

## Ćwiczenie C2 Algorytm ewolucyjny – gra Mastermind – wersja 13 maja 2019

Opracował:

dr hab. inż. Paweł Piotrowski

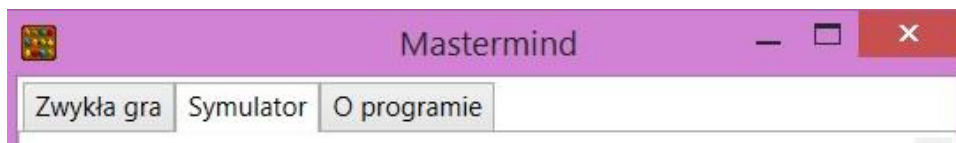
Na podstawie: S. Mrał: Aplikacja komputerowa symulująca grę MASTERMIND z wykorzystaniem algorytmu ewolucyjnego, praca dyplomowa magisterska, Warszawa 2018

### Instrukcja obsługi symulatora gry Mastermind

Aplikacja do prawidłowego działania wymaga, aby na komputerze użytkownika zainstalowany był .NET Framework 4.5.2 lub nowszy.

Po uruchomieniu aplikacji użytkownik ma możliwość wyboru jednej z trzech zakładek:

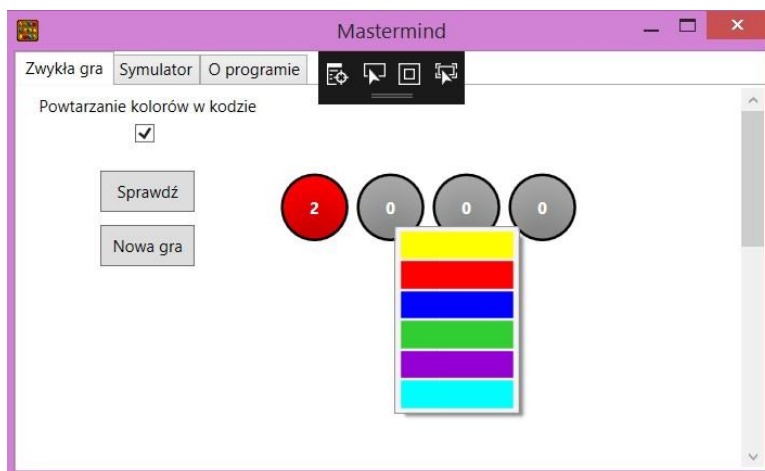
- Zwykła gra - pozwala użytkownikowi rozegrać partię gry Mastermind i zapoznać się z jej zasadami,
- Symulator - pozwala przeprowadzić symulację gry Mastermind z wykorzystaniem algorytmu ewolucyjnego bądź algorytmu Knutha,
- O programie - zawiera skrócone informacje o aplikacji oraz jej autorze.



Rysunek 1: Zakładki aplikacji Mastermind

### 1. Zwykła gra

Wariant ten, przedstawiony na rysunku 2, pozwala na grę w Mastermind i zapoznanie się z zasadami tej gry.



Rysunek 2: Ekran zwykłej gry

Opcja Powtarzanie kolor w w kodzie pozwala użytkownikowi na możliwość wyboru między standardową wersją gry opisaną w rozdziale 3 (pole zaznaczone) oraz uproszczoną grą, w której kod składa się tylko z unikalnych kolor w (pole odznaczone). Po wybraniu odpowiedniej opcji użytkownik rozpoczyna rozgrywkę poprzez wciśnięcie przycisku Nowa gra. Następnie użytkownik przy pomocy myszy ustawia kod, którego chce użyć do odgadnięcia ukrytej kombinacji. Kliknięcie lewym przyciskiem powoduje zmianę koloru na kolejny z listy, natomiast kliknięcie prawym przyciskiem otwiera menu kontekstowe, które pozwala wybrać żądany kolor.

Po ustawieniu wszystkich kolor w należy kliknąć na przycisk Sprawdź, który wyświetli ocenę podanego kodu oraz udostępni nowy zestaw pionków do podania kolejnego kodu. Dalsza gra przebiega analogicznie do momentu, kiedy użytkownikowi uda się odgadnąć ukryty kod. Wyświetlana jest wtedy informacja o wygranej, a użytkownik może rozpocząć nową grę.

