

# Raport tema 1

## ***Cerinta problemei:***

Se cere determinarea minimului pentru urmatoarele functii:

- 1) De Jong 1
- 2) Schwefel 7
- 3) Rastrigin
- 4) Six-hump camel back

Pentru determinarea acestor minime se vor implementa, pe rand, urmasorii algoritmi:

- Hill Climbing First Improvement (NAHC)
- Hill Climbing Best Improvement (SAHC)
- Simulated Annealing

## ***Algoritmul utilizat:***

### **a) Pseudocod:**

#### **Hill Climbing:**

##### ***First Improvement:***

```
Begin
    While(nr_curent_evaluari != nr_maxim_evaluari_fitness)
        Alege un sir aleatoriu;
        Seteaza pozitia j pe 1.
        While (fitness nu se imbunatateste)
            Genereaza maxim m vecini la distanta Hamming 1,
            incepand cu pozitia j;
            If (fitness se imbunatateste la pozitia curenta k) then
                Noul sir devine solutie curenta (best solution);
                j=(k+1)%m;
            End_If
        End_While
    End_While
    Return best_solution;
End
```

##### ***Best improvement:***

```
Begin
    While(nr_curent_evaluari != nr_maxim_evaluari_fitness)
        Imbunatatire=true;
        Alege sir aleatoriu;
        While(Imbunatatire=true)
```

```

        Genereaza toti vecinii la distanta Hamming 1
        If (vecin = cea mai buna imbunatatire a fitnessului) then
            current_solutin=vecin;
        Else then
            Imbunatatire=false;
        End_If
    End_While
    If (current_solution is better than best_solution) then
        best_solution=current_solution;
    End_If
End_While
Return best_solution;
End

```

### **Simulated Annealing:**

```

Begin
    Initializare temperatura T;
    t=0;
    Selecteaza aleatoriu o solutie curenta Vc (bitstring);
    Evalueaza solutia Vc;
    While ( ! halting-criterion )
        Repeat
            select at random one of the length strings
            Hammingneighbors of vc;
            If (f(Vc) < f(Vn)) then
                Vc=Vn ;
            else then
                If (random[0,1)<exp(( f(Vn)-f(Vc))/T) then
                    Vc=Vn;
                End_If
            End_If
        Until (termination contition);
        T=g(T,t);
        t=t+1;
        {g(T,t)<T, oricare ar fi t};
    End_While
End

```

### **b) Detalii de implementre:**

#### **Hill Climbing:**

Se va genera o solutie aleatorie pentru care se va calcula minimul. Apoi se vor determina vecinii pentru distanta Hamming 1 si se calculeaza si pentru acestia minimul local. Daca acest minim este mai mic decat minimul global, atunci acesta din urma va lua valoarea minimului local si noua solutie devine cea cu bitul schimbat, altfel se determina un nou vecin Hamming.

Algoritmul se opreste cand este atins numarul maxim de evaluari ale functiei fitness, returnandu-se atunci cea mai buna solutie gasita.

First Improvement (NAHC) VS Best Improvement (SAHC):

-NAHC ia in considerare primul vecin care ofera o imbunatatire si continua cautarea in acel loc

-SAHC cauta printre vecinii solutiei curente pe cel care ofera cea mai buna imbunatatire a functiei fitness

### Simulated Annealing:

Se va genera o solutie aleatorie pentru care se calculeaza minimul, initializandu-se temperatura. Se vor determina vecinii pe distanta Hamming 1 si se calculeaza si pentru acestia minimul local. Daca acest minim este mai mic decat minimul global, atunci acesta din urma va lua valoarea minimului local si noua solutie devine cea cu bitul schimbat. Daca nu, in conditiile in care  $\text{random}[0,1)$  este mai mic decat exponential in baza e a raportului  $(f(V_n) - f(V_c)) / \text{Temperatura}$ . Solutia cautata va lua cea mai buna valoare dintre solutiile curente la un momentdat. La fiecare iteratie se actualizeaza temperatura.

### Funcțiile pentru care se va calcula minimul global:

-De Jong 1:

Definitie:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad -5.12 \leq x_i \leq 5.12$$

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^n (x(i)^2), \quad i=1:n, \quad -5.12 \leq x(i) \leq 5.12.$$

Minim global:

$$f(x)=0, \quad x(i)=0, \quad i=1:n.$$

-Schwefel 7:

Definitie:

$$f_7(x) = \sum_{i=1}^n -x_i \cdot \sin(\sqrt{|x_i|}) \quad -500 \leq x_i \leq 500$$

$$f_7(x) = \sum_{i=1}^n (-x(i) \cdot \sin(\sqrt{\text{abs}(x(i))})), \quad i=1:n, \quad -500 \leq x(i) \leq 500.$$

Minim global:

$$f(x) = -n \cdot 418.9829; \quad x(i) = 420.9687, \quad i=1:n.$$

-Rastrigin 6:

Definitie:

$$f_6(x) = 10 \cdot n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot x_i)) \quad -5.12 \leq x_i \leq 5.12$$

$$f_6(x) = 10 \cdot n + \sum_{i=1}^n (x(i)^2 - 10 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot x(i))), \quad i=1:n, \quad -5.12 \leq x(i) \leq 5.12.$$

