

## **Introdução à Inteligência Artificial**

Licenciatura em Engenharia Informática, Engenharia Informática – Pós-Laboral e  
Engenharia Informática – Curso Europeu

2º Ano – 1º semestre

2022/2023

---

### **Trabalho Prático nº 1 - Agentes Racionais**

#### **1. Introdução**

O objetivo deste trabalho consiste em conceber, implementar e analisar comportamentos racionais para agentes reativos. O trabalho deve ser realizado na ferramenta NetLogo.

Num ambiente definido através de uma grelha bidimensional toroidal habitam dois tipos de agentes cujo objetivo principal é garantir a sua sobrevivência o maior tempo possível.

No ambiente existem células de diferentes tipos que, quando detetadas pelos agentes, lhes concedem vantagens, penalizações ou mesmo a morte. A descrição detalhada do ambiente é feita no ponto **2** deste enunciado.

Os agentes têm características diferentes e interagem entre si de forma competitiva. As características dos agentes e as regras de interação serão detalhadas no ponto **3** deste enunciado.

#### **2. O Ambiente**

O ambiente deve ser definido através de uma grelha bidimensional toroidal (mundo aberto). ✓

No ambiente existe alimento de dois tipos (células verdes e células amarelas). A percentagem de alimento do ambiente deve ser configurável pelo utilizador: entre 0% e 15% para alimento verde e entre 0 e 5% para alimento amarelo.

Os alimentos devem reaparecer no ambiente de tal forma a que os níveis configurados se mantenham ao longo da simulação. ✓

No ambiente existem também armadilhas (células vermelhas) que causam dano nos agentes. O número de armadilhas deve ser configurável pelo utilizador entre 0% e 2% das *patches* e devem ser colocadas em posições aleatórias quando o ambiente é inicializado. ✓

O ambiente contém ainda abrigos (células azuis) onde alguns agentes podem ficar a recuperar energia. A quantidade de abrigos deve ser configurável pelo utilizador variando entre 1 e 10 e são colocados de forma aleatória no ambiente quando este for inicializado. ✓

### 3. Os Agentes

No ambiente existem dois tipos de agentes: os *Basics* e os *Experts* (o número inicial de agentes de cada tipo deve ser configurável pelo utilizador).

O principal objetivo destes agentes é garantir a sua sobrevivência o maior tempo possível. Para isso possuem um valor de energia que deve ser sempre mantido acima de zero. Se a energia chegar a zero, os agentes morrem.

O valor inicial de energia quando o ambiente é inicializado deve ser atribuído de forma igual a todos os agentes: valor 100.

Os agentes ganham energia quando se alimentam ou permanecem nos abrigos (apenas os *Experts*) e perdem energia quando se movimentam e quando encontram armadilhas. As interações entre diferentes agentes também permitem aumentar/diminuir a energia.

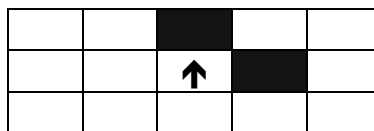
Os agentes *Basic* são agentes reativos: percebem comida do tipo amarelo, abrigos e armadilhas, alimentam-se, evitam armadilhas, e interagem com os agentes do tipo *Expert*.

Os agentes *Expert* são agentes reativos com memória: percebem comida, abrigos e armadilhas, alimentam-se, evitam armadilhas, interagem com os agentes do tipo *Basic* e, além disso, possuem um nível de experiência (que é nula quando são criados) e que vai aumentando à medida que o tempo de sobrevivência aumenta. Este nível de experiência vai-lhes permitindo ter vantagens no ambiente, tal como explicado mais a frente.

A forma como os agentes ganham/perdem energia ou nível de experiência é explicada de seguida para cada tipo de agente.

#### Características dos agentes *Basic*

- **Perceções:** os agentes *Basic* conseguem perceber o conteúdo das células que se encontram imediatamente à sua frente e à sua direita. Na figura seguinte exemplifica-se quais as células percebidas pelo agente representado pela seta (o agente está a deslocar-se para norte).



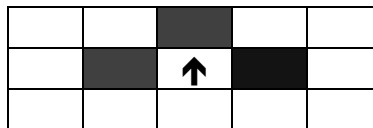
- **Ações:** os agentes *Basic* podem deslocar-se para a célula imediatamente à sua frente ou rodar 90° para a direita. Para cada percepção deve escolher a ação que otimize a sobrevivência do agente. Cada ação retira uma unidade de energia aos agentes *Basic*. Em cada iteração apenas pode ser executada uma ação.

