

Sztuczna inteligencja i inżynieria wiedzy – laboratorium

Sprawozdanie: Algorytmy rozwiązywania gier

Kajetan Pynka, 254495

Spis treści

Wstęp.....	3
Min-max.....	4
Głębokość 2	4
Głębokość 3	5
Głębokość 4	6
Głębokość 5	7
Alpha-beta.....	8
Głębokość 2	8
Głębokość 3	9
Głębokość 4	10
Głębokość 5	11
Min-max vs alpha-beta	12
Wnioski.....	13

Wstęp

Problemem rozważanym w ramach tego zadania jest „rozwiązywanie” czy też innymi słowy skuteczne wygrywanie partii gry w warcaby przez jeden z dwóch algorytmów: min-max oraz alpha-beta. Gra w warcaby została zaimplementowana zgodnie z obowiązującymi zasadami w ramach turniejów pod nadzorem Polskiego Związku Warcabowego. Zmodyfikowane zostały jednak reguły remisów. Remis jest osiągany gdy:

- sumarycznie przez 300 ruchów żadna ze stron nie doprowadzi do wygranej
- którakolwiek ze stron posiadająca jedynie damki nie wygra w ciągu 15 ruchów

Dokument podzielony jest na następujące sekcje:

- Względem algorytmu: „Min-max” lub „Alpha-beta” lub porównanie obu algorytmów
- Względem głębokości używanej do przeglądania drzewa stanów gry przez powyższe algorytmy

Wyniki przedstawiane w tabelach i wykresach są średnią 10 uruchomień dla każdego ustawienia: algorytmu, głębokości, heurystyki grającego białymi, heurystyki grającego czarnymi. Dokładniej średnia liczba tur (Avg Turns) oraz średni czas (Avg Time) to średnia arytmetyczna 10 wyników, natomiast wynik (Score) to rezultaty osiągnięte w ramach tych rozgrywek (w formie W/B/T gdzie W – wygrana białych, B – wygrana czarnych, T – remis). Dla porównania alpha-beta i min-maxa „średnia liczb tur” oraz „średni czas” to średnia 16 tur i czasów w ramach każdej kombinacji heurystyk dla danej głębokości. Czas mierzony w sekundach. Na wykresach górne HX oznacza heurystykę grającego czarnymi a dolne HX heurystykę grającego białymi. Białe zawsze zaczynały losowym ruchem.

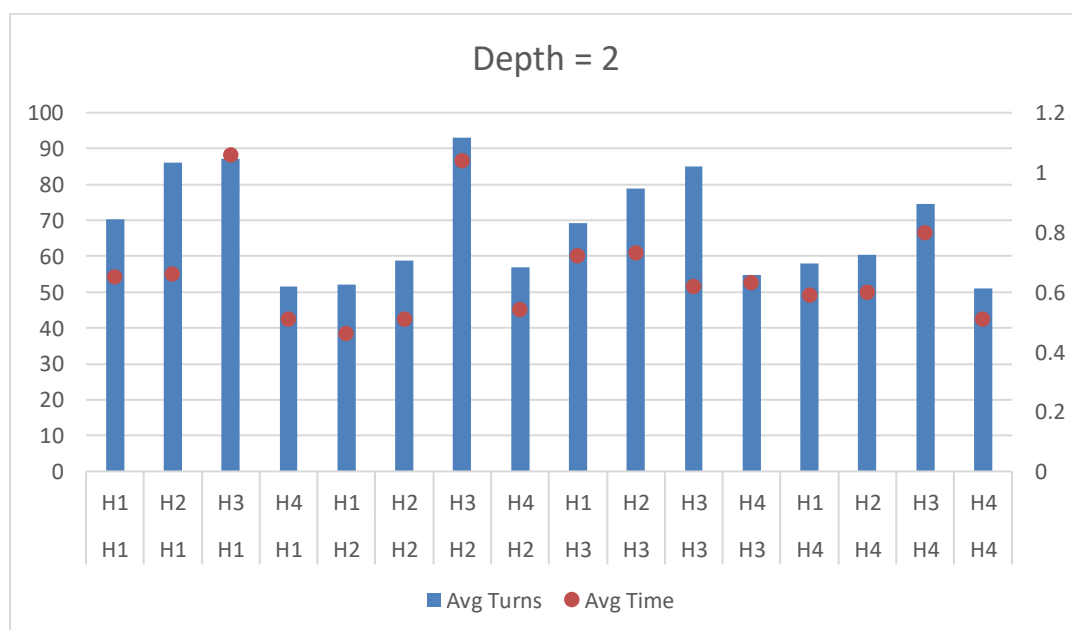
Mówiąc o heurystyce grającego białymi (White Heur) czy czarnymi (Black Heur) mam na myśli heurystykę oceny stanu planszy, którą przyjął odpowiednio grający białymi czy czarnymi. Oznacza to de facto w jaki sposób dany gracz postrzega aktualny stan planszy (w sensie liczbowym, im większy wynik tym lepiej). Do przeprowadzenia badań zaimplementowałem 4 heurystyki:

