

# Artificial Intelligence/ Inteligência Artificial

## Lecture 2: Intelligent Agents and MAS

**Luís Paulo Reis**

[lpreis@fe.up.pt](mailto:lpreis@fe.up.pt)

Director of LIACC – Artificial Intelligence and Computer Science Lab.  
Associate Professor at DEI/FEUP – Informatics Engineering Department,  
Faculty of Engineering of the University of Porto, Portugal  
President of APPIA – Portuguese Association for Artificial Intelligence



# Estrutura da Apresentação

## Conceito de Agente

- Agentes Inteligentes - Agentes Racionais
- Propriedades dos Ambientes
- Estrutura dos Agentes Inteligentes
  - Agentes Simples Reflexos
  - Agentes com Representação do Mundo
  - Agentes Baseado em Objectivos
  - Agentes Baseados em Utilidade
  - Agentes com Aprendizagem
- Sistemas Multi-Agente

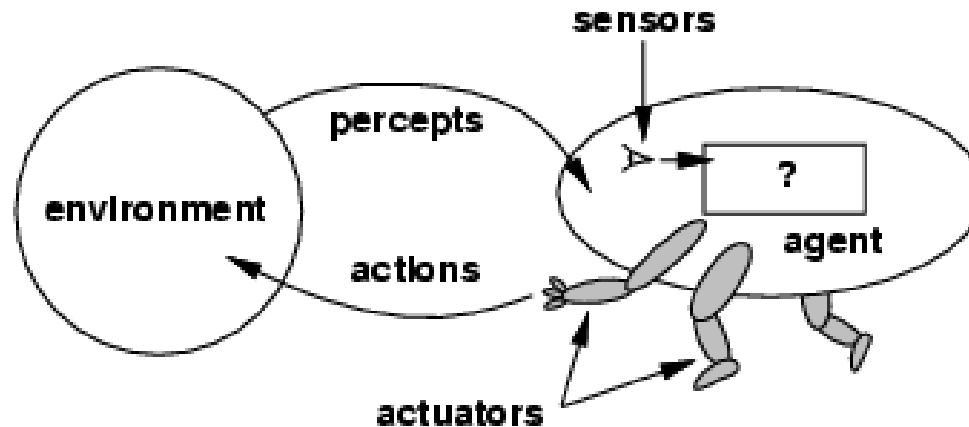
# Agentes Inteligentes

- Agente: Apercebe-se do ambiente através de sensores e age nesse ambiente através de atuadores
- Humano:
  - Sensores: Olhos, ouvidos, nariz, tacto, gosto, outros
  - Atuadores: Pernas, braços, mãos, outros
- Agente robótico:
  - Sensores: cameras, sonares, sensores de infra-vermelhos, microfone, etc
  - Atuadores: motores, rodas, speaker, etc.

# Agentes Inteligentes - Agentes Racionais

- Agente Racional é aquele que faz a ação correta!
- Qual a ação correta?
  - Aquela que o faz ser mais bem sucedido!
- Como e quando avaliar esse sucesso? (medida do sucesso)
- Exemplo: Agente aspirador!
- Agente Racional Ideal: “Para cada sequencia de percepções, faz a ação que é esperado maximizar a sua medida de performance (sucesso), dada o conhecimento que ele tem!”
- Mapeamento entre percepções e ações!

# Agente Inteligente



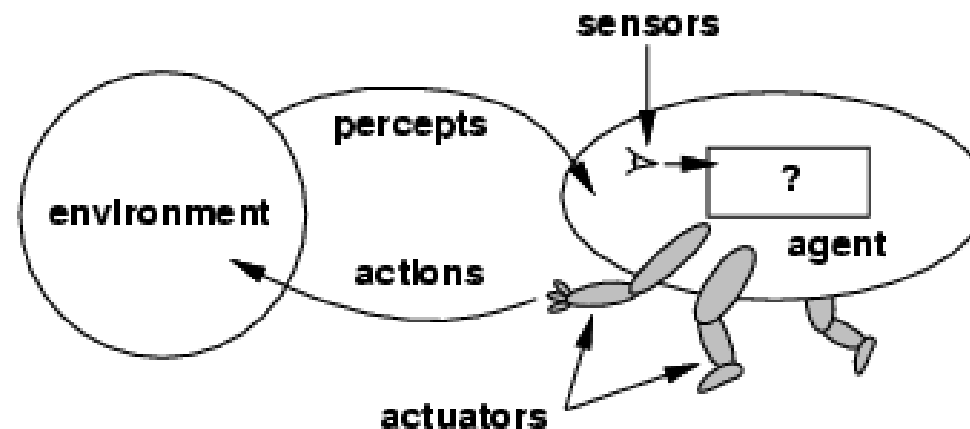
- A função agente mapeia a história das perceções para as ações:
- $[f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}]$
- Programa executa a arquitetura física para produzir  $f$
- agente = arquitetura + programa

