と同じく、マスの支配を評価要素とする評価関数が"path interception"である。"path interception"では、到達に要する手数順に支配を確定させる。まず、1手で到達できるマスをピックアップし、そのマスに片方のプレイヤーしか到達できない場合はそのプレイヤーの支配マスとし、両方が到達できるマスは競合マスとする。次に、既に支配が確定しているマスから、1手で到達できる空のマスをピックアップする(効きの延長)。同じように片方のプレイヤーの支配しか及ばないときは、そのプレイヤーの支配マスとし、両方の支配が及ぶときは競合マスとする。このとき、既に確定している競合マスや敵の支配マスは壁と同様の役割を果たし、効きは突き抜けられない。こうして、1つの支配マスの評価値を1として、局面全体での両者の評価値の合計が変化しなくなるまで効きの延長を繰り返す。評価例を[図 2]に示す。

このような支配の確定方法のちがいにより、図 1 と図 2 では評価に違いが見られる。j1, j2 は図 1 では競合マスである。しかし、図 2 ではプレイヤー○の支配マスとなっている。これは、"first reach"では両者が2手で到達できるマスであるのに対して、"path interception"では既に確定している j5 の○の支配マスが壁となり、●の効きの延長を阻止しているからである。

同様のことが d5, e5 についても説明できる。

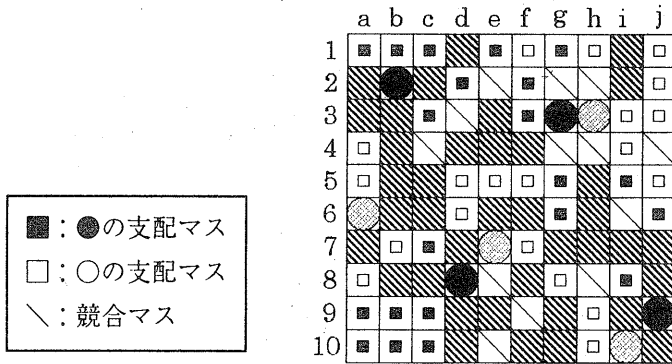


図 2：“path interception”による局面評価例

3. 評価関数別の対戦実験

3.1 先読みなしの対戦実験

まず，“number of moves”，“first reach”，“path interception”に加えて，“first reach”と“path interception”の評価値の平均を評価値とする“average”を用意し，それぞれ 1000 対戦させた．先手，後手は半分ずつ担当し，10 手目までは評価関数に乱数を加算し，同じゲームにならないようにしている．対戦成績を[表 2]に示す．

表 2：評価関数のちがいによる対戦結果（数字は勝率）

	number of moves	first reach	path interception	average
number of moves	---	.089	.089	---
first reach	.911	---	.504	.519
path interception	.911	.496	---	.505
average	---	.481	.495	---

マスの支配を評価要素とする 3 つの評価関数は，この条件では強さが同程度であった．合法手の多さを評価要素とする“number of moves”は仮定どおり弱く，“first reach”および“path interception”に対する勝率は 1 割に満たない．

3.2 先読みを含む対戦実験

次に，“first reach”と“path interception”について，先読みを実装したシステムで対戦実験を行う．枝刈りには alpha-beta を利用し，次の方法で深さを決定する[図 3]．

```

NODE=my_node;
for (DEPTH=1;NODE<LIMIT_NODE;DEPTH++){
    MAX (MIN_EVAL,MAX_EVAL,DEPTH,best_move);
    NODE*=opp_node;
    if (NODE>LIMIT_NODE)break;
    DEPTH++;
    MAX (MIN_EVAL,MAX_EVAL,DEPTH,best_move);
    NODE*=my_node;
}

```

my_node:手番のプレイヤーの合法手数
opp_node:敵の合法手数
LIMIT_NADE:許容探索ノード数

図3：現在の局面情報からの先読み深さの決定方法

LIMIT_NODE を 10000, 20000, 40000 に設定して、それぞれ先手後手で 100 対戦、あわせて 200 対戦を行った[表3].

表3：“first reach”と“path interception”の対戦結果（数字は勝率）

LIMIT_NODE	10000	20000	40000
First reach	0.490	0.545	0.475
Path interception	0.510	0.455	0.525

先読みを実装しても2つの評価関数の勝率はほぼ互角である。

4. 結果の考察

マスの支配を評価要素とする2つの評価関数を利用して比較、実験したが、大きな差は見られなかった。

“path interception”は、将来の利きを考えるという点を重視しており、ゲーム木探索とは別の意味で将来の評価が可能かと考えた。しかし、ゲーム結果からそれを確認することはできなかった。

逆に“first reach”は将来おかれる可能性のある壁などは一切考えずに、空のマスに先に到達できるプレイヤーを支配者としている。

はっきりとした理由は得られなかったが、この 2 つの評価関数が互角であったということは興味深い結果である。マスの支配がいつ確定したかによってそのマスのもつ支配力を変化させれば面白い結果が得られる可能性がある。

5. まとめ

マスの支配を評価要素とする評価関数“path interception”を提案し、同じくマスの支配を評価要素とする評価関数“first reach”と対戦させた。両者とも合法手の数を評価要素とする評価関数“number of moves”には大勝したが、お互いの強さは互角であった。

参考文献

- [1] [小谷善行 1999. 1] アマゾンゲームの評価関数について, 第 40 回プログラミングシンポジウム, pp. 104-105
- [2] [西條良輔 1999. 10] TD 法を用いた Amazon の静的評価関数の学習, GPW 99, ポスターセッション
- [3] [飯田弘之 1999. 1] GPCC '98 課題ゲーム: アマゾン, 第 40 回プログラミングシンポジウム, pp. 101