POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

KIERUNEK: Informatyka

SPECJANOŚĆ: Inżynieria Systemów Informatycznych (INS)

Inteligencja Obliczeniowa i jej Zastosowania

Sprawozdanie z laboratorium 3 - 5

AUTORZY:

Piotr Chorościn

Dawid Mikowski

PROWADZĄCY:

Dr hab. inż. Olgierd Unold,

prof. uczelni

OCENA PRACY:

WROCŁAW 2020

Spis treści

[Spis ilustracji 3](#_Toc41468891)

[Spis tabel 4](#_Toc41468892)

[Spis listingów 4](#_Toc41468893)

[1 Cel ćwiczenia 5](#_Toc41468894)

[2 Badanie efektywności własnych funkcji 6](#_Toc41468895)

[2.1 Funkcja Schuberta 6](#_Toc41468896)

[2.2 Funkcja Hosaki 8](#_Toc41468897)

[3 Problem komiwojażera 10](#_Toc41468898)

[4 Program genetyczny hybrydowy 11](#_Toc41468899)

[5 Tabele i wykresy z doświadczeń 11](#_Toc41468900)

[5.1 Badanie wpływu rozmiaru populacji 13](#_Toc41468901)

[5.1.1 Badanie wpływu rozmiaru populacji na przystosowanie dla funkcji Schuberta 13](#_Toc41468902)

[5.1.2 Badanie wpływu rozmiaru populacji na przystosowanie dla funkcji Hosaki 13](#_Toc41468903)

[5.1.3 Obserwacje nt. wpływu liczności populacji na jej średnie przystosowanie oraz przystosowanie najlepszego osobnika 14](#_Toc41468904)

[5.2 Badanie wpływu liczby pokoleń 15](#_Toc41468905)

[5.2.1 Badanie wpływu liczby pokoleń na przystosowanie dla funkcji Schuberta 15](#_Toc41468906)

[5.2.2 Badanie wpływu liczby pokoleń na przystosowanie dla funkcji Hosaki 16](#_Toc41468907)

[5.2.3 Obserwacje nt. wpływu liczby pokoleń na średnie przystosowanie populacji oraz przystosowanie najlepszego osobnika 17](#_Toc41468908)

[5.3 Badanie wpływu prawdopodobieństwa mutacji 18](#_Toc41468909)

[5.3.1 Badanie wpływu prawdopodobieństwa mutacji na przystosowanie dla funkcji Schuberta 18](#_Toc41468910)

[5.3.2 Badanie wpływu prawdopodobieństwa mutacji na przystosowanie dla funkcji Hosaki 19](#_Toc41468911)

[5.3.3 Obserwacje nt. wpływu prawdopodobieństwa mutacji na średnie przystosowanie populacji oraz przystosowanie najlepszego osobnika 20](#_Toc41468912)

[5.4 Badanie wpływu prawdopodobieństwa krzyżowania 21](#_Toc41468913)

[5.4.1 Badanie wpływu prawdopodobieństwa krzyżowania na wartość funkcji Schuberta 21](#_Toc41468914)

[5.4.2 Badanie wpływu prawdopodobieństwa mutacji na przystosowanie dla funkcji Hosaki 22](#_Toc41468915)

[5.4.3 Obserwacje nt. wpływu prawdopodobieństwa krzyżowania na średnie przystosowanie populacji oraz przystosowanie najlepszego osobnika 23](#_Toc41468916)

[5.5 Badanie wpływu prawdopodobieństwa krzyżowania i mutacji 24](#_Toc41468917)

[5.6 Badanie wpływu poziomu elitaryzmu 26](#_Toc41468918)

[5.6.1 Badanie wpływu elitaryzmu na przystosowanie do funkcji Schuberta 26](#_Toc41468919)

[5.6.2 Badanie wpływu elitaryzmu na przystosowanie do funkcji Hosaki 26](#_Toc41468920)

