

PSO - Particle Swarm Optimization Exercícios

1. Indique se as seguintes afirmações são verdadeiras ou falsas e justifique:

- a) No algoritmo PSO, quanto menor o tamanho da vizinhança maior a probabilidade de convergência para ótimos locais.

Falso

Quanto menor o tamanho da vizinhança menor a probabilidade de convergência para ótimos locais

- b) A aplicação da constante de inércia ao algoritmo PSO garante sempre a convergência do algoritmo.

Falso

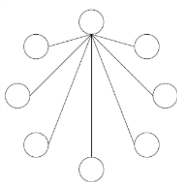
Diversos estudos comprovam que o PSO não converge para qualquer combinação de parâmetros, devendo-se respeitar a relação da fórmula:

$$\frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2) - 1 < \varphi \leq 1$$

- c) Na topologia em roda do algoritmo PSO, o comportamento das partículas é determinado apenas pela sua própria experiência.

Falso.

O comportamento é determinado pela posição da partícula central (master), que por sua vez depende de todas as outras.



- d) O algoritmo PSO pode ser utilizado para treinar (calcular os pesos) uma rede neuronal MLP.

Verdadeiro.

Uma solução é representada pelo vetor de pesos. A função de avaliação é dada pelo desempenho da rede neuronal (usando uma métrica, como por exemplo MSE para regressão ou AUC para classificação) no conjunto de treino e validação.

- e) O algoritmo PSO pode ser combinado com operadores usados pelos algoritmos genéticos.

Verdadeiro.

Sim, podemos incluir no PSO operadores de seleção, recombinação ou mutação. (slides 29,30,21). Tem como vantagem permitir alargar o espaço de pesaquisa.

- f) Na variante *local best* do algoritmo PSO, o comportamento das partículas é determinado apenas pela sua própria experiência.

Falso

As partículas são influenciadas pela sua própria experiência e pelas partículas dentro do seu raio de vizinhança.

2. Pretende-se aplicar o PSO, numa topologia em roda, para ajustar o peso associado a três regras do sistema difuso. Num possível cenário de utilização, pretende-se que a partícula “1” comunique com as restantes.
- a) Considere as coordenadas das posições atuais: $x_1=(2,1,3)$; $x_2=(1,2,3)$; $x_3=(3,3,3)$. As suas melhores posições individuais são respetivamente (2,1,2), (1,2,1), (2,2,3). A melhor posição global é (1,2,1). As velocidades atuais são respetivamente de (1,0,0), (0,1,1) e (1,0,0). Determine as próximas posições das três partículas, assumindo constantes cognitiva, social de um, inércia de 0,5 e velocidade máxima de 5.
Pode-se assumir a geração de número aleatórios $r=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ e que a função de custo é igual a $F(x)=\sum x(i) \ i=1,2,3$.
- b) Apresente duas diferenças entre o algoritmo PSO e um algoritmo de melhoramento iterativo trepa-colinas.

Solução

Posições atuais:

$x_1=(2,1,3)$; $x_2=(1,2,3)$; $x_3=(3,3,3)$

$x_{1best} = (2,1,2)$,

$x_{2best} = (1,2,1)$,

$x_{3best} = (2,2,3)$

$G_{best} = (1, 2, 1)$

/ considere que fitness corresponde a distância de manhatan para (1,1,1) e componente aleatória $r=1$

$V1(k) = (1, 0, 0)$

$V2(k) = (0, 1, 1)$

$V3(k) = (1, 0, 0)$

constantes cognitiva = 1

constante social = 1

inércia = 0,5

velocidade máxima = 5

De acordo com a formula apresentada nos slides 5-7 (PSO) e numa topologia em roda, onde apenas a "1" comunica com as restantes:

(falta apresentar todos os passos para o cálculo dos valores...)

$$\begin{aligned} \underline{v1(k+1)} &= 0,5 * [1 \ 0 \ 0] + 1 * ([2 \ 1 \ 2] - [2 \ 1 \ 3]) + 1 * ([1 \ 2 \ 1] - [2 \ 1 \ 3]) = \\ &= [0,5 \ 0 \ 0] + [0 \ 0 \ -1] + [-1 \ 1 \ -2] = [-0,5 \ 1 \ -3] \\ \underline{x1(k+1)} &= [2 \ 1 \ 3] + [-0,5 \ 1 \ -3] = [1,5 \ 2 \ 0] \end{aligned}$$

$$v1(k+1) = [-0,5 \ 1 \ -3]$$

$$x1(k+1) = [1,5 \ 2 \ 0]$$

$$\begin{aligned} v2(k+1) &= 0,5 * [0 \ 1 \ 1] + 1 * ([1 \ 2 \ 1] - [1 \ 2 \ 3]) + 1 * ([1 \ 2 \ 1] - [1 \ 2 \ 3]) = \\ &= [0 \ 0,5 \ 0,5] + [0 \ 0 \ -2] + [0 \ 0 \ -2] \\ &= [0 \ 0,5 \ -3,5] \end{aligned}$$

$$x2(k+1) = [1 \ 2 \ 3] + [0 \ 0,5 \ -3,5] = [1 \ 2,5 \ -0,5]$$

$$v2(k+1) = [0 \ 0,5 \ -3,5]$$

$$x2(k+1) = [1 \ 2,5 \ -0,5]$$

Para partícula 3, como não "comunica" com a "2", considerando $g_{best} = l_{best}$ de 1:

$$V3(k+1) = [-1,5 \ -3 \ -1]$$

$$X3(k+1) = [1,5 \ 0 \ 2]$$

- a. Duas diferenças entre o algoritmo PSO e o algoritmo trepa-colinas:

O PSO combina pesquisa global com local (opera com várias soluções em simultâneo) enquanto o trepa-colinas é exclusivamente local (trabalha com apenas uma solução em cada iteração e avalia soluções vizinhas num critério de proximidade geográfica).

O trepa-colinas termina num ótimo local (quando todos os vizinhos são piores) enquanto o PSO, na versão “global best” ou “local best” atualiza as posições com base no melhor de entre todas as atuais ou na vizinhança, o que permite ultrapassar “ótimos locais”.