PSZT Projekt 1 Przeszukiwanie	
Tytuł projektu	RB.S8 A może ślub? (bogata rodzina)
Wykonujący projekt	
Mateusz Bajdak	Nr albumu: 277125
Tomasz Indeka	Nr albumu: 293457

1. Interpretacja treści zadania

Należy zmodyfikować klasyczny algorytm ewolucyjny losowo łącząc w pary osobniki w populacji. Dodatkowo – wartość funkcji dopasowania (q) dla osobników w parze (i oraz j): $q(i) = q(j) = \min(q(i), q(j))$.

2. Wkład autorów

Mateusz Bajdak:

- Parser opcji wywołania programu
- Architektura aplikacji
- Interpretacja i opis wyników
- Implementacja funkcji testowych

Tomasz Indeka:

- Implementacja algorytmu ewolucyjnego:
  - selekcja
  - replikacja
  - mutacja
  - krzyżowanie
- Prezentacja statystyk

3. Wykorzystane narzędzia i biblioteki

Projekt został napisany w programie PyCharm Community Edition, w języku programowania Python (v3.7) z wykorzystaniem biblioteki zewnętrznej **matplotlib** oraz bibliotek standardowych, tj. **math**, **random**, **functools, statistics**.

4. Instrukcja wykonania programu

- Na komputerze, na którym wykonywany będzie program powinien być zainstalowany Python w wersji 3.7 lub wyższej,
- Będąc w katalogu głównym aplikacji (tam gdzie znajduje się plik *main_app.py*) należy wykonać następujące polecenie: *python main_app.py.*

Algorytm można skonfigurować korzystając z dostępnych opcji (pełna nazwa (skrót)):

- iterations (i) – liczba iteracji (w kontekście zadania – budżet) głównej pętli algorytmu
- function (f) – rodzaj funkcji do przetestowania, do wyboru:
  - griewank (http://benchmarkfcns.xyz/benchmarkfcns/griewankfcn.html)

    - cigar (https://al-roomi.org/benchmarks/unconstrained/n-dimensions/164-bent-cigar-function)
    - branin-1 (http://infinity77.net/global_optimization/test_functions_nd_B.html)
    - bird (http://benchmarkfcns.xyz/benchmarkfcns/birdfcn.html)
    - alpine-1 (http://benchmarkfcns.xyz/benchmarkfcns/alpinen1fcn.html)
    - ackley (http://benchmarkfcns.xyz/benchmarkfcns/ackleyfcn.html)
- dimensions (d) – liczba wymiarów funkcji celu
- crossover_p (C) – prawdopodobieństwo krzyżowania
- cardinality (n) – liczność populacji
- attempts (a) – liczba wykonań „pełnego obiegu" algorytmu
- mut_sigma (S) – wartość odchylenia standardowego rozkładu normalnego przy mutowaniu
- x_min (m) – ograniczenie od dołu wartości osobników populacji początkowej
- x_max (M) – ograniczenie od góry wartości osobników populacji początkowej

Daną opcje można zastosować poprzez dodanie po nazwie programu: --<pełna nazwa>=wartość lub -<skrót>=wartość lub -<skrót>wartość. Przykładowa komenda uruchomienia programu:

python main_app.py –iterations=1000 -d2 -C0.5 -n=200 -a25 -m-100 -M100 -fcigar

5. Cele i tezy przeprowadzonych badań

Celem przeprowadzonych badań jest porównanie i wskazanie ewentualnych różnic w wynikach zwróconych przez wymienione w rozdziale 1 algorytmy.

Charakterystyka zmodyfikowanego algorytmu może spowodować, że słabsze osobniki, które w przypadku klasycznym zostałyby „uśmiercone", przeżyją dzięki silniejszemu partnerowi – mają szansę pokonać słabszy obszar funkcji celu.

Zakładamy, że zmodyfikowany algorytm będzie znajdował optimum wolniej, ale finalnie osiągnie wynik co najmniej tak samo dobry jak standardowy algorytm ewolucyjny.

