



Departamento de  
Sistemas e  
Computação

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Departamento de Sistemas e Computação**  
**Disciplina: Inteligência Artificial I**  
**Prof.: Joseana Macêdo Fachine**

## Lista de Exercícios N° 04

### Aluno: Clerton Ribeiro de Araujo Filho

- Defina com suas próprias palavras os seguintes termos:
  - Estado: É a situação/circunstância em que o agente se encontra no problema.
  - Espaço de estados: Os possíveis estados do agente. É o estado inicial + função sucessor.
  - Árvore de busca: A árvore contendo o conjunto de possibilidades de busca.
  - Nó de busca: O nó da árvore de possibilidade que se deseja encontrar.
  - Estado objetivo: O estado alvo do agente.
  - Função sucessor: É o relacionamento entre o estado e o agente, que leva o segundo a um primeiro.
  - Custo do caminho: É o custo total atribuído à mudança de estados pelo agente.
- Descreva o estado inicial, o estado objetivo, a função sucessor e a função de custo para os problemas (Escolha uma formulação que seja precisa o bastante para ser implementada):
  - Você tem um programa que lhe dá a mensagem "Registro de entrada ilegal" quando lhe é fornecido certo arquivo de entrada. Você sabe que o processamento de cada registro é independente dos outros. Você quer descobrir que registro é ilegal.  
Estado inicial: Nenhum arquivo de entrada dado ao programa.  
Estado objetivo: Mensagem de que o registro é ilegal.  
Função sucessor: Dado um arquivo ao programa, é dada a mensagem se ele é ilegal ou não.  
Função de custo: Custo 1 se o arquivo for legal.
  - Você tem três jarros, medindo 12 litros, 8 litros e 3 litros e uma fonte de água. Você pode encher ou esvaziar os jarros de um para o outro ou no chão. Você quer medir exatamente um litro.  
Estado inicial: quaisquer jarros cheios ou não com água.  
Estado objetivo: jarros com um litro exatamente.  
Função sucessor: Encher/esvaziar/jogar no chão a água de tal modo que a jarra fique com 1 litro.  
Função de custo: Cada litro a mais/a menos tem custo 1.
- Qual é a diferença entre uma busca informada e uma busca não informada?

Na busca não informada (busca cega), não há informação à respeito de qual sucessor é o mais promissor para atingir a meta. Na busca informada (busca heurística) há uma informação, um guia sobre o sucessor mais promissor.
- Como se avalia, geralmente, as estratégias de busca (critérios)?

Através de critérios como:

  - Completeza: se o algoritmo garante uma solução.
  - Otimização: se o algoritmo oferece uma solução ótima.
  - Complexidade de tempo: o tempo que o algoritmo leva.
  - Complexidade de espaço: a memória utilizada para executar o algoritmo.
- Quais são os principais métodos de busca cega? Porque são chamados "métodos de busca cega"?

Busca em Largura e Busca em Profundidade. Porque esses métodos não examinam a árvore de forma ótima, o que poderia minimizar o tempo gasto para resolver o problema.

6. Explique rapidamente cada uma das estratégias de busca abaixo e o desempenho de cada uma delas.
  - a) Busca em profundidade.

A busca começa na raiz e avança para baixo em níveis cada vez mais profundos. O processo continua até achar a solução, ou então, retrocede ao nó pai para pesquisar em um novo nó filho.

O desempenho do algoritmo geralmente é inversamente proporcional a profundidade da árvore de busca. Quanto maior a profundidade, mais tempo demorará a busca.
  - b) Busca em largura (ou em amplitude, ou em extensão).

Os nós em cada nível são completamente examinados antes de se mover para o próximo nível. Quanto maior o número de filhos por nós, quanto maior o número de filhos em um nível, menor o desempenho.
  - c) Busca heurística pelo melhor primeiro (gulosa).

Tenta expandir o nó que é mais próximo ao objetivo, na suposição que isso provavelmente levará à solução rápida.
  - d) Busca A\*.
  
7. Dê um exemplo de problema em que a “busca em largura” funcionaria melhor do que a “busca em profundidade”. Dê um exemplo de problema em que a “busca em profundidade” funcionaria melhor do que a “busca em largura”. Justifique os exemplos.

A busca em largura funciona melhor quando se quer achar a menor distância entre dois nós de um grafo conectado, pois a busca em profundidade iria primeiro achar os nós mais distantes para depois achar os mais próximos. A busca em largura procura primeiro os mais próximos, até achar o nó desejado.

A busca em profundidade funciona melhor quando se quer achar a saída de um labirinto. O algoritmo tenta ir o mais longe possível, se não der certo, ele volta pro passo anterior e tenta ir longe. Se fosse usada busca em largura, o algoritmo tentaria todas as possibilidades mais próximas, até finalmente chegar ao fim do labirinto.
  
8. O que é uma heurística? E uma heurística admissível? E uma heurística consistente? Toda heurística consistente é também admissível?

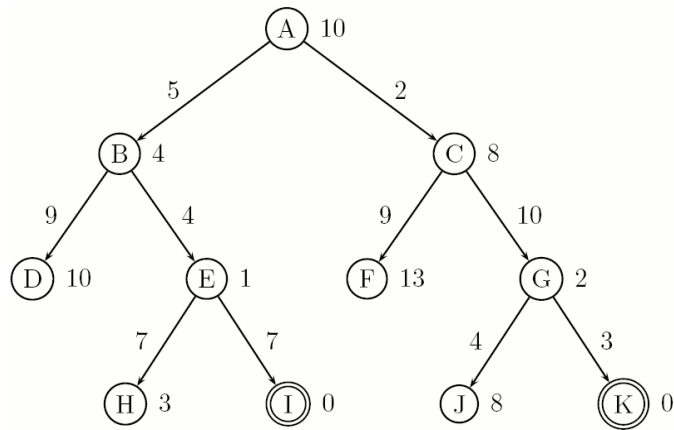
Uma heurística é um conhecimento sobre o domínio do problema que pode ajudar na busca através de uma função que guia o próximo passo.

