

Introdução à Inteligência Artificial

Trabalho Prático N°1: Meta Final - Tune it & Test it

Braitenberg Vehicules

Alexandra Tomé Leandro	uc2013146082@student.uc.pt	2013146082	PL6
Ana Rita Cabral Dias	uc2013142131@student.uc.pt	2013142131	PL6

Introdução:

Os veículos de Braitenberg, embora bastante simples exibem uma grande complexidade nos seus comportamentos, fornecendo informações sobre como determinados comportamentos podem ter surgido com a interação com o ambiente. Estes veículos possuem sensores diretamente ligados ao motor que reagem ao meio ambiente através de influências de excitação e inibição. Devido à sua simplicidade, não são reprogramáveis, isto é, não têm a capacidade de aprender. O objetivo deste trabalho é implementar e testar, em tempo real, diversos tipos de veículos de Braitenberg.

O veículo base apresentado possui dois fotosensores (um em cada roda dianteira) que reagem às fontes de luzes e dois sensores de proximidade (na mesma posição que os de luzes) que respondem aos blocos ou obstáculos no ambiente. A saída dos fotosensores é calculada em função de todas as fontes de luz presentes no ângulo sensorial do carro. No caso dos sensores de proximidade, o seu grau de ativação depende apenas do bloco que está mais próximo do seu ângulo de visão do sensor.

Ainda, com este trabalho serão adquiridas competências de desenvolvimento de aplicações no Unity e de análise, desenvolvimento, implementação e teste de agentes autômatos. Mais, proporcionará contacto directo com o trabalho de Valentino Braitenberg, criador dos veículos Braitenberg, tal como o conhecimento nesta área.

Função de ativação linear – Breve explicação:

Para os sensores de luz são selecionadas as fontes de luz abrangidas pelo ângulo sensorial do veículo e, a partir da sua posição é calculada a energia total através da seguinte equação:

$$total = \sum_{\substack{i \in \text{fontes de luz} \\ \text{com } i \text{ em } \text{ângulo}(\text{sensor})}} 1/\text{distancia}(i, \text{sensor})^2$$

A energia é depois dividida pelo número de fontes de luzes consideradas e no final fornecerá energia às rodas a que o sensor está ligado.

Para os sensores de proximidade, é utilizada uma abordagem diferente, aqui o objetivo é o veículo responder exclusivamente ao bloco mais próximo. Assim, é calculada a distância do veículo a cada bloco dentro do campo de visão do carro de maneira a determinar o que se encontra mais perto. De tal modo, a saída dos sensores de proximidade será dependente da distância ao obstáculo mais próximo.

Por fim, a direção do carro é dependente dos sensores de luz e de proximidade que se encontram nas rodas esquerda e direita. A velocidade de cada roda é calculada através da junção dos valores de saída dos sensores de luz e proximidade que são multiplicados pela velocidade máxima do veículo. Com a aceleração ou desaceleração das rodas dianteiras, o veículo irá mudar a sua direção consoante o obstáculo mais próximo e/ou as fontes de luz.

Assim, estes veículos só podem assumir dois comportamentos: ou se afastam, ou se aproximam daquilo que os estimula. Esta função de ativação linear funciona de forma reativa, não é possível escolher determinados caminhos, o veículo dirige-se apenas em resultado dos estímulos recebidos pelo ambiente. Não é possível ter em conta comportamentos que foram realizados anteriormente, não há memória nem consciência dos caminhos percorridos.

Como tal, esta função terá diversos inconvenientes, para além da sua simplicidade, que leva a muitas limitações, não permite uma solução genérica para vários ambientes. Outra desvantagem será a pouca eficácia para se desviar de blocos de maiores, pois o cálculo não tem em conta as dimensões do objeto, considera apenas a sua posição central. Outra dificuldade que pode surgir é, no caso de o carro ter dois objetos que se encontram à mesma distância da roda direita e da roda esquerda respetivamente, o valor de saída dos sensores será igual, portanto o veículo não mudará de direção, o que poderá levar a uma colisão. Da mesma forma, se o veículo estiver diretamente no centro de um bloco, os valores de saída dos sensores direito e esquerdo serão iguais e o carro irá em direção ao obstáculo em vez de se desviar dele como seria desejado.

Função de ativação gaussiana – Breve explicação:

Neste caso, o valor calculado pela distância ao objeto ou fonte de luz visto anteriormente é tratado com vários parâmetros. O resultado será obtido da mesma forma, tanto para os sensores sensíveis à luz como para os sensores que respondem a blocos, de acordo com a seguinte fórmula:

$$e^{-\frac{strenght-mean^2}{2*stddev^2}}$$

Onde *strenght* representa o valor obtido pelo cálculo linear de output (dependendo da distância do veículo ao objeto mais próximo ou da intensidade da luz, conforme o tipo de sensor), *mean* a média e *stddev* o desvio padrão. Sendo que podem ainda ser aplicados a esta função limites e limiares superiores e inferiores, como iremos ver mais abaixo.

Sem a aplicação de qualquer limite ou limiar, a activação de um sensor fará acelerar o motor correspondente mas apenas até um determinado ponto, ponto máximo, a partir do qual, caso o sensor esteja ainda mais activo, a velocidade diminuirá. O mesmo poderá acontecer para conexões inibitórias.

Esta função de ativação é também reativa, como vimos na função anterior, esse facto implica uma reação a estímulos sem qualquer influência de comportamentos passados, pois não existe registo deles. No entanto, esta função prova ser mais adaptável que a anterior pela maneira que se obtém o resultado e devido aos limites e limiares que podem influenciar os valores de saída.

A forma como o valor de saída é calculado, dependente de uma média e desvio padrão fornecidos como parâmetros, permite variações que possibilitam a elaboração de trajetórias mais complexas e interessantes, como iremos ver posteriormente.

Ainda que continue a ser dependente dos estímulos que o carro recebe do meio ambiente e também seja falível, esta função de ativação demonstra ser muito mais adaptável e eficaz que a linear.

Limites e limiares:

Em cada função de ativação pode ser aplicado um limite superior e inferior, bem como um limiar de ativação denominado *threshold* inferior e superior. Estes parâmetros irão delimitar

os valores de saída dos sensores no eixo dos x (*strenght*) e dos y, respetivamente. Estes valores associados ao output permitem obter resultados mais normalizados.

Utilizando estas delimitações nas funções de ativação iremos influenciar o valor da energia atribuído pelo sensor à sua respetiva roda. Estas aplicações implicam que a influência dos sensores nos motores será, por exemplo, menos suave, causando quebras ou saltos abruptos, ou ainda, que existam gamas de valores de estímulos que não possam excitar os motores.

Podemos, então, criar diversas trajetórias e veículos que respondem aos mais diversos estímulos exteriores.

Test it

Ambiente 1: Começamos por criar um ambiente muito simples com apenas uma fonte de luz e um objeto, como se pode observar na *figura 1*.



Figura 1 - Ambiente 1

1. Primeiro implementámos um veículo, com 2 sensores de luz (esquerdo e direito) e dois sensores de proximidade (esquerdo e direito) utilizando uma função linear sem qualquer limite ou restrição. Os sensores do lado direito foram ligados à roda direita e os sensores esquerdos à roda esquerda. O carro foi colocado no Ambiente 1, e observamos que, colocando o veículo em frente ao bloco, ele se desviava em direção à luz para o lado esquerdo, até se aproximar demasiado da área abrangida pela fonte luminosa onde faz inversão de marcha voltando aproximadamente pelo sítio onde tinha passado anteriormente.

2. De seguida foi criado outro carro que desta vez tinha os sensores ligados ao contrário, ou seja, os sensores de proximidade e luminosidade referentes ao lado esquerdo do ambiente estavam ligados à roda direita do veículo e vice-versa. Neste caso, a simulação leva o carro a dirigir-se ao encontro do objeto mais próximo de si colidindo com ele.

Ambiente 2: Desenvolvemos um ambiente com mais objetos de forma a poder explorar mais as funcionalidades dos veículos. Este ambiente inclui duas fontes de luz alinhadas horizontalmente e diversos blocos de tamanhos distintos, como mostra a *figura 2*.



Figura 2 - Ambiente 2

1. Para este ambiente foi construído um veículo com 2 sensores de luminosidade, um do lado direito e outro do lado esquerdo ligados diretamente às rodas correspondentes. O objetivo desta implementação era criar uma trajetória em forma de elipse. Para tal ao sensor do lado direito foi atribuída uma função de ativação gaussiana com os parâmetros:

$$\text{Mean} = 0.2; \text{Stddev} = 0.1; \text{Limites} = -0.3 \text{ e } 0.2; \text{Limiare} = -0.2 \text{ e } 0.2$$

O sensor esquerdo também com uma função de ativação gaussiana, tinha os seguintes parâmetros:

Mean = 0.2; Stddev= 30; Limites= 0.001 e 0.8; Limiares=-0.5 e 0

Com estes sensores, o veículo posicionado no centro entre as duas fontes de luz descreve uma elipse aproximada como demonstrado na *figura 3*.

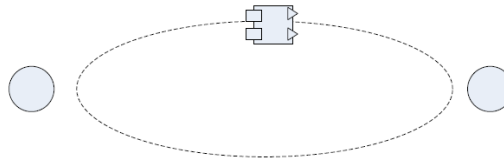


Figura 3 - Trajetória elíptica

2. Com o objetivo de criar um veículo que contornasse uma luz em círculo, desenhámos um carro com um fotosensor esquerdo associado à roda esquerda com uma função de ativação linear que obedece às seguintes limitações:

Limites=0.1 e 0.8; Limiares=0.8 e 0.2

O sensor direito, responsável pela velocidade da roda direita é regido por uma função de ativação gaussiana com os parâmetros:

Mean = 0.2; stddev= 0.1; Limites= 0.1 e 0.8; Limiares=0.8 e 0.2

Assim, o veículo, no caso de existir uma fonte de luz dentro do seu ângulo sensorial, irá contornar a luz numa trajetória circular por tempo indefinido.

3. Semelhante ao que foi criado anteriormente, foi aplicado a um veículo de Braitenberg um sensor esquerdo linear na roda esquerda com limites a 0.1 e 0.7 e os limiares a 0.7 e 0.2; e um sensor direito gaussiano na outra roda fronteira com os parâmetros: mean = 0.2, stddev= 0.01, limites = 0.1 e 0.7, Limiares=0.7 e 0.2. O que resultou numa trajetória semelhante a um amendoim (*figura 4*).

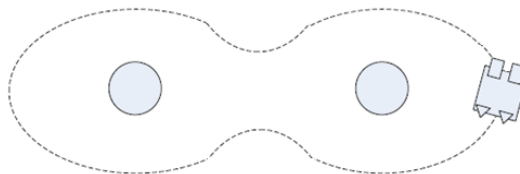


Figura 4 - Trajetória Amendoim

4. Para definir outra trajetória em volta das fontes de luz, desta vez semelhante ao símbolo do infinito (*figura 5*), foi criada outra variação do veículo com dois sensores ligados diretamente ao lado direito e esquerdo. Neste caso, a função de ativação de cada sensor depende do valor do output linear calculado a cada instante. Assim, caso o output do sensor esquerdo seja superior, será ativada uma função linear para o sensor direito com as limitações: limites 0.1 e 0.08 e os limiares 0.7 e 0.2; e para o sensor esquerdo é ativada uma função gaussiana com os parâmetros: mean =2 stddev =2, limites= 0.7 e 0.1 e limiares = 0.7 e 0.2. Se, pelo contrário, o valor do output do sensor direito seja maior, as funções são ativas da forma inversa. Assim, o veículo irá contornar as fontes de luz por fora quando elas se encontram mais próximas e terá um comportamento agressivo, dirigindo-se contra as luzes quando elas se encontram mais distantes.

É de salientar que os limites no eixo dos x das funções de ativação foram calculados de forma a ativar as funções de ativação apenas quando necessário, uma vez que tínhamos acesso ao valor de *strenght* em cada caso.

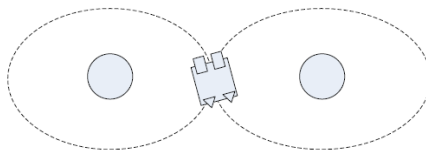


Figura 5 - Trajetória Infinito

Ambiente 3: De forma a avaliar as capacidades de desvio das funções elaboradas criámos um ambiente com vários blocos de tamanhos distintos como demonstra a *figura 6*.

1. Para maximizar a deteção de um obstáculo, mantendo um bom compromisso entre desempenho e economia, foram associados 2 sensores de proximidade a cada lado do veículo, na ponta das rodas dianteiras e na sua extremidade. Cada um destes sensores com uma função de ativação linear com os parâmetros: limite 0.5 e 2.5, limiares 1.7 e 0.5.

Para dar energia a cada roda é feita a média entre os valores de saída dos dois sensores existentes nesse lado do carro, sendo depois esse valor multiplicado pela velocidade do veículo. Podemos observar que desta forma o carro explora o ambiente de um modo muito mais eficiente, evitando grande parte dos blocos do ambiente. Ainda que, não consiga contornar todos os obstáculos devido às suas dimensões variadas.



Figura 6 - Ambiente 3

Ambiente 4: por último, foi elaborado um ambiente com três fontes de luz e quatro blocos espalhados (*figura 7*) para explorar a interação do veículo de acordo com as luzes e os blocos no seu ambiente simultaneamente.

1. Com o intuito de criar um carro explorador com comportamento agressivo face às fontes de luz, foram feitas algumas alterações no código dos sensores. No caso dos sensores de proximidade foram criados dois, direito e esquerdo, associados à roda do lado correspondente. Estes sensores que respondem apenas a blocos são regidos pela mesma função de ativação linear com as restrições:

Limites=0 e 1.7; Limiares=0 e 3

Existem também dois sensores de luminosidade, um esquerdo e outro direito, no entanto, estão associados à roda contrária. Portanto, o fotosensor do lado direito irá fornecer energia à roda esquerda, e vice-versa, desta forma, o carro irá deslocar-se em direção à luz em vez de se desviar dela.

Como esperado, podemos ver que o veículo quando se encontra mais próximo de uma fonte de luz muda a sua rota de forma a colidir com ela, continuando durante o seu percurso a evitar embater com os blocos do ambiente, embora nem sempre seja bem-sucedido, porque, como referido anteriormente, a função linear não é infalível.



Figura 7 - Ambiente 4