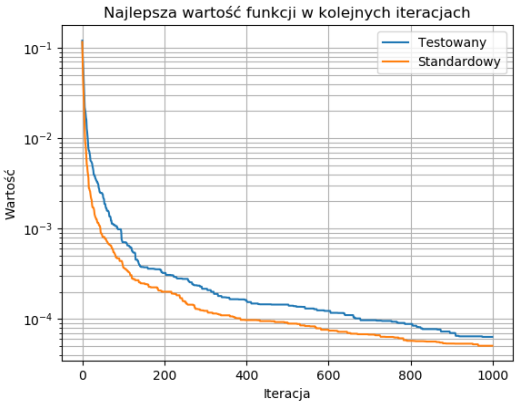
6. Wyniki eksperymentów

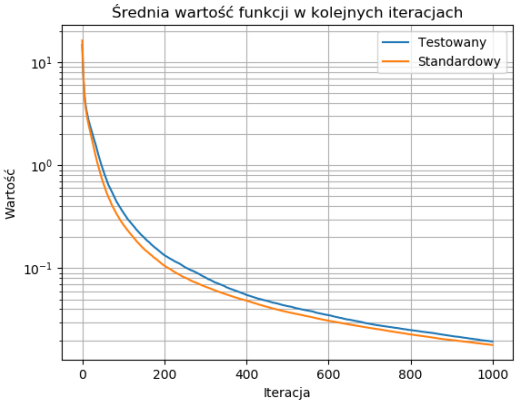
Przedstawione najlepsze rezultaty z 25 prób dla 6 funkcji testowych (w wariantach dwuwymiarowych), przy budżecie 500/1000, liczności populacji 200, prawdopodobieństwu krzyżowania 50% oraz odchyleniu standardowemu dla rozkładu normalnego w mutacji 5.

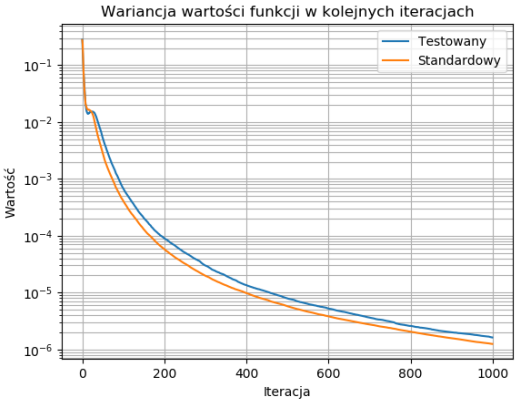
6.1. Funkcja Ackleya (minimum: 0) - $x_1, x_2 \in \langle -32 | 32 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: **0.00**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: **0.00**



