**Metaheurystyki i ich zastosowania 2023/24**

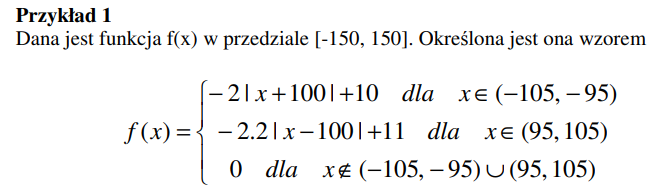
**Zadanie 2 - symulowane wyżarzanie**

**Autorzy:**

Michał Ferdzyn 242383

Artur Grzybek (indeks)

**Wybranie przykłady funkcji:**

**Rozdział 3:**

Dla ustalonych parametrów:

* T = 500
* = 0.999
* k = 0.1
* M = 3000

, gdzie: początkowa temperatura T, współczynnik zmiany temperatury , współczynnik wygaszania k, liczba iteracji obliczeń M

**Rozdział 4:**

Dla ustalonych parametrów:

* T = 5
* = 0.997
* k = 0.1
* M = 1200

1. **Założenia i działanie algorytmu**

Algorytm symulowanego wyżarzania jest techniką heurystyczną, która jest często stosowana do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, zwłaszcza tych, które mają wiele maksimów lokalnych. Algorytm jest w stanie uniknąć utknięcia w lokalnym minimum i przeszukiwać przestrzeń rozwiązań, starając się znaleźć globalne minimum lub maksimum funkcji oceny. Jego wydajność i skuteczność zależą od dobrania odpowiednich parametrów i charakterystyki funkcji oceny.

**Założenia:**

* **Funkcje Optymalizacji:** Algorytm umożliwia optymalizację dwóch różnych funkcji: f1(x) oraz f2(x). Wybór funkcji jest dokonywany przez użytkownika przy użyciu menu.
* **Funkcja oceny:** Algorytm symulowanego wyżarzania zakłada obecność funkcji oceny, która przyjmuje pewne rozwiązanie i zwraca wartość opisującą jakość tego rozwiązania. Celem algorytmu jest znalezienie rozwiązania, które minimalizuje lub maksymalizuje tę funkcję w zależności od problemu optymalizacji.
* **Przedział Rozwiązań:** Algorytm operuje na określonym przedziale wartości rozwiązań. Przedział ten jest często określany na podstawie wiedzy o problemie i może zawierać wartości graniczne (włączając w to wartości na końcach przedziału) lub być otwarty.
* **Parametry Algorytmu:** Algorytm ma ustalone parametry, takie jak początkowa temperatura T, współczynnik zmiany temperatury , współczynnik wygaszania k, liczba iteracji obliczeń M, które można dostosować w zależności od problemu i oczekiwanego działania algorytmu.

**Działanie algorytmu:**

1. **Inicjalizacja i Menu:** Program rozpoczyna się od wyboru funkcji przez użytkownika i inicjalizacji odpowiednich parametrów dla wybranej funkcji.
2. **Główna Pętla:** Algorytm wchodzi w główną pętlę, która będzie wykonywana przez określoną liczbę iteracji M.
3. **Generowanie Rozwiązania Sąsiedniego:** W każdej iteracji generowane jest losowe rozwiązanie sąsiednie, które różni się nieznacznie od aktualnego rozwiązania.
4. Obliczenie Różnicy Kosztów: Obliczana jest różnica kosztów między nowym rozwiązaniem a aktualnym rozwiązaniem.
5. **Akceptacja Nowego Rozwiązania:** Jeśli różnica kosztów jest ujemna, nowe rozwiązanie jest akceptowane jako nowe rozwiązanie bieżące. W przeciwnym razie, jest szansa na zaakceptowanie gorszego rozwiązania w zależności od prawdopodobieństwa exp(-delta / (k \* T)), gdzie T to aktualna temperatura.
6. **Aktualizacja Temperatury:** Temperatura jest aktualizowana zgodnie z funkcją T = alpha \* T, co oznacza, że z czasem temperatura maleje, co pomaga algorytmowi w zbieżności do optymalnego rozwiązania.
7. **Zapamiętanie Najlepszego Rozwiązania:** Algorytm śledzi i zapamiętuje najlepsze rozwiązanie znalezione do tej pory.
8. **Warunek Zakończenia:** Algorytm powtarza te kroki aż do osiągnięcia maksymalnej liczby iteracji M.
9. **Wynik:** Po zakończeniu obliczeń algorytm zwraca najlepsze znalezione rozwiązanie wraz z jego wartością.
10. **Działanie programu - mini instrukcja**
11. Obraz zawierający tekst, Czcionka, zrzut ekranu

