

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

## Identificação do aluno:

Nome: \_\_\_\_\_

I

II

1. Analise as seguintes funções escritas em Python e explique o que fazem. Não precisa descrever o funcionamento interno das funções.

a) `def f(x,y,z):  
 if y==[]:  
 return [x]  
 if z(x,y[0]):  
 return [x]+y  
 return [y[0]]+f(x,y[1:],z)`

b) `def h(x,y,z):  
 if x==[]:  
 return y[:]  
 if y==[]:  
 return x[:]  
 if z(x[0]) < z(y[0]):  
 return [x[0]]+h(x[1:],y,z)  
 return [y[0]]+h(x,y[1:],z)`

2. Para efeitos de implementação de redes de Bayes em Python, as probabilidades condicionadas podem ser representadas como tuplos (*Var*,*Mothers*,*Prob*), em que *Var* é uma das variáveis da rede, *Mothers* é uma lista de tuplos representando uma das combinações possíveis de valores das variáveis mães de *Var*, e *Prob* é a probabilidade condicionada de *Var* dado *Mothers*. Programe uma função que, dada uma lista de tuplos representando todas as probabilidades condicionadas de uma rede, e dada ainda uma determinada variável da rede, retorna uma lista com todas as variáveis ascendentes dessa variável. Exemplo:

```
>>> bn = [ ( "C", [ ("A",True), ("B",True) ], 0.95), ( "C", [ ("A",True), ("B",False) ], 0.7), ( "C", [ ("A",False), ("B",True) ], 0.65), ( "C", [ ("A",False), ("B",False) ], 0.1), ( "D", [ ("C",True) ], 0.77), ( "D", [ ("C",False) ], 0.22), ( "B", [ ], 0.33 )  
>>> get_ancestors(bn, "D")  
[ "A", "B", "C" ]
```

## II

1. Neste exercício, tem um conjunto de questões de escolha. Em cada alínea, apenas uma das opções dadas está certa, e apenas pode seleccionar uma delas. Cada resposta errada desconta 20% da cotação da alínea.

a) A frase “O pai do António é casado com a mãe da Teresa.” pode ser representada em Lógica de Primeira Ordem da seguinte forma:

$$\exists x \text{ Pai}(x, \text{Antonio}) \wedge \exists y \text{ Mãe}(y, \text{Teresa}) \wedge \text{CasadoCom}(\text{Antonio}, \text{Teresa})$$

$$\exists x \text{ Pai}(x, \text{Antonio}) \wedge \exists y \text{ Mãe}(y, \text{Teresa}) \wedge \text{CasadoCom}(x, y)$$

$$\exists x \exists y \text{ Pai}(x, \text{Antonio}) \wedge \text{Mãe}(y, \text{Teresa}) \wedge \text{CasadoCom}(\text{Antonio}, \text{Teresa})$$

$$\forall x \exists y \text{ Pai}(x, \text{Antonio}) \wedge \text{Mãe}(y, \text{Teresa}) \wedge \text{CasadoCom}(x, y)$$

Nenhuma das anteriores

b) Relativamente às redes de Bayes, indique a afirmação verdadeira

Não permitem representar conhecimento impreciso

São representadas por grafos não dirigidos

Permitem representar as dependências entre as variáveis de um problema

Permitem representar relações de herança entre entidades

Nenhuma das anteriores

c) Relativamente às redes semânticas, indique a afirmação verdadeira

Não é possível representar hierarquias de tipos

Permitem representar conhecimento por omissão

Nenhum tipo de rede semântica permite representar a negação ou a disjunção

A rede semântica estudada na componente prática da disciplina é tão expressiva como a lógica de primeira ordem

Nenhuma das anteriores

d) Uma consequência lógica do conjunto de fórmulas  $\{ A \vee B, \neg B \vee C \vee D, \neg A, \neg D \}$  é:

$$\neg B \wedge C$$

$$A \vee D \vee C$$

$$A$$

$$A \vee \neg B$$

Nenhuma das anteriores

X

X

X

X

c) O algoritmo de pesquisa em grafo (*graph-search*) difere do algoritmo de pesquisa em árvore (*tree-search*) em que

A pesquisa em grafo utiliza-se transições sempre na forma de operadores STRIPS

A pesquisa em grafo trabalha com um grafo de restrições

A pesquisa em grafo não cria nós com estados repetidos no caminho de cada nó até à raiz