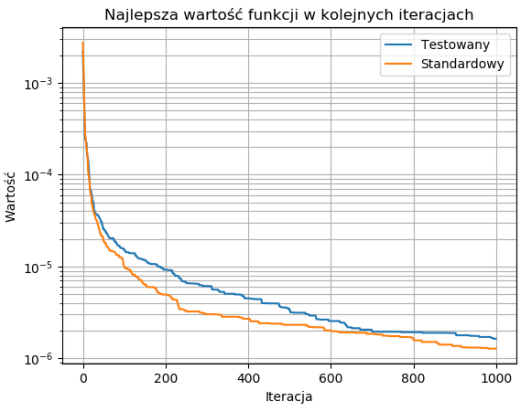


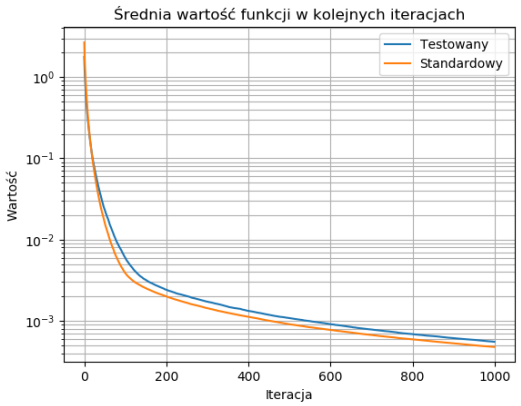


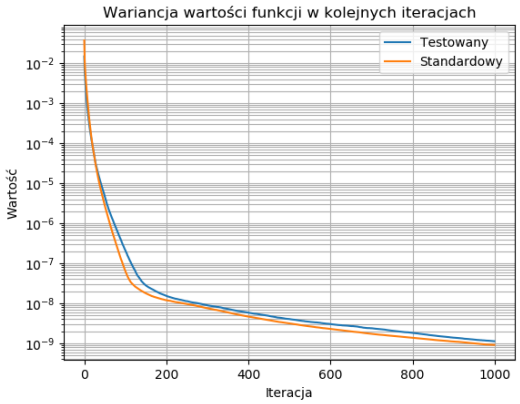
6.2. Funkcja Alpine01 (minimum: 0) - $x_1, x_2 \in \langle -10 | 10 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: **0.00**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: **0.00**



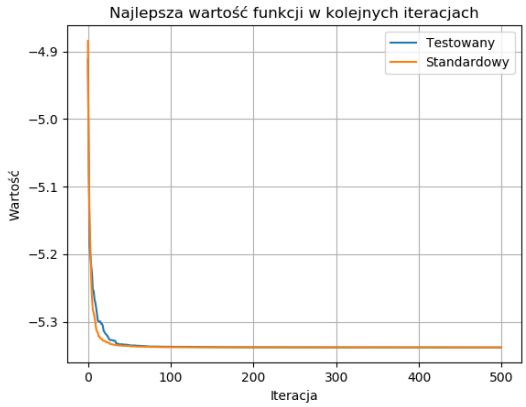


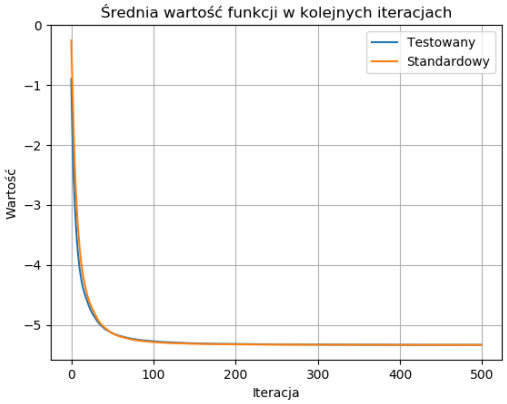


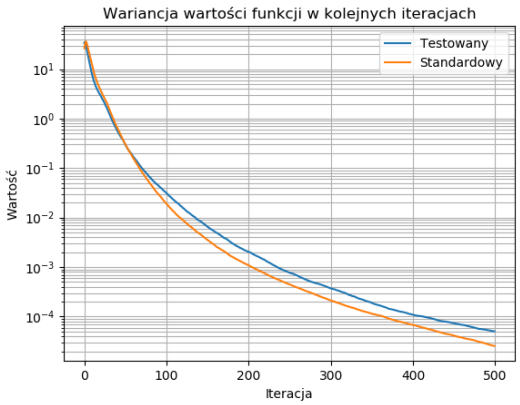
6.3. Funkcja Bird (minimum: -106.76) - $x_1, x_2 \in \langle -6.28|6.28 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: -**106.76**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: -**106.76**



