



Introdução à Inteligência Artificial

Ano letivo 2019/2020 - 2º Semestre

Relatório Meta 2
Trabalho Prático Nº1:
Reactive D31: The AI Awakens

Alexandre Maria Martins Magalhães Teixeira Serra

2017248031

amserra@student.dei.uc.pt

PL6

João Gabriel de Matos Fernandes

2017247486

joaof@student.dei.uc.pt

PL2

João Pedro de Sá Dinis

2017248548

joaodinis@student.dei.uc.pt

PL6

Introdução	3
Objetivos do trabalho	3
Metodologia	4
Como fizemos?	4
Implementação	4
Testes e divisão de tarefas	5
Resultados	6
Discussão dos resultados	7
Mapa 1a	7
Mapa 1b	8
Mapa 2a	8
Mapa 2b	9
Mapa 3	9
Observações finais	9
Reconhecimentos	10

Introdução

Objetivos do trabalho

Este trabalho teve como objetivo implementar e estudar agentes reativos.

Agentes reativos são agentes que, através de estímulos e percepções do ambiente em que se encontram, executam ações com base um sistema de regras simples.

Neste trabalho, o agente reactivo é representado por um robô denominado D31, nomenclatura que usaremos para o resto do relatório, por motivos de simplificação de escrita. O D31 encontra-se num ambiente povoado por obstáculos e recursos, onde se tem de desviar e apanhar, respetivamente.

A implementação foi feita através da ferramenta Unity, popular motor de desenvolvimento de jogos altamente portáteis, e da linguagem C#. A versão de software Unity usada foi a 2019.3.1f1, com plataforma objetivo Windows.

Neste relatório iremos abordar a metodologia que usamos para resolver este trabalho, os resultados obtidos e as conclusões a que chegamos. Por fim dedicamos uma secção aos conhecimentos obtidos durante a resolução do trabalho.

Todo o código utilizado encontra-se em anexo e devidamente comentado.

Metodologia

Como fizemos?

Nesta secção iremos expor a forma como implementámos o D31, quais os procedimentos seguidos para testar e a divisão de tarefas pelos elementos do grupo.

Implementação

As partes que nos competiram implementar foram o detetor de blocos, as funções de ativação gaussiana e logarítmica negativa, os limiares de ativação mínimo e máximo e os limites inferior e superior. O código encontra-se em anexo, sendo que é de realçar o ficheiro *LinearRobotUnitBehaviour.cs*, que contém tudo exceto a implementação das fórmulas matemáticas das funções de ativação, esta última presente, de igual forma, nos ficheiros *BlockDetectorScript.cs* e *ResourceDetectorScript.cs*.

A sequência lógica de passos seguidos no ficheiro *LinearRobotUnitBehaviour.cs* foi:

1. Obter a força, no seu estado cru, através dos sensores (de recursos e blocos)
2. Ir buscar o ângulo para onde essa força deverá ser aplicada *
3. Aplicar limiares e obter resposta da função de ativação
4. Aplicar limites
5. Modificar o peso que a força final do sensor de recursos ou blocos exercerá

Foi ainda implementado um novo mapa que permite colocar o D31 face a um ambiente mais hostil, com paredes estreitas, caminhos sem saída ou que vão dar a lava e recursos perto de paredes.

* No caso do sensor de blocos, adicionamos-lhe uma variável - *angleOffset* - que possibilita com que o D31 vá em direção oposta aos blocos.

Testes e divisão de tarefas

De forma a testar o D31 com várias configurações, dividimos as possíveis combinações de funções de ativação de blocos e recursos (linear-linear, linear-gaussiana, linear-logarítmica, gaussiana-linear, gaussiana-gaussiana, gaussiana-logarítmica, logarítmica-linear, logarítmica-gaussiana e logarítmica-logarítmica) pelos diferentes membros do grupo.

Cada membro ficou, então, encarregue de testar 3 combinações de funções de ativação para os 5 mapas*.

Para testar, cada elemento pode manipular, para cada um dos sensores, as seguintes variáveis:

- Angle of sensors (determina o número de sensores)
- Range of sensors (alcance dos sensores)
- Weight (peso do sensor na força final)
- X thresholds (limiares de ativação mínimo e máximo)
- Y thresholds (limites superior e inferior)
- Mean (média, para a função de ativação gaussiana apenas)
- Variance (desvio padrão, para a função de ativação gaussiana apenas)

Os testes seguiram-se de uma forma semelhante a um *try-catch*. Tentávamos com uns determinados valores para as variáveis. Se não fosse bem sucedido, percebíamos qual a variável que poderíamos ajustar e assim o fazíamos. Pode parecer um método um pouco aleatório à primeira vista, porém passados inúmeros testes (ao todo foram feitos mais de 100 testes) começámos a ganhar uma “intuição” natural para perceber o problema e ajustar a variável. Muitos dos testes foram registados numa folha Excel, que se encontra em anexo, registando o tempo que o D31 demorou, se caiu ou não, se apanhou todos os blocos e, em certos casos, algumas observações.

* Na verdade o mapa 2a foi testado por apenas um membro do grupo, já que a função de ativação para os blocos não é necessária no mapa em questão.

