



Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Informática

Introdução à Inteligência Artificial
2017/2018 - 2º Semestre

Trabalho Prático Nº2
Brain Finder:
How I Learned to Stop Worrying and Love AI

Nota: A fraude denota uma grave falta de ética e constitui um comportamento inadmissível num estudante do ensino superior e futuro profissional licenciado. Qualquer tentativa de fraude levará à anulação da componente prática tanto do facilitador como do prevaricador, independentemente de acções disciplinares adicionais a que haja lugar nos termos da legislação em vigor. Caso haja recurso a material não original as **fontes** devem estar explicitamente indicadas

1 Introdução

O Marvin é uma múmia que perdeu parte do cérebro e precisa de o encontrar. Apesar de muito limitado, o Marvin consegue realizar algumas acções, como andar e analisar qual o caminho até ao seu cérebro. No entanto, estas acções requerem muito esforço e consomem muita energia e força, que podem causar a morte do Marvin. Para além destas dificuldades, os mapas onde o Marvin tem de procurar o seu cérebro não são fáceis de analisar, pois estão divididos em células com diferentes custos de travessia. Para além disso existem ainda outros Marvins que perderam o cérebro, e andam todos à procura do mesmo.

O objectivo deste trabalho passa por desenvolver um conjunto de métodos de procura para ajudar os Marvins a encontrar os seus preciosos cérebros. Note que poderão existir vários cérebros no ambiente, que deverão ser visitados pela mesma ordem. As soluções que desenvolver deverão respeitar as regras de funcionamento dos agentes que consistem nos seguintes pontos:

1. O Marvin pode-se movimentar para Norte, Sul, Este e Oeste;
2. Actualização das barras de energia e força. O cálculo da energia está relacionado o número de nós expandidos e o cálculo da força está relacionado com nós em memória pelo algoritmo de procura. O Marvin perde energia com o número de nós expandidos, e perde força com o aumento do número de nós em memória. Existem limites pre-definidos que devem ser explorados na fase de experimentação de maneira a encontrar valores que permitam o(s) Marvin(s) encontrar os vários cérebros em cada mapa;
3. Se a energia ou a força chegarem a 0 o agente pára a sua actividade e morre;
4. Depois do agente aplicar o algoritmo, assumindo que encontrou a solução sem exceder os limites de força e energia, o agente inicia o movimento seguindo o caminho encontrado. Quando chega ao objectivo entra em modo de recuperação, ficando imóvel até estar completamente restabelecido quer ao nível da energia, quer ao nível da força;

A figura 1 mostra um exemplo de um mapa, onde o Marvin é colocado no canto inferior direito. Existem 3 cérebros, que estão numerados. Estes números indicam qual a ordem pela qual devem ser visitados. O Marvin deve utilizar um algoritmo de procura para descobrir como é que se deve deslocar até ao primeiro cérebro. Ao chegar ao primeiro objectivo terá de recuperar a sua energia, e só depois poderá recomeçar a procura de como se deslocar

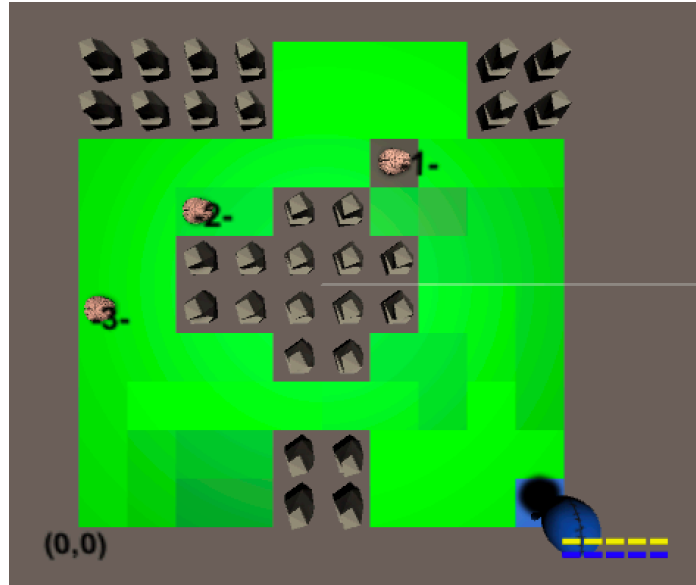


Figura 1: Exemplo de um mapa com um agente e com 3 objectivos

até ao próximo objectivo. Estes passos são repetidos sucessivamente até não haverem mais cérebros para visitar, ou o Marvin ficar sem energia ou força.

