

Algorytm Minimax do gry w Warcaby

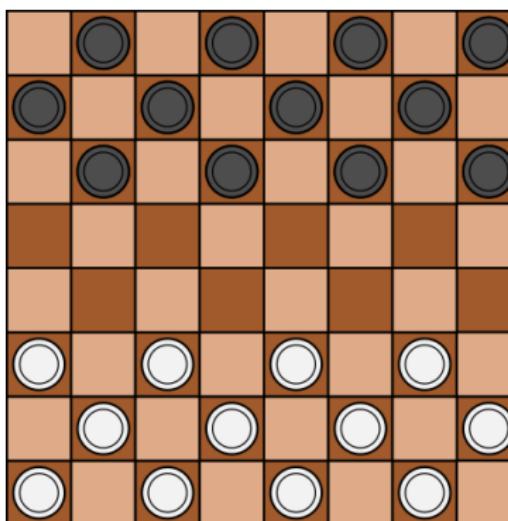
Janusz Witkowski

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.



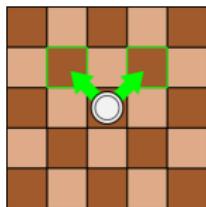
Rysunek: Plansza startowa w Warcabach

Wariant angielski

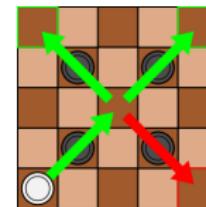
Praca rozpatruje szczególną wersję Warcabów - **wariant angielski**.

Wariant ten wprowadza dwie zmiany:

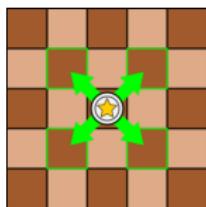
- ▷ Piony nie mogą poruszać się do tyłu,
- ▷ Damki nie ruszają się na dystansy większe niż jedno pole.



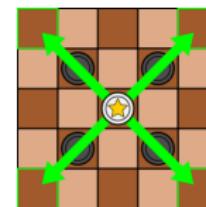
Rysunek: Ruchy dla piona



Rysunek: Bicia dla piona



Rysunek: Ruchy dla damki



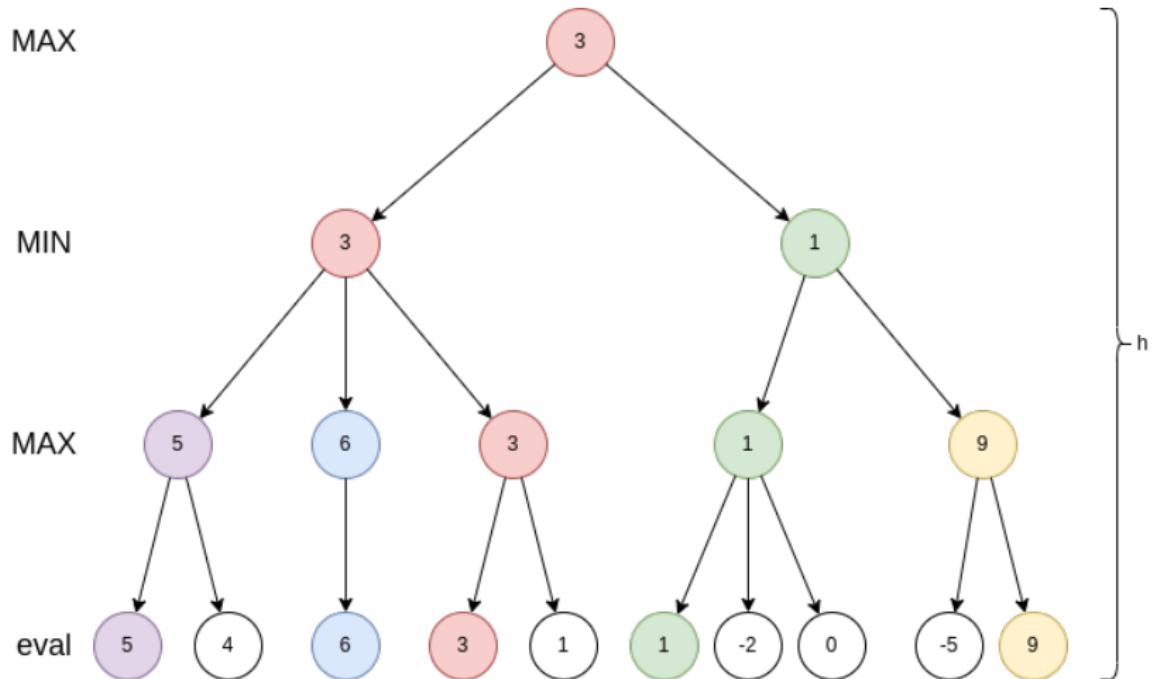
Rysunek: Bicia dla damki

Minimax

Minimax jest algorytmem przeszukiwania przestrzeni stanów rozgrywki dla gier dwuosobowych.

