

”

**Exame** | Instruções para a realização de exame

## Introdução à Inteligência Artificial | 21071

### Data de Realização

30 de setembro de 2024

### Instruções

- O tempo de duração da prova de Exame é de 120 minutos com tolerância de 30 minutos.
- O estudante deverá responder à prova na folha de resolução.
- A cotação é indicada junto de cada pergunta.
- A prova é individual, mas pode ser realizada com consulta. Todos os elementos consultados devem ser referenciados na prova.
- A interpretação dos enunciados das perguntas também faz parte da sua resolução, pelo que, se existir alguma ambiguidade, deve indicar claramente como foi resolvida.

## Trabalho a desenvolver

### Pergunta 1 (1 valor)

Considera que é possível a Inteligência Artificial tornar-se mais inteligente do que os humanos? Quais seriam as consequências?

---

### Pergunta 2 (3 valores)

Suponha que tem um agente treinador de um atleta, que mede em diversos sensores o estado do atleta. Permite análise de uma sessão de treino, bem como a evolução ao longo de várias sessões de treino. Durante uma prova pode aconselhar sobre o controlo de esforço, e emitir alertas da proximidade a um estado de exaustão.

Descreva o agente relativamente a:

- Indicador de desempenho: [minimizar | maximizar] [o número | os metros quadrados | as horas | os metros | as horas vezes a área | a percentagem] de conselhos seguidos pelo atleta. Período de medição: [uma corrida/jogo | um assunto | um incêndio | uma zona | um dia | um ano | um ficheiro | um torneiro | uma viagem].
- Ambiente: dimensão [1D | 2D | 2D+1D | 3D], com todos os sensores medidos ao longo do tempo.
- Atuadores: [movimentação em espaço controlado | interface da aplicação | movimentação em estrada | movimentação aérea | movimentação linear | movimentação terrestre | atuador específico] para indicação de controlo de esforço (elevado ou baixo), bem como alerta de proximidade à exaustão. A análise de uma sessão bem como a visualização de várias sessões ao longo do tempo, é feita através da interface da aplicação.
- Sensores: [interface da aplicação | sensores de presença | Visão | GPS | sensores específicos] de modo a recolher informação relevante ao estado do atleta.

Classifique também o ambiente nos seguintes aspetos:

- [observável completamente | observável parcialmente]
- [determinístico | aleatório]
- [sequencial | episódico]
- [dinâmico | estático]
- [contínuo | discreto]
- [uni-agente | multiagente]

---

**Pergunta 3** (4 valores)

Considere um problema<sup>1</sup> constituído um número inteiro positivo  $K$ . Pretende-se obter um conjunto  $S$  de números, podendo ter números repetidos, que satisfaçam a condição da soma ser inferior a  $K$ , mas o seu produto ser superior a  $K$ . Pretende-se o conjunto cujo valor absoluto da diferença entre cada par de elementos, seja o mais próximo possível de  $K$ .

Exemplo:  $K=10$

K	10				Soma	Produto	Diferença absoluta	Distância para K
S	3	5			8	15	2	8
S	1	2	2	4	9	16	9	1
S	2	5			7	10		
S	5	5			10	25		

Temos a azul a instância, o valor  $K$ , neste caso 10.

A verde estão 4 possíveis soluções para o conjunto  $S$ . A primeira tem os números 3 e 5. Estes números têm a soma 8 e produto 15, pelo que a soma é inferior a 10 e o produto superior a 10, pelo que é uma solução válida. A diferença absoluta entre cada par de números é de 2, atendendo a que há apenas um par de números,  $|3-5|=2$ . Assim, a distância para  $K$  é de  $10-2=8$ . Este é valor da solução indicado a lilás.

A segunda solução tem os números 1, 2, 2 e 4. A soma é 9, o produto é 16, pelo que são soluções válidas. A diferença absoluta entre cada par de elementos, é de  $1+1+3$  (para o número 1 com os restantes números),  $+0+2$  (o primeiro 2 para os restantes números à sua direita), e  $+2$  (o segundo 2 para o número 4). Todos os pares foram processados, sendo a soma  $1+1+3+2+2=9$ . Assim a distância para 10 é de 1 valor.

A terceira solução, com os números 2 e 5, não é válida, dado que o produto é 10, e não superior a 10. Algo idêntico ocorre com a quarta solução, com os números 5 e 5, cuja soma é 10 e não um valor inferior a 10.

