

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

LABORATORIUM

INTELIGENCJA OBLICZENIOWA I JEJ ZASTOSOWANIA

Algorytmy ewolucyjne i hybrydowe

Authors:

Rafał PIENIAŻEK
Jakub POMYKAŁA

Supervisor:

prof. dr inż. Olgierd UNOLD

15 maja 2018

Spis treści

1	Wstęp	3
2	Zastosowany algorytm optymalizacji	3
2.1	Zastosowane narzędzia implementacji	3
2.1.1	Język R	3
2.1.2	Pakiet GA	3
2.1.3	Pakiet globalOpts	3
3	Funkcja Shuberta	4
3.1	Wzór analityczny	4
3.2	Wykres w ustalonym przedziale zmiennych	4
3.3	Ekstremum globalne	5
3.4	Własne operatory krzyżowania i mutacji	6
3.4.1	Zmiana funkcji mutowania	6
3.4.2	Zmiana funkcji krzyżowania	7
4	Wnioski	7
5	Literatura	7
6	Kod źródłowy	8

Spis rysunków

1	Wzór analityczny funkcji Schuberta	4
2	Wykres funkcji Schuberta	4
3	Minimum globalne dla funkcji Schuberta	5
4	Minimum globalne dla funkcji Schuberta	5
5	Porównanie domyślnej funkcji mutowania z własną	6
6	Porównanie domyślnej funkcji mutowania z własną	6
7	Porównanie domyślnej funkcji krzyżowania z własną	7
8	Porównanie domyślnej funkcji krzyżowania z własną	8

1 Wstęp

Celem laboratorium było przeprowadzenie optymalizacji globalnej dla wybranych funkcji z pakietu `globalOptTests`.

2 Zastosowany algorytm optymalizacji

W laboratorium zastosowano algorytmy genetyczne będące klasą algorytmów ewolucyjnych. Algorytmy ewolucyjne stanowią kierunek sztucznej inteligencji, która wykorzystuje i symuluje ewolucję biologiczną. Wszystkie algorytmy tej klasy symulują podstawowe zachowania w teorii ewolucji biologicznej - procesy selekcji, mutacji i reprodukcji. Zachowanie jednostek zależy od środowiska. Zbiór jednostek nazywa się populacją. Taka populacja ewoluuje zgodnie z regułami selekcji zgodnie z funkcją celu przypisaną do środowiska. Propagowane do kolejnych pokoleń są tylko najbardziej dopasowane osobniki.

2.1 Zastosowane narzędzia implementacji

2.1.1 Język R

R jest językiem programowania i środowiskiem programistycznym, używanym głównie do obliczeń statystycznych i wizualizacji danych, do sztucznej inteligencji a także do ekonomii i innych zagadnień wykorzystujących obliczenia numeryczne. Został stworzony przez Rossa Ihakę i Roberta Gentlemana na Uniwersytecie w Auckland w Nowej Zelandii.

2.1.2 Pakiet GA

Pakiet GA zawiera zestaw funkcji ogólnego przeznaczenia do optymalizacji z wykorzystaniem algorytmów genetycznych. Dostępnych jest kilka operatorów genetycznych, których można łączyć w celu zbadania najlepszych ustawień dla bieżącego zadania.

2.1.3 Pakiet `globalOpts`

Pakiet zawierający implementację funkcji przydatnych do przeprowadzania testów wydajnościowych algorytmów optymalizacji globalnej.

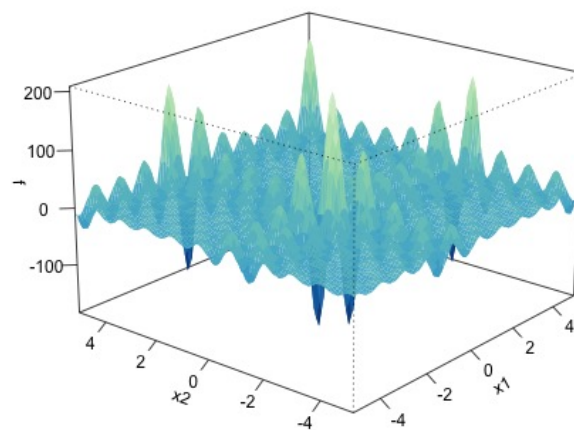
3 Funkcja Shuberta

3.1 Wzór analityczny

$$f(\mathbf{x}) = \left(\sum_{i=1}^5 i \cos((i+1)x_1 + i) \right) \left(\sum_{i=1}^5 i \cos((i+1)x_2 + i) \right)$$