...

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 przemnożenie 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

Pary rodziców mają po dwójce dzieci

⑤ Mutacje

Szansa na wylosowanie nowej wartości losowej wag w ciągu.

Shakespeare Programming Language

- ▷ Karl Hasselström & Jon Åslund, 2001
- ▷ Program w SPL wygląda jak szekspirowska sztuka
- ▷ Postacie to zmienne
- ▷ Wielkość zmiennej zależy wykładowiczo od liczby przypisanych do niej komplementów lub przywar

The Infamous Hello World Program, found at tio.com.

Romeo, a young man with a remarkable patience.
Juliet, a likewise young woman of remarkable grace.
Ophelia, a remarkable woman much in dispute with Hamlet.
Hamlet, the flatterer of Andersen Insulting A/S.

Act I: Hamlet's insults and flattery.

Scene I: The insulting of Romeo.

[Enter Hamlet and Romeo]

Hamlet:

You lying stupid fatherless big smelly half-witted coward!
You are as stupid as the difference between a handsome rich brave
hero and thyself! Speak your mind!

You are as brave as the sum of your fat little stuffed misused dusty
old rotten codpiece and a beautiful fair warm peaceful sunny summer's
day. You are as healthy as the difference between the sum of the
sweetest reddest rose and my father and yourself! Speak your mind!

You are as cowardly as the sum of yourself and the difference
between a big mighty proud kingdom and a horse. Speak your mind.

Speak your mind!

[Exit Romeo]

Scene II: The praising of Juliet.

[Enter Juliet]

Hamlet:

Thou art as sweet as the sum of the sum of Romeo and his horse and his
black cat! Speak thy mind!

[Exit Juliet]

Scene III: The praising of Ophelia

Fragment sztuki „Hello World” (5)

Chef

Hello World Cake with Chocolate sauce.

Ingredients.

33 g chocolate chips
100 g butter
54 ml double cream
2 pinches baking powder
114 g sugar
111 ml beaten eggs
119 g flour
32 g cocoa powder
0 g cake mixture

Cooking time: 25 minutes.

Pre-heat oven to 180 degrees Celsius.

Method.

Put chocolate chips into the mixing bowl.
Put butter into the mixing bowl.
Put sugar into the mixing bowl.
Put beaten eggs into the mixing bowl.
Put flour into the mixing bowl.
Put baking powder into the mixing bowl.
Put cocoa powder into the mixing bowl.
Stir the mixing bowl for 1 minute.
Combine double cream into the mixing bowl.
Stir the mixing bowl for 4 minutes.
Liquify the contents of the mixing bowl.
Pour contents of the mixing bowl into the baking dish.
bake the cake mixture.
Wait until baked.
Serve with chocolate sauce.

chocolate sauce

Przepis na ciasto HelloWorld
(6)

- ▷ David Morgan-Mar, 2003
- ▷ Kod źródłowy przypomina przepis kulinarny
- ▷ Niepisanym wyzwaniem jest pisanie programów z których da się też przygotować posiłek

Rockstar

- ▷ Dylan Beattie, 2018
- ▷ Służy do pisania programów przypominających rockowe piosenki z lat '80
- ▷ Autor języka zagrał piosenkę ze słowami „FizzBuzz” na konferencji Build Stuff 2019

Midnight takes your heart and your soul
While your heart is as high as your soul
Put your heart without your soul into your heart

Give back your heart

Desire is a lovestruck ladykiller
My world is nothing
Fire is ice
Hate is water
Until my world is Desire,
Build my world up
If Midnight taking my world, Fire is nothing
and Midnight taking my world, Hate is nothing
Shout "FizzBuzz!"
Take it to the top

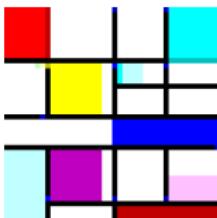
If Midnight taking my world, Fire is nothing
Shout "Fizz!"
Take it to the top

If Midnight taking my world, Hate is nothing
Say "Buzz!"
Take it to the top

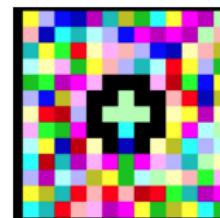
Whisper my world

Piet

- ▷ David Morgan-Mar, 2003
- ▷ Zainspirowany abstrakcyjną twórczością Piet'a Mondrian'a
- ▷ Kodem źródłowym jest dwuwymiarowa bitmapa
- ▷ W zależności od różnicy kolorów, ruchomy wskaźnik uruchamia różne komendy i korzysta ze stosu



Program drukujący „Piet”⁽⁷⁾



Program drukujący „Hello World!”⁽⁷⁾

Inne humorystyczne języki

Folders

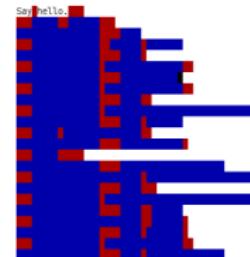
- ▷ Daniel Temkin, 2015
- ▷ Kodem źródłowym jest struktura folderów



Folders, „Hello World!”(8)

Whitespace

- ▷ Edwin Brady & Chris Morris, 2003
- ▷ Jedynymi rozpoznawanymi znakami są spacja, tab i nowa linia



7,8-32

Whitespace, „Hello”(9)

Code Golf

Czym jest Code Golf?

