

# **ARQUITECTURA DE AGENTES REACTIVOS**

(PARTE 2)

Luís Morgado

2010

# MECANISMOS DE REACÇÃO

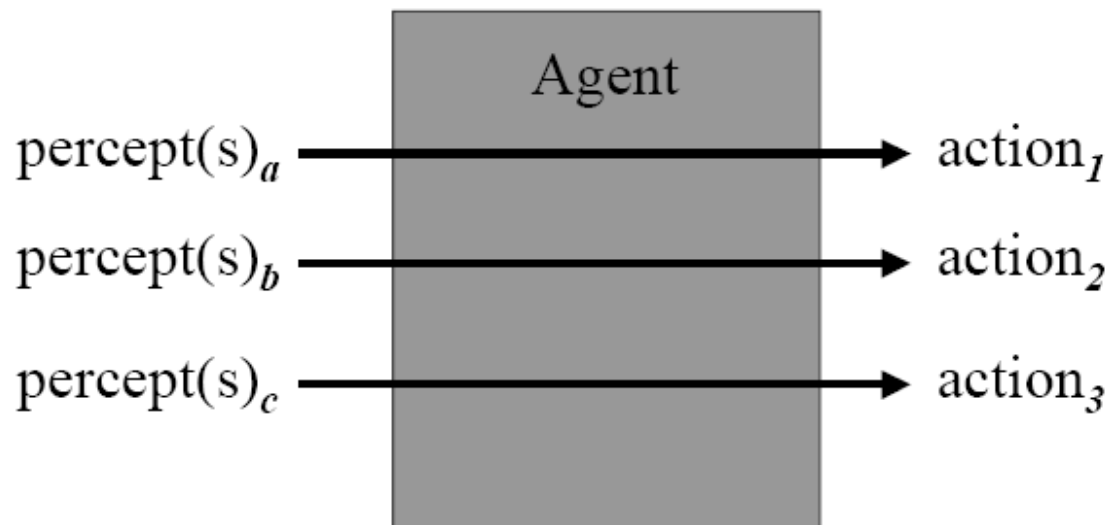
## SELECÇÃO DE ACÇÃO

- Como seleccionar as acções a realizar?
- Mecanismos de **combinação** e **selecção** de acções
  - **Execução paralela** de acções
  - **Combinação** de acções
  - **Precedência** de acções

# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## Parallel actions

Actions which don't interfere with each other are executed in parallel (within the limitations of the architecture).



# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## Prioritised actions

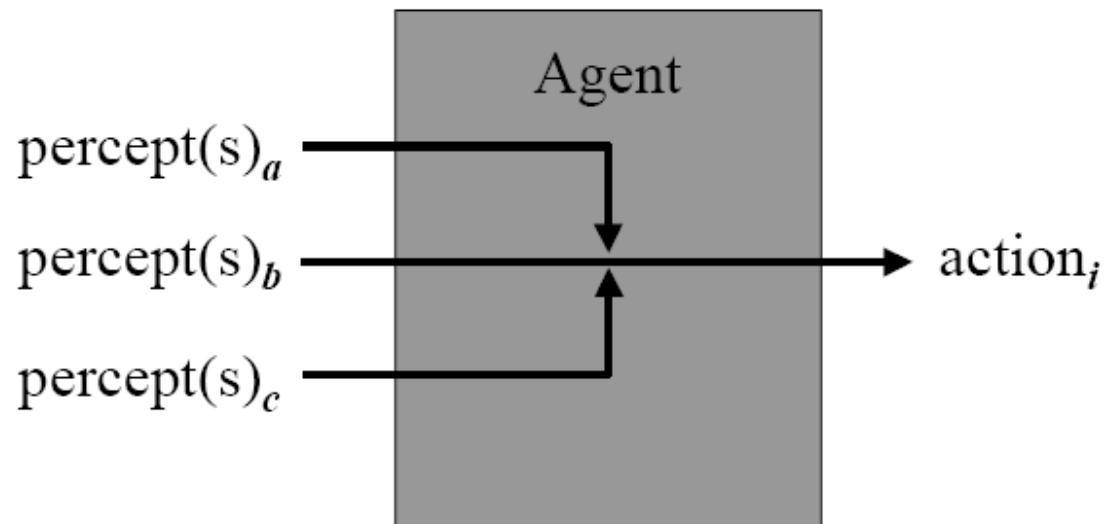
Actions interfere with each other, and the most important action takes precedence.



