Mateusz Kołacz, 336360

**WSI – Ćwiczenia 3**

## Zadanie

Zaimplementować algorytm min-max z przycinaniem alfa-beta. Algorytm ten należy zastosować do gry w proste warcaby (checkers/draughts). Niech funkcja oceny planszy zwraca różnicę pomiędzy stanem planszy gracza a stanem przeciwnika. Za pion przyznajemy 1 punkt, za damkę 10 p. Proszę nie zapomnieć o znacznej nagrodzie za zwycięstwo.

Przygotowałem dla Państwa [kod](https://staff.elka.pw.edu.pl/~rbiedrzy/WSI_CW/checkers_stud.py), który powinien ułatwić wykonanie zadania. Nie można używać kodu z Internetu, czy bardziej ogólnie, kodu, którego nie jest się autorem.

Wiem co jest dostępne w Internecie, większość dostępnych implementacji ma cechy szczególne, po których łatwo je rozpoznać.

[Zasady gry](https://en.wikipedia.org/wiki/English_draughts) (w skrócie: wszyscy ruszają się po 1 polu. Pionki tylko w kierunku wroga, damki w dowolnym) z następującymi modyfikacjami:

* bicie nie jest wymagane
* dozwolone jest tylko pojedyncze bicie (bez serii).

## Pytania (odpowiedzi proszę umieścić w dokumencie tekstowym)

* Czy gracz sterowany przez AI zachowuje się rozsądnie z ludzkiego punktu widzenia? Jeśli nie to co jest nie tak?

Niech komputer gra z komputerem (bez wizualizacji), zmieniamy parametry jednego z oponentów, badamy jak zmiany te wpłyną na liczbę jego wygranych. Należy zbadać wpływ:

* Głębokości drzewa przeszukiwań
* Alternatywnych funkcji oceny stanu (nadal ocena jest różnicą pomiędzy oceną stanu gracza a oceną przeciwnika), np.:
  1. nagrody jak w wersji podstawowej + nagroda za stopień zwartości grupy (jest dobrze jak wszyscy są blisko siebie lub przy krawędzi planszy)
  2. za każdy pion na własnej połowie planszy otrzymuje się 5 nagrody, na połowie przeciwnika 7, a za każdą damkę 10.
  3. za każdy nasz pion otrzymuje się nagrodę w wysokości: (5 + numer wiersza, na którym stoi pion) (im jest bliżej wroga tym lepiej), a za każdą damkę dodatkowe 10.

**UWAGA:** *W interpretacji autora, stopień zwartości grupy zrozumiany został jako punkty przyznawane za bezpośrednie sąsiedztwo w pobliżu własnych pionów, damek lub jednej z czterech krawędzi planszy. Każdy pion dostawał +1 pkt za każdego sąsiada tego samego koloru lub za fakt znajdowania się na krawędzi planszy.*

**Pytanie 1:** *Czy gracz sterowany przez AI zachowuje się rozsądnie z ludzkiego punktu widzenia? Jeśli nie to co jest nie tak?*

Odpowiedź:

W trakcie rozgrywki w warcaby człowiek kontra komputer, przy wykorzystaniu podstawowej funkcji ewaluacji i przy głębokości równej 5, algorytm AI zachowuje się z perspektywy ludzkiego widzenia rozsądnie. Jeżeli komputer posiada możliwość bezpiecznego bicia bez bezpośredniej straty własnego pionka to zwykle taką sytuację wykorzysta. W przypadku, gdy jednak ma możliwość promowania pionka na damkę, to jest skłonny zrezygnować z bicia na rzecz uzyskania wspomnianej damki. Wynika to z przyjętej heurystyki, a mianowicie faktu, że posiadanie promowanej figury jest warte 10 razy więcej niż pojedynczy pion.

**Badanie wpływu wartości parametru głębokości drzewa przeszukiwań i alternatywnych funkcji oceny stanu na liczbę wygranych w rozgrywkach komputer kontra komputer:**

Przeprowadzono testy czterech różnych funkcji oceny stanu, gdzie dla każdej z nich dobrano wartości głębokości z przedziału 1 – 5. W grach brało udział dwoje graczy sterowanych przez komputer, a uzyskane wyniki przedstawiają następujące tabele poniżej:

**Badanie 1:** Podstawowa funkcja oceny: +1 pkt za piona, +10 pkt za damkę

Tabela 1. Wyniki rozgrywek dla podstawowej funkcji oceny stanu.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Czarny / Biały głębia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Czarny | Biały | Biały | Biały | Biały |
| 2 | Biały | Czarny | Biały | Biały | Biały |
| 3 | Biały | Czarny | Biały | Biały | Biały |
| 4 | Czarny | Czarny | Biały | Czarny | Biały |
| 5 | Czarny | Czarny | Biały | Czarny | Biały |

Na podstawie wyników pierwszego badania dla podstawowej funkcji oceny, gdzie pod uwagę brano różne kombinacje głębokości dla graczy sterowanych przez komputer, można zauważyć, że wraz z wyższym parametrem głębokości dla gracza czarnego i niższym parametrem głębokości dla gracza białego, rosła ilość wygranych gier przez gracza MAX (Czarny). Jednakże, 16 na 25 razy zwycięstwo odniósł gracz MIN (Biały), co świadczy tylko o około 36% skuteczności powyższego sposobu ewaluacji na osiągnięcie wygranej dla gracza czarnego.