- H1 – Wartością jest różnica między liczbą pionków gracza a liczbą pionków przeciwnika (niezależnie od tego czy pionki są damkami czy nie)
- H2 – Wartością jest różnica wyników gracza oraz przeciwnika, gdzie na wynik składa się: po 1 pkt za każdego pionka na polach krawędziowych planszy, po 2 pkt za każdego pionka na polach o jeden rząd lub kolumnę bliżej środka, po 3 pkt za każdego pionka na środkowych polach planszy (bez rozróżniania damek)
- H3 – odwrotnie do poprzedniej heurystyki: 3pkt za krawędź, 2pkt za bliżej środka, 1pkt za środek planszy (bez rozróżniania damek)
- H4 – Wartością jest różnica wyników gracza oraz przeciwnika, gdzie na wynik składa się: po 1 pkt za każdego pionka oraz po 5 pkt za każdą damkę

Min-max

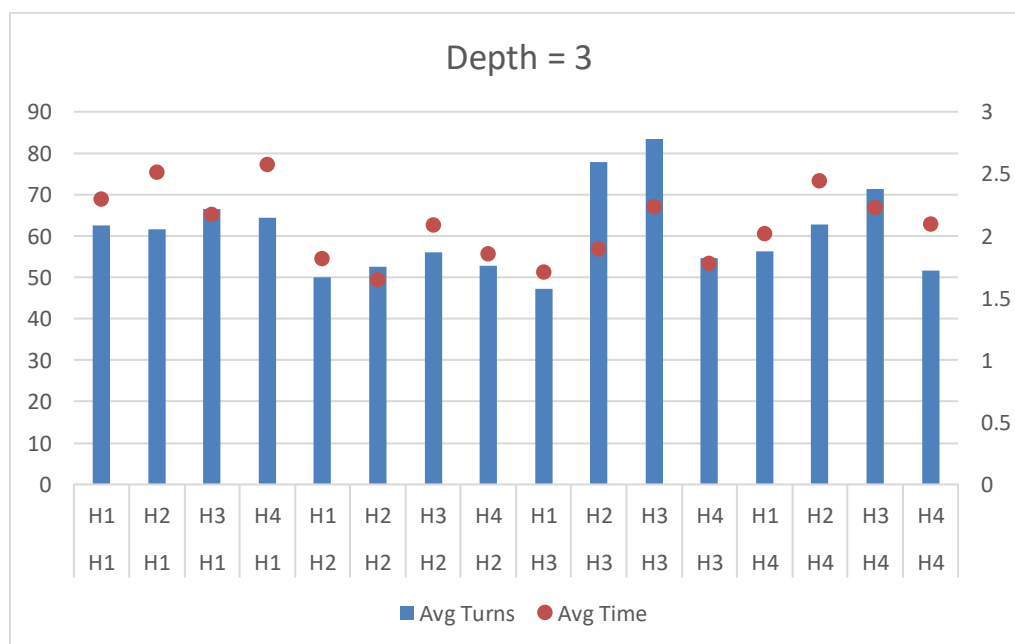
Głębokość 2

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	70.3	0.65	"7/3/0"
H1	H2	86	0.66	"6/0/4"
H1	H3	87.1	1.06	"2/2/6"
H1	H4	51.5	0.51	"9/1/0"
H2	H1	52	0.46	"0/10/0"
H2	H2	58.8	0.51	"6/3/1"
H2	H3	93.1	1.04	"1/1/8"
H2	H4	56.8	0.54	"0/10/0"
H3	H1	69.2	0.72	"0/8/2"
H3	H2	78.9	0.73	"5/0/5"
H3	H3	84.9	0.62	"0/3/7"
H3	H4	54.8	0.63	"0/10/0"
H4	H1	57.9	0.59	"7/3/0"
H4	H2	60.4	0.6	"10/0/0"
H4	H3	74.7	0.8	"2/3/5"
H4	H4	51.1	0.51	"9/1/0"



