

INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CAP. 3 AGENTES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Carlos Pereira
ISEC 22/23

Índice

2

□ Índice

- ▣ Agentes de Resolução de Problemas
- ▣ Formulação de Problemas

Agentes de Resolução de Problemas

3

- Agentes de Resolução de Problemas
 - ▣ São do tipo Guiado por Objectivos (goal-oriented).
 - Definido um “problema”, e no que consiste a sua “solução”, define-se um processo de pesquisa que procure essa solução
 - ▣ Problema
 - Diferença entre o “**Estado Actual**” e o “**Objectivo**” a atingir
 - ▣ Resolução
 - Especificação de uma sucessão de estados: (estado inicial,...,estado Final)

Agentes de Resolução de Problemas

4

- ...
 - ▣ Algoritmo Geral de Pesquisa – AGP (*General Problem Solving - GPS*)
 - Existem diversas variantes, mais ou menos complexas, que proporcionam melhores ou piores soluções.
 - Consideram-se três fases na construção destes agentes:
 - Formulação:
 - Formulação do objectivo (*goal*) e do problema
 - Pesquisa da solução
 - Execução

Agentes de Resolução de Problemas

5

□ ...

▣ Muitos dos problemas são difíceis de resolver, porque:

- O número de soluções possíveis é extremamente elevado, impossibilitando uma análise exaustiva a todas elas;
- Dificuldade de obtenção de soluções válidas devido a um elevado número de restrições associadas ao problema;
- Em ambientes dinâmicos, o problema modifica-se ao longo do tempo;
- ...

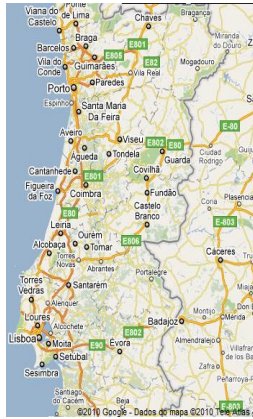
Agentes de Resolução de Problemas

6

▣ Formulação do Objectivo

■ Objectivo

- é um estado ou um conjunto de estados do ambiente tais que, quando nesse(s) estado(s), o fim pretendido foi alcançado.
- Implica a necessidade de definição de “estado”
 - Cada acção do agente determina uma mudança de estado
 - Quando o objectivo for atingido, o conjunto de estados que as acções do agente determinou que fossem percorridos, constitui a solução do problema.



- Estados - são as diversas cidades que constam num mapa conhecido do agente;
- Objectivo - Porto;
- Estado inicial - Lisboa;
- Solução - Qualquer sequência de cidades a percorrer partindo de Lisboa até chegarmos ao Porto, é uma solução do problema (podem existir diversas soluções!).

8

Agentes de Resolução de Problemas

9

□ Pesquisa da Solução

- No exemplo das cidades, quando a cidade actual coincidir com a cidade objectivo, foi encontrada uma solução.
- Existem várias soluções possíveis, porque vários caminhos conduzem ao mesmo objectivo.
- A Pesquisa corresponde à **procura de um caminho** que conduz à solução, **ou à procura do melhor caminho** de entre todos os possíveis.

Agentes de Resolução de Problemas

10

□ ...

- Um algoritmo de pesquisa:
 - Tem como entrada a descrição de um problema: Estado Inicial; Estado Final; Acções Possíveis; Teste de Objectivo Atingido.
 - Devolve uma sequência de acções que conduzem:
 - Do Estado Inicial ao Objectivo através de uma série de Estados Intermedios.
 - A Solução do Problema é esta sequência de acções.

□ Execução

- Conhecida uma solução, as acções podem ser executadas
 - Por exemplo, um humano iniciaria a marcha até ao objectivo

Formulação de Problemas

11

□ Componentes de um Problema

□ Um Problema é composto por:

- **Estado Inicial:** descreve o estado de que o agente parte;
- **Estado Final:** descreve o objectivo;
- **Operadores:** determinam consequências das possíveis acções, informando o estado atingido após cada acção
 - Função Sucessores: devolve o conjunto de estados $S(x)$ que podem ser alcançados a partir do estado x .
- **Teste de Satisfação do Objectivo:** testa se o estado actual coincide com o Estado Final.
- **Custo do Caminho** (opcional): calcula o custo de uma dada solução (em horas, em Km, em n° de movimentos, etc.).

Formulação de Problemas

12

□ ...

