



Universidade Federal
de Santa Catarina

Inteligência Artificial II

Engenharia de Computação

Sistemas Baseados em Enxames

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

Email: anderson.perez@ufsc.br

Sumário

- Introdução
- Otimização por colônia de formigas
- Otimização por enxame de partículas

Introdução

- Sistemas baseados em enxame modelam populações de indivíduos simples, com pouca capacidade de processamento.
- A população de indivíduos forma sistemas descentralizados e auto-organizáveis.
- A interação entre esses indivíduos fazem emergir padrões de inteligência capazes de resolver problemas complexos.

Introdução

- Propriedades da inteligência coletiva
 - Proximidade
 - Os agentes devem ser capazes de interagir.
 - Qualidade
 - Os agentes devem ser capazes de avaliar seu comportamento.
 - Diversidade
 - O sistema deve reagir a situações inesperadas.
 - Estabilidade
 - Nem todas as variações ambientes devem afetar o comportamento de um agente.
 - Adaptabilidade
 - Capacidade do agente de se adequar a mudanças ambientais.

Introdução

- Inteligência coletiva
 - Propriedade emergente de um sistema coletivo que resulta de seus princípios de proximidade, qualidade, diversidade, estabilidade e adaptabilidade.
 - Um sistema de enxame é composto por um conjunto de agentes capazes de interagir entre si e com o meio ambiente.

Otimização por colônia de formigas

- Algoritmo de propósito geral que pode ser utilizado para resolver diferentes tipos de problemas de otimização.
- Características:
 - Versatilidade: pode ser aplicado a versões similares do mesmo problema.
 - Robustez: com pequenas modificações pode ser aplicado a problemas similares.
 - Baseado em população: utiliza população de indivíduos na busca de uma solução.



Otimização por colônia de formigas

- No algoritmo “**as formigas**” são tratados como agentes com capacidade muito simples.
- Uma característica interessante do estudo sobre as formigas e como essas estabelecem o melhor (menor) caminho entre a fonte de alimento e sua colônia.

