

# Trabalho Computacional - ICA

Departamento de Engenharia de Teleinformática  
Programa de Pós-Grad. em Eng. de Teleinformática (PPGETI)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Responsável: Prof. Guilherme de Alencar Barreto  
gbarreto@ufc.br

## 1 Otimização Usando Algoritmos de Computação Evolucionária (GA e DE) e Inteligência de Enxame (PSO)

**Questão 1** - Considere a função de Rastrigin<sup>1</sup> para 2 variáveis:

$$f(x_1, x_2) = 20 + x_1^2 + x_2^2 - 10(\cos(2\pi x_1) + \cos(2\pi x_2)), \quad (1)$$

em que  $x_i \in [-5, 12; +5, 12]$ ,  $i = 1, 2$ . Esta função possui um mínimo global em  $(x_1, x_2) = (0, 0)$  para o qual  $f(x_1, x_2) = 0$ . Pede-se:

- (i) Fazer o gráfico da função  $f(x_1, x_2)$  para todo o domínio de  $(x_1, x_2)$ .
- (ii) Fazer o gráfico das curvas de contorno para esta função.
- (iii) Encontrar o mínimo global usando GA usando codificação real. Mostrar gráficos da função de aptidão do melhor indivíduo e da aptidão média da população a cada geração. Especificar valores adequados dos parâmetros tamanho da população ( $N$ ) e probabilidades de recombinação ( $p_c$ ) e de mutação ( $p_m$ ).
- (iv) Avaliar empiricamente o efeito de uma escolha inadequada dos parâmetros ( $N$ ,  $p_c$  e  $p_m$ ) no desempenho do AG. Sugestão: Fixar dois dos parâmetros e verificar como o desempenho do AG é afetado pela variação do terceiro parâmetro.
- (v) Repetir o experimento usando as metaheurísticas evolução diferencial (DE) e otimização por enxame de partículas (PSO). Compare os resultados obtidos em termos de velocidade de convergência para o ótimo global, tempo de simulação e insensibilidade a variação de parâmetros.

**Questão 2** - Considere o problema de ajuste de curvas para os dados do aerogerador disponibilizado no SIGAA. De posse de um conjunto de  $N$  pares entrada-saída  $\{(v(l), p(l))\}_{l=1}^N$ , assumamos que a curva de regressão é um polinômio de ordem  $k$  ( $k \geq 0$ ), ou seja

$$p(v) = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + \dots + a_k v^k, \quad (2)$$

em que  $v$  é a velocidade do vento (m/s) e  $p$  é a potência gerada (kW) predita pelo modelo polinomial. Use as metaheurísticas DE e PSO para estimar valores para os parâmetros  $a_j$ ,  $j = 0, \dots, k$ . Compare o resultado obtido com aquele gerado por funções prontas do Matlab/Octave (e.g. função `polyfit`) ou do software R.

---

<sup>1</sup><http://www.sfu.ca/~ssurjano/rastr.html>

**Dicas:**

1. Represente o  $i$ -ésimo indivíduo (cromossomo ou partícula) do algoritmo como o seguinte vetor:

$$\mathbf{x}_i = [a_0^{(i)} \ a_1^{(i)} \ \cdots \ a_k^{(i)}]^T. \quad (3)$$

2. Use como função-objetivo a ser minimizada a soma dos erros quadráticos (SEQ):

$$f(\mathbf{x}_i) = \sum_{l=1}^N e_i^2(l), \quad (4)$$

em que  $e_i(l) = p(l) - \hat{p}_i(l)$  é o erro entre o  $l$ -ésimo valor medido de potência e o valor predito pelo modelo de regressão associado ao  $i$ -ésimo indivíduo da população. O número total de pontos no banco de dados é  $N$ .

3. O valor predito pelo modelo de regressão associado ao  $i$ -ésimo indivíduo da população é dado por

$$\hat{p}_i(l) = a_0^{(i)} + a_1^{(i)}v(l) + a_2^{(i)}v^2(l) + \cdots + a_k^{(i)}v^k(l), \quad (5)$$

em que  $v(l)$  é a  $l$ -ésima medida de velocidade do vento no banco de dados.

**Questão 3** - Repita a Questão 2 usando como função-objetivo a ser minimizada a soma dos erros quadráticos (SEQ) com *regularização*:

$$f(\mathbf{x}_i) = \sum_{l=1}^N e_i^2(l) + \lambda \|\mathbf{x}_i\|^2, \quad (6)$$

em que  $\lambda > 0$  é uma constante pequena, chamada de *constante de regularização*. O símbolo  $\|\cdot\|$  denota a norma euclidiana de um dado vetor.

A constante de regularização é um hiperparâmetro do problema de minimização em questão, ou seja, ele deve ser escolhido primeiro para que os algoritmos de otimização metaheurística possam ser aplicados. Assim, usando um valor adequado para  $\lambda$  (e.g.  $\lambda = 0, 1$ ), calcule a norma do vetor de parâmetros obtido e compare-a com a norma do vetor obtido na Questão 2. Em que o resultado obtido usando-se a função-objetivo mostrada na Eq. (6) difere daquele obtido usando-se a função-objetivo da Questão 2?

Boa Sorte!!!