

## **INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações**

C210 – Inteligência Computacional

Profa. Victoria Dala Pegorara Souto

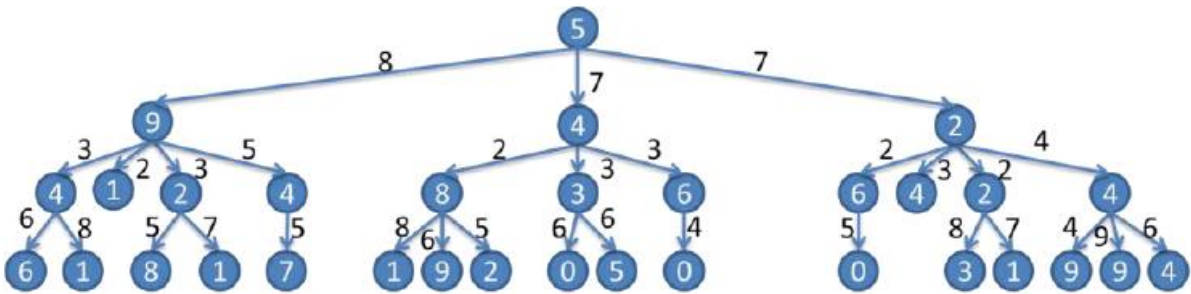
### **Aula 1 – Introdução**

- 1) Considerando as definições de Inteligência Artificial apresentadas, qual você julga mais apropriada? Justifique, expondo seu ponto de vista.
- 2) Em 1956, no Seminário de Dartmouth, o matemático John McCarthy tornou-se pioneiro ao cunhar o termo “Inteligência Artificial”. Leia [este texto](#) sobre o evento e explique brevemente os tópicos abordados.
- 3) Faça uma breve pesquisa sobre a(s) suposta(s) vez(es) em que um computador foi capaz de passar no Teste de Turing. Cite tal(is) ocorrência(s), e comente brevemente sobre a abordagem utilizada em cada uma.
- 4) Cite ao menos três exemplos de problemas complexos da atualidade cuja solução é obtida por meio de técnicas/modelos de Inteligência Artificial.
- 5) Por que utiliza-se, preferencialmente, a Inteligência Artificial para tratar a “incerteza” presente em diversos problemas práticos, em vez de algoritmos clássicos de busca, força-bruta, etc?
- 6) Descreva os 4 paradigmas da Inteligência Artificial e cite exemplos de cada um deles.
- 7) Faça uma pesquisa sobre problemas NP, descreva sucintamente do que se trata esta categoria de problemas e quais são as suas divisões.

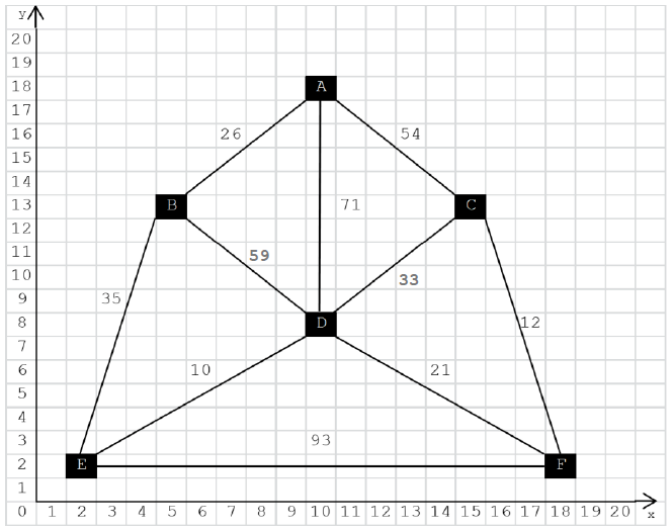
### **Aulas 2 e 3 – Estratégias de Busca**