Uma heurística admissível é uma heurística que nunca superestima o custo até atingir a solução.

Uma heurística consistente significa ter para todo nó  $n$  e todo sucessor  $n'$  de  $n$  gerado por qualquer ação  $a$ , o custo estimado de alcançar o objetivo a partir de  $n$  não é maior que o custo do passo de se chegar a  $n'$  somado ao custo estimado de alcançar o objetivo a partir de  $n'$

Sim.
  
9. Quais são as condições para que a busca A\* seja ótima e completa?

Se a busca A\* for admissível ou consistente, ela será ótima e completa.
  
10. Considere o espaço de busca a seguir. Cada nó é rotulado por uma letra. Cada nó objetivo é representado por um círculo duplo. Existe uma heurística estimada para cada dado nó (indicada por um valor ao lado do nó). Arcos representam os operadores e seus custos associados.



Para cada um dos algoritmos a seguir, liste os nós visitados na ordem em que eles são examinados, começando pelo nó **A**. No caso de escolhas equivalentes entre diferentes nodos, prefira o nodo mais próximo da raiz, seguido pelo nodo mais à esquerda na árvore.

a) Algoritmo de Busca em Largura;

A,B,C,F,G,J,K.

b) Algoritmo de Busca em Profundidade;

A,C,F,G,K.

c) Algoritmo de Busca Gulosa;

A,B,E,I.

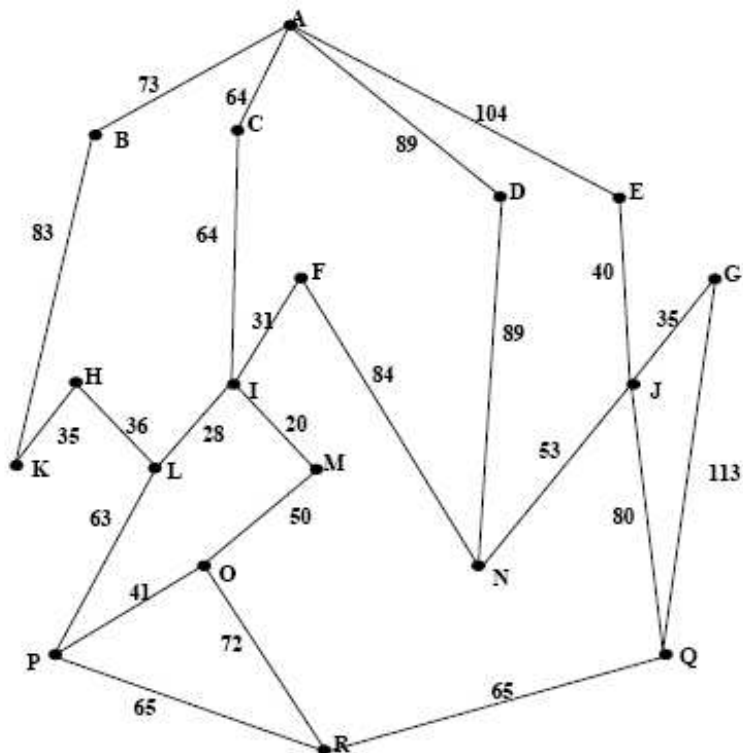
d) Algoritmo A\*.

A,B,C,E,G,K.

11. O que significa dizer que uma heurística  $h_1$  domina uma heurística  $h_2$ ? O que isto quer dizer em termos de eficiência de uma busca A\* usando  $h_1$  e  $h_2$ ?

Significa que a heurística  $h_1$  é melhor do que  $h_2$ . Em termos de eficiência de uma busca significa dizer que a primeira heurística tem um fator de ramificação menor do que a segunda.

12. Considere o seguinte mapa (fora de escala)



Usando o algoritmo A\* determine uma rota de A até R, usando as seguintes funções de custo  $g(n)$  = a distância entre cada cidade (mostrada no mapa) e  $h(n)$  = a distância em linha reta entre duas cidades. Estas distâncias são dadas na tabela abaixo.

Em sua resposta forneça o seguinte:

1. A árvore de busca que é produzida, mostrando a função de custo em cada nó.
2. Defina a ordem em que os nós serão expandidos.
3. Defina a rota que será tomada e o custo total.

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

A árvore de busca gerada é (em negrito estão os nós expandidos):

1. **A:  $0+240=240$ ;**
2. **B:  $73+186=259$ ;**
3. **C:  $64+182=246$ ;**
4. **D:  $89+163=253$ ;**
5. E:  $104+170=274$ ;
6. **I:  $128+120=248$ ;**
7. **L:  $156+104=260$ ;**
8. **M:  $148+100=248$ ;**
9. F:  $159+150=309$ ;
10. **O:  $198+72=270$ ;**
11. **N:  $178+77=255$ ;**
12. J:  $231+130=361$ ;
13. K:  $156+122=278$ ;
14. P:  $219+65=284$ ;
15. H:  $192+139=331$ ;
16. R:  $270+0$ ;

A rota tomada é:

1. A: 0;
2. C: 64;
3. I: 128;
4. M: 148;
5. O: 198;
6. R: **270**;