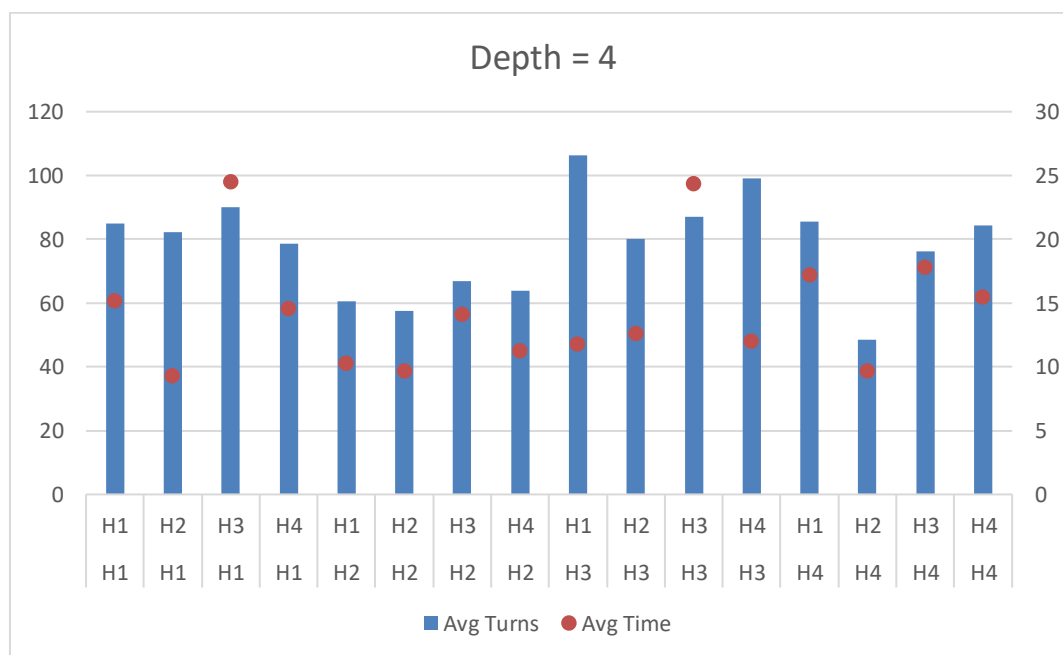
Głębokość 3

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	62.5	2.3	"1/1/8"
H1	H2	61.7	2.52	"2/1/7"
H1	H3	66.4	2.18	"5/0/5"
H1	H4	64.5	2.58	"0/0/10"
H2	H1	50.1	1.82	"3/3/4"
H2	H2	52.6	1.65	"6/0/4"
H2	H3	56	2.09	"0/3/7"
H2	H4	52.8	1.86	"2/5/3"
H3	H1	47.3	1.71	"0/1/9"
H3	H2	77.9	1.9	"0/0/10"
H3	H3	83.5	2.24	"2/1/7"
H3	H4	54.7	1.78	"0/0/10"
H4	H1	56.2	2.02	"0/5/5"
H4	H2	62.7	2.45	"0/1/9"
H4	H3	71.3	2.23	"0/0/10"
H4	H4	51.7	2.1	"0/5/5"