- 1) Explique o funcionamento das buscas em largura e em profundidade e indique as estruturas de dados que representam as ordens de expansão dos estados.
- 2) O que são heurísticas? Explique como elas podem influenciar na solução de problemas de busca. Esta influência é sempre positiva? Justifique.
- 3) Compare a Busca Cega com a Busca Informada e cite exemplos de problemas que podem ser resolvidos com cada uma destas estratégias de busca.
- 4) Dê exemplos de problemas cujas soluções são um único estado e problemas onde a solução é o conjunto de estados percorridos na árvore de estados.
- 5) Qual a principal diferença entre os algoritmos de Dijkstra e Best-First, a respeito da escolha dos nós sucessores durante a expansão?
- 6) Pode-se escrever a estratégia de expansão do algoritmo A\* como sendo uma composição entre os algoritmos de Dijkstra e Best-First? Justifique sua resposta.
- 7) Dê exemplos de problemas onde a busca em largura funcionaria melhor do que a busca em profundidade e vice-versa. Justifique suas respostas.

- 8) Um determinado problema possui como teste de objetivo que “o valor do estado seja igual a 6”. Seu espaço de estados é dado pela árvore abaixo.

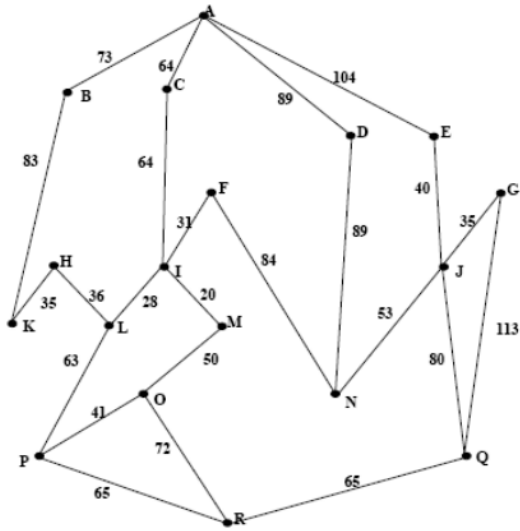


- Indique o estado-solução caso a estratégia de busca seja em largura.
  - Idem à letra **a**, mas caso a busca seja em profundidade.
  - Determine o custo das soluções encontradas em **a** e **b**.
  - Qual das duas soluções é ideal, em termos de custo, para o problema?
- 9) Resolva o quebra-cabeças de 8 peças cujo estado inicial representado pela matriz  $S = [1,0,2; 4,5,3; 7,8,6]$ , utilizando como heurística:  $h(n) = \text{número de peças em posições erradas}$
- Obs<sup>1</sup>: o espaço vazio está representado pelo elemento 0(zero).
- Obs<sup>2</sup>: o estado objetivo é representado pela matriz  $G = [1,2,3; 4,5,6; 7,8,0]$ .
- 10) Considere o grafo a seguir:



- Encontre um caminho entre A e F usando a busca em largura.
- Encontre um caminho entre A e F usando a busca em profundidade.
- Escreva a tabela de Distância Euclidianas entre todas as cidades.