Nenhuma das anteriores



2. Está a ser desenvolvido um novo robô aspirador, sendo necessário implementar o respectivo algoritmo de controlo. Um pressuposto do algoritmo é que o espaço a limpar está organizado na forma de uma grelha de células quadradas. O aspirador consegue determinar se existe lixo para aspirar na célula em que ele está, bem como nas células vizinhas (aqui, em frente, à esquerda, à direita e atrás). As acções que o aspirador consegue executar são: aspirar o lixo na célula actual; mover-se para a célula em frente; e rodar 90° para a direita. Sempre que detecta lixo na vizinhança, o robô move-se para a célula em que está o lixo. No caso de não detectar lixo, o aspirador move-se para a célula em frente caso o tempo actual (em segundos) seja par, ou roda 90° para a direita caso contrário. Não precisa de preocupar-se com obstáculos, já que a acção de mover é automaticamente omitida caso haja um obstáculo em frente.

a) Identifique e caracterize as várias condições (proposições/predicados) que podem ser usadas para descrever as situações em que se pode encontrar o robô aspirador.

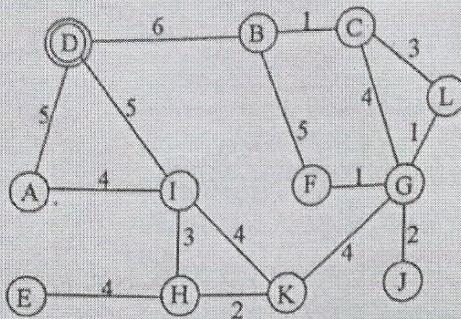
Lixo - em (c),  $c \in \{ \text{aqui}, \text{em frente}, \text{à esquerda}, \text{à direita} \}$   
 tempo - par  
 ou  
 Lixo - em (aqui)  
 Lixo - em (frente)  
 Lixo - em (esquerda)  
 Lixo - em (direita)

b) Especifique um conjunto de regras situação-acção que definam um comportamento adequado do robô aspirador. Pode fazê-lo na forma de uma tabela com as seguintes colunas:

- Situação - uma conjunção de condições
- Actualização - actualização das variáveis de estado, caso existam
- Acção - acção a executar pelo agente na situação indicada

Situação	Actualização	Acção
deletaLixo $\wedge$ Lixo - em (aqui)	—	Aspirar
deletaLixo $\wedge$ Lixo - em (frente)	—	Mover em Frente
deletaLixo $\wedge$ Lixo - em (direita)	—	Rodar 90° direita
deletaLixo $\wedge$ Lixo - em (esquerda)	—	Rodar 90° direita
— Lixo - em (c) $\wedge$ tempo - par	—	Mover em Frente
— Lixo - em (c) $\wedge$ tempo - par	—	Rodar 90° direita

3. O grafo a seguir apresentado representa um espaço de estados num problema de pesquisa, sendo D o estado objectivo (solução). Os custos das transições estão anotados junto às ligações do grafo.



- a) Tomando o estado G como estado inicial, apresente a árvore de pesquisa gerada quando se realiza uma pesquisa de custo uniforme. Esta pesquisa é feita sem repetição de estados no caminho de qualquer nó até à raiz da árvore. Numere os nós pela ordem em que são acrescentados à árvore e anote também o valor da função de avaliação em cada nó. Em caso de empate nos valores da função de avaliação em dois ou mais nós, utilize a desempate com base na ordem alfabética dos respectivos estados.

- b) Calcule o factor de ramificação médio da árvore gerada.

$$N = 9$$
$$x = 3$$

c) Identifique semelhanças e diferenças entre a pesquisa em largura e a pesquisa de custo uniforme.

4. Considere o seguinte problema:

"André, Bernardo e Cláudio dão um passeio de bicicleta. Cada um anda na bicicleta de um dos amigos e leva o chapéu de um dos outros. O que leva o chapéu de Cláudio anda na bicicleta de Bernardo. Que bicicleta e que chapéu levam cada um dos amigos?"

