

# Raport tema2

Stratianu Bianca-Ionela

Noiembrie 2020

## 1 Introducere

### 1.1 Introducere generala

Acest raport se bazeaza pe descrierea unui Algoritm Genetic, rezultate date de acesta si analizeaza diferenta dintre Hill Climbing in cele doua variante: First Improvement si Best Improvement, Simulated Annealing si un algoritm genetic, diferente care conta in minimul gasit si timpul in care algoritmi dau solutia pentru patru functii specificate, iar numarul de dimensiuni fiind 5, 10 si 30, pentru a compara cat mai bine cele 4 metode.

### 1.2 Motivatie

Algoritmi inspirati din natura sunt un set de metode si abordari de solutii noi. Exemple reprezentative ale algoritmilor inspirati din natura includ retele neuronale artificiale, sisteme fuzzy, evolutia computerizata si inteligenta swarm. Acestea au fost aplicate pentru a rezolva multe probleme din lumea reala.

Multe probleme din viata reala se regasesc ca fiind probleme de baza in domeniul informaticii. De exemplu ajungi dintr-un loc in altul in cel mai scurt timp, ajungandu-se astfel la problema optimizarii globale. Motivatia pentru acest raport este posibilitatea de a gasi cea mai buna si mai rapida metoda de aflare a minimului unei functii.

### 1.3 Descrierea problemei

Se da: o functie

$$f : A \rightarrow R$$

pentru o multime A de numere reale Se cere: un element  $x_0 \in A$  pentru care

$$f(x_0) \leq f(x), \forall x \in A$$

Astfel vom folosi functiile:

De Jong:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2, x_i \in [-5.12, 5.12], i = 1, 2, \dots, n$$

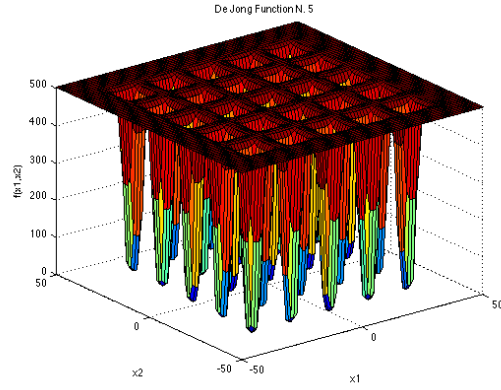


Figure 1: Functia De Jong pentru cinci variabile

Minimul global este:  $f(x)=0$ ,  $x(i)=0$ ,  $i=1:n$ .

Schwefel:

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i \sin(\sqrt{|x_i|}) x_i \in [-500, 500], i = 1, 2, \dots, n$$

Minimul global este:  $f(x)=-n \cdot 418.9829$ ;  $x(i)=-n \cdot 420.9687$ ,  $i=1:n$ , unde  $n$  este numarul de dimensiuni.

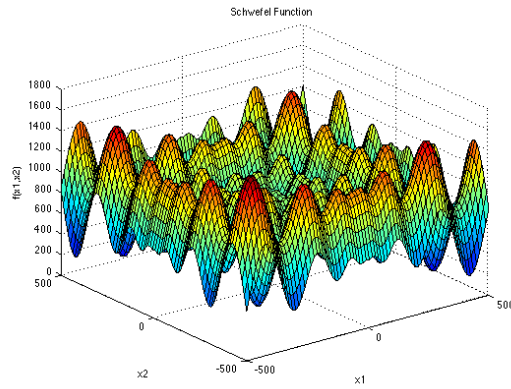


Figure 2: Functia Schwefel pentru doua variabile

Rastrigin:

$$f(x) = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)), x_i \in [-5.12, 5.12], i = 1, 2, \dots, n$$

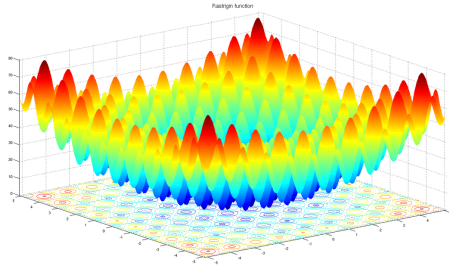


Figure 3: Functia Rastrigin pentru doua variabile.

Minimul global este:  $f(x)=0$ ;  $x(i)=0$ ,  $i=1:n$ .

