



Harmony Search

Klaudia Jaworska

Agnieszka Rutkowska

25 Marca 2020 r.

Podstawowe informacje



Metaheurystyczny algorytm optymalizacyjny.

Powstał w 2001r., stworzony przez Zong Woo Geema.

Inspirowany zasadami muzycznej improwizacji w celu znalezienia harmonii.

Zasada działania



Generowana jest grupa przypadkowych rozwiązań (nazywana pamięcią harmoniczną) z uwzględnieniem ograniczeń.

Tworzone jest nowe rozwiązanie korzystając ze wszystkich rozwiązań w pamięci harmoniczej.

Jeśli nowe rozwiązanie jest lepsze (wartość funkcji przystosowania jest większa) niż najgorsze rozwiązanie w pamięci harmoniczej, to najgorsze rozwiązanie jest zastępowane tym nowym rozwiązaniem, co zwiększa szansę na uzyskanie lepszego wariantu w przyszłości.

Inicjalizacja pamięci harmonicznej

Generowana jest pamięć harmoniczna (Harmony memory), którą można przedstawić jako macierz dwuwymiarową o HMS – Harmony Memory Size (liczba wektorów) wierszach oraz n (rozmiar pojedynczego wektora) kolumnach:

$$HM = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{HMS1} & x_{HMS2} & x_{HMS3} & \dots & x_{HMSn} \end{bmatrix}$$

Improwizacja typu HMCR

HMCR (harmony memory considering rate) jest parametrem algorytmu harmonicznego i oznacza tempo wyboru wartości zmiennych decyzyjnych z pamięci do nowego rozwiązania x_{new} .

Generowana jest losowa liczba r_1 z zakresu $[0,1]$.

Jeśli $r_1 \leq \text{HMCR}$, to nowym skonstruowanym wektorem zmiennych decyzyjnych x_{new} jest wektor wyznaczony losowo na podstawie aktualnej pamięci HM:

$$HM = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{HMS1} & x_{HMS2} & x_{HMS3} & \dots & x_{HMSn} \end{bmatrix}$$
$$x^{\text{new}} = [x_1^k, x_2^k, x_3^k, \dots, x_j^k, \dots, x_n^k]$$

$j = 1, 2, \dots, n$; k – losowo wybrany indeks wiersza dla każdej kolumny j

Improwizacja typu PAR

Wektor x_{new} wyznaczony za pomocą improwizacji typu HMCR jest następnie sprawdzany, czy wymaga dostrojenia za pomocą improwizacji typu PAR.

Losowa liczba r_3 jest generowana z zakresu $[0,1]$. Jeśli $r_3 < PAR$, to wektor jest uaktualniany: $x_j^{new} := x_j^{new} + r_{4j}BW$, $j = 1, 2, \dots, n$;

PAR (Pitch adjusting rate) to tempo dostrojenia nowego wektora zmiennych decyzyjnych.

BW (bandwidth factor) - parametr wyznaczający przedział $[-BW, BW]$, używany do kontrolowania lokalnego przeszukiwania wokół wybranej zmiennej decyzyjnej w nowym wektorze

r_{4j} - losowa liczba z przedziału $[-1;1]$.

Rekomendowane wartości parametrów: HMCR = 0.9 PAR = 0.5

Improwizacja losowa

Jeśli improwizacja typu HMCR nie zachodzi, wtedy kiedy $r_1 > \text{HMCR}$, to nowa zmienna decyzyjna jest generowana losowo w ramach dopuszczalnych wartości z przedziału $[l_j, u_j]$:

$$x_j^{\text{new}} = l_j + r_{2j}(u_j - l_j), j = 1, 2, \dots, n;$$

r_{2j} – liczba losowa z zakresu $[0;1]$

u_j – górne ograniczenie dla j -tej zmiennej decyzyjnej

l_j – dolne ograniczenie dla j -tej zmiennej decyzyjnej

Aktualizacja pamięci harmonicznej

Po wygenerowaniu nowej improwizacji sprawdza się, czy wyznaczony wektor x^{new} jest lepszy pod względem wartości fitness od najgorszej alternatywy x^{worst} w pamięci harmonicznej.

