



Introdução à Inteligência Artificial

## Trabalho Prático n.º 1 Agentes Racionais

Docente: Carlos Pereira

TheForgotten

JOSEALM3IDA

Coimbra, 1 de novembro de 2020

# Índice

1. Introdução .....	3
2. Modelo Base .....	3
3. Tarefa 1 .....	3
3.1. Hipótese do Instinto de Fuga .....	4
3.2. Hipótese do Instinto de Fuga Melhorado .....	4
3.3. Hipótese da Perseguição .....	5
4. Tarefa 2 .....	5
4.1. Hipótese da Reprodução dos Ratos .....	6
4.2. Hipótese da Percepção de Comida .....	7
4.3. Hipótese da Rotação dos Gatos .....	8
4.4. Hipótese do Salto .....	8
4.5. Hipótese da Fuga Energética .....	9
4.6. Hipótese da Idade .....	9
4.7. Hipótese da Reprodução dos Gatos .....	10
4.8. Hipótese da Reestruturação das Ações .....	11
5. Conclusão .....	12

# 1. Introdução

Este trabalho consiste em conceber, implementar e analisar comportamentos racionais para agentes reativos. Foi disponibilizado um modelo base com comportamentos muito limitados, que foi trabalhado no sentido de o melhorar de forma a atingir um modelo de agentes com resultados interessantes. Vamos analisar o que várias alterações podem fazer a um modelo, por mais pequenas ou grandes que sejam.

## 2. Modelo Base

O modelo base, disponibilizado pelos docentes, contém apenas o mínimo necessário à simulação. Os agentes movimentam-se de forma totalmente aleatória e a única funcionalidade implementada é que os ratos, ao se encontrarem na vizinhança dos gatos, morrem. Não existe qualquer sistema de energia ou memória, e, devido ao *random walking* dos agentes, a simulação termina relativamente rápido sem grandes surpresas: todos os ratos morrem e o número de gatos é constante.

Para obter valores de controlo para o resto do trabalho, fizemos uma experiência com as seguintes configurações:

- N-cats: 10;
- N-mice: 20;
- N° de repetições: 1000.

Como todas as simulações acabam da mesma maneira (ratos mortos), considerámos que seria relevante apenas ter em conta a sua duração média (em ticks). Assim, obtivemos uma duração média de **118.92** ticks.

## 3. Tarefa 1

Na tarefa 1, foi implementado um comportamento e tomada de decisão um pouco mais inteligente para os agentes, sem alterar a sua perceção do ambiente ou o ambiente em si.

### 3.1. Hipótese do Instinto de Fuga

A primeira hipótese formulada foi baseada na ideia de que se o rato puder fugir, então terá maior chance de sobreviver. Achamos que faz sentido, pois qualquer animal que se sente ameaçado tem como instinto fugir, apesar de que, neste momento, ele apenas se muda para outra posição aleatória da vizinhança. Com esta hipótese, espera-se um aumento do tempo de sobrevivência dos ratos.

Usando as mesmas configurações que usámos na primeira experiência, obtivemos uma média de **214.36** ticks, ou seja, **95.44** ticks a mais que no modelo base, que corresponde a uma subida de, aproximadamente, **80%**, ou seja, o tempo de vida dos ratos aumentou.

Apesar de algo muito básico, esta mudança provou ser bastante eficaz e com uma melhoria tão grande na duração média podemos concluir que a hipótese apresentada é válida.

### 3.2. Hipótese do Instinto de Fuga Melhorado

A evolução da hipótese anterior será mudar o movimento de fuga de aleatório para um que realmente faça os ratos moverem-se para longe dos gatos, pois esse seria o comportamento mais natural de um ser vivo que se sente ameaçado. Neste caso, mexem-se exatamente para o patch oposto ao patch onde o gato está. Com esta hipótese, espera-se um pequeno aumento do tempo de sobrevivência dos ratos.

No entanto, observámos um aumento muito maior ao esperado, registando uma média de **1841.53** ticks de duração, ou seja, um aumento de cerca de **1627.17** ticks (ou **759%**).

Mesmo tendo sido apenas uma mudança lógica à hipótese do instinto de fuga, esta mostrou-se ser bastante mais eficiente do que havia sido previsto. Desta maneira, podemos concluir sem dúvidas que a hipótese é válida, superando bastante as expectativas.

