

ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS

Luís Morgado

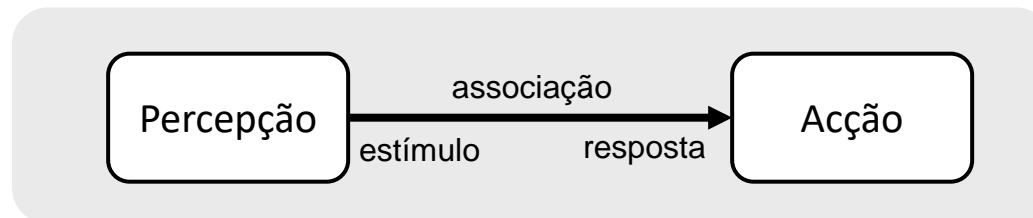
2024

ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS

Neste tipo de arquitectura de agente **o comportamento do sistema é gerado de forma reactiva**, com base em associações entre estímulos (referentes às percepções) e respostas (referentes às acções).

- Os **objectivos são implícitos**, ou seja, não estão explicitamente representados, por exemplo simbolicamente, em vez disso, estão implícitos nas associações estímulo-resposta que definem o comportamento do agente.
- Existe um **acoplamento forte com o ambiente**, em alguns casos directo, através de associações entre os estímulos derivados das percepções e a respostas que produzem acções

**MODELO
REACTIVO**
Paradigma
Comportamental



Objectivos
implícitos

Nas associações
estímulo-resposta

VEÍCULOS DE BRAITENBERG

Dispositivos robóticos simples, desenvolvidos por V. Braitenberg, para estudar a forma como comportamentos complexos podem resultar de mecanismos reactivos relativamente simples

Exemplo de acoplamento directo entre sensores e actuadores

- **Componentes**

- **Sensores:** respondem a características do ambiente (e.g. luz, temperatura, pressão, obstáculos)
- **Motores:** Movimentam o veículo de acordo com os sinais gerados pelos sensores
- **Ligações:** transmitem os sinais dos sensores aos motores
 - Activação
 - Inibição

VEÍCULOS DE BRAITENBERG

Foram desenvolvidos vários tipos de veículos, por exemplo, os veículos 2a e 2b apresentam comportamentos dependentes de fontes de luz

