

# Fundamentos de Inteligência Artificial [5COP099]



Dr. Sylvio Barbon Junior

Departamento de Computação - UEL

Disciplina Anual

---

# Aula 20

## PSO - Particle Swarm Optimization

# Sumário

---

- Introdução
- Formalização
- Passo-a-Passo
- Algoritmo
- Demonstração

## Introdução

---

- Swarm Intelligence é uma técnica de inteligência artificial baseada no estudo do coletivo de maneira:
  1. Decentralizada;
  2. Auto-organizada;
- A principal característica é a formação da população por agentes simples;
- A ação de cada indivíduo mapeia as possibilidades para indicar o comportamento global;
- Os principais exemplos destes comportamentos na natureza são:
  1. Colônia de Formigas;
  2. Revoada de Pássaros;
  3. Rebanho de ovelhas;
  4. Cardume de peixes;

## Introdução

---

- Criado por James Kennedy e Russell Eberhart, a base do algoritmo é a interação entre os membros da população movendo rumo a melhores posições do espaço do problema;
- A exploração (**Exploration**) é o conceito do algoritmo para explorar diferentes regiões do espaço de busca para localizar um ótimo.
- Outro conceito (**Exploitation**) se concentra na sub-exploração para refinar uma solução candidata;
- Cada partícula apresenta as seguintes características:
  1. Memória - local best
  2. Conhecimento - global best
  3. Velocidade

## Aula 20 - PSO

# Formalização

---

- A velocidade  $v_i(t)$  modifica a posição da partícula:  
$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$
- Onde,  $v_i$ :  
$$v_i(t) = v_i(t-1) + c_1 x_1(localbest(t) - x_i(t-1)) + c_2 r_2(globalbest(t) - x_i(t-1)), \text{ onde:}$$
  - $x_i(0) = U(x_{min}, x_{max})$
  - $c_1$  (individual) e  $c_2$  (grupo) são coeficientes de aceleração (ou taxa de aprendizado);
  - $r_1$  e  $r_2$  são vetores aleatórios;

## Aula 20 - PSO

# Passo-a-Passo

---

- Considere o exemplo:
  - $\text{Min } f(x)$ , onde  $x(B) \leq x \leq x(A)$
  - Considere  $x(B)$  como o limite **inferior**;
  - Considere  $x(A)$  como o limite **superior**;
1. Crie uma população inicial  $x$  com valores entre  $x(B)$  e  $x(A)$  com  $N$  partículas; O ideal é que a população seja distribuída por todo o espaço de busca; A partícula é denotada por um vetor de coordenadas (similar ao cromossomo do GA);
  2. Após ajustada a velocidade conforme equação (slide anterior) para cada partícula, as mesmas se movem rumo ao ponto ótimo; Inicialmente a velocidade é 0;

## Aula 20 - PSO

# Passo-a-Passo

---

- Depois da  $i_{esima}$  iteração, são encontrados dois importantes parâmetros:
  1. O melhor valor entre todas as partículas  $x_j(i)$  que foi encontrado na  $i_{esima}$  iteração ( $G_{best}$ ) é o menor valor encontrado.
- A principal característica da solução PSO é a análise da convergência.
- Se a posição de todas as partículas tendem a um mesmo valor, existe convergência;
- Se não há convergência a velocidade é modificada;
- Este processo é iterado até que as partículas tenham convergência para uma mesma solução;



## Aula 20 - PSO

# Algoritmo

---

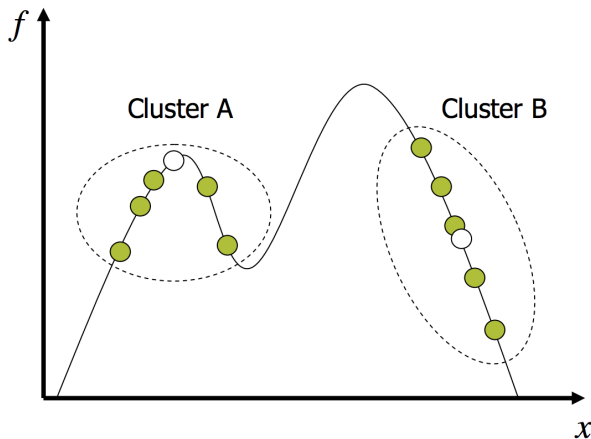
Geração aleatória da população inicial

**repeat**

- **for**  $i = 1$  to  $\text{size}(\text{populacao})$ 
  - if  $f(x_i) < f(p_i)$  then  $p_i = x_i$
  - $p_g = \min(p_{\text{neighbours}})$ 
    - **for**  $d=1$  to dimensions do
    - `atualizaVelocidade()`
    - `atualizaPosicao()`
    - **end**
  - **end**

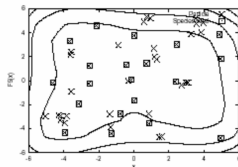
**until** critério de parada alcançado

# Demonstração

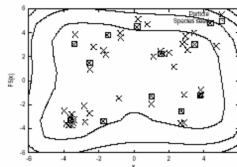


# Aula 20 - PSO

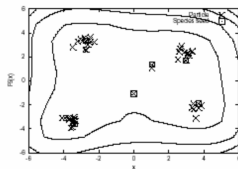
## Demonstração



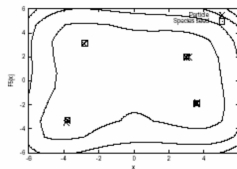
(a) step 1



(b) step 4



(c) step 10



(d) step 66

Aula 20 - PSO

## Demonstração

---

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/transcoded/a/ae/Flock\\_of\\_birds\\_at\\_Rome.ogg/Flock\\_of\\_birds\\_at\\_Rome.ogg.480p.ogv?id=0](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/transcoded/a/ae/Flock_of_birds_at_Rome.ogg/Flock_of_birds_at_Rome.ogg.480p.ogv?id=0)  
<https://www.youtube.com/watch?v=7Cv40nljDHs>

## Lista de Referências

---

1. Henneth A. de Jong, Evolutionary Computation: A Unified Approach, MIT, 2006
2. M. Dorigo, Optimization, Learning and Natural Algorithms, PhD thesis, Politecnico di Milano, Italie, 1992
3. Kennedy, J.; Eberhart, R. (1995). "Particle Swarm Optimization". Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. IV. pp. 1942–1948. doi:10.1109/ICNN.1995.488968.
4. Shi, Y.; Eberhart, R.C. (1998). "A modified particle swarm optimizer". Proceedings of IEEE International Conference on Evolutionary Computation. pp. 69–73.
5. Kennedy, J.; Eberhart, R.C. (2001). Swarm Intelligence. Morgan Kaufmann. ISBN 1-55860-595-9.