

Inteligência Artificial

Primeira Lista de Exercícios 2023/1

Profa. Dra. Gina Maira B. Oliveira
FACOM/UFU

Instruções

- 1- O envio da lista completa deve ser feito até 17/09/2023 (23H59) pelo Moodle da disciplina.
- 2- É necessário enviar pelo Moodle da disciplina apenas os 11 primeiros exercícios. Os exercícios adicionais ao final ficam como sugestão de estudo.
- 3- A lista é individual e deve ser feita de forma manual, digitalizada e enviada como um arquivo PDF.

Parte A – Busca Cega e Informada

(Questão 1) Uma grande festa vai acontecer no Reino das Nuvens! Finn e Jake estão no castelo da Princesa Jujuba planejando qual seria a melhor rota para chegar até a festa. A figura abaixo ilustra o mapa da Terra de Ooo:

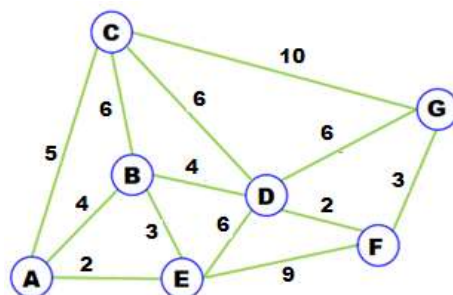


Responda as questões abaixo considerando "F" como o estado inicial e "K" o estado final buscado. Estados sucessores devem ser dispostos em ordem alfabética.

- (a) Monte as árvores de busca que seriam geradas pelos algoritmos de busca cega vistos em aula (busca em largura, busca de custo uniforme, busca em profundidade, busca com aprofundamento iterativo)
- (b) Qual dos algoritmos apresentou melhor resultado? Considerando o custo do caminho e o número de nós avaliados até que a solução fosse encontrada.

(Questão 2)

Considere o seguinte mapa, onde deseja-se encontrar a rota com menor distância da cidade A até a cidade G. A distância estimada (até G) de todas as cidades é dada na tabela ao lado:



Dist. Estimada a G	
A	8
B	5,5
C	7
D	5
E	7,5
F	2,5
G	0

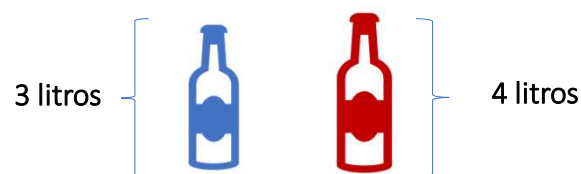
a) Desenhe a árvore de busca completa para este grafo. Coloque os nós em ordem alfabética da esquerda para a direita. Adicione na árvore o custo de cada estrada (a cada arco) e o valor da função heurística de cada nó. Qual é o número total de nós na árvore completa? Qual é a solução ótima?

b) Apresente as árvores de busca obtidas utilizando-se 5 algoritmos listados a seguir. Na expansão de cada nó, faça em ordem alfabética da esq. p/ direita. Empates devem ser resolvidos escolhendo o nó mais a esquerda.

- Busca em Largura
- Busca em Profundidade
- Busca de Custo Uniforme
- Busca Gulosa
- Busca A*

c) Apresente a solução encontrada em cada método de busca, verifique se ela é ótima (comparando com a melhor solução da árvore completa) e justifique se existe a garantia que a solução encontrada é ótima (pelo método empregado). Escreva qual foi o número de nós explorados em cada busca.

(Questão 3) Considere o Problema dos 2 Recipientes de Água:



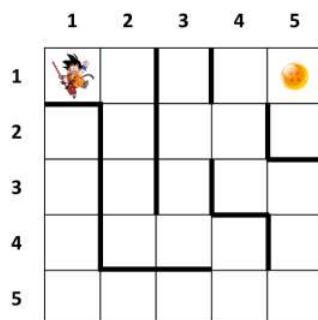
São dados 2 Recipientes:

- * Recipiente-1 (capacidade 4 litros);
- * Recipiente-2 (capacidade 3 litros);
- * Os recipientes não tem marcas de medidas.

Problema: Colocar exatamente 2 litros no recipiente-1.

- a) Represente o estado e as operações/ações. Dentro da representação escolhida, destaque o estado inicial e o estado final.
- b) Aplique o algoritmo de busca em largura para encontrar a melhor solução do problema.
- c) Aplique o algoritmo de busca em profundidade para encontrar a melhor solução do problema.