# Estrutura dos Agentes Inteligentes

- **Agente exibe um comportamento - ação que é executada depois de uma dada sequência de percepções!**
- **Tarefa da IA:**
  - Projetar o Programa e a Arquitetura para o Agente
- **O que é um Agente?**
  - Agente = Arquitetura + Programa
- **Agentes de Software vs Agentes Físicos**

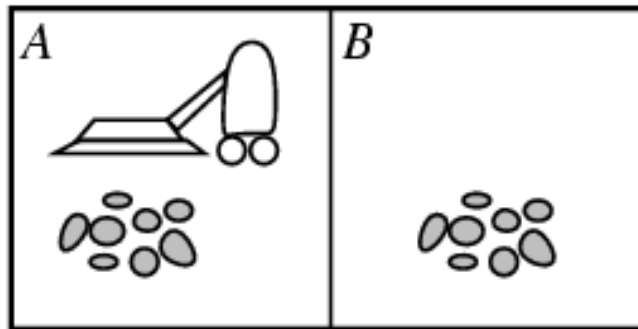
# Programa de um Agente / Tipos de Agentes

- Estruturas de Dados internas são atualizadas usando percepções e usadas para tomar a decisão das ações a executar (melhor ação)



- Tipos de Agentes (Russel e Norvig):
  - Agentes reflexos simples
  - Agentes com representação do mundo
  - Agentes baseados em objetivos
  - Agentes baseados em utilidade
  - Agentes com Aprendizagem

# Exemplo: O Mundo do Aspirador



- Percepções: local e conteúdo
  - Exemplo: [A, sujo]
- Ações: Esquerda, Direita, Aspirar, NoOp



# Estrutura dos Agentes - Descrição PEAS

- Ao projetar um agente, a primeira etapa deve ser sempre especificar o ambiente de tarefa.
- PEAS:
  - Performance Measure (medida de desempenho)
  - Environment (ambiente)
  - Actuators (atuadores)
  - Sensors (sensores)

# Exemplo PEAS: Condutor de Taxi

- **Medida de desempenho:**
  - viagem sem violações às leis de trânsito, segura, rápida, confortável para os passageiros, maximizando os lucros
- **Ambiente:**
  - ruas, estradas, outros veículos, peões, clientes
- **Atuadores:**
  - direção, acelerador, travão, embraiagem, caixa de velocidades, buzina
- **Sensores:**
  - câmara, sonares, laser range finder, velocímetro, GPS, odometria, sensores do motor, dispositivos de input, ou microfone.



# Exemplo PEAS: Sistema de Diagnóstico Médico

- **Medida de desempenho:**
  - paciente saudável, minimizar custos, processos judiciais
- **Ambiente:**
  - paciente, hospital, equipa
- **Atuadores:**
  - Écran para exibir perguntas, testes, diagnósticos, tratamentos, análises
- **Sensores:**
  - Entrada pelo teclado de sintomas, resultados, respostas do paciente



# Exemplo PEAS: Robô de seleção de peças

- **Medida de desempenho:**
  - Número de peças em bandejas corretas vs incorretas
- **Ambiente:**
  - correia transportadora com peças, bandejas
- **Atuadores:**
  - braço e mão robóticos (motores)
- **Sensores:**
  - câmera, sensores de movimento das juntas, sensores de proximidade



# Exemplo PEAS: Instrutor de Inglês Interativo

- **Medida de desempenho:**
  - maximizar nota dos alunos no teste, Maximizar conhecimento dos alunos de inglês
- **Ambiente:**
  - conjunto de alunos, sala de aula
- **Atuadores:**
  - exibir exercícios, sugestões, correções
- **Sensores:**
  - entrada pelo teclado

