



# Fundamentos/Introdução à Inteligência Artificial

2021-2022

## Questões Sobre Agentes Reactivos

## Perguntas Genéricas sobre IA

1. Os agentes vivem mergulhados no seu ambiente. Indique, justificando, três características do ambiente que tornam a vida do agente mais fácil, do ponto de vista das decisões que tem que tomar a cada instante
2. Diga o que entende por ambiente não determinístico.
3. Um robot tipo carro, autónomo, acabou de ser colocado em Marte. Classifique o ambiente em que tem que operar.
4. Apresente um argumento a favor ou contra a possibilidade de as máquinas poderem ser inteligentes
5. Apresente um argumento a favor ou contra a possibilidade das máquinas serem criativas
6. Alan Turing propôs um teste para sustentar a sua posição de que as máquinas podiam ser inteligentes. Descreva o teste e apresente uma razão que, de modo sustentado, ponha em causa a validade do argumento.
7. Em que se distinguem as teses da IA fraca e da IA forte?
8. Como sabe é possível classificar as tarefas que um agente tem que realizar de acordo com quatro eixos:
  - Deliberação
  - Mudança
  - Interação
  - Imposição

Suponha um agente que é piloto de Fórmula 1. Diga, justificando, como é que a tarefa associada à sua profissão de corredor pode ser classificada de acordo com os critérios definidos.

9. Os ambientes em que os agentes têm que operar podem ser caracterizados de acordo com três atributos. Dê um exemplo concreto de um ambiente, isto é, indique a sua caracterização ao longo dos três eixos referidos, que dificulte ao máximo o desempenho de um agente que nele viva.
10. Durante as aulas discutimos a questão de saber se as máquinas podem ser ou não inteligentes, isto é, se pode existir uma Inteligência Artificial. Nesse contexto diga de forma simples, mas rigorosa, o que liga Copérnico, Darwin, Freud e Turing.
11. Ao longo do curso temos estudado três grandes paradigmas de Inteligência Artificial. Identifique-os e descreva de modo sintético mas rigoroso o que os caracteriza.

## Perguntas sobre Agentes Reactivos

12. Comente as seguintes afirmações:
  - a. "Um agente reactivo não consegue resolver problemas complexos, mesmo se dispuser de memória ilimitada"
  - b. "Um agente reactivo com memória pode compensar o facto de ter capacidades de percepção limitadas."
  - c. "Um agente reactivo pode voltar sempre à sua posição inicial."
  - d. "As unidades TISA introduzem ordem nas acções que um agente pode efectuar."
  - e. "A ordem das regras num sistema de produção é em geral fundamental para o comportamento de um agente reactivo."
13. Diga o que entende por agente reactivo com memória.
14. Diga o que entende por arquitectura da subordinação proposto por Rodney Brooks, e que foi explicada no contexto dos agentes reactivos?
15. Descreva de forma sucinta, mas rigorosa, uma unidade TISA e explique a sua utilidade.
16. As unidades lineares de limiar e as unidades TISA são a versão conexionista para a implementação do controlador de um agente reactivo. Descreva o seu funcionamento.

# Projecção de Agentes Reactivos

## 1. Machox

**Agente reactivo** de sexo masculino que habita um universo **2D** e que partilha com outros agentes.

O universo está dividido em células quadrangulares.

Todos possuem uma **energia** que se vai dissipando por cada acção tomada.

O nosso agente tem capacidade para **sentir** a sua energia e a célula à sua frente, determinando neste caso a existência ou não de agentes nessas células, o seu sexo e ainda a respectiva energia.

As suas **acções** primárias são: avançar, rodar 90 graus para a direita ou para a esquerda e comer o agente da célula para onde se desloca.

Comportamento local:

- Se na célula à sua frente estiver um agente masculino com energia maior do que a sua Machox foge
- Caso contrária toma de assalto a célula e apodera-se da energia do ocupante, que morre.
- Se a célula à sua frente estiver ocupada por um agente do sexo feminino então Machox oferece metade da sua energia a essa agente e muda a sua atenção para outras células.

Modelize o comportamento do nosso agente por meio de um **sistema de produção**.

Caracterize o **comportamento** do seu agente.

**Nota:** Em perguntas deste tipo devem ser mencionados 3 aspectos:

1. As percepções e as acções;
2. O sistema de produção;
3. O comportamento.

**Ponto 1:** Directamente do enunciado

**Ponto 2:** Sequência Ordenada de regras do tipo SE-Então

**Ponto 3:** Descrever o comportamento **global**, que emerge da aplicação do SP.

## 2. Cruzex

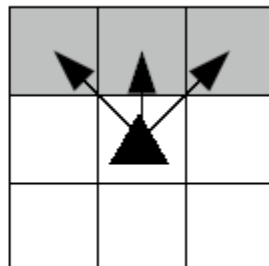
Desenha e apaga, sem parar, a mesma cruz. Consegue mover-se para Norte, Este, Sul e Oeste, marcando ou apagando as posições por onde passa.