(Questão 4) Considere o problema a seguir, que envolve a busca do Goku pela esfera de 4 estrelas:



O Goku está prestes a encontrar a esfera do dragão de 4 estrelas! A esfera está localizada no final de um labirinto! Goku deve encontrar um caminho para chegar até a esfera de 4 estrelas. O agente não pode se mover na diagonal, somente acima, abaixo, direita e esquerda. Ele também não pode atravessar paredes (as linhas mais grossas da grade) ou as bordas do labirinto, de modo que ele é forçado a contornar obstáculos. Felizmente, o Goku possui um mapa do ambiente. A solução é o caminho mais curto até a esfera e todos os movimentos possuem os mesmos custos. Estados sucessores devem ser dispostos na seguinte ordem: sul, oeste, norte, leste.

- (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 o custo.
- (b) Construa um grafo do espaço de estados rotulando os arcos com os operadores de transição adequados.
- (c) Em qual ordem uma busca em profundidade visita as salas do labirinto? A busca em profundidade é ótima?
- (d) Em qual ordem uma busca em largura visita as salas do labirinto? A busca em largura é ótima?

(Questão 5) Considere o Problema do Escalonamento de Tarefas em arquiteturas multiprocessadas visto em sala e o grafo de programa Paralelo7 dado abaixo:

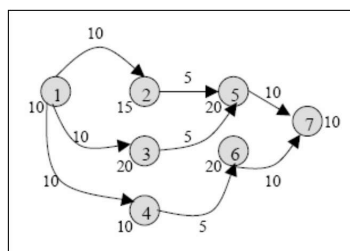


Figura 1: Grafo Paralelo7

- a) Represente o estado e as operações/ações. Dentro da representação escolhida, descreva o estado inicial e o estado final.
- b) Descreva a função custo c para esse problema.
- c) Elabore uma heurística admissível h para esse problema.
- d) Aplique o algoritmo de busca gulosa para encontrar uma solução do problema (apresente a árvore de busca).
- e) Aplique o algoritmo de busca A^* para encontrar uma solução do problema (apresente a árvore de busca).

Parte B – Busca Local

(Questão 6) Problema das 4 Rainhas

- Estado: 4 rainhas no tabuleiro. Uma rainha por coluna.
 - Variáveis: x_0 ; x_1 ; x_2 ; x_3 Onde x_i é a posição da linha da rainha na coluna i . Presumir que há uma rainha por coluna.
 - Domínio para cada variável: $\{1,2,3,4\}$.
- Estado inicial: um estado aleatório.
- Estado do objetivo: 4 rainhas no tabuleiro. Nenhum par de rainhas está se atacando.
- Função custo: O número de pares de rainhas em conflito.
- Movimento possível (obtenção dos vizinhos): trocar as posições das colunas de 2 rainhas.

Questão 1:

Quantos vizinhos existem para um estado?

Questão 2:

Comece com o estado inicial $x_0 = 3$; $x_1 = 1$; $x_2 = 2$; $x_3 = 0$. Mostre as etapas de execução do algoritmo de subida de colina até que ele termine.

			Q
	Q		
		Q	
Q			

Se vários vizinhos tiverem o mesmo custo, escolha o vizinho onde o par de rainhas trocado tem o menor número de subscrito/coluna. Por exemplo, quando podemos trocar $(x_0; x_4)$ ou $(x_2; x_3)$, trocaremos $(x_0; x_4)$. Quando pudermos trocar $(x_2; x_3)$ ou $(x_2; x_4)$, trocaremos $(x_2; x_3)$.

Questão 3:

Suponha que estamos executando o algoritmo de subida de encosta. Seja o estado atual $x_0 = 3; x_1 = 2; x_2 = 0; x_3 = 1$.

		Q	
			Q
	Q		
Q			

Qual é o custo do estado atual? Este estado é um ótimo local? Se não, dê um exemplo de um vizinho com um custo menor. Se sim, esse estado é um ótimo global?

Questão 4:

Suponha que estamos executando o algoritmo de subida de encosta. Seja o estado atual $x_0 = 0; x_1 = 0; x_2 = 0; x_3 = 0$.

Qual é o custo do estado atual? Este estado é um ótimo local? Se não, dê um exemplo de um vizinho com um custo menor. Se sim, esse estado é um ótimo global.