Rysunek 1: Wzór analityczny funkcji Schuberta

3.2 Wykres w ustalonym przedziale zmiennych

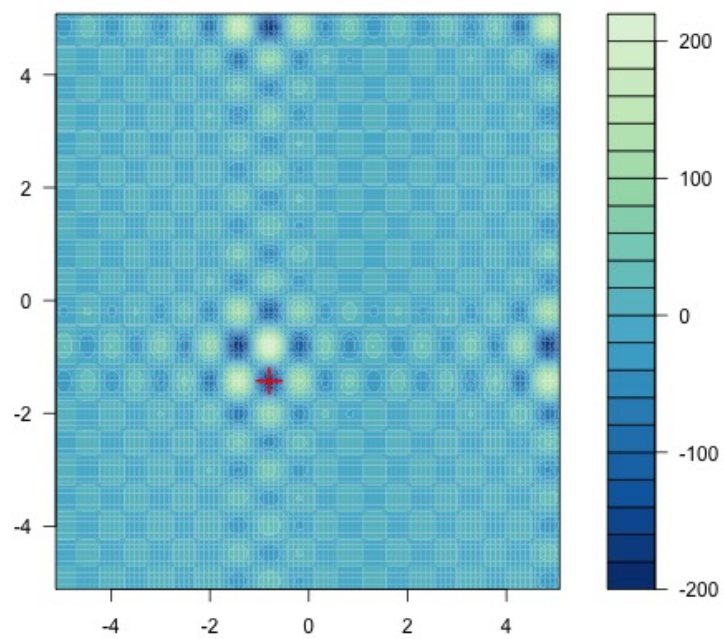


Rysunek 2: Wykres funkcji Schuberta

3.3 Ekstremum globalne

$$f(\mathbf{x}^*) = -186.7309$$

Rysunek 3: Minimum globalne dla funkcji Schuberta

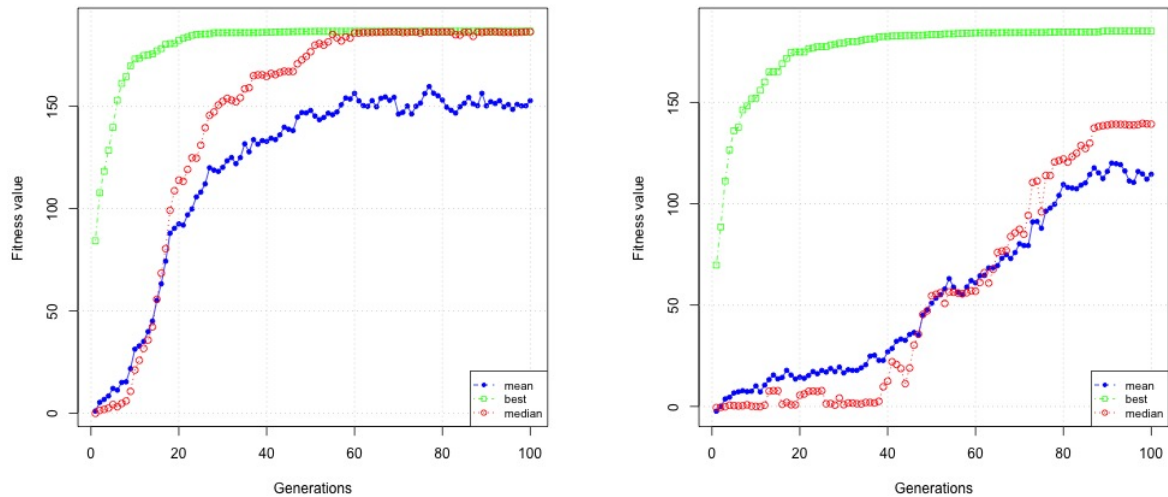


Rysunek 4: Minimum globalne dla funkcji Schuberta

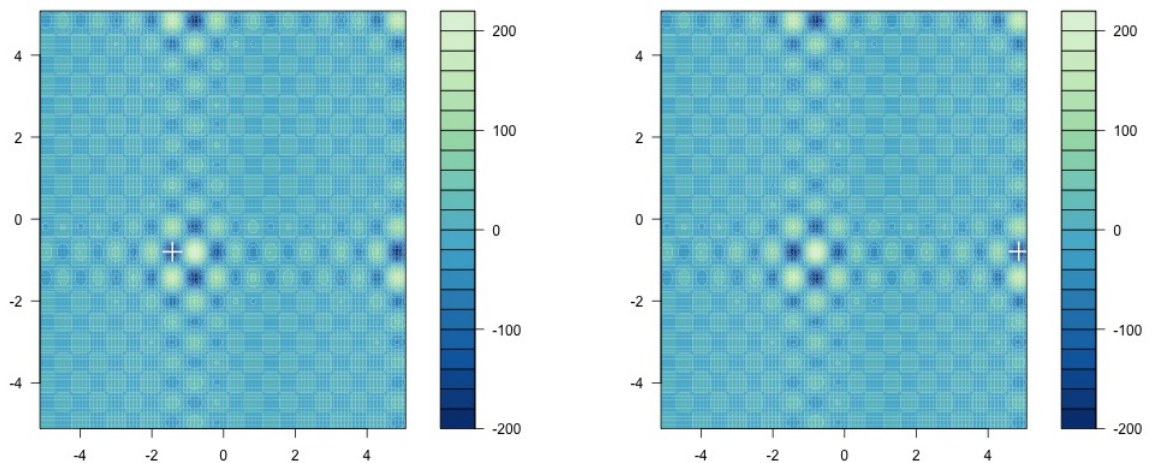
3.4 Własne operatory krzyżowania i mutacji

3.4.1 Zmiana funkcji mutowania

Na poniższych wykresach przedstawiono zestawienie rezultatów działania w przypadku domyślnej i własnej, zaimplementowanej funkcji mutacji. Wyniki dla funkcji domyślnej znajdują się po lewej stronie.