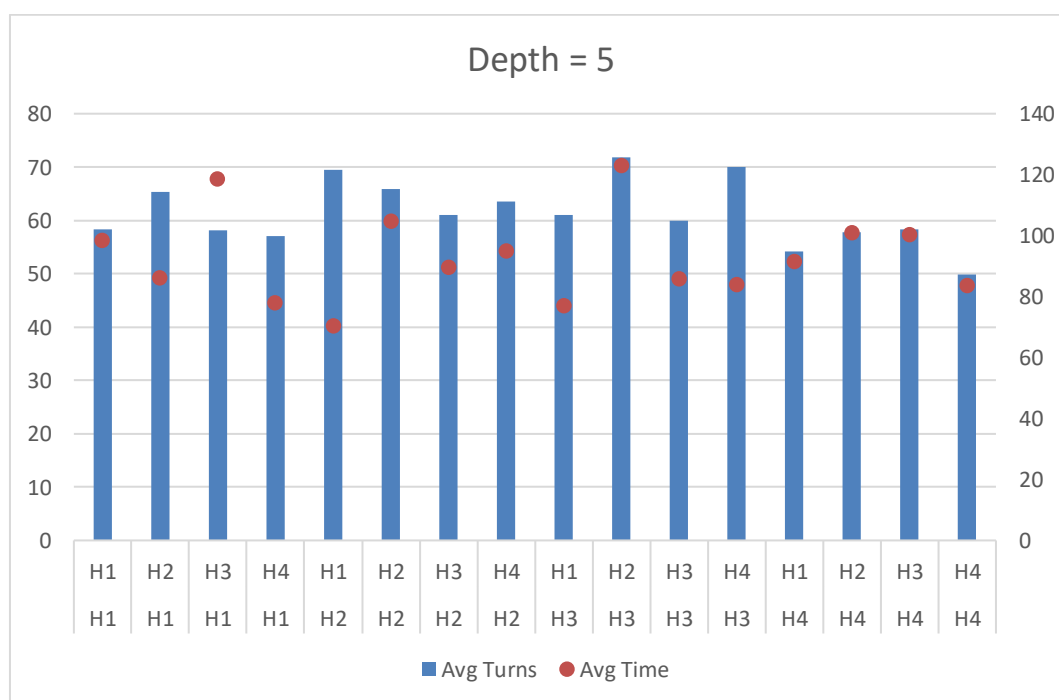
Głębokość 4

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	84.8	15.19	"0/5/5"
H1	H2	82.2	9.37	"6/0/4"
H1	H3	90	24.55	"6/0/4"
H1	H4	78.5	14.63	"3/4/3"
H2	H1	60.4	10.31	"0/0/10"
H2	H2	57.4	9.75	"0/10/0"
H2	H3	66.9	14.19	"0/8/2"
H2	H4	64	11.27	"0/0/10"
H3	H1	106.4	11.8	"0/3/7"
H3	H2	80.1	12.65	"0/0/10"
H3	H3	87	24.37	"2/1/7"
H3	H4	99	12.08	"0/4/6"
H4	H1	85.5	17.25	"0/0/10"
H4	H2	48.6	9.72	"10/0/0"
H4	H3	76.2	17.84	"4/2/4"
H4	H4	84.3	15.48	"1/0/9"



Głębokość 5

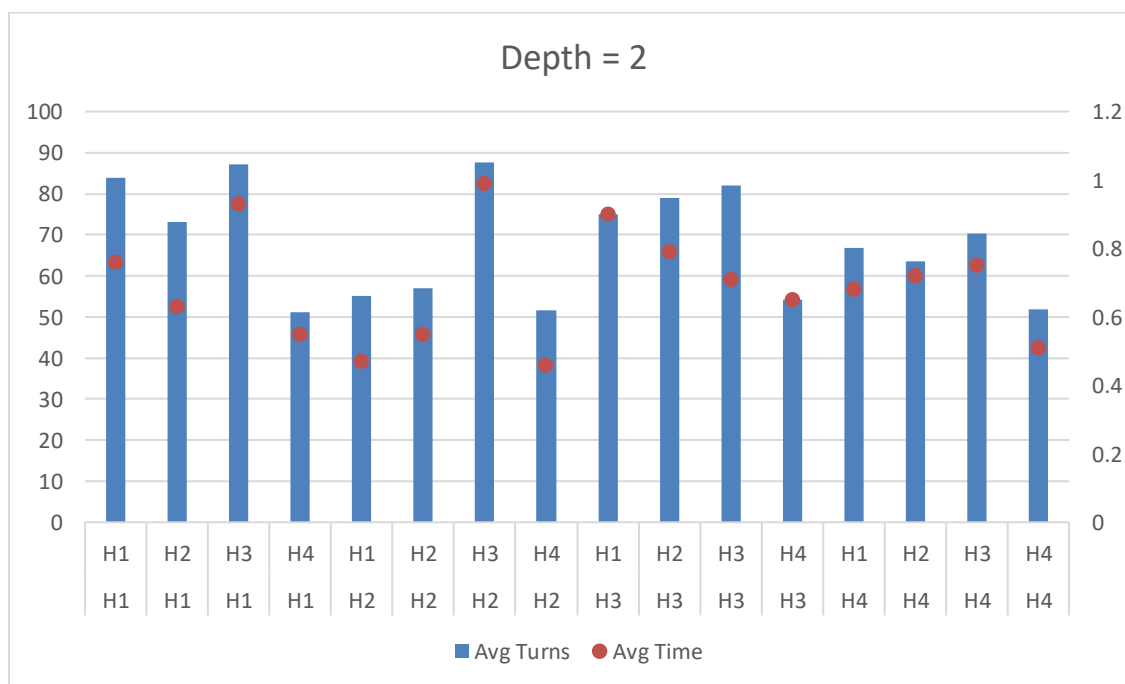
White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	58.4	98.45	"0/0/10"
H1	H2	65.4	86.16	"2/0/8"
H1	H3	58.2	118.89	"1/0/9"
H1	H4	57	77.99	"3/0/7"
H2	H1	69.5	70.5	"3/0/7"
H2	H2	65.9	105.02	"0/0/10"
H2	H3	61	89.9	"2/0/8"
H2	H4	63.5	95.21	"0/2/8"
H3	H1	61	77.06	"0/0/10"
H3	H2	71.8	123.2	"3/0/7"
H3	H3	60	86.01	"0/0/10"
H3	H4	70.1	84.07	"1/5/4"
H4	H1	54.1	91.5	"1/2/7"
H4	H2	57.8	101.16	"2/0/8"
H4	H3	58.3	100.62	"3/0/7"
H4	H4	49.9	83.65	"0/0/10"



