

## INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações

C210 – Inteligência Computacional

Profa. Victoria Dala Pegorara Souto

### Aula 5 – Otimização por Enxame de Partículas

- 1) Qual fenômeno natural motivou James Kennedy e Russell Eberhart a desenvolverem o algoritmo PSO? Justifique, contextualizando com a disciplina.
- 2) Em quais tipos de problemas a técnica PSO pode ser aplicada? Cite exemplos, justificando suas escolhas.
  - a. Explique as etapas do algoritmo PSO versão NNVM (Nearest Neighbor Velocity Matching):
  - b. Ajuste de velocidade
  - c. Craziness
  - d. Atualização da posição
  - e. Critério de parada
- 3) Qual a finalidade da etapa de “avaliação da população do PSO versão TCV (The Cornfield Vector)?
- 4) Quais critérios de parada podem ser adotados para limitar a execução do PSO? Justifique.
- 5) Pode-se afirmar que o PSO é um algoritmo totalmente aleatório? Justifique.
- 6) Considerando os 3 indivíduos a seguir (com seus respectivos vetores de posição e velocidade) e a posição-objetivo, efetue uma iteração do algoritmo PSO versão TCV, executando todas suas etapas.

$$I_1 \Rightarrow \begin{matrix} P = [-1 & 0] \\ V = [4 & -5] \end{matrix} \quad I_2 \Rightarrow \begin{matrix} P = [1 & -2] \\ V = [2 & -2] \end{matrix} \quad I_3 \Rightarrow \begin{matrix} P = [5 & -4] \\ V = [-4 & 3] \end{matrix} \quad \text{Objetivo} \Rightarrow P = [0 \quad 0]$$

$$\text{Lembre-se: } D(P_1(x_1, y_1), P_2(x_2, y_2)) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \text{ e } P(t+1) = P(t) + v$$

- 7) O que pode acontecer ao estabelecer uma probabilidade muito alta para a ocorrência de Craziness? Justifique sua resposta.
- 8) Explique, com suas palavras, a(s) diferença(s) entre as abordagens “Nearest Neighbor Velocity Matching” e “The Cornfield Vector” do PSO.
- 9) O que representam os termos ‘pbest’ e ‘gbest’ no PSO versão TCV (The Cornfield Vector)? Como eles se associam com o ramo da sociobiologia, e qual a sua importância no algoritmo? Explique.
- 10) Considerando os recursos oferecidos pelos processadores atuais, sugira melhorias que poderiam ser feitas para acelerar a execução do algoritmo PSO, bem eventuais complicações e restrições.
- 11) Explique as etapas do algoritmo PSO versão Canônica (Canonical PSO).
- 12) Explique com as suas palavras a função dos seguintes parâmetros do algoritmo PSO versão Canônica (Canonical PSO):

- Coeficiente de Inércia ( $\omega$ );
- Velocidade Inicial da Partícula  $k$  ( $V_i^k$ );
- Fatores de Aprendizado ( $c_1$  e  $c_2$ );
- Quais os valores típicos utilizados na literatura para o Coeficiente de Inércia e Fatores de Aprendizado?

**13)** Considerando os 3 indivíduos a seguir (com seus respectivos vetores de posição e velocidade) e a posição-objetivo, efetue uma iteração do algoritmo Canonical PSO, executando todas suas etapas.

$$I_1 \Rightarrow \begin{matrix} P = [-1 & 0] \\ V = [4 & -5] \end{matrix} \quad I_2 \Rightarrow \begin{matrix} P = [1 & -2] \\ V = [2 & -2] \end{matrix} \quad I_3 \Rightarrow \begin{matrix} P = [5 & -4] \\ V = [-4 & 3] \end{matrix} \quad \text{Objetivo} \Rightarrow P = [0 & 0]$$

**Obs.:** Os parâmetros do PSO devem ser definidos pelo aluno e a influência deles explicada.

**14)** Considere que três partículas ( $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ ) estão tentando alcançar o ponto-objetivo (0,0) em um espaço de busca bidimensional, conforme ilustrado no gráfico a seguir. As posições e velocidades, inicializadas aleatoriamente, estão dispostas na tabela abaixo.

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| $P_1$ | Pos.: | +12,0 | +9,0  |
|       | Vel.: | +1,2  | -0,6  |
| $P_2$ | Pos.: | -5,0  | -12,0 |
|       | Vel.: | -0,8  | +1,4  |
| $P_3$ | Pos.: | +15,0 | -8,0  |
|       | Vel.: | +0,4  | +0,9  |

- Para cada indivíduo, encontre qual indivíduo estará mais próximo dele. Para tal, utilize a métrica de distância euclidiana.
- Com base no resultado obtido no item anterior, realize o ajuste de velocidade nos indivíduos, por meio da correspondência com o vizinho mais próximo. Mostre as novas velocidades das partículas após esta operação.
- Realize uma operação de *craziness* no terceiro indivíduo da população. Considere que esta operação diminui em 10% a magnitude da velocidade em x e aumenta em 10% a magnitude da velocidade em y do indivíduo. Mostre a nova velocidade deste indivíduo após esta operação.
- Realize a atualização da posição dos indivíduos. Mostre as novas posições das partículas após esta operação.
- Faça a avaliação da população, indicando seu melhor indivíduo. Para tal, utilize a métrica de distância euclidiana.

- f) Considerando que o critério de parada seja “distância do melhor indivíduo da população ao objetivo ser inferior a 10”, é possível afirmar que a execução do algoritmo terá chegado ao fim? Justifique.

- 15) Considere a função de Booth com mínimo global  $f(1,3) = 0$  dada por:  $f(x,y) = (x + 2y - 7)^2 + (2x + y - 5)^2$ . No contexto de uma otimização por Enxame de Partículas (PSO - Particle Swarm Optimization), uma população foi criada aleatoriamente com os seguintes indivíduos, representados com suas respectivas posições e velocidades vetoriais iniciais:

|    |       |      |      |
|----|-------|------|------|
| P1 | Pos.: | +2,0 | +2,3 |
|    | Vel.: | +1,4 | -0,6 |

|    |       |      |      |
|----|-------|------|------|
| P2 | Pos.: | +3,5 | -0,6 |
|    | Vel.: | +0,8 | +0,4 |

|    |       |      |      |
|----|-------|------|------|
| P3 | Pos.: | -0,5 | -2,2 |
|    | Vel.: | +1,4 | +1,2 |

- Para cada indivíduo, encontre qual indivíduo estará mais próximo dele. Utilize como métrica a distância euclidiana dada por:  $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ .
- Com base no resultado obtido no item anterior, realize o ajuste de velocidade nos indivíduos, por meio da correspondência com o vizinho mais próximo. Mostre as novas velocidades das partículas após esta operação.
- Realize uma operação de craziness no primeiro indivíduo da população. Considere que esta operação aumenta em 10% a magnitude da velocidade em x e diminui em 10% a magnitude da velocidade em y; Mostre a nova velocidade deste indivíduo após esta operação.
- Realize a atualização da posição dos indivíduos. Mostre as novas posições das partículas após esta operação.
- Faça a avaliação da população, indicando seu melhor indivíduo. Para tal, utilize a própria função do enunciado.
- Considerando que o critério de parada seja “distância do melhor indivíduo da população ao objetivo ser inferior a 1”, é possível afirmar que a execução do algoritmo terá chegado ao fim? Justifique.