Veículo 2a

Mais luz num sensor

→ motor correspondente roda mais rápido

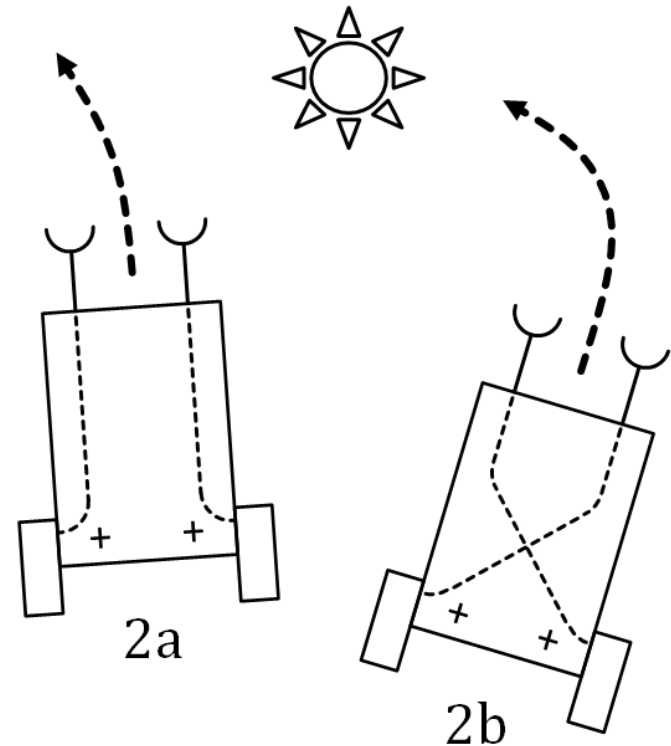
→ afasta-se da luz

Veículo 2b

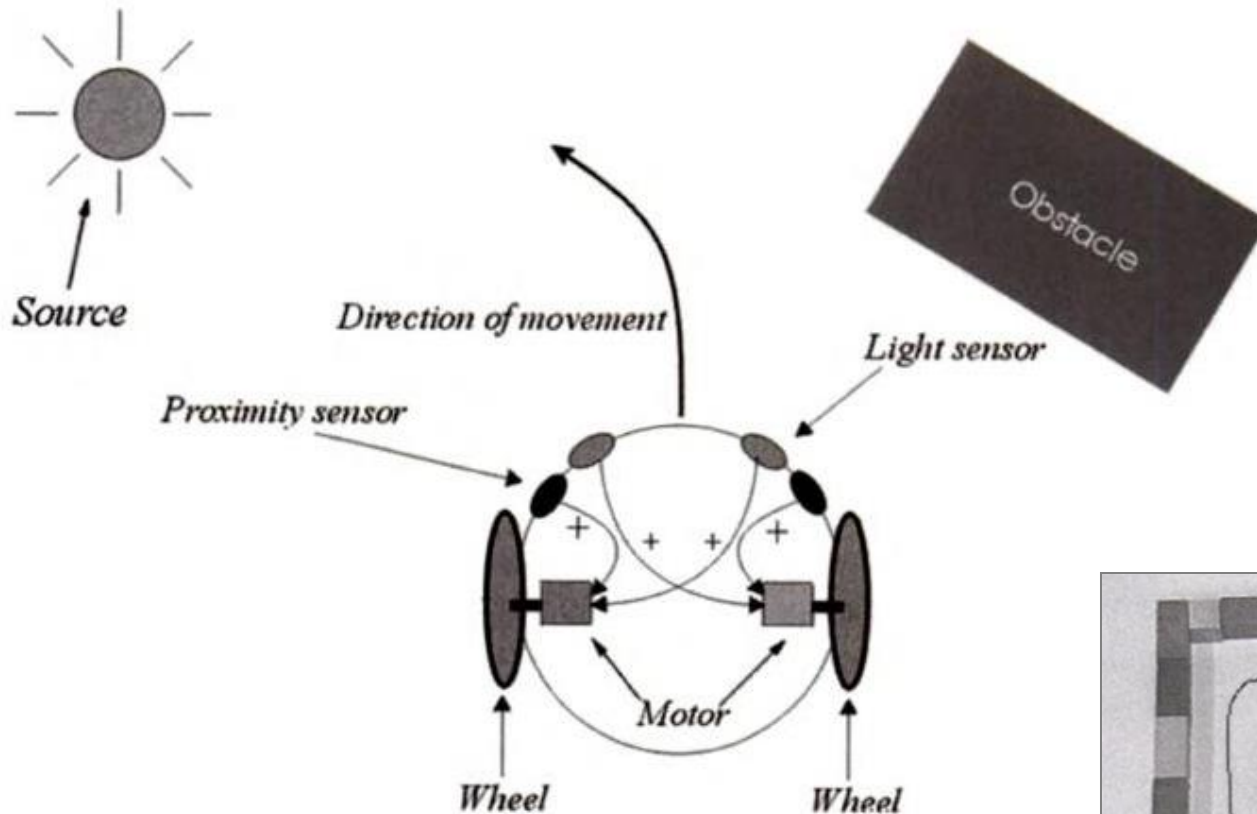
Mais luz num sensor

→ motor correspondente roda mais lento

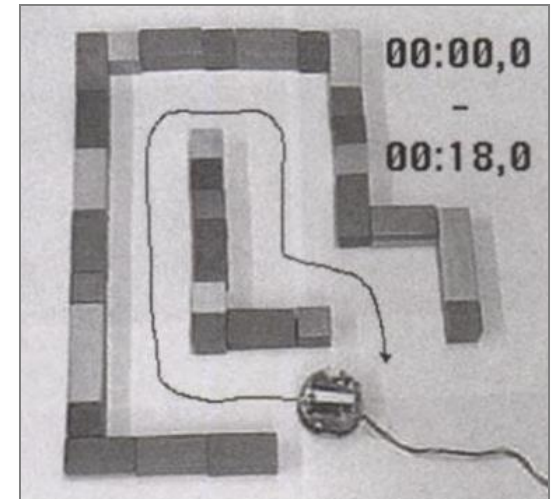
→ aproxima-se da luz



VEÍCULOS DE BRAITENBERG



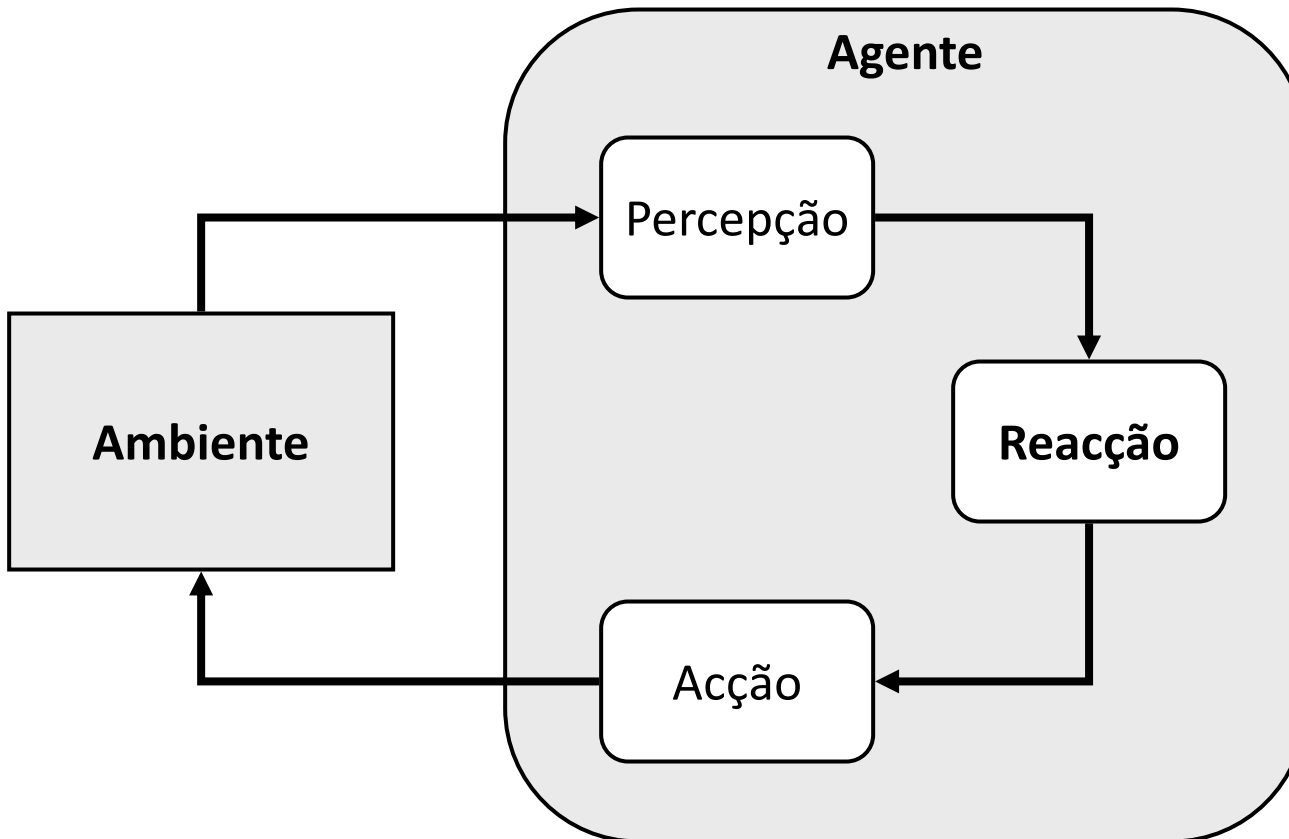
Incluindo mais sensores e mais ligações entre sensores e actuadores, é possível produzir comportamentos mais complexos que, na perspectiva de um observador, podem ser classificados como inteligentes, por exemplo, a navegação através de obstáculos evitando colisões



AGENTES REACTIVOS

ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS

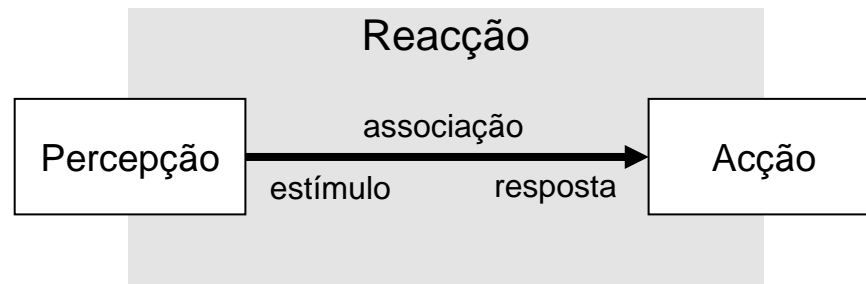
Uma arquitectura de agentes reactivos define um *ciclo percepção-reacção-acção*, onde as *reacções* definem de forma modular as associações entre estímulos (derivados da percepção) e respostas (geradoras de acção)



