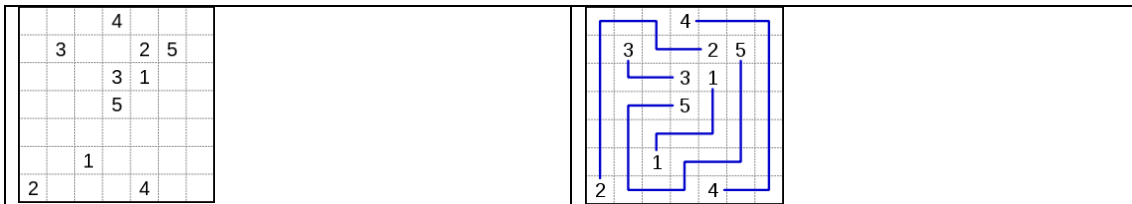




INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21071 | 2020/2021

Este e-fólio é inspirado no puzzle *NumberLink*¹ (*Ligar Números*). O puzzle decorre num tabuleiro de $N \times M$, e consiste em ligar pares de números por caminhos que não se cruzem. No e-fólio o conceito de caminho é relaxado, sendo aceites todas as soluções em que tenham todas ou parte das casas vazias marcadas com números, de modo a que todos os números fiquem conexos. Um caminho entre os dois números irá também garantir que estes fiquem conexos. Os números tomam valores entre 1 e K , e inicialmente existem sempre apenas duas casas com cada um destes valores. Considere que N , M e K tomam valores entre 2 e 11, sendo N o número de linhas, e M o número de colunas, e K o número de números marcados inicialmente.

Considere a seguinte instância na Wikipédia e respetiva solução proposta:



Esta instância tem $N=M=7$, e $K=5$. Para facilidade, vamos converter os números em letras, representando esta instância e respetiva solução da seguinte forma:

| | |
|---------------|---------------|
| . . . D . . . | b b b D d d d |
| . C . . B E . | b C b b B E d |
| . . . C A . . | b c c C A e d |
| . . . E . . . | b e e E a e d |
| | b e a a a e d |
| . . A | b e A e e e d |
| B . . . D . . | B e e e D d d |

Pode colocar as instâncias dadas no código de forma estática, não sendo necessário ler uma instância arbitrária de ficheiro.

Considere as seguintes instâncias:

| ID | Instância |
|----|-------------------------|
| 1 | A B A B |
| 2 | A . B . . . B . A |

¹ [Numberlink Puzzles by Puzzle Baron](https://en.wikipedia.org/wiki/Numberlink) ; <https://en.wikipedia.org/wiki/Numberlink>

| | |
|----|--|
| 3 | <pre> A B . C D A B . C D </pre> |
| 4 | <pre> A B . . C D A B . . . C D </pre> |
| 5 | <pre> . . A . . . B B . C D . A . . C D </pre> |
| 6 | <pre> D C . . A . . . B B A . . C D </pre> |
| 7 | <pre> C D . B A D A E . . . B . . E C . . . </pre> |
| 8 | <pre> . . A . . . B B . C D . A . . C D E . . . F F . G H . E . . G H </pre> |
| 9 | <pre> . . . D C . . B E C A E A B . . . D . . </pre> |
| 10 | <pre> . . . B C . . D D . E F . E . G H . . G A B C A H F . . G </pre> |
| 11 | <pre> A . . B A . H I I G . . F . E . . . F . . H . . J C B E C G . J . D D </pre> |

| | |
|----|---------------------|
| 12 | A D |
| | . . . C . . H . . E |
| | I . I . H |
| | |
| | |
| | G . . |
| | G F . . . |
| | |
| | A . . . |
| | . D . . F . . E . |
| | . . . C |

As primeiras 8 instâncias foram construídas, a instância 9 de exemplo foi retirada da Wikipédia, e as restantes 3 instâncias retiradas do site deste puzzle, referenciado em cima.

Deve utilizar procuras cegas para resolver o e-fólio, o que significa que não pode ordenar sucessores, nem utilizar qualquer outro tipo de informação heurística. Pode naturalmente excluir os sucessores que provar não poderem conduzir à solução.

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;
- Resultado – impossível; solução; não resolvido.
- Tempo gasto (não superior a 1 minuto).

Para cada instância, no resultado de cada execução, poderá ocorrer uma de três situações: obter a prova de que a instância é impossível; resolver a instância e nesse caso apresenta a solução; não resolver ultrapassando o tempo limite. No final deve ter a melhor informação obtida considerando todas as execuções, ou seja, apresenta o melhor que obteve para cada instância.

Template para a tabela de resultados:

| Instância | | 1 | 2 | ... | 10 |
|----------------------------------|------------------|---|---|-----|----|
| Algoritmo 1 / configurações 1 | Expansões | | | | |
| | Gerações | | | | |
| | Resultado | | | | |
| | Tempo (msec) | | | | |
| ... | | | | | |
| | Melhor resultado | | | | |

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 uma solução ou prova de que a instância é impossível. Tem de indicar no resultado o que as suas execuções lhe permitem concluir, sendo penalizado em 0,1 valores as instâncias em que tenham um ou mais casos de resultados não suportado pelas respetivas execuções. Existem 12 instâncias, pelo que este critério utiliza as 10 melhores instâncias.

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.

Apresenta-se na folha seguinte algumas dicas (não todas), para consulta por quem tenha dificuldades em iniciar a implementação.

Dicas (ler apenas se necessário):

- Para saber se o problema está resolvido, é preciso saber se qualquer que seja o número, está ligado com todos os restantes elementos da matriz com esse número;
- Para o problema ficar resolvido, todos os números têm de estar ligados, e é indiferente a ordem pela qual os números são processados. Portanto, pode-se utilizar uma ordem fixa para processar os números, passando apenas para o número seguinte após o anterior estar ligado;
- Opções tomadas num dado momento, podem tornar impossível que um outro número possa ser ligado. Assim, pode-se rejeitar qualquer estado em que exista um número que já não seja possível ligar.