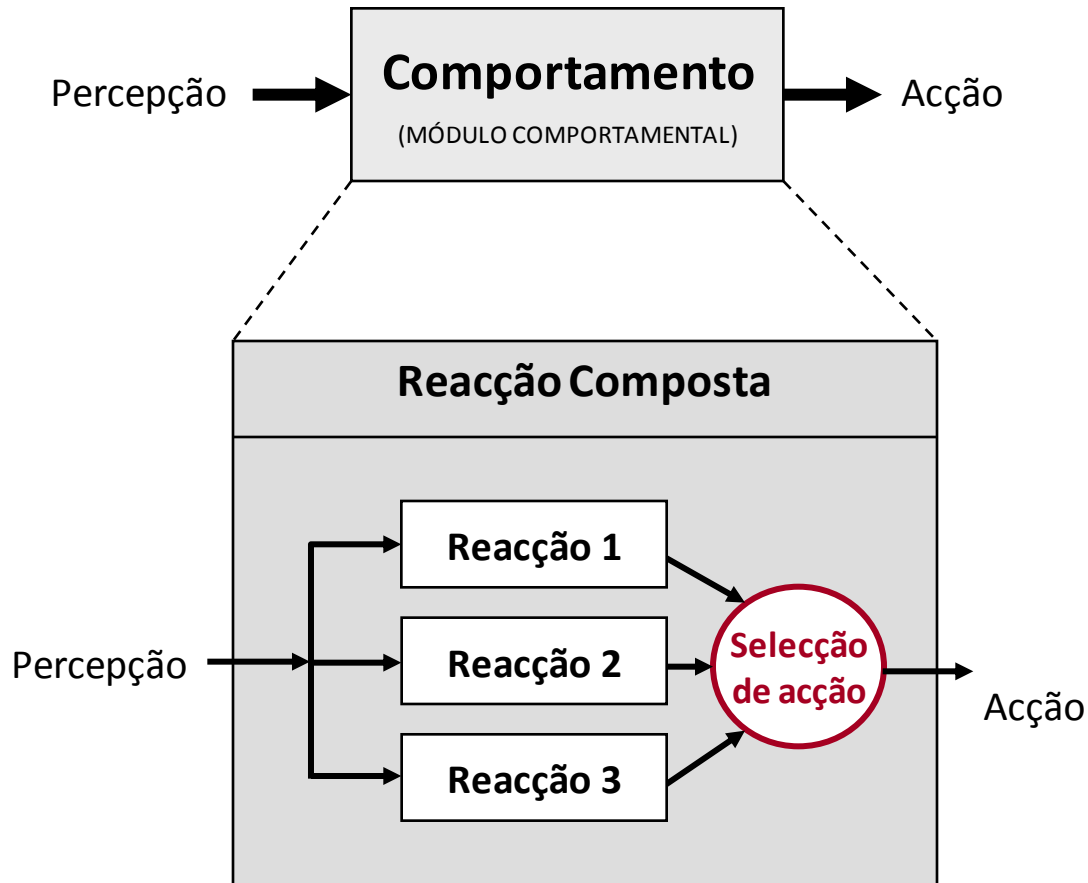
# SELECÇÃO DE ACÇÃO

## Combined actions

Distinct actions triggered by different percepts are combined into a single composite action.



# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS



## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de supressão

### PRIORIDADE

- As respostas são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução

### FUSÃO

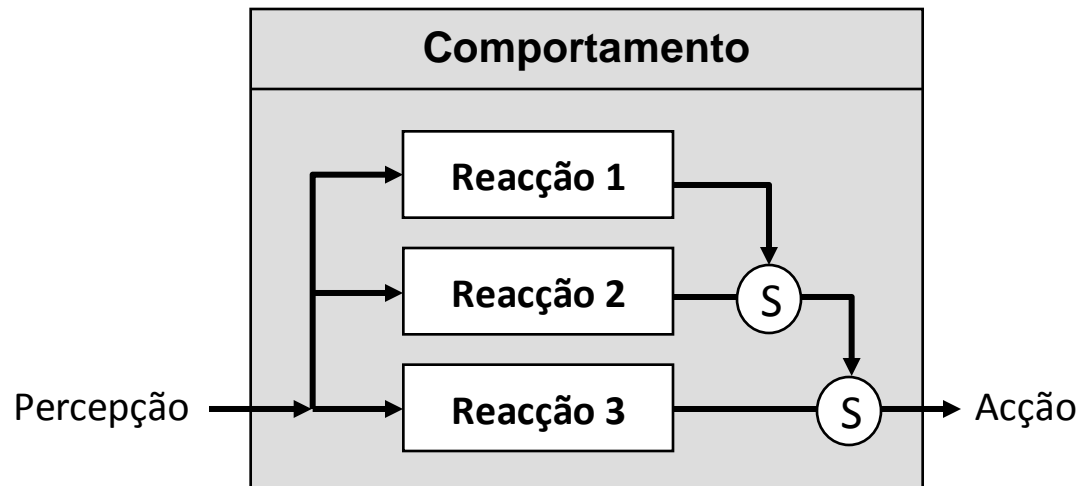
- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (e.g. soma vectorial)

# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### HIERARQUIA

- Os comportamentos estão organizados numa hierarquia fixa de supressão