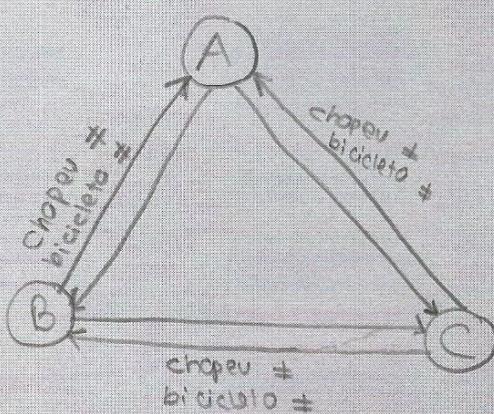
Com vista à resolução do problema através de pesquisa com propagação de restrições, identifique as variáveis e respectivos valores possíveis, e represente a informação disponível através de um grafo de restrições.

$$A \in \{(B,C), (C,B)\}$$

(chapéu de , bicicleta de )

$$B \in \{(A,C), (C,A)\}$$

$$C \in \{(B,A), (A,B)\}$$



## Resolução Teste Final LEI 2014/2015

I

1. a)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

b)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

c)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

d)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

e)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

f)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

g)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

h)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

i)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

## II

1)

a) "O pai do António é casado com a mãe da Teresa"

$\exists u \text{ Pai}(u, \text{António}) \wedge \exists y \text{ Mãe}(y, \text{Teresa}) \wedge \text{casadoCom}(u, y)$

b) Relativamente às Redes de Bayes, indique a afirmação verdadeira

Permite representar as dependências entre as variáveis de um problema

c) Relativamente às Redes semânticas, indique a afirmação verdadeira

Permite representar conhecimento por omissão

d) Uma consequência lógica do conjunto de fórmulas

$$\{ A \vee B, \neg B \vee C \vee D, \neg A, \neg D \}$$

A  $\vee$  B

A  $\vee$  C  $\vee$  D

C  $\vee$  D

$\neg B \vee C \vee D$

$\neg A$

$\neg D$

A  $\vee$  C  $\vee$  D

C  $\vee$  D

C

Nenhuma das Anteriores

e) O algoritmo de pesquisa em grafo (graph-search) difere do algoritmo de pesquisa em árvore (tree-search) em que:

A pesquisa por grafos trabalha com um grafo de restrições

2) • Determinar lixo:

- Aqui, Frente, trás, direito, esquerda

• Ações:

- aspirar, mover em frente, rodar 90° direita

• Não detecta lixo:

- par: mover em frente

- impar: Rodar 90° direita

a) Indique e caractereize as várias condições (proposições, predicados)

- Lixo - em ( $n$ ) ,  $n \in \{ \text{aqui}, \text{frente}, \text{trás}, \text{direita}, \text{esquerda} \}$

ou

Lixo - em (aqui)

Lixo - em (frente)

Lixo - em (trás)

Lixo - em (direito)

Lixo - em (esquerda)

- tempo - por

b) Especifique seu conjunto de regras situação - ação.