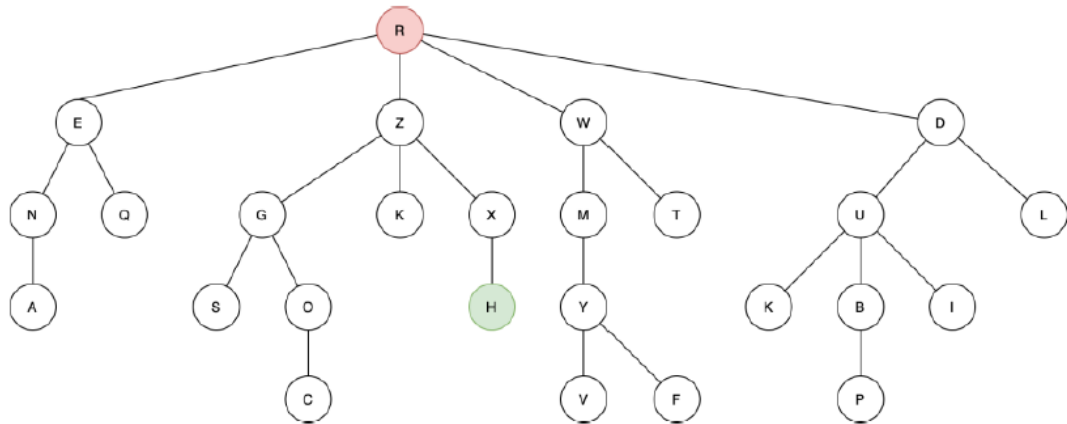
- d) Encontre o caminho de menor custo entre A e F usando o algoritmo A\*, representando o espaço de estados, os pesos e os valores de heurística. Considere como heurística a distância euclidiana e o custo de caminho dado nos vértices da figura acima.
- 11) Considere o grafo a seguir onde o vértice inicial é o “A” e o objetivo é representado pelo vértice “R”, faça o que se pede:
- Realize uma busca em largura. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.
  - Realize uma busca em profundidade. Apresente a solução encontrada e os nós explorados.
  - Realize uma busca gulosa usando como função custo a distância entre cada cidade (mostrada no grafo). Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo.
  - Realize uma busca A\* usando as seguintes funções de custo  $g(n)$  = a distância entre cada cidade (mostrada no grafo) e  $h(n)$  = a distância em linha reta entre duas cidades. Estas distâncias são dadas na tabela abaixo. Apresente a solução encontrada e seu respectivo custo.
  - Compare as soluções obtidas em (c) e (d). Qual delas é melhor? Justifique sua resposta.



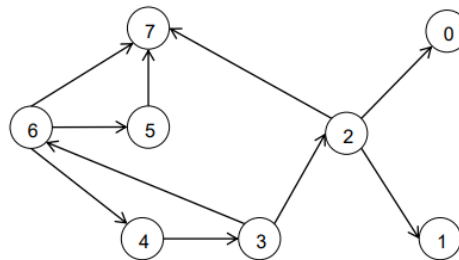
Distância em linha reta até R

|   |     |
|---|-----|
| A | 240 |
| B | 186 |
| C | 182 |
| D | 163 |
| E | 170 |
| F | 150 |
| G | 165 |
| H | 139 |
| I | 120 |
| J | 130 |
| K | 122 |
| L | 104 |
| M | 100 |
| N | 77  |
| O | 72  |
| P | 65  |
| Q | 65  |
| R | 0   |

- 12) Realize a busca em largura e em profundidade para a árvore abaixo e apresente a solução encontrada e os nós explorados para cada técnica de busca. Considere como vértice inicial o “R” e como objetivo o vértice “H”.



- 13) Realize a busca em largura e em profundidade para o grafo abaixo e apresente a solução encontrada e os nós explorados para cada técnica de busca. Considere como vértice inicial o nó “6” e como objetivo o vértice “0”.



#### Aula 4 – Algoritmos Genéticos

- 14) O que são algoritmos genéticos e que tipo de problemas eles podem resolver?
- 15) Explique com suas palavras os seguintes componentes dos algoritmos genéticos: seleção, crossover e mutação.
- 16) Considere um problema de maximização no qual a função a ser otimizada pode ser calculada através da equação representada pela **função de Booth** onde  $f(x, y) = (x + 2y - 7)^2 + (2x + y - 5)^2$  considerando  $x$  e  $y$  pertencentes ao intervalo  $[0, 15]$ .  
Caso fosse utilizado um algoritmo genético para solucioná-lo, para evitar o valor de  $f(x, y) = 0$ , a função de avaliação seria adaptada para  $g(x, y) = 1 + f(x, y)$ .  
Cada cromossomo para este problema será representado por 8 bits, sendo os primeiros 4 bits representando o valor de  $x$  e os últimos 4 bits, o valor de  $y$ . Com base nestas informações, responda:

- a) Calcule o grau de adaptação  $f_o(x)$  de cada um dos indivíduos apresentados na tabela abaixo. Lembrando que  $f_o(x)$  representa a função de avaliação do problema.
- b) Calcule o grau de aptidão de cada um dos indivíduos apresentados na tabela abaixo. O grau de aptidão pode ser calculado pela equação  $f_A(x) = \frac{f_o(x)}{\sum_{i=1}^n f_o(i)}$ , no qual  $f_o(x)$  é o grau de adaptação.
- c) Calcule a média de adaptação da população, através da equação  $M_A = \frac{\sum_{i=1}^n f_o(i)}{n}$
- d) Qual o indivíduo da população representa a melhor solução para este problema? Justifique.