(Questão 7) Considere o problema de criptoaritmética abaixo:

$$\begin{array}{r}
 + \quad \text{send} \\
 \text{more} \\
 \hline
 \text{money}
 \end{array}$$

(Dica: esse problema foi detalhado no vídeo de Busca Populacional – algoritmos genéticos).

1) Modele esse problema para algoritmos de busca local descrevendo:

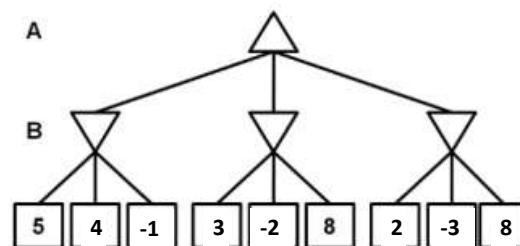
- Representação de Estado
- Estado Inicial e estado meta
- Movimento local (para obtenção de 1 vizinho). Baseado na sua escolha, quantos vizinhos existem para cada estado?
- Função Custo

2) A partir das definições em 1, escolha um possível estado inicial e apresente o primeiro passo do algoritmo “Subida de Encosta” até alterar o estado, para outra instância de criptoaritmética:

COCA+COLA=OASIS

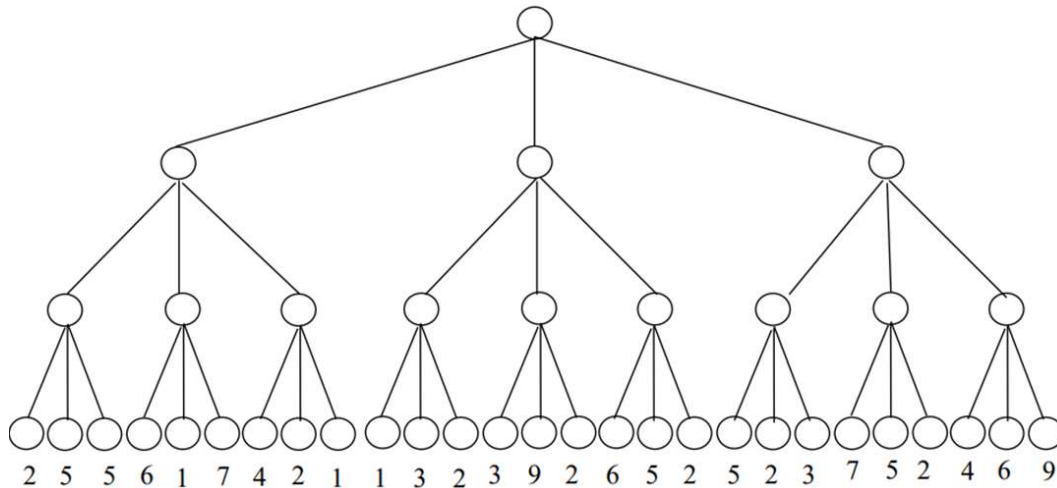
Parte C – Busca Competitiva (Jogos)

(Questão 8) Considere a seguinte árvore de jogo, no qual os valores de utilidade dos nós-folha são apresentados e o jogador na raiz (A) é um MAXIMIZADOR.



- (a) Escreva nos nós internos da árvore o valor da utilidade $U_A(s)$ do jogador A (isto é, o valor minimax desses nós).
- (b) Circule as arestas da árvore correspondentes às jogadas escolhidas por A e por B de acordo com o valor minimax.
- (c) Faça um X em cima dos nós que seriam podados pela poda alfa-beta, supondo que os nós são percorridos da esquerda para a direita.

(Questão 9) Considere a seguinte árvore de jogo, no qual os valores de utilidade dos nós-folha são apresentados e o jogador na raiz é um MAXIMIZADOR.



a) Calcule os valores internos dos nós até a decisão da jogada para o jogador que deverá executar a próxima jogada (MAX). Destaque na árvore qual jogada será escolhida por MAX e qual jogada é esperada pelo adversário no próximo lance.

b) Suponha que o adversário de MAX não está em um bom dia e acaba escolhendo a pior jogada para si mesmo, após o lance inicial de MAX. Nesse caso, qual será o valor que MAX receberá após os 2 lances previstos na árvore?

c) Refaça a árvore de busca para a mesma configuração de jogo, aplicando o algoritmo Minimax em profundidade com poda α - β para decidir a melhor jogada para o jogador Maximizador (Raiz). Efetue as podas sempre que sejam possíveis e apresente os valores de α e β calculados durante a busca, sendo que a cada atualização, o valor anterior deve ser riscado. Como resposta, basta apresentar a árvore final, apresentando a ordem de exploração dos nós e mostrando os nós da árvore que foram podados (nesse caso, indique na árvore, abaixo desse nós, qual o tipo de poda foi aplicado, Alfa ou Beta).