# Propriedades dos Ambientes

- **Acessível vs Inacessível**
  - Acessível se os sensores do agente detetam tudo o que é relevante do ambiente!
- **Determinístico vs Não Determinístico**
  - Determinístico se o próximo estado é determinado pelo anterior e pelas ações do agente!
- **Episódico vs Não Episódico**
  - Dividido em episódios! Episódios seguintes não dependem de ações em episódios anteriores!
- **Estático vs Dinâmico**
  - Dinâmico se muda enquanto o agente está a pensar!
- **Discreto vs Contínuo**
  - Discreto se existe um número finito de percepções e acções!
- **Agente único (versus multi-agente)**
  - Um único agente operando sozinho no ambiente vs multi-agente (cooperativo ou competitivo)

# Propriedades dos Ambientes

	Xadrez com relógio	Xadrez sem relógio	Direção de Táxi
Completamente observável	Sim	Sim	Não
Determinístico	Sim	Sim	Não
Episódico	Não	Não	Não
Estático	Semi	Sim	Não
Discreto	Sim	Sim	Não
Agente único	Não	Não	Não

- O tipo de ambiente de tarefa determina em grande parte o projeto do agente
- O mundo real é parcialmente observável, estocástico, sequencial, dinâmico, contínuo, multi-agente

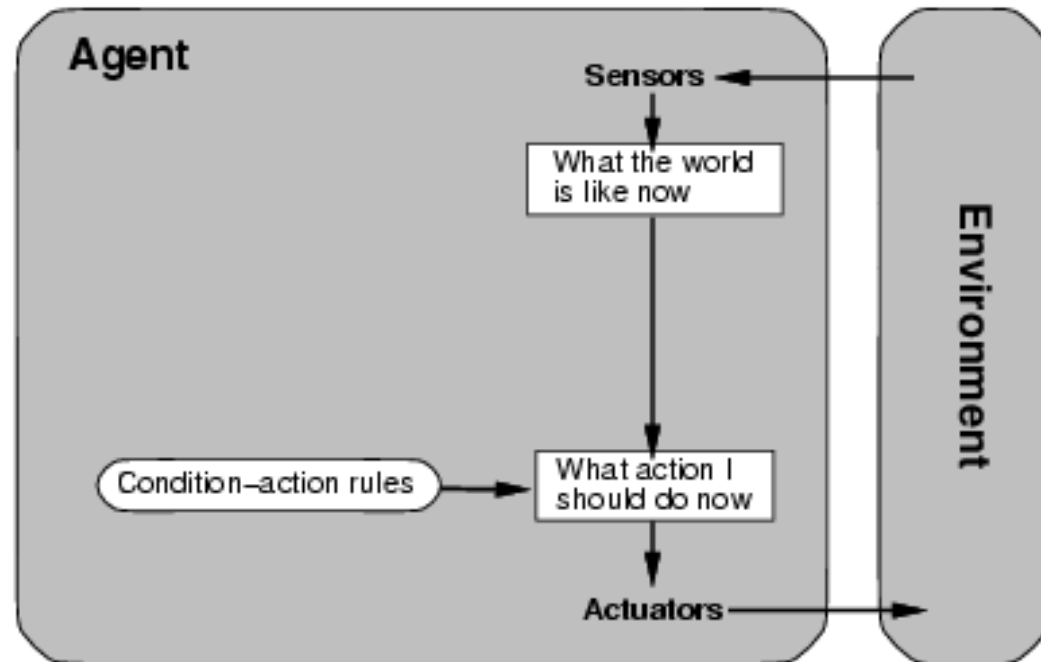
# Tipos Básicos de Agentes

- **Cinco tipos básicos, do mais simples ao mais geral**
  - Agentes reativos simples
  - Agentes reativos baseados em modelos
  - Agentes baseados em objetivos
  - Agentes baseados na utilidade
  - Agentes com Aprendizagem



# Agentes Simples Reflexos

- Baseados em tabelas de regras condição-acção (regras if-then)