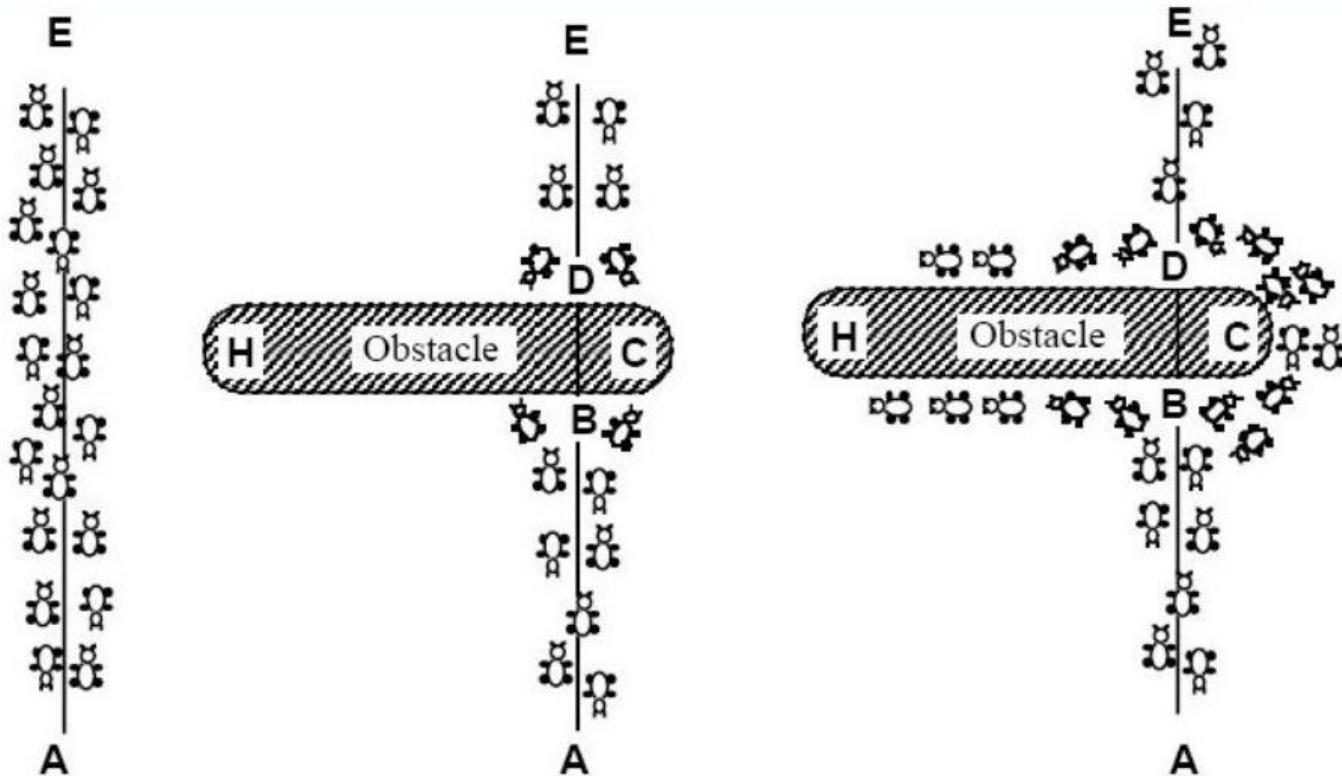


Otimização por colônia de formigas

- A comunicação entre as formigas é realizada por meio de uma substância química que uma formiga libera ao longo do caminho.
- Essa substância é conhecida como feromônio.
- Uma formiga decide, com uma grande probabilidade, seguir a trilha de feromônio.
- Quando mais formigas seguirem a trilha, mais esta se tornará atraente (*feed-back* positivo).

