

# Sztuczna inteligencja i inżynieria wiedzy

## Lista 2

Łukasz Małecki

### Testowane strategie

Dla gry Reversi zaimplementowałem kilka heurystyk mających na celu ocenę stanu planszy dla konkretnego gracza. Heurystyka ma dostęp do stanu planszy oraz wiedzy, dla którego gracza ma oceniać planszę.

Testowane strategie to:

- Greedy (zachłanna) – najbardziej podstawowa heurystyka, która przychodzi na myśl graczowi: kto ma więcej krążków na planszy, ten jest na prowadzeniu
- StrategyOne – moja heurystyka oparta na wiedzy o grze, w założeniu ma służyć w fazach gry poprzedzających końcówkę (przed 40-tym ruchem), bierze ona pod uwagę to, że we wczesnej i środkowej fazie gry nie chcemy mieć najwięcej krążków, strategia ta bardzo wywyższa zajęcie przez gracza krańca planszy i karze za kładzenie krążków obok niezajętych krańców planszy, ponadto lekko nagradza gracza za posiadanie krążków w centrum oraz nagradza za dużą mobilność naszego gracza lub za niską mobilność przeciwnika, strategia ta jest oparta o techniki wykorzystywane przez graczy Reversi
- StrategyEndgame – moja heurystyka bardzo podobna do StrategyOne, która ma być stosowana do końcowej fazy gry, gracz nagradzany jest za większą liczbę krążków oraz nagrody za zajęte krańce planszy są lekko obniżone
- StrategyStaticWeights – heurystyka, którą znalazłem w jednej z prac naukowych, która opiera się na nadaniu polom na planszy odpowiednich wartości, które odpowiadają temu, co można uzyskać przy pomocy heurystyk

### 5.2 Static Weights Heuristic Function

4	-3	2	2	2	2	-3	4
-3	-4	-1	-1	-1	-1	-4	-3
2	-1	1	0	0	1	-1	2
2	-1	0	1	1	0	-1	2
2	-1	0	1	1	0	-1	2
2	-1	1	0	0	1	-1	2
-3	-4	-1	-1	-1	-1	-4	-3
4	-3	2	2	2	2	-3	4

**Figure 3: Shows the static weights assigned to each individual position in the board**

○

- Osobiście nie podoba mi się w tej heurystyce to, że gdy zdobędziemy kraniec, to na pewno będziemy mieć również któreś z przyległych minusowych pól
- Random – dodatkowa strategia, która służyć miała jedynie przetestowaniu poprawności działania pozostałych heurystyk (jeśli nie są w stanie wygrać z kimś, kto gra losowo, to są beznadziejne)

## Eksperymenty

Nasze funkcje szukające posiadają miejsce na strategię przed endgame i podczas endgame, w konkursie będą brały udział następujące pary:

- StrategyOne:StrategyEndgame
- StrategyGreedy:StrategyGreedy
- StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights
- StrategyOne: StrategyOne (aby ustalić, czy nasza strategia na endgame ma sens)

W ramach jednego wiersza mamy wykonanych 50 symulowanych gier rozgrywanych przez algorytmy z głębokością 4, w celu polepszania wydajności wszystkie mecze zostały rozegrane z pomocą Alfa-Beta.

### Eksperyment 0 – walka z Random

Eksperyment ten ma na celu sprawdzenie, czy nasze strategie są jakkolwiek użyteczne. Ponieważ, gdyby nie były one w stanie pokonać gracza losowo wykonującego legalne ruchy, to nie mają racji bytu.

PlayerColor	Strategia	WinRate
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	98,00%
White	Random	2,00%
Black	Random	0,00%
White	StrategyOne:StrategyEndgame	100,00%
Black	StrategyGreedy:StrategyGreedy	96,00%
White	Random	4,00%
Black	Random	8,00%
White	StrategyGreedy:StrategyGreedy	90,00%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	88,00%
White	Random	12,00%
Black	Random	2,00%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	98,00%
Black	StrategyOne:StrategyOne	100,00%
White	Random	0,00%
Black	Random	0,00%
White	StrategyOne:StrategyOne	100,00%

Nasze wyniki mają się następująco:

Każda strategia była w stanie pokonać losowy algorytm z bardzo wysoką skutecznością. StrategyGreedy oraz StrategyStaticWeights miały najbardziej chwiejne wyniki, które nadal miały

dobrą skuteczność. Chociaż przegranie taką liczbę razy z losowym algorytmem zdaje się pokazywać pewne problemy tych heurystyk.

