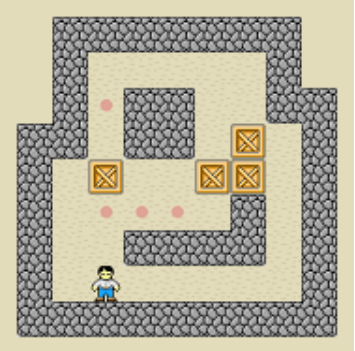
Sistemas Inteligentes 2017/2018

Projecto
v1.0
Resolução de puzzles *Sokoban*

Maio 2018



1 Introdução

Este projecto consiste na implementação de uma forma de resolução de puzzles *Sokoban*, recorrendo a uma formulação de acordo com o paradigma do espaço de estados e à utilização dos algoritmos de procura correspondentes.

1.1 Breve descrição dos puzzles *Sokoban*

Dado um mapa de um armazém, representado por uma grelha ($L \times C$), no qual existem N caixas, N locais alvo, e algumas paredes, um puzzle *Sokoban* consiste em encontrar uma sequência de movimentos de um agente arrumador que permita colocar as caixas nos locais alvo indicados.

As regras de movimentação do agente são as seguintes:

- Pode movimentar-se uma posição de cada vez num dos quatro sentidos principais (cima, baixo, esquerda ou direita), desde que a posição de destino não corresponda a uma parede nem nela esteja uma caixa.
- Pode empurrar uma caixa que lhe esteja adjacente, uma posição, num dos quatro sentidos principais, desde que a posição de destino da caixa esteja livre, passando o agente a ocupar a posição antes ocupada pela caixa.

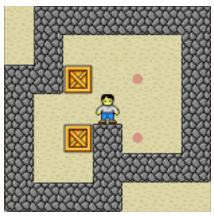
Note bem:

- As caixas só podem ser empurradas; não podem ser puxadas.
- Só é possível empurrar uma caixa de cada vez.

1.1.1 Alguns exemplos de movimentação

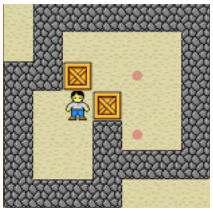
Em todos os cenários seguintes, é considerada uma grelha 7×7.

Exemplo 1 – movimentação livre



Neste exemplo, o arrumador tem três movimentos possíveis: deslocar-se para a *esquerda*, para a *direita* ou para *cima*. Não pode ir para baixo, pois tem uma parede. Caso a opção seja a movimentação para a esquerda, obtém-se o seguinte estado:

Exemplo 2 – empurrar caixa

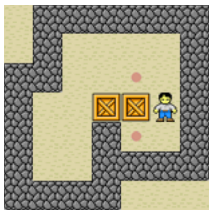


Neste exemplo, o arrumador tem quatro movimentos possíveis: pode *deslocar-se para a esquerda* ou *para baixo;* e pode *empurrar uma caixa para cima* ou *para a direita*. Caso a opção seja *empurrar a caixa para a direita*, obtemos os seguinte cenário:

Note que, neste cenário, a opção de *empurrar a caixa para cima* não seria uma boa escolha, pois, não podendo as caixas ser puxadas, a caixa empurrada, ficando num canto, nunca mais de lá poderia sair.

Exemplo 3 – limitações de movimento

Recorde que o arrumador só consegue empurrar uma caixa de cada vez. Assim, no cenário seguinte, as únicas opções de movimento são: deslocar-se *para cima* ou *para baixo*.



1.1.2 Objectivo do puzzle

O objectivo do puzzle é não só o de colocar as caixas nos locais alvo, como também o de descobrir a sequência de acções do arrumador que o permite fazer no *menor número de movimentos possível*.

1.2 Implementação

O projecto deverá ser implementado em Python recorrendo à plataforma disponibilizada para o efeito.

2 Trabalho a Realizar

O trabalho a realizar tem três componentes principais:

1. Formulação do problema;
2. Experimentação;
3. Leitura de descrição de puzzles de ficheiro.

2.1 Formulação

A modelação, que terá que ser concretizada de acordo com o requerido pela plataforma utilizada nas aulas laboratoriais, deverá ser genérica. Ou seja, deverá permitir a representação de qualquer tipo de puzzle, devendo ser possível variar os seguintes parâmetros:

- Dimensão da grelha (número de linhas, L, e colunas, C). Note que o espaço do armazém é sempre delimitado por células que correspondem a paredes (mas que fazem parte da dimensão da grelha).
- Número de caixas, N (que tem que ser igual ao número de posições alvo).
- Localização das posições alvo (dentro dos limites do armazém).
- Localização inicial das caixas (algumas poderão coincidir com posições alvo, não necessariamente aquelas em que ficarão colocadas no estado final).
- Localização inicial do arrumador (poderá ser sobre uma posição alvo, mas nunca no mesmo local que uma caixa).