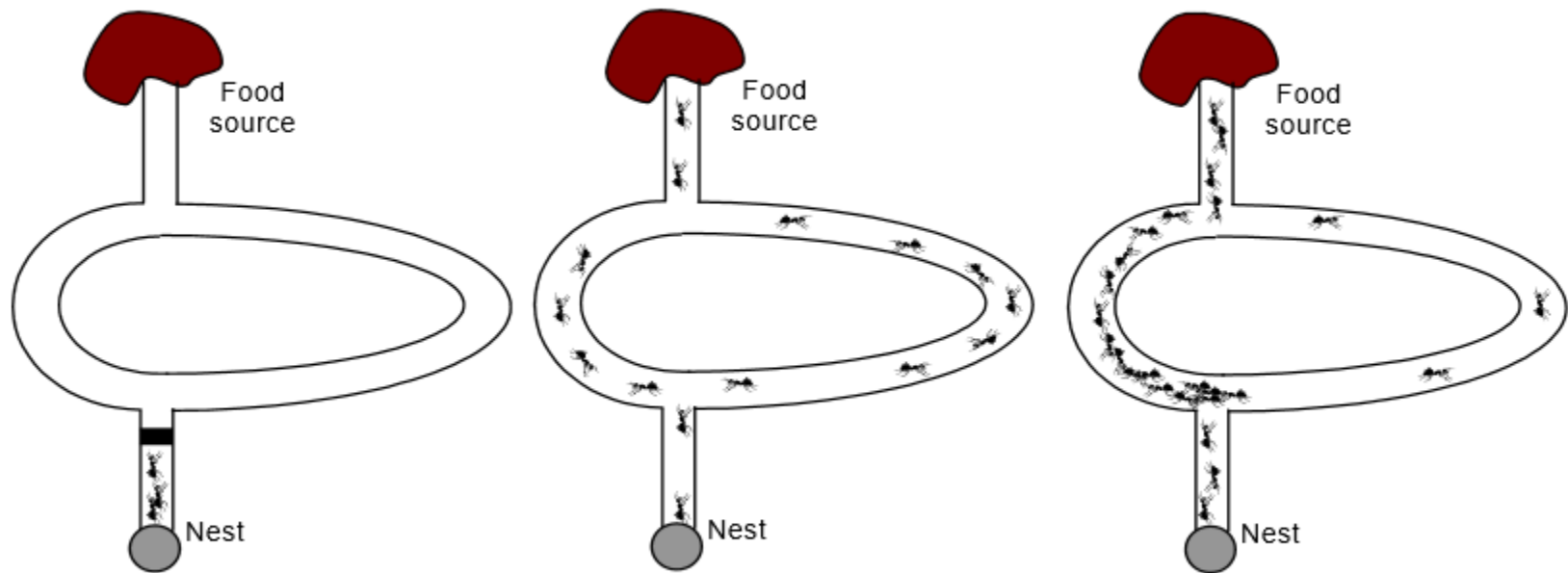
Otimização por colônia de formigas

- Exemplo 1: **escolha do menor caminho**



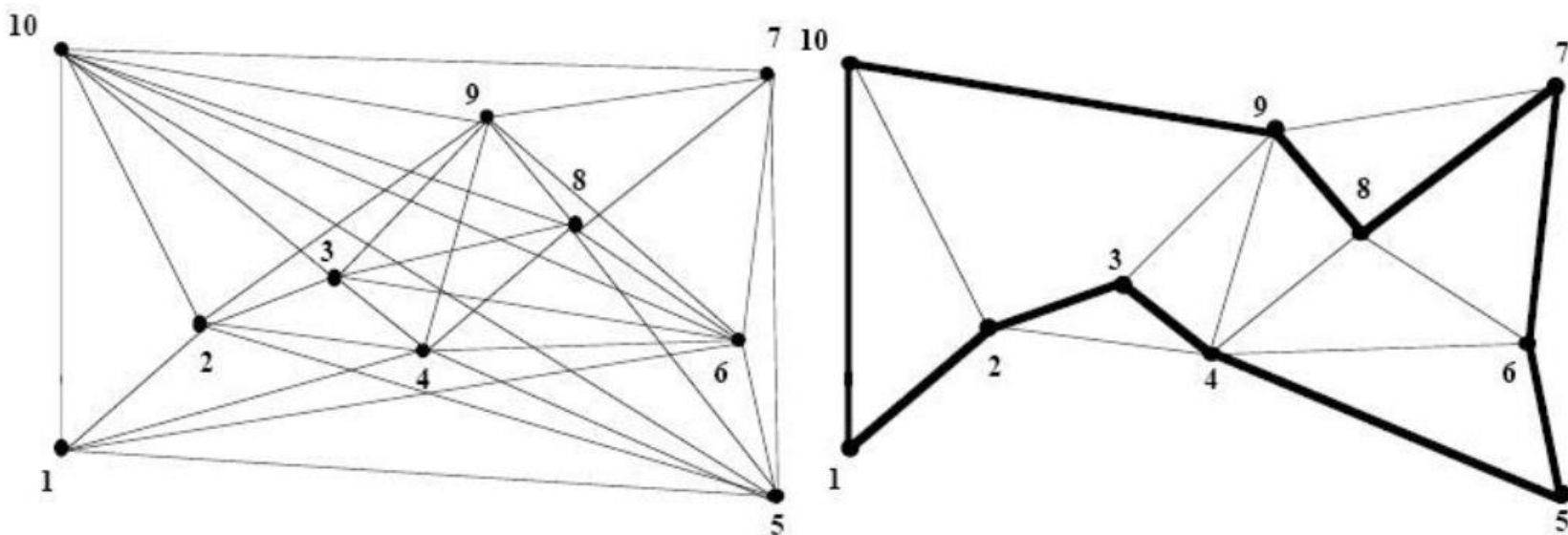
Otimização por colônia de formigas

- Exemplo 2: **escolha do menor caminho**



Otimização por colônia de formigas

- Exemplo 3: problema do caixeiro viajante



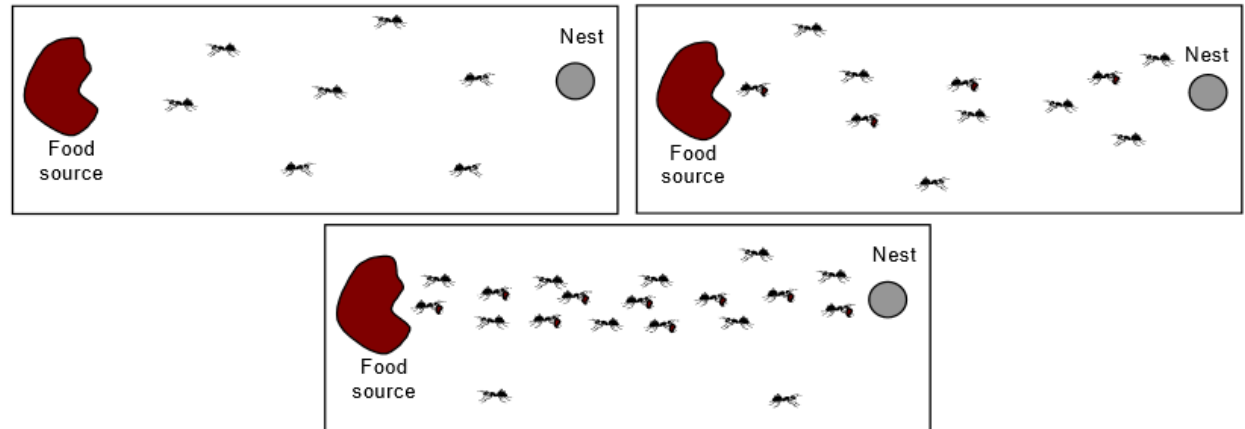
Otimização por colônia de formigas

- As formigas em um sistema simulado possuem as seguintes características:
 - Possuem memória
 - Não são totalmente cegas
 - Vivem em um ambiente onde o tempo é discreto

Otimização por colônia de formigas

- Recrutamento

- Nome dado ao comportamento de reunir um grande número de formigas coletores em torno de uma determinada fonte de alimento.
- O recrutamento pode ser:
 - Em massa
 - Em grupo
 - Em linha



Otimização por colônia de formigas

- Algoritmo ACO

procedure [best] = ACO(max_it)

 initialize τ_{ij} //usually every edge is initialized with the same τ_0

 place each ant k on a randomly selected edge

$t \leftarrow 1$

while $t < \text{max_it}$ **do**,

for $i = 1$ to N **do**, //for each ant

 build a solution using a probabilistic transition rule $(e-1)$ times. The rule is function of τ and η

 // e is the number of edges on the graph G

end for

 evaluate the cost of every solution built

if an improved solution is found,

then update the *best* solution found

end if

 update pheromone trails

$t \leftarrow t + 1$

end while

end procedure

Otimização por enxame de partículas

- Técnica de otimização estocástica baseada no comportamento social da revoada de pássaros e de cardume de peixes.
- É baseado em uma população de soluções, a cada nova geração as soluções são melhoradas.
- Não possuem operadores de evolução como cruzamento e mutação.

Otimização por enxame de partículas