[5.6.3 Obserwacje nt. wpływu elitaryzmu na średnie przystosowanie populacji oraz przystosowanie najlepszego osobnika 27](#_Toc41468921)

[6 Wnioski 28](#_Toc41468922)

[6.1 Wnioski nt. własnych implementacji 28](#_Toc41468923)

[6.2 Wnioski nt. implementacji i języka R 29](#_Toc41468924)

[7 Kod z komentarzem 30](#_Toc41468925)

[7.1 Przegląd najważniejszych fragmentów kodu 30](#_Toc41468926)

[7.2 Pełny kod programu 33](#_Toc41468927)

[8 Literatura 37](#_Toc41468928)

# Spis ilustracji

[Rysunek 1 Wykres funkcji Schuberta 6](#_Toc41693478)

[Rysunek 2 Temperaturowy wykres funkcji Schuberta 7](#_Toc41693479)

# Spis listingów

[Listing 8.1 Kod funkcji objective.fun.of 30](#_Toc41004929)

[Listing 8.2 Kod funkcji objective.fun.get 30](#_Toc41004930)

[Listing 8.3 Kod funkcji objective.fun.plot 31](#_Toc41004931)

[Listing 8.4 Kod funkcji GA.run.iterations 31](#_Toc41004932)

[Listing 8.5 Kod funkcji GA.run.experiment 31](#_Toc41004933)

[Listing 8.6 Kod funkcji GA.run.experiment.list 32](#_Toc41004934)

[Listing 8.7 Wywołanie funkcji GA.run.experiment 32](#_Toc41004935)

[Listing 8.8 Funkcja GA.run.once 33](#_Toc41004936)

[Listing 8.9 Skrypt global\_opt.R 33](#_Toc41004937)

[Listing 8.10 Skrypt global\_opt.R 35](#_Toc41004938)

[Listing 8.11 Skrypt main.R 36](#_Toc41004939)

# Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest:

* sprawdzenie efektywności funkcji wielomodalnych z zaimplementowanymi własnymi funkcjami krzyżowania oraz mutacji a następnie porównanie jakości działania algorytmu z funkcjami domyślnymi,
* wykonanie wcześniejszych zadań dla 3 wybranych parametrów dla problemu komiwojażera,
* wykonanie z wykorzystaniem programu genetycznego hybrydowego zadania rozwiązania problemu komiwojażera,
* analiza i ocena wyników badań

# Badanie efektywności własnych funkcji

## badana funkcja

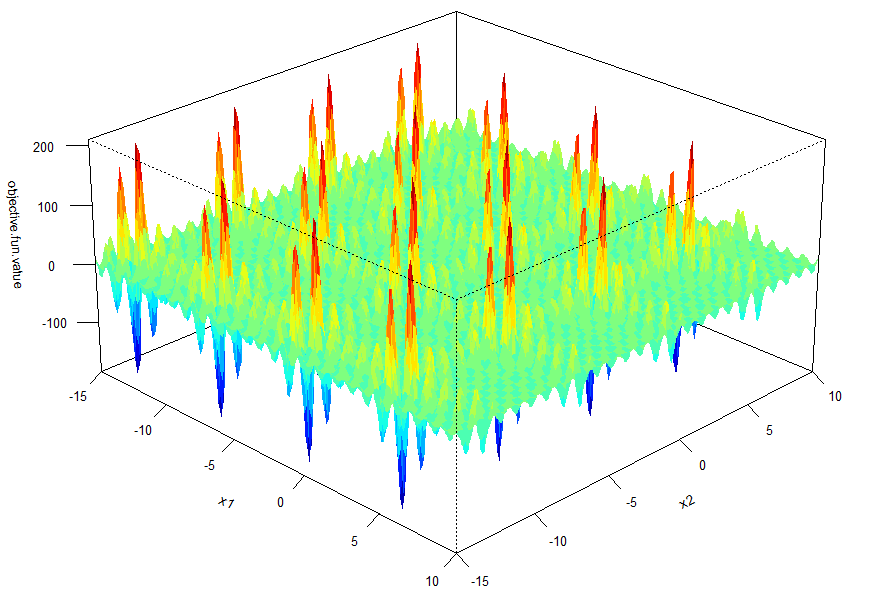
Do testowania efektywności własnych funkcji krzyżowania i mutacji potrzebne było wybranie jednej funkcji wielomodalnej na której sprawdzane będą wyniki. Została do tego wyznaczona funkcja, która była testowana także w poprzednim laboratorium a mianowicie funkcja Schuberta.