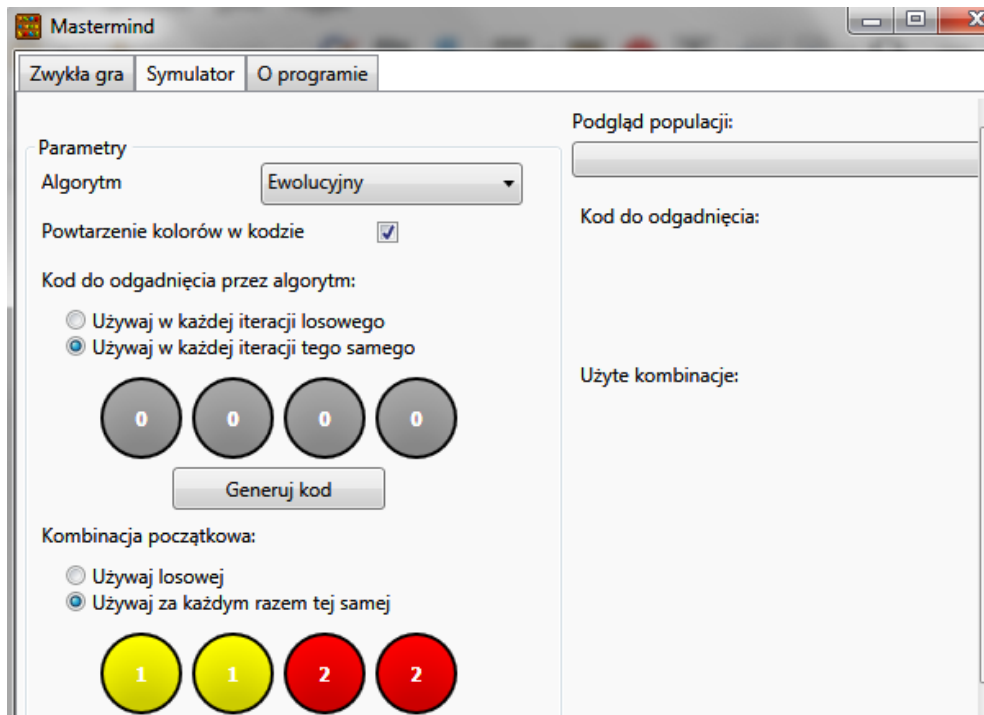
## 2 Symulator

Wariant ten pozwala na przeprowadzenie symulacji gry Mastermind.

### Parametry symulacji

W pierwszym kroku należy określić parametry symulacji przedstawione na rysunku 3, a są to:

- Algorytm - pozwala na wybór jednego z algorytm w przy pomocy, którego przeprowadzana będzie symulacja:
  - Knutha ,
  - Ewolucyjny.
- Powtarzanie kolorów w kodzie - wybór między standardową wersją gry opisaną w rozdziale 3 (pole zaznaczone) oraz uproszczoną grą, w której kod składa się tylko z unikalnych kolor w (pole odznaczone)
- Kod do odgadnięcia przez algorytm - opcja ta pozwala określić czy w każdej symulacji algorytm ma odgadywać inny kod czy też ma być to zawsze ten sam kod. W przypadku wyboru drugiej opcji użytkownik może sam ustalić ten kod w analogiczny sposób jak ma to miejsce przy odgadywaniu kolor w w zwykłej grze albo użyć przycisku Generuj kod, aby kod został utworzony za niego
- Kombinacja początkowa - pozwala określić czy pierwszą kombinacją, której algorytm użyje do odgadnięcia kodu będzie kombinacja określona przez użytkownika czy też losowa



Rysunek 3: Parametry symulatora

Po wyborze algorytmu i określeniu parametr w symulacji użytkownika powinien określić parametry charakterystyczne dla danego algorytmu.

