
Aula 09:

Computação Evolutiva e Conexionista – Algoritmos do tipo ‘Colônia de Formigas’

Prof. Hugo Puertas de Araújo
hugo.puertas@ufabc.edu.br
Sala: 509.2 (5º andar / Torre 2)

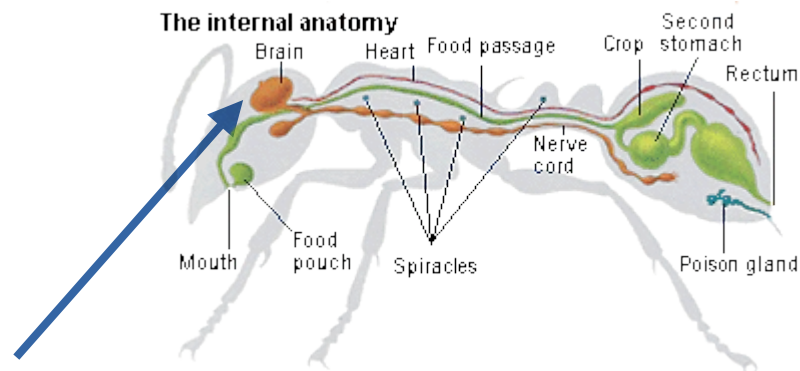
■ Agenda

- Auto-organização
- Modelamento vs projeto (design)
- Ant Colony Optimization – ACO

Computação Evolutiva e Conexionista



Auto-organização



■ Nível de modelo:

- ❖ Inseto é um organismo complexo (circuitos neuronais p/ controle motor fino)
- ❖ Mas p/ efeito de modelamento, não é necessário compreender minúcias do seu deslocamento (movimentação é comportamento simples)

■ Comportamento emergente surge por auto-organização através da interação entre os agentes

■ Modelamento vs projeto

■ Modelamento

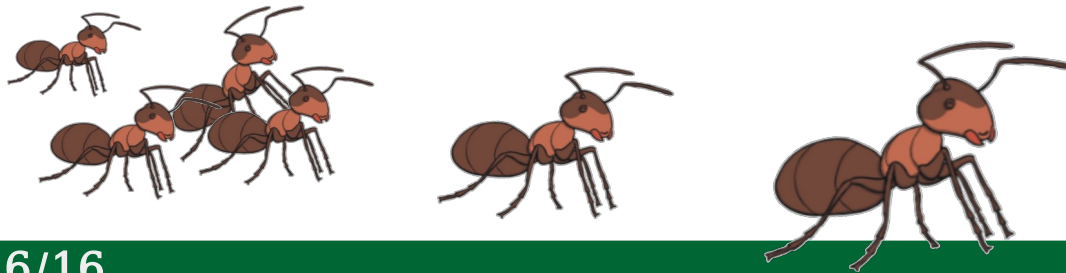
- ❖ Observar características e comportamentos relevantes (simplificar p/ focar no essencial, no que importa)
- ❖ Características desejadas: robustez, adaptabilidade, descentralização, flexibilidade e capacidade de resolver problemas

■ Projeto

- ❖ Implementar as funcionalidades essenciais para o desempenho do sistema
- ❖ Escopo focado na solução de problemas, ou focado na plausibilidade biológica (testabilidade de sistemas biológicos)

Algoritmos bioinspirados – Insetos sociais

- Formigas unem os próprios corpos p/ dobrar folhas e formar o ninho.
- Formigas cortadeiras organizam verdadeiras autoestradas até o sítio de forrageamento.
- No ninho, formigas se especializam em certas atividades.