Funkcja Schuberta określona jest poniższym wzorem [1]:

Wykres funkcji Schuberta, wygenerowany dla następujących wartości zmiennych:

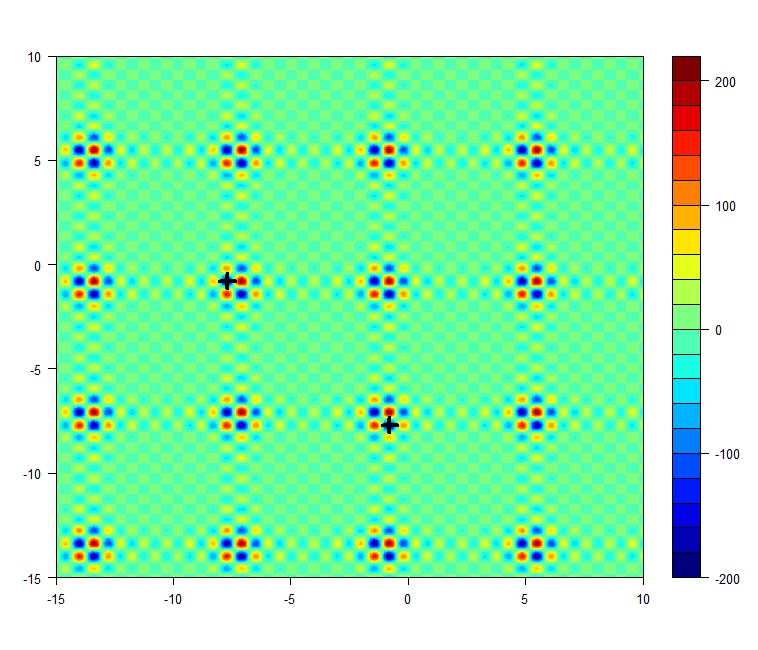
* z krokiem próbkowania 0,1,
* z krokiem próbkowania 0,1,

Są to domyślne zakresy zmiennych z pakietu globalOptTest dla funkcji Schuberta.



Rysunek 1 Wykres funkcji Schuberta

Powyższy trójwymiarowy wykres przedstawiony na płaszczyźnie poprzez rzut z góry przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 2 Temperaturowy wykres funkcji Schuberta

Zgodnie z informacjami z pakietu GlobalOptTest, funkcja Schuberta w minimum globalnym przyjmuje wartość **.**

## Sposób przeprowadzenia badań

Dla funkcji Schuberta przyjęto zakres wartości zmiennych odczytany za pomocą funkcji *getDefaultBounds* z pakietu globalOptTests oraz wartość ekstremum globalnego odczytaną za pomocą funkcji getGlobalOpt. Funkcję poddano optymalizacji globalnej stosując gotowy algorytm genetyczny zaimplementowany w pakiecie do języka R o nazwie „GA”, który umożliwia również hybrydyzację. Podczas badania algorytmu hybrydowego zostały ustawione domyślne wartości wszystkich parametrów. Aby zbadać wpływ danego operatora, wszystkie operatory poza badanym miały ustawioną stałą wartość domyślną. W poniższej tabeli zawarte są wszystkie badane parametry oraz wartości domyślne.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Operator | Badane parametry | Wartość domyślna |
| Mutacji | ra, nra, rs, pow | ra |
| Krzyżowania | sp, wa, la, blx, laplace | la |

