

Introdução à Inteligência Artificial

Ano 2002/03 – Recurso

3 horas / com consulta

Grupo 1 (Pesquisa)

Nas salinas da Ribeira do Sado existem 3 baldes para medir o sal a vender: um que leva 3 litros de sal, outro 5 litros e o outro 7 litros. Para vender quantidades de sal múltiplas destes 3 valores a coisa é simples: basta ir enchendo os baldes e despejando para o saco do cliente. Para outras quantidades a coisa já não é tão simples, mas nada que não se faça. Por exemplo, para vender 2 litros de sal, pode começar por se encher o balde de 7 litros, de seguida despejar o balde de 7 litros no de 5 até encher este último, e por fim despejar os 2 litros que ficaram no balde de 7 para o saco do cliente. O empregado que lá estava a vender o sal já tinha muita prática nesta forma de medir o sal, e fazia tudo muito rapidamente e sempre com um número mínimo de acções (em que se considera como uma acção o encher de um balde, o despejar o conteúdo de um balde para o saco do cliente, e o despejar de um balde para outro até que este último fique cheio ou que não haja mais sal no balde de origem). Mas agora veio um empregado novo que não se entende nada com este sistema de medida. De tal forma, que a direcção das salinas resolveu mandar fazer um programa para o ajudar.

- 1 a) Diga como formalizaria o problema por forma a que este pudesse ser resolvido por uma algoritmo de pesquisa em espaço de estados. I.e., diga como definiria estados, o estado inicial, a função de teste para estados objectivo e a função que devolve os sucessores dum estado.
- 1 b) De entre os seguintes três algoritmos de pesquisa em espaços de estados – *em profundidade*; *em largura*; *em profundidade crescente* (“*iterative deepening*”) – qual lhe parece mais adequado a este problema, e porquê? Na sua justificação, refira-se explicitamente à complexidade (espacial e temporal) e completude de cada um destes algoritmos na resolução **deste** problema.
- 1 c) Imagine agora que lhe é dada como heurística para avaliação dum estado o número de litros que, no estado em causa, ainda faltam no saco do cliente.
 - 1 c1) Mostre através de um exemplo que esta heurística não é admissível.
 - 1 c2) O que poderia acontecer caso se usasse o algoritmo A* com esta heurística?
 - 1 c3) Apresente uma heurística admissível não trivial para este problema.

Grupo 2 (Redes de Bayes)

De há uns tempos para cá o número de mensagens de *spam*¹ tem aumentado imenso. De tal forma, que começaram a proliferar pelo mercado vários programas para nos livrarem do *spam*, filtrando-o. Se já se debateu com este problema, e procurou programas para procederem a esta filtragem, certamente já reparado que a maioria deles anunciam que usam “tecnologia de *Bayesian networks*”. Pois é! São mesmo as redes de Bayes que aprendeu nesta disciplina!

A ideia é simples. O que esses programas têm é uma rede de Bayes com nós para critérios definidos sobre mensagens e relacionados com o facto duma mensagem ser ou não *spam* (e.g. ter certas palavras no **subject**, ter certos tipos de endereços no **from**, ter uma percentagem grande de figuras no **corpo** da mensagem, etc). Têm também um nó para determinar a probabilidade duma mensagem ser *spam*. Recebida uma mensagem são avaliados os tais critérios e, com base neles e na rede, determinada a probabilidade da mensagem ser *spam*. Se essa probabilidade for maior que um certo limite, a mensagem é automaticamente filtrada. Além disso, os valores nas tabelas de probabilidades dos nós são actualizados ao longo do tempo de acordo com classificações das mensagens feitas pelo utilizador à posteriori. Essas classificações permitem saber, para cada combinação dos critérios, quantas mensagens foram ou não *spam* e, assim, preencher e actualizar as tabelas.

Imagine agora uma versão simplificada dum desses programas, onde os únicos critérios usados são: o facto da palavra “Viagra” vir no **subject**; o facto da sequência de palavras “lowest price” vir no **corpo** da mensagem; e o facto do endereço no **from** ser fictício. Além disso, após algum tempo de uso verificou-se que: 20% das mensagens classificadas como *spam* tinham endereço fictício no **from**, enquanto apenas 1% das mensagens que não foram *spam* tinham endereços fictícios; todas as mensagens com “Viagra” no **subject** foram classificadas como *spam*; das mensagens sem “Viagra” no **subject** mas com “lowest price” no **corpo**, 80% foram *spam*; das restantes mensagens, sem “Viagra” nem “lowest price”, mesmo assim 30% foram *spam*. Verificou-se ainda que 5% das mensagens recebidas tinham “Viagra” no **subject** e que 1% das mensagens tinham “lowest price” no **corpo**.

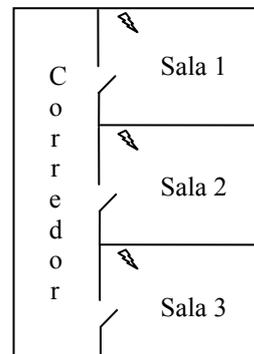
- 2 a) Sugira uma topologia para a rede de Bayes deste programa simplificado de filtro de *spam*.

