

INF1771 - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

LISTA DE EXERCÍCIOS 2

Aluno:

1. Você precisa construir um sistema para auxiliar os usuários do metro de Paris a encontrar a melhor rota entre as diversas estações do metro.

Considere que:

- O metro tem somente 4 linhas (Figura 1);
- A distância real entre duas estações é dada pela tabela 1 e a distância em linha reta é dada pela tabela 2;
- A velocidade média de um trem é de 40 km/h;
- O tempo gasto para trocar de linha dentro da mesma estação é de 5 minutos;

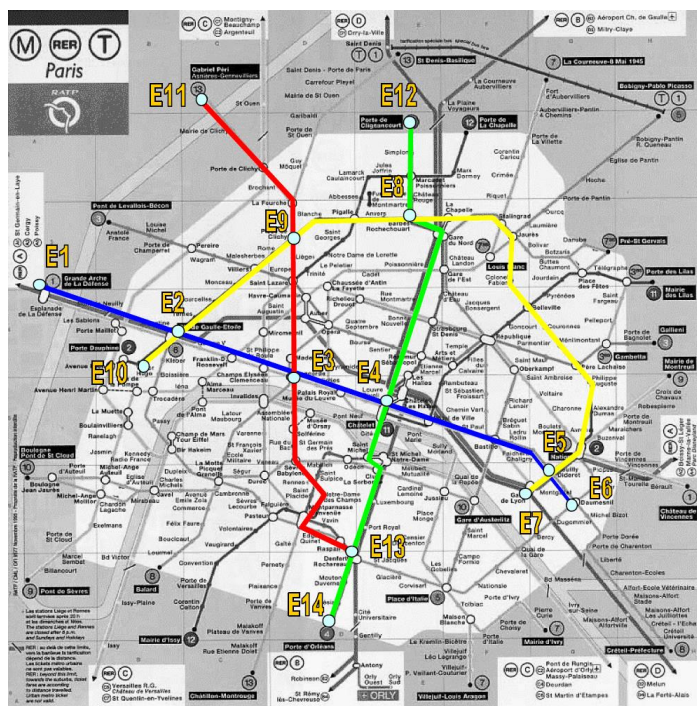


Figura 1: Linhas do metro de Paris.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
E1	-	10												
E2		-	8,5						10	3,5				
E3			-	6,3					9,4				18,7	
E4				-	13			15,3					12,8	
E5					-	3	2,4	30						
E6						-								
E7							-							
E8								-	9,6			6,4		
E9									-		12,2			
E10										-				
E11											-			
E12												-		
E13													-	5,1
E14														-

Tabela 1: Distancias reais entre as estações do metro de Paris.

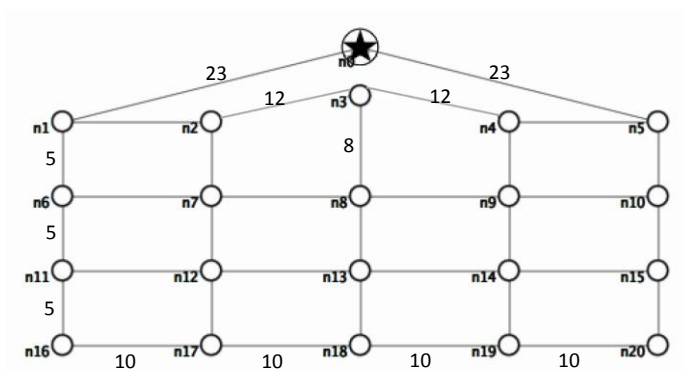
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
E1	-	10	18,5	24,8	36,4	38,8	35,8	25,4	17,6	9,1	16,7	27,3	27,6	29,8
E2		-	8,5	14,8	26,6	29,1	26,1	17,3	10	3,5	15,5	20,9	19,1	21,8
E3			-	6,3	18,2	20,6	17,6	13,6	9,4	10,3	19,5	19,1	12,1	16,6
E4				-	12	14,4	11,5	12,4	12,6	16,7	23,6	18,6	10,6	15,4
E5					-	3	2,4	19,4	23,3	28,2	34,2	24,8	14,5	17,9
E6						-	3,3	22,3	25,7	30,3	36,7	27,6	15,2	18,2
E7							-	20	23	27,3	34,2	25,7	12,4	15,6
E8								-	8,2	20,3	16,1	6,4	22,7	27,6
E9									-	13,5	11,2	10,9	21,2	26,6
E10										-	17,6	24,2	18,7	21,2
E11											-	14,2	31,5	35,5
E12												-	28,8	33,6
E13													-	5,1
E14														-

Tabela 2: Distancias em linha reta entre as estações do metro de Paris.

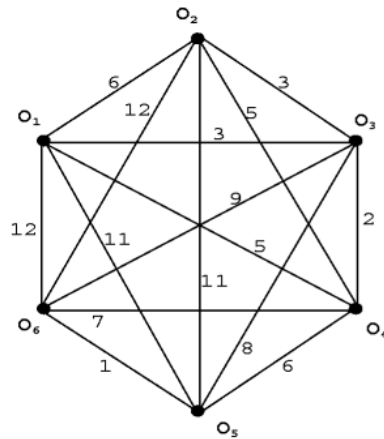
(a) Descreva o problema em termos de um problema de busca definindo o espaço de estados, o estado inicial, o estado final, os operadores de transição entre os estados (ações) e a função de avaliação utilizada pelo algoritmo de busca heurística A*.

