

**Kierunek:** Informatyka, sem. 4

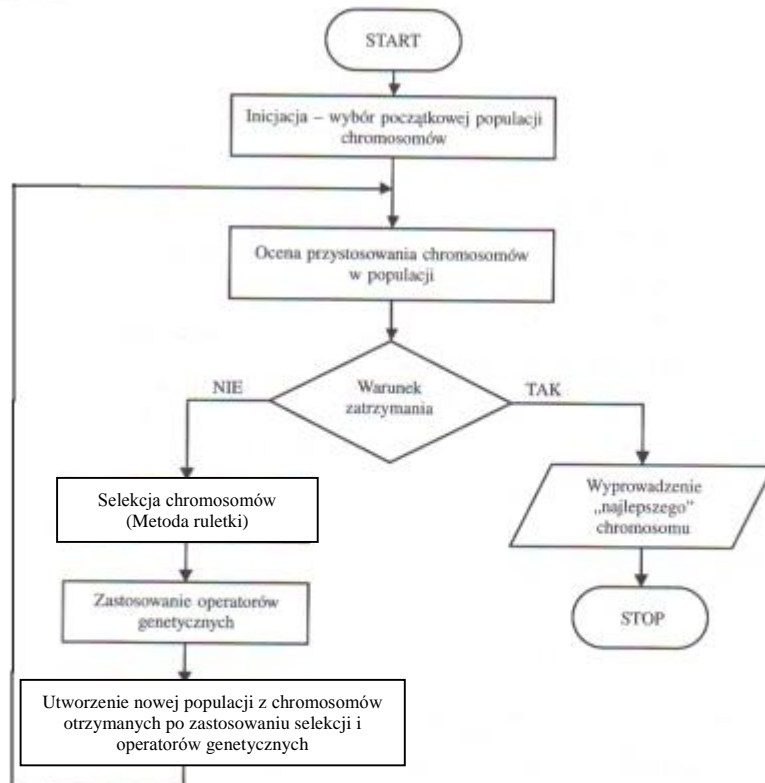
**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 7**

**Temat:** Implementacja oraz badanie zbieżności GA

**Opracował:** A. Skakovski/l. Czarnowski

Celem zajęć laboratoryjnych jest implementacja algorytmu genetycznego (GA) oraz badanie wpływu wielkości populacji GA na jego zbieżność. GA należy zaimplementować zgodnie z przedstawionym poniżej schematem blokowym.



Schemat algorytmu genetycznego

### Polecenia:

Dane są 2 funkcje:

**funkcja kwadratowa:**  $f(x_1, x_2) \rightarrow \max,$

$$\text{gdzie } f(x_1, x_2) = -x_1^2 - x_2^2 + 2, -2 \leq x_1 \leq 2 \text{ oraz } -2 \leq x_2 \leq 2, \quad (1)$$

dla której zakładamy, że zmienne mogą przyjmować wartości z dokładnością do 5 miejsc po przecinku. **Funkcja ma jedno maksimum.** Oraz

**funkcja Rastrigina**  $f(x) \rightarrow \min,$

$$\text{gdzie } f(x) = An + \sum_{i=1}^n [x_i^2 - A \cos(2\pi x_i)] \quad (2)$$

dla której przyjmijmy, że  $A=10$  oraz  $n = 10$ ,  $-5,21 \leq x_i \leq 5,21$ ,  $i = 1, \dots, n$  oraz przyjmując dokładność do 3 miejsc po przecinku. **Funkcja ma jedno minimum.**

Wybierz jedną z powyższych funkcji, a następnie oprogramuj algorytm genetyczny rozwiązujący zadanie maksymalizacji lub minimalizacji odpowiednio do wybranej funkcji. GA należy zaimplementować zgodnie z przedstawionym powyżej schematem blokowym przyjmując następujące założenia:

1. Niech wielkość populacji będzie parametrem wejściowym algorytmu. Wielkość ta powinna być stała od momentu startu GA do jego zatrzymania.
2. Niech warunkiem zatrzymania algorytmu będzie wykonanie przez niego zadanej liczby obliczeń wartości (ewaluacji) funkcji przystosowania -  $\#ev$ , gdzie  $\#ev = 1\ 000$  dla przypadku funkcji  $f(x_1, x_2)$  i  $\#ev = 10\ 000$  dla przypadku funkcji Rastrigina. Niech liczba obliczeń wartości funkcji przystosowania  $\#ev$  będzie parametrem wejściowym algorytmu. *Obliczenie wartości funkcji przystosowania będziemy nazywać ewaluacją funkcji przystosowania osobnika (nie mylić terminu „ewaluacja” z „ewolucją” !).*
3. Przyjmij, że **krzyżowanie** w GA odbywa się w sposób następujący: dla każdego osobnika w populacji losuj liczbę rzeczywistą  $r$  z przedziału  $[0; 1]$ . Jeżeli wylosowana liczba  $r \leq p_c = 0,6$ , to skrzyżuj bieżącego osobnika z innym losowo wybranym z populacji osobnikiem. Jeżeli wylosowana liczba  $r > p_c = 0,6$ , to dla bieżącego osobnika nie wykonuje się operacji krzyżowania. Dla funkcji  $f(x_1, x_2)$  wykonaj krzyżowanie dwu-punktowe, dla funkcji Rastrigina – 8-punktowe (patrz *laboratorium 3*).
4. Przyjmij, że **mutacja** odbywa się w sposób następujący: dla każdego osobnika w populacji losuj liczbę rzeczywistą  $r$  z przedziału  $[0; 1]$ . Jeżeli wylosowana liczba  $r \leq p_m = 0,02$ , to wykonaj operację mutacji tak jak to opisane w przewodniku do *laboratorium 4*. Jeżeli wylosowana liczba  $r > p_m = 0,02$ , to dla bieżącego osobnika nie wykonuje się operacji mutacji.
5. Wykonaj wykres pokazujący zmianę wartości funkcji przystosowania (FP) podczas działania GA na populacji o zadanej rozmiarze (inaczej - wykres *zbieżności* algorytmu). Na wykresie, na osi Y powinny być wartości FP, a na osi X - liczba wykonanych ewaluacji (obliczeń wartości) funkcji przystosowania ( $\#ev$ ). Na jednym wykresie umieść trzy krzywe: 1-sza krzywa - FP wszystkich osobników utworzonych przez GA (*current*), 2-ga krzywa – wartości FP najlepszego bieżącego osobnika (*best current*) oraz 3-cia krzywa - wartości FP najlepszego osobnika wśród wszystkich dotychczas utworzonych osobników (*best global*). W Excelu, jako typ wykresu wybierz „Wykres punktowy”.

Wykres zbieżności wykonaj dla każdej z podanych wielkości populacji: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 (razem **10 wykresów**).

**Ważne!** Z uwagi na fakt, że algorytm genetyczny jest algorytmem opartym na mechanizmach losowych wykres musi odzwierciedlać wielkość statystyczną. Oznacza to, że na każdym wykresie powinienś przedstawić średnie wartości funkcji przystosowania uzyskane po kilkukrotnym uruchomieniu algorytmu. Wówczas będziesz mógł coś powiedzieć o efektywności i zbieżności tego algorytmu w ujęciu statystycznym. Przyjmij, że **liczba powtórzeń algorytmu** dla danej wielkości populacji wyniesie **50**.

**Jak rozliczyć laboratorium?**



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



**Jako rozwiązanie prześlij pliki programu oraz wykresy dla każdej z podanych wielkości populacji: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 (razem **10 wykresów**).**

**WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają. Prześlij również plik z Twoim komentarzem na temat wpływu wielkości populacji GA na jego zbieżność.