

Sztuczna inteligencja w automatyce – Projekt III, zadanie 15

I. Zastosowanie algorytmu optymalizacji do optymalizacji problemów akademickich (0-4 pkt.)

Dana jest funkcja Ackleya

$$y(x_1, x_2) = -20 \exp \left(-0,2 \sqrt{0,5(x_1^2 + x_2^2)} \right) - \exp(0,5(\cos(2\pi x_1) + \cos(2\pi x_2))) + e + 20$$

oraz funkcja Himmelblau'a

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

Należy

1. Wykonać rysunki funkcji dla $-5 \leq x_1, x_2 \leq 5$ (wykresy trójwymiarowe i poziomicowe).
2. Wyznaczyć minima globalne funkcji. Zastosować dwa wybrane algorytmy optymalizacji heurystycznej, np. algorytm roju (ang. Particle Swarm Optimization, PSO) lub algorytm szarego wilka (ang. Grey Wolf Optimization, GWO). Algorytm zaimplementować w dowolnym języku, np. MATLAB, Python lub C. Można wykorzystać dostępne implementacje algorytmów, np. dostępne na stronie <https://github.com>.
3. Zaprezentować i omówić otrzymane wyniki.

Proces

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

$$\begin{aligned}x_1(k) &= -\alpha_1 x_1(k-1) + x_2(k-1) + \beta_1 g_1(u(k-5)) \\x_2(k) &= -\alpha_2 x_1(k-1) + \beta_2 g_1(u(k-5)) \\y(k) &= g_2(x_1(k))\end{aligned}$$

gdzie u – sygnał wejściowy, y – sygnał wyjściowy, x_1, x_2 – zmienne stanu, $\alpha_1 = -1,626651$, $\alpha_2 = 0,657673$, $\beta_1 = 0,013274$, $\beta_2 = 0,011544$ oraz

$$g_1(u(k-5)) = \frac{(\exp(7,5u(k-5)) - 1)}{(\exp(7,5u(k-5)) + 1)}, \quad g_2(x_1(k)) = 1,25(1 - \exp(-2x_1(k)))$$

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 (0-6 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. Strojenie nieliniowego algorytmu regulacji predykcyjnej (zadanie dodatkowe, punktowane dodatkowo w skali 0-3 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.

Uwaga:

- a) Umieścić sprawozdanie w pliku pdf oraz **spakowane** wszystkie pliki źródłowe (MATLAB) w systemie Studia (moduł Sprawozdania) do dnia 23.1.2024, godz. 23.59. Nie przysyłać innych plików, np. graficznych, doc, tex.
- b) Maksymalna liczba punktów wynosi 10 (+3 punkty dodatkowe). Za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowany jest 1 punkt.
- c) Projekt będzie przyjmowany do dnia 25.1.2024, godz. 23.59.