## Wniosek

Wszystkie strategie mogą być potencjalnie użyteczne.

## Eksperyment 1 – StrategyOne:StrategyEndgame

Eksperyment ten ma na celu przetestowanie skuteczności strategii StrategyOne:StrategyEndgame w porównaniu z innymi strategiami.

PlayerColor	Strategia	WinRate
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	0,38
White	StrategyOne:StrategyEndgame	0,60
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	0,44
White	StrategyOne:StrategyEndgame	0,56
Black	StrategyGreedy:StrategyGreedy	0,00
White	StrategyOne:StrategyEndgame	1,00
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	1,00
White	StrategyGreedy:StrategyGreedy	0,00
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	0,16
White	StrategyOne:StrategyEndgame	0,82
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	0,80
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	0,18
Black	StrategyOne:StrategyOne	0,34
White	StrategyOne:StrategyEndgame	0,66
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	0,42
White	StrategyOne:StrategyOne	0,58

Widzimy, że nasz algorytm pokonał StrategyGreedy bez żadnej przegranej niezależnie od strony barykady. Świetne wyniki również osiągnął przeciwko StrategyStaticWeights, gdzie w obu przypadkach wygrał około 80% razy. Co ciekawe, z walki samemu ze sobą zdaje się, że algorytm może lepiej sobie radzić po stronie białych, chociaż nie mamy wystarczająco decyzyjnych danych by to udowodnić. Chociaż hipotezę tę zdaje się potwierdzać rywalizacja z StrategyOne:StrategyOne, w której w obu przypadkach wygrała strona biała, chociaż łącznie więcej zwycięstw udało się osiągnąć StrategyOne:StrategyEndgame.

## Wniosek

StrategyOne:StrategyEndgame zdaje się póki co być jedną z najlepszych strategii spośród wybranych. Jedynym poważnym rywalem jest StrategyOne:StrategyOne. Ponadto jest podejrzenie, że nasza strategia działa lepiej po stronie białych.

## Eksperyment 2 – StrategyStaticWeights

Eksperyment ten ma na celu przetestowanie skuteczności strategii StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights w porównaniu z innymi strategiami.

PlayerColor	Strategia	WinRate
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	80%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	18%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	12%
White	StrategyOne:StrategyEndgame	88%
Black	StrategyGreedy:StrategyGreedy	38%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	58%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	80%
White	StrategyGreedy:StrategyGreedy	18%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	60%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	38%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	68%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	32%
Black	StrategyOne:StrategyOne	76%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	24%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	24%
White	StrategyOne:StrategyOne	76%

Jak widzimy nasz algorytm jedynie radzi sobie dobrze z algorytmem zachłannym. Widzimy również zależność, że nasz algorytm lepiej się sprawdza po stronie czarnych, co widzimy przy każdej rywalizacji, a przede wszystkim przy rywalizacji samemu ze sobą.

## Wniosek

Strategia ta, zgodnie z moimi oczekiwaniami, nie sprawia się najlepiej w zetknięciu z bardziej dopracowanymi i przemyślanymi strategiami. Nie jest jednak ona niemalże kompletnie niezdolna do wygranej jak strategia zachłanna.

## Eksperyment 3 – StrategyOne:StrategyOne

Eksperyment ten ma na celu przetestowanie skuteczności strategii StrategyOne:StrategyEndgame w porównaniu z innymi strategiami.

PlayerColor	Strategia	WinRate
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	50%
White	StrategyOne:StrategyOne	50%
Black	StrategyOne:StrategyOne	44%
White	StrategyOne:StrategyEndgame	56%
Black	StrategyGreedy:StrategyGreedy	2%
White	StrategyOne:StrategyOne	98%
Black	StrategyOne:StrategyOne	94%
White	StrategyGreedy:StrategyGreedy	4%
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	8%
White	StrategyOne:StrategyOne	92%
Black	StrategyOne:StrategyOne	78%
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	18%
Black	StrategyOne:StrategyOne	48%
White	StrategyOne:StrategyOne	50%
Black	StrategyOne:StrategyOne	46%
White	StrategyOne:StrategyOne	50%

Widzimy, że w tym wypadku algorytm ten jest na remisie z StrategyOne:StrategyEndgame z małą przewagą dla SO:SE. Zauważamy również, że rzeczywiście SSW:SSW dość wyraźnie lepiej sobie radzi grając białymi

## Wniosek

Podejście SO:SO zdaje się nie różnić znacząco w wynikach w porównaniu do SO:SE, chociaż to drugie zdaje się mieć lekką przewagę.