Parte D – Agente Lógico (L. Proposicional) e Mundo de Wumpus

(Questão 10)

Considerando as proposições: P: Gosto de viajar e Q: Visitei o Rio de Janeiro. Escreva as sentenças verbais que estão representadas pelas proposições abaixo:

a) $\neg Q \Rightarrow \neg P$

Resposta: Se não visitei o Rio de Janeiro, então não gosto de viajar.

b) $(P \wedge \neg Q) \Rightarrow \neg P$

c) $Q \wedge \neg P$

d) $\neg(P \wedge Q)$

Descreva as sentenças abaixo em termos de proposições simples e operadores lógicos:

a) Se $1 > 2$ então qualquer coisa é possível.

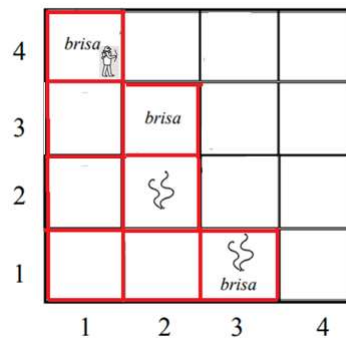
Resposta: $P=1 > 2$ $Q=qualquer coisa é possível$ Frase: $P \Rightarrow Q$

b) Se elefantes podem subir em árvores, então 3 é um número irracional.

c) É proibido fumar cigarro ou charuto.

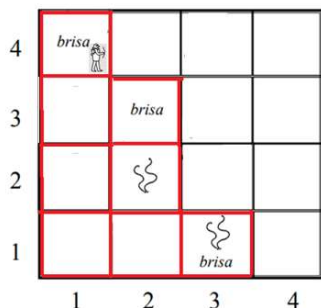
d) Não é verdade que $\alpha > 0$ se e somente se $\alpha > 1$.

(Questão 11) Considere a seguinte configuração do Jogo do Wumpus, onde o agente se encontra na posição (4,1), conforme apresentado na figura, e o mesmo já visitou todas as células em vermelho. As percepções de brisa e cheiro nas células visitadas também estão apresentadas na figura. Suponha que na configuração utilizada, existem 2 poços no ambiente.



23

Exercícios de Wumpus



a) Represente através de fórmulas da Lógica Proposicional todos os fatos já descobertos pelo agente através da percepção (visita) em cada uma das células visitadas. Por exemplo para a célula (1,1) podemos representar: $\neg P(1,1) \wedge \neg B(1,1) \wedge \neg W(1,1) \wedge \neg S(1,1)$, onde as letras P, B, W e S representam respectivamente: presença de poço, percepção de brisa, presença do Wumpus e percepção de cheiro (fedor do Wumpus).

b) A partir das visitas e percepções às células em vermelho, já é possível que ao agente inferir algumas informações através dos fatos e da aplicação de regras de inferência da lógica proposicional. Responda as perguntas abaixo apresentando a dedução da prova através do formalismo lógico:

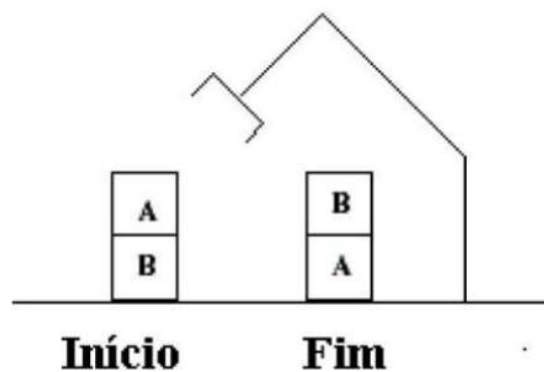
- b.1) O agente sabe a localização do Wumpus? Prove usando LP (Lógica Proposicional).
- b.2) O agente já sabe a localização de cada poço? Prove o que ele sabe com LP.
- b.3) Qual seria a melhor ação para o agente nos próximos instantes? Justifique.