Usando uma arquitectura de agente reactivo (com ou sem memória) defina o correspondente sistema de produções. Admita que o ponto inicial em que se encontra já está marcado.

				x				
				x				
		x	x	CZ	x	x		
				x				
				x				

## 3. Vedetex

O Vedetex é um agente que joga futebol, num terreno de jogo 2D dividido em células iguais, povoado por agentes da mesma equipa e da equipa adversária. O Vedetex tem um campo de visão composto por 3 células (ver figura). Pode rodar 90° para a esquerda, para a direita, e avançar. Tem também a noção da direcção da baliza adversária, mais propriamente, sabe se deve rodar para a esquerda, direita ou avançar, por forma a aproximar-se desta. Como é evidente, também existe uma bola. Quando a bola está em seu poder o Vedetex avança com ela destemidamente em direcção à baliza adversária fintado(i.e. contornando pela esquerda ou pela direita) qualquer adversário no seu caminho. Sendo um autêntico brinca na areia: prefere fintar a avançar, não passa a bola a ninguém, e não remata. Quando não tem a bola em seu poder o Vedetex fica na mesma célula, olhando à sua volta, na esperança que a bola apareça no seu campo de visão. Se aparecer, e desde que não esteja na posse de outro jogador, avança para a célula em questão tomando posse da mesma. Usando uma arquitectura de agente reactivo, com ou sem memória, identifique de forma clara as capacidades do agente, defina o correspondente sistema de produções e caracterize o seu comportamento global.



Campo de visão do Vedetex quando virado para norte.

## 4. Guerrilhex

Vive num mundo 2D infinito. Partilha o mundo com outros agentes do mesmo tipo. Cada agente tem uma **força** que traduz a sua energia num dado momento. O seu campo de **percepção** é formado pelas **8 células** imediatamente adjacentes. Pode detectar células livres, com comida ou com agentes. As suas **acções**: mover, comer, atacar e fugir. Os movimentos são apenas para Norte, Este, Sul e Oeste.

Comportamento:

- Come quando encontra comida isolada;
- Ataca quando encontra um outro agente mais fraco sozinho;
- Foge quando na sua vizinhança detecta mais do que um agente.

Efeitos:

- Comer aumenta a sua energia em **x** unidades.
- Atacar aumenta a sua energia de **n/2** unidades, sendo **n** a energia do agente atacado. A vítima morre sempre.
- Todos os movimentos custam uma unidade de energia.
- Se a sua energia baixar de um dado limiar **y**, morre!

Defina por meio de um sistema de produções o comportamento do agente Guerrilhex

## 5. Burrex

O Burrex é um agente que vive num mundo semelhante a um tabuleiro de xadrez, com peças de ambas as cores. Conforme o nome indica, o Burrex é uma versão limitada de um cavalo, tenta movimentar-se da mesma forma, mas nem sempre consegue. Por um lado, não pode saltar por cima de peças. Por outro, a sua visão está limitada às células adjacentes (N, S, E, O). Assim, quando inicia o movimento não sabe se a célula de destino está ou não ocupada por uma peça da sua cor.

Olhando à sua volta, o Burrex escolhe uma direcção livre, e começa a fazer um movimento em **L**. Se encontrar obstáculos que o impeçam de fazer o movimento, o Burrex desiste do movimento, e inicia uma nova jogada. A única excepção é a seguinte: se a célula final estiver ocupada por uma peça adversária, come essa peça.

Usando uma arquitectura de agente reactivo, com ou sem memória, identifique de forma clara as capacidades do agente, defina o correspondente sistema de produções e caracterize o seu comportamento global.

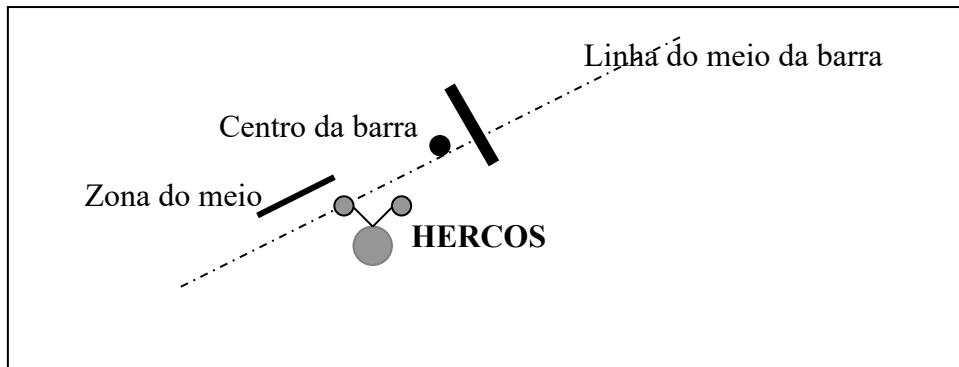
## 6. Novamente Hercos

O nosso robot Hercos está de novo jovem e vive obcecado por apanhar barras de metal que “habitam” no seu mundo 2D, para se dedicar à musculação. Vamos admitir que Hercos tem a capacidade de perceber a sua vizinhança recolhendo indicações sobre se:

