

Optymalizacja metodami niedeterministycznymi

1. Cel ćwiczenia.

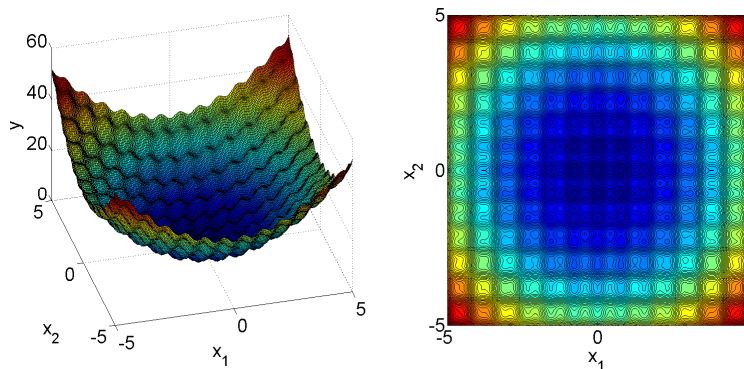
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z niedeterministycznymi metodami optymalizacji poprzez ich implementację oraz wykorzystanie do wyznaczenia minimum podanej funkcji celu.

2. Testowa funkcja celu.

Funkcja celu dana jest wzorem:

$$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - \cos(2,5\pi x_1) - \cos(2,5\pi x_2) + 2$$

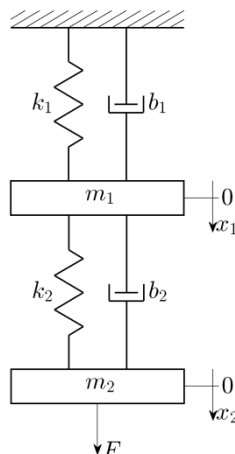
Jej wykres przedstawiony jest poniżej.



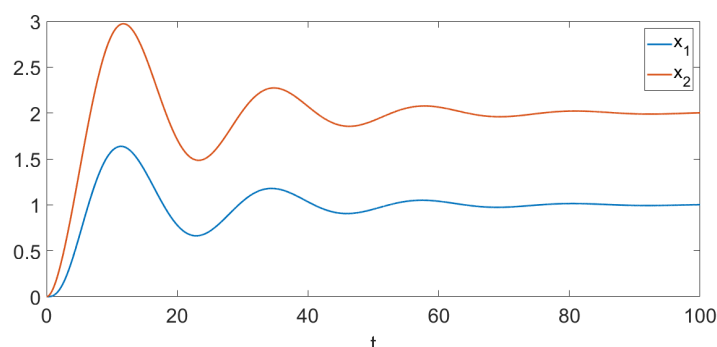
Punkt startowy powinien należeć do przedziału $x_1^{(0)} \in [-5, 5]$, $x_2^{(0)} \in [-5, 5]$.

3. Problem rzeczywisty.

Dwa ciężarki o masach $m_1 = 5kg$ oraz $m_2 = 5kg$ zawieszone są na sprężynach o współczynnikach sprężystości wynoszących odpowiednio $k_1 = 1 N/m$ oraz $k_2 = 1 N/m$.



Współczynniki b_1 oraz b_2 odpowiadają za opór ruchu, a zmienne x_1 oraz x_2 oznaczają położenie ciężarków. Przeprowadzone zostało doświadczenie (*in silico*) polegające na przyłożeniu siły $F = 1N$ do dolnego ciężarka i obserwacja położenia ciężarków. Wykresy położenia ciężarków są przedstawione na rysunku poniżej.



Równania opisujące ruch ciężarków są następujące:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + b_1 \dot{x}_1 + b_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + k_1 x_1 + k_2(x_1 - x_2) = 0 \\ m_2 \ddot{x}_2 - b_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - k_2(x_1 - x_2) = F \end{cases}$$

Położenie ciężarków jest zapisane w pliku *polozenia.txt*. Doświadczenie trwało 100s, a zapis położeń odbywał się co 0,1s (daje to 1001 zapisanych wierszy).

Celem optymalizacji jest znalezienie wartości $b_1 \in [0,1; 3]^{Ns/m}$ oraz $b_2 \in [0,1; 3]^{Ns/m}$, dla których zostało przeprowadzone doświadczenie. Symulację ruchu ciężarków należy przeprowadzać dla czasu $t_0 = 0s$, $dt = 0,1s$, $t_{end} = 100s$.

4. Algorytmy optymalizacji.

Do wyznaczenia minimum funkcji celu należy zastosować algorytm ewolucyjny – strategię $(\mu+\lambda)$.

5. Zadanie do samodzielnego wykonania.

a. Testowa funkcja celu.

Zadanie polega na wykonaniu 100 optymalizacji dla pięciu różnych wartości początkowych współczynnika mutacji ($\sigma=0.01, 0.1, 1, 10, 100$). Wyniki należy zestawić w pliku *xlsx* w tabeli 1. Wartości średnie (tylko dla optymalizacji zakończonych znalezieniem minimum globalnego) należy przedstawić w tabeli 2.

b. Problem rzeczywisty.

Zadanie polega na przeprowadzeniu jednej optymalizacji. Wyniki należy zestawić w tabeli 3. Dla znalezionych, optymalnych wartości b_1 oraz b_2 należy przeprowadzić symulację, a jej wyniki wstawić do arkusza Symulacja. Na ich podstawie należy narysować wykres przedstawiający położenie ciężarków naniesione na wykres położenia ciężarków uzyskany w doświadczeniu.

6. Sprawozdanie.

Sprawozdanie powinno zostać przygotowane w formacie *docx* (lub *doc*) albo *pdf* i powinno zawierać parametry poszczególnych algorytmów, dyskusję wyników oraz wnioski. Dodatkowo, w sprawozdaniu należy umieścić kod zaimplementowanych metod oraz funkcje *main*, *fit_fun* i *diff*. Wyniki optymalizacji należy przygotować w formacie *xlsx* (lub *xls*).