## Parametry algorytmów

**Algorytm ewolucyjny** posiada następujące parametry:

- Unikalne osobniki początkowo - jeśli pole jest zaznaczone wymusza, aby w początkowej populacji generowanej losowo wszystkie osobniki były unikalne, jeśli odznaczone początkowa populacja może zawierać kilka osobnik w o tym samym genotypie
- Liczba symulacji - liczba wywołań algorytmu dla zadanych parametr w, wynik jest średnią ze wszystkich wywołań
- Wielkość populacji - liczba osobnik w w jednej populacji algorytmu genetycznego
- Procent osobnik w używanych do reprodukcji - procent osobnik w wybieranych w każdej populacji, na których będą wykonywane operacje genetyczne celem stworzenia nowej generacji, parametr przyjmuje wartości naturalne od 1 do 100.
- Metoda selekcji - określa w jaki sposób wybierane są osobniki używane do stworzenia nowej populacji.

- Prawdopodobieństwo krzyżowania - liczba z przedziału  $[0,1]$  (z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku) określająca prawdopodobieństwo, że dwa osobniki wybrane do stworzenia nowej generacji zostaną skrzyżowane
- Prawdopodobieństwo mutacji - liczba z przedziału  $[0,1]$  (z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku) określająca prawdopodobieństwo, że dla nowo powstałego osobnika jeden z kolor w kodzie zostanie zastąpiony przez następny kolor.
- Maksymalna liczba pokoleń - maksymalna liczba populacji, które zostaną wygenerowane w jednej iteracji algorytmu. Po osiągnięciu maksimum populacja jest zabijana (obliczenia są przerywane) jako nierokująca do znalezienia rozwiązania.

Parametry algorytmu ewolucyjnego

Unikalne osobniki początkowe ☒

Liczba symulacji 100

Wielkość populacji 400

Procent osobników używanych do reprodukcji 100

Metoda selekcji Ruletka

Prawdopodobieństwo krzyżowania 1.00

Prawdopodobieństwo mutacji 0.40

Maksymalna liczba pokoleń 13

Start

Rysunek 4: Parametry algorytmu ewolucyjnego

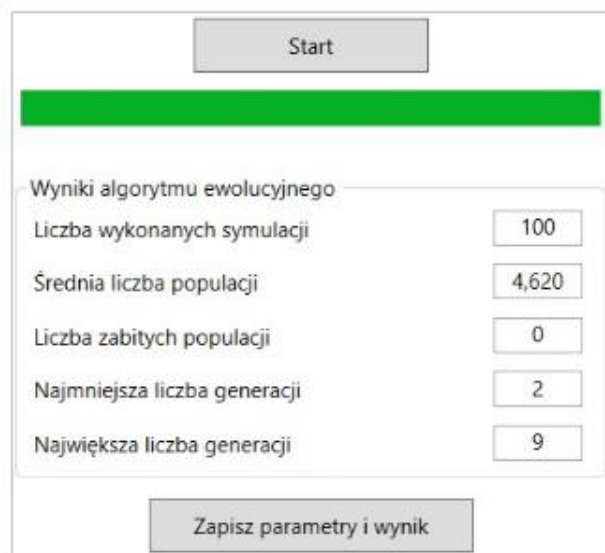
**Algorytm Knutha** posiada tylko jeden parametr i jest nim Liczba symulacji, która podobnie jak w algorytmie ewolucyjnym określa liczbę wykonań algorytmu, dla których podany zostanie średni wynik. Ze względu na fakt, że algorytm ten jest deterministyczny i dla danej kombinacji początkowej zawsze wykona te same kroki, maksymalna wartość tego parametru to 1296, gdyż tyle jest możliwych różnych przebieg w tego algorytmu.

Po najecharciu na którykolwiek z parametr w wyświetlana jest etykieta z odpowiedzią za co odpowiada wskazany parametr.

