

Época Normal, notas lançadas

por José Coelho - Sábado, 6 Julho 2024, 19:26

Caros estudantes,

Estão lançadas as notas da época normal. De 94 provas (cerca de 900 páginas no total), temos **91 aprovações**. A distribuição das notas é a seguinte:

Nota	Qualitativo	E-fólio Global	Nota Final	Qualitativo	Nota
10 a 12	Excelente	0	0	Excelente	18 a 20
9 a 10	Muito Bom	3	3	Muito Bom	16 e 17
7,5 a 9	Bom	10	14	Bom	14 e 15
5,5 a 7,5	Suficiente	78	74	Suficiente	10 a 13
2 a 5,5	Insuficiente	3	3	Insuficiente	5 a 9
0 a 2	Fracó	0	0	Fracó	0 a 4

Verifica-se uma taxa de aprovação excelente, mas notas muito modestas. Têm o feedback no recurso do e-fólio, nas turmas, com a cotação por cada pergunta.

Falta corrigir as provas de exame, que ainda não chegaram. Devem levar mais uma ou duas semanas a chegarem. Anexo para já o enunciado do e-fólio global.

Critérios de correção:

Pergunta 1: 1 valor Considerando os objetivos da Inteligência Artificial (IA), é crítica a capacidade de criatividade na IA? Será possível a IA criar arte?

- 1 - aborda ambas as questões, de forma coerente e suportada

Para um ser artificial poder ter um desempenho inteligente, a criatividade e a possibilidade de criar arte, não sendo um aspeto crítico, é certamente importante, dada a referência de ser inteligente, o ser humano.

A IA já é utilizada para gerar arte, e para a arte é necessário a criatividade. No entanto, a noção de belo é da responsabilidade dos utilizadores e passado à IA através da sua interação. É questionável se será a IA o autor de uma peça artística que gerou, ou se será o utilizador que a solicitou com as características pedidas, atendendo a que a IA é uma ferramenta.

Nem uma resposta teve qualquer penalização. Todas com discurso bastante coerente, sem deixar de responder, naturalmente com algumas afirmações discutíveis, algumas fora da matéria, e mesmo erradas. A certa altura ponderei e optei por remover todas as penalizações aplicadas até então, atendendo a que não tinha forma precisa de distinguir as auxiliadas por geradores de texto (e nessas as penalizações deveriam existir, dado que ao rever não foi identificada a gralha), das realizadas de raiz (e nessas um erro é desculpável, se o trabalho foi a elaboração de toda a resposta, e não a solicitação e revisão).

Pergunta 2: 3 valores - agente que prevê o tempo e eventos extremos, numa dada estância de sky, com base em dados históricos e medições em tempo real