Alpha-beta

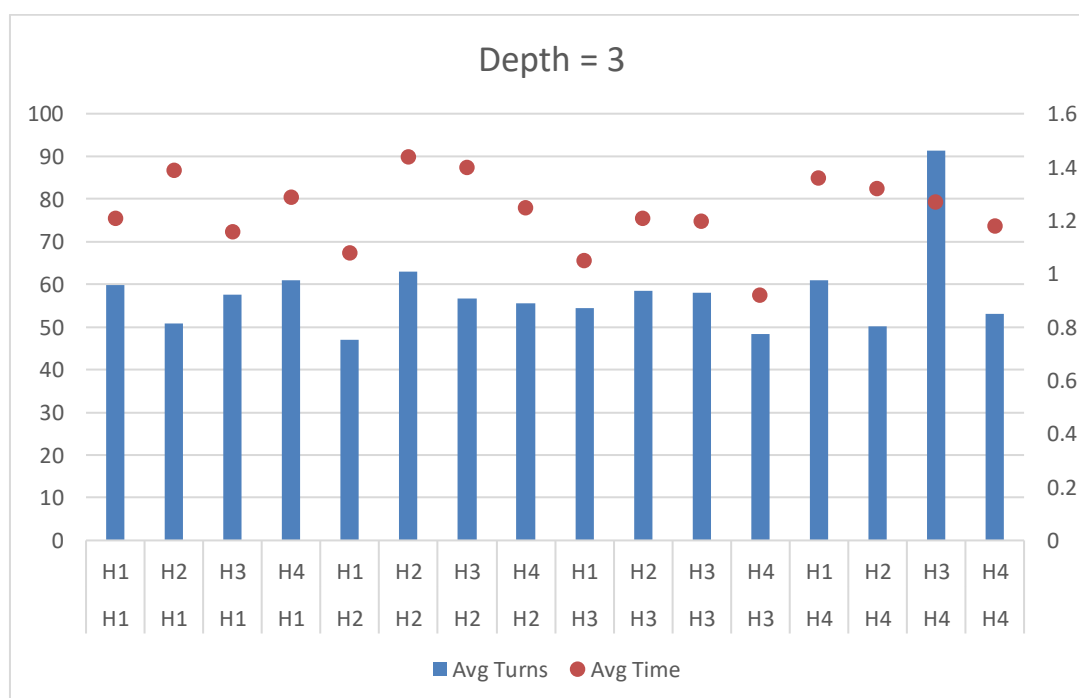
Głębokość 2

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	83.8	0.76	"7/0/3"
H1	H2	73	0.63	"8/0/2"
H1	H3	87.2	0.93	"1/3/6"
H1	H4	51.2	0.55	"10/0/0"
H2	H1	55.2	0.47	"0/10/0"
H2	H2	57	0.55	"6/3/1"
H2	H3	87.6	0.99	"0/4/6"
H2	H4	51.6	0.46	"0/10/0"
H3	H1	75	0.9	"0/6/4"
H3	H2	78.9	0.79	"5/0/5"
H3	H3	82.1	0.71	"0/2/8"
H3	H4	54.2	0.65	"0/10/0"
H4	H1	66.9	0.68	"7/1/2"
H4	H2	63.6	0.72	"10/0/0"
H4	H3	70.2	0.75	"6/1/3"
H4	H4	51.9	0.51	"9/1/0"