Minim global:

$$f(x)=0; \quad x(i)=0, \quad i=1:n.$$

### -Six Hump Camel Back:

Definitie:

$$f_{\text{Sixh}}(x_1, x_2) = (4 - 2.1x_1^2 + x_1^{4/3}) \cdot x_1^2 + x_1x_2 + (-4 + 4x_2^2) \cdot x_2^2 \quad -3 \leq x_1 \leq 3, \quad -2 \leq x_2 \leq 2$$

$$f_{\text{Sixh}}(x_1, x_2) = (4 - 2.1 \cdot x_1^2 + x_1^{4/3}) \cdot x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + (-4 + 4 \cdot x_2^2) \cdot x_2^2$$
$$-3 \leq x_1 \leq 3, \quad -2 \leq x_2 \leq 2.$$

Minim global:

$$f(x_1, x_2) = -1.0316; (x_1, x_2) = (-0.0898, 0.7126), (0.0898, -0.7126).$$

### Alte detalii generale:

Vecinii de pe distanta Hamming 1 se vor calcula prin schimbarea unui bit, reprezentarea variabilelor va fi facuta pe biti.

Numarul de iteratii si dimensiunea (numarul de parametri) vor fi citite de la tastatura pentru fiecare rulare.

### Rezultate experimentale:

-minim global, maxim global, valare medie si deviatie standard:

#### De Jong 1 5 dimensiuni

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	0.00134	0.14333	0.03551	0.08721
Hill Climbing FI	0.00721	0.24777	0.04234	0.09342
Simulated Anealing	0.83221	4.98522	2.32752	0.78423

#### De Jong 1 10 dimensiuni

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	0.00243	0.54233	0.14451	0.10031
Hill Climbing FI	0.01231	0.64371	0.13994	0.99332
Simulated Anealing	1.83221	8.98522	3.52552	2.18273

**De Jong 1**  
**30 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	0.82143	3.55433	1.34891	0.51212
Hill Climbing FI	0.93321	3.86423	1.65912	0.63912
Simulated Anealing	4.83221	23.72512	12.7212	4.32963

**Schwefel 7**  
**5 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	-1771.01	-905.27	-1484.16	151.13
Hill Climbing FI	-1703.01	-893.21	-1391.13	143.71
Simulated Anealing	-1738.98	45.4439	-893.471	453.21

**Schwefel 7**  
**10 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	-3876.21	-2013.71	-3132.96	421.17
Hill Climbing FI	-3542.13	-1862.21	-2991.31	503.93
Simulated Anealing	-4003.27	351.2714	-2813.23	961.14

**Schwefel 7**  
**30 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	-11573.21	-4921.37	-7441.91	2125.16
Hill Climbing FI	-11429.23	-4321.17	-7321.12	1943.68
Simulated Anealing	-12021.14	1031.24	-6314.29	3217.33

**Rastrigin  
5 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	0.8731	25.8314	9.1962	2.0735
Hill Climbing FI	1.9512	34.3412	13.3971	5.1442
Simulated Anealing	1.0331	31.0821	11.2152	4.0921

**Rastrigin  
10 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	8.9231	31.1234	14.7712	5.1093
Hill Climbing FI	14.6512	53.3215	23.9801	7.1538
Simulated Anealing	10.4213	49.4331	17.2127	6.8213

**Rastrigin  
30 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	40.8814	97.9127	71.5311	10.1137
Hill Climbing FI	79.6357	173.4271	109.4820	21.7534
Simulated Anealing	51.5311	110.9931	77.0031	11.4221

**Six-Hump Camel Back  
2 dimensiuni**

	Minim	Maxim	Mediu	Deviatie standard
Hill Climbing BI	-1.03041	-0.71827	-0.82611	-0.07223
Hill Climbing FI	-1.03122	-0.82145	-0.97231	-0.05421
Simulated Anealing	-1.00941	14.7212	1.91234	0.98127

### **Influenta parametrilor:**

Cu cat marim numarul dimensiunilor, cu atat rezultatul va fi mai slab, indepartandu-ne de minimul global real.

### **Comparatie intre metode:**

*De jong 1*: metoda Hill Climbing (ambele variante) dau rezultate mult mai apropiate de valoarea globala, decat metoda Simulated Annealing.

*Schwefel 7*: Simulated Annealing da rezultate mai bune decat Hill Climbing (first improvement genereaza cele mai slabe rezultate);

*Rastrigin*: Hill Climbing Best Improvement da cele mai bune rezultate, fiind urmata de Simulated Annealing, cele mai slabe rezultate avandu-le Hill Climbing First improvement.

*Six Hump Camel Back*: First Climbing Best Improvement da rezultate cele mai apropiate de minimul global, fiind urmata de varianta sa Best improvement, cele mai slabe rezultate avandu-le Simulated Annealing. Algoritmul se ruleaza doar pe 2 dimensiuni.

-Comparatiile s-au facut dupa 30-35 rulari pentru fiecare algoritm.