- 0,3 Indicador de desempenho: **maximizar as horas** de antecedência em média com que consegue prever com certeza. Período de medição: **um ano**
 - Muitos a minimizar as horas, assim ficar-se-ia com pouco tempo para encerrar a estância.
 - Muitos com um dia, mas assim como é que se pode fazer médias? Mesmo que existam previsões a todos os minutos, nem sempre há fenómenos extremos, e assim o indicador de performance não teria precisão.
 - Com um ano, já pode recolher informação suficiente para dar alguma consistência ao indicador.
- 0,3 Ambiente: dimensão **1D**, com todos os indicadores medidos pelos sensores ao longo do tempo.
 - A dimensão é o tempo. Valorizado em parte **2D+1D** para quem considerar a posição dos sensores como ponto importante, mas estando num local fixo, a inclusão do 2D é abusiva. Seria no caso de existir recolha com agentes móveis, em que o sistema enviaria os agentes para os locais em que considera ser melhor para a previsão (ou envio de balões, mesmo sem controlo da posição, e nesse caso passaria a 3D), mas o enunciado não elabora sobre esse assunto, pelo que os sensores seriam fixos.
- 0,3 Atuadores: interface da aplicação para envio de nova previsão ou atualização de uma previsão existente.
- 0,3 Sensores: sensores específicos de modo a recolher informação relevante à previsão.
- 0,3 **observável completamente** - os sensores são escolhidos para observar tudo o que é relevante para a previsão.
 - Tudo o que existe de importante é observável, não há mais sensores que sejam ocultados ao agente. A escolha por **parcialmente observável**, é considerado certo também, atendendo a que pode ter sido considerado que os sensores poderiam estar em falta relativamente à realidade, e que apenas a realidade completa é que corresponderia a toda a informação relevante.
- 0,3 **aleatório** - ações do agente não têm sequer efeito sobre o ambiente, apenas são utilizadas para decidir o encerramento ou não da estância. O tempo tem comportamento aleatório, não se consegue prever com exatidão, nem com toda a informação disponível.
- 0,3 **episódico** - o agente analisa toda a informação disponível, atual e histórica, e faz uma previsão independente das previsões anteriores.
 - Se for distinta da anterior, atualiza a previsão, sem problema, não é porque fez uma previsão anterior (errada ou certa) que vai influenciar a previsão atual. Cada previsão é independente das restantes. O tempo é dinâmico, mas não o agente, que analisa a informação existente a cada momento, tal como processar uma fotografia num filme. Se cada fotografia é analisada de forma independente das restantes, é episódico, tal como a previsão de tempo não depender das anteriores (utiliza sim dados históricos).
- 0,3 **estático** - o ambiente muda a todo o momento, mas neste caso, a análise do agente é instantânea, e não serão segundos que possam fazer a diferença. A ação do agente é para ser utilizada no horizonte de horas, pelo que o ambiente do agente é estático.
 - Não confundir com o ambiente do tempo, que é dinâmico e sempre em mudança, principalmente em montanha. Aqui estamos a falar do ambiente do agente. As decisões anteriores em nada influenciam a decisão atual (apenas o que foi observado anteriormente).
- 0,3 **contínuo** - os sensores recolhidos como por exemplo temperatura ou humidade, têm natureza contínua.
- 0,3 **uni-agente** - todos os dados vão para o mesmo agente, um único que decide atualizar a previsão ou manter

Cada um dos subpontos vale 0,1

O facto de **raros** estudantes terem optado por **ambiente episódico e estático**, dever-se-á ao facto dos LLMs darem como sequencial e dinâmico (isto colocando todo o texto da matéria no LLM, e mais a pergunta). Pode ter havido quem não tenha utilizado, outros utilizaram mas faltou o espírito crítico. É natural que assim seja, já que tem o tempo associado, e são métodos estatísticos os utilizados pelos LLM. Difícil de compreender é entre estático e dinâmico, escolher estático num problema com tempo. No entanto o ambiente é do agente, e um ambiente sequencial, significa que se está à procura de uma sequência de ações para o agente, como nos e-fólios A e B (deste e de todos os anos letivos anteriores). Não é o caso aqui, apenas uma só previsão (ou se se quiser, uma só ação). Num ambiente dinâmico, significa que o agente ao pensar, o ambiente muda de forma significativa, de modo a que as ações se forem demoradas, ficam desatualizadas. É o caso de um agente que tenha de manter uma estrutura em equilíbrio, qualquer atraso pode já a estrutura estar a cair relativamente ao estado analisado pelo agente. Não é o caso de uma previsão que se faz num segundo, para ações de horas. Para um agente sequencial, as técnicas de procura dadas nesta UC são uma grande possibilidade, para um agente estático, os métodos estatísticos ou de aprendizagem automática, são a melhor opção.

Algo mais evidente, o LLM é tentado a utilizar o termo "minimizar" já que se pretende minimizar riscos (mas nem sempre ocorreu). Mas aqui pretendemos maximizar horas de antecedência, para minimizar o risco. Utilizar LLM sim, mas com espírito crítico, devem filtrar o resultado, sendo gritante que neste caso de troca de minimizar por maximizar, muitos estudantes acharam bem e deixaram ficar. Quem fez de raiz, sem influência do LLM, não me parece nada provável que possa trocar a maximização por uma minimização. Como este erro foi bem menos frequente que o ambiente sequencial e dinâmico, parte desta diferença terá resultado da correção efetuada pelos estudantes.

