

Introdução à Inteligência Artificial

Ano 2004/05 – 1ª chamada

3 horas / com consulta

Grupo 1 (Pesquisa)

O famoso puzzle-15 tem várias variantes, umas mais fáceis outras mais difíceis. A variante que apresentamos neste grupo autoriza que uma peça “dê a volta” e atravesse os extremos do tabuleiro para ocupar a casa livre (é um jogo de computador...). Os movimentos só podem ser horizontais ou verticais. Assim, para o exemplo da figura, é possível deslocar a peça 4 para a “direita”, a 2 para a esquerda, a 5 para cima e a 1 para “baixo”. O objectivo é o mesmo do puzzle-15 original, consistindo em colocar os números por ordem crescente a partir do canto superior esquerdo, da esquerda para a direita, de cima para baixo, devendo a casa livre ocupar o canto inferior direito. Estamos interessados em soluções com o menor número de movimentos possíveis.

	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
1	13	14	15

1a) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de pesquisa 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.

1b) De entre as funções listadas de seguida, indique quais podem ser utilizadas como heurística pelo algoritmo A*, de forma a garantir a obtenção da solução óptima, e qual a que aconselharia, justificando a sua resposta.

- h1) 0;
- h2) O número de peças incorrectamente colocadas;
- h3) A soma das distâncias de Manhattan de cada uma das peças à posição correcta (como no puzzle-15 original);
- h4) O máximo de h2 e de h3.

1c) Apresente uma heurística não constante que garanta a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* e que não seja idêntica às heurísticas da alínea anterior. Não é necessária a apresentação de qualquer expressão matemática, desde que fique inteiramente claro a forma como a heurística pode ser obtida. Justifique sucintamente.

1d) Comente a seguinte afirmação “Qualquer heurística admissível para a variante do puzzle-15 apresentada neste grupo é também uma heurística admissível para o puzzle-15 original”. Justifique cuidadosamente a sua resposta.

Grupo 2 (Planeamento)

A época de exames está-se a aproximar e ao João Marrão faltam-lhe apenas as cadeiras de Economia e Matemática para concluir o curso. Para estudar a fundo uma cadeira, o João necessita de todos os fins de semana livres mas em compensação fica a saber a matéria. Se a cadeira for fácil, então basta ao João rever os apontamentos para ficar a saber a matéria, coisa que não lhe rouba os fins de semana. Na Universidade que o João frequenta, ao realizar-se um exame de uma disciplina da qual se sabe a matéria fica-se aprovado. Além disso, não se podem realizar exames de cadeiras já com aprovação. A cadeira de Economia é considerada fácil enquanto que a de Matemática é difícil.

2a) Apresente um conjunto de acções na linguagem de planeamento STRIPS que permitam modelar a situação descrita no enunciado.

2b) Especifique completamente o estado inicial e os objectivos de maneira a que o João Marrão obtenha aprovação a Economia e a Matemática, de acordo com a informação descrita anteriormente. Recorrendo ao algoritmo POP construa e apresente um plano com ordem parcial (com um número mínimo de passos), listando também as respectivas linearizações possíveis.

2c) Verifique se a sua modelação permite obter sequências de acções em que o João estuda a fundo ou revê apontamentos entre a realização dos dois exames. Em caso afirmativo, indique também as alterações a efectuar à sua modelação para eliminar estas sequências indesejáveis.

Grupo 3 (Redes de Bayes)

A Direcção Geral de Contribuições e Impostos (DGCI) classifica os rendimentos dos contribuintes em baixos, médios ou elevados. Estatisticamente, sabe-se que 30% dos rendimentos são baixos e que 64% são médios. Os contribuintes de rendimentos baixos não entregam a declaração de impostos; os contribuintes de rendimentos médios e elevados entregam a sua declaração de impostos em 90% e 60% dos casos, respectivamente. Dos contribuintes que entregam a declaração, 3% são fiscalizados, subindo esta percentagem de fiscalização para 10% para aqueles que não entregam qualquer declaração. Dado o bom funcionamento do sistema de fiscalização, 99% dos contribuintes sujeitos a fiscalização pagam o montante correcto de impostos independentemente do seu nível rendimentos. Para os contribuintes não fiscalizados, verifica-se que 10% dos contribuintes de rendimentos baixos não paga o valor correcto de impostos, aumentando esta percentagem para 20% e 25% no caso de contribuintes de rendimentos médios e elevados, respectivamente.

3a) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

3b) Calcule a probabilidade dos rendimentos serem elevados e de se ter pago o valor correcto dos impostos.

3c) Calcule a probabilidade dos rendimentos serem baixos dado que se efectuou uma fiscalização e foi pago o montante correcto dos impostos.

Grupo 4 (Representação do Conhecimento)

No jogo do Su Doku têm de se preencher todas as casas de uma grelha 9x9 de forma a que cada fila, cada coluna e cada quadrado de três casas por três contenha todos os números de 1 a 9, sem repetições ou omissões. Um problema define inicialmente os valores de algumas casas, devendo o jogador preencher todas as restantes (ver figura ao lado). É óbvio, por exemplo, que a casa no canto superior esquerdo só pode tomar o valor 4.

A programação por conjunto de respostas presta-se à resolução (eficiente) deste tipo de problemas, sendo essa a sua tarefa neste grupo. Nas seguintes questões aconselha-se a utilização do predicado $\text{casa}(X,Y,N)$ para representar, num conjunto de resposta, que a casa com coordenadas (X,Y) tem o valor N . Para facilitar, na figura, já se encontra definido um sistema de coordenadas.

9		5	8	2	9	3		6	
8	2			6	1	4			8
7									
6	1	7			3			8	9
5	9								6
4	8	4			5		7	3	1
3									
2	7			3	2	8			5
1		3		7	4	5		1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

4a) Apresente um programa cujos conjuntos de resposta representem todas as soluções em que todas as casas da grelha tenham atribuído um, e um só, número entre 1 e 9. Quantos conjuntos de resposta existem ?

4b) Explique como obrigaria uma determinada casa a ficar preenchida com um valor concreto, como especificado no problema. Ilustre com exemplos obtidos a partir da figura.

4c) Adicione restrições ao programa das alínea anteriores, para garantir que não existam casas na mesma linha e na mesma coluna com o mesmo valor atribuído.

4d) Para completar o programa basta agora impedir que casas no mesmo quadrado de três por três (assinalados com cor distintas na figura) sejam preenchidas com números repetidos. Sugere-se a utilização de um conjunto de factos auxiliares indicando um dos cantos de cada quadrado (por exemplo, o canto inferior esquerdo).

4e) É claro que o jogo do Su Doku também pode ser entendido como um problema de satisfação de restrições. Descreva sucintamente como modelaria o jogo como um CSP não esquecendo de indicar as variáveis, seus domínios e restrições entre variáveis.