- **Características:**

- São agentes puramente reativos e apenas percebem as células assinaladas na figura acima.
- Os agentes *Basic*, apenas podem comer alimento do tipo amarelo que lhes dá 10 unidades de energia por cada unidade de alimento ingerida. Devem ignorar alimento do tipo verde (não o detetam). ✓
- Para ingerir o alimento, os agentes têm de se deslocar para a célula onde o alimento se encontra, desde que esta seja uma das duas células indicadas na figura acima. Se isto suceder, a célula passa a ter a cor preta e a energia do agente aumenta 10 unidades. ✓
- Se os agentes *Basic* perceberem uma célula contendo uma armadilha, a sua energia deve ser reduzida da seguinte forma:
  - Se a sua energia atual for abaixo das 100 unidades, ao perceberem uma armadilha, os agentes morrem. ✓
  - Se a sua energia atual for superior ou igual a 100 unidades, ao perceberem uma armadilha, a sua energia atual deve ser decrementada 10% do seu valor atual. ✓
  - Ao perceberem uma armadilha devem escolher a ação que maximize a sua sobrevivência (afastar-se da armadilha, usando uma das ações permitidas). ✓
- Se os agentes *Basic* perceberem um abrigo e nele estiver algum agente do tipo *Expert* a sua energia deve ser decrementada 5% do seu valor atual. Se o abrigo estiver vazio, devem afastar-se dele.
- Se os agentes *Basic* perceberem um agente do tipo *Expert*, o qual se encontra fora do abrigo, podem absorver metade da sua energia, desde que o nível de experiência do agente *Expert* esteja abaixo de 50 unidades. Caso contrário, o agente *Basic* é sujeito a uma diminuição da sua energia em 10% do seu valor atual.

### Características dos agentes *Expert*

- **Perceções:** os agentes *Expert* conseguem perceber o conteúdo das células indicadas na figura seguinte, onde o *Expert* é representado pela seta (o agente está a deslocar-se para norte).



- **Ações:** Os *Expert* podem deslocar-se para a célula imediatamente à sua frente, rodar 90° para a esquerda ou rodar 90° para a direita. Para cada perceção deve escolher a ação que otimize a sobrevivência do agente. Cada ação retira uma

unidade de energia aos *Expert*. Em cada iteração, podem executar apenas uma destas ações.

- **Características:**

- São agentes reativos com memória (nível de experiência, quantidade de alimentos ingerida, tempo de descanso no abrigo, ...).
- Agentes *Expert*, podem comer alimento do tipo verde e do tipo amarelo. O alimento amarelo confere a estes agentes 5 unidades de energia e o alimento verde 10 unidades de energia.
- Para ingerir o alimento, os agentes têm de se deslocar para a célula onde o alimento se encontra, desde que esta seja uma das três células indicadas na figura acima. Se isto suceder, a célula passa a ter a cor preta e a energia do agente aumenta 5 unidades (alimento amarelo) ou 10 unidades (alimento verde).
- Memória: estes agentes possuem um nível de experiência que é nula quando são criados e que vai aumentando com as seguintes interações:
  - Por cada 10 alimentos verdes que os agentes ingiram ganham duas unidades de nível de experiência.
  - Por cada 10 alimentos amarelos que os agentes ingiram ganham uma unidade de nível de experiência.
  - Quando permanecem no abrigo ganham 25 unidades de nível de experiência (explicação mais abaixo).
- Se os agentes *Expert* percecionarem uma célula contendo uma armadilha, a sua energia deve ser reduzida da seguinte forma:
  - Se o seu nível de experiência for superior ou igual a 50 unidades, a armadilha não causa qualquer dano ao agente.
  - Se o seu nível de experiência for inferior a 50 unidades e a energia superior ou igual 100 unidades, ao percecionar uma armadilha os agentes *Expert* perdem 10% da sua energia atual.
  - Se o seu nível de experiência for inferior a 50 unidades e a energia abaixo das 100 unidades, ao percecionar uma armadilha os agentes *Expert* morrem.
- Se os agentes *Expert* percecionarem um abrigo e este estiver vazio, podem permanecer no abrigo durante 10 iterações, desde que possuam energia abaixo de 500 unidades ou nível de experiência abaixo das 25 unidades. No fim do período de descanso (10 *ticks*), a sua energia deve ser aumentada de 500 unidades e o seu nível de experiência em 25 unidades. Após as 10 iterações o agente deve sair do abrigo.
- Se os agentes *Expert* percecionarem um abrigo e este já estiver ocupado, devem escolher uma ação que os afaste do abrigo.
- Se os agentes *Expert* percecionarem um agente do tipo *Basic*, o agente *Basic* morre e o *Expert* fica com a sua energia (no caso de haver mais do

que um agente *Basic* na célula percecionada, devem escolher apenas um deles).

## 4. Trabalho a realizar

O trabalho a realizar divide-se na componente de implementação e na componente de experimentação/análise de resultados.

### 4.1 Implementação

A implementação divide-se em duas fases:

- a) Modelo Base – replicar toda a descrição feita nas secções anteriores. Criar na interface todos os componentes que permitam configurar características do ambiente e dos agentes, tal como descrito em 2. e 3.

Em casos de omissos, ou onde possa surgir alguma ambiguidade, os alunos devem optar por uma solução sensata, justificando a sua escolha no relatório.

