

Kierunek: Informatyka, sem 4

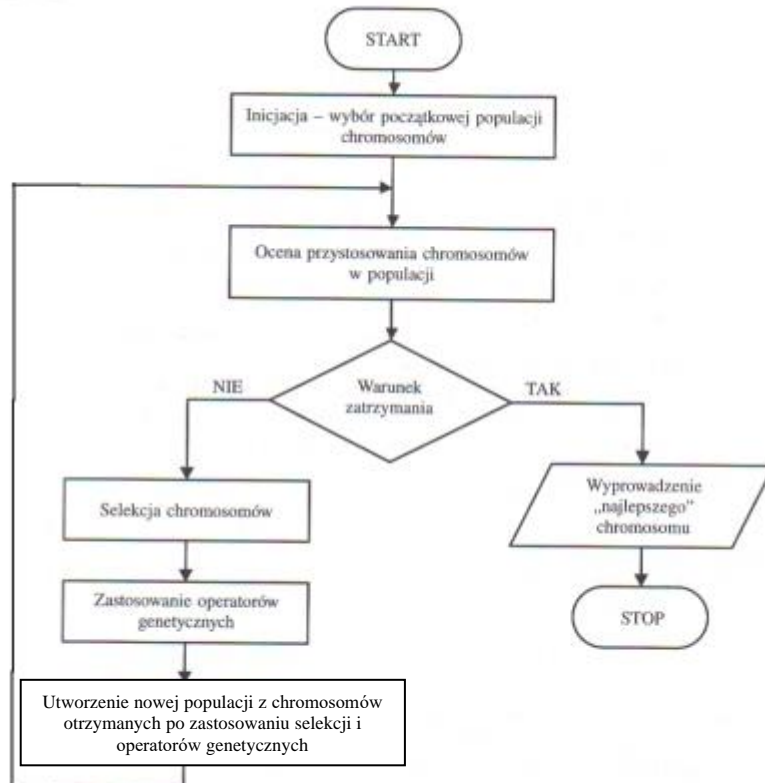
Przedmiot: Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

Laboratorium nr 7

Temat: Implementacja oraz badanie zbieżności GA

Opracował: A. Skakovski/I. 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:

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

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

funkcja Rastrigina

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

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 miejsca po przecinku. **Funkcja ma jedno minimum.**

Wybierz jedną z powyższych funkcji, a następnie oprogramuj algorytm genetyczny rozwiązujący zadanie maksymalizacji lub minimalizacji wybranej funkcji, przyjmując poniższe 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 (ewaluacji) funkcji przystosowania $\#ev$ będzie parametrem wejściowym algorytmu.
3. Przyjmij, że **krzyżowanie** 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 *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) najlepszego osobnika podczas działania GA na populacji o zadanym rozmiarze (inaczej - wykres zbieżności algorytmu). Na wykresie na osi Y powinny być wartości FP najlepszego osobnika, a na osi X - liczba wykonanych ewaluacji (obliczeń wartości) funkcji celu ($\#ev$). Aby zgromadzić zbiór wartości FP najlepszego osobnika, niezbędnych do zbudowania wykresu, należy wykonywać „próbki” wartości FP z zadaną częstotliwością określoną przez pewną wartość $\Delta(\#ev)$ (czyli zapamiętujemy wartości FP co pewien krok równy $\Delta(\#ev)$). Np., jeżeli warunkiem zatrzymania algorytmu będzie wykonanie przez niego $\#ev = 1\,000$, to można zapamiętywać wartość FP najlepszego osobnika np. co $\Delta(\#ev) = 50$. W taki sposób uzyskamy 20 wartości FP, które na wykresie zostaną skojarzone z odpowiednimi wartościami $\#ev$. Tzn., wartość FP nr 1 na osi Y zostanie skojarzona z wartością $\#ev = 50$ na osi X, wartość FP nr 2 na osi Y - z wartością $\#ev = 100$ na osi X, wartość FP nr 3 - z $\#ev = 150$ na osi X itd. Do punktu $\#ev = 0$ przypisz wartość FP najlepszego osobnika z populacji początkowej. **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?

Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności” jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój



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.