2 Objectivos Genéricos

O presente trabalho prático tem como objectivos genéricos:

1. Aquisição de competências no que diz respeito a modelação de problemas como uma procura num espaço de estados;
2. Aquisição de competências ao nível do desenvolvimento de heurísticas adequadas para problemas específicos;
3. Implementação de diferentes algoritmos de procura;
4. Análise empírica e comparativa de diferentes algoritmos em termos de complexidade temporal e espacial;
5. Compreensão das forças, fraquezas e dificuldades inerentes às diferentes abordagens;

Estes objectivos genéricos serão alcançados através do trabalho em grupo e da experimentação, promovendo-se, assim, estas capacidades.

3 Enunciado

De forma genérica, pretende-se utilizar métodos de procura para ajudar o Marvin a encontrar o seu cérebro em diferentes mapas. Tal implica 3 passos fundamentais:

Modelação – O primeiro passo implica formular o problema exposto como um problema de procura. Tal implica encontrar respostas adequadas a uma série de questões: O que é um estado? Qual o estado inicial? Como se define um estado final? Quais são os operadores de mudança de estado? Qual a natureza da solução pretendida? Qual o custo associado a cada movimento? Que tipo de Heurísticas são aplicáveis?

Implementação – Deve implementar os algoritmos de pesquisa **aleatória**, **profundidade**, **profundidade limitada**, **aprofundamento progressivo**, **pesquisa por custo uniforme**, **pesquisa sôfrega**, **A*** e **Recristalização Simulada**;

Experimentação – Deve conduzir um conjunto de testes empíricos comparando os algoritmos em termos de complexidade espacial e temporal;

O presente trabalho prático encontra-se dividido em 2 metas distintas:

1. Meta 1 – Implementação
2. Meta Final – Refinamento e Experimentação

3.1 Meta 1 – Implementação

O “Unity Package” disponibilizado já inclui a implementação do método de pesquisa em largura. Deve começar por analisar a implementação fornecida, e testar a mesma em diferentes mapas, de modo a compreender as opções de modelação e implementação tomadas. Note que deverá criar um novo projecto em **3D**, visto que o código fornecido está criado nesse modo. Ao executar o projecto fornecido, em modo interactivo, deverá carregar na **tecla Espaço** para iniciar a procura.

Uma vez ultrapassada esta fase de aprendizagem inicial deve implementar os seguintes métodos de pesquisa cega pesquisa aleatória, pesquisa em profundidade, pesquisa em profundidade limitada, aprofundamento progressivo. Deve testar e validar as respectivas implementações.

O passo seguinte consiste na implementação dos métodos de pesquisa: pesquisa uniforme, pesquisa sôfrega, A*. Para o efeito deve começar por desenvolver uma heurística admissível para resolver o problema.

Após o desenvolvimento da heurística deverá testar e validar a implementação dos métodos de procura informada mencionados.

3.2 Meta Final – Meta Refinamento e Experimentação

3.2.1 Refinamento

Nesta última meta deve implementar o algoritmo de Recristalização Simulada. Deverá ter em especial atenção aos parâmetros a utilizar (e.g, temperatura inicial, função de escalonamento) e comparar vários valores dos mesmos.

Deverá analisar a performance deste algoritmo, com os restantes e explicar devidamente no relatório quais os seus pontos fortes e quais as suas fraquezas ilustrando o seu funcionamento com exemplos.

3.2.2 Experimentação

A etapa de experimentação e análise empírica dos resultados constitui uma componente **fundamental** deste trabalho prático que não pode ser descuidada. Nesta análise deve considerar todos os algoritmos disponibilizados e implementados (i.e. deve incluir a pesquisa em largura) e todas as variantes dos mesmos (i.e. deve conduzir experiências utilizando todas os métodos desenvolvidos). De forma sucinta deve:

- Considerar vários mapas com diferentes graus de complexidade, i.e., que demonstrem os pontos fortes e fracos de cada um dos algoritmos;
- Analisar os diferentes algoritmos e variantes em termos de:

Sucesso/Fracasso – i.e. se encontra ou não uma solução;

Discriminação – i.e. se encontra ou não a solução mais económica;

Tempo – O tempo que demora a encontrar a solução; Para evitar problemas relacionados com a recolha destes dados (ex. dependência da máquina) deve estimar o tempo através do número total de nós visitados;

Memória – A memória necessária para efectuar a pesquisa; Deve ser estimado através da dimensão máxima alcançada pela lista de nós a expandir;

- Comparar os valores empíricos obtidos com os valores teóricos de complexidade temporal e espacial dos algoritmos em causa;

4 Datas e Modo de Entrega

4.1 Meta 1 – Modelação e Implementação

Material a entregar:

- O código desenvolvido (projecto Unity), devidamente comentado;
- Um breve documento (max. 3 páginas), em formato pdf, com a seguinte informação:
 - Identificação dos elementos do grupo (Nomes, Números de Estudante, e-mails, Turma(s) Prática(s))
 - Informação pertinente relativamente a esta meta.

Modo de Entrega:

Entrega electrónica através do Inforestudante.

Data Limite: 08 de Abril de 2018

4.2 Meta Final – Meta Refinamento e Experimentação

Material a entregar:

- O código desenvolvido, devidamente comentado, para cada uma das metas;
- Um relatório (max. 15 páginas), em formato pdf, com a seguinte informação:
 - Identificação dos elementos do grupo (Nomes, Números de Estudante, e-mails, Turma(s) Prática(s))
 - Informação pertinente relativamente à globalidade do trabalho realizado

Num trabalho desta natureza o relatório assume um papel importante. Deve ter o cuidado de descrever detalhadamente todas as funcionalidades implementadas, dando particular destaque aos problemas e soluções encontradas. Deve ser fácil ao leitor compreender o que foi feito e ter por isso capacidade de adaptar / modificar o código.

A **experimentação** é uma parte essencial do desenvolvimento de aplicações de IA. Assim, deve descrever detalhadamente as experiências realizadas, analisar os resultados, extrair conclusões e efectuar alterações (caso se justifique) em função dos resultados experimentais.

O relatório deve conter informação relevante tanto da perspectiva do utilizador como do programador. Não deve ultrapassar as 15 páginas, formato A4. Todas as opções tomadas deverão ser devidamente justificadas e explicadas.

Modo de Entrega:

Entrega electrónica através do Inforestudante.

Data Limite: 15 de Abril de 2018

5 Checklist

Nesta secção fornece-se uma breve checklist que visa minimizar as probabilidades de lacunas graves no trabalho e relatório. Importa no entanto salientar que esta checklist **não substitui** a validação das opções tomadas, que deverá ser efectuada preferencialmente durante as aulas Práticas Laboratoriais, **nem garante** a obtenção de uma classificação final positiva.

- O problema está devidamente modelado?
- O relatório contém a modelização efectuada?
 - O que é um estado?
 - Qual o estado inicial?
 - Como se define um estado final?
 - Quais são os operadores de mudança de estado?
 - Qual a natureza da solução pretendida?
 - Qual o custo associado a cada movimento?
 - Que tipo de Heurísticas são aplicáveis?
- As implementações dos seguintes algoritmos estão correctas e devidamente validadas?
 - Pesquisa Aleatória?
 - Pesquisa em Profundidade?
 - Pesquisa em profundidade limitada?
 - Aprofundamento Progressivo?
 - Pesquisa por custo Uniforme?
 - Pesquisa Sôfrega?
 - A*?
 - Recristalização Simulada?
- Qual a(s) heurística(s) desenvolvidas para o métodos de pesquisas informada?
- Explicou a lógica dessas heurísticas?
- Analisou se eram admissíveis?
- Implementou correctamente as heurísticas?

- Analisou diferentes parâmetros para a Recristalização Simulada?
- Realizou testes com todos os algoritmos e variantes implementados?
- Considerou vários mapas de diferentes complexidades?
- Analisou a performance em termos de:
 - Sucesso/Fracasso?
 - Discriminação
 - Tempo?
 - Memória?
- Comparou os resultados obtidos com os os valores teóricos de complexidade?

6 Bibliografia

- **Inteligência Artificial: Fundamentos e Aplicações**
Ernesto Costa, Anabela Simões