Pergunta 3a: 2 valores - sequência de números inteiros positivos S, cuja soma seja K

Análise:

- 0,5 Ramificação máxima
 - O primeiro número pode ser entre 1 e $K/3$ (já que poderá ter um segundo número que tem de ser o dobro, pelo que será de $2K/3$). Esta será a sequência mais curta (a sequência de 1 só número poderia ser também considerada, mas com valor 0).
 - Nos restantes números, a ramificação máxima, é de $2A$. O maior valor de A para maximizar a ramificação, é quando é igual a $K/4$. Assim, será uma hipotética situação em que $A=K/4$, e neste caso temos valores desde $2K/4$ até $4K/4$, ou seja, a ramificação máxima é de $K/2$.
 - Assim, a ramificação máxima é logo no primeiro ramo, com $K/3$.
- 0,5 Profundidade (máxima e mínima)
 - A sequência mais longa, será $1+2+4\dots$ sempre a dobrar (o aumento mínimo), nas potências de 2, até somar K. Assim, será $\log_2(K)$.
 - A profundidade mínima pode ser 2, ou se se quiser considerar a sequência de um só número, pode ser 1.
 - Quase ninguém deu estimativas para a profundidade. Uma rara proposta é raiz de K, para K baixo deverá aproximar-se do $\log_2(K)$. A maior parte indicou que depende de K (claro que depende sempre da instância), outros disseram que dependeria de S escolhido (aqui não, o cálculo deve ser para todas as soluções), e alguns indicaram como limite o valor de K. De facto, a profundidade tem de ser inferior a K, mas como a sequência de números é crescente e sempre a dobrar, este é um limite demasiado relaxado.
 - Houve quem pretendesse estimar com base no número de somas, incrementais, com $1+2+3\dots$ até somar K. Esta sequência fica com o valor $n*(n-1)/2=K$, e portanto, poderiam calcular n com base em K. Mas a sequência mais curta permitida não era essa, mas sim $1+2+4\dots$
- 0,5 Árvore de procura
 - É uma árvore e não um grafo, não há ciclos, uma vez que os números são crescentes, nem hipótese de atingir o mesmo estado por diferentes caminhos. Tem no entanto profundidades distintas, desde 2 até $\log_2(K)$, com ramificação variável, mas no máximo $K/3$ no início.
 - O número de estados na árvore, pode ser estimado por cima com base na ramificação e profundidade: $(K/3)^{\log_2(K)}$
- 0,5 Simetrias
 - Não existe possibilidade de se gerarem simetrias devido à construção ser sempre com números crescentes.
- 0,5 Especificação formal
 - estados $S=\{(s(1),\dots,s(N)) \text{ em } \{1,\dots,K\}^N \mid N \text{ inteiro, e } s(1)+\dots+s(N)\leq K, \text{ e } i=1,\dots,N-1, 2s(i)=s(i+1)\leq 4s(i)\}$
 - $s(0)=()$
 - sucessores $\text{suc}(s=(s(1),\dots,s(N)))=\{s' \text{ em } S \mid s' \text{ em } \{1,\dots,K\}^{(N+1)} \text{ e } i=1,\dots,N \text{ s}(i)=s'(i)\}$
 - Objetivo $T=\{s=(s(1),\dots,s(N)) \text{ em } S \mid s(1)+\dots+s(N)=K\}$
- 0,5 Heurística
 - O valor de cada solução parcial, pode ir sendo calculado, e constituir a base da heurística, considerando o resto 0, mas neste caso seria igual a uma procura cega, de custo uniforme. Pretende-se maximizar.
 - A estimativa do resto, assumindo que existirá mais W números (existindo já Y números), correspondendo a $W=(\log_2(K)-\log_2(A))/2$, e a soma sendo do mesmo valor, pode ser obtida por $\text{ValorAtual}=(Y+W)/Y$. No início, considerar $Y=1$ e $\text{ValorAtual}=1$.
 - A estimativa de W é considerando que se utiliza $4A$, ou seja, avança-se sempre 2 bits, pelo que a diferença entre \log_2 tem de ser a dividir por 2. Por cada número, a soma é aumentada considerando a mesma soma, daí o $(Y+W)/Y$.
- 0,5 Procuras (construtiva)
 - Heurística é complicado provar, mas é provavelmente conservadora (heurística quando maior melhor), dado que os números estão a subir. Portanto, é provável que a utilização desta heurística não leve à perda da otimalidade.
 - Atendendo a que não se sabe se a melhor solução está perto ou longe, todas as procuras podem ser adequadas. O A^* é talvez a melhor aposta, expandindo o valor maior primeiro, atendendo a que se pretende maximizar.
- 0,5 Abordagem melhorativa
 - Como a distância para a solução é variável, não é muito simples, mas pode ser utilizada.
 - A codificação de um estado, pode ser um número W entre 0 e K, com o significado de B ser $2A+W$. No caso de B ser superior a $4A$, então o valor de W deve ser o resto da divisão com $2A$, para que fique no intervalo correto. Caso exista apenas um B possível para que o somatório seja igual a K, então o valor W é ignorado e é utilizado esse valor.
 - Existindo forma de descodificar e converter um estado numa solução concreta, pode-se fazer a procura no espaço da codificação, neste caso no conjunto $\{0,\dots,K\}^{\log_2(K)}$
 - O algoritmo da escalada do monte, com vizinhança de troca de um valor de K, é uma possibilidade, ou então o algoritmo genético, outra boa possibilidade, com os operadores de cruzamento de 1 ponto, e mutação por troca de um valor na sequência de $\log_2(K)$ números).