2.2 Experimentação

Esta componente consiste na realização de experiências com a aplicação dos algoritmos disponibilizados pela plataforma. Tenha em atenção os seguintes pontos:

- Deverá utilizar criteriosamente alguns dos algoritmos disponibilizados para resolver os puzzles e comparar os respetivos desempenhos. É possível que nem todos os algoritmos sejam adequados.
- Poderá alterar os algoritmos disponibilizados de forma a coleccionar estatísticas, como por exemplo, o número de estados expandidos numa execução do algoritmo.
- Considere a definição de funções heurísticas e compare também os desempenhos em função das heurísticas que definir.
- Comece por resolver puzzles muito simples (por exemplo o *puzzle1*, apresentado na secção seguinte), avançando, progressivamente, para puzzles mais complexos (grelha maior, mais caixas).
- Não sendo obrigatório, será valorizada a opção de apresentação da resolução do puzzle, passo a passo, após a obtenção da solução.

2.3 Leitura de puzzle de ficheiro

De modo a facilitar a experimentação, é conveniente definir uma função que permita carregar um puzzle a partir de um ficheiro de texto.

A representação dos puzzles em ficheiros de texto deverá adoptar as seguintes convenções:

- o ficheiro deverá ter uma linha para cada linha da grelha;
- cada linha deverá ter tantos caracteres quantos o número de colunas;
- os caracteres possíveis são:
  - '#' – para representar as paredes;
  - '**.**' – para representar as posições livres;

– '*****' – para representar as caixas;

– '**o**' – (um ó minúsculo) para representar os alvos;

– '**A**' – para representar o arrumador.

– '**@**' – para representar uma caixa numa posição alvo.

– '**B**' – para representar o arrumador em cima de uma posição alvo.

Por exemplo, o puzzle inicial do exemplo 1 da secção 1.1.1, deverá corresponder a um ficheiro com o seguinte conteúdo:

```
#######
##....#
##*.o.#
#..A..#
#.*#o.#
#..####
#######
```

Já o exemplo que aparece na primeira página deste enunciado será representado em ficheiro do seguinte modo:

```
#########
##.....##
##o##..##
##.##.*.#
#.*..**.#
#.ooo.#.#
#..####.#
#.A.....#
#########
```

Um exemplo muito simples, com o qual poderá fazer as primeiras experiências, é o *puzzle1*, referido acima:

```
#####
#o..#
#.*.#
#..A#
#####
```

3 Recursos disponibilizados

São disponibilizados no moodle alguns ficheiros com puzzles para experimentarem. Estão desde já disponíveis os três referidos acima. Alguns links úteis:

- Página da wikipedia sobre Sokoban
- Para jogar online – e ver bastantes exemplos de puzzles de todos os graus de dificuldade.

4 Entrega

Os trabalhos deverão ser realizados em grupos de 2 ou 3 elementos. O registo dos grupos deverá ser feito no *moodle*, no link que vier a ser disponibilizado para o efeito.

Será também disponibilizado um link para a submissão do trabalho. A submissão do trabalho deverá consistir de um único ficheiro, compactado em formato `.zip`, com o nome `1718_sint_NN.zip`, em que NN é o número do grupo (por exemplo `1718_sint_01.zip` para o grupo 1) e deverá conter o seguinte:

- os ficheiros Python com todo o código necessário para executar o programa;
- um pequeno relatório `relatorio_NN.pdf`, com um máximo de 10 páginas explicando:
  - Como optaram por formular o problema: como é a representação dos estados, quais os operadores que definiram, etc.
  - Explicação das heurísticas definidas.
  - Ilustração de alguns exemplos de execução.
  - Análise comparativa, e crítica, dos algoritmos experimentados.

5 Avaliação

Para além do que resultar da avaliação do trabalho de grupo entregue, a nota de projeto individual será ponderada pela realização de mini-teste de aferição, de acordo com as seguintes regras. A nota final no projecto (NFP) é definida do seguinte modo:

- Sendo NP a nota do projecto, considerando o que foi entregue pelo grupo (é uma nota igual para todos os elementos do grupo);
- Sendo NAf a nota obtida no mini-teste de aferição;
- NFP é igual a:
  - NP, se $75\% <= NAf <= 100\%$
  - $0,75 * NP$, se $50\% <= NAf < 75\%$
  - $0,5 * NP$, se $25\% <= NAf < 50\%$
  - $0,25 * NP$, se $0\% <= NAf < 25\%$
- Não existe nota mínima como condição de acesso ao exame.

6 Datas

- Publicação do projecto: 10/5/2018.
- Constituição de grupos no moodle: até 16/5/2018.
- Submissão do projecto: até 29/5/2018, 23:55, hora de Lisboa.
- Teste de aferição: 30/5/2018, 10:00, em sala a anunciar.

7 Créditos

As figuras e alguns puzzles foram extraídos do site: http://www.abelmartin.com/rj/sokoban.html de Jordi Doménech.

8 Versões

v1.0 Publicada em 10/5/2018

2018-05-10 21:32:28+01:00