(b) Realize uma busca utilizando o algoritmo A* para encontrar o melhor caminho para chegar a estação E7 partindo da estação E13. Construa a árvore de busca criada pela execução do algoritmo apresentando os valores de $f(n)$, $g(n)$ e $h(n)$ para cada nó.

2. Utilize o algoritmo de busca local Hill Climbing na rede mostrada abaixo para chegar ao nó em formato de estrela (n0) partindo do nó n18. Mostre a sequencia de nós visitados durante a execução do algoritmo. Utilize a distancia em linha reta aproximada para calcular a função heurística. Caso o algoritmo fique preso em um mínimo local, utilize o a variação do Hill Climbing com reinicialização aleatória.



3. O grafo abaixo mostra a localização de 6 itens em um mapa e as respectivas distâncias em quilômetros:



Tem-se um problema onde é necessário coletar os 6 itens com o menor custo possível usando um algoritmo genético.

- Proponha uma maneira de codificar os cromossomos.
- Defina uma função de aptidão para avaliar a qualidade dos cromossomos.
- Defina como o método de seleção dos pais será utilizado.
- Defina os operadores genéticos de recombinação e mutação.
- Gere uma população inicial de 4 cromossomos e avalie a aptidão deles.
- Aplique os operadores de recombinação e mutação sobre essa população para gerar uma nova geração, em seguida avalie a aptidão da nova geração. Repita esse processo por 5 gerações ou até que a solução do problema seja encontrada.

5. Considere a seguinte equação:

$$8x + y^3 - w + z^2 + x = 256$$

- Proponha uma maneira de codificar os cromossomos.
- Defina uma função de aptidão para avaliar a qualidade dos cromossomos.
- Defina como o método de seleção dos pais será utilizado.
- Defina os operadores genéticos de recombinação e mutação.
- Gere uma população inicial de 4 cromossomos e avalie a aptidão deles.
- Aplique os operadores de recombinação e mutação sobre essa população para gerar uma nova geração, em seguida avalie a aptidão da nova geração. Repita esse processo por 5 gerações ou até que a solução do problema seja encontrada.

6. Problema SAT

Seja $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ um vetor de n variáveis booleanas (i.e. cada variável x_i assume um dos valores em $\{0,1\}$). Seja $f(x) = [c_1(x) \wedge c_2(x) \wedge \dots \wedge c_m(x)]$ uma fórmula normal conjuntiva com m cláusulas, onde cada cláusula $c_j(x)$ é uma disjunção de literais, e um literal é uma das variáveis booleanas ou sua negação.

Por exemplo, considere um vetor com três variáveis $x = (x_1, x_2, x_3)$. Um exemplo de fórmula normal conjuntiva seria:

$$f(x) = [(x_1) \wedge (\neg x_2) \wedge (x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee \neg x_3)]$$

Composta pelas seguintes cláusulas:

$$c_1(x) = (x_1)$$

$$c_2(x) = (\neg x_2)$$

$$c_3(x) = (x_2 \vee \neg x_3)$$

$$c_4(x) = (x_1 \vee \neg x_3)$$

Uma fórmula é dita *satisfatível* quando existe uma atribuição de valores para (x_1, x_2, \dots, x_n) tal que todas as cláusulas da fórmula sejam satisfeitas, isto é, $c_j(x) = 1$ para $j=1, \dots, m$. No exemplo acima, $f(x)$ é satisfatível e $x = (1, 0, 0)$ é uma possível atribuição de valores para as variáveis x_1, x_2 e x_3 que tornam verdadeiras todas as quatro cláusulas da fórmula.

O problema SAT consiste em: dada uma fórmula, responder se a fórmula é satisfatível ou não. Encontrar uma atribuição de valores que satisfaçam uma dada fórmula é uma tarefa que pode ser formulada como um problema de busca. Assim, para um conjunto qualquer de variáveis $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ e uma dada fórmula $f(x) = [c_1(x) \wedge c_2(x) \wedge \dots \wedge c_m(x)]$, proponha uma solução para o problema SAT como Algoritmos Genéticos.

Para isso, use o seguinte caso base:

$$(\neg x \vee \neg z \vee y) \wedge (\neg y \vee z) \wedge (x \vee \neg z) \wedge (y) \wedge (\neg y \vee \neg x \vee \neg w \vee z)$$

- Proponha uma maneira de codificar os cromossomos.
- Defina uma função de aptidão para avaliar a qualidade dos cromossomos.
- Defina como o método de seleção dos pais será utilizado.
- Defina os operadores genéticos de recombinação e mutação.
- Gere uma população inicial de 4 cromossomos e avalie a aptidão deles.
- Aplique os operadores de recombinação e mutação sobre essa população para gerar uma nova geração, em seguida avalie a aptidão da nova geração. Repita esse processo por 5 gerações ou até que a solução do problema seja encontrada.