

Identificação do aluno:

Nome:

I

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

I. 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

X

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

X

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

X

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

e) 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
- A pesquisa em grafo é completa e ótima
- 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.

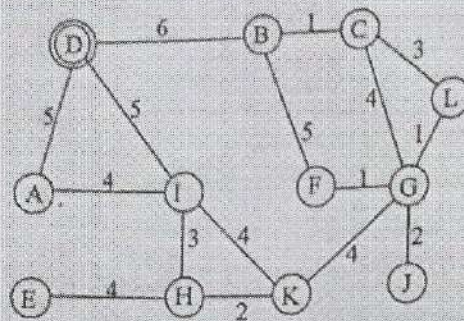
$Lixo_em(c)$, $c \in \{aqui, em\ frente, \grave{a}\ esquerda, \grave{a}\ direita\}$
 $tempo_par$
 ou
 $Lixo_em(aqui)$
 $Lixo_em(frente)$
 $Lixo_em(esquerda)$
 $Lixo_em(direita)$

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
$delete\ Lixo \wedge Lixo_em(aqui)$	—	Aspirar
$delete\ Lixo \wedge Lixo_em(frente)$	—	Mover em frente
$delete\ Lixo \wedge Lixo_em(direita)$	—	Rodar 90° direita
$delete\ Lixo \wedge Lixo_em(esquerda)$	—	Rodar 90° esquerda
$Lixo_em(c) \wedge tempo_par$	—	Mover em frente
$Lixo_em(c) \wedge \neg tempo_par$	—	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?"

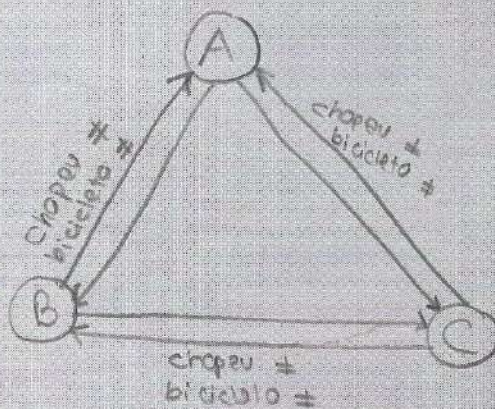
Com vista à resolução do problema através de pesquisa com propagação de restrições, identifique as variáveis e respectivos valores possíveis, e represente a informação disponível através de um grafo de restrições.

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

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

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

(chapéu de, bicicleta de)



Resolução Teste Final LEI 2014/2015

I

II

1)

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

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

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 conexões por omissão

d) Uma consequência lógica do conjunto de fórmulas

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

$A \vee B$	$A \vee C \vee D$	$C \vee D$
<u>$\neg B \vee C \vee D$</u>	<u>$\neg A$</u>	<u>$\neg D$</u>
$A \vee C \vee D$	$C \vee D$	C

Nenhum dos 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) • Determina Lixo:

- Aqui, Frente, Não, Direita, Esquerda

• Ações:

- Aspirar, mover em frente, Rodar 90° direita

• Não desloca lixo:

- por: mover em frente

- jumpor: Rodar 90° direita

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

• $\text{Lixo_em}(x)$, $x \in \{\text{aqui, frente, trás, direita, esquerda}\}$

ou

$\text{Lixo_em}(\text{aqui})$

$\text{Lixo_em}(\text{frente})$

$\text{Lixo_em}(\text{trás})$

$\text{Lixo_em}(\text{direita})$

$\text{Lixo_em}(\text{esquerda})$

• tempo_por

b) Especifique um conjunto de regras situação-ação.