Resultados

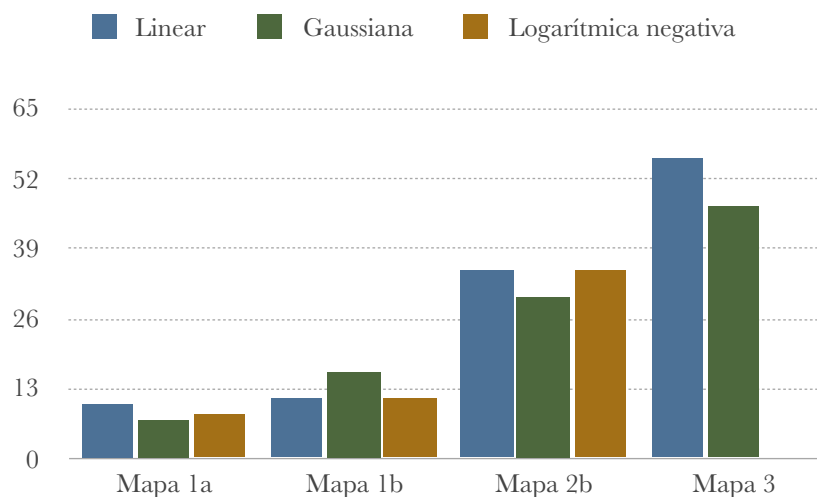
Os resultados mais relevantes estão presentes no ficheiro Excel em anexo. São 77 testes documentados, sendo que esse número passa a centena se considerarmos também os testes não documentados. Cada folha do ficheiro Excel corresponde a um mapa, contendo os valores testados e, o mais importante para tirarmos conclusões, os tempos médios para cada tipo de sensor. Deixamos aqui um resumo dessas estatísticas:

	Mapa 1a	Mapa 1b	Mapa 2b	Mapa 3
Número de testes	19	25	19	12
Tempo mínimo*	6.0	9.0	25.0	41.0
Tempo médio	8.7	13.4	33.7	51.0

* sem tocar em nada

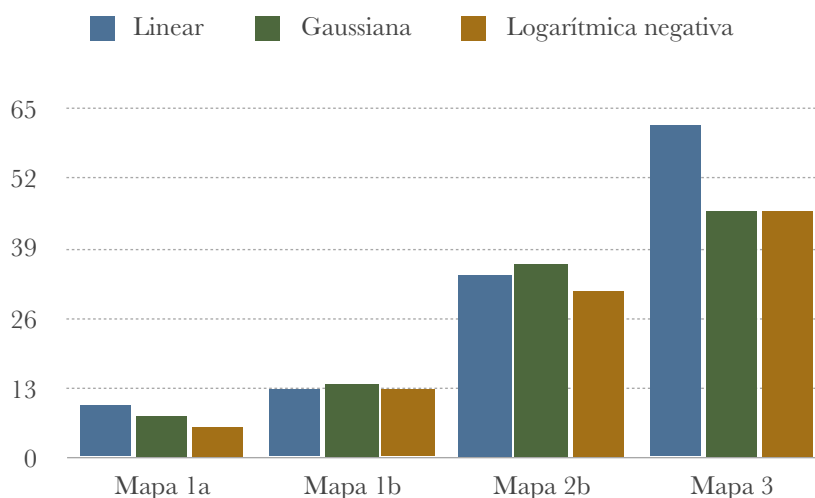
Tempos médios para o detetor de blocos, com diferentes funções de ativação

Tempo médio (s)	Mapa 1a	Mapa 1b	Mapa 2b	Mapa 3
Linear	10.3	11.0	35.0	56.0
Gaussiana	7.6	16.6	30.3	47.0
Logaritmica Negativa	8.0	11.0	35.7	N/A



Tempos médios para o detetor de recursos, com diferentes funções de ativação

Tempo médio (s)	Mapa 1a	Mapa 1b	Mapa 2b	Mapa 3
Linear	10.0	13.5	34.0	62.0
Gaussiana	8.0	14.0	36.0	46.0
Logaritmica Negativa	6.7	13.0	31.0	46.0



Discussão dos resultados

Nesta secção iremos apresentar a nossa perspetiva relativamente aos resultados obtidos. Faremos, em primeira instância, uma curta análise ao desempenho do D31 nos diferentes mapas e, de seguida, um conjunto de observações, num cômputo geral, relativamente às funções de ativação nos dois sensores e o seu impacto no desempenho final do D31.

Mapa 1a

Este mapa pode ser considerado simples por não conter quaisquer paredes e ser todo delimitado, ou seja, era impossível cair. Por tal, a diferença de desempenho do D31 com diferentes funções de ativação foi de difícil inferência. Sem embargo, a função de ativação **logarítmica negativa** foi a que se mostrou

mais promissora, para ambos os sensores. Isto deve-se essencialmente ao facto de o mapa ser aberto e, portanto, poder atingir velocidades elevadas entre o apanhar de recursos, que isso não fará com que colida com nenhum obstáculo. Nota honrosa para o detetor de blocos gaussiana que, se bem parametrizada, poderá obter resultados interessantes.

