Trabalho Computacional - ICA

Departmento 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 Rastringin[1] para 2 variáveis:

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

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 tomando como base o código Matlab/Octave enviado por email. 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 $\{(v(l), p(l))\}_{l=1}^{N}$, assuma que a curva de regressão é um polinômio de ordem k ($k \geq 0$), ou seja

$$p(v) = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + \cdots + a_k v^k, \tag{2}$$

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, $j = 0, \ldots, k$. Compare o resultado obtido com aquele gerado pela função `polyfit` do Matlab/Octave.

[1] http://www.sfu.ca/~ssurjano/rastr.html

Dicas:

1. Represente o i-ésimo indivíduo (cromossomo ou partícula) do algoritmo como o seguinte vetor:
$$\mathbf{x}_i = [a_0^{(i)} \;\; a_1^{(i)} \;\; \cdots \;\; a_k^{(i)}]^T. \tag{3}$$

2. Use como função-objetivo a ser minimizada a soma dos erros erros quadráticos (SEQ):
$$f(\mathbf{x}_i) = \sum_{l=1}^{N} e_i^2(l), \tag{4}$$
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
$$\hat{p}_i(l) = a_0^{(i)} + a_1^{(i)} v(l) + a_2^{(i)} v^2(l) + \cdots + a_k^{(i)} v^k(l), \tag{5}$$
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 erros quadráticos (SEQ) com *regularização*:
$$f(\mathbf{x}_i) = \sum_{l=1}^{N} e_i^2(l) + \lambda \|\mathbf{x}_i\|^2, \tag{6}$$
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 λ (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!!!