



E-fólio A | Instruções para a realização do E-fólio



INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21071 | 2019/2020

Este e-fólio é inspirado no jogo *FreeCell*. Considere um baralho de cartas com $N=4$ naipes e $C=13$ números (total de 52 cartas, $N=4 \cdot C=13$). O baralho é disposto inicialmente em $P=8$ pilhas, por ordem aleatória e igual número de cartas em cada pilha (4 têm 7 cartas e 4 têm 6 cartas), sendo todas as cartas visíveis. Existem $A=4$ células de arrumação e $N=4$ células base, inicialmente vazias. Pode-se mover uma só carta de cada vez, que esteja no topo das pilhas, ou uma carta que esteja numa célula de arrumação. O destino da carta pode ser:

- Uma pilha ou célula de arrumação, desde que vazia;
- Uma pilha com outras cartas desde que o número da carta no topo seja o seguinte da carta em número, e os naipes tenham paridades distintas (naipe ímpar é aceite para naipes pares e vice-versa);
- Uma célula base, desde que seja o número da carta seja o primeiro, ou a carta no topo da célula base seja do mesmo naipe e número anterior ao da carta movida.

O objetivo é mover todas as cartas para as células base. Caso exista uma possibilidade de mover uma carta para a base, esse movimento é obrigatório. Os valores de N , C , P , A devem ficar em aberto, fazendo parte da instância a resolver.

Exemplo para $N=2$, $C=6$, $P=4$, $A=1$, valores do naipe representados por letras A e B.

Célula arrumação:	Células base:			
Pilhas: B1; A6; A1	A3; B2; B6	B5; A2; B3	B4; A4; A5	

Nesta posição inicial, apenas as cartas A1, B6, B3 e A5 podem ser movidas. Como a célula de arrumação está livre, todas estas cartas podem ser movidas para lá. Por outro lado, a carta A1 pode ser movida para uma das células base, dado que é a primeira e estão ambas vazias. No entanto, apenas a carta A5 pode ser movida sobre a carta B6, dado que os naipes têm paridade distintos e o número 6 é o imediatamente superior ao número 5. Notar que na célula de arrumação apenas pode estar uma carta.

Pode colocar as instâncias dadas no código de forma estática, não sendo necessário ler uma instância arbitrária de ficheiro. Para facilidade, considere que uma instância é dada por uma sequência de números, começando com os valores de N , C , P e A , seguido dos números das cartas, primeiro os mais em baixo de cada pilha e assim sucessivamente. Uma carta é convertida para um só número K de 1 a $N \cdot C$, em que os primeiros C números correspondem às cartas do primeiro naipe, e assim sucessivamente, de modo a que $(K-1)\%C + 1$ seja o número da carta, e $(K-1)/C$ seja o naipe da carta.

A instância de exemplo é representada pela seguinte sequência de números inteiros:

2, 6, 4, 1, 7, 3, 11, 10, 6, 8, 2, 4, 1, 12, 9, 5

Notar que após o 4º número, os restantes números representam as cartas B1, A3, B5, B4, A6, B2, A2, A4, A1, B6, B3, A5.

Sugestão de apresentação de um estado no computador:

Arrumacao: ____ Base: ____ ____

Pilha 1: B01 A06 A01

Pilha 2: A03 B02 B06

Pilha 3: B05 A02 B03

Pilha 4: B04 A04 A05

Cada pilha fica numa linha, e na primeira linha estão os locais da arrumação (neste caso apenas um espaço sem cartas), e base (neste caso dois espaços ainda vazios). Todas as cartas ocupam 3 caracteres, sendo mostrado na base apenas a última carta lá colocada.

Considere as seguintes instâncias (a instância exemplo tem ID 4):