Notamos também que ao fazer uma simulação com apenas um gato os ratos tornaram-se totalmente invencíveis, mostrando assim que a sua estratégia de fuga era ótima. Assim, decidimo-nos focar na estratégia de caça dos gatos.

### 3.3. Hipótese da Perseguição

Com a impossibilidade de um gato sozinho se alimentar, foi decidido que era preciso melhorar a sua estratégia de caça. Deste modo surgiu a hipótese da perseguição. Esta consiste em dar ao gato a habilidade de, ao avistar um rato duas células à sua frente, aproximar-se do mesmo. Nestas condições, um rato ao se encontrar em frente a um gato nunca conseguirá escapar.

Usando as configurações habituais obtivemos uma duração média de **267.38** ticks, ou seja, uma diminuição de **1574.15** ticks (cerca de **489%** menos).

Esta grande diminuição mostra que os gatos agora conseguem caçar mais eficazmente, o que comprova que a hipótese proposta é válida.

## 4. Tarefa 2

No começo desta tarefa achamos pertinente implementar algumas pequenas mudanças que visam tornar o ambiente e os agentes mais realistas sem necessariamente fazerem parte de uma hipótese.

Deste modo, adicionamos uma mecânica de energia e comida muito simples à simulação. Para cada ação os agentes perdem uma unidade de energia, os ratos podem ganhar energia ao pisarem patches com comida (que consequentemente desaparecem) e os gatos só podem ganhar energia a comerem ratos. Nesta fase, os ratos ainda não procuram a comida, movendo-se aleatoriamente quando não perceberam um gato.

Para fazer as experiências as variáveis vão tomar os seguintes valores:

- **N-mice** (número inicial de ratos) = 25;
- **N-cats** (número inicial de gatos) = 10;
- **initFoodPerc** (percentagem inicial de comida) = 10;
- **foodPerTick** (comida gerada, por iteração, na simulação) = 8;
- **foodGiven** (valor de energia que a comida oferece aos ratos) = 30;
- **initEnergy\_Cats** (energia inicial dos gatos) = 70;
- **initEnergy\_Mice** (energia inicial dos ratos) = 50;
- **energeticAbsorption** (percentagem de energia que os gatos ganham dos ratos que comem) = 60.

Os valores escolhidos para estas e futuras variáveis foram os que nos

pareceram mais interessantes e realistas.

As simulações serão todas feitas com uma duração máxima de 1000 steps (1000 ticks) e as experiências terão todas 1000 repetições. Para além disso, alterámos também a condição que acabava a simulação se o número de ratos fosse zero, substituindo-a por uma que verifica o número de agentes totais (se 0, stop) Fora isto tudo, adicionamos também uma variável global chamada winner que toma como valor uma string com o nome da espécie vencedora daquela simulação.

Assim, fazendo uma experiência com os valores e repetições indicadas para obtermos valores de controlo para compararmos com as nossas futuras hipóteses, obtemos o seguinte:

	Gatos	Ratos
Vitórias	18.50%	81.50%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	3.90	2.39
Média Ticks Totais (nas vitórias)	246.61	388.70

Ao analisar melhor os resultados, percebemos que a maior parte das simulações é ganha pelos ratos, como se esperava vindo da tarefa 1. Vamos modificar o modelo até obtermos um bom número de simulações equilibradas entre ratos e gatos.

## 4.1. Hipótese da Reprodução dos Ratos

A evolução lógica do nosso modelo é a criação de um sistema de reprodução para os ratos, de modo a que possamos prolongar o e, conseqüentemente, dos gatos, que não morrerão tão rapidamente sem energia.

**Hipótese:** A reprodução dos ratos vai aumentar a duração da simulação.

De um modo a tornar a simulação realista, decidimos que os ratos apenas se podem reproduzir aquando a existência de pelo menos outro rato na vizinhança, pois estes são mamíferos. Para isso, os ratos necessitam de uma certa quantidade mínima de energia (decidida pela variável **reproductionEnergyMice**, cujo default decidimos ser 15). A chance deste evento acontecer é determinada pela variável **reproductionChanceMice** (default a 35%). Para além disso, implementámos um tempo de espera / cooldown entre reproduções de cada rato, de modo a evitar que se reproduzam demasiado rápido. Esse cooldown é controlado pela variável **reproductionCooldown** (default a 25 ticks).

Quando tudo corre bem, é gerado um novo rato, com 75% da energia total

despendida pelos pais no processo de reprodução mais 25. Este 75% vem da nossa decisão de que a reprodução não pode ser 100% eficiente em termos energéticos, pois isso seria algo irreal.