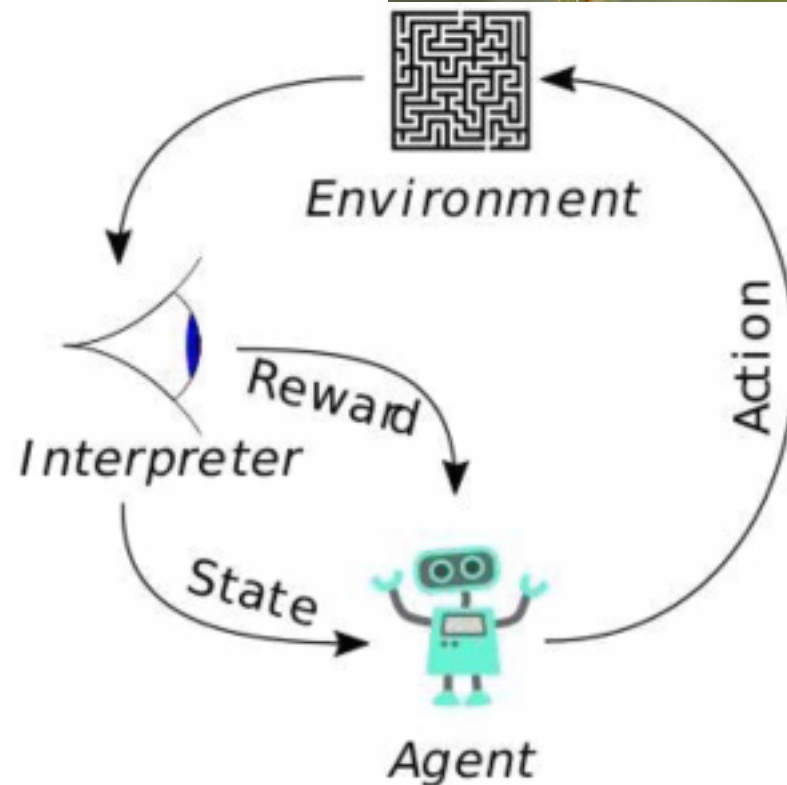
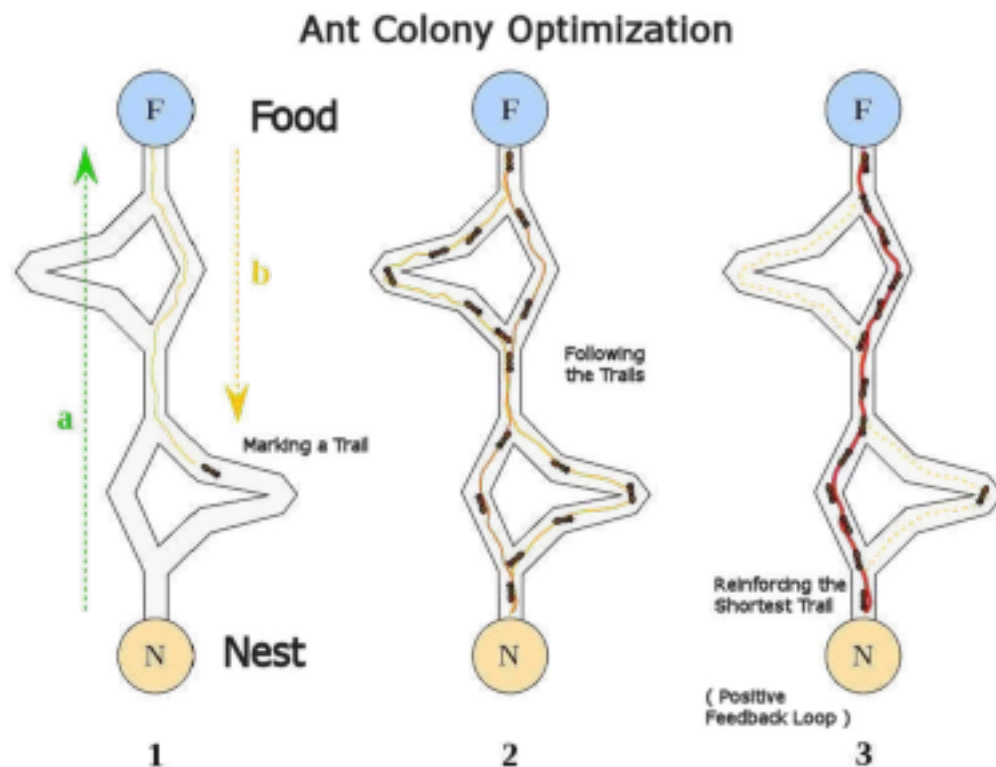
■ Ant Colony Optimization – ACO

- Baseado no comportamento de forrageamento de formigas sociais.
- Uso de feromônios (marcadores químicos) simulados como forma indireta de comunicação.
- Indicado para otimização de problemas de otimização discreta (como encontrar o menor caminho em um grafo).

■ Ant Colony Optimization – ACO

- Inicialmente, cada formiga segue um caminho aleatório.
- Após algum tempo, observa-se que as formigas começam a preferir um certo caminho: o que estiver marcado mais fortemente com um feromônio.
- Quanto mais formigas usam um certo caminho, mais forte é o feromônio no mesmo. Outros caminhos, mesmo marcados, tendem a desaparecer (evaporação do feromônio com o tempo).