Mapa 1b

Ao contrário do mapa anterior, este já contém obstáculos e desafia verdadeiramente as capacidades de resolução de problemas do D31. O detetor de blocos registou um empate entre as funções de ativação logarítmica negativa e linear, porém considerámos melhor escolha a **linear**, uma vez que a logarítmica negativa por vezes fazia com que o a força exercida no sentido oposto (devido à variável `angleOffset`) fosse demasiado intensa de uma forma muito rápida, fazendo por vezes o D31 desviar-se da sua trajetória óptima ou bater contra outros blocos. No sensor de recursos, não houve um que se destacasse claramente mas optáramos pela **gaussiana** que, embora volátil (por vezes ficou contra paredes ou à volta de recursos), com uma boa escolha dos parâmetros da média e desvio padrão, mostrou-se competente.

Mapa 2a

Salta logo à vista que este mapa é diferente de todos os outros. Por não apresentar obstáculos, optámos por desligar o respetivo sensor, passando o D31 a estar guiado apenas pelo sensor de recursos.

Usando uma função linear, o D31 atinge o recurso sempre com o máximo de velocidade, o que proporciona que não consiga travar por completo antes de cair.

A função gaussiana foi particularmente interessante, uma vez que permitiu controlar o momento de aceleração e travagem do D31, através de uma boa seleção dos valores da média e desvio padrão.

Com uma função logarítmica, foi possível também resolver o mapa, mas com um tempo inferior à gaussiana.

Podemos então concluir que a função de ativação linear é uma escolha a não considerar, sendo que a decisão teria de recair entre a gaussiana e a logarítmica negativa. Notar que a segunda, para ser válida, terá de ser extremamente

limitada devido à sua grande aceleração. Pelas razões apresentadas, a **gaussiana** é a mais competente neste mapa.

Mapa 2b

Este mapa combina os desafios apresentados nos mapas anteriores. Foi principalmente interessante observar o comportamento do D31 na primeira instância, onde tinha de decidir se iria optar por apanhar um recurso que estava perto de si mas com uma passagem estreita no meio, ou iria capturar um recurso longe mas sem obstrução. A melhor combinação, de longe, foi a **gaussiana** para os blocos e **logarítmica negativa** para os recursos, não só pela performance temporal, mas também pela facilidade com que o D31 completou o mapa.

Embora a função de ativação linear para os recursos tenha tido um tempo não muito superior à logarítmica negativa, a combinação com a gaussiana do detetor de blocos mostrou-se incompatível, uma vez que quando os recursos se encontram perto de uma parede, o D31 após os apanhar não consegue evitar o contacto com a mesma.

Mapa 3

O mapa 3, que tem características peculiares descritas na secção Implementação, mostrou ser um bom desafio ao D31.

Desde logo, não foi possível encontrar uma solução usando a função de ativação logarítmica negativa para o sensor de blocos que não colidisse com blocos.

Depois, mostrou-se claro que a função de ativação linear, quando posta num cenário mais infenso, não tem capacidade de ombrear as demais.

Observações finais

Num âmbito geral, foi possível inferir que a função de ativação gaussiana, regra geral, para ambos os sensores, foi a mais versátil: permitiu obter tempos satisfatórios (entre os melhores) em quase todos os testes sem comprometer a “suavidade” com que ultrapassava os obstáculos do mapa. Isto tudo, obriga um comprometimento na boa parametrização da função.

A função de ativação logarítmica negativa (ambos os sensores) mostrou-se proveitosa para mapas abertos, com poucos obstáculos e em que os recursos não se encontrem muito próximos de obstáculos. Geralmente, a sua maior fraqueza é a quantidade de força que fez muitas vezes o D31 bater em paredes. Para contrariar essa tendência é preciso limitar corretamente. Por outro lado, se o mapa tiver recursos próximos uns dos outros e poucos obstáculos, é capaz de se comportar muito eficazmente, e em pouco tempo.

Por fim, a função de ativação linear (para o sensor de recursos) mostrou-se básica: simples, capaz de produzir resultados aceitáveis em mapas pouco complexos. Posto em mapas complexos, como o mapa 3, vem à tona a sua simplicidade, não conseguindo ter um desempenho satisfatório. No entanto, para o sensor de blocos, este, aliado a uma das outras duas funções de ativação acima referidas, consegue dar muito boa resposta, uma vez que esta é imediata e proporcional à distância do bloco.

Reconhecimentos

Este trabalho permitiu-nos introduzir à Inteligência Artificial e aos agentes reativos, adquirindo competências de implementação de agentes reativos e sensores, metodologia de trabalho, testes, análise de resultados e exposição de conhecimentos.

Consideramos que este trabalho teve uma carga de trabalho adequada e que foi muito enriquecedor para a nossa formação académica.

Agradecemos, então, ao professor Penousal Machado por nos ter introduzido aos conceitos teóricos de agentes reativos e aos professores João Correia e Nuno Lourenço por terem dado o apoio necessário à realização do trabalho.

Por fim, agradecer à Universidade de Coimbra por proporcionar um tão bom ambiente propício ao desenvolvimento intelectual.