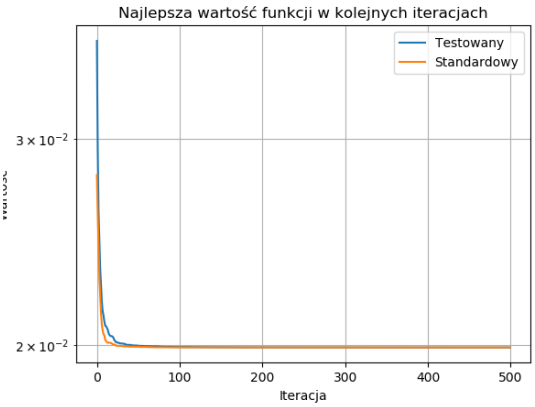


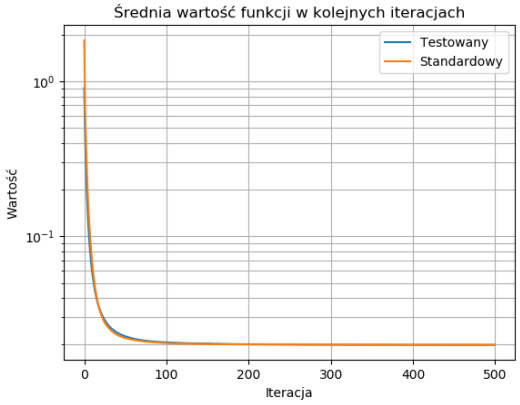


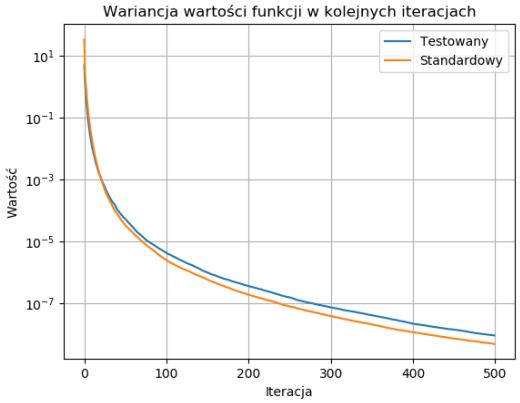
6.4. Funkcja Branin01 (minimum: 0.39) - $x_1, x_2 \in \langle -15|15 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: **0.39**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: **0.39**



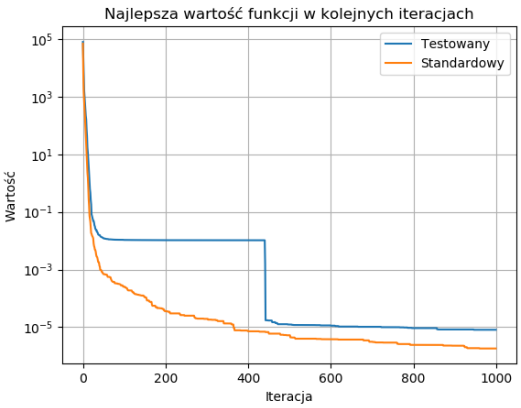


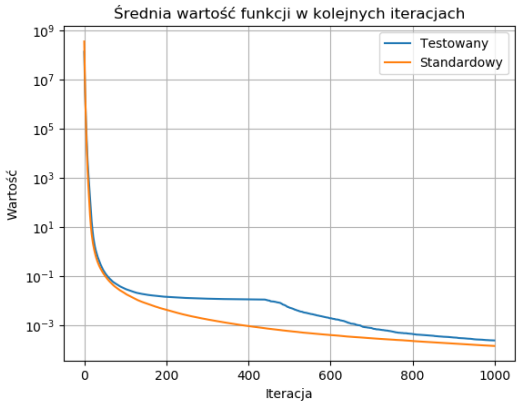


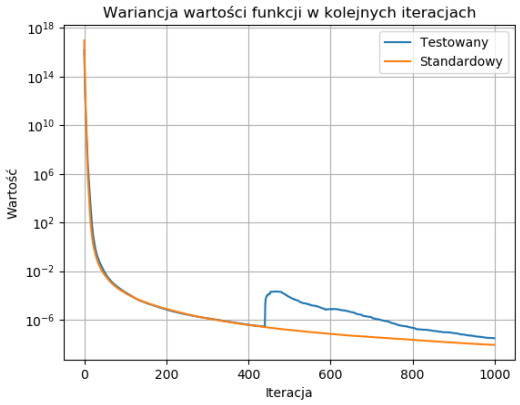
6.5. Funkcja Cigar (minimum: 0) - $x_1, x_2 \in \langle -100|100 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: **0.00**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: **0.00**