- Está a segurar a barra
- Está voltado para a barra
- Está numa posição tal, relativamente à barra, que a pode apanhar (centro da barra)

- Está posicionado na linha que cruza perpendicularmente a barra passando pelo seu centro (linha do meio da barra)
- Está voltado para a linha que cruza perpendicularmente a barra passando pelo seu centro, a partir da qual é mais fácil chegar à barra (zona do meio)

Ver figura abaixo.



Admitamos que Hercos pode efectuar as seguintes acções: pegar a barra, caminhar em linha recta, rodar. Especifique um sistema de produção por forma que Hercos possa apanhar a barra A.

## 7. Joco

O avô do robot Hercos, Joco, vive num mundo a 2D onde podem existir outros objectos. Tem problemas sensoriais pelo que apenas consegue perceber o que se passa com os seus vizinhos a norte, este, sul e oeste (ver figura). Como o seu neto pode deslocar-se uma posição nas quatro direcções referidas preferindo, caso seja possível, primeiro o norte, depois o este, a seguir o sul e finalmente o oeste.

	1		
4	H	2	
	3		

Suponha que ele anda à procura de ouro que se pode encontrar numa das células do seu mundo a 2D. Como está velho para não desperdiçar energias inutilmente pinta as células por onde já passou para as evitar no futuro. Defina por meio de um conjunto de regras o comportamento do robot Joco: deambular pelo mundo, evitando obstáculos e células já visitadas, até, eventualmente, encontrar o ouro. A sua solução garante que o ouro é encontrado caso exista?

## 8. Atractex

Atractex é um agente irrequieto que vive num mundo a 2D dividido em células. Tem uma curiosidade desmedida por objectos brilhantes. As suas capacidades sensoriais permitem-lhe determinar o brilho emitido pelos objectos (um número inteiro relativo) e que chega às suas oito células vizinhas. O brilho de uma célula é tanto maior quanto mais perto ela

estiver do objecto (ver figura). As acções que pode efectuar são deslocar-se em frente, rodar 45 graus para a esquerda ou para a direita.

Especifique um sistema de produção para o nosso amigo Atractex, por forma que satisfaça a sua curiosidade e o coloque na célula onde se encontra um objecto brilhante.

Em que medida a sua solução funciona se existir mais do que um objecto brilhante? Neste caso Atractex opta pelo de maior brilho? Nota: Pode haver mais do que uma acção no lado direito das produções.

9	9	9	8
9	Obj	9	8
9	9	9	8
8	8	8	8

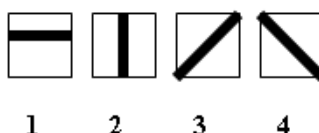
## 9. EmpurreX

EmpurreX é um agente que vive num universo finito e que só tem uma ambição: empurrar objectos que se encontram na sua vizinhança até que estes fiquem imóveis no "fim do mundo" (por exemplo uma parede). A sua vizinhança é formada apenas pelas 4 células a Norte, Sul, Este e Oeste. EmpurreX não tem preferência pelos objectos: desde que esteja a empurrar um está feliz. Mas atenção, o nosso agente só pode empurrar os objectos se eles estiverem na mesma célula que ele!

Identifique de forma clara as capacidades do agente, descreva o seu comportamento local por meio de um sistema de produções e caracterize o seu comportamento global.

## 10. EspelheX

EspelheX é um agente que deambula por um espaço 2D, limitado, onde podem existir espelhos em diferentes posições: paralelamente aos lados ou sobre as diagonais (ver figura1).



**Ilustração 1 - As quatro posições possíveis.**

O nosso agente pode perceber o espaço à sua frente a três unidades de distância determinando a existência ou não de um espelho e a sua inclinação (relativamente a ele).

À célula imediatamente à sua frente chamamos vizinhança imediata. As suas acções elementares são: avançar ou rodar + ou - 90°.



Localmente comporta-se da seguinte maneira: se tem na sua vizinhança imediata um espelho na posição 1 volta para trás; se estiver na posição 2 passa por ele; se tiver na sua vizinhança não imediata um espelho nas posições 1 ou 2 avança na sua direcção; se na sua vizinhança detectar um espelho na posição 3 (respectivamente, 4) roda 90° para a direita (respectivamente, para a esquerda); finalmente, se nada existir na sua vizinhança vai avançando até chocar com o "fim do mundo", altura em que morre.