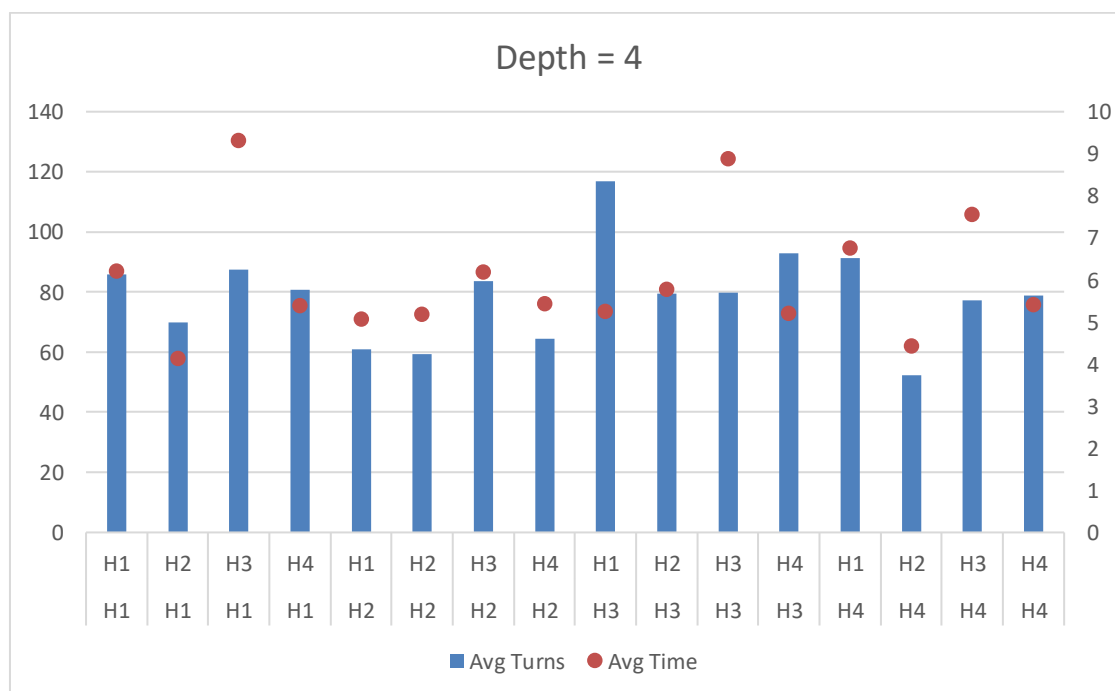
Głębokość 3

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	59.9	1.21	"1/1/8"
H1	H2	50.9	1.39	"3/4/3"
H1	H3	57.7	1.16	"2/2/6"
H1	H4	60.9	1.29	"0/0/10"
H2	H1	47.1	1.08	"4/1/5"
H2	H2	63.1	1.44	"0/0/10"
H2	H3	56.6	1.4	"0/3/7"
H2	H4	55.6	1.25	"1/3/6"
H3	H1	54.5	1.05	"0/2/8"
H3	H2	58.5	1.21	"0/0/10"
H3	H3	58.1	1.2	"1/5/4"
H3	H4	48.3	0.92	"0/0/10"
H4	H1	61	1.36	"0/6/4"
H4	H2	50.2	1.32	"0/5/5"
H4	H3	91.3	1.27	"0/0/10"
H4	H4	53.1	1.18	"0/6/4"