ID	Instância
1	2, 4, 1, 1, 7, 3, 6, 8, 2, 4, 1, 5
2	2, 6, 2, 2, 11, 6, 5, 2, 8, 3, 1, 9, 10, 4, 7, 12
3	2, 6, 4, 1, 11, 6, 12, 8, 3, 5, 2, 4, 7, 1, 9, 10
4	2, 6, 4, 1, 7, 3, 11, 10, 6, 8, 2, 4, 1, 12, 9, 5
5	2, 13, 6, 2, 18, 12, 6, 9, 21, 10, 25, 3, 8, 4, 20, 11, 24, 1, 16, 7, 17, 14, 13, 5, 2, 26, 23, 15, 19, 22
6	2, 13, 5, 3, 18, 12, 6, 9, 21, 10, 25, 3, 8, 4, 20, 11, 24, 1, 16, 7, 17, 14, 13, 5, 2, 26, 23, 15, 19, 22
7	4, 13, 8, 4, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50, 36, 39, 38, 34, 30, 32, 4, 27, 17, 18, 40, 21, 48, 23, 26, 33, 6, 20, 46, 3, 43, 44, 51, 11, 35, 22
8	4, 13, 8, 1, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50, 36, 39, 38, 34, 30, 32, 4, 27, 17, 18, 40, 21, 48, 23, 26, 33, 6, 20, 46, 3, 43, 44, 51, 11, 35, 22
9	6, 8, 8, 4, 33, 12, 45, 21, 37, 36, 5, 16, 48, 39, 17, 14, 26, 42, 43, 20, 2, 3, 38, 8, 28, 34, 32, 4, 10, 29, 41, 24, 9, 11, 18, 6, 27, 13, 7, 15, 30, 23, 47, 40, 31, 35, 46, 44, 25, 1, 19, 22
10	6, 8, 5, 2, 33, 12, 45, 21, 37, 36, 5, 16, 48, 39, 17, 14, 26, 42, 43, 20, 2, 3, 38, 8, 28, 34, 32, 4, 10, 29, 41, 24, 9, 11, 18, 6, 27, 13, 7, 15, 30, 23, 47, 40, 31, 35, 46, 44, 25, 1, 19, 22

Deve utilizar procuras cegas para resolver o e-fólio.

Deve entregar:

- Relatório;
- Código fonte dos algoritmos implementados.

O relatório deve conter uma tabela com os resultados da execução dos algoritmos/configurações testados vs as instâncias fornecidas. Para cada algoritmo/instância deve mostrar:

- Número de expansões;
- Número de gerações;
- Comprimento da solução;

- Tempo gasto (não superior a 1 minuto).

Para cada instância deve ter a melhor informação obtida considerando todas as execuções, nomeadamente o valor da melhor solução, se garante que é um valor ótimo ou não, e nos casos em que não obtenha soluções, se prova que a instância é impossível ou não.

Template para a tabela de resultados:

Instância		1	2	...	10
Algoritmo 1 / configurações 1	Expansões				
	Gerações				
	Movimentos				
	Tempo (msec)				
...					
	Melhor valor				
	Resultado exato				

Em anexo deve apresentar a melhor solução obtida para cada instância resolvida.

CrITÉRIOS de correção (4 valores):

- **Análise do problema** (1 valor): Referência a aspetos importantes do problema no relatório, revelando independentemente de os implementar ou não, que tinha consciência dos mesmos, bem como as opções tomadas na implementação e respetiva justificação.
- **Identificação de algoritmos** (1 valor): Identificação clara dos algoritmos que implementou de acordo com a nomenclatura do livro e da UC, juntamente com as configurações utilizadas, ou no caso de utilização de um algoritmo distinto, deve descrevê-lo. A utilização de outro nome para os mesmos algoritmos é possível, desde que indique a qual correspondente. A penalização para a não identificação corresponde a 0,5 valores.
- **Resultados** (2 valores): Este critério é avaliado apenas se existir uma tabela de resultados, valendo cada instância 0,2 valores. Uma instância é considerada resolvida se for obtida a solução ótima, valendo metade se for fornecida apenas uma solução sem garantia de otimalidade. Tem de indicar se as suas execuções lhe permitem concluir que o resultado é ou não ótimo. No caso de instâncias em que não tenha sido resolvido por ninguém, a indicação de uma solução não ótima é o suficiente para considerar a instância resolvida.

No caso de não implementar uma solução operacional, poderá fazer o e-fólio para 2 valores. Nesse caso deve fazer uma formulação matemática do problema, não se esquecendo de definir matematicamente:

- o conjunto de estados;
- o estado inicial;
- a função sucessora;
- a função teste (ou subconjunto de estados objetivo).

Deve também estimar valores para as grandezas relacionadas com o problema que conseguir, nomeadamente a ramificação máxima/média, número de estados distintos mínimo/máximo, e profundidade máxima/mínima/média.

Critérios de correção (2 valores) [apenas se não existir implementação]:

- **Formulação matemática** (2 valores): definição do conjunto de estados e estado inicial; definição dos sucessores; definição de estado objetivo; estimação da uma grandeza (ramificação; profundidade; número de estados distintos)

O trabalho é individual, mas caso os estudantes pretendam, podem partilhar resultados. A partilha de resultados afasta o problema de uma situação real, em que não existindo referências, não se sabe até onde se consegue chegar, mas pode contribuir para uma maior participação no e-folio, e em nada afeta a avaliação. Os resultados obtidos através da resolução de exemplo, serão conhecidos após o lançamento das notas.