

# Politechnika Warszawska

## Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

### Ćwiczenie 3

Zaimplementować grę w kółko i krzyżyk na planszy 3x3 z użyciem algorytmu Minimax oraz przycinania alfa-beta.

Przemysław Krasnodebski

Link do repozytorium: [WSI-21Z/Cwiczenie 3 at master · p-krasnodebski/WSI-21Z \(github.com\)](https://github.com/p-krasnodebski/WSI-21Z)

W ramach realizacji zadania wykonano algorytm Minimax z opcjonalnym przycinaniem alfa-beta. Nie implementowano heurystyki dla wyboru ruchu. Algorytm wykonuje swój ruch w pierwszym możliwym miejscu ze zbioru miejsc dla których wynik jest najlepszy.

Przeprowadzono testy działania algorytmu dla dwóch przeciwników AI:

Lp.	CPU 1			CPU 2			Wygrana CPU 1	Przegrana CPU 1	Remis
	d	Przycinanie alfa-beta	Liczba przeszukanych stanów	d	Przycinanie alfa-beta	Liczba przeszukanych stanów			
1.	9	False	557487	9	False	60688			X
2.	9	False	557487	9	True	13626			X
3.	9	False	558327	3	False	2524	X		
4.	3	False	4799	9	True	13626			X
5.	3	False	4795	3	False	2636			X
6.	3	False	4795	3	True	1592			X
7.	1	False	160	0	False	18	X		

Z powyższej tabeli wynika, że algorytm działa, gracze o podobnej głębokości przeszukiwania drzewa remisują ze sobą, natomiast w przypadku graczy o różnych głębokościach przeszukiwania, wygrywa ten z większą wartością. Choć eksperymenty nie przedstawione w powyższej tabeli wskazują także, że ważna jest kolejność graczy.

Następnie przeprowadzono testy działania algorytmu Minimax przeciw AI losującym swoje ruchy. W poniższej tabeli podano wyniki.

Lp.	CPU 1			CPU 2			Wygrana CPU 1	Przegrana CPU 1	Remis
	d	Przycinanie alfa-beta	Liczba przeszukanych stanów	d	Przycinanie alfa-beta	Liczba przeszukanych stanów			
1.	0	False	0	0	False	14-20	8	12	0
2.	0	False	0	1	False	113-120	3	14	3
3.	0	False	0	1	True	113-120	1	13	6
4.	0	False	0	2	False	563-600	1	14	5
5.	0	False	0	3	False	2507-2635	2	14	4
6.	0	False	0	3	True	1392-1777	1	19	0
7.	0	False	0	4	False	8547-9431	2	16	2
8.	0	False	0	5	False	24927-26530	0	17	3
9.	0	False	0	9	False	56473-65393	0	17	3
10.	0	False	0	9	True	13703-23530	0	19	1

Dla każdego wiersza tabeli przeprowadzono 20 gier i zebrano wyniki. Liczba przeszukanych stanów jest zakresem min-max dla 20 rozgrywek.

CPU 1 losował swoje ruchy, nie podlegał działaniu algorytmu Minimax. Natomiast dla gracza CPU 2 wyraźnie widać skutki działania algorytmu. Zwiększanie głębokości przeszukiwania drzewa zwiększa ilość wygranych gracza z algorytmem Minimax. Natomiast przycinanie alfa-beta także przynosi pozytywne skutki, liczba iteracji znacznie maleje.

Algorytm Minimax działa, potrafi skutecznie rozwiązać problem gry w kółko i krzyżyk. Dodatkowo algorytm przycinania alfa-beta pozwala na zmniejszenie liczby przeszukanych stanów, co zmniejsza skomplikowanie obliczeniowe i czas pracy. Implementacja przycinania alfa-beta nie jest trudna, a nie wpływa negatywnie na działanie programu, dlatego warto ją często stosować. Widać też, że zbyt duża głębokości przeszukiwania drzewa nie wnosi nic dobrego dla algorytmu, zwiększając zbędnie liczbę iteracji. Warto dobierać ten parametr z rozważą, aby obniżyć wymagania sprzętowe, szczególnie dla bardziej skomplikowanych algorytmów, ale zarazem nie zmniejszyć szans algorytmu na wygraną.

## **Pytania**

***Czy zaczynając zawsze tak samo (i z tymi samymi ustawieniami) przebieg rozgrywki jest deterministyczny?***

Dla algorytmu, który nie losuje swoich ruchów funkcją random, przebieg każdej rozgrywki o tych samych ustawieniach jest identyczny.

***Czy można wygrać z komputerem? Jeżeli tak to kiedy?***

Wygrana z komputerem jest jak najbardziej możliwa. Historia zna takie przypadki. Pomijając kwestie błędnie napisanego algorytmu, problemem komputerów jest złożoność obliczeniowa rozwiązywanych problemów, co za tym idzie ograniczona głębokość przeszukiwania drzewa gry. W przypadku zbyt małej głębokości przeszukiwania algorytm nie jest w stanie wyznaczać globalnie optymalnych ruchów i może przegrać.

***Czy jeżeli wiemy że przegramy/zremisujemy (nie wygramy) to czy taka gra może sprawiać przyjemność ;)?***

Może, gra w sama w sobie potrafi sprawiać przyjemność, często też gramy i przegrywamy po to, by następnym razem wygrać. Dobrym przykładem jest gra **I Wanna Be the Guy**.