Os pontos a cima podem ser cotados pela metade, se referidos mas de forma imprecisa, ou apenas dizer que variam conforme o estado. Teriam de calcular valores máximos/mínimos para toda uma instância (utilizando K, e não A ou B). No caso de não referirem nada em concreto sobre o problema, não são considerados (como dizer o que é uma árvore de procura, sem indicar alguma característica especial da árvore de procura do problema em análise).

As seguintes situações incorretas, devido a no geral serem corretas, mas não aplicáveis neste problema, ou qualquer incoerência, ou afirmações opostas à análise dada acima, podem conduzir a penalizações de 0.25:

- estados inválidos - não existem por construção
- estados já explorados - não existem por construção
- A^* é ótimo, quando não se prova que a heurística é adequada
- Tamanho do espaço de procura 2^K - seria se existissem K decisões binárias

Prémio da incoerência:

- "As simetrias no problema são minimizadas devido às restrições de ordem crescente e de não repetição de números na sequência. No entanto, é possível que diferentes permutações de uma sequência..." --- As simetrias são anuladas, não minimizadas. Se a ordem é crescente, não pode haver diferentes permutações. No entanto, após dizer que a ordem é crescente, segue-se uma frase a considerar diferentes permutações.

Pergunta 3b: 2 valores

- 0,5 Heurística proposta viável / codificação de uma solução viável
- 0,5 Calculo correto da heurística proposta / exemplificação de uma descodificação para uma solução
- 0,5 existe uma justificação da heurística, porque é adequada / operadores de vizinhança/cruzamento/mutação propostos
- 0,5 relação da heurística com o objetivo / justificação de que os operadores são apropriados, permitem explorar todo o espaço de estados

Proposta da alínea anterior: A estimativa do resto, assumindo que existirá mais W números (existindo já Y números), correspondendo a $W=(\log_2(K)-\log_2(A))/2$, e a soma sendo do mesmo valor, pode ser obtida por $\text{ValorAtual}^*=(Y+W)/Y$. No início, considerar $Y=1$ e $\text{ValorAtual}=1$.

Estados (dois passos, para melhor exemplificar a heurística)

- (1,2) $\text{Atual}=1$; $\log_2(2)=1$, $\log_2(10)=4$ (arredondado para cima); $W=(4-1)/2=1,5$; $\text{Atual}^*=(2+1,5)/2$; $\text{Atual}=1,75$; heurística é 1,75
- (1,3) $\text{Atual}=4$; $\log_2(3)=4$, $\log_2(10)=4$ (arredondado para cima); $W=(4-4)/2=0$; $\text{Atual}^*=(2)/2$; $\text{Atual}=4$; heurística é 4

Construtiva ($\log_2(10)=4$, arredondado para cima)

- (3,6,4,5) Descodificação:
 - (3) - utilizar o primeiro número, falta somar 7, próximo número entre 6 e 12
 - (3,7) - ignorar o número seguinte da sequência, o número 6, uma vez que do intervalo permitido, temos de utilizar o 7 para que a soma seja 10.
 - terminada a descodificação de (3,6,4,5)
- (1,6,9,2) Descodificação:
 - (1) - utilizar o primeiro número, falta somar 9, próximo número entre 2 e 4
 - (1,2) - o número seguinte, o 6, é superior a $2A$ (2), pelo que o resto da divisão com 2 é 0. Assim, $W=0$, utilizamos $2A=2$. Falta somar 7, próximo número entre 4 e 8.
 - (1,2,7) - próximo número fixo, é o único que faz com que a soma seja 10, pelo que ignora-se o número 9 que estava na sequência.