**Badanie 2:** Funkcja oceny stanu „Napieraj do przodu” - za każdy nasz pion otrzymuje się nagrodę w wysokości: (5 + numer wiersza, na którym stoi pion) (im jest bliżej wroga tym lepiej), a za każdą damkę dodatkowe 10

Tabela 2. Wyniki rozgrywek dla funkcji oceny stanu „Napieraj do przodu”.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Czarny / Biały głębia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Czarny | Czarny | Biały | Biały | Biały |
| 2 | Czarny | Biały | Czarny | Biały | Biały |
| 3 | Czarny | Czarny | Czarny | Biały | Biały |
| 4 | Biały | Biały | Czarny | Biały | Biały |
| 5 | Czarny | Czarny | Biały | Biały | Biały |

Badanie różnych kombinacji parametru głębokości dla funkcji oceny stanu „Napieraj do przodu” ukazał z kolei, że w przypadku tego sposobu ewaluacji jeżeli biały miał głębokość analiz ruchów w przód 3 lub mniej, to w większości gracz czarny uzyskiwał wygraną. Natomiast, gdy parametr ten wynosił 4 lub więcej dla białego gracza, to niezależnie ile ruchów do przodu mógł podejrzeć gracz czarny, biały zawsze wygrywał. W sumie biały zwyciężył 15 na 25 razy.

**Badanie 3:** Funkcja oceny stanu „Znajdź się na połowie planszy przeciwnika” - za każdy pion na własnej połowie planszy otrzymuje się 5 nagrody, na połowie przeciwnika 7, a za każdą damkę 10

Tabela 3. Wyniki rozgrywek dla funkcji oceny stanu „Znajdź się na połowie planszy przeciwnika”.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Czarny / Biały głębia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Biały | Biały | Biały | Biały | Biały |
| 2 | Czarny | Biały | Biały | Biały | Biały |
| 3 | Czarny | Czarny | Biały | Czarny | Czarny |
| 4 | Czarny | Czarny | Czarny | Remis | Czarny |
| 5 | Czarny | Czarny | Czarny | Czarny | Czarny |

Inną sytuację przedstawia tabela z wynikami rozgrywek dla funkcji oceny stanu „Znajdź się na połowie planszy przeciwnika”. Można by stwierdzić, że była to dla gracza MAX (Czarny) najbardziej skuteczna forma ewaluacji. Gracz czarny odniósł zwycięstwo 14 na 25 razy i był w stanie pokonywać białego tak długo jeśli jego głębokość analiz sięgało co najmniej 3 ruchy do przodu.

**Badanie 4:** Funkcja oceny stanu „Razem jest raźniej” – nagroda jest taka sama jak w wersji podstawowej, ale dodatkowo dostaje się nagrodę za stopień zwartości grupy (jest dobrze jak wszyscy są blisko siebie lub przy krawędzi planszy)

**UWAGA:** *W interpretacji autora, stopień zwartości grupy zrozumiany został jako punkty przyznawane za bezpośrednie sąsiedztwo w pobliżu własnych pionów, damek lub jednej z czterech krawędzi planszy. Każdy pion dostawał +1 pkt za każdego sąsiada tego samego koloru lub za fakt znajdowania się na krawędzi planszy.*

Tabela 4. Wyniki rozgrywek dla funkcji oceny stanu „Razem jest raźniej”.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Czarny / Biały głębia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Czarny | Biały | Biały | Biały | Biały |
| 2 | Czarny | Czarny | Biały | Biały | Biały |
| 3 | Czarny | Biały | Biały | Biały | Czarny |
| 4 | Czarny | Biały | Czarny | Biały | Czarny |
| 5 | Czarny | Czarny | Czarny | Czarny | Czarny |

Ostatnia funkcja ewaluacji opierała się z kolei o rozszerzenie podstawowej funkcji oceny stanu o bonusowe punkty za sąsiedztwo z pionkami własnego koloru oraz za znajdowanie się na krawędzi planszy do gry.

Czarny w powyższym scenariuszu odniósł zwycięstwo 13 na 25 razy i wartość głębokości miała tu dla niego niewielkie znaczenie. Dla wartości 1, 4 lub 5 gracz MAX był w stanie wygrać niemal zawsze. Niezależnie jednak jak głęboko mógł analizować gracz MIN (biały), to dorównywał on swojemu oponentowi i dominował wtedy, gdy głębokość wynosiła dla białego 2, 3 lub 4.

Jako wniosek końcowy śmiem zauważyć, że wynik, który był remisem został osiągnięty tylko w przypadku badania funkcji oceny stanu z badania nr 3 - „Znajdź się na połowie planszy przeciwnika”. Świadczy to więc o tym, że ani wartość głębokości ani metoda oceny stanu, nie mają wpływu na to czy będzie więcej remisów – parametry te natomiast w zależności od kombinacji mogą przeważać o wygranych lub przegranych jednego z graczy. W całkowitym podsumowaniu gracz, który rozpoczynał grę (biały), częściej wygrywał.