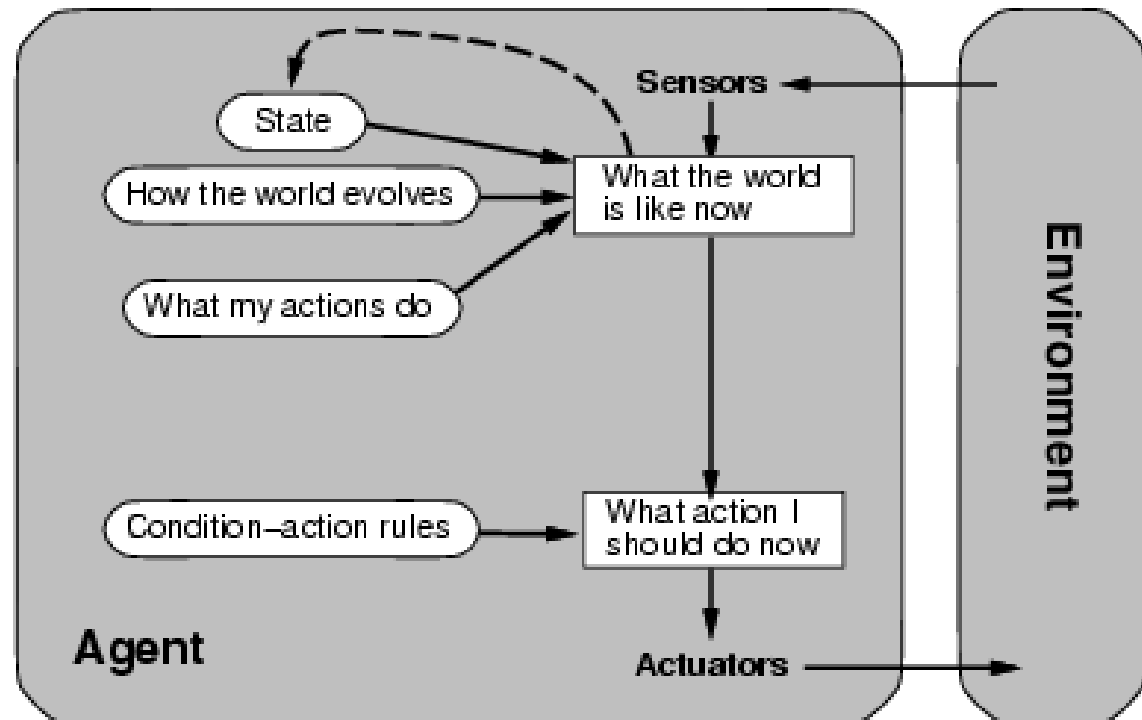
# Exemplo: Agente Reativo Simples

```
Função AGENTE-ASPIRADOR-REATIVO(posição, estado) retorna  
uma ação  
    se estado = Sujo então retorna Aspirar  
    senão se posição = A então retorna Direita  
    senão se posição = B então retorna Esquerda
```

- **Regras condição-ação** (regras se-então) fazem uma ligação direta entre a percepção atual e a ação
- O agente funciona apenas se o ambiente for completamente observável e a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual

# Agentes com Representação do Mundo

- Mantêm um estado interno (representação do mundo)



# Agentes com Representação do Mundo

**Função** AGENTE-REATIVO-COM-Rep\_Mundo(*percepção*) **retorna** uma *ação*

**Variáveis estáticas:**

*estado*, uma descrição do estado atual do mundo

*regras*, um conjunto de regras condição-ação

*ação*, a ação mais recente, inicialmente vazio

*estado*  $\leftarrow$  ATUALIZA-ESTADO(*estado*, *ação*, *percepção*)