Domyślne wartości dla parametrów algorytmu genetycznego prezentują się następująco:

|  |  |
| --- | --- |
| Type | Real-valued |
| Population size | 50 |
| Number of generations | 100 |
| Elitism | 5 |
| Crossover possibility | 0.8 |
| Mutation propability | 0.1 |

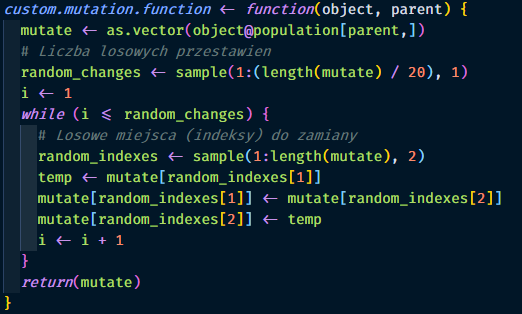
## Funkcja krzyżowania

Własna implementacja funkcji krzyżowania:

Aby poprawnie wykonać badania należało także zastąpić funkcję w algorytmie genetycznym w następujący sposób:

## Funkcja mutacji

Własna implementacja funkcji mutacji:



Rysunek 3Kod własnej funkcji mutacji

Wykonane zostało porównanie jakości wyników dla poszczególnych parametrów mutacji przy zachowaniu domyślnych parametrów algorytmu genetycznego:

## Wnioski

# Problem komiwojażera

## Instancje

Do badania algorytmu genetycznego dla problemu komiwojażera zdecydowano się wykorzystać dwie instancje ze zbioru TSPlib.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nazwa instancji | Liczba miast | Długość najkrótszej trasy |
| Brazil58.tsp | 58 | 25395 |
| Dantzig42.tsp | 42 | 699 |

Wyniki algorytmu genetycznego zostały przeprowadzone na dwóch instancjach z których każda ma inną liczbę wierzchołków i przedstawia wersję symetryczną badanego problemu. Instancje zostały wybrane biorąc pod uwagę czasochłonność wykonywanych obliczeń. Na wykresy naniesiono najkrótsze trasy dla każdej instancji, aby można było w prosty graficzny sposób uzyskać odniesienie co do jakości uzyskanych rozwiązań. Jak widać na wykresach jakość rozwiązań dla domyślnych wartości parametrów oraz domyślnych operatorów, znacznie odbiega od rozwiązania optymalnego.

## Porównanie

## Porównanie

# Program genetyczny hybrydowy

Do badań wykorzystano następujące paczki języka R:

* GA – zawierająca implementację algorytmu genetycznego,
* GlobalOptTest – zawierająca funkcje celu wraz z wartościami ich ekstremów.
* TSPlib – zawierająca funkcje pozwalające na wczytanie oraz rozwiązanie plików związanych z problemem komiwojażera

Środowisko implementacyjne:

* Interpreter języka R w wersji 3.6.1 z pakietu Anaconda,
* Środowisko VS code z wtyczką do języka R

# Tabele i wykresy z doświadczeń

# Wnioski

## Wnioski nt. własnych implementacji

## Wnioski nt. implementacji i języka R

* język R stanowi bardzo ciekawą alternatywę do innych języków programowania,

# Kod z komentarzem

Komentarze umieszczono w kodzie w języku angielskim, dla zachowania spójności z nazewnictwem metod.

## Przegląd najważniejszych fragmentów kodu

# Literatura

[1] <http://infinity77.net/global_optimization/test_functions_nd_H.html>

[2] <https://www.sfu.ca/~ssurjano/shubert.html>

[3] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm_genetyczny>

[4] <https://cran.r-project.org/web/packages/GA/vignettes/GA.html>

[5] <http://comopt.ifi.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/STSP.html>

[6] <https://en.wikipedia.org/wiki/Mutation_(genetic_algorithm)>

[7] <https://sites.google.com/site/gotestfunctions/multimodal-function-list>

[8] <https://arxiv.org/pdf/1605.01931.pdf>