Rysunek 5: Porównanie domyślnej funkcji mutowania z własną



Rysunek 6: Porównanie domyślnej funkcji mutowania z własną - znalezione ekstrema

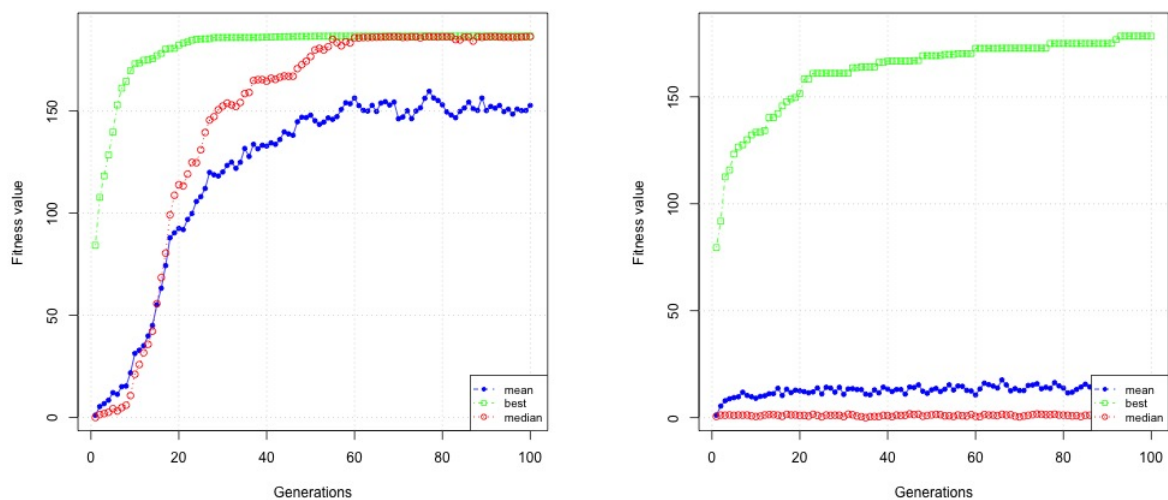
Zmiana funkcji mutującej nie wpłynęła znacząco na wyniki końcowy. Mimo, iż w początkowej

fazie wynik funkcji zbiegał do ekstremum wolniej niż w przypadku funkcji domyślnej, po 100 pokoleniach wynik jest na podobnym poziomie w obu przypadkach. Finalnie jednak algorytm z własną funkcją mutującą nie znalazł ekstremum globalnego. Widoczne jest to na wykresie temperaturowym, na którym zaznaczono rozwiązanie znalezione przez algorytm.