MECANISMOS DE REACÇÃO

ASSOCIAÇÕES ESTÍMULO - RESPOSTA

- Acções são directamente activadas em função das percepções



- **Não são utilizadas representações internas do *mundo***
- **Respostas rápidas** a alterações no ambiente
- **Respostas fixas e predefinidas** aos estímulos do ambiente

AGENTES REACTIVOS

No caso de reacções simples, as associações estímulo-resposta podem ser definidas através de regras **SE-ENTÃO**.

Por exemplo, no caso de um sistema robótico para recolha de alvos, num ambiente em que podem existir obstáculos, uma reacção simples de recolha de alvos poderia ter a seguinte definição:

```
function reacao_recolha_alvos(percepcao:Percepcao): Resposta
    if percepcao.ALVO then return PEGAR
    else if percepcao.OBSTACULO then return RODAR
    else if percepcao.VAZIO then return AVANCAR
```

Neste exemplo, *Percepção* é um tipo que define os vários estímulos de uma percepção (ALVO, OBSTACULO, VAZIO) e *Resposta* é um tipo que define as várias acções que podem ser realizadas (PEGAR, RODAR, AVANCAR).

AGENTES REACTIVOS

No caso geral, as **reacções podem envolver processamento mais complexo**, incluindo a **manutenção de estado** interno com base em mecanismos de memória.

Nessa situação, os vários **elementos envolvidos numa reacção devem ser modularizados**, de forma a poderem ser organizados de forma versátil e a encapsular a complexidade necessária à sua função.

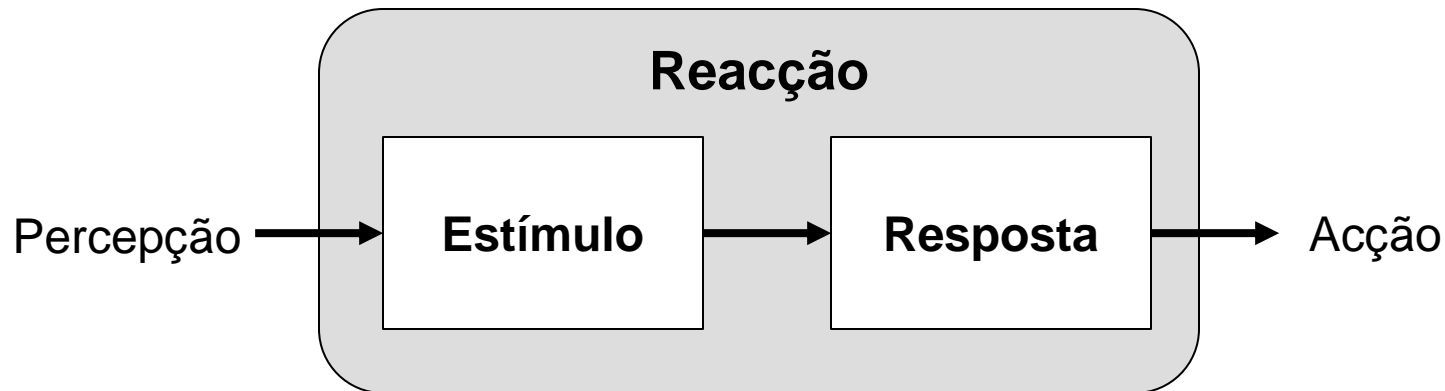
Em particular, devem ser definidos os seguintes elementos:

- **Estímulo**
 - Define informação activadora de uma reacção
- **Resposta**
 - Define uma resposta a estímulos, em termos de acção a realizar e da respectiva prioridade
- **Reacção**
 - Módulo que associa estímulos a respostas

ARQUITECTURAS DE AGENTES REACTIVOS

REACÇÃO

- REGRA ESTÍMULO – RESPOSTA



Numa arquitectura reactiva simples **não são mantidas representações internas** do estado do mundo, as acções são activadas **directamente em função das percepções**

