

Algorytm Minimax do gry w Warcaby

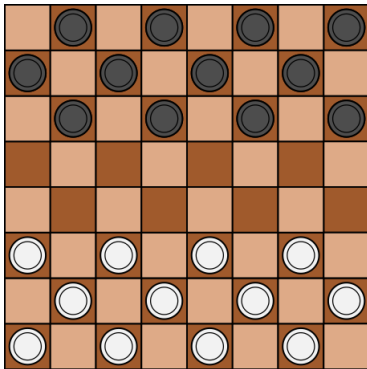
Janusz Witkowski

Praca napisana pod kierunkiem **dra Macieja Gębali**

Grudzień 2022, Wrocław

Warcaby

Warcaby są XII-wieczną grą dwuosobową o doskonałej informacji i sumie zerowej. W Warcabach gracze na zmianę poruszają się dwoma różnymi typami figur (pionami i damkami) po ukosach, a celem gry jest uniemożliwienie ruchu przeciwnikowi.



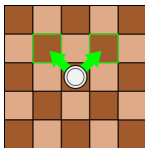
Rysunek: Plansza startowa w Warcabach

Wariant angielski

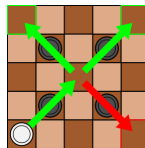
Praca rozpatruje szczególną wersję Warcabów - **wariant angielski**.

Wariant ten wprowadza dwie zmiany:

- ▷ Piony nie mogą poruszać się do tyłu,
- ▷ Damki nie ruszają się na dystansy większe niż jedno pole.



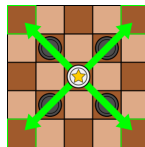
Rysunek: Ruchy dla piona



Rysunek: Bicia dla piona



Rysunek: Ruchy dla damki



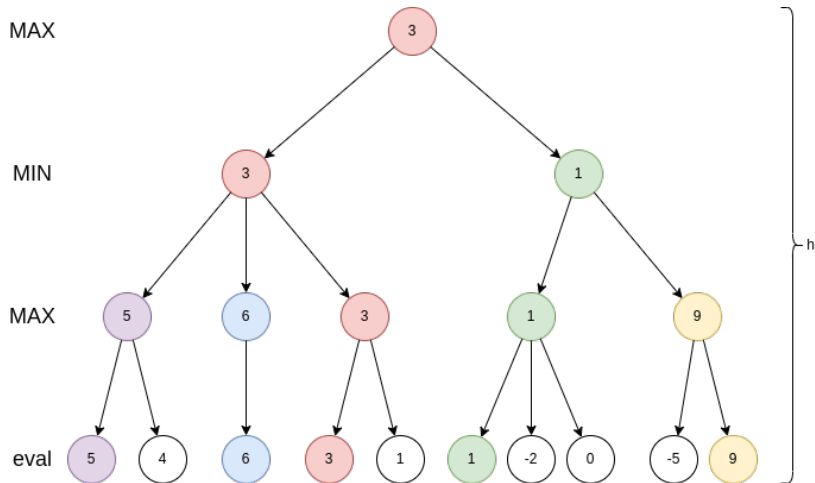
Rysunek: Bicia dla damki

Minimax

Minimax jest algorytmem przeszukiwania przestrzeni stanów rozgrywki dla gier dwuosobowych.

- ▶ Polega na rekurencyjnym rozpatrywaniu drzew stanów na planszy z perspektyw obu graczy, oznaczonych jako gracz *MAX* oraz gracz *MIN*.
- ▶ Dla stanów na maksymalnej głębokości h oblicza się ocenę heurystyczną.
- ▶ *MAX* wybiera ruchy o jak największej wartości oceny, *MIN* - jak najmniejszej.

Minimax (przykład)



Funkcja oceny heurystycznej

Ewaluacja stanu planszy jest kluczowym elementem algorytmu grającego. Podejście w pracy zakłada wyliczenie wartości odgórnie ustalonych parametrów (np. liczba pionów, liczba wrogich damek przy ścianach, liczba możliwych ruchów) i przemnożenia ich przez przypisane im wagi. Suma tych iloczynów stanowi wartość funkcji oceny heurystycznej.

$$F(S) = \sum_{i=1}^n param_i(S) * weight_i$$

Algorytm genetyczny

- ▶ Celem pracy jest wyznaczenie jak najlepszego ciągu wag do funkcji oceny heurystycznej.
- ▶ Ludzka intuicja może w tym zadaniu zawieść.
- ▶ Pomysł: zastosowanie algorytmu genetycznego.