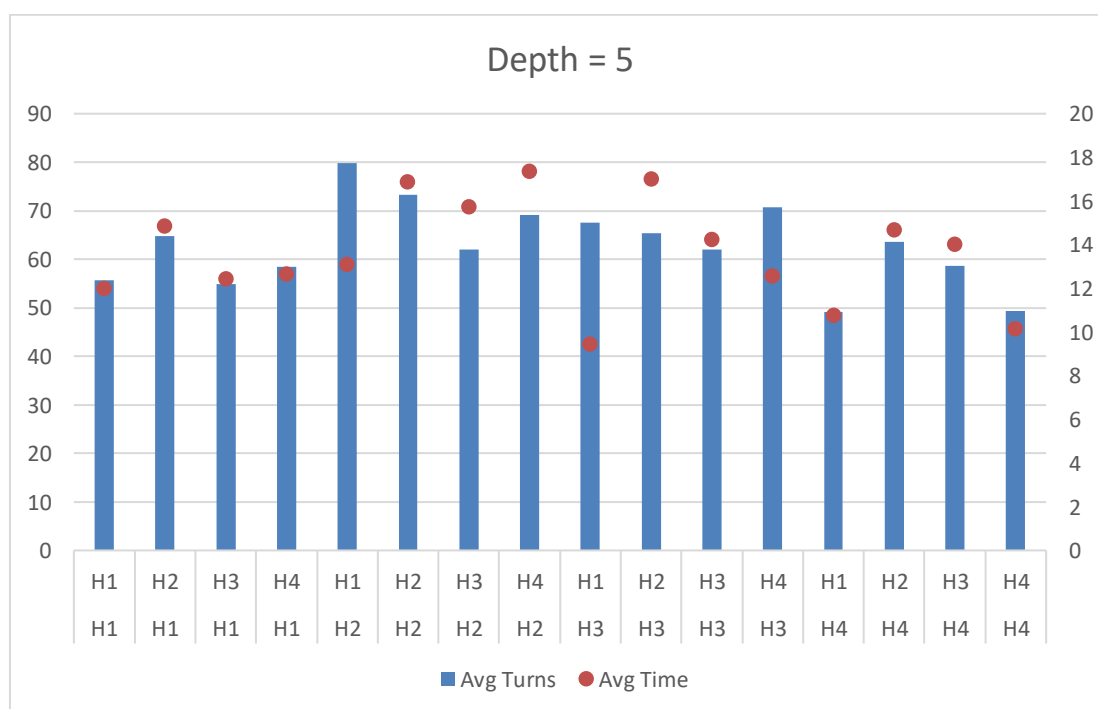
Głębokość 4

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	85.8	6.23	"0/1/9"
H1	H2	69.8	4.14	"8/0/2"
H1	H3	87.5	9.32	"5/1/4"
H1	H4	80.8	5.4	"2/4/4"
H2	H1	61	5.08	"0/0/10"
H2	H2	59.2	5.19	"0/10/0"
H2	H3	83.7	6.19	"0/2/8"
H2	H4	64.4	5.44	"0/2/8"
H3	H1	116.7	5.26	"0/1/9"
H3	H2	79.4	5.79	"0/0/10"
H3	H3	79.8	8.89	"5/1/4"
H3	H4	92.8	5.23	"0/5/5"
H4	H1	91.2	6.78	"0/0/10"
H4	H2	52.4	4.44	"6/0/4"
H4	H3	77.1	7.57	"3/3/4"
H4	H4	78.7	5.42	"3/0/7"