Modelize o agente EspelheX por meio de um sistema de produção, e caracterize o seu comportamento.

## 11. EscureX

EscureX é um agente que não suporta a luz. Infelizmente para ele vive mergulhado num mundo 2D onde, para além dele, existem várias velas acesas. Têm todas a mesma intensidade mas a sua "força" degrada-se naturalmente com a distância: à sua volta tem intensidade 2, perdendo uma unidade por cada célula que nos afastemos. Se existirem células na mesma vizinhança as intensidades somam-se (ver figura1).

O nosso agente tem por vizinhança as 8 células à sua volta, sendo capaz de captar a respectiva intensidade, e saber em que posição da sua vizinhança a intensidade é máxima.

É ainda capaz de determinar se existe alguma vela na sua vizinhança e onde. As suas acções são simples: pode avançar para qualquer das células vizinhas e pode apagar uma vela, se esta estiver na sua vizinhança. Quando uma vela é apagada de imediato o ambiente reage, diminuindo a intensidade da luz.

Identifique de forma clara as capacidades do agente, descreva o seu comportamento local por meio de um sistema de produção e refira-se ao seu comportamento global.

1	2	2	2	1			
1	2	V	2	1			
2	3	3	3	1			
3	3	3	2	1			
2	V	2	1				
2	2	3	2	1	1	1	
1	1	2	3	2	2	1	
		1	2	V	2	1	
		1	2	2	2	1	

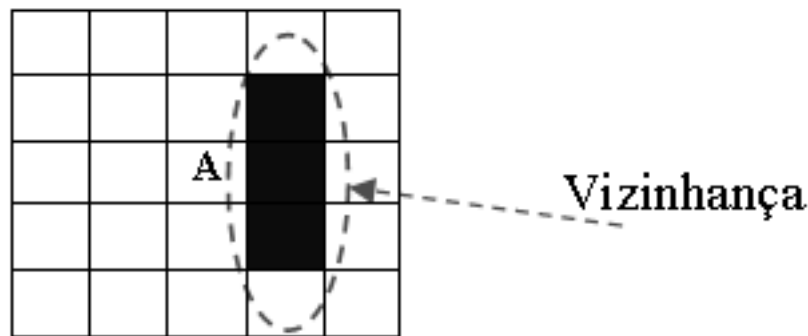
**Ilustração 2 - As velas e a iluminação que estas provocam.**

## 12. Estex

Estex é um agente que vive num mundo 2D, formado por células quadradas idênticas, limitado e onde podem existir obstáculos. Por ter limitações sensoriais apenas consegue

percepcionar as células vizinhas imediatamente a nordeste, este e sudeste (ver figura 1). Para além disso, prefere deslocar-se, sempre que possível, pela ordem indicada (NE,E,SE). As suas limitações sensoriais foram compensadas pela natureza ao permitir que tenha a noção de para onde está virado. Finalmente, em determinadas situações, consegue dar um salto mortal para trás.

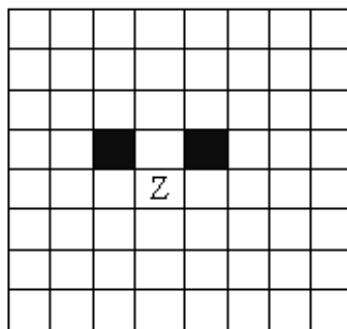
Defina com rigor e justificadamente a arquitectura do seu agente, utilizando um sistema de produção, admitindo que tem como objectivo maximizar o número de células visitadas. Refira, sempre com rigor, o comportamento local e global do agente.



**Ilustração 3 - O Agente Estex (A) e a sua vizinhança.**

### 13. ZigZaguex

ZigZaguex é um agente que deambula por um espaço 2D rectangular, limitado, onde podem existir obstáculos em diferentes posições. A vizinhança do nosso agente é formada pelas duas posições à sua frente, esquerda e direita (ver figura).

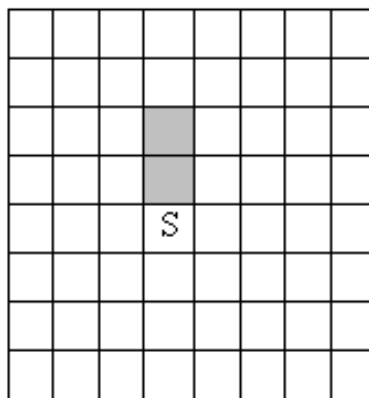


O seu objectivo é andar em zigzag pelo mundo. Assim se se desloca inicialmente para nordeste, de seguida desloca-se para noroeste. A não ser que existam obstáculos (incluindo a parede que limita o mundo).

Modelize o agente ZigZaguex por meio de um sistema de produção. Identifique de forma clara as percepções e as acções do agente. Que tipo de agente reactivo escolheu? Justifique as suas opções! Explique o seu comportamento local e caracterize o seu comportamento global.