Algorytm genetyczny symuluje dobór naturalny w przyrodzie. Na populacji osobników (zbiorze rozwiązań problemu) wykonuje się operacje:

- 1 Ewaluacja osobników
- 2 Selekcja zbioru rodziców
- 3 Krzyżowanie
- 4 Losowe mutacje
- 5 Tworzenie nowej populacji

Implementacja algorytmu genetycznego

1 Osobniki

Ciągi wag w postaci tablic liczb całkowitych.

2 Ewaluacja

Pojedynek każdy-z-każdym (białe/czarne i na odwrót)

3 Selekcja

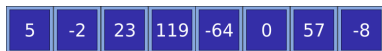
Ruletka (lepiej grające osobniki mają większą szansę na przejście).

4 Krzyżowanie

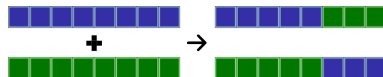
Dzieci powstają poprzez wymieszanie cech rodziców.

5 Mutacje

Szansa na wylosowanie nowej wartości losowej wagi w ciągu.



Rysunek: Model poglądowy osobnika



Rysunek: Model krzyżowania

Język i struktura

Projekt został napisany w języku **JAVA** w wersji *OpenJDK 17.0.4* (choć wykorzystuje funkcjonalności z *OpenJDK 14*).

Klasa **MinMax** przeszukuje przestrzeń stanów stworzoną z obiektów klasy **State**.

Klasa **Genetic** przeprowadza selekcje na tablicach liczb całkowitych oraz operuje na plikach populacji i plikach ciągów wag w katalogu **heuristics**.

Programy wywoławcze

Poniższe programy wywołuje się z linii poleceń z odpowiednimi argumentami:

▷ Play

- Rozpoczyna rozgrywkę między graczami (każdy z nich może być człowiekiem lub komputerem)
- Dla graczy komputerowych należy podać również pliki z ciągiem wag
- I/O na poziomie konsoli

▷ Find

- Rozpoczyna sesję algorytmu genetycznego
- Może wznowić przedwcześnie przerwana sesję z pliku populacji
- Wynik zapisuje w **heuristics/output/**

Wyniki: wagi parametrów

Cel eksperymentu: Poznać względne wagi wszystkich parametrów; sprawdzić które parametry nie mają znaczenia w rozgrywce (waga bliska zero).

Wyniki:

- ▶ Najważniejszymi parametrami w rozgrywce okazały się X , Y , Z (*omówienie*).
- ▶ Najgorzej punktowane parametry to A , B , C (*omówienie*).
- ▶ Najmniejszy wpływ na grę mają parametry U , V , W (*omówienie*). Będzie można odpuścić te parametry w następnych eksperymentach.

Wyniki: różne głębokości

Cel eksperymentu: Sprawdzić czy puszczenie dwóch sesji algorytmu genetycznego z różnymi głębokościami przeszukiwań (odpowiednio 4 i 5) dają różne rezultaty.

Wyniki: *TBA.*

Dalszy rozwój projektu

Propozycje rozszerzenia projektu:

- Walka z efektem horyzontu
- Adapter do grania z innymi SI w sieci
- Graficzny interfejs

- ▷ L. Pijanowski. *Przewodnik gier*. Iskry, 1978.
- ▷ J. Schaeffer, N. Burch, Y. Björnsson, A. Kishimoto, M. Müller, R. Lake, P. Lu, S. Sutphen. *Checkers is solved*. 2007.
- ▷ J. Mańdziuk, M. Kusiak, K. Walędzik. *Evolutionary-based heuristic generators for checkers and give-away checkers*. 2007.
- ▷ S. Russel, P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, Inc., 2010.

Dziękuję za uwagę.