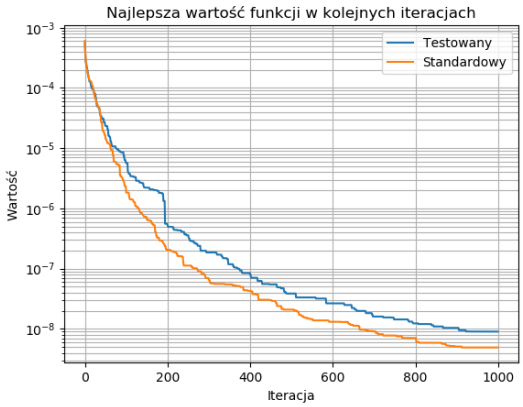


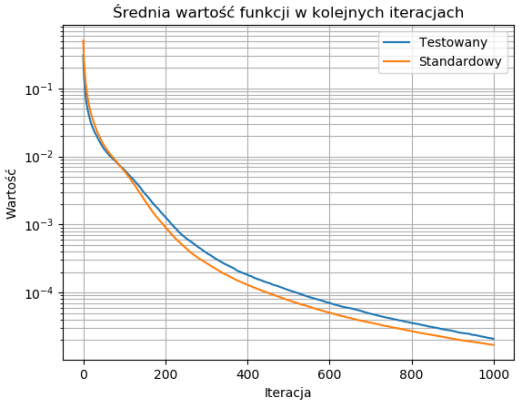


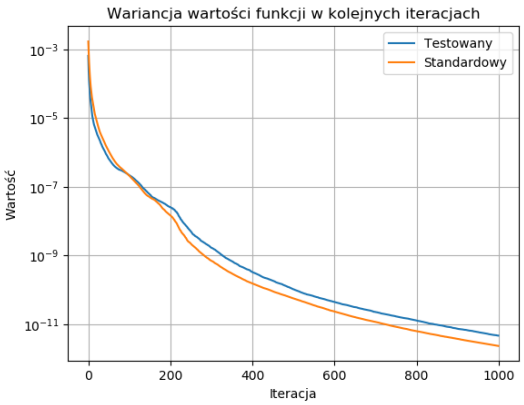
6.6. Funkcja Griewank (minimum: 0) - $x_1, x_2 \in \langle -10|10 \rangle$.

Minimum dla algorytmu tradycyjnego: **0.00**

Minimum dla algorytmu zmodyfikowanego: **0.00**







7. Omówienie wyników

Wyniki obu algorytmów zbliżone. Widoczna różnica w szybkości dochodzenia do wartości minimalnej – algorytm klasyczny w większości przypadków szybciej osiągał mniejsze wartości funkcji celu. Widoczny również wolniejszy spadek wariancji wartości funkcji celu w kolejnych iteracjach.

8. Wnioski

Dla wybranych funkcji celu nie udało się uzyskać sytuacji, w której widoczna byłaby wyższość algorytmu zmodyfikowanego nad klasycznym – algorytmy sprawiły się bardzo podobnie z widoczną lekką przewagą po stronie wersji klasycznej. Oba pomyślnie znajdują minimum zadanej funkcji, choć algorytm standardowy zdaje się to robić szybciej. Jest to spowodowane przez utrzymywanie przez testowany algorytm informacji o niektórych punktach z niekorzystnym położeniem w przestrzeni, ale posiadających partnera o dobrym dopasowaniu. Standardowy algorytm nie przechowuje informacji o źle dopasowanych osobnikach przez co dzięki mutacji w okolicy optimum funkcji jest w stanie szybciej znaleźć rozwiązanie.

Przechowywanie informacji o źle dopasowanych osobnikach może prowadzić do znajdowania minimów znajdujących się za dużymi słabymi obszarami funkcji celu. Z naszych obserwacji wynika jednak, że informacja o źle dopasowanych osobnikach była często tracona w wyniku krzyżowania i znajdowania lepszych rozwiązań, przez co para ze słabym osobnikiem była gorzej dopasowana i odrzucana. Niemniej jednak na wykresach można zauważyć, że w przypadku testowanego algorytmu wariancja otrzymanych funkcji celu jest większa co może świadczyć o przeszukiwaniu większej przestrzeni.