

## Tarefa Computacional 2

Trabalho computacional sobre algoritmos evolutivos para solução de equações não lineares

Distribuido em 01 de junho de 2024

**Data de entrega: 01 de julho de 2024**

Considere um sistemas de equações não lineares descrito por

$$\begin{cases} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \\ \dots \\ f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \end{cases}$$

Para obter a solução, o problema pode ser formulado como um problema de otimização com restrição ou um problema multi-objetivo.

Tratamento das restrições:

Em **problema de otimização (maximização)** com restrições devem ser observadas as seguintes premissas:

- Um individuo viável é sempre melhor que um inviável
- Quando ambos os individuos são viáveis, o que tem a maior fitness é melhor.
- Quando ambos os individuos são inviáveis, o que viola o menor número de restrições é considerado melhor.
- Se ambos violarem o mesmo número de restrições, aquele com o menor valor da soma de violações de restrição é considerado o melhor.

**Para o caso de problemas de minimização vale o inverso.**

Para a solução do problema deverá ser usado 2 algoritmos evolutivos (**GA** com codificação real, crossover aritmético e mutação Gaussiana e **ES** padrão). A escolha dos parametros do algoritmo evolutivo (setup) faz parte do trabalho. Use valores conforme recomendado na literatura (estado da arte). Implemente a metodologia do artigo *Constrained optimization based on modified differential evolution algorithm* em anexo para tratar restrições e compare com o método das penalidades. Faça uma análise estatística dos resultados obtidos para 30 execuções, descrevendo numa tabela **o melhor, o pior, a média, o desvio padrão, e a mediana dos resultados obtidos.**

Implementação usando jupyter notebook e python, bibliotecas scikit-opt etc Faça um relatório sucinto analisando os resultados obtidos em termos de eficácia dos algoritmos. Envio para email rkrohling@inf.ufes.br com assunto NC-2024-1-Aluno1\_Aluno2 (**replica para os exercicios ja enviados**).

**Problema P1:**

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(\mathbf{x}) = 0.8(x_1^2 + x_1 - 1)x_3 + 0.12x_1^2 + 2.16x_1 - 0.12 = 0 \\ f_2(\mathbf{x}) = (1 + x_1^2)x_4 + 0.4x_1^2 - 1.6x_1 - 0.4 = 0 \\ f_3(\mathbf{x}) = (1 + x_1^2)x_5 + x_1^2 - 1 = 0 \\ f_4(\mathbf{x}) = (1 + x_1^2)x_6 + 0.8(x_1^2 + x_1 - 1) = 0 \\ f_5(\mathbf{x}) = x_3x_7 - 0.02x_6 - x_5 - x_3x_4 - 0.16x_4 = 0 \\ f_6(\mathbf{x}) = x_7^2 - 2x_4x_7 + x_6^2 + x_4^2 - x_2^2 = 0 \\ f_7(\mathbf{x}) = x_8 - x_2x_3 = 0 \\ f_8(\mathbf{x}) = 0.0476x_3x_8^{12} + x_3 - 2.104 = 0 \end{array} \right.$$

com os limites inferiores e superiores do espaço de busca dado respectivamente por  $LB = [-3, -1, -2, -1, -1, -0.5, -1.5, -1.5]$  e  $UB = [1, 1, 2, 1, 1, 0.5, 1.5, 1.5]$

**Problema P2:**

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(\mathbf{x}) = x_5 + x_4 - 1.803 = 0 \\ f_2(\mathbf{x}) = (x_2 + x_3)x_5 + 6.19116x_4 - 1.803(1.497 + 0.035) = 0 \\ f_3(\mathbf{x}) = x_6 + x_4 - 0.328 = 0 \\ f_4(\mathbf{x}) = 0.28801x_6 - x_2x_3x_5 = 0 \\ f_5(\mathbf{x}) = (-6.19116x_1 + x_1x_3 + x_2x_5 - x_3x_5)x_6 + x_1x_3x_5 = 0 \\ f_6(\mathbf{x}) = 1.571x_7 + x_4 - 1.803 = 0 \\ f_7(\mathbf{x}) = x_8 - 0.000856x_7^2 = 0 \\ f_8(\mathbf{x}) = (x_5 - x_1)x_9 - x_1x_5 = 0 \\ f_9(\mathbf{x}) = x_9 - 377x_2x_8 = 0 \end{array} \right.$$

com os limites inferiores e superiores do espaço de busca dado respectivamente por

$$LB = [-0.5, -1, -1, -1, 1, -1, -1, 0, -1], \quad UB = [0.5, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1].$$