Jeśli tak, to wektor x^{new} zastępuje najgorsze rozwiązanie z archiwum HM. Jeśli nie, to aktualizacja pamięci nie zachodzi.

```
if (fitness( $x^{new}$ ) > fitness( $x^{worst}$ )) then  
    update HM as  $x^{worst} = x^{new}$   
endif
```

Pseudokod

Algorithm 1 Harmony search algorithm

```
1: Set the parameters  $HMS$ ,  $HMCR$ ,  $PAR$ ,  $BW$  and  $NI$ .
2: Set  $t = 0$ . {Counter initialization}.
3: for ( $i = 1 : i \leq HMS$ ) do
4:   Generate an initial population (harmony memory)  $HMS$ . { $HMS$  is the harmony
   memory size (population size)}.
5:   Evaluate the fitness function of each harmony vector  $f(x_i)$ .
6: end for
7: repeat
8:   Generate a new solution (harmony)  $x_i$  as follows:
9:   for ( $i = 1 : i \leq HMS$ ) do
10:    for ( $j = 1 : j \leq n$ ) do
11:      if ( $r_1 < HMCR$ ) then
12:         $x_{ij}^{new} = x_{ij}$ 
13:      if ( $r_2 < PAR$ ) then
14:         $x_{ij}^{new} = x_{ij}^{new} \pm r_3 \cdot BW$ , where  $r_1, r_2, r_3 \in (0, 1)$ 
15:      end if
16:      if  $x_{ij}^{new} < l_j$  then
17:         $x_{ij}^{new} = l_j$ 
18:      end if
19:      if  $x_{ij}^{new} > u_j$  then
20:         $x_{ij}^{new} = u_j$ 
21:      end if
22:    else
23:       $x_{ij}^{new} = l_{ij} + r_4(u_{ij} - l_{ij})$ , where  $r_4 \in rand(0, 1)$ 
24:    end if
25:  end for
26: end for
27: if ( $fitness(x^{new}) > fitness(x^{worst})$ ) then
28:   update HM as  $x^{worst} = x^{new}$ 
29: end if
30: Set  $t = t + 1$ . {Iteration counter increasing}.
31: until ( $t < NI$ ). {Termination criteria satisfied}.
32: Produce the best solution (harmony vector)  $x^{new}$ .
```

Ustawienie wartości parametrów

Inicjalizacja pamięci

Improwizacja HMCR

Improwizacja PAR

Improwizacja losowa

Aktualizacja pamięci harmoniczej

Zastosowania algorytmu Harmony search

Dziedziny: Problemy inżynierii – 31%, Algorytmy harmoniczne – 23%, Energia, Zarządzanie zasobami wodnymi, Medycyna, Robotyka.

Projektowanie miejskich sieci dystrybucji wody, Routing ruchu drogowego, Projektowanie konstrukcji.

Klasteryzacja, Trenowanie sieci neuronowych.

The background of the slide features silhouettes of several musicians in a jazz or big band style. On the left, a saxophone player is visible. In the center, a double bass player is shown. On the right, a trumpeter is playing. The background is a solid, warm orange color.

Krytyka

Specjalny przypadek algorytmów ewolucyjnych.

Best performance może być połączony z rozwiązaniami uzyskanymi przez algorytmy ewolucyjne

Bibliografia

A critical analysis of the harmony search algorithm—How not to solve sudoku (dostęp: 22.03.2020)

Harmony Search Method: Theory and Applications - X. Z. Gao et al. (dostęp: 22.03.2020)

Harmony search algorithm – Dr. Ahmed Fouad Alli (dostęp: 22.03.2020)

http://www.cleveralgorithms.com/nature-inspired/physical/harmony_search.html (dostęp: 20.03.2020)

https://www.mini.pw.edu.pl/~homenda/common/Profesor_Jerzy_Balicki.pdf?fbclid=IwAR2zZWf7pTiSMJFU6BGArssVE6bcIlbavg0SVLM6U5ESAEB8rGUK-lhdQ4o (dostęp: 20.03.2020)

[https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_metaphor-based_metaheuristics#Harmony_search_\(Geem,_Kim_&_Loganathan_2001\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_metaphor-based_metaheuristics#Harmony_search_(Geem,_Kim_&_Loganathan_2001)) (dostęp: 20.03.2020)