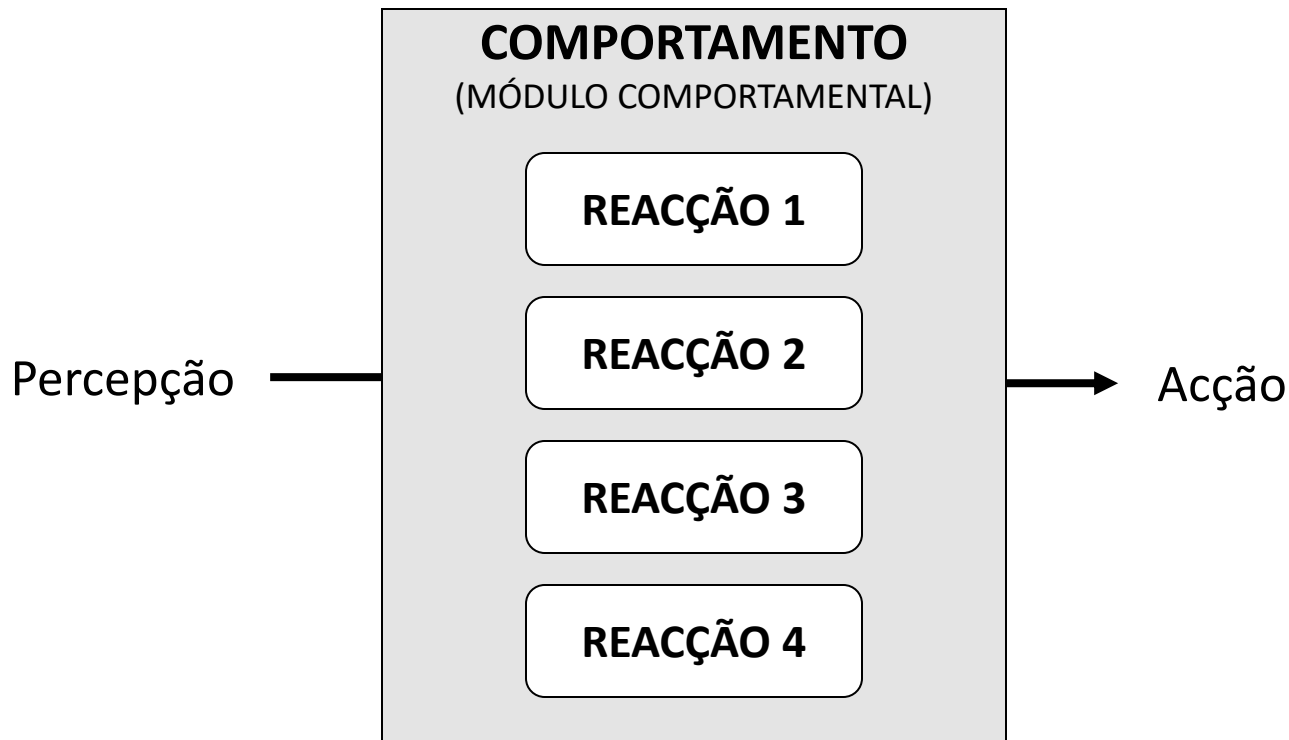
MECANISMOS DE REACÇÃO

Um **agente reactivo** é composto por conjuntos de reacções, as quais devem ser organizadas de forma modular em *módulos comportamentais* designados **comportamentos**, de modo a reduzir a complexidade e a facilitar o desenvolvimento e manutenção do agente.

Um **comportamento** é um conjunto de reacções relacionadas entre si no sentido de produzirem um resultado específico, por exemplo, evitar um obstáculo.

COMPORTAMENTOS

Modularização de conjuntos de reacções relacionadas



MECANISMOS DE REACÇÃO

Um ***comportamento*** realiza de forma modular e coesa o **encapsulamento das reacções internas**, contribuindo assim para reduzir o acoplamento e a complexidade da arquitectura de um agente reactivo.