**Cromossomo**

00111101  
10011001  
10010011  
11100001  
10011100

17) Considere um algoritmo genético aplicado à minimização da função de segundo grau  $f(x) = x^2 - x + 2$  no intervalo  $[-31, +31]$ . Uma representação dos cromossomos deste problema pode ser feita utilizando um vetor de 6 bits, na qual o primeiro bit (mais à esquerda) representa o sinal (0 significa negativo e 1 positivo) e os demais bits representam a magnitude do valor associado (na base 2). Exemplo: o cromossomo 010011 representa o valor -19, enquanto o cromossomo 101101 representa o valor +13. Considere a população inicial a seguir, com 4 indivíduos:

|         |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ : | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $I_2$ : | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $I_3$ : | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| $I_4$ : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

- a) Calcule a aptidão de cada indivíduo
- b) Calcule o grau de adaptação médio da população.
- c) Considere que os indivíduos 1 e 4 foram selecionados para crossover, e que esta operação acontecerá no terceiro ponto de corte. Escreva os indivíduos que serão gerados neste processo, bem como sua respectiva aptidão.
- d) Considere que o indivíduo 2 sofrerá uma mutação do tipo *flip* no quinto gene. Escreva como ficará este indivíduo após esta operação, bem como sua nova aptidão.

- e) Neste momento, a população possui 6 indivíduos, mas pode conter somente 4 (módulo de população). Submeta a população a um operador de elitismo, o qual removerá os dois piores indivíduos da população. Indique quais indivíduos serão removidos.
- f) Calcule o grau de adaptação médio da nova população.
- g) É possível afirmar que esta geração melhorou a população de soluções candidatas? Justifique.

18) Suponha que um algoritmo genético use cromossomos da forma  $x = abcdefgh$ , com um comprimento fixo de 8 (oito) genes. Cada gene pode ser qualquer dígito entre 0 e 9. Considere uma população inicial de 4 (quatro) indivíduos com os seguintes cromossomos:

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | 6 | 5 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 |
| $I_2$ | 8 | 7 | 1 | 2 | 6 | 6 | 0 | 1 |
| $I_3$ | 2 | 3 | 9 | 2 | 1 | 2 | 8 | 5 |
| $I_4$ | 4 | 1 | 8 | 5 | 2 | 0 | 9 | 4 |

Responda às questões a seguir, demonstrando todos os cálculos necessários e escrevendo todas as respostas com duas casas de precisão.

- a. Calcule o grau de adaptação  $f(x)$  de cada indivíduo  $x$ , que pode ser calculado por  $f(x) = (a + b) - (c + d) + (e + f) - (g + h)$ .
- b. Calcule o grau de adaptação médio da população.
- c. Considere que os indivíduos  $I_1$  e  $I_2$  foram selecionados para *crossover*, e que esta operação acontecerá no quarto ponto de corte (ou seja, os genes a partir do quinto *locus* serão trocados em relação aos pais). Escreva os indivíduos que serão gerados, bem como seus graus de adaptação.
- d. Considere que o indivíduo  $I_3$  sofrerá uma mutação do tipo *swap* envolvendo o segundo e o oitavo gene. Escreva como ficará este indivíduo após a operação, bem como seu novo grau de adaptação.
- e. Neste ponto, a população possui 6 indivíduos, mas pode conter apenas 4. Diante disto, submeta a população a um operador de elitismo, que removerá os dois piores indivíduos da população. Considere um problema de maximização a ser resolvido pelo algoritmo genético. Indique quais indivíduos serão removidos.
- f. Calcule o novo grau de adaptação médio da população.
- g. É possível afirmar que esta geração melhorou a população de soluções candidatas? Justifique.