## 14. Solusex

Solusex é um agente bizarro que caminha aos soluços. Sempre que avança duas unidades recua uma. Modelize o agente Solusex por meio de um sistema de produção. Identifique de forma clara as percepções e as acções do agente. Que tipo de agente reactivo escolheu? Justifique as suas opções! Explique o seu comportamento local e caracterize o seu comportamento global. (ver figura abaixo).



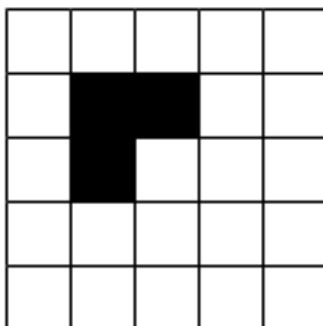
## 15. Soluçex

Soluçex é um agente reactivo que habita num mundo 2D, fechado, de simetria rectangular, que partilha com obstáculos. O seu único objectivo é deambular pelo mundo evitando os obstáculos, possuindo para se guiar de apenas um sensor que lhe permite saber se a célula à sua frente está ocupada ou não. O nosso agente tem, porém, um modo de se movimentar bizarro. Sempre que possível avança duas unidades para, com os soluços que o afligem, recuar de imediato uma casa. Também pode avançar duas casas e, uma vez mais devido aos soluços, rodar à direita. Ainda por descobrir está a razão que o faz ter estes dois comportamentos sempre de modo alternado, ou seja, depois de avançar duas unidades e recuar uma, avança duas e roda à direita, para de novo avançar duas e recuar uma, etc.. Implemente através de um sistema de produções o controlador de Soluçex que garanta que ele se movimenta sempre que possível. Nota importante: na sua resposta deve distinguir de modo claro o que são as percepções e as acções. Qualquer resposta que não use um sistema de produções não será considerada.

## 16. Hibernex

Hibernex é um agente reactivo que vive num mundo 2D. O seu campo de percepção é formado pelas 8 células imediatamente adjacentes. Pode detectar células livres ou ocupadas com obstáculos. As suas acções são basicamente de movimento para Norte, Este, Sul e Oeste. No entanto, quando encontra um canto decide hibernar ficando imóvel. Por canto entende-se uma situação semelhante à descrita na figura em baixo. Notar que podem existir quatro tipos de cantos.

Defina por meio de um sistema de produções o comportamento do agente Hibernex. Não se esqueça de descrever o comportamento local e global do agente.



**Ilustração 4 - Um exemplo de canto. Rotações de 90° permitem obter as outras três.**

## 17. Fechadex

Fechadex é um agente que vive num mundo 2D fechado. É capaz de sensoriar a sua vizinhança (formada pelas 8 células circundantes) determinando as suas coordenadas e se estas estão ou não ocupadas. Descreva, caso seja possível, o comportamento do agente através de um sistema de produções de modo que este procure percorrer caminhos fechados. Note que Fechadex não tem que iniciar e terminar o seu percurso no mesmo ponto. Se necessitar de introduzir informação não fornecida no enunciado faça-o de modo justificado. Como classifica o seu agente? Reactivo simples, com memória ou de outro tipo?

## 18. Alternex

Alternex é um agente reactivo que vive num mundo 2D que partilha com outros agentes também reactivos. No mundo existem vários pontos de luz cuja intensidade decresce com a distância. Os agentes podem ser divididos em duas classes: os que têm repulsa pela luz e os que se sentem atraídos por ela. Alternex é um agente sugestionável e sempre que detecta um agente na sua vizinhança que seja de um dado tipo adopta o seu comportamento caso seja diferente do seu. Descreva detalhadamente o comportamento do agente Alternex por meio de um sistema de produções. Se considera que há partes omissas no enunciado acrescente-as e justifique as opções.

## 19. Olhex

Olhex é um agente que vive num mundo 2D fechado. É capaz de sensoriartodo o mundo (visão global) mas apenas actuar sobre as células imediatamente circundantes (acção local). Tem um fascínio irresistível por ouro que sabe existir espalhado pelo mundo. Daí que o seu único objectivo seja apanhar todo o ouro. Descreva o cérebro do seu agente através de um sistema de produções. Caso necessite de informação adicional acrescente-a justificando as suas opções. Como classifica o seu agente? Reactivo simples, com memória ou de outro tipo?

## 20. Sadomasex

Sadomasex é um agente com problemas de personalidade. Vive num mundo 2D fechado e é capaz de determinar o interesse de se deslocar para as células vizinhas. Acontece que alternadamente prefere ir para a célula vizinha que lhe dá máximo prazer ou para a que lhe oferece maior desconforto. Descreva o cérebro do seu agente através de um sistema de

produções. Caso necessite de informação adicional acrescente-a justificando as suas opções. Como classifica o seu agente? Reactivo simples, com memória ou de outro tipo?