- b) Modelo melhorado – nesta fase os alunos têm liberdade para propor e implementar alterações ao modelo base que visem melhorar o desempenho dos agentes. Será valorizada a originalidade das propostas e a escolha de técnicas e estratégias deve ser fundamentada no relatório. Algumas sugestões que os alunos podem explorar:

- a. alterar as perceções: *número de perceções, ordem pela qual as células são analisadas, ...*
- b. alterar a memória dos *Expert*: *memorizar outra informação que possa dar vantagem aos agentes.*
- c. alterar os *Basic*: *no modelo base estes agentes têm clara desvantagem sobre os Expert. Que alterações sugere para atenuar esta desvantagem e aumentar a sua sobrevivência?*
- d. criar novos tipos de agentes.
- e. criar células do ambiente com outras funções e características.
- f. ...

### 4.2 Estudo experimental

Esta tarefa consiste na realização de experiências para testar as implementações feitas.

Devem ser definidas métricas de desempenho:

- Assumir um número máximo de 1000 iterações. Registrar número de agentes de cada tipo que sobreviveram no fim das 1000 iterações.
- No caso de haver extinção: registrar o tempo de sobrevivência (número de *ticks*) de cada tipo de agente.

NOTA – Devem ser apresentadas **médias** destas métricas resultantes de um número mínimo de 10 repetições de cada experiência.

#### 4.2.1 Analisar o modelo base

Deve ser elaborado um plano experimental para o modelo base, analisando os parâmetros que podem influenciar o desempenho dos agentes.

**Importante:** A realização de experiências de simulação pressupõe a formulação de hipóteses e a realização de testes para confirmar a sua validade.

Exemplo de uma hipótese

- Hipótese: A quantidade de comida influencia a sobrevivência dos agentes.
- Confirmação da hipótese? Variar o parâmetro “quantidade de comida” usando valores diferentes e verificar o que acontece à sobrevivência dos agentes. A hipótese foi confirmada ou não? Justificar os resultados obtidos.

À semelhança do exemplo dado, os alunos devem formular o conjunto de hipóteses que acharem relevante. Alguns exemplos de alterações que pode estudar no modelo base:

- a. sobrevivência dos *Expert* com um grande número de agentes *Basic*.
- b. sobrevivência dos *Basic* sem *Expert* no ambiente.
- c. influência do número de abrigos para a sobrevivência dos *Expert*.
- d. influência da quantidade de alimento e armadilhas existente no ambiente.
- e. ...

#### 4.2.2 Analisar o modelo melhorado

Deve ser elaborado um plano experimental para o modelo melhorado. A ideia é verificar se, para configurações equivalentes entre o modelo base e o modelo melhorado, as estratégias propostas melhoraram o desempenho dos agentes.

Para cada estratégia proposta deve comparar as métricas com o modelo base equivalente e verificar se o desempenho dos agentes sofreu alterações. Justificar os resultados.

### 5. Critérios de avaliação

- Implementação modelo base (30%).
- Implementação modelo melhorado, correção, originalidade (30%).
- Qualidade do estudo experimental – análise de pelo menos 3 hipóteses para cada modelo (30%).
- Qualidade da documentação, apresentação e defesa (10%).

## 6. Relatório

- No relatório a entregar devem ser descritas e justificadas todas as propostas e alterações implementadas e quais as configurações testadas; descreva para cada tarefa as diferentes estratégias implementadas;
- Devem ser claramente identificadas as questões para as quais a realização de experiências de simulação poderão permitir encontrar respostas. O relatório deve ainda conter uma análise cuidada, que ajude a clarificar os resultados obtidos;
- Sugestão: pode anexar ao trabalho ficheiros de resultados globais de todas as experiências realizadas (ficheiro Excel, por exemplo). No relatório apresente os resultados mais relevantes, apresentando as hipóteses formuladas e os resultados obtidos;
- O relatório deverá ter cerca de 10 páginas.

## 7. Normas de realização do trabalho prático

O trabalho deve ser realizado em grupos de **dois alunos**. Em casos excecionais poderá ser realizado individualmente.

**Apresentação:** O trabalho deve ser apresentado na(s) aula(s) prática(s) agendada(s) para as apresentações. Os estudantes devem confirmar com o docente da sua aula prática o dia e a forma de apresentação e defesa deste trabalho (presencial, remota, outra).

Cada grupo tem **10 minutos** para apresentar e justificar as principais opções tomadas. Nesta apresentação podem recorrer aos materiais que considerarem mais adequados (*PowerPoint*, modelos NetLogo, desenhos no quadro, entre outros).

### **Material a entregar:**

Ficheiro(s) NetLogo, relatório em formato **pdf**, slides da apresentação (caso existam), ficheiro Excel com resultados.

### **Forma de entrega:**

O trabalho deve ser entregue via *Moodle* até às 23:00 do dia **30 de outubro de 2022**. As apresentações serão nas aulas práticas da semana **31/10 – 04/11**, devem confirmar a defesa com o docente da turma prática que frequentam.

Em grupos onde os alunos frequentam turmas diferentes devem entregar e defender o trabalho numa das turmas, informando os respetivos docentes.

Todos os ficheiros devem ser compactados num ficheiro .ZIP cujo nome deve identificar o nome e o número de aluno dos elementos do grupo, por exemplo:

***AnaSilva\_2017011111\_JoaoMelo2018022222.ZIP***

**Cotação:** 2 valores