

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](#), 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 (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, aczkolwiek nie spieszy się z wykorzystaniem każdej okazji na bicie. 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, rosta 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 głębokość	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 różnie” – 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 różnie”.

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 zestawiając ze sobą jedynie te same strategie gry to 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 rozpoczął grę (biały), częściej wygrywał.

Analiza różnych strategii zestawionych przeciwko sobie

W celu przyjrzenia się wpływowi różnych funkcji oceny na wynik gry, postanowiono przeprowadzić dodatkowe badanie ukazujące skuteczność poszczególnych strategii gry zestawionych przeciwko sobie. Przyjęto na potrzeby symulacji stałą głębokość o wartości 4. Wyniki zestawiono w tabeli i każdej ze strategii, w zależności od gracza, przypisano procentowy udział wygranych. Na przykład wynik 50% dla strategii „Podstawowa” wybieranej przez gracza czarnego oznacza, że ta strategia pokonuje jedynie dwie z czterech dostępnych strategii gracza białego i vice versa.

Tabela 5. Wyniki rozgrywek obydwu graczy przy wykorzystaniu przeciw sobie każdej z czterech dostępnych strategii.

Strategia Czarny / Strategia Biały	Podstawowa (50%)	Napieraj do przodu (75%)	Na połowę planszy przeciwnika (75%)	Razem jest różniej (25%)
Podstawowa (50%)	Czarny	Biały	Biały	Czarny
Napieraj do przodu (50%)	Czarny	Biały	Biały	Czarny
Na połowę planszy przeciwnika (50%)	Biały	Biały	Czarny	Czarny
Razem jest różniej (25%)	Remis	Czarny	Biały	Biały

Tym razem rezultaty okazały się być bardziej różnorodne i na podstawie uzyskanych wyników zauważono następującą złotą regułę:

Złota reguła

1. Strategia „**Na połowę planszy przeciwnika**” zawsze zwycięża strategię „**Razem jest różniej**”.
2. Strategia „**Napieraj do przodu**” zawsze zwycięża strategię „**Podstawowa**”.
3. Czarny, jeśli biały wybiera identyczną strategię, wygrywa, gdy wybierze:
 - Strategia „**Podstawowa**”,
 - Strategia „**Na połowę planszy przeciwnika**”.

4. Biały, jeśli czarny wybiera identyczną strategię, wygrywa, gdy wybierze:

- Strategia „**Napieraj do przodu**”,
- Strategia „**Razem jest różnie**”.

Pozostałe wnioski:

Dla jednej z najsilniejszych strategii „**Napieraj do przodu**” z arsenatu gracza białego, piętą achillesową (tzw. kryptonitem), jest strategia „**Razem jest różnie**”. Podobnie dla białego przy wyborze strategii „**Na połowę planszy przeciwnika**” słabym punktem jest tylko strategia o tej samej nazwie użyta przez gracza czarnego.

Najłabszą strategią w arsenale gracza białego jest natomiast strategia „**Razem jest różnie**” – zapewnia ona wygraną graczowi białemu tylko w jednym z czterech scenariuszy, czyli przeciwko strategii o tej samej nazwie.

Gracz czarny nie posiada natomiast jednej najsilniejszej strategii. Przeciw każdej strategii gracza czarnego biały może wygrać używając 2 z czterech dostępnych metod gry. Generalnie oboje gracze powinni wystrzegać się wyboru strategii „**Razem jest różnie**” – dla gracza, który ją wybierze przynosi ona opłakane skutki zwłaszcza w przypadku gracza koloru białego. Grając w warcaby lepiej jest wybierać grę białymi niż czarnymi ze względu na lekką przewagę (8,5 do 16) dotyczącą ilości wygranych.