Sprawozdanie – Projekt 1

Kamil Urbanowski

Michał Szymacha

Jakub Święs

Paweł Styka

# Wykorzystane technologie i wymagania środowiska

Do projektu został użyty język Python z następującymi bibliotekami głównymi:

* NumPy: Służy do operacji matematycznych i obsługi wielowymiarowych tablic, co jest kluczowe przy obliczeniach optymalizacyjnych.
* Matplotlib: Umożliwia tworzenie wykresów, które ilustrują przebieg algorytmu (np. wartość funkcji celu w kolejnych iteracjach).
* Pandas: Ułatwia manipulację i analizę danych, np. przy zapisywaniu wyników do bazy danych lub plików.
* Opfunu oraz benchmark-functions: Specjalistyczne biblioteki, które zawierają gotowe implementacje funkcji testowych wykorzystywanych do oceny działania algorytmu genetycznego. Warto przytoczyć linki do repozytoriów lub dokumentacji tych narzędzi.
* Tkinter lub inne narzędzia GUI: Jeżeli projekt został oparty na graficznym interfejsie użytkownika, należy opisać używany framework oraz uzasadnić wybór tej technologii.

# Wybrane funkcje

Funkcja Ackleya jest powszechnie stosowanym benchmarkiem w dziedzinie optymalizacji ewolucyjnej ze względu na swój skomplikowany krajobraz poszukiwań. Charakteryzuje się ona licznymi lokalnymi minimami, co czyni ją trudną do optymalizacji, szczególnie dla algorytmów gradientowych. Funkcja ta jest wykorzystywana do testowania zdolności algorytmów do unikania pułapek lokalnych minimów oraz do oceny szybkości zbieżności do globalnego optimum.

Gdzie:

* – wektor zmiennych,
* – liczba wymiarów,
* typowe wartości parametrów to:
* – podstawa logarytmu naturalnego (ok. 2.7182818285)

**Charakterystyka funkcji:**

* Sugerowany zakres poszukiwań**:** dla każdej zmiennej.
* Globalne minimum**:** Funkcja osiąga globalne minimum w punkcie przy czym wartość funkcji jest bardzo bliska 0 (w praktyce może wystąpić niewielkie odchylenie numeryczne, np. rzędu ).
* **Wielomodalność:** Funkcja posiada wiele lokalnych minimów, co stawia duże wymagania przed algorytmami optymalizacyjnymi, zmuszając je do eksploracji przestrzeni poszukiwań, a nie tylko eksploatacji obszaru w pobliżu początkowego rozwiązania.

Modyfikacja klasycznej funkcji Ackleya poprzez przesunięcie i obrót przestrzeni poszukiwań znacząco podnosi stopień trudności problemu optymalizacyjnego. W tej wersji funkcji globalne minimum nie znajduje się w naturalnym środku przestrzeni (tj. w punkcie )lecz w punkcie określonym przez wektor przesunięcia *o*. Dodatkowo, zastosowanie macierzy rotacji *M* powoduje, że zmienne funkcji stają się nieseparowalne – współzależne, co utrudnia tradycyjnym metodom optymalizacji wykrycie kierunku poprawy.

**Wzór funkcji:**  
Zakładając, że przekształcony wektor *z* definiuje się jako

Gdzie:

* – macierz rotacji,
* – wektor przesunięcia (shift wektor),

Wzór funkcji przyjmuje postać:

Przy czym standardowe wartości parametrów pozostają takie same

**Charakterystyka funkcji:**

* **Przesunięcie globalnego optimum:** Dzięki wektorowi o globalne minimum funkcji przesunięte jest z punktu do innego miejsca w przestrzeni, co symuluje realne problemy, gdzie optymalne rozwiązanie nie znajduje się w centrum zadanej przestrzeni.
* **Rotacja przestrzeni:** Zastosowanie macierzy *M* wprowadza nieliniowe zależności pomiędzy zmiennymi, czyniąc funkcję nieseparowalną oraz jeszcze bardziej złożoną pod kątem poszukiwania globalnego minimum.
* **Wielomodalność:** Podobnie jak klasyczna funkcja Ackleya, wersja shift-rotated charakteryzuje się licznymi lokalnymi minimami, jednak dodatkowe transformacje (przesunięcie i obrót) sprawiają, że krajobraz funkcji jest bardziej skomplikowany, co stanowi dodatkowe wyzwanie dla algorytmów optymalizacyjnych.