## 21. Aguadex

Aguadex é um agente que vive num mundo 2D fechado. Acontece que o mundo é um estranho oceano, pois as células têm água com diferentes níveis de profundidade. O nosso agente além de nadar mal (se for para uma célula com um nível de água superior a um dado limite, morre) apenas consegue determinar a altura da água nas suas células vizinhas do ponto de vista relativo: mais alto ou mais baixo do que o nível da célula onde se encontra.

Estando no meio do oceano pretende chegar à costa pois sabe que aí o nível da água é suficientemente baixo para ele se salvar.

Defina através de um sistema de produções o cérebro do agente cujo único objectivo é chegar à costa são e salvo. Clarifique as acções e percepções e não se esqueça de classificar o seu agente e descrever o seu comportamento global.

## 22. Pintorex

Pintorex é um artista pintor que vive num mundo fechado 2D. Cada célula do seu mundo ou está branca ou pintada (por ele) de verde ou de vermelho. Se estiver branca pinta-a preferencialmente de verde. Se estiver pintada não faz nada. Avança de seguida para uma das suas casas vizinhas (e são quatro: Norte, Sul, Este e Oeste) a menos que a tenha pintado na etapa anterior (a tinta tem que secar...). Defina através de um sistema de produções o cérebro do nosso artista. Clarifique as acções e percepções e não se esqueça de classificar o seu agente, descrever o seu comportamento global e o efeito da sua acção sobre o mundo.

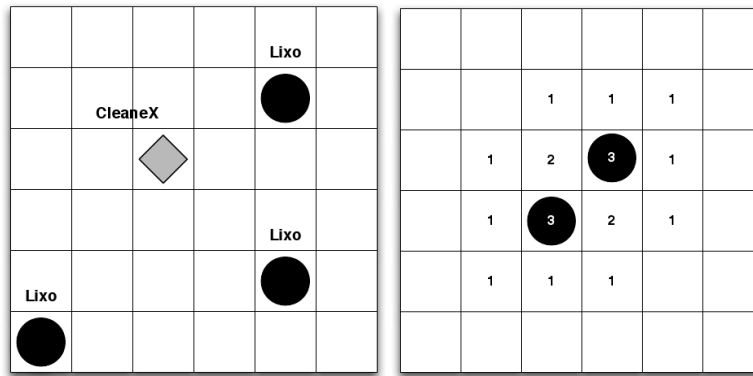
## 23. Spirex

Spirex é um agente que habita num mundo 2D infinito que pode conter obstáculos. Tem uma obsessão: caminhar permanentemente em espiral. Usando uma arquitectura de um agente reactivo (com ou sem memória é uma decisão de projecto) defina o sistema de produções que determina tal comportamento. Será valorizada a solução que minimizar as percepções e acções do agente.

## 24. Cleanex

Cleanex vive num mundo fechado 2D, que partilha com lixo (ver figura abaixo). Sendo um obsessivo pelas limpezas o seu único objectivo é o de limpar o seu mundo. A única forma que tem de identificar o lixo é pelo cheiro nauseabundo deste. Para simplificar vamos admitir que o cheiro é dado por números inteiros. O cheiro é mais intenso na célula em que se encontra o lixo, valendo 2 unidades, e menos intenso nas oito células que o rodeiam, valendo 1 unidade. Nas restantes vale 0. O cheiro é cumulativo, pelo que se uma dada célula pertencer à vizinhança de vários bocados de lixo situados em diferentes células os valores atrás descritos têm que ser somados (ver a outra figura).

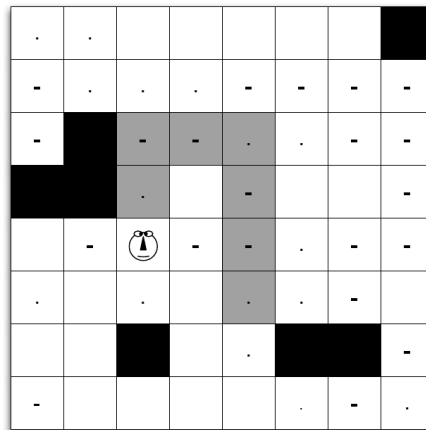
Projecte, recorrendo a um sistema de produções, um agente reactivo capaz de limpar o lixo. Não se deve esquecer de identificar de modo claro as percepções, as acções, a existência ou não de memória, e o sistema de produções. Comente ainda o comportamento de alto nível do seu agente.



**Ilustração 5 - O Cleanex e o seu mundo na primeira imagem, e o lixo e o seu cheiro na segunda imagem.**

## 25. Morsex

Morsex é um agente reactivo que vive num mundo 2D fechado, composto por células quadrangulares. Cada célula pode estar vazia, conter um obstáculo ou uma marca de um de dois tipos (ponto ou traço) (ver figura abaixo). Morsex é um pouco obsessivo, e por isso apenas caminha passando por células que definam o padrão repetido ponto - traço -traço. É esse o seu objectivo naquele mundo.