## Eksperyment 4 – Głębokość przeszukiwania a czas wykonania

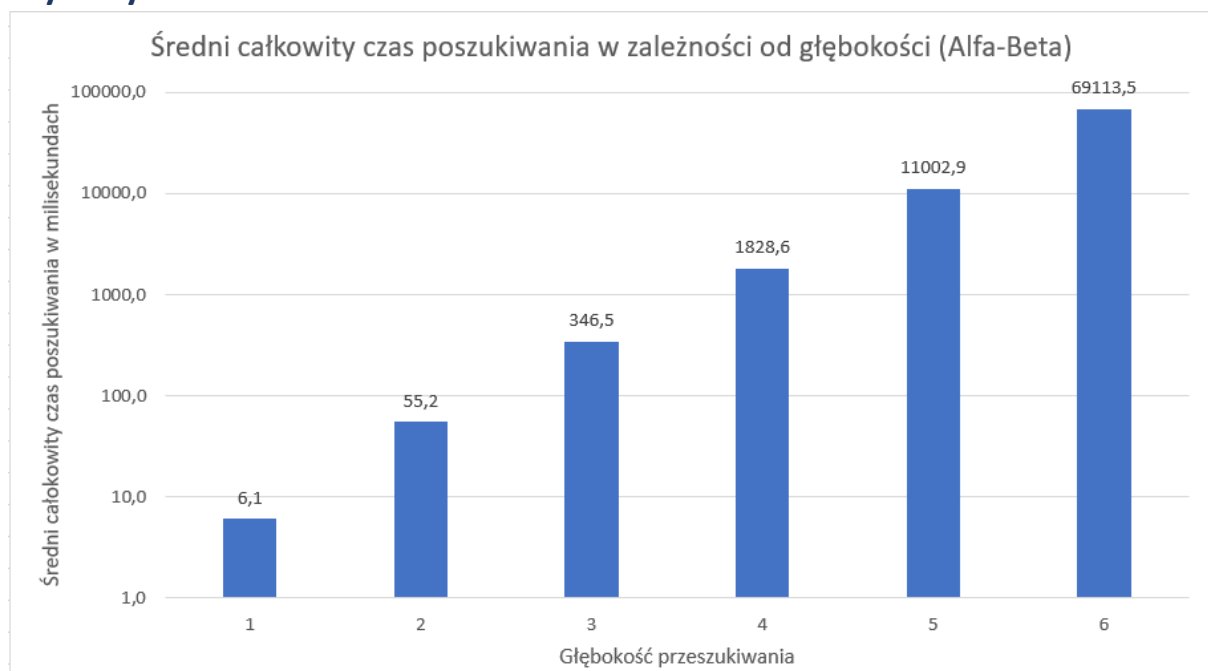
Do wykonania tego eksperymentu sprawdziłem pewne liczby gier dla różnych głębokości przeszukiwania dla algorytmu MiniMax oraz usprawnienia Alpha-Beta. Ze względu na długość wykonania im większa głębokość, tym mniej prób wykonywałem.

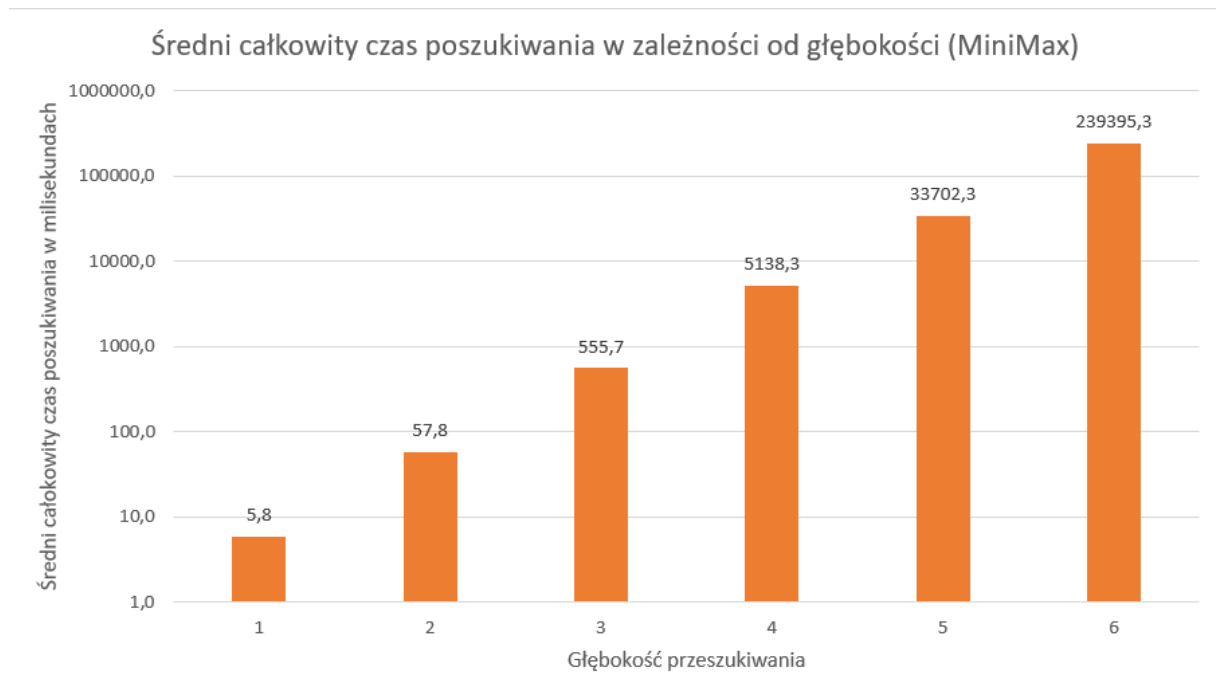
Jako, że interesują nas tutaj proporcje pomiędzy czasami wykonania, a nie długość wykonania heurystyki, to na podstawie poniższej tabeli:

PlayerColor	Strategia	AvgFullTimeSearch
Black	StrategyOne:StrategyEndgame	3,18
White	Random	0,00
Black	Random	0,00
White	StrategyOne:StrategyEndgame	3,27
Black	StrategyGreedy:StrategyGreedy	1,21
White	Random	0,00
Black	Random	0,00
White	StrategyGreedy:StrategyGreedy	1,70
Black	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	2,29
White	Random	0,00
Black	Random	0,00
White	StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	2,46
Black	StrategyOne:StrategyOne	3,34
White	Random	0,00
Black	Random	0,00
White	StrategyOne:StrategyOne	3,40

Zadecydowałem by w eksperymencie za użytą strategię służyła strategia zachłanna, gdyż daje najkrótsze czasy wykonania.

## Wykresy:





Jak widzimy w obu wypadkach wzrost jest wykładniczy, warto jednak zauważyć jak dużo czasu oszczędza nam cięcia alfa-beta. Od głębokości 4 wzwyż musimy czekać na wyniki około 3 razy dłużej na MiniMaxa niż na Alfa-Beta.

## Wniosek

Jak widzimy Alfa-Beta jest to niezwykle opłacalne usprawnienie, które może znacząco wpłynąć na wydajność działania algorytmu.

## Dodatkowe informacje do wyciągnięcia z tabel

Strategia	TestNum	WinRate	Depth	AvgFullTimeSearch	DeviationFullTimeSearch	AvgMoveTime	AvgDeviationMoveTime	AvgFullNodesSearched	DeviationFullNodesSearched
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,38	4,00	5,22	0,85	0,1731	0,1778	197217,10	34234,59
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,60	4,00	5,27	0,78	0,1774	0,1859	200453,50	30340,80
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,44	4,00	5,15	0,77	0,1704	0,1754	194429,98	30851,70
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,56	4,00	5,13	0,99	0,1725	0,1812	195773,88	38740,97
StrategyGreedy:StrategyGreedy	50	0,00	4,00	1,72	0,49	0,0594	0,0601	72275,22	22364,04
StrategyOne:StrategyEndgame	50	1,00	4,00	1,99	0,45	0,0645	0,0627	75958,70	17207,52
StrategyOne:StrategyEndgame	50	1,00	4,00	2,31	0,46	0,0738	0,0752	85708,48	17008,65
StrategyGreedy:StrategyGreedy	50	0,00	4,00	2,00	0,47	0,0709	0,0762	80190,18	19632,00
StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	50	0,16	4,00	2,78	0,72	0,0934	0,0981	110050,98	27420,51
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,82	4,00	2,97	0,61	0,0984	0,0948	109295,62	21596,36
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,80	4,00	2,98	0,40	0,0971	0,0922	109817,12	14442,31
StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	50	0,18	4,00	3,34	0,52	0,1140	0,1132	127856,58	20560,60
StrategyOne:StrategyOne	50	0,34	4,00	5,57	0,89	0,1854	0,1922	211548,30	35220,95
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,66	4,00	5,12	0,78	0,1715	0,1762	195829,22	30513,23
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,42	4,00	5,50	0,96	0,1823	0,1882	208784,66	38463,76
StrategyOne:StrategyOne	50	0,58	4,00	5,15	0,98	0,1726	0,1801	196700,34	37291,88



