Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Wstęp do sztucznej inteligencji

Raport z laboratorium 3.

Kacper Bugała

Warszawa, 2022Z

1. Opis rozwiązania

Zaimplementowano algorytmu minimax z obcinaniem $\alpha - \beta$, który następnie przetestowano na grze Pick. Dla różnych ruchów o tej samej jakości, algorytm zwraca losowy z nich.
Napisana została również funkcja heurystyczna, której zadaniem jest ocenianie jakości kolejnych nieterminalnych ruchów. Funkcja heurystyczna stworzona została tak, aby najlepiej 'punktowane' były węzły, którym brakuje dobrania jednego numeru do wygrania gry, o ile ta liczba znajduje się w dostępnej puli liczb. Rozpatrywane węzły muszą znajdować się w zasięgu "horyzontu" głębokości danego gracza. Dodatkowo, im głębiej rozpatrywany jest wybrany węzeł, tym mniejsza będzie nagroda. Podczas analizowania wgłąb, jeśli dotrzemy do węzła terminalnego, dostaniemy za niego wartość funkcji heurystycznejałość zgodnie ze wzorem:

$$h(x) = 2^{12-depth}$$

gdzie *depth* oznacza aktualnie rozpatrywaną głębokość. W każdym węźle sumuje się wszystkie scenariusze, tj. za każdą liczbę dającą zwycięstwo w n ruchach dostajemy zwiększenie wartości funkcji heurystycznej o *2 do potęgi 12-depth*. Rozpatrując węzły nieterminalne, liczymy ile jest liczb dających zwycięstwo w jednym ruchu (we wzorze k, a następnie wartość funkcji heurystycznej zgodnie ze wzorem:

$$h(x) = k^2$$

Takie rozwiązanie pozwoli kierować decyzje w kierunku numerów wygywających.

Gra *Pick* w wersji testowanej w tym zadaniu polega na tym, że dwóch graczy na zmianę dobiera liczbę z puli liczb od 1 do 16. Po wybraniu danej liczby nie wraca ona do puli. Wygrywa gracz, który jako pierwszy będzie miał dowolną kombinację 4 liczb, których suma wynosi 34. Może się wydawać, że gracz rozpoczynający rozgrywkę ma przewagę, co też zostało poddane eksperymentom w tym zadaniu. Algorytm minimax z obcinaniem $\alpha - \beta$ wykorzystano do badania "szans na wygranie", a dokładnie statystyk wyników gry, dla różnych głębokości obliczeniowej dwóch graczy. Algorytm minimax stanowi o dwóch graczach, **MIN** i **MAX**. Wykonując ruchy na zmianę w kolejnych iteracjach, jeden stara się maksymalizować obiektywny zysk, odpowiadający aktualnej przewadze zawodnika *MAX*, podczas gdy gracz *MIN* stara się tę liczbę minimalizować. Z perspektywy algorytmu nie ma znaczenia który gracz rozpoczynał, który nazywany będzie MIN, a który MAX. Miałoby to wpływ jedynie na znak funkcji celu/heurystycznej. Ponieważ nie ma to wpływu na wgląd w statystyki, dla zachowania konwencji przyjęto, że graczem rozpoczynającym będzie zawsze gracz **MAX**.

2. Badanie wpływu zmiany głębokości

Następnie przeprowadzono eksperymenty, w celu zbadania wpływu zmiany głębokości obliczeniowej na wynik gry. Analizowano **głębokości od 1 do 5**, na przestrzeni **100 gier**. Wyniki takiego eksperymentu pozwolą stwierdzić, czy w analizowanej grze istnieje realna przewaga gracza rozpoczynającego, oraz jakość zaimplementowanego algorytmu.

Statystyki ze 100 przesymulowanych gier przedstawiono tabelarycznie na rys.2.1

		MAX				
		1	2	3	4	5
	1	57 1 42	69 1 30	62 0 38	64 1 35	71 0 29
	2	55 1 44	56 0 44	60 0 40	58 0 42	65 0 35
MIN	3	56 2 42	57 0 43	68 0 32	61 0 39	61 1 38
	4	59 0 41	64 1 35	69 0 30	66 0 34	60 0 40
	5	57 0 43	56 0 44	62 0 38	62 0 38	60 0 40

Rys. 2.1. Tabela z wynikami gier dla różnie dobranych głębokości graczy

W tabeli 2.1 przedstawiono wyniki 100 symulacji i pokolorowano je na odpowiedni kolor. Jak widać, nie udało się dobrać takich głębokości, aby zawodnik MIN (zaczynający jako drugi) mógł mieć przewagę nad zawodnikiem MAX (zaczynającym jako pierwszy). Najbliższe wyniki uzyskano dla niższych głębokości obu graczy, widać jednak że zawodnik rozpoczynający ma diametralną przewagę. Jeśli wzmocnić go poprzez dodanie głębokości obliczeniowej równej 5, przy głębokości zawodnika MIN równej 1, wygrał on 71% gier. Tabela 2.1 jasno pokazuje wpływ zwiększenia głębokości na większe szanse do wygrania gry. Zbadano także liczbę przeanalizowanych węzłów przez podczas ruchu każdego z graczy, wyniki te przedstawiono w tabelce 2.2

Liczba przeanalizowanych węzłów

Depth	MAX	MIN
5	58099,6	51058,7
4	8339,7	8032,9
3	2068,6	1988,4
2	369,3	324,6
1	120,1	103,7

Rys. 2.2. Tabela ze średnią liczbą przeanalizowanych węzłów

Wyniki w tabelce 2.2 pokazują nieliniowy wzrost liczby węzłów do wzrostu głębi. Wyniki takie nie dziwią, pokazuje to poprawność zaimplementowanego algorytmu. Zwiększenie głębi do 6 okazało się być już zbyt obciążające dla komputera, dlatego zdecydowano na pozostanie przy maksymalnej głębokości równej 5. Różnica w liczbie węzłów dla danej głębokości różni się między wynikami dla gracza MIN i MAX może wynikać z faktu, że częściej wygrywa gracz MAX, co wiąże się z wykonanym jednym ruchem więcej od oponenta.

3. Wnioski

Zaimplementowany algorytm minimax z obcinaniem $\alpha - \beta$ zadziałał bez zarzutów. Widoczna jest poprawa w 'grze' gracza po zwiększeniu głębokości jego obliczeń, co najlepiej prezentuje ostatnia kolumna tabeli 2.1, gdzie przy przewadze głębokości 5 do 1 na korzyść gracza rozpoczynającego udało się uzyskać 71% zwycięstw, podczas gdy dla głębokości 5 do 5 współczynnik zwycięstw był równy 60%. Przeprowadzone badanie pozwala potwierdzić tezę, że w wybranej grze gracz rozpoczynający ma zawsze przewagę, a co za tym idzie statystycznie większe szanse na zwycięstwo, niż gracz ruszający się jako drugi. W żadnym spośród analizowanych zestawień głębi nie udało się uzyskać przewagi zawodnika drugiego. Algorytm okazał się być poprawnie zaimplementowany, a tabela 2.1 pokazała również poprawność opisanej funkcji heurystycznej.