**Ilustração 6 - Morsex: a cinza um caminho possível.**

Suponha que Morsex tem apenas um sensor, para a célula à sua frente, e pode avançar uma posição ou rodar à direita 90°. Implemente o cérebro do nosso agente por meio de um sistema de produções.

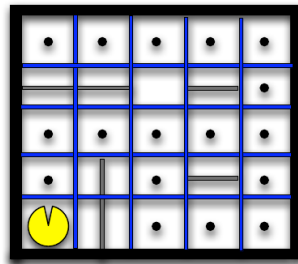
## 26. EmpurreX Míope

EmpurreX é um agente que vive num universo finito 2D. Tem uma pequena disfunção que faz com que a sua única ambição seja empurrar objectos até que estes se encontrem no fim do mundo, ou seja encostados às paredes exteriores do universo. Acresce às suas limitações cognitivas o facto de ser míope, o que tem como consequência que só consegue perceber que está junto a um objecto quando este está na mesma célula que ele. Como dois males nunca vêm sós, também perdeu um braço e por causa disso apenas consegue empurrar os objectos para a célula que se encontra imediatamente à sua frente.

Identifique de forma clara as capacidades (percepções, acções, memória) de EmpurreX. Descreva o comportamento do nosso infeliz agente através de um sistema de produções. Note bem: A indicação apenas do sistema de produções sem a explicação de como as regras produzem o comportamento escrito será fortemente penalizado!

## 27. PacManNex

PacManNex é um agente reactivo que vive num mundo 2D fechado, composto por células quadrangulares. Cada célula pode estar vazia, conter um obstáculo ou comida (ver figura). PacManNex só pensa em comer, e comer o máximo possível. É esse o seu objectivo naquele mundo.



Suponha que PacManNex tem apenas um sensor, para a célula à sua frente, que lhe indica se a célula está livre, ocupada por um obstáculo ou conter comida e, neste caso, o seu valor energético. PacManNex pode comer (caso em que a sua energia aumenta), avançar uma posição para a frente ou rodar à direita ou à esquerda  $90^\circ$ . Comer aumenta a sua energia com o valor energético da comida. Por outro lado, cada acção consome uma quantidade fixa de energia. Se gastar a sua energia o nosso agente morre. Implemente o cérebro do nosso agente por meio de um sistema de produções. Em que medida a sua solução promove a longevidade de PacManNex? Nota: Não basta apresentar o sistema de produções. É também necessário explicar o seu funcionamento.

## **Veículos de Braitenberg**

1. Como classificaria o veículo de Braitenberg número 2?

### **Fiel e Infiel**

Os agentes fiel e infiel andam à procura de namorada. Enquanto não detectam uma agente feminina movem-se rapidamente a toda a velocidade. Quando detectam uma agente deslocam-se na sua direcção, abrandando progressivamente até pararem à sua beira. É aqui que o comportamento dos agentes difere: o agente fiel fica eternamente parado à beira da sua amada; o agente infiel retoma de imediato a procura de uma nova parceira.

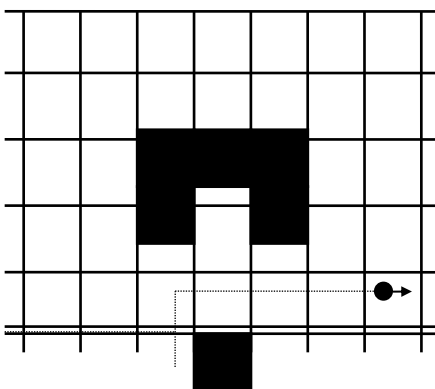
Descreva dois veículos de Braitenberg que modelem o comportamento aqui descrito. Assuma que as agentes femininas são fontes de luz e que os veículos estão equipados com foto-sensores.



## Problemas com resposta no livro

## 1. Hercos

O nosso robot Hercos vive no seu mundo 2D. Como tem uma idade avançada reformou-se e o seu único prazer é passear no seu mundo evitando (contornando) os obstáculos que encontrar. A sua vizinhança é formada agora apenas pela célula à sua frente (ver figura).

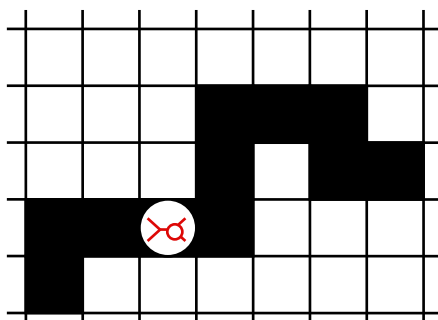


Hercos pode efectuar várias acções: avançar uma posição no sentido para que se encontra virado (A), rodar 90 graus para a esquerda (E) ou rodar 90 graus para a direita (D). Tem ainda memória que lhe permite determinar o que aconteceu no “instante” anterior. Pode actuar sobre a memória alterando o seu conteúdo. As suas capacidades de percepção limitam-se a detectar a presença ou ausência de obstáculos.