- As soluções potenciais, conhecidas como partículas, voam através do espaço de busca, seguindo as melhores partículas no momento.
- Todas as partículas possuem resultados (fitness) e são comparadas com pássaros em busca de comida.
- Em cada interação cada partícula é melhorada, seguindo dois melhores valores:
 - O melhor resultado que esta partícula encontrou anteriormente (pBest);
 - Melhor valor obtido por qualquer outra partícula da população (gBest).

Otimização por enxame de partículas

- As partículas que forma a solução movimentam-se no espaço de busca à procura da melhor solução.
- O movimento é regido pela velocidade da partícula, que é definido por:
 - Velocidade atual da partícula
 - Influência da melhor posição já encontrada pela partícula (componente cognitiva)
 - Influência da melhor solução encontrada pela vizinhança da partícula.

Otimização por enxame de partículas

- A velocidade da partícula é atualizada conforme a equação:

$$v_{id}(t+1) = wv_{id}(t) + c_1r_1(t)[y_{id}(t) - x_{id}(t)] + c_2r_2(t)[y_{gd}(t) - x_{id}(t)]$$

- Onde:
 - $V_{id}(t)$ – velocidade atual da partícula i na dimensão d .
 - w – peso inercial. (alto – busca em amplitude); (baixo – busca em profundidade).
 - c_1 e c_2 – constante de aceleração.
 - $c_1r_1(t)[y_{id}(t) - x_{id}(t)]$ - qualidade da posição atual da partícula em relação a melhor posição já encontrada por ela.
 - $c_2r_2(t)[y_{gd}(t) - x_{id}(t)]$ - qualidade da posição atual da partícula em relação a melhor posição já encontrada por sua vizinhança.
 - r_1 e r_2 – números aleatórios.

Otimização por enxame de partículas

- Cada partícula é representada por três vetores que representam:
 - Posição da partícula no espaço de busca d-dimensional.

$$\vec{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id})$$

- Melhor posição encontrada pela própria partícula.