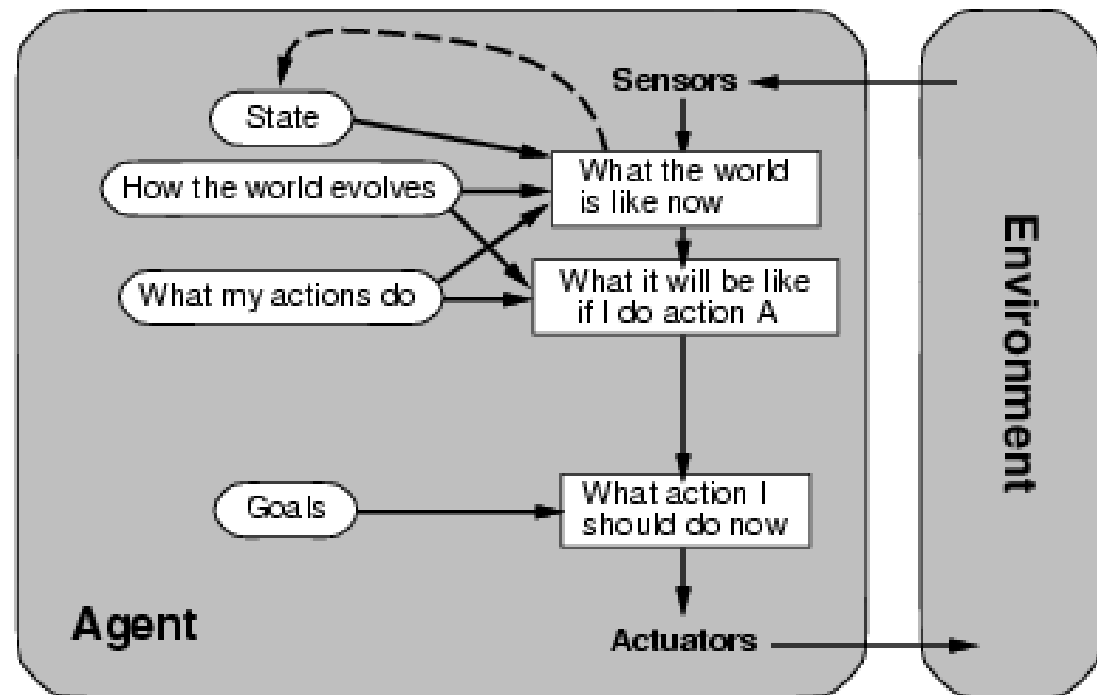
*regra*  $\leftarrow$  DETERMINA\_REGRA(*estado*, *regras*)

*ação*  $\leftarrow$  AÇÃO-DA-REGRA(*Regra*)

retornar *ação*

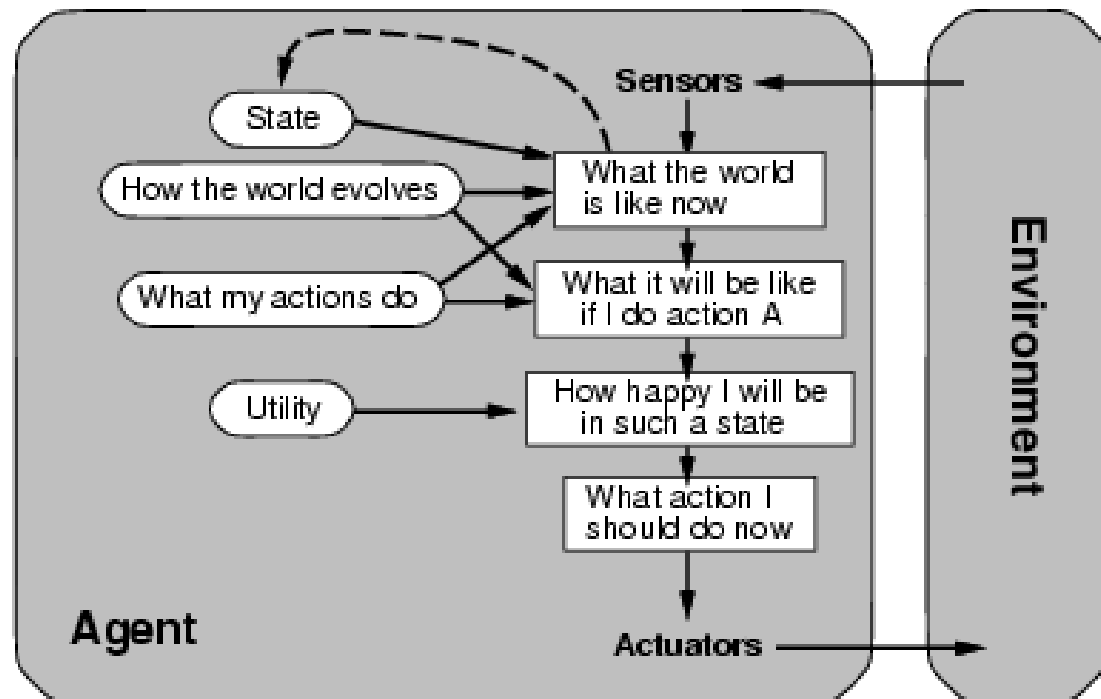
# Agentes Baseado em Objectivos

- Descrição do estado do mundo e do **objectivo a atingir**
- Exemplo: Chegar a Lisboa
- Resolução de problemas por Pesquisa, Planeamento