□ Espaço de Estados

- Conjunto de todos os estados que podem ser atingidos a partir do Estado Inicial por aplicação dos operadores (i.e., através de qualquer caminho possível).
- A resolução de um problema pode ser vista como uma **Pesquisa num Espaço de Estados.**

Formulação de Problemas

13

□ ...

□ Avaliação da Pesquisa

■ Uma pesquisa pode ser avaliada segundo 3 critérios:

- Alguma **solução** foi encontrada ?
- O **Custo do Caminho/Solução** é baixo ?
- Qual o **Custo da Pesquisa** em termos de tempo e memória necessários ?

■ **Custo Total = Custo do Caminho + Custo da Pesquisa**

- Normalmente, um custo do caminho mais baixo implica custos de pesquisa mais altos

Exemplos de problemas

14

□ Problema do Caixeiro-Viajante (TSP)

□ Visitar todas as localidades de um mapa, partindo de uma delas e retornando a ela.

- Visitar cada localidade uma só vez.
- Minimizar distância total

□ Conhecida a distância entre cada par de cidades, como deve ser planejado o itinerário?



Exemplos de problemas

15

□ ...

▣ 1962



■ <http://www.tsp.gatech.edu/gallery/igraphics/car54.html>

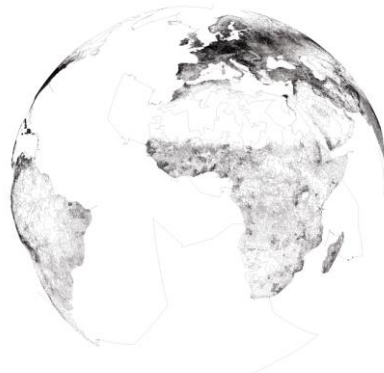
Exemplos de problemas

16

□ ...

▣ 2006:

- World TSP Contest
- 1.904.711 localidades



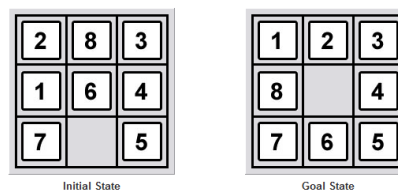
■ <http://www.tsp.gatech.edu/world/>

Exemplos de problemas

17

□ Puzzle-8

- Estados: A localização das 8 peças (A localização do quadrado vazio simplifica a implementação).
- Operadores: O quadrado vazio move-se para a direita, esquerda, cima ou baixo (excepto nos limites)
- Teste de Objectivo: As 8 peças ocupam as posições “Goal State”
- Custo do Caminho: Soma de todos os movimentos.



Exemplos de problemas

18

□ Missionários e Canibais (Amarel, 1968)

- Analisa a questão da formulação de um problema.

■ <https://www.youtube.com/watch?v=DlvTFkx0xwA>

“3 missionários e 3 canibais encontram-se na margem de um rio e querem atravessar para a outra margem num barco que só leva 2 pessoas. Como conseguir esta travessia de modo a que nunca fiquem mais canibais que missionários, juntos, na mesma margem ?”



Exemplos de problemas

19

□ ...

□ Estados: Um terno (a,b,c) representando o número de missionários, canibais e barcos na margem origem do rio.

■ Estado Inicial = $(3,3,1)$: 3 missionários, 3 canibais e 1 barco na margem origem.

□ Operadores:

■ Existem 5 possíveis operadores

■ Transportar 2 missionários, Transportar 2 canibais, Transportar 1 missionário, Transportar 1 canibal, Transportar 1 missionário e 1 canibal

Exemplos de problemas

20

□ ...

□ Teste de Objectivo:

■ Foi atingido o estado $(0,0,0)$?

□ Custo do Caminho:

■ Número de travessias.

□ Solução?

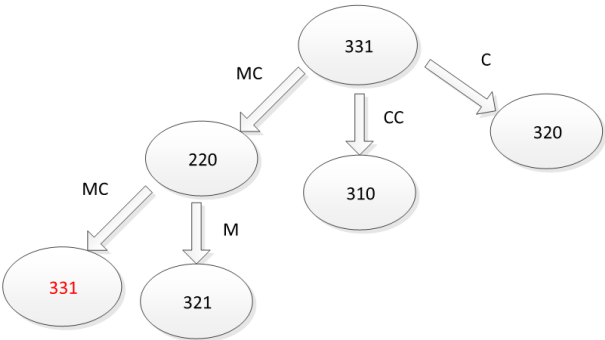
Exemplos de problemas

21

□ ...

EstadoInicial=[0000000] => [3 3 1]
EstadoFinal=[1111111] => [0 0 0]

Operadores:
MM
CC
MC
M
C



□ Homework: Terminar exercício...