Boas heurísticas propostas:

- $(K-\text{somaAtual})^2$
- soma para todos os (A,B) de $((B-2A)/(4A-2A))^2$
- $9A^2$ - proposto por muitos, sendo A o último número, resulta de maximizar o valor do próximo número, o que é boa ideia, mas não tem em atenção os restantes números. Se $\log_2(K)$ é perto de $\log_2(\text{soma})$, sim, mas se for distante, este valor fica muito fora do que será a real diferença. Por outro lado, atendendo a que a heurística pretende ordenar os estados, seria igual a A em termos de orientação da procura. Ou seja, valoriza-se pelo último número colocado, se maior melhor. A expressão $9A^2$ é até caricata, caso se conheça a utilização da heurística.
- Para além da heurística A , atrás, houve também quem tenha proposto a $K-\text{soma}$ de S , e como K é fixo, acaba por ser igual a soma S . Ambas as heurísticas dão orientação de procura em profundidade primeiro, não dando orientação superior a isso, pelo que iriam resultar em procuras em profundidade primeiro, sem necessidade de utilizar um algoritmo informado.
- Soma dos quadrados das diferenças entre o maior valor possível de B e o valor atual de A , até atingir a soma K . Esta heurística foi por diversas vezes definida textualmente, mas não executada. Seria como ter um sucessor obrigatório, que é $4A$, exceto na última jogada para atingir a soma K . Parece-me uma boa ideia, referida mas não executada.

Calculo apenas do valor do estado parcial: 1 valor nesta questão, dado que assim tem uma procura cega (custo uniforme). Uma variante desta heurística, é calcular apenas o quadrado da diferença do último par.

Heurísticas incorretamente definidas:

- Utiliza os elementos da sequência ainda não colocados (não dá para avaliar, tem de utilizar apenas informação existente na solução parcial)
- Descrição textual não coerente com a fórmula, ou esta não coerente com a aplicação da fórmula, ou várias fórmulas distintas, ou erro na fórmula, ou ainda, fórmula não existente.

Pergunta 4a: 2 valores - análise + heurística

Análise 1 valor

- O jogo irá sempre terminar sem empates, já que os números vão sempre crescendo, e num dado momento, não haverá lance, dado que a soma ultrapassará K
- Profundidade máxima é também a situação em que cada jogador joga sempre o menor número, mesmo desconsiderando a inversão da paridade, teríamos $\log_2(K)$ como valor máximo
- Ramificação máxima: a ramificação é $(4A-2A+1)/2$, sendo A o número anterior. A divisão por 2 é porque apenas se podem jogar números pares, pelo que um valor arredondado será A . Este valor é máximo se $4A$ puder ser jogado. Uma aproximação será portanto $K/5$, já que se $A=K/5$, a jogada $4A$ pode eventualmente ser possível (depende dos números anteriores a A). Assim, um majorante para a ramificação máxima é $K/5$.
- Espaço de estados (número de estados): $(K/5)^{\log_2(K)}$ - aproximação grosseira, considerando o majorante para a profundidade máxima e ramificação máxima
- Não existem estados simétricos, nem existem movimentos inversos

- O mesmo estado pode ser atingido por mais que um caminho, já que interessa apenas o valor do último elemento na sequência, e o somatório. Assim, os estados 1,2,7,18 e 1,4,9,18 têm o mesmo último valor, mas somas distintas. Nada garante que não possa haver casos com o mesmo último número e somatório.