Michalewicz:

$$f(x) = - \sum_{i=1}^n (\sin(x_i) (\sin(ix_i^2/\pi))^{2m}), i = 1 : n, m = 10, x_i \in [0, \pi], i = 1, 2, \dots, n, \pi = 3.141$$

Minimul global:  $f(x)=-4.687$  ( $n=5$ ),  $f(x)=-9.66$  ( $n=10$ )

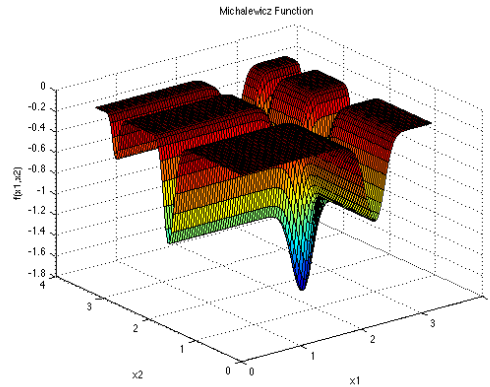


Figure 4: Functia Michalewicz pentru doua variabile.

## 2 Metoda

Un algoritm genetic este un algoritm inspirat din selectia naturala si face parte din clasa algoritmilor evolutivi. Se folosesc pentru a genera solutii de inalta calitate pentru probleme de optimizare si cautare, pentru care se utilizeaza operatori biologici, cum ar fi mutatia, incrucisarea si selectia.

Ca metode am folosi algoritmul genetic descris mai jos. Pentru reprezentare am folosit siruri de biti transformati in valori de numere reale. Valoarea fitness

pentru un candidat ne spune cat de aproape este de solutia optima. Algoritmul alege pentru supravietuire cei mai adaptati indivizi din populatie cu speranta ca descendenta acestora vor avea un fitness mai ridicat. Pentru selectie am folosit „Roata norocului”, numarul estimat de copii pe care le primeste un individ este impartit la fitnessul total al populatiei. Functia fitness pentru functiile De Jong, Rastrigin si Michalewicz sunt:  $1/\text{functia}(x)$ , iar pentru Schwefel am ales o constanta  $c=n*500$ , astfel incat functia sa fie pozitiva. Se initializeaza fitness-ul total si probabilitatea selectiei, se evalueaza populatia iar apoi se vor calcula initializarile. Selectia in sine reprezinta generarea uniforma a lui  $r$  si selectarea pentru supravietuire a individului  $j$  pentru care conditia  $q[j] < r$  and  $r \leq q[j + 1]$  este indeplinita. Se actualizeaza populatia si apoi se apeleaza functia de recombinare care are rolul de a calcula mutatia si cross-over. Ulterior se actualizeaza best-ul si se va afisa. Functia de cross-over va functiona pe principiul incrucisarea cu punct de taiere aleator.

Selectia este procedura prin care sunt alesi cromozomii ce vor supravietui in generatia urmatoare, indivizilor mai bine adaptati li se vor da sanse mai mari. Gradul de adaptare la mediu este masurat de functia fitness. Solutia returnata de algoritmul genetic este cel mai bun individ din toate generatiile.

### 3 Experimente

Pentru efectuarea experimentului am utilizat:  $n=5$ ,  $n=10$ ,  $n=30$  (numarul de variabile), precizia de 3, iar numarul de generatii pentru Algoritmul genetic fiind de 10000 de ori, pentru a avea rezultate cat mai bune si apropiate de realitate, am repetat algoritmul de 30 de ori. Timpul este timpul total celor 30 de rulari ale algoritmului. Probabilitatea de mutatie este 0.001, iar probabilitatea cross-over este 0.2.

#### 3.1 Rezultate

De Jong pentru 5 variabile:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	0	0	0	150.37
FI	0	0	0	120.346
SA	0	0	0	1509.568
AG	0	0	0	148.667

De Jong pentru 10 variabile:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	0	0	0	235.787
FI	0	0	0	371.096
SA	0	0	0	3062.47
AG	0	0	0	304.663

De Jong pentru 30 variabile:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	0	0	0	350.67
FI	0	0	0	670.567
SA	0	0	0	6590.754
AG	0	0	0	1577.33

Funcția Rastrigin pentru 5 variabile:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	0.99	3.23	1.59	50.49
FI	0.99	3.73	2.24	26.49
SA	0.99	6.24	2.05	1155.07
AG	0	2.98	0.73	1409.64

Funcția Rastrigin pentru 10 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	4.23	8.48	6.90	299.855
FI	6.23	11.94	8.87	171.012
SA	2.98	11.20	6.23	1837.13
AG	0.99	4.998	1.96	2419.06

Funcția Rastrigin pentru 30 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	24.89	37.10	32.67	8010.83
FI	32.13	47.83	38.80	4713.04
SA	10.21	30.83	23.06	4829.84
AG	5.24	14.71	9.85	7816.9

Funcția Schwefel pentru 5 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	-2094.16	-1976.47	-2060.78	113.606
FI	-2067.82	-1915.25	-1998.36	58.14
SA	-2094.81	-2060.37	-2082.77	1353.77
AG	-2094.72	-1922.878	-2034.05	1775.11