Ant Colony Optimization



■ Ant Colony Optimization – Algoritmo

- Gerar população aleatória (cada formiga é posicionada em 1 nó aleatório do grafo)
- Cada formiga gera uma solução (caminha aleatoriamente pelo grafo)
- Comparar as soluções (menor caminho percorrido)
- Atualizar intensidade de feromônio p/ cada aresta do grafo
- Repetir

Ant Colony Optimization



Intensidade do rastro.
Ajustado *a posteriori*.

Parâmetros ajustáveis: [0;1]

$$p_{ij}^k(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in j_i^k} [\tau_{il}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{il}]^\beta}$$

Desejabilidade de seguir por esse caminho: condição atrelada ao problema a ser resolvido. Ajustado *a priori*.

Probabilidade de escolha de uma dada aresta no grafo p/ seguir

Ant Colony Optimization



Coeficiente de evaporação do
feromônio

formigas

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \underbrace{\sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k}_{\text{Quantidade de feromônio anteriormente depositado pela formiga } k.}$$

Quantidade de
feromônio
anteriormente
depositado pela
formiga k .

Atualização do nível de feromônio em cada aresta do grafo
(caminho de $i \rightarrow j$)

■ Ant Colony Optimization

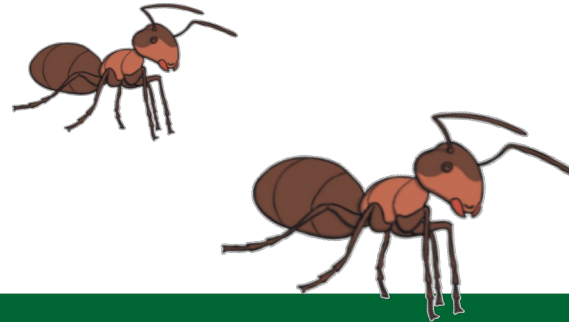
■ Algumas variações:

- ❖ Atualização do nível de feromônio durante percurso (através de regra local de atualização).
- ❖ Somente a melhor formiga (melhor solução) pode atualizar o nível de feromônio.
- ❖ Somente as k melhores formigas podem atualizar o nível de feromônio.

Exploração vs Exploração

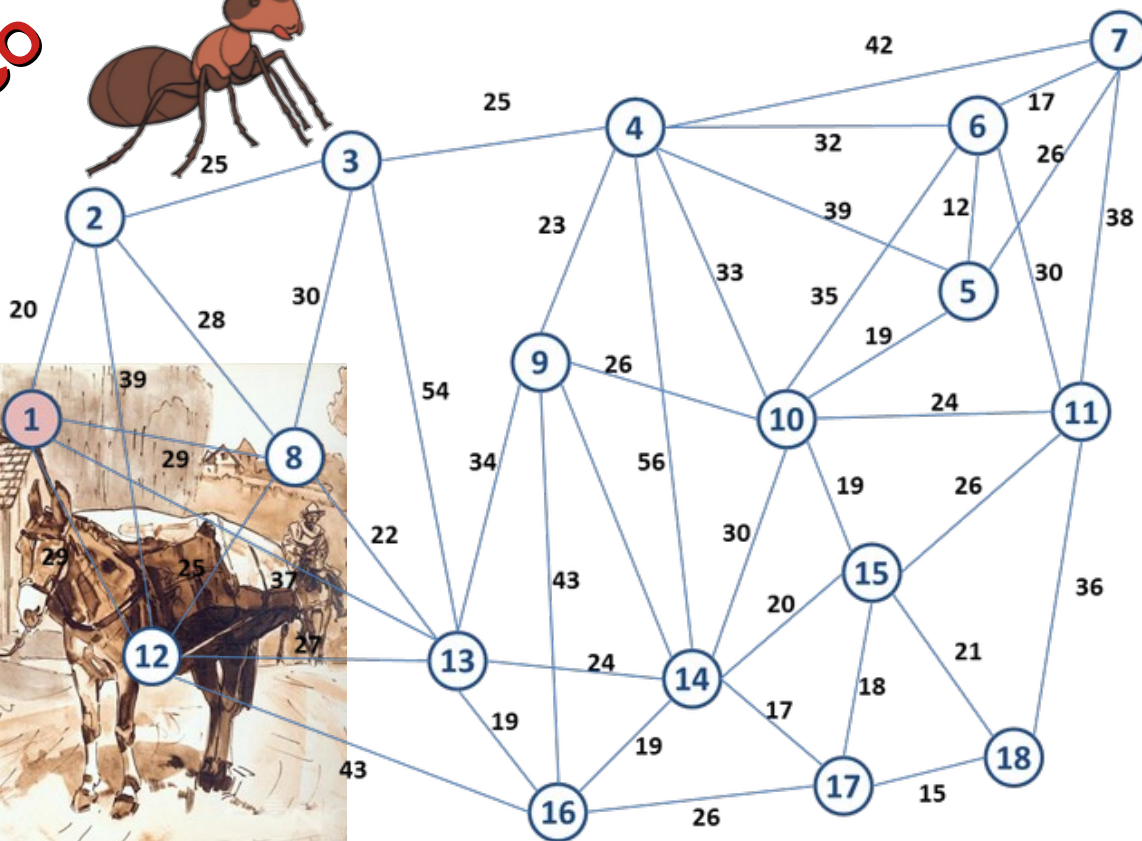
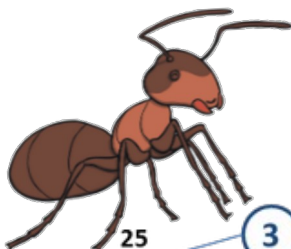
Exercício

E.: O que faz o comportamento das formigas (agentes) variar entre exploração e exploração?



Aplicações: Caixeiro viajante

Versão ACO

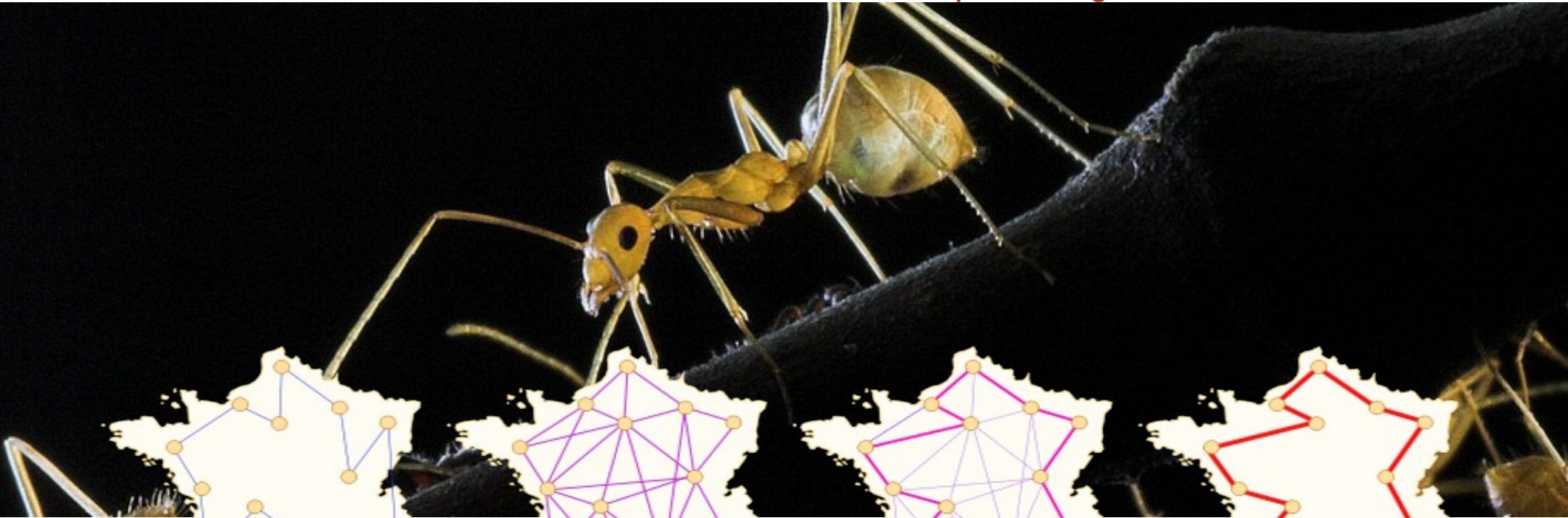


#	$[(n-1)!]/2$
3	1
4	3
5	12
6	60
7	360
8	2520
9	20160
10	181440
11	1814400
12	19958400
13	239500800
14	3113510400
15	43589145600
16	653837184000
17	10461394944000
18	177843714048000
19	3201186852864000
20	6,08225502044E+16
25	3,10224200867E+23
30	4,42088099687E+30

<https://poolik.github.io/visual-aco/#/visualisation>

Aplicações: Antnet

<https://antnetalgorithm.blogspot.com/>
<http://www.giannidicaro.com/antnet.html>



1

2

3

4