- Analise este problema do ponto de vista das procuras informadas. Indique justificando, qual a procura que aconselha.
- Se propôs uma procura construtiva, proponha uma função heurística para este problema, e calcule o seu valor para os dois primeiros estados da procura aconselhada na alínea anterior. Se propôs uma procura melhorativa, proponha agora os operadores de suporte a essa procura, exemplificando-os. Em ambos os casos, justifique porque considera a heurística/operadores apropriados.

---

<sup>1</sup> Problema original

---

**Pergunta 4** (4 valores)

Considere o seguinte jogo<sup>2</sup>, com um número inteiro positivo  $K$ . Há dois jogadores, A e B, que jogam alternadamente. O jogador A começa a jogar. Inicialmente um conjunto  $S$  encontra-se com dois números iguais,  $K/2$  (arredondar para baixo). Cada jogador pode na sua vez, adicionar ou remover um número ao conjunto, bem como alterar um número para qualquer outro valor. No entanto, são válidas apenas operações em que o conjunto  $S$  de números, satisfaça a condição da soma ser inferior ou igual a  $K$ , e o seu produto ser igual ou superior a  $K$ . Por outro lado, não é permitido voltar a um estado já visitado, pelo que perde o jogador que o fizer. Caso a soma dos valores absolutos da diferença de cada par de elementos, for igual a  $K$ , o jogo termina com a vitória do jogador que fez a última jogada.

Exemplo de um jogo:

	K	10			Soma	Produto	Diferença absoluta	Distância para K
	S	5	5		10	25	0	10
A	S	2	5		7	10	3	7
B	S	2	5	3	10	30	6	4
A	S	1	5	3	9	15	8	2
B	S	1	4	3	8	12	6	4
A	S	1	4	3	2	10	24	10

O jogo arrancou com  $S$  com  $K/2$  neste caso 5, em duplicado. Este é um estado válido, já que a soma não é superior a  $K$ , e o produto não é inferior a  $K$ . Mas a diferença absoluta entre pares é 0, pelo que a distância para  $K$  é 10.

O jogador A optou por alterar um dos valores. Não poderia adicionar um novo número, já que nesse caso a soma seria superior a 10. Alterou para o valor 2, ficando o produto em 10, ainda um valor válido. Não poderia alterar para 1, já que nesse caso o produto ficaria em 5, inferior a 10. Como resultado, a diferença absoluta passou a ser 3, ainda distante de 10.

O jogador B optou por adicionar um número, o número 3. A soma e produto estão dentro dos limites. A diferença absoluta entre pares, passou a ser 6. Existem 3 pares, com as diferenças 3, 1 e 2.

O jogador A alterou agora o valor 2 inicial para 1, melhorando a diferença absoluta, mas ainda diferente de 10.

O jogador B faz aqui uma jogada que se revelaria desastrosa. Altera o valor 5 para 4, permitindo ao jogador A ganhar com a adição do 2 na jogada seguinte, atingindo um estado em que a diferença absoluta de todos os pares, é exatamente 10.

Notar que nenhum dos jogadores poderia fazer jogadas que conduzam a estados já visitados, já que isso iria conduzir a uma derrota. Caso para um dado número  $K$  não exista um estado em que os pares sejam exatamente a soma, o jogo termina com a derrota de um dos jogadores, por falta de movimentos válidos.

---

<sup>2</sup> Jogo original, inspirado no problema da pergunta 3

Sobre este jogo, responda às seguintes questões:

- a) Analise este problema do ponto de vista das procuras adversas. Elabore relativamente ao tipo de otimizações que considera serem interessantes para este problema, e defina uma função heurística que considera boa para este problema.
- b) Efetue as primeiras 10 iterações do algoritmo MiniMax (sem cortes alfa/beta), utilizando as otimizações que indicou na alínea anterior, e calculando para cada estado o valor da função heurística, utilizando  $K=10$ .

---

**Pergunta 5** (4 valores)

Formule matematicamente o problema da pergunta 3. Não se esqueça de definir o conjunto de estados, o estado inicial, a função sucessora, a função teste (ou subconjunto de estados objetivo), e o custo de um caminho.

---

**Pergunta 6** (4 valores)

Defina uma estrutura de dados para implementar o problema da pergunta 4, e implemente a função de geração de sucessores. Pode optar pela linguagem de programação que pretender.

**FIM**