UM COMPORTAMENTO RELACIONA PADRÕES DE PERCEPÇÃO COM PADRÕES DE ACÇÃO

Pode ter continuidade no tempo

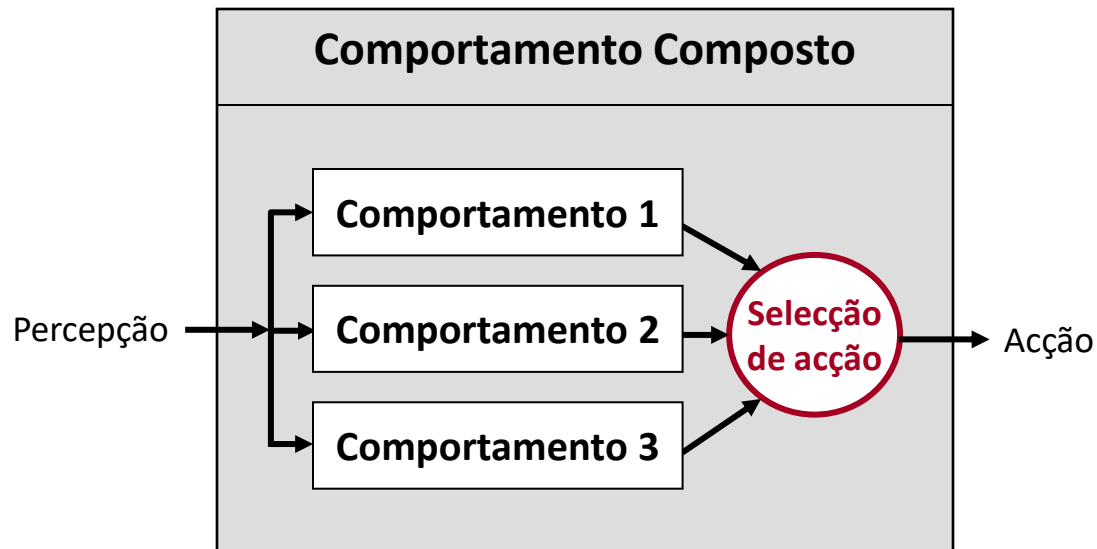
No caso geral, um comportamento pode ser composto por outros comportamentos

- **COMPORTAMENTO COMPOSTO**

MECANISMOS DE REACÇÃO

COMPORTAMENTO COMPOSTO

- Agrega conjuntos de comportamentos
- Requer um mecanismo de *selecção de acção* para determinar a acção a realizar em função das respostas dos vários comportamentos internos