Funcția Schwefel pentru 10 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	-4002.01	-3798.66	-3908.48	825.60
FI	-3893.14	-3611.27	-3720.47	474.599
SA	-4189.62	-3934.82	-4159.49	2136.55
AG	-4151.82	-3740.53	-3963.95	3453.14

Funcția Schwefel pentru 30 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	-7888.44	-5245.3	-6635.18	308.601
FI	-10039.9	-8398.18	-9089.47	1094.81
SA	-7027.32	-6398.88	-6666.27	6097.76
AG	-10021.4	-8633.21	-9100.45	10395.7

Funcția Michalewicz pentru 5 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	-4.68	-4.56	-4.66	50.99
FI	-4.68	-4.51	-4.61	29.995
SA	-4.68	-4.22	-4.555	1362.38
AG	-4.68	-4.32	-4.53	1620.94

Functia Michalewicz pentru 10 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	-9.44	-9.00	-9.14	336.68
FI	-9.37	-8.69	-8.81	194.99
SA	-9.533	-9.00	-9.28	2144.07
AG	-9.51	-8.32	-9.04	3361.5

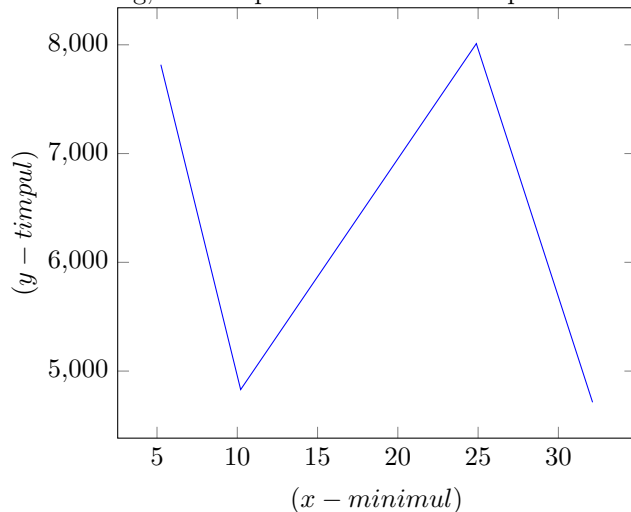
Functia Michalewicz pentru 30 dimensiuni:

Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	?	?	-26.22	7997.55
FI	?	?	-26.31	5029.47
SA	?	?	-28.29	6056.68
AG	?	?	-24.12	9751.8

Functia Rastrigin pentru 30 dimensiuni si probabilitatea de mutatie=0.1:

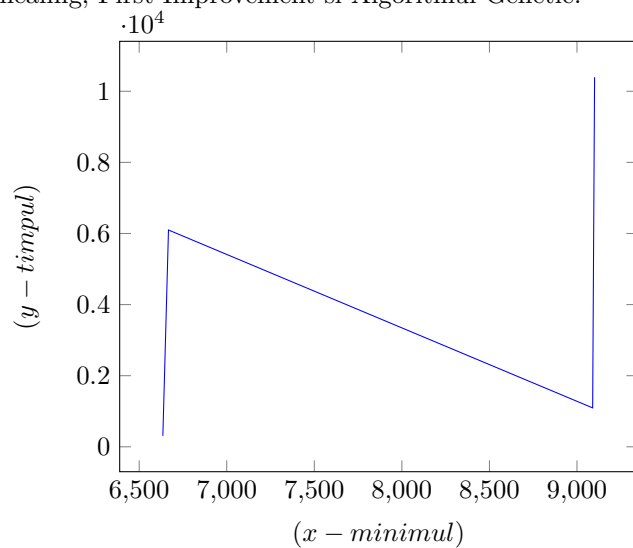
Algoritmul	Minimul	Maximul	Media	Timpul
BI	24.89	37.10	32.67	8010.83
FI	32.13	47.83	38.80	4713.04
SA	10.21	30.83	23.06	4829.84
AG	381.47	446.515	413.451	10291.3

Diferente pentru functia Rastrigin (n=30) intre Algoritmul Genetic, Simulated Annealing, Best Improvement si First Improvement.