## Wyniki symulacji

Po ustawieniu parametrów należy wcisnąć przycisk Start, który rozpocznie symulację. Poniżej przycisku znajduje się pasek, który wskazuje postęp symulacji. W dowolnym momencie symulacja może zostać przerwana poprzez wcisnięcie przycisku Przerwij symulację. Spowoduje to wyświetlenie wyników uzyskanych do momentu zatrzymania symulacji. Po zakończeniu pracy symulatora zaprezentowane zostaną jego wyniki. Dla algorytmu ewolucyjnego są to:

- Liczba wykonanych symulacji
- Średnia liczba populacji
- Liczba zabitych populacji (liczba populacji, dla których liczba pokoleń osiągnęła ustalone maksimum i w związku z tym algorytm został przerwany jako nie rokujący na znalezienie rozwiązania)
- Najmniejsza liczba generacji (najmniejsza liczba prób po których udało się znaleźć rozwiązanie)
- Największa liczba generacji (największa liczba prób po których udało się znaleźć rozwiązanie)



Wyniki algorytmu ewolucyjnego	
Liczba wykonanych symulacji	100
Średnia liczba populacji	4,620
Liczba zabitych populacji	0
Najmniejsza liczba generacji	2
Największa liczba generacji	9

Rysunek 5: Wyniki algorytmu ewolucyjnego

Natomiast dla algorytmu Knutha podawane są tylko:

- Liczba wykonanych symulacji
- średnia liczba prób

Wyniki algorytmu Knutha

Liczba wykonanych symulacji

100

Średnia liczba prób

4,460

Zapisz parametry i wynik

Rysunek 6: Wyniki algorytmu Knutha

Przy pomocy przycisku Zapisz parametry i wyniki użytkownik może zapisać w pliku .csv uzyskane wyniki. Przykładowe pliki dla obu algorytm w zostały przedstawione w załącznikach A i B.

Użytkownik ma dodatkowo możliwość wyboru z menu rozwijanego dowolnej z przeprowadzonych symulacji i obejrzenia wszystkich podjętych przez algorytm prób oraz ocen, które uzyskały.

Podgląd populacji

1. Liczba prób: 5

Kod do odgadnięcia:

6

2

3

6

Użyte kombinacje:

1

1

2

2

5

4

6

1

4

2

4

3

3

2

5

5

6

2

3

6

Rysunek 7: Przeglądanie wynik w symulacji

## Opis przykładowych badań.

### Cel badań.

1. Znalezienie właściwych parametrów algorytmu ewolucyjnego (minimalizacja liczby prób odgadnięcia kodu)
2. Porównanie wyników z algorytmem Knutha
3. Element dodatkowy: próba sił człowiek vs algorytm ewolucyjny – rozgrywka z algorytmem ewolucyjnym (student/studentka próbuje trafić kod w zwykłej symulacji a następnie uruchamia algorytm ewolucyjny (oczywiście **tylko 1 symulacja**)

**Algorytm Knutha** jest algorytmem deterministycznym, zatem możemy wyznaczyć średnią ilość prób tego algorytmu poprzez wykonanie algorytmu dla każdego ze 1296 możliwych ukrytych kod w. Dla wszystkich symulacji jako początkową próbę używamy 1122, gdyż według Knutha tylko w ten sposób można zagwarantować, że wynik zostanie odnaleziony po nie więcej niż pięciu próbach

**Algorytm ewolucyjny** badany może np. być dwuetapowo. Najpierw przeprowadzić można szereg symulacji celem doboru parametrów, które pozwolą na uzyskanie najlepszego wyniku, a następnie z użyciem tych parametrów w przeprowadzono jeszcze jedną symulację celem prześledzenia przebiegu algorytmu ze szczególnym uwzględnieniem zmiany funkcji przystosowania.

Poniżej przedstawione zostały przykładowe testowane parametry.

- Metoda selekcji [Losowa, Prosta, Ruletka, Turniej]
- Prawdopodobieństwo mutacji [0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1]
- Prawdopodobieństwo krzyżowania [0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1]
- Rozmiar populacji [50, 100, 200, 300, 400, 500, 750]
- Procent osobników w używanych do reprodukcji [25, 50, 75, 100]
- Osobniki początkowe są unikalne [TAK, NIE]

Ze względu na dużą losowość algorytmu, dla każdej kombinacji parametrów przeprowadzić należy np. 100 symulacji (lub więcej) i jako wynik przyjąć wartość średnią.

### Sprawozdanie – plik pdf

1. Krótki wstęp

2. Tabelaryczna i graficzna prezentacja wyników badań
3. Wnioski