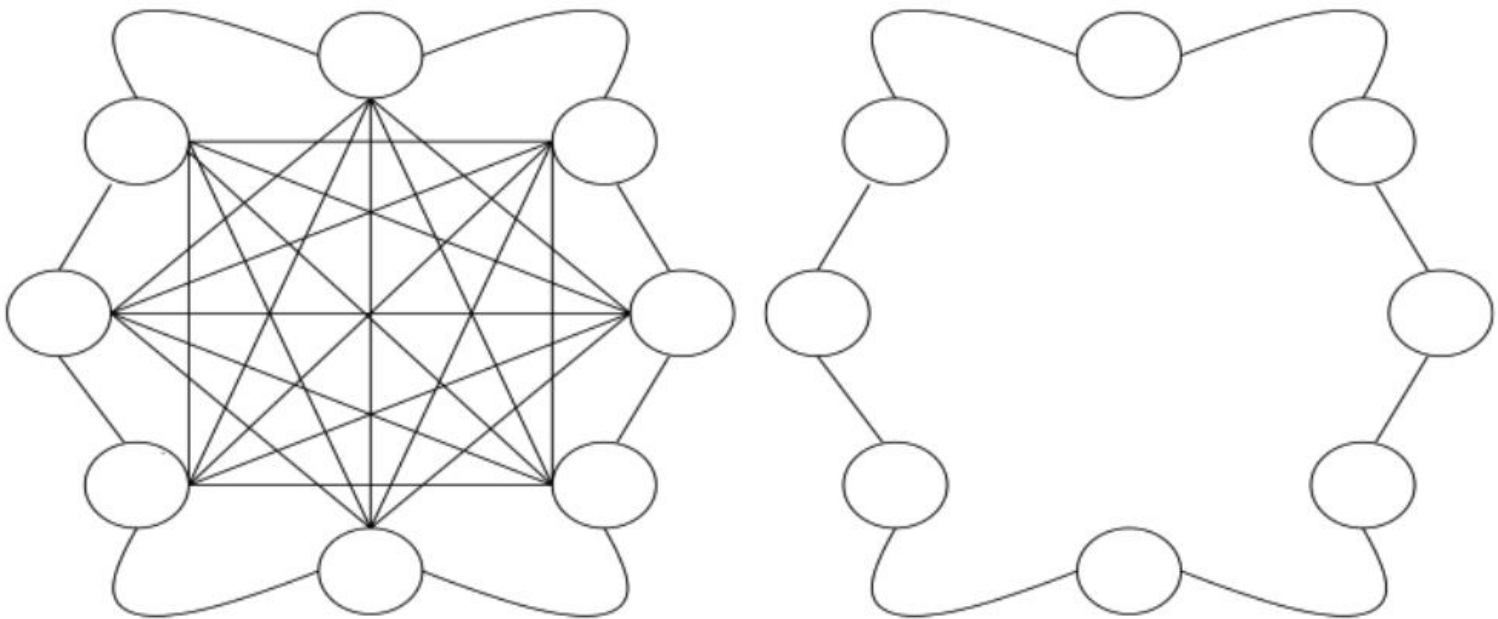
$$\vec{y}_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{id})$$

- Velocidade atual da partícula.

$$\vec{v}_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{id})$$

Otimização por enxame de partículas

- Topologia
 - Estrela e anel



Otimização por enxame de partículas

- Algoritmo do PSO

```
cria e inicializa um enxame  $d$ -dimensional;  
repita  
  para cada partícula do enxame faça  
    para cada dimensão  $d$  faça  
      se  $f(x_{id}) < f(y_{id})$  então  
         $y_{id} = x_{id}$ ;  
      fim;  
      se  $f(y_{id}) < f(y_{gd})$  então  
         $y_{gd} = y_{id}$ ;  
      fim;  
    fim;  
  fim;  
  para cada partícula do enxame faça  
    atualiza a velocidade atual da partícula conforme equação (1);  
    atualiza a posição atual da partícula conforme equação (2);  
  fim;  
enquanto nenhuma condição de parada for satisfeita;
```

Otimização por enxame de partículas

- Exemplo: ações negociadas na bolsa de valores