W przypadku funkcji z własną funkcją mutowania można zauważyć spadek średniej i mediany wyników.

3.4.2 Zmiana funkcji krzyżowania

Na poniższych wykresach przedstawiono porównanie rezultatu działania algorytmu w przypadku zmiany funkcji krzyżowania z domyślnej na własną implementację.



Rysunek 7: Porównanie domyślnej funkcji krzyżowania z własną

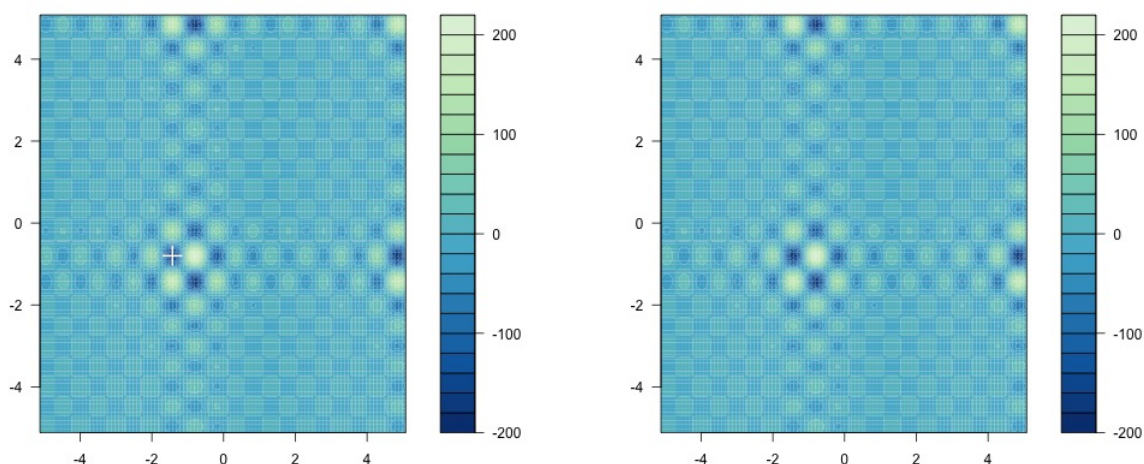
4 Wnioski

Badanie wpływu parametrów na jakość rozwiązań optymalnych poszukiwanych przez algorytm genetyczny jest zadaniem nietrywialnym, ale możliwym do wykonania. Zastosowanie pakietu GA dla języka R pozwoliło skupić się bardziej na testowaniu parametrów, a nie na implementacji algorytmu.

Warto zauważyć, że na jakość rozwiązań ma wpływ nie tylko wartość parametru, ale również funkcja poddawana testom. Dla tych samych zestawów danych wykresy testów różnią się pomiędzy testowanymi funkcjami. W przypadku poszukiwania ekstremum globalnego dla funkcji z wieloma ekstremami lokalnymi i niekorzystnym doborze parametrów algorytm może nie znaleźć poprawnego rozwiązania. Jest to spowodowane stochastycznym doбором populacji początkowej.

5 Literatura

1. Artur Suchwałko, "Wprowadzenie do R dla programistów innych języków", <https://cran.r-project.org/doc/contrib/R-dla-programistow-innych-jezykow.pdf>, 2014-02-23



Rysunek 8: Porównanie domyślnej funkcji krzyżowania z własną - znalezione ekstrema

2. Luca Scrucca, "On some extensions to GA package: hybrid optimisation, parallelisation and islands evolution", <https://arxiv.org/pdf/1605.01931.pdf>, 2016-05-09
3. dr inż. Julian Sienkiewicz, "Pakiet R w analizie układów złożonych", <http://www.if.pw.edu.pl/~julas/CSAR/csar11.html>, 2017
4. W. N. Venables, D. M. Smith, R Core Team, "An Introduction to R", <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>, 2018-04-23
5. Luca Scrucca, "Package 'GA'", <ftp://cran.r-project.org/pub/R/web/packages/GA/GA.pdf>, 2016-09-29
6. Katharine Mullen, "Package 'globalOptTests'", <https://cran.r-project.org/web/packages/globalOptTests/globalOptTests.pdf>, 2015-02-15
7. Abdal-Rahman Hedar, "Global Optimization Test Problems", http://www-optima.amp.i.kyoto-u.ac.jp/member/student/hedar/Hedar_files/TestGO.htm, dostęp online: 2018-05-04

6 Kod źródłowy