    Opis wygenerowany automatycznieProgram rozpocznie działanie od wyświetlenia menu, w którym użytkownik może wybrać jedną z dwóch funkcji do optymalizacji. Użytkownik wybiera funkcję, podając numer 1 lub 2 (w przypadku innej komendy następuje zakończenie pracy programu)
12. Po dokonaniu wyboru, program inicjalizuje parametry algorytmu symulowanego wyżarzania, takie jak początkową temperaturę, współczynnik zmiany temperatury, współczynnik wygaszania, liczbę iteracji, przedział wartości rozwiązań oraz zakres generacji rozwiązań sąsiednich.
13. Algorytm symulowanego wyżarzania rozpoczyna obliczenia. W każdej iteracji, program generuje losowe rozwiązanie sąsiednie, oblicza różnicę kosztów między nowym a aktualnym rozwiązaniem i decyduje, czy nowe rozwiązanie zostanie zaakceptowane na podstawie różnicy kosztów oraz prawdopodobieństwa. Jeśli nowe rozwiązanie jest korzystniejsze lub spełniony jest warunek losowego wyboru, staje się nowym rozwiązaniem bieżącym.
14. Algorytm aktualizuje temperaturę i kontynuuje obliczenia przez określoną liczbę iteracji.
15. Po zakończeniu obliczeń, program zwraca wynik, który obejmuje znalezione rozwiązanie i jego wartość (maksimum globalne funkcji) dla wybranej funkcji.
16. Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka

    Opis wygenerowany automatycznieWynik jest wyświetlany w konsoli wraz z informacją o wybranej funkcji.
17. Użytkownik może ponownie uruchomić program i wybrać inną funkcję lub wybrać te same lub zmienić parametry algorytmu, aby dostosować go do swoich potrzeb.
18. **Wybrane miejsca implementacji rozwiązania**

**Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznieMenu** – wyświetlanie

* Program rozpoczyna działanie od nieskończonej pętli while True, która pozwala użytkownikowi wykonywać wybór funkcji lub zakończyć pracę programu.
* W menu wyboru funkcji użytkownik ma dwie opcje:

- Opcja 1: f(x) = x \* sin(10πx) + 1 w przedziale [-1, 2].

- Opcja 2: **f(x) = -2 \* abs(x + 100) + 10** dla x należącego do (-105, -95)

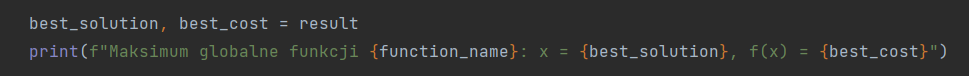
**f(x) = -2.2 \* abs(x - 100) + 11** dla x należącego do (95, 105)

**f(x) = 0** dla reszty x z przedziału [-150, 150].

**Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, oprogramowanie

Opis wygenerowany automatycznie Menu** – inicjalizacja parametrów

* Po wyborze opcji, program inicjalizuje parametry algorytmu symulowanego wyżarzania (temperaturę, współczynniki, itp.) oraz przedział i zakres generacji rozwiązań sąsiednich w zależności od wybranej funkcji. Wartości parametrów zostały przyjęte takie jak w podanym artykule.
* Następnie program wywołuje funkcję simulated\_annealing z odpowiednimi parametrami, w tym wybraną funkcją optymalizacji i przekazuje jej te parametry.

**Menu** – wyświetlanie wyniku

* Po zakończeniu działania algorytmu, program wyświetla wynik, który obejmuje znalezione maksimum globalne funkcji, wartość x, i wartość funkcji dla tego maksimum.
* Użytkownik ma możliwość powtórnego wyboru funkcji lub zakończenia pracy programu, w zależności od wyboru.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznie **Funkcje** – implementacje

* Funkcja f1(x) jest wyrażeniem matematycznym, które zależy od pojedynczego parametru x. Jest to funkcja nieliniowa, która jest wynikiem iloczynu x i sinusoidalnej funkcji zawierającej skomplikowany wyrażenie z pi (π). Wynik tej funkcji to suma iloczynu x i sinusoidalnej funkcji oraz 1.
* Funkcja f2(x) jest bardziej złożona i opisuje ją warunki. Działa na parametrze x i ma trzy różne przypadki w zależności od wartości x. Jeśli x należy do przedziału (-105, -95), to funkcja zwraca wartość wynikającą z operacji na x oraz liczbach 100, 2, 10. W przypadku, gdy x należy do przedziału (95, 105), funkcja działa podobnie, ale z innymi wartościami. W pozostałych przypadkach, funkcja zwraca 0.