Heurística 1 valor

- A heurística deve medir a distância ao objetivo. Desconsiderando a paridade, como os valores dobram, um indicador pode ser com base nos logaritmos: $\log_2(K) - \log_2(\text{Soma})$. Se este valor for menor que 1, o jogo está perdido para quem joga, já que o jogador ao dobrar, o $\log_2()$ avança 1 unidade no mínimo. Mas pode avançar no máximo 2 unidades, se o jogador quadruplicar. Assim, se o valor estiver entre 1 a 3, está ganho, estando perdido entre 3 e 4, e assim sucessivamente.
- Para ter cuidado com a heurística, utilizar um valor ponderado pela diferença logarítmica (mais relevante para o final)
- $F = \log_2(K) - \log_2(\text{Soma})$, Heurística = $\text{Int}(F) \% 3 = 0 ? (-1^{\text{MAX}}) * 1000 / F : (-1^{\text{MIN}}) * 1000 / F$ --- MAX=1 quando é MAX a jogar, e 0 c.c., e para MIN é idêntico

Heurística a 0,5 se bem definida, embora não orientando nem para um jogador nem para outro. Tem de ser positiva para um jogador, negativa para o outro, dependente de quem está melhor.

Valorizado 0,5 valores pela tentativa, se tem uma ideia para a heurística, embora sem definição

Desconsiderado da análise o que é geral e válido para todos os jogos, e não específico deste jogo em concreto, como é o caso de utilizar os cortes alfa/beta.

Frases incorretas penalizadas em 0.25

Muitos a considerarem o número de jogadas disponíveis. Normalmente esta é uma boa regra, mas neste jogo não faz muito sentido, já que este valor cresce com o aumentar dos números, e de igual forma para ambos. A aproximação a K é o único ponto de interesse, e esta aproximação deve ser feita considerando o logaritmo de base 2 da diferença, já que as possibilidades aumentam de forma exponencial.

Pergunta 4b: 2 valores

MiniMax tem de ter um nível de profundidade em que estão a trabalhar. Não estando referido no enunciado, têm de utilizar um razoável, como o nível 2. Apenas devem calcular a heurística nos nós folha.

Penalização de 0,5 por falta de uma das colunas, ou realização de apenas movimentos (calculando heurística em todos)

Valorizado em 0,5 valores se tem alguns sucessores válidos, de entre os 10 gerados

Valorizado em 1 valor se tem todos os sucessores válidos, com 10 sucessores gerados

Valorização máxima de 1 para quem faça apenas jogos simulados, desde que tenha calculo da heurística

Resolução com logaritmo de 2 arredondado para o mais baixo, usando $F = \log_2(K) - \log_2(\text{Soma})$, Heurística = $\text{Int}(F) \% 3 = 0 ? (-1^{\text{MAX}}) * 1000 / F : (-1^{\text{MIN}}) * 1000 / F$ --- MAX=1 quando é MAX a jogar, e 0 c.c., e para MIN é idêntico :

ID	K=100, $\log_2(100)=6$	Valor	Nível	Pai	Expansão
1	1	-333	2	0	1 MAX
2	1,2	-333	1	1	7 MIN
3	1,4	-333	1	1	2 MIN
4	1,4,9-- Soma=14	F=3 h=-333	0	3	6 MAX
5	1,4,11-- Soma=16	F=2 h=500	0	3	5 MAX
6	1,4,13-- Soma=18	F=2 h=500	0	3	4 MAX
7	1,4,15 -- Soma=20	F=2 h=500	0	3	3 MAX
8	1,2,5 -- Soma=7	F=4 h=250	0	2	9 MAX
9	1,2,7 -- Soma=10	F=3 h=-333	0	2	8 MAX

Acaba mesmo antes da iteração 10. Para calcular o \log_2 arredondado para baixo, basta ter em atenção as potências de 2. 2^7 é 128, portanto $\log_2(100)=6$ se arredondado para baixo. Daria qualquer ramo com base na heurística definida, atendendo a que acabam por ficar com o mesmo valor, embora em jogo prático, para colocar a MIN mais possibilidades de falha, os sucessores do estado 3 são melhores que os do estado 2. A nível de MiniMax, não há diferença.

Julgo que é tudo.


Como sempre, podem colocar questões e solicitar mais feedback, e evidentemente que qualquer erro pode ser facilmente revisto. Nesse caso, agradeço a colocação da resolução relevante à questão, para facilidade. Irei lançar as notas no portal académico, na próxima 2ª-feira no final do dia, pelo que erros após essa data, têm de solicitar revisão de prova.

Quem tiver algum comentário ou sugestão a deixar, relativamente à UC e sua evolução futura, agradeço a colocação.

Cumprimentos,

José Coelho

3607 palavra(s)

 1ex-21071-2324-efolioGlobal.pdf