

Algorytmy genetyczne

Ćwiczenie laboratoryjne nr 3

Metody inteligencji obliczeniowej

1. Wprowadzenie

Algorytm genetyczny jest podstawową techniką heurystycznej optymalizacji – opartą o naśladowanie natury. Zadaniem metod tego typu jest znalezienie rozwiązania x^* pewnego problemu możliwego do opisywania funkcją przystosowania $f(x)$ – opisującą jakość rozwiązania x . Szukane rozwiązanie, aby być optymalnym powinno spełniać warunek:

$$f(x^*) = \max f(x)$$

dla x należącego do zbioru rozwiązań dopuszczalnych S . Czasami problem optymalizacji zapisywany jest w postaci funkcji kosztu – wtedy celem jest jej minimalizacja.

Algorytm genetyczny naśladuje proces ewolucji. Pojedyncze rozwiązanie (tzw. osobnik) jest reprezentowane przez chromosom, składający się z genów. Przebieg algorytmu można pokrótce zaprezentować w następujący sposób:

```
Stwórz populację rozwiązań  $x_1, x_2, \dots, x_{pop}$  o długości chromosomu  $N$   
Wyznacz przystosowanie  $f(x_1), f(x_2) \dots f(x_{pop})$  oraz określ  $x^*$   
 $i=1$ ; /licznik iteracji/  
While (warunek_stopu not true)  
{  
    Wybierz pop osobników /Selekcja/  
    Skrzyżuj  $p_{cross} \cdot pop$  osobników /Krzyżowanie/  
    Mutacja  $p_{mut} \cdot pop \cdot N$  genów w nowej populacji /Mutacja/  
    Wyznacz przystosowanie  $f(x_1), f(x_2) \dots f(x_{pop})$  oraz określ  $x^*$   
     $i++$ ;  
}
```

Parametry to:

pop – rozmiar populacji

p_{cross} – prawdopodobieństwo krzyżowania

p_{mut} – prawdopodobieństwo mutacji

i_{max} – zwykle warunkiem stopu jest osiągnięcie maksymalnej liczby iteracji

2. Realizacja ćwiczenia

Proszę, korzystając z algorytmu genetycznego znaleźć maksimum funkcji

$$f(x) = x \sin(10\pi * x) + 1$$

w przedziale $x \in [-1,2]$, przy założeniu że rozwiązanie jest reprezentowane przez 22 bity.

Jako operator selekcji proszę użyć metody ruletki. Jako krzyżowanie – krzyżowanie jednopunktowe. Jako mutację – zamianę jednego bitu rozwiązania.

Proszę po zaimplementowaniu algorytmu sprawdzić jego działanie dla populacji 20 rozwiązań oraz 100 iteracji (epok) algorytmu. Analizie proszę poddać:

- wpływ wartości prawdopodobieństwa krzyżowania i mutacji na jakość rozwiązania

oraz

- wpływ „zakodowania” rozwiązania (zwykłe kodowanie binarne vs kod Greya)

Jeśli jesteście Państwo w stanie zaproponować inne ulepszenia to można je wdrożyć.

Uwagi:

- A. Populację inicjujemy losowo.
- B. W metodzie ruletki najpierw sumujemy przystosowania całej populacji f_{sum} następnie obliczamy „szerokość” pól ruletki odpowiadających rozwiązaniu $f(x)/f_{sum}$. Uruchomienie ruletki polega na wygenerowaniu liczby losowej w przedziale $[0,1]$ – wybieramy osobnika w „którego pole się wstrzeliliśmy”.
- C. Do krzyżowania losowo wybieramy $p_{cross} * pop$ osobników. Łączymy je w pary przypadkowo. Jeśli liczba osobników do krzyżowania jest parzysta – nie ma problemu. Jeśli nie – albo nie uwzględniamy jednego chromosomu albo dodajemy jeden więcej do krzyżowania. Potomstwo otrzymywane jest przez zamianę elementów chromosomu po wylosowanym punkcie krzyżowania. Potomstwo zastępuje rodziców!
- D. Mutujemy $p_{mut} * pop * N$ genów – wyznaczonych losowo. Mutacja polega na zamianie wartości pojedynczego bitu.
- E. W przypadku zadania rozwiązanie jest zakodowane przez 22 bity – do obliczenia funkcji przystosowania należy przeliczyć rozwiązanie w tej postaci na wartość x (oczywiście dwadzieścia dwa zera odpowiadają -1, dwadzieścia dwie 1 odpowiadają 2). Przystosowaniem jest w sposób oczywisty wartość funkcji $f(x)$.
- F. Proszę pamiętać o niedeterministycznym charakterze algorytmu i porównywać nie pojedyncze wartości przystosowania najlepszego osobnika ale średnią z przynajmniej 10 uruchomień (oraz odchylenie standardowe).
- G. Poza wspomnianą wyżej wartością przystosowania najlepszego osobnika warto analizować średnie przystosowanie w populacji i jego odchylenie standardowe

H. Analizę warto uzupełnić wykresami obrazującymi proces ewolucji (np. pokazując średnie i najlepsze przystosowanie w toku działania algorytmu).

3. Sprawozdanie

Proszę w sprawozdaniu zawrzeć wyniki i wnioski ze zrealizowanych doświadczeń – dodatkowo proszę opisać alternatywy dla metody ruletki i jednopunktowego krzyżowania. Jak zawsze wszelkie obserwacje i wnioski oraz przejawy inwencji (wykraczające poza suche dane i wyniki) są bardzo mile widziane i podwyższają ocenę sprawozdania.