Strategia	TestNum	WinRate	Depth	AvgFullTimeSearch
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,38	4,00	5,22
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,60	4,00	5,27
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,44	4,00	5,15
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,56	4,00	5,13
StrategyGreedy:StrategyGreedy	50	0,00	4,00	1,72
StrategyOne:StrategyEndgame	50	1,00	4,00	1,99
StrategyOne:StrategyEndgame	50	1,00	4,00	2,31
StrategyGreedy:StrategyGreedy	50	0,00	4,00	2,00
StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	50	0,16	4,00	2,78
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,82	4,00	2,97
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,80	4,00	2,98
StrategyStaticWeights:StrategyStaticWeights	50	0,18	4,00	3,34
StrategyOne:StrategyOne	50	0,34	4,00	5,57
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,66	4,00	5,12
StrategyOne:StrategyEndgame	50	0,42	4,00	5,50
StrategyOne:StrategyOne	50	0,58	4,00	5,15

DeviationFullTimeSearch	AvgMoveTime	AvgDeviationMoveTime	AvgFullNodesSearched	DeviationFullNodesSearched
0,85	0,1731	0,1778	197217,10	34234,59
0,78	0,1774	0,1859	200453,50	30340,80
0,77	0,1704	0,1754	194429,98	30851,70
0,99	0,1725	0,1812	195773,88	38740,97
0,49	0,0594	0,0601	72275,22	22364,04
0,45	0,0645	0,0627	75958,70	17207,52
0,46	0,0738	0,0752	85708,48	17008,65
0,47	0,0709	0,0762	80190,18	19632,00
0,72	0,0934	0,0981	110050,98	27420,51
0,61	0,0984	0,0948	109295,62	21596,36
0,40	0,0971	0,0922	109817,12	14442,31
0,52	0,1140	0,1132	127856,58	20560,60
0,89	0,1854	0,1922	211548,30	35220,95
0,78	0,1715	0,1762	195829,22	30513,23
0,96	0,1823	0,1882	208784,66	38463,76
0,98	0,1726	0,1801	196700,34	37291,88

Z tabel tych możemy odczytać dzięki odchyleniu standardowemu, że różnica czasu potrzebnego na wykonanie ruchu w ramach jednej partii potrafiła być ogromna (przewyższała nawet średnią w kilku przypadkach). Zależność tę można było zaobserwować przy dokładnym badaniu przebiegu rozgrywki. Początkowe kilka ruchów najczęściej było wykonywane bardzo szybko, potem wszystkie zajmowały dużo czasu i przez kilka ostatnich ruchów znowu ruchy padały bardzo szybko.

Wynika to najpewniej ze znacznie większej liczby dostępnych ruchów dla graczy w środkowej fazie gry. Zauważyć możemy, że w meczach, w których udział brała StrategiaOne vs StrategiaOne czasy meczy były dłuższe, co wynika najpewniej z tego, że obie te heurystyki kładą pewien nacisk na liczbę dostępnych ruchów. Z tego powodu starając się o posiadanie większej liczby ruchów dajemy sobie więcej rozgałęzień podczas sprawdzania drzewa gry. (np. w StrategiaOne vs StrategiaGreedy czasy były ponad 2x krótsze niż we wspomnianych przeze mnie meczach, bo tutaj tylko jednej stronie zależy na liczbie ruchów).

## Wnioski ogólne

Zadanie było bardzo ciekawe i dało lepszy wgląd w różnicę w podejściu do gry graczy i algorytmów. Mi jako graczowi intuicyjnie łatwiej jest myśleć w kategorii: jaki powinienem wykonać następnych ruch,



co powinien mi on dawać i czego mam się wystrzegać. Gdzie przy tworzeniu heurystyki mamy myślenie: oceń stosunkowo obiektywnie tę pozycję.

Ponadto trzeba było rzeczywiście samemu się nauczyć o tej grze, aby być w stanie napisać stosunkowo sensowne heurystyki.

Byłem dumny z tego, że udało mi się przewidzieć problemy heurystyki opartej na statycznej tablicy i że moja własna heurystyka ją pokonała bez większych problemów.

Jednym z większych zdziwień było to, jak wielki wpływ ma modyfikacja Alfa-Beta. Nie pomyślałbym, że uzyskamy aż 3-krotnie lepszą wydajność tak prostym sposobem.