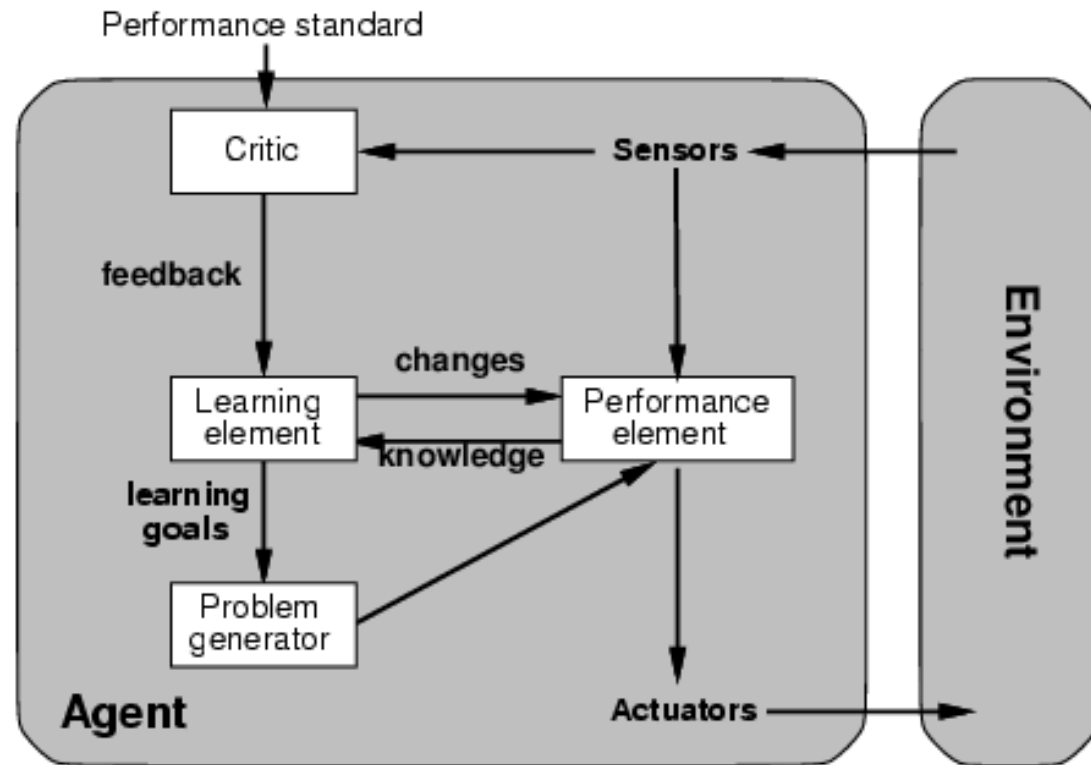
# Agentes Baseados em Utilidade

- **Utilidade:** Espécie de grau de felicidade do agente!
- **Mapeia o estado actual num valor!**



# Agentes com Aprendizagem

- Elemento de Aprendizagem e elemento de avaliação de desempenho



# Exercício 1

## ***PISCINEX: Agente para Controlar uma Piscina***

Apresente um diagrama e o pseudo-código para um agente simples reflexo – PISCINEX - para controlar o nível de água e a temperatura de uma piscina. Suponha que dispõe das percepções TEMP correspondentes à temperatura da piscina e ALT correspondente à altura de água da piscina. Dispõe das ações: AS – abrir saída de água, FS – fechar saída de água, AEQ – Abrir entrada de água quente, FEQ – fechar entrada de água quente, AEF – Abrir entrada de água fria e FEF – fechar entrada de água fria.

Pretende-se que a temperatura da piscina esteja entre os 25 e os 27 graus e que o nível de água esteja entre 1.3 e 1.5 metros. É possível ligar simultaneamente uma das entradas e a saída da água mas não existe nenhuma garantia que o nível permaneça o mesmo. Não se pode manter ligada a entrada de água quando o nível da água esteja superior a 1.45 metros.