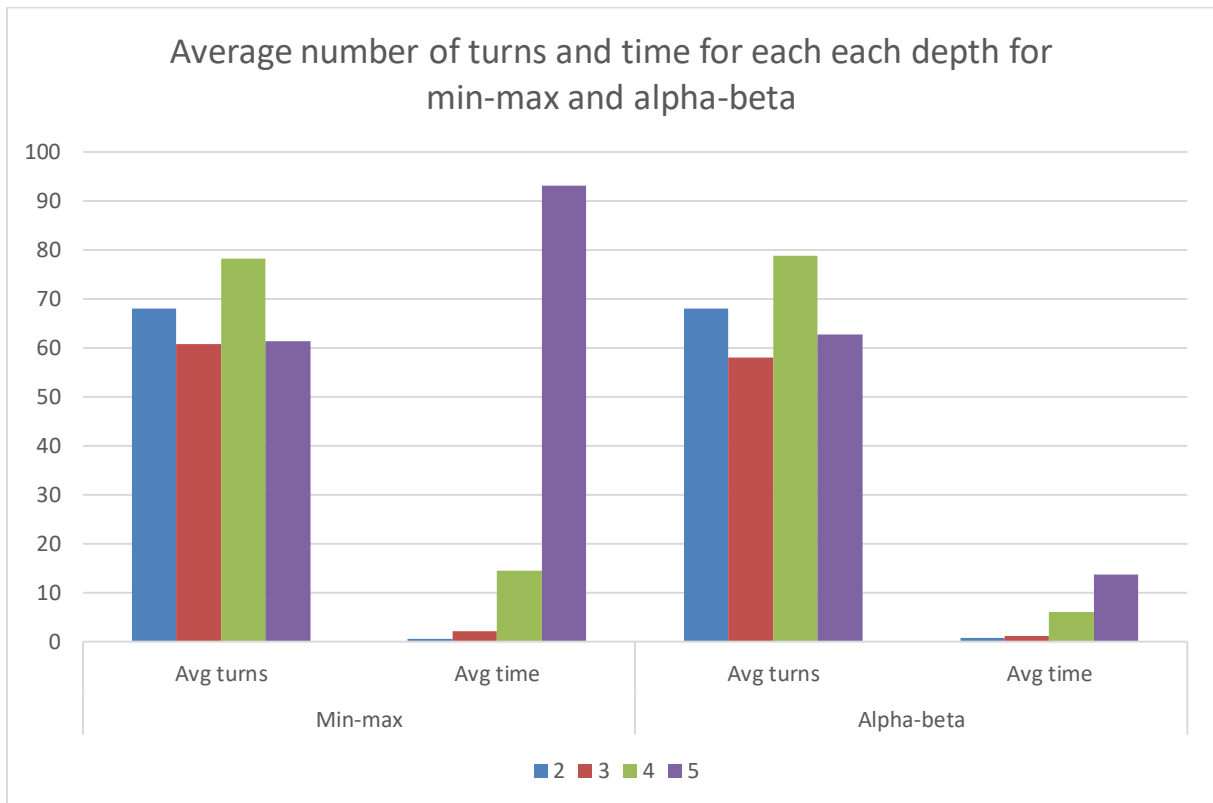
Głębokość 5

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	55.7	12	"0/0/10"
H1	H2	64.8	14.87	"2/0/8"
H1	H3	54.8	12.46	"4/0/6"
H1	H4	58.4	12.68	"1/0/9"
H2	H1	79.9	13.1	"1/0/9"
H2	H2	73.2	16.92	"2/0/8"
H2	H3	62	15.76	"0/0/10"
H2	H4	69.1	17.38	"2/2/6"
H3	H1	67.5	9.48	"0/0/10"
H3	H2	65.4	17.02	"1/0/9"
H3	H3	62	14.25	"0/0/10"
H3	H4	70.7	12.57	"2/2/6"
H4	H1	49.2	10.77	"0/0/10"
H4	H2	63.5	14.72	"2/0/8"
H4	H3	58.6	14.04	"3/0/7"
H4	H4	49.4	10.19	"1/0/9"



Min-max vs alpha-beta

Depth	Min-max		Alpha-beta	
	Avg turns [n]	Avg time [s]	Avg turns [n]	Avg time [s]
2	67.96875	0.664375	68.0875	0.690625
3	60.74375	2.089375	57.925	1.233125
4	78.20625	14.403125	78.76875	6.023125
5	61.36875	93.086875	62.7625	13.638125



Wnioski

Patrząc na same algorytmy min-max i alpha-beta można dojść do wniosku, że w zasadzie kompletnie nieopłacalne jest zastosowanie algorytmu min-max, gdyż alpha-beta bez żadnej straty wyników (czy też jakości wyników) dokonuje tych samych operacji co min-max natomiast jest zdecydowanie wydajniejszy. Wynika to naturalnie z faktu, że zasadniczo bazujemy na tym samym drzewie stanów gry i dzięki technice alpha-beta „odcinamy” (czyli nie przeglądamy niepotrzebnie) gałęzie tego drzewa TYLKO WTEDY gdy wiadomo, że nie zmieni to szukanego minimum/maksimum. Ogólnie algorytmy te są w stanie grać na dość dobrym, w porównaniu z człowiekiem, poziomie, natomiast skuteczność gry zależy w pełni od przyjętej heurystyki oceny planszy. Bezpośrednio dyktują one bowiem do jakiego stanu planszy nasze AI powinno „dążyć” by mieć jak najlepszą pozycję.

Co do heurystyk zaproponowanych przeze mnie (z perspektywy białych):

- H1 – Ogólnie sprawdzała się dla białych, jedynie przy głębokości = 3 dość równa walka
- H2 – Bardzo słaba dla białych, albo dająca przewagę czarnemu albo na remis
- H3 – Słabe dla białych, dużo wygranych czarnych i remisów
- H4 – Ogólnie działa dla białych, przy głębokości = 3 tragedia i czarne z przodu

Ogólnie wyniki różnią się diametralnie w zależności od kombinacji heurystyki grającego białymi, heurystyki grającego czarnymi oraz głębokości przeszukiwania. Biorąc pod uwagę tylko kilka losowych otwarć to zasadniczo przebieg rozgrywki dla danych heurystyk i głębokości będzie zawsze taki sam, ponieważ algorytm nie posiada żadnej zdolności nauki. Same wyniki zasadniczo nic nie mówią, ponieważ algorytm przyjmując daną heurystykę skupia się tylko na jednym celu (przynajmniej patrząc na tak proste heurystyki) tzn. będzie albo starał się utrzymywać pionów w środku planszy, albo na krawędziach, albo po prostu nie dać się zbijać i mieć przewagę jednego piona, albo jak najszybciej dążyć do zdobycia damki. Ze względu na brak stopniowego wynagradzania czy karania za przedłużanie rozgrywki / zdobywanie kolejnych pionów często prowadzi to do sytuacji gdzie obie strony są dość usatysfakcjonowane z perspektywy własnej heurystyki i „kręcą się w kółko”. W związku z tym można przyjąć, że sam algorytm jest dobrym narzędziem do rozwiązywania gier i może stanowić trudność dla człowieka, zależy to jednak od odpowiedniego doboru heurystyki (a prawdopodobnie nie istnieje idealna). Jako lepsze podejście proponowałbym już skorzystanie z sieci neuronowych i zbudowanie gracza na zasadzie RL (reinforcement learning). Prowadziłoby to do „wymuszenia” dążenia do wygranej przy odpowiednim systemie nagród i kar oraz prawdopodobnie pozwoliłoby agentowi tworzyć bardziej skomplikowane rozwiązania sytuacji, opierające się na wielu czynnikach a nie tylko na liczbowym stanie planszy w ramach jednej metryki.