

Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

Laboratorium 3

Minmax

Piotr Niedziątek

304474

1. Wprowadzenie

Minimax jest to algorytm poszukiwania strategii dla dwuosobowych gier deterministycznych z pełną informacją. Pozwala on wybrać ruchy w sposób optymalny, patrząc na d ruchów naprzód, zakładając, że przeciwnik gra optymalnie.

Alpha pruning jest ulepszeniem algorytmu minmax i pozwala ograniczyć liczbę odwiedzanych węzłów drzewa gry i zaoszczędzić czas i moc obliczeniową.

2. Zadanie

Należało zaimplementować grę w kółko i krzyżyk z komputerem przy wykorzystaniu obu algorytmów oraz przeprowadzić badania liczby odwiedzonych węzłów, czasu wykonania oraz głębokości drzewa dla obu algorytmów.

3. Implementacja

Plansza gry drukowana jest w terminalu, użytkownik musi wybrać pole, w którym chce wstawić „X” używając cyfr od 1-9. Komputer wykonuje ruchy „O” i drukuje wynik rozgrywki.

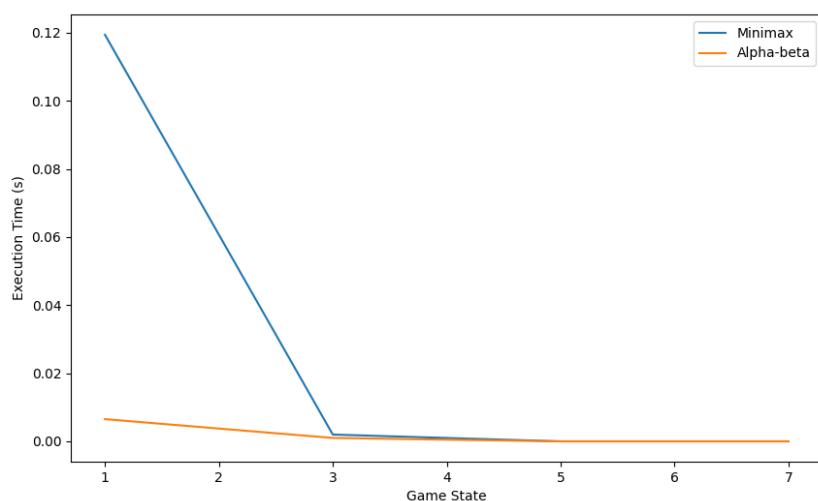
```
Enter position (1-9): 1
-----
| x |  |  |
-----
|  |  |  |
-----
|  |  |  |
-----
Computer is playing
-----
| x |  |  |
-----
|  | o |  |
-----
|  |  |  |
-----
Enter position (1-9): 2
-----
| x | x |  |
-----
|  | o |  |
-----
|  |  |  |
-----
```

```
Computer is playing
-----
| x | x | o |
-----
|  | o |  |
-----
|  |  |  |
-----
Enter position (1-9): 7
-----
| x | x | o |
-----
|  | o |  |
-----
| x |  |  |
-----
Computer is playing
-----
| x | x | o |
-----
| o | o |  |
-----
| x |  |  |
-----
```

```
Enter position (1-9): 6
-----
| x | x | o |
-----
| o | o | x |
-----
| x |  |  |
-----
Computer is playing
-----
| x | x | o |
-----
| o | o | x |
-----
| x | o |  |
-----
Enter position (1-9): 9
-----
| x | x | o |
-----
| o | o | x |
-----
| x | o | x |
-----
It's a tie!
```

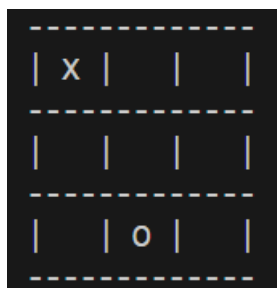
4. Wyniki

Wykres zależności czasu wykonania algorytmu dla pojedynczego ruchu w zależności od postępu w grze z i bez alpha pruningu:



Pomiar czasu wykonania algorytmów dla wybranego stanu:

Badany stan:



Minimax	Alpha-beta
0.0165	0.00200
0.0162	0.00114
0.0159	0.00138
0.0163	0.00151
0.0156	0.00101
0.0155	0.00200
0.0158	0.00101
0.0155	0.00051
0.0158	0.00101
0.0165	0.00128
Wartość średnia:	
0.0156	0.00128
Odchylenie standardowe:	
0.000383	0.000465

Badanie liczby odwiedzonych węzłów i głębokości drzewa:

9 stanów początkowych

Minimax	Alpha-beta	
Odwiedzone węzły	Odwiedzone węzły	Średnia głębokość
48437	2137	6.313
55577	3849	6.447
48437	2500	6.296

55577	3304	6.366
40721	1824	6.105
55577	2964	6.311
48437	2429	6.195
55577	2961	6.277
48437	3724	6.253
Wartość średnia		
50753	2854.667	6.285
Odchylenie standardowe		
5186.284	694.073	0.097

3 stany środkowe

744	126	4.160
1	1	2.7
1097	265	4.477

5. Wnioski

Oba algorytmy pozwalają na osiągnięcie optymalnej strategii gry. Algorytm minmax jednakże potrzebuje do tego ponad 10 krotnie więcej czasu – szczególnie widoczne jest to dla początkowego stanu gry, gdy jest bardzo wiele węzłów do przeszukiwania. Wykres zależności czasu przeszukiwania od stanu gry pokazuje, że w dalszych etapach różnica czasu staje się niewielka – algorytm alfa-beta ma mniej węzłów do pominięcia.

Badanie liczby odwiedzonych węzłów pokazuje skąd wynika różnica w czasie wykonania algorytmów. Dla 9 początkowych stanów gry algorytm alfa beta odwiedza często 20 krotnie mniej węzłów.

Średnia głębokość przeszukiwania dla algorytmu alfa beta wyniosła około 6.3, co również pokazuje przewagę nad zwykłym algorytmem minmax, którego głębokość przeszukiwania zawsze wyniesie 9 (chyba, że natrafi wcześniej na stan końcowy gry).