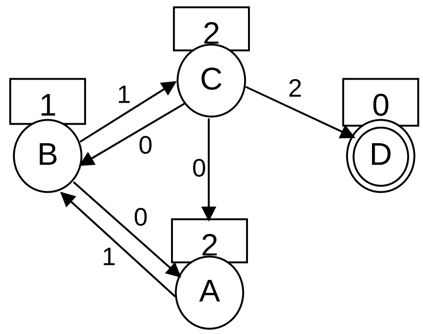
Inteligência Artificial – 2008/09

12/Fev/2009 – 9h-12h **DI/FCT/UNL, Duração: 3h** **Exame: Época Recurso**

GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. O estado objectivo é o D. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Diga, justificando, se a heurística é consistente.



I.2) Mostre os conteúdos das listas aberta e/ou fechada durante a execução do algoritmo A* até atingir uma solução, partindo do estado inicial A. Indique qual a solução obtida e o respectivo custo.

I.3) Resolva o problema da pergunta anterior com o algoritmo de procura sôfrega.

I.4) Sejam X e Y duas variáveis inteiras, sujeitas à seguinte restrição $|X| - |Y| > 1$. Sabe-se que X pode tomar os valores {-2,-1,0,1,2} e Y os valores {-1,0,1}. Indique os valores de X que se encontram inconsistentes, justificando.

I.5) Suponha que se deseja maximizar uma função f(x,y,z), com $x \in [-1.0,1.0]$, $y \in [0.0,2.0]$ e $z \in [2.0,4.0]$, utilizando um algoritmo genético. Proponha uma representação para os indivíduos de maneira a se garantir uma precisão de 3 casas decimais para todas as variáveis.

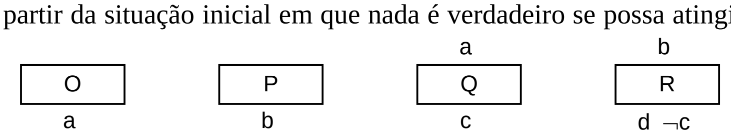
I.6) Considerando a representação proposta na pergunta anterior, indique: a) o individuo que representaria x=1.0, y=2.0, z=2.0; b) o individuo que representaria x=–1.0, y=2.0, z=4.0; c) os indivíduos que resultariam da recombinação dos dois indivíduos anteriores usando um ponto de corte entre o 5º e o 6º elemento do cromossoma.

I.7) Verifique se $\neg(e \wedge (d \vee \neg(a \wedge (b \vee d))))$ é consequência lógica da fórmula $a \wedge (b \vee \neg a \vee (c \wedge d)) \wedge \neg(a \wedge d)$, recorrendo ou ao algoritmo de resolução, ou ao algoritmo de Davis-Putnam. Justifique a sua resposta.

I.8) Considere o programa em lógica normal listado abaixo. Indique todos os seus modelos estáveis. Justifique.

```
a.
b :- a, not c.
c :- a, not b.
```

I.9) Considere os seguintes operadores O, P, Q e R na linguagem STRIPS. Apresente um plano POP e suas linearizações tal que a partir da situação inicial em que nada é verdadeiro se possa atingir a situação final em que ***c*** e ***d*** são verdadeiros.



I.10) Num problema de aprendizagem de árvores de decisão foram obtidos os seguintes exemplos.

Exemplo	Voa	Põe ovos	Sabe nadar	Tamanho	Classificação
1	T	T	F	Pequeno	ave
2	F	F	T	Grande	mamífero
3	T	F	T	Médio	mamífero
4	F	T	T	Pequeno	ave
5	T	T	F	Pequeno	ave
6	T	F	T	Médio	mamífero
7	T	T	F	Pequeno	ave
8	F	T	T	Médio	mamífero
9	F	F	T	Grande	mamífero

Indique, justificando, qual dos atributos seria escolhido pelo algoritmo DTL como raiz da árvore de decisão.

GRUPO II

Um professor, durante a sua longa experiência de leccionação da cadeira "Informação Aleatória" (IA), reuniu os seguintes dados estatísticos. A presença dos alunos nas suas aulas teóricas tem ficado um pouco aquém das suas expectativas: apenas 15% dos alunos aparecem nas aulas teóricas. Quanto ao empenho dos alunos na sua cadeira o cenário também não é dos melhores: 20% dos seus alunos nunca estuda; 20% estuda durante todo o semestre; e os restantes apenas estudam para os exames. Apesar de tudo, verifica-se que ir às teóricas até compensa: 95% dos que vão às teóricas e estudam durante todo o semestre têm positiva no exame final da cadeira; os que vão às teóricas mas apenas estudam para os exames têm menos sucesso, apenas 70% conseguem obter positiva no exame; ir às teóricas e não estudar pode dar mau resultado, 60% tem negativa no exame. Por outro lado, para quem não vai às teóricas e estuda todo o semestre o sucesso no exame é de cerca de 60%, desce para 40% se apenas estudar para o exame, e para 5% se não estudar nunca. Verifica-se também que o estudo tem algum impacto na nota da componente prática. Dos que estudam todo o semestre, 80% têm boa nota prática e os restantes 20% têm o suficiente para passar. Os que não estudam ou só o fazem para o exame não têm boa nota prática, apresentando igual probabilidade de ter ou não nota suficiente para passar. Finalmente, para passar à cadeira (com nota final suficiente ou boa) é necessário que o exame seja positivo e que a nota prática não seja insuficiente. A nota final é boa em 70% dos casos em que a nota prática é boa e em 30% dos casos em que nota prática é apenas suficiente.

II.1) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

II.2) Calcule a probabilidade de passar à cadeira.

II.3) Calcule a probabilidade de passar à cadeira se o aluno não vai às teóricas e nunca estuda.

GRUPO III

Considere o problema de definição do calendário de exames de uma faculdade com a seguinte informação:

> E é o conjunto de exames que têm que ser realizados, em que cada elemento de E é um tuplo (ex,t,A) sendo ex o identificador do exame, t a duração do exame e A o conjunto dos alunos inscritos no exame.
>
> S é o conjunto das salas disponíveis para os exames, em que cada elemento de S é um par (id,c) sendo id o identificador da sala e c a sua capacidade.
>
> N é um inteiro que representa o número de dias do calendário de exames. Assume-se que existem 10 horas por dia consecutivas para a realização dos exames.

Um exame pode ser feito em várias salas desde que durante a sua duração nenhuma das salas esteja a ser utilizada por outro exame. A soma das capacidades das salas atribuídas a um exame não deverá ser inferior ao número de alunos inscritos no exame. Dois exames não podem ser realizados no mesmo dia se existirem alunos inscritos a ambos. Um exame não poderá ser marcado para uma hora se, contando com a sua duração, terminar depois da 10ª hora do respectivo dia.

Um calendário de exames deverá ser representado por um conjunto R em que cada elemento é um tuplo (ex,d,h,S_{ex}) sendo ex o identificador do exame, $d \in \{1,\ldots,N\}$ o dia em que deve ser realizado o exame, $h \in \{1,\ldots,10\}$ a hora de inicio do exame, e S_{ex} um conjunto de salas onde o exame deve ser realizado. Pretende-se encontrar um calendário que minimize o número de salas atribuídas a cada exame, isto é, o somatório do número de salas para cada exame.

III.1) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado, não esquecendo de indicar o custo dos operadores.

III.2) Proponha a melhor heurística que consiga, garantindo ao mesmo tempo a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* para qualquer dimensão de problemas desta classe. Justifique adequadamente.

III.3) Indique como poderia representar este problema como um problema de satisfação de restrições.