¹ Denominam-se por *spam*, mensagens publicitárias não solicitadas.

- 2 b) Apresente as tabelas de probabilidades em cada um dos nós dessa rede, na situação descrita.
- 2 c) Calcule a probabilidade duma dada mensagem ser *spam*, sabendo que:
- 2 c1) se detectou que tinha “lowest price” no **corpo** da mensagem.
- 2 c2) para além disso, se verificou que o endereço no **from** é fictício.

Grupo 3 (Planeamento)

Um pequeno robot eléctrico move-se numa casa com uma configuração como a que se mostra na figura ao lado. Em cada uma das três salas existe uma tomada eléctrica onde o robot se pode ligar para carregar a sua bateria. No corredor não existe qualquer tomada. Quando a bateria está completamente carregada o robot tem autonomia para andar apenas 10 metros. Sabe-se qual a distância máxima que o robot tem que percorrer para chegar de cada uma das salas a cada uma das outras: 9 metros entre a sala 2 e cada uma das outras; 14 metros entre as salas 1 e 3.



Este robot dispõe apenas de dois tipos de acções: mover-se de uma sala ou corredor, para outra sala ou corredor, desde que exista uma porta entre o ponto de onde se está a mover e o ponto para onde vai; carregar a bateria numa das tomadas, tendo esta acção como efeito que a bateria fica completamente carregada.

- 3 a) Defina em STRIPS cada uma das duas acções do robot, assumindo que os predicados usados para a caracterização dos estados são: *em(L)* – que significa que o robot está no local *L*; *carga(N)* – que significa que a carga da bateria do robot ainda dá para percorrer *N* metros; *porta(L1,L2)* – que significa que há uma porta entre *L1* e *L2*; *dist(L1,L2,M)* – que significa que a distância entre *L1* e *L2* é *M* metros. Assuma ainda, para simplificar, que o robot não pode carregar a bateria se a tiver completamente carregada.
- 3 b) Suponha agora que o robot se encontra na sala 1 com a bateria completamente carregada e pretende deslocar-se para a sala 3. Apresente o grafo de um plano de ordem parcial gerado pelo POP para este exemplo, de acordo com a notação usada nas aulas.
- 3 c) Que problema surge se se tentar modelar em STRIPS a acção de carregar a bateria sem proibir a sua execução quando a bateria está completamente carregada?
- 3 d) Como deverá saber, os problemas como o da alínea c) surgem porque o STRIPS impõe, por razões de eficiência, uma série de limitações. Se em vez do STRIPS se usa-se lógica de 1ª ordem para representar as acções, esses problemas não surgiam. Nas aulas aprendeu uma metodologia para representação de acções em lógica, denominada *situation calculus*. Modele em *situation calculus* as duas acções do robot, mas agora sem a simplificação mencionada na alínea a).

Grupo 4 (Processamento de língua natural)

Considere a seguinte gramática para análise de frases (simples) em português, à qual se deverá juntar um dicionário adequado:

$$\text{frase}(\text{af}([\text{Suj}|R], \text{Pred})) \rightarrow \text{sn}(\text{Suj}, N), \text{sv}(\text{sv}([\text{Suj}|R], \text{Pred}), N).$$

$$\text{sn}(\text{ent}(X, D, \text{Conds}), N) \rightarrow \text{det}(D, N, G), \text{nome}(X, \text{Conds}, N, G).$$

$$\text{sv}(\text{sv}([\text{ent}(X, _, _)], \text{Vi}), N) \rightarrow \text{vi}(X, \text{Vi}, N).$$

$$\text{sv}(\text{sv}([\text{ent}(S, _, _)], \text{ent}(O, \text{DO}, \text{CO})], \text{Vt}), N) \rightarrow \text{vt}(S, O, \text{Vt}, N), \text{sn}(\text{ent}(O, \text{DO}, \text{CO}), _).$$

$$\text{det}(D, N, G) \rightarrow [D], \{\text{dic}(D, \text{det}, N, G)\}.$$

$$\text{nome}(X, \text{Conds}, N, G) \rightarrow [\text{Nm}], \{\text{dic}(\text{Nm}, \text{n_comum}, N, G, X\text{-Conds})\}.$$

$$\text{vi}(X, \text{Vi}, N) \rightarrow [V], \{\text{dic}(V, \text{v_intrans}, N, X\text{-Vi})\}.$$

$$\text{vt}(S, O, \text{Vt}, N) \rightarrow [V], \{\text{dic}(V, \text{v_trans}, N, S\text{-O-Vt})\}.$$

- 4 a) Qual o significado devolvido por esta gramática na análise da frase “o João comeu o queijo”?
- 4 b) Esta gramática só está preparada para reconhecer frases na forma activa. Frases na forma passiva, como por exemplo “o queijo foi comido por o João” não são reconhecidas.
- 4 b1) Qual acha que deveria ser o significado desta frase, devolvido por uma gramática que reconhecesse frases quer na forma activa quer na passiva?
- 4 b2) Modifique a gramática acima por forma a que esta passe a reconhecer e construir o significado também para frases na forma passiva.