	Gatos	Ratos
Vitórias	32.10%	67.90%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	4.54	88.44
Média Ticks Totais (nas vitórias)	530.83	830.03

Com estas mudanças no código, já podemos ver que a média de ratos finais, nas suas vitórias, aumentou significativamente, o que significa que, quando sobrevivem aos ratos, reproduzem-se em grande massa. No entanto, a sua percentagem de vitórias diminuiu. Atribuímos isso à maior quantidade de comida gerada pelos ratos para os gatos, o que permite a estes últimos sobreviverem mais tempo e até vencerem a simulação. Por fim, olhando para a média de ticks totais das simulações, notamos um claro aumento nas durações das mesmas. Logo, consideramos a nossa hipótese como provada.

## 4.2. Hipótese da Perceção de Comida

Para que os ratos possam sobreviver mais tempo, temos de fazer com que eles procurem ativamente comida. Como tal, no seu movimento normal, vão sempre tentar ir ter a um patch com comida. Esta mudança deve melhorar a performance dos ratos, pois vão se alimentar sempre que possível e não aleatoriamente.

**Hipótese:** A perceção de comida vai melhorar a performance dos ratos em termos percentagem de vitórias, número de agente final e duração da simulação.

Obtivemos os seguintes resultados:

	Gatos	Ratos
Vitórias	46.30%	53.70%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	4.85	28.71
Média Ticks Totais (nas vitórias)	448.71	690.59

Vencedores:	Ratos
-------------	-------

Os resultados, no mínimo, surpreenderam-nos. A nossa hipótese mostrou-se inválida, e não temos a certeza do porquê.

### 4.3. Hipótese da Rotação dos Gatos

De modo a podermos melhorar a percepção dos gatos, decidimos que este, se tiver o rato a uma distância de 2 patches à sua esquerda ou à sua direita, se vai virar para ele e avançar um patch. Com isto esperamos que os gatos sejam capazes de devorar mais ratos devido ao facto de que agora conseguem usufruir da sua técnica de perseguição com maior frequência.

**Hipótese:** A rotação dos gatos tem como consequência um aumento da sua percentagem de vitória.

Os resultados obtidos fazendo a experiência foi o seguinte:

	Gatos	Ratos
Vitórias	96.80%	3.20%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	7.99	1.06
Média Ticks Totais (nas vitórias)	155.08	417.59

Os resultados falam por si. Os gatos tornaram-se muito mais forte, obtendo a vitória na esmagadora maioria das simulações.

### 4.4. Hipótese do Salto

Esta hipótese surge no âmbito de dar uso à percepção alargada dos gatos. Permite-lhes saltar para cima dos ratos que estão dois patches à sua frente, comendo-os imediatamente. Este comportamento deverá custar energia, definida pela variável global **jumpCost**, cujo valor default é 25. Este movimento acontece sempre que o gato possui energia suficiente para o executar.

**Hipótese:** O salto vai melhorar ainda mais a taxa de vitória dos ratos.

Fazendo a experiência para testar esta hipótese obtivemos os seguintes resultados:

	Gatos	Ratos
Vitórias	98.70%	1.30%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	8.10	1.00
Média Ticks Totais (nas vitórias)	152.30	450.92

Assim, consideramos a hipótese válida.



## 4.5. Hipótese da Fuga Energética

De modo a adicionar realismo ao nosso modelo, decidimos complementar a Hipótese da Fuga Melhorada, usando agora energia. Tal como o salto nos gatos, esta ação não depende de probabilidade, pois é uma questão de vida ou morte para os ratos. No entanto, tem também um custo energético definido pela variável **runCost** (default a 10).

**Hipótese:** A fuga com custo energético associado vai piorar a duração de vida dos ratos.

Obtemos os seguintes resultados:

	Gatos	Ratos
Vitórias	97.10%	2.90%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	7.76	1.03
Média Ticks Totais (nas vitórias)	155.07	430.52

A média de ticks totais nas vitórias dos ratos diminuiu cerca de 20 ticks, logo consideramos a hipótese válida.