# Exercício 2

## ***CONTROLEX: Agente para Controlar a Temperatura de uma Sala***

Apresente um diagrama e o pseudo-código para um agente simples reflexo – CONTROLEX - para controlar a temperatura de uma sala. Suponha que dispõe das percepções T1 e T2 correspondentes à temperatura da sala e à temperatura exterior e as ações AQ ligar o aquecedor, NAQ – Desligar o aquecedor, AC – ligar o ar frio, NAC – Desligar o ar frio, AJ – abrir as janelas, NAJ – fechar as janelas.

Pretende-se que a temperatura da sala esteja entre os 22 e os 24 graus. Sempre que seja possível usar as janelas para controlar a temperatura (não desperdiçando energia), tal deve ser efetuado. Sempre que a temperatura esteja mais de 2 graus afastada da banda desejada (ou seja se a temperatura for inferior a 20 ou superior a 26 graus), deve-se fechar as janelas e em vez disso, usar o aquecedor ou ar frio para repor a temperatura dentro da banda desejada.

Como poderia construir um agente um pouco mais inteligente para este problema (que tipo de agente, percepções, estado do mundo, etc., usar)?

# Exercício 2: Tópicos de Resolução

- **Percepções:**

- T1 – Temperatura Interior
- T2 – Temperatura Exterior

- **Ações:**

- AQ ligar o aquecedor
- NAQ – Desligar o aquecedor
- AC – ligar o ar frio
- NAC – Desligar o ar frio
- AJ – abrir as janelas
- NAJ – fechar as janelas

- **Objetivo:**

- Manter a temperatura da sala entre os 22 e os 24 graus

- **Agente mais inteligente:**

- Câmaras para analisar quantas e quais as pessoas no interior da sala
- Ajuste da temperatura em função dos gostos das pessoas
- Utilização de previsões meteorológicas da Internet

**Interpretação da Percepção:**

$M\_QUENTE = T1 > 26$

$QUENTE = T1 > 24 \text{ e } T1 \leq 26$

$NORMAL = T1 \geq 22 \text{ e } T1 \leq 24$

$FRIO = T1 \geq 20 \text{ e } T1 < 22$

$M\_FRIO = T1 < 20$

$FORA\_UTIL = T2 < 24 \text{ e } QUENTE \text{ ou } T2 > 22 \text{ e } FRIO$

**Regras Condição-Ação:**

SE NORMAL

Então NAQ; NAC; NAJ

Se (QUENTE ou FRIO) e FORA\_UTIL

Então NAQ; AJ; NAC

Se QUENTE e não(FORA\_UTIL) ou M\_QUENTE

Então NAQ; NAJ; AC

Se FRIO e não(FORA\_UTIL) ou M\_FRIO

Então AQ; NAJ; NAC

# Exercício 3

## ***RATEX: Agente para Resolver um Labirinto Simples***

Suponha um Robot autónomo com 2 rodas motrizes (MEsq, MDir), 3 sensores de proximidade (SEsq, SCentro e SDir), 1 sensor de chão (SChao) e 1 sensor de farol (SFarol) que se move num labirinto povoado por outros robots, tentando atingir a zona do mesmo onde se encontra o farol!

Responda às seguintes questões:

- a) Apresente uma descrição PEAS do Agente e classifique o seu ambiente
- b) Será possível resolver todos os tipos de labirintos com um Agente puramente reativo. Justifique, apresentando exemplos.
- c) Apresente um algoritmo simples que permita resolver labirintos para este agente.
- d) Supondo que o agente após chegar à área de chegada deveria regressar ao ponto de partida. Explique como adaptaria o algoritmo desenvolvido para lidar com esta situação
- e) Suponha que o agente quer unicamente mover-se no labirinto sem bater em nenhum outro robot! Indique uma arquitetura e implemente um agente (o mais simples possível) capaz de o fazer!

# Artificial Intelligence/ Inteligência Artificial

## Lecture 2: Intelligent Agents and MAS

**Luís Paulo Reis**

[lpreis@fe.up.pt](mailto:lpreis@fe.up.pt)

Director of LIACC – Artificial Intelligence and Computer Science Lab.  
Associate Professor at DEI/FEUP – Informatics Engineering Department,  
Faculty of Engineering of the University of Porto, Portugal  
President of APPIA – Portuguese Association for Artificial Intelligence