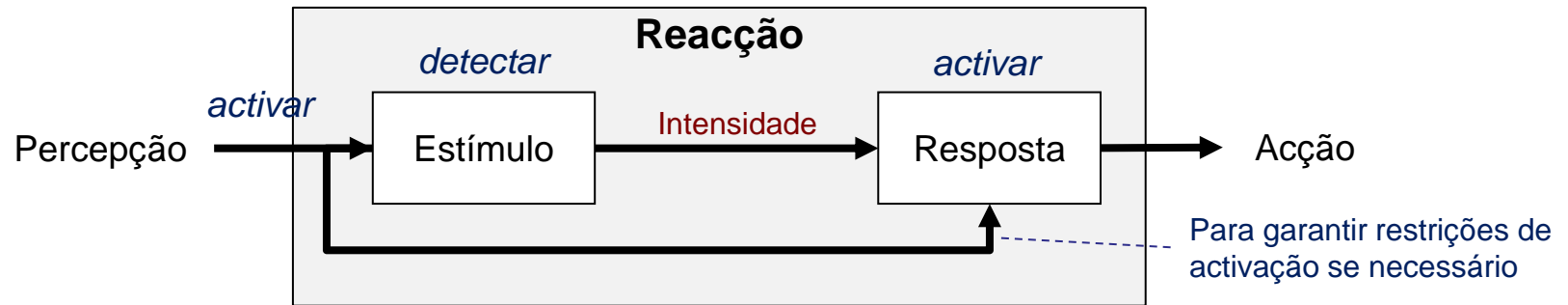


TIPOS DE COMPORTAMENTO

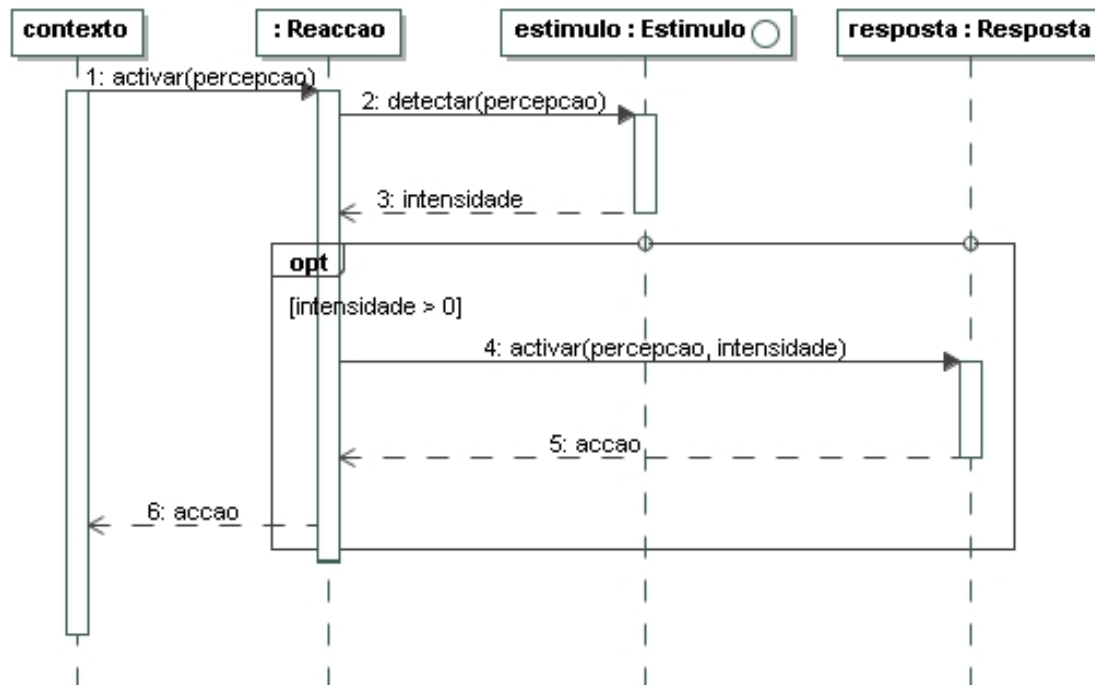
- **REACÇÃO** (comportamento simples)
- **COMPORTAMENTO COMPOSTO**

REACÇÃO

Representa uma associação *Estímulo - Resposta*



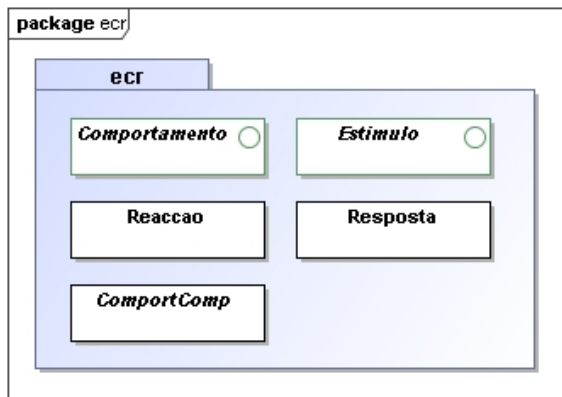
Modelo de interacção



ESQUEMAS COMPORTAMENTAIS REACTIVOS

Elementos base de modelação de comportamentos reactivos

- **Comportamento**
 - **Reacção** (comportamento simples)
 - **Estímulo**
 - Representa a detecção de um estímulo presente numa percepção
 - **Resposta**
 - Representa a geração de uma resposta a um estímulo
 - **Comportamento composto** (agrega outros comportamentos)
- **Biblioteca ECR**
 - Agrega estes elementos de forma modular



Comportamento – *Interface* que define a funcionalidade geral de um comportamento

Reacao – Implementação do mecanismo base de uma reacção

ComportComp – Implementação do mecanismo base de um comportamento composto

Estimulo – *Interface* que define a funcionalidade geral de um estímulo (concretizado em função do problema a resolver)

Resposta – Implementação do mecanismo base de uma resposta

BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003

[Wooldridge, 2002]

M. Wooldridge, *An Introduction to Multi-Agent Systems*, John Wiley & Sons, 2002

[Pfeifer & Scheier, 2002]

R. Pfeifer, C. Scheier, *Understanding Intelligence*, MIT Press, 2000

[Brooks, 1985]

R. Brooks, *A Robust Layered Control System for a Mobile Robot*, A. I. Memo 864, MIT AI-Lab, 1985

[Hoagland *et al.*, 2001]

M. Hoagland, B. Dodson, J. Hauck, *Exploring The Way Life Works: The Science of Biology*, Jones & Bartlett Learning, 2001

[J. Staddon, 2001]

J. Staddon, *Adaptive Dynamics: The Theoretical Analysis of Behavior*, MIT Press, 2001

[Logan, 2001]

B. Logan, *Designing Intelligent Agents*, School of Computer Science, University of Nottingham, 2001