## 4.6. Hipótese da Idade

Com um modelo tão complexo como o atual, achamos que seria mais do que adequado fazer com que os agentes não pudessem viver infinitamente (tal como acontece na vida real). Assim, modificamo-los de modo a que este tenha idade e que a partir da esperança média de vida destes comecem a ter chance de morrer. Para controlar a partir de que momento podem morrer definimos duas variáveis, **maxAgeMice**, que vamos usar a 150 (ticks), define a partir de que idade os ratos podem começar a morrer (com probabilidade definida pela variável **oldAgeDeathChance**, com default a 5) e a **maxAgeCats**, que vamos usar a 450 (ticks), faz o mesmo mas para os gatos.

**Hipótese:** A idade dos agentes tem como consequência a diminuição da duração média das simulações.

	Gatos	Ratos
Vitórias	100.00%	0.00%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	8.09	N/A
Média Ticks Totais (nas vitórias)	140.31	N/A

Notamos uma clara diminuição na duração média das simulações. Os ratos aparentam ter sofrido ainda mais uma quebra, tendo ganho um grande total de 0 simulações nos 1000 testes.

## 4.7. Hipótese da Reprodução dos Gatos

Para finalizar o nosso modelo, implementámos um método de reprodução para os gatos. A nossa hipótese é que ao fazer com que os gatos possam reproduzir isto aumente em média a performance dos mesmos e, quem sabe, possibilite a chegada a um equilíbrio com os ratos.

A reprodução dos gatos funciona de forma muito semelhante à dos ratos, sendo que a energia necessária à reprodução é controlada pela variável **reproductionEnergyCats**, cujo default, por agora, será 35, assim como a **reproductionChanceCats** que decidimos deixar a 15. É de salientar que os gatos também sofrem as consequências do cooldown da reprodução.

**Hipótese:** A reprodução dos gatos abre uma oportunidade aos ratos, pois os gatos têm dispêndio extra de energia. Para além disso, o número médio de gatos final deve aumentar.

Resultados obtidos:

	Gatos	Ratos
Vitórias	99.70%	0.30%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	10.70	1.00
Média Ticks Totais (nas vitórias)	123.78	283.00

Concluimos que a nossa hipótese é válida, pois os ratos conseguiram ganhar algumas das simulações e o número médio de gatos final aumentou ligeiramente.

## 4.8. Hipótese da Reestruturação das Ações

Até agora, as ações estavam a ocorrer pela seguinte ordem:

1. Verificar o status dos agentes (energia, idade e cooldown de reprodução), atualizando as respectivas variáveis e alterando, se necessário, os agentes;
2. Movimento dos ratos para a comida;
3. Movimento dos gatos aleatório;
4. Fuga dos ratos;
5. Salto / rotação dos gatos;
6. Morte dos ratos pelos gatos e consequências energéticas;
7. Reprodução dos ratos;
8. Reprodução dos gatos;
9. Reaparecimento da comida.

A este modelo, de modo a tentar dar mais força aos ratos, vamos fazer uma alteração importante: trocar o ato de fuga e o ato de salto / rotação dos gatos, de modo a que, no modelo, os ratos sejam os últimos a mover-se e, assim, tenham mais chance de escapar. Também vai ser ligeiramente alterado o movimento dos gatos, passando estes apenas a moverem-se uma vez por iteração: o seu movimento aleatório apenas acontece quando não fizer nenhum salto ou rotação e consequente perseguição.

**Hipótese:** As alterações referidas ao nível da reestruturação das ações vão afetar o modelo de tal forma que os ratos vão ter muito mais “força” do que tinham, melhorando o seu desempenho em todos os campos e afetando negativamente o desempenho dos gatos.

Resultados obtidos:

	Gatos	Ratos
Vitórias	32.40%	67.60%
Média Agentes Finais (nas vitórias)	4.29	110.48
Média Ticks Totais (nas vitórias)	572.13	698.96

Concluimos, assim, que esta alteração aparentemente inofensiva ao modelo teve consequências gigantescas nos resultados, permitindo um modelo mais interessante. Isto mostra-nos que, no mundo da tomada de decisões por agentes, a simples alteração da ordem da linha de pensamento pode ter grandes repercussões a nível das suas ações.

## 5. Conclusão

Neste trabalho, abordámos o tema da implementação e teste de comportamentos racionais para agentes reativos e concluímos que o equilíbrio entre vários agentes não é fácil de atingir e manter. Para além disso, notámos que ligeiras alterações ao ambiente ou comportamento dos agentes, por mais pequenas que sejam, podem alterar por completo o rumo da simulação (efeito borboleta) e, muitas vezes, ter consequências inesperadas.