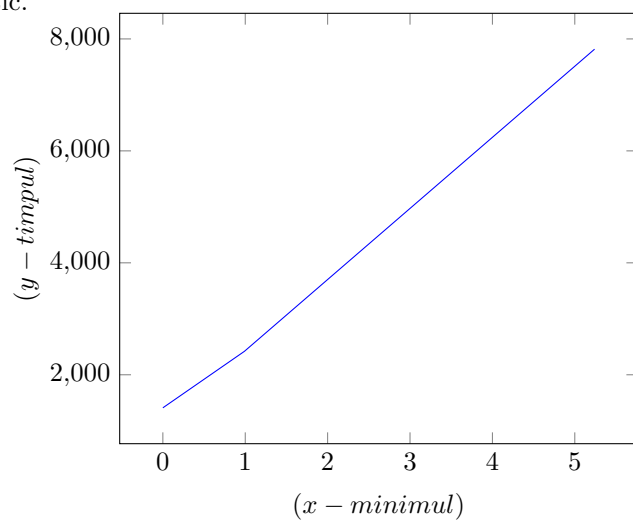


Diferente pentru functia Schwefel (n=30) intre Best Improvement, Simulated

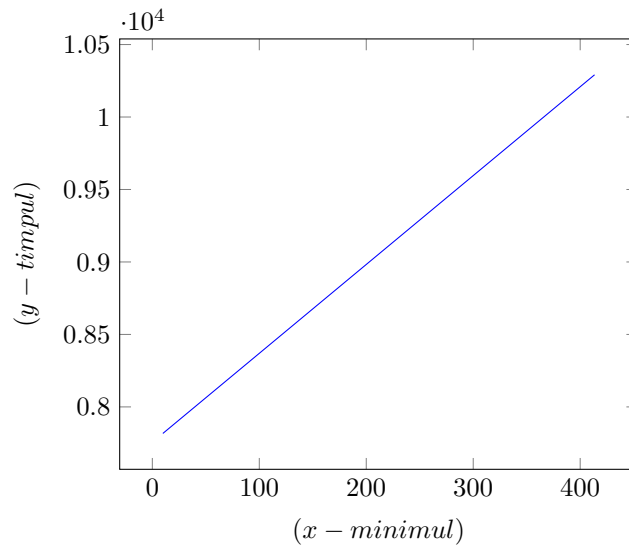
Annealing, First Improvement si Algoritmul Genetic.



Diferente pentru functia Rastrigin,  $n=5$ ,  $n=10$ ,  $n=30$  pentru Algoritmul Genetic.



Diferente pentru functia Rastrigin ( $n=30$ ) intre  $pm=0.1$  si  $pm=0.001$



## 4 Comparatii

Putem observa din grafice si din tabele ca Algoritmul Genetic da rezultate mult mai apropiate de minimul functiilor, inasa timpul este destul de mare (cel mai mare dintre procedeele comparate). Putem observa ca pentru dimensiuni mai mari, Algoritmul Genetic da rezultate mult mai bune decat ceilalti algoritmi, dar timpul crescand. Iar media rezultatelor pentru Algoritmul Genetic este cea mai apropiata de minimul functie decat media celorlalti algoritmi.

## 5 Concluzii

Algoritmul genetic este un algoritm de cautare bazat pe mecanica selectiei naturale si genetice.

Atunci cand ne dorim un rezultat cat mai apropiat de realitate (cat mai precis), diferenta de timp dintre algoritmii prezentati nu mai conteaza, astfel Algoritmul Genetic ne furnizeaza cele mai bune rezultate, chiar daca intr-un timp mai mare. Acest rezultat este influentat de  $pm$  (probabilitatea de mutatie) numarul de generatii si  $pcx$  (probabilitatea cross-over).

Algoritmii genetici sunt cel mai adesea utilizati in probleme de optimizare.



## 6 Bibliografie

### References

- [1] <https://profs.info.uaic.ro/~eugennc/teaching/ga/>
- [2] <https://gitlab.com/eugennc/teaching/-/blob/master/GA/texample.pdf>
- [3] <https://gitlab.com/eugennc/teaching/-/blob/master/GA/texample.tex>
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=bSIAUkCD948>
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=2BkED0TqKZY>
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Rastrigin\\_function](https://en.wikipedia.org/wiki/Rastrigin_function)
- [7] <https://www.sfu.ca/~ssurjano/michal.html>
- [8] <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-hill-climbing-artificial-intelligence/>
- [9] [https://www.cplusplus.com/reference/random/mersenne\\_twister\\_engine/](https://www.cplusplus.com/reference/random/mersenne_twister_engine/)
- [10] [https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm)
- [11] <https://towardsdatascience.com/introduction-to-genetic-algorithms-including-example-co>
- [12] <https://www.geeksforgeeks.org/genetic-algorithms/>
- [13] [https://www.researchgate.net/publication/336995230\\_Modelarea\\_si\\_simularea\\_algoritmului\\_genetic\\_in\\_Python\\_pentru\\_aplicatii\\_de\\_optimizare](https://www.researchgate.net/publication/336995230_Modelarea_si_simularea_algoritmului_genetic_in_Python_pentru_aplicatii_de_optimizare)