24

Adicionais

* Não é necessário enviar esses exercícios, que ficam como sugestão de estudo.

Adicional 1 Considere o "mundo dos blocos" tendo um estado inicial e um estado meta como mostrados na figura que segue.



As seguintes operações podem ser executadas:

a) pegar um objeto

pré-condições: livre(x) & sobre(x,y) & braço-livre

adiciona: segurando(x) & livre(y)

remove: : livre(x) & sobre(x,y) & braço-livre

b) coloque um objeto no topo de outro

pré-condições: segurando(x) & livre(y)

adiciona: sobre(x,y) & braço-livre & livre(x)

remove: segurando(x) & livre(y)

c) coloque um objeto na mesa

pré-condições: segurando(x)

adiciona: sobre(x,Mesa) & braço-livre & livre(x)

remove: segurando(x)

Pede-se:

i - defina o estado inicial e o estado meta

ii - mostre o espaço de busca do problema

iii - especifique o menor caminho do estado inicial ao estado meta

iv - identifique três possíveis ciclos de repetição no espaço de busca

v - especifique se busca em largura ou busca em profundidade se adequa melhor ao problema. Justifique sua resposta.

Adicional 2 Seja o seguinte problema: *três missionários e três canibais estão à beira de um rio e dispõem de um barco com capacidade para apenas duas pessoas. O problema é determinar as tripulações de uma série de travessias de maneira que todo o grupo passe para o outro lado do rio, respeitada a condição de que em momento algum os canibais sejam mais numerosos do que os missionários em uma das margens do rio.*

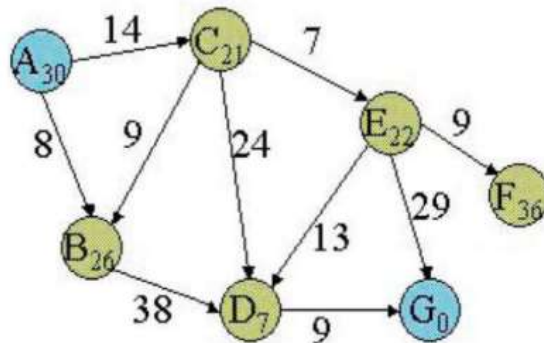
Para o problema descrito anteriormente responda:

a) Especificar a estrutura de dados a ser usada para a representação dos estados;

b) Especificar o estado inicial, a meta e os operadores de acordo com as estruturas de dados utilizadas;

c) Aplique o algoritmo de busca em largura para encontrar a melhor solução do problema.

(Adicional 3) Considere o seguinte mapa **dirigido**:



O nó A representa o estado inicial e o nó G representa o objetivo a ser alcançado. As ações permitidas são representadas pelos arcos de cada nó (por exemplo, do nó C só é possível ir para os nós B, D e E). O custo do caminho de um nó para outro está indicado pelo número associado a cada arco (por exemplo, o custo de ir de B para D é 38). O custo estimado (via alguma função heurística) de cada nó em relação ao nó objetivo está indicado pelo número dentro de cada círculo representando o nó (por exemplo, o custo estimado de sair de B para chegar em G é de 26).

(a) Desenhe a árvore de busca para este grafo. Coloque os nós em ordem alfabética da esquerda para a direita. Se quiser, adicione o custo do caminho de cada arco, como também o valor da função heurística para cada nó (isto irá ajudar na solução dos próximos itens).

(b) Qual o caminho ótimo do nó inicial para o nó objetivo?

(c) Na busca do nó objetivo G, que nós são expandidos usando as seguintes estratégias de busca (mostre a árvore de busca para cada caso). OBS.: empates são resolvidos expandindo-se os nós mais à esquerda.

- i. Busca em largura
- ii. Busca em profundidade
- iii. Busca de custo uniforme
- iv. Busca Gulosa
- v. A*

(Adicional 4)

Considere o problema de alocação de k cavalos em um tabuleiro de xadrez $n \times n$ tal que nenhum cavalo é atacado. Assume-se que k é dado e que $k \leq n^2$.

Exatidão da solução proposta

Considere agora o problema de colocar no tabuleiro tantos cavalos quanto for possível, sem que nenhum seja atacado. Explique como resolver esse problema usando uma busca local