

I. Zastosowanie algorytmu optymalizacji do znalezienia minimum problemu akademickiego (0-2 pkt.)

Dana jest funkcja Himmelblau'a

$$y(x_1, x_2) = (x_1^2 + x_2 - 11)^2 + (x_1 + x_2^2 - 7)^2$$

1. Wykonać rysunek tej funkcji dla $-5 \leq x_1, x_2 \leq 5$.
2. Do wyznaczenia minimum globalnego funkcji zastosować algorytm roju (ang. Particle Swarm Optimisation, PSO, opis na stronie http://en.wikipedia.org/wiki/Particle_swarm_optimization) lub algorytm Jaya (opis na stronie http://www.growingscience.com/ijiec/Vol17/IJIEC_2015_32.pdf). Algorytm optymalizacji zaimplementować w środowisku MATLAB. Można również wykorzystać dostępne implementacje algorytmów PSO, np. ze strony <http://www.mathworks.com> lub ze strony <https://github.com>.
3. Sprawdzić wpływ wartości parametrów algorytmu optymalizacji na wyniki optymalizacji. Zaprezentować i skomentować otrzymane wyniki.

Proces

Regulowany proces (symulowana rzeczywistość) opisany jest następującymi równaniami (jak w projekcie nr 2)

$$\begin{aligned}x_1(k) &= -\alpha_1 x_1(k-1) + x_2(k-1) + \beta_1 g_1(u(k-3)) \\x_2(k) &= -\alpha_2 x_1(k-1) + \beta_2 g_1(u(k-3)) \\y(k) &= g_2(x_1(k))\end{aligned}$$

gdzie u – sygnał wejściowy, y – sygnał wyjściowy, x_1, x_2 – zmienne stanu, $\alpha_1 = -1,535262$, $\alpha_2 = 0,586646$, $\beta_1 = 0,027970$, $\beta_2 = 0,023414$ oraz

$$g_1(u(k-3)) = \frac{(\exp(4,5u(k-3)) - 1)}{(\exp(4,5u(k-3)) + 1)}, \quad g_2(x_1(k)) = 1 - \exp(-1,8x_1(k))$$

W nominalnym punkcie pracy $u = y = x_1 = x_2 = 0$, sygnał wejściowy może się zmieniać w granicach od $u^{\min} = -1$ do $u^{\max} = 1$.

II. Strojenie algorytmu regulacji PID (0-4 pkt.)

Zastosować wybrany algorytm do optymalizacji wartości parametrów algorytmu regulacji PID (czyli nastaw regulatora ciągłego lub dyskretnego) powyższego procesu. Obliczenia powtórzyć kilkanaście (lepiej kilkadziesiąt) razy, przyjmując różne wartości parametrów algorytmu optymalizacji. Zastosować trajektorię wartości zadanej w postaci kilku (kilkunastu) skoków o różnej amplitudzie. Minimalizowana funkcja celu w algorytmie optymalizacji uwzględnia sumę kwadratów różnic między trajektorią zadaną $y^{\text{zad}}(k)$ a rzeczywistym wyjściem procesu (symulowanego) $y(k)$ dla wszystkich dyskretnych chwil czasu k

$$E = \sum_{k=k_{\text{pocz}}}^{k_{\text{konc}}} (y^{\text{zad}}(k) - y(k))^2$$

Zamieścić przebiegi sygnału wejściowego i wyjściowego procesu otrzymane przy symulacji algorytmu dla nastaw uzyskanych np. metodą eksperymentalną lub metodą Zieglera-Nicholsa i za pomocą algorytmu optymalizacji. Skomentować otrzymane wyniki.

III. Strojzenie nieliniowego algorytmu regulacji predykcyjnej (0-4 pkt.)

Zastosować wybrany algorytm do optymalizacji wartości parametrów algorytmu regulacji predykcyjnej typu NPL (czyli horyzontów N , N_u i współczynnika λ) powyższego procesu. Obliczenia powtórzyć kilkanaście (lepiej kilkadziesiąt) razy, przyjmując różne wartości parametrów algorytmu optymalizacji. Zastosować trajektorię wartości zadanej w postaci kilku (kilkunastu) skoków o różnej amplitudzie. Zamieścić przebiegi sygnału wejściowego i wyjściowego procesu otrzymane przy symulacji algorytmu dla nastaw uzyskanych np. metodą eksperymentalną i za pomocą algorytmu optymalizacji. Skomentować otrzymane wyniki.

IV. Modelowanie neuronowe procesu (zadanie dodatkowe, punktowane dodatkowo w skali 0-4 pkt.)

1. Przeprowadzić uczenie modelu neuronowego drugiego rzędu

$$\hat{y}(k) = f(u(k - \tau), u(k - \tau - 1), \hat{y}(k - 1), \hat{y}(k - 2))$$

powyższego procesu za pomocą wybranego algorytmu optymalizacji. Zastosować perceptronową sieć neuronową o jednej warstwie ukrytej z funkcją aktywacji tangensa hiperbolicznego. Przyjąć wartość opóźnienia τ oraz liczbę neuronów ukrytych takie same, jak w projekcie nr 2. Model uczyć w trybie rekurencyjnym (predyktor OE). Uczenie powtórzyć co najmniej 10 razy, odpowiednio dobrać liczbę iteracji algorytmu, licznosc populacji i inne parametry algorytmu. **Uwaga: uczenie może wymagać bardzo dużej liczby iteracji. Celowe jest zaimplementowanie algorytmu optymalizacji w wybranym języku kompilowanym.**

2. Wybrany model neuronowy zasymulować w trybie rekurencyjnym (predyktor OE) dla zbioru danych uczących i weryfikujących. Zamieścić przebiegi sygnału wyjściowego procesu i modelu oraz wykresy korelacji tych sygnałów (oddzielnie dla zbioru uczącego i weryfikującego).
3. Podać błędy wybranego modelu dla zbioru danych uczących i weryfikujących.

Uwaga:

- a) Umieścić sprawozdanie w pliku pdf oraz **spakowane** wszystkie pliki źródłowe (MATLAB) w systemie Studia do dnia 26.1.2021, godz. 23.59. Nie przysyłać innych plików, np. graficznych, doc, tex.
- b) Maksymalna liczba punktów wynosi 10 (+4 punkty dodatkowe). Za rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowany jest 1 punkt.
- c) Projekt będzie przyjmowany do dnia 28.1.2021, godz. 23.59.