Tabela: Situação, Atualização, Ação

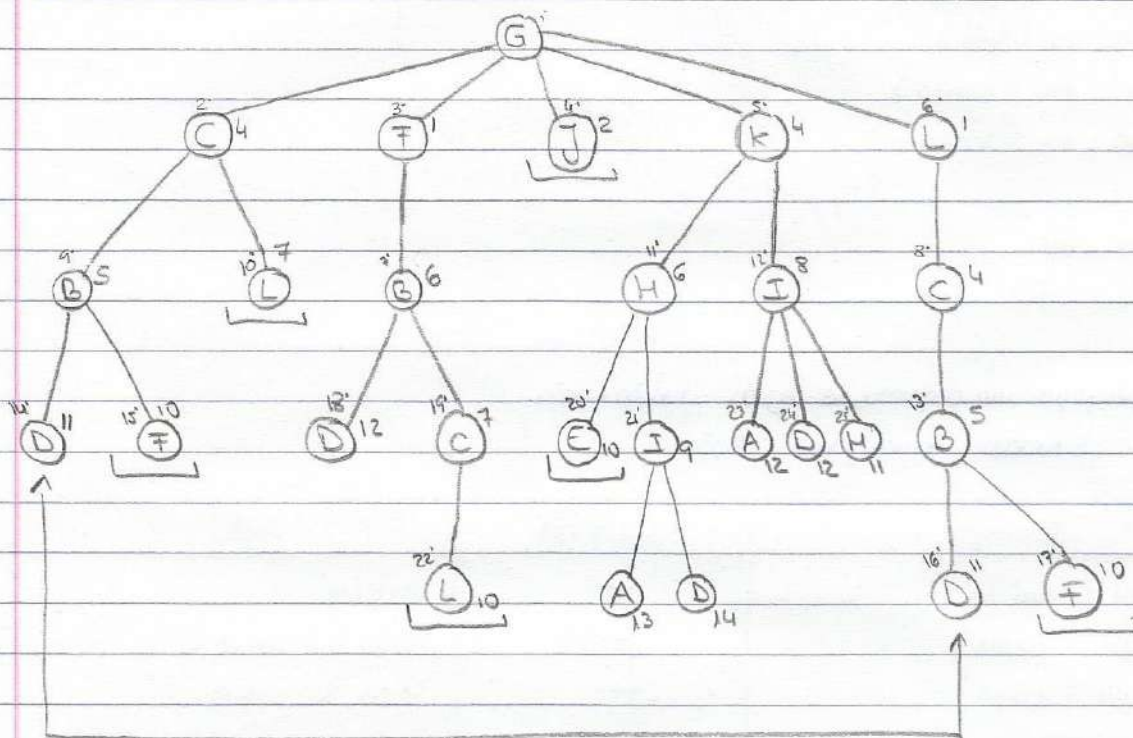
Situação	Atualização	Ação
$\text{Lixo_em}(\text{aqui})$	—	Aspirar
$\text{Lixo_em}(\text{frente})$	—	Mover em frente
$\text{Lixo_em}(\text{direita})$	—	Rodar 90° direito
$\text{Lixo_em}(\text{esquerda})$	—	Rodar 90° direito
$\neg \text{Lixo_em}(x) \wedge \text{tempo_por}$	—	Mover em frente
$\neg \text{Lixo_em}(x) \wedge \neg \text{tempo_por}$	—	Rodar 90° direito

③ Estado G como estado inicial

Busca de custo uniforme - sem repetição de estados

Estado D - solução

a)



Dois soluções possíveis

b) fator de Ramificação Média

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

N = n° totais do árvore

n = n° nós expandidos

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

c) Identifique semelhanças 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. Em vez de começar 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 na bicicleta de um dos amigos e leva o chapéu de um dos outros
• O que leva o chapéu de Claudio, anda na bicicleta de Bernardo

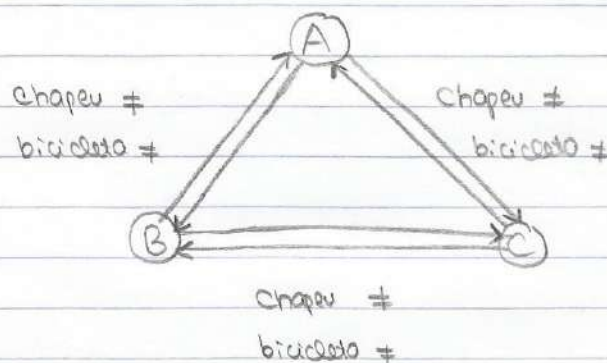
Identificar as variáveis e respectivos valores possíveis, represente informação num grafo de restrições.

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

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

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

$$\{ (\text{chapéu de}, \text{bicicleta de}) \}$$



Solução ótima:

- $S = \{$
 $A = \text{Chapéu Claudio, Bicicleta Bernardo}$
 $B = \text{chapéu Andre', Bicicleta Claudio}$
 $C = \text{Chapéu Bernardo, Bicicleta Andre'}$
 $\}$