- ▷ Programistyczny „sport”
- ▷ Zapisanie programu o danej funkcjonalności w jak najmniejszej liczbie znaków
- ▷ Czytelność kodu, złożoność obliczeniowa ani złożoność pamięciowa nie grają roli



Code Golf Stack Exchange



Perl Golf



International Obfuscated C Code Contest

Przykład Code Golfu

Zadanie: Napisz program który stwierdzi czy dana liczba naturalna jest pierwsza.

C, 61 Bajtów (10)

```
r;main(i,j){r=(--i>1);for(j=i-1;j>1;)r*=!!(i%j--);return r;}
```

Perl, 25 Bajtów (11)

```
$_=2==grep$'%$_<1,//..$_
```

APL, 13 Bajtów (12)

```
2=+/0=x|~\x←[]
```

Języki dedykowane pod Code Golf

GolfScript

- ▷ Darren Smith, 2007
- ▷ Pierwszy język programowania napisany do Code Golingu
- ▷ Stosuje m.in. arytmetykę stosową oraz partycjonowanie i mapowanie list
- ▷ Rozwinął społeczność golfingową

Test liczby pierwszej w GolfScript, 14 Bajtów [\(13\)](#)

```
~.,{*.!+}*.*\%
```

Języki dedykowane pod Code Golf

MetaGolfScript

- ▷ Autor nieznany, 2014
- ▷ Każdy program zajmuje 0 Bajtów
- ▷ Rodzina języków typu MetaGolfScript-**N**, gdzie **N** można zamienić na ciąg komend odpowiadający programowi w GolfScripcie
- ▷ Np. MetaGolfScript-2579603820238107378666987055701286 jest tożsamy z programem w GolfScripcie rozstrzygającym pierwszość danej liczby

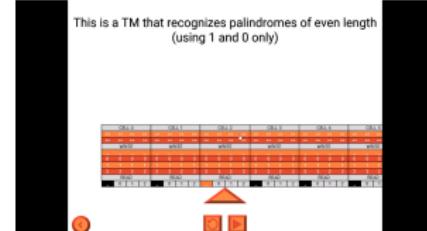
Przypadkowe języki Turing-complete

Minecraft

- ▷ Mechanika Redstone'u pozwala budować bramki logiczne
- ▷ Przykład: maszyna Turinga stworzona przez użytkownika neonsignal ([14](#))



This is a TM that recognizes palindromes of even length
(using 1 and 0 only)



MS PowerPoint

- ▷ Tom Wildenhain, 2017 ([15](#))
- ▷ Wykorzystanie hiperłączy i animacji do zbudowania maszyny Turinga

Magic the Gathering

- ▷ Alex Churchill, Stella Biderman, Austin Herrick, 2019 ([16](#))
- ▷ Statystyki niektórych kart przechowują informację o położeniu na taśmie maszyny Turinga (demonstracja autorstwa BecauseScience ([17](#)))



Przypisy

- (1) <https://pl.frwiki.wiki/wiki/INTERCAL>
- (2) <https://www.youtube.com/watch?v=hdHjjBS4cs8>
- (3) <https://sites.google.com/site/visualbf/>
- (4) <https://en.wikipedia.org/wiki/Befunge>
- (5) <https://shakespearelang.com/1.0/>
- (6) <http://www.mike-worth.com/2013/03/31/baking-a-hello-world-cake/>
- (7) https://en.wikipedia.org/wiki/Esoteric_programming_language#Piet
- (8) <https://esolangs.org/wiki/Folders>
- (9) [https://en.wikipedia.org/wiki/Whitespace_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Whitespace_(programming_language))
- (10) <https://codegolf.stackexchange.com/a/57761>
- (11) <https://codegolf.stackexchange.com/a/58762>
- (12) <https://codegolf.stackexchange.com/a/57693>
- (13) <https://codegolf.stackexchange.com/a/57641>
- (14) <https://youtu.be/1X21HQphy6I>
- (15) <https://www.youtube.com/watch?v=uNjxe8ShM-8>
- (16) <https://arxiv.org/abs/1904.09828>
- (17) <https://www.youtube.com/watch?v=pdmODVYPDLA>

Bibliografia

- https://esolangs.org/wiki/Main_Page
- https://en.wikipedia.org/wiki/Esoteric_programming_language
- <https://hillelwayne.com/talks/esolangs/>
- <https://codegolf.stackexchange.com/>
- <https://matt-rickard.com/accidentally-turing-complete>

Bibliografia

...

Dziękuję za uwagę.