Tabela: Situação, Atualização, Ação

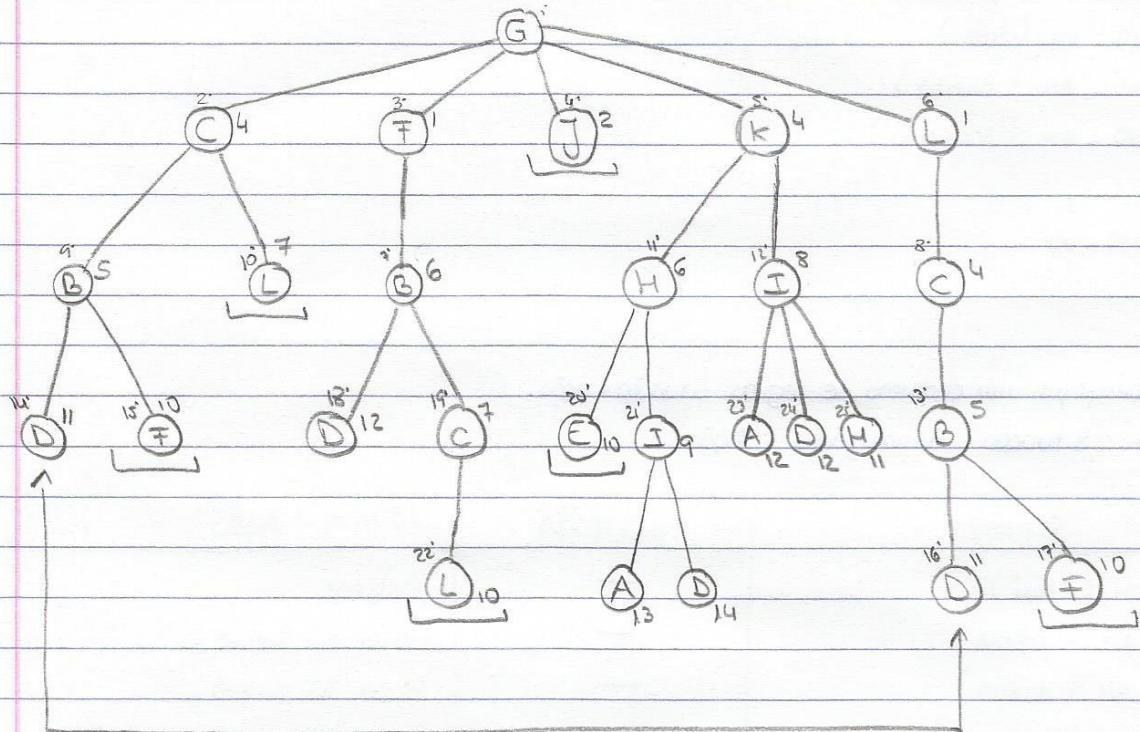
Situação	Atualização	Ação
Lixo - em (aqui)	—	Aspirar
Lixo - em (frente)	—	Mover em frente
Lixo - em (direito)	—	Rodar 90° direita
Lixo - em (esquerda)	—	Rodar 90° direita
¬ Lixo - em ( $n$ ) $\wedge$ tempo - por	—	Mover em frente
¬ Lixo - em ( $n$ ) $\wedge$ ¬ tempo - por	—	Rodar 90° direita

③ Estado G como estado inicial

Pesquisa de custo uniforme - sem repetição de estados

Estado D - solução

a)



Dois soluções possíveis

b) fator de Ramificação Média

$$RM = \frac{N}{n}$$

$$N = N^* \text{ totais do árvore}$$

$$RM = \frac{N-1}{n}$$

$$= \frac{27-1}{13} = \frac{26}{13} = 2$$

C) Identifique similaridades e diferenças entre a pesquisa em largura e a pesquisa de custo uniforme.

A pesquisa em largura consiste em avaliar todos os nós de um determinado nível antes de prosseguir para a avaliação dos nós do próximo nível. É completo e ótimo.

A pesquisa de custo uniforme, apesar de ser um caso particular da pesquisa A\*, é idêntica à pesquisa em largura. Início de conectar pelo primeiro nó expandido, que está na lista aguardando processamento, o nó que possui o menor custo  $g(N)$  será escolhido para ser expandido. Caso exista solução, a primeira solução encontrada é ótima.

- ④ • Cada um anda no bicicleta de um dos amigos e leva o chapéu de um dos outros  
• O que leva o chapéu de Cláudio, anda no bicicleta de Bernardo

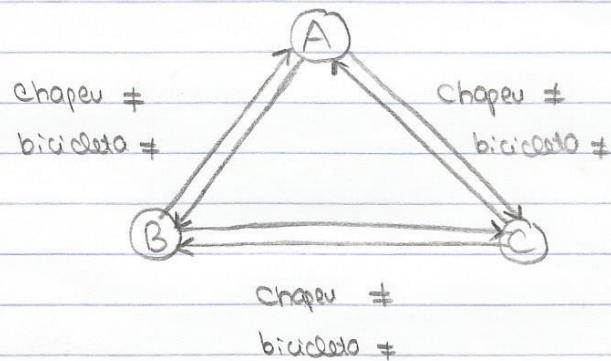
Identificar as variáveis e respectivos valores possíveis, represente informação num grafo de restrições.

$$A \in \{(B,C), (C,B)\}$$

$$\{(chapéu de, bicicleta de)\}$$

$$B \in \{(A,C), (C,A)\}$$

$$C \in \{(B,A), (A,B)\}$$



Solução ótima:

$$S = \{ \begin{aligned} A &= \text{Chapéu Cláudio, Bicicleta Bernardo} \\ B &= \text{Chapéu André, Bicicleta Cláudio} \\ C &= \text{Chapéu Bernardo, Bicicleta André} \end{aligned}$$