

ACO – “Ant Colony Optimization” Exercícios

- Indique se as seguintes afirmações são verdadeiras ou falsas e justifique:
 - O algoritmo ACO não pode ser aplicado a todos os problemas de otimização.
 - No algoritmo ACO existe comunicação entre todas as partículas.
 - Nos algoritmos de inteligência de enxame ACO, poderá existir um mecanismo de controlo centralizado.
- Considere que é necessário determinar a rota de menor distância percorrida por um veículo, devendo passar obrigatoriamente por cinco locais, com distâncias representadas nas tabelas da Figura:

0	2	5	5	3
2	0	2	4	6
5	2	0	5	5
5	4	5	0	6
3	6	5	6	0

(a) Distâncias

0	0,1	0,1	0,2	0,2
0,1	0	0,1	0,2	0,3
0,1	0,1	0	0,5	0,1
0,2	0,2	0,5	0	0,6
0,2	0,3	0,1	0,6	0

(b) taxas de feromona

Figura 1. Valores de distâncias entre nós e taxas atuais de feromona (b).

Pretende-se resolver o problema pelo algoritmo ACO.

a. Proponha a representação da solução e função de avaliação

Representação da solução = **array de 5 inteiros**.

Por exemplo a rota 1-2-3-4-5 é representada pelo array $S=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$ (ou $S=[A\ B\ C\ D\ E]$)

função de avaliação = **Distância total percorrida naquela rota**

= $\text{dist}(S(1),S(2)) + \text{dist}(S(2),S(3)) + \text{dist}(S(3),S(4)) + \text{dist}(S(4),S(5)) + \text{dist}(S(5),S(1))$

- b. Determine a probabilidade de escolha do próximo local a visitar para uma formiga partindo do nó "C". A tabela a) indica as distâncias entre os locais e os valores iniciais de feromona estão representados na tabela b) da Figura 1. Considere os parâmetros de influência da taxa de feromona e heurísticas iguais a 1.

Probabilidade de escolha do próximo local a visitar para uma formiga partindo do nó "C" (ou cidade 3):

De acordo com fórmulas (ACO):

$$\phi_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}(t)^\alpha \eta_{ij}^\beta}{\sum_{c \in C_{i,k}} \tau_{ic}(t)^\alpha \eta_{ic}^\beta}, & \text{se } j \in C_{i,k} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$P(3,1) = [0,1 \cdot (1/5)] / [0,1 \cdot (1/5) + 0,1 \cdot (1/2) + 0,5 \cdot (1/5) + 0,1 \cdot (1/5)] \\ = 0,02 / (0,02 + 0,05 + 0,1 + 0,02) = 0,02 / 0,19 = 0,1053 = 10,53\%$$

$$P(3,2) = 0,1 \cdot (1/2) / 0,19 = 0,2632 = 26,32\%$$

$$P(3,4) = 0,5 \cdot (1/5) / 0,19 = 0,5263 = 52,63\%$$

$$P(3,5) = 0,1 \cdot (1/5) / 0,19 = 0,1053 = 10,53\%$$

$$P(3,1) = 10.5\%$$

$$P(3,2) = 26.3\%$$

$$P(3,4) = 52.6\%$$

$$P(3,5) = 10,5\%$$

Cities			
1	0,02	0,105263	
2	0,05	0,263158	
4	0,1	0,526316	
5	0,02	0,105263	
	0,19	1	

(na resolução completa deve apresentar-se todos os passos necessários para o cálculo destas probabilidades)

c. De que forma poderia aplicar o método da roleta para a seleção do próximo nó a visitar.

Pelo método da roleta, as áreas correspondentes na roleta são:

R1=10,5

R2=36,8

R4=89,4

R5=100

Geramos um valor aleatório entre 0 e 1. Por exemplo:

```
>> rand|
ans =
    0.8147
>> |
```

Neste caso escolheríamos a “cidade 4 (R4)” (pois corresponde ao intervalo entre 36,8 e 89,4).

d. Suponha que após a primeira iteração, a rota determinada por uma formiga foi "**32154**". Admitindo que a aresta **2-1** está apenas incluída nesta rota, determine a nova concentração de feromona nesta aresta, usando uma taxa de evaporação de 0.8

Usando as fórmulas para atualização de feromonas pelo ACO:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t)$$

$$\Delta\tau_{ij,k}(t) \begin{cases} \frac{Q}{L_k(t)} & \text{se } (i,j) \in T_k(t) \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Sendo Q o valor ótimo e sendo desconhecido, podemos admitir o valor **Q=5** (pois nenhuma ligação tem valor inferior a 1).

L= Comprimento da rota **32154** = 2+2+3+6+5=18

Nova taxa de feromona na ligação “B-A” = (1-0,8)*0,1+(5/18)=0,29

Neste caso considerou-se apenas esta rota a incluir a aresta “BA”, caso contrários deveríamos considerar as contribuições de outras rotas.

- e. Para problemas de clustering, o algoritmo ACO tende a criar mais agrupamentos do que os habitualmente necessários. Qual a razão para este comportamento? Descreva uma estratégia para solucionar este problema

Qual a razão para este comportamento?

As formigas ao não possuírem memória para guardar a posição dos “grupos” anteriormente formados, corre-se o risco de criar um ou mais grupos para a mesma classe.

Descreva uma estratégia para solucionar este problema.

Podemos definir velocidades diferentes para as formigas, usar memória de curto prazo ou atribuir tarefas distintas a classes de formigas.

3. Considere o problema de otimização no qual se pretende resolver o conhecido problema da mochila com 10 objetos (Peso(i), Lucro(i)) $i=1,..10$ e uma mochila de capacidade “C”. Pretende-se aplicar o algoritmo ACO.
- a) Proponha uma representação para o problema e construção de soluções. Descreva como garantir apenas a geração de soluções válidas.
 - b) Proponha uma fórmula para cálculo da probabilidade do próximo objeto a incluir numa solução.
 - c) Proponha uma fórmula para atualização da taxa de feromona.
 - d) Como escolheria o número de formigas a utilizar? Discuta a influência deste parâmetro no desempenho do algoritmo.
4. Pretende-se implementar um agente inteligente para organização de documentos com base em 100 palavras-chave (vocabulário). O processo de escolha deve basear-se na frequência de ocorrência das palavra-chaves no texto das páginas – *term frequency*, penalizando as palavras que ocorrem com maior frequência em todos os documentos - *document frequency*.
- a) Como representaria cada texto?
 - b) Apresente um mecanismo baseado no algoritmo ACO para agrupar as páginas de conteúdo similar. Defina a representação para a grelha, objetos e número de formigas.
 - c) Proponha uma função para calcular a probabilidade de uma formiga pegar um objeto.