



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

Introdução à Inteligência Artificial
2017/2018 - 2º Semestre

Trabalho Prático Nº1: *Braitenberg Vehicles*

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

Em 1984, o neuro-anatomista Valentino Braitenberg publicou o livro “Vehicles – Experiments in Synthetic Psychology”, onde apresenta e analisa 14 veículos. A simplicidade dos veículos de Braitenberg contrasta com a complexidade dos comportamentos que estes exibem, dando pistas sobre a forma como comportamentos sofisticados podem ter surgido através da interacção com um meio ambiente, órgãos sensoriais básicos e processos evolucionários. De igual forma, ilustram uma série de questões na área da neuro-anatomia, por exemplo, quais os factores evolucionários que poderão ter levado a que os estímulos visuais sejam processados pelo hemisfério oposto e que o estímulo olfactivo seja processado pelo mesmo hemisfério.

O Unity é um motor de jogos desenvolvido pela Unity Technologies, especialmente notável pela sua portabilidade entre plataformas. Entre as suas especificações é de distinguir os motores de física e gráfico, a extensa biblioteca e respectiva documentação, assim como suporte para as linguagens C# e JavaScript. Apesar da sua finalidade ser o suporte ao desenvolvimento de jogos, estas características permitem também que o Unity seja utilizado como ferramenta de simulação, com aplicabilidade na Inteligência e Vida Artificial, capaz de funcionar como ambiente para simulações realistas. Neste caso será utilizado para implementação e teste em tempo real de diversos veículos de Braitenberg.

2 Objectivos Genéricos

O presente trabalho prático tem como objectivos genéricos:

1. A aquisição de competências de desenvolvimento de aplicações no Unity como ambiente de simulação
2. O contacto com o trabalho de Valentino Braitenberg e aquisição de conhecimentos nesta área
3. A aquisição de competências relacionadas com a análise, desenvolvimento, implementação e teste de agentes reactivos autónomos

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

3 Enunciado

Conforme o nome do trabalho prático deixa adivinhar, pretende-se personalizar, tanto ao nível funcional como estético os veículos de Braitenberg. Tal implica expandir os “prefabs” distribuídos com o projecto, por forma a acrescentar novos sensores, obstáculos, etc...

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

1. Meta 1 – Sense it
2. Meta Final – Tune it & Test it

3.1 Meta 1 – Sense it

O veículo “prefab” disponibilizado apenas prevê um tipo de sensor (foto-sensor) e um tipo de objecto (fontes de luz). A primeira tarefa a desempenhar é expandir esta biblioteca de forma a permitir diversos tipos de sensores e de objectos. O novo veículo deve suportar sensores:

1. Luz¹
2. Proximidade

Estes sensores devem responder, respectivamente, a:

1. Fontes de Luz
2. Blocos

A saída dos foto-sensores é calculada em função de todas as fontes de luz dentro do seu ângulo sensorial. Já a saída dos sensores de proximidade deve depender, exclusivamente, do bloco mais próximo no seu ângulo sensorial.

Finalmente, deve testar todas assim funcionalidades através da construção de:

- variantes dos veículos de Braitenberg que tirem partido destes sensores;
- ambiente(s) que, através da inclusão dos novos tipos de objecto e de veículos, ilustrem as diferentes funcionalidades.

¹Os sensores de luz já estão implementados no “prefab” fornecido.

3.2 Meta Final – Tune it & Test it

3.2.1 Tune it

Na versão original do veículo “prefab” a função de activação dos sensores é, por omissão, linear. Desta forma o cálculo da saída do sensor de luz é feito da seguinte forma:

1. Calcula a **energia** total recebida pelo sensor:

$$total = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\frac{distancia(p_i, sensor)^2}{r_i} + 1}$$

onde n é o número de fontes de luz, p_i a posição de cada fonte de luz e r_i o raio (ou alcance) de cada fonte de luz.

2. Divide a **energia** total recebida pelo número de fontes de luz no campo de visão do sensor;

Utilizando a função de activação linear (no código fornecido, a função *GetLinearOutput()*), a saída do sensor é a calculada anteriormente sem qualquer alteração ou filtro.

Uma função de activação linear impõe restrições sérias e impossibilita a implementação de vários comportamentos interessantes. Deve, assim, proceder às alterações necessárias por forma a que seja possível especificar, **para cada sensor**:

1. A função de activação desejada (linear ou gaussiana);
2. Limiar (*threshold*) de activação mínimo e máximo.
3. Limite superior e inferior;

Na figura 1 apresentam-se exemplos destas funções.

3.2.2 Test it

Tirando partido dos diferentes tipos de funções de activação, limiares e limites, crie veículos que repliquem as trajectórias apresentadas na figura 2.

Através do uso de funções de activação, limiares e thresholds, **crie um veículo** que explore o meio ambiente sem colidir com os blocos existentes. Não existe qualquer restrição quanto ao número de sensores ou funções de activação, deve no entanto tentar encontrar um bom compromisso entre desempenho e economia.

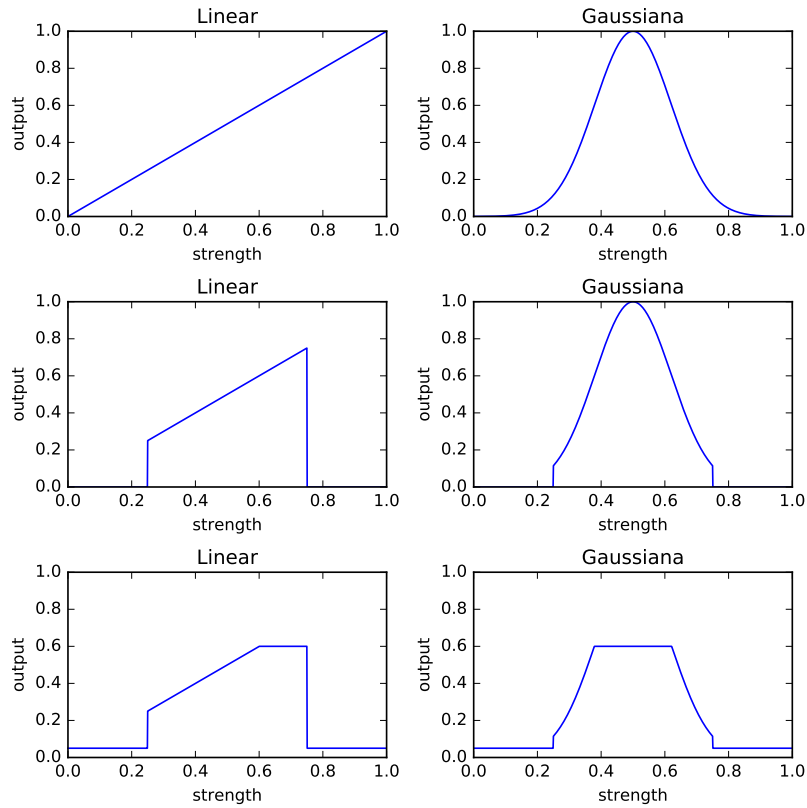


Figura 1: Exemplos de funções de activação, com diferentes parâmetros. A função gaussiana tem $\mu = 0.5$ e $\sigma = 0.12$. Na segunda linha são aplicados limiares de 0.25 e 0.75 (sobre os valores de x). Na terceira linha aplicamos os mesmos limiares, acrescentando limites de 0.05 e 0.6 (sobre os valores y).

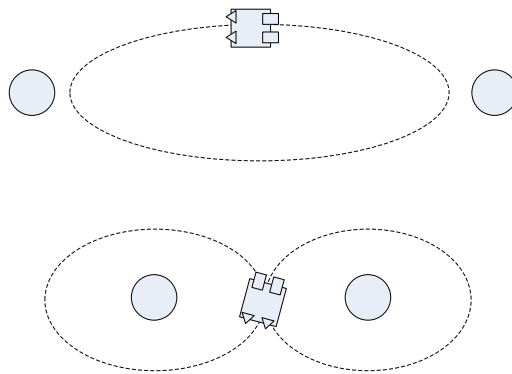


Figura 2: Os círculos representam fontes de luz. Adaptado de “Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology”, Braitenberg, V.

Altere este veículo explorador de forma a criar uma variante que seja agressiva para com fontes de luz.

Construa mundos que permitam ilustrar as propriedades dos diferentes veículos e que ponham à prova as suas capacidades. Analise o comportamento dos veículos indicando as suas forças e fraquezas.

4 Datas e Modo de Entrega

4.1 Meta 1 – Sense it

Material a entregar:

- O código desenvolvido, 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: 25 de Fevereiro de 2018**

4.2 Meta Final – Tune it & Test it

Material a entregar:

- O código desenvolvido, devidamente comentado, para cada uma das metas;
- Um relatório (max. 10 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.

Para cada veículo desenvolvido, deve descrever o comportamento esperado e a forma como esse comportamento foi alcançado.

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, por forma a optimizar o desempenho dos seus veículos.

O relatório deve conter informação relevante tanto da perspectiva do utilizador como do programador. Não deve ultrapassar as 10 páginas, formato A4. Todas as opções tomadas deverão ser devidamente justificadas e explicadas.

Modo de Entrega:

Entrega electrónica através do Inforestudante. **Data Limite: 4 de Março de 2018.**

5 Bibliografia

- **Inteligência Artificial: Fundamentos e Aplicações**
Ernesto Costa, Anabela Simões
- **Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology**
Valentino Braitenberg