Especifique um sistema de produção para manter o Hercos controlado por forma a que caminhe no seu mundo contornando os obstáculos. Em que medida a sua solução torna possível que o robot Hercos não ande aos círculos? Nota: lembre-se que uma regra pode ter mais do que uma acção no seu lado direito.

## 2. Formart

Formart é uma formiga artificial que vive num mundo 2D semelhante ao do robot Hercos. Como toda a formiga é especialista em seguir um trilho contínuo de feromona. Cada “pedaço” do trilho ocupa exactamente uma célula. A formiga ocupa também uma célula podendo estar direccionada para a cima, baixo, esquerda ou direita. (ver figura).



Formart pode efectuar cinco acções: avançar uma posição no sentido para que se encontra virada (A), rodar 90 graus para a esquerda (E), rodar 90 graus para a direita (D), ficar activa (On) ou desactiva (Off). As suas capacidades de percepção limitam-se a detectar a presença de feromona na célula à sua frente e a determinar se está activa ou desactiva.

Especifique um sistema de produção para controlar a nossa formiga artificial para que siga o trilho. Assuma que inicialmente a formiga está no estado Off (inactiva) e direccionada de tal modo que detecta feromona na sua vizinhança. Em que medida a sua solução torna possível que a formiga volte para trás refazendo o percurso sobre o trilho mas em sentido inverso? Nota: lembre-se que uma regra pode ter mais do que uma acção no seu lado direito.

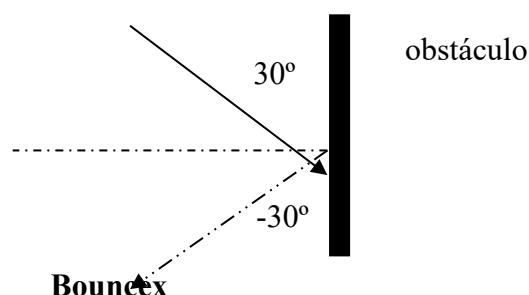
### 3. Bulimex

Bulimex é um agente que vive num mundo a 2D dividido em células. Tem um apetite devorador e passa o tempo a comer e à procura de comida. As suas capacidades sensoriais permitem-lhe determinar a quantidade de comida (um número inteiro, eventualmente nulo) que se encontra nas suas oito células vizinhas. As acções que pode efectuar são deslocar-se em frente, rodar 45 graus para a esquerda ou para a direita e comer. Cada acção que efectua consome uma unidade da energia. Quando come a sua energia é aumentada da quantidade de comida que ingeriu. Veio ao mundo com uma energia determinada, que lhe foi transmitida pelos seus progenitores.

Especifique um sistema de produção para o nosso amigo Bulimex, por forma que satisfaça o seu apetite insaciável. Em que medida a sua solução procura maximizar a sua quantidade de energia? Nota: Pode haver mais do que uma acção no lado direito das produções.

### 4. Bouncex

Bouncex é um agente que deambula por um espaço 2D onde podem existir obstáculos. O espaço é limitado. Enquanto não choca com nenhum obstáculo o nosso agente continua imperturbável a deslocar-se na mesma direcção em que vinha. Caso choque com um obstáculo afasta-se na direcção que faz um ângulo simétrico com o ângulo de incidência. Por exemplo, se choca fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com o obstáculo "foge" na direcção que faz um ângulo de  $-30^\circ$  conforme indicado na figura. Notar que a referência é sempre o obstáculo!



O nosso agente pode perceber o espaço à sua frente a uma unidade de distância determinando a existência ou não de um obstáculo. As suas acções resumem-se a avançar ou rodar  $n$  graus caso encontre um obstáculo.

Modelize o comportamento de Bouncex por meio de um sistema de produção. O seu agente pode ter comportamentos bizarros?

## 5. Covardex

Covardex é um agente que habita um universo 2D e que partilha com outros agentes. O universo está dividido em células rectangulares. Todos possuem uma energia que se vai dissipando por cada acção tomada. O nosso agente tem capacidade para sensoriar a sua energia e a célula à sua frente, determinando neste caso a existência ou não de agentes nessas células e respectiva energia. Se essa energia for maior do que a sua Covardex foge, se for menor Covardex toma de assalto a célula e apodera-se da energia do ocupante, que morre. As suas acções primárias são avançar para a célula para onde está virado, rodar 90 graus para a direita ou para a esquerda e comer o agente da célula para onde se desloca.

Modelize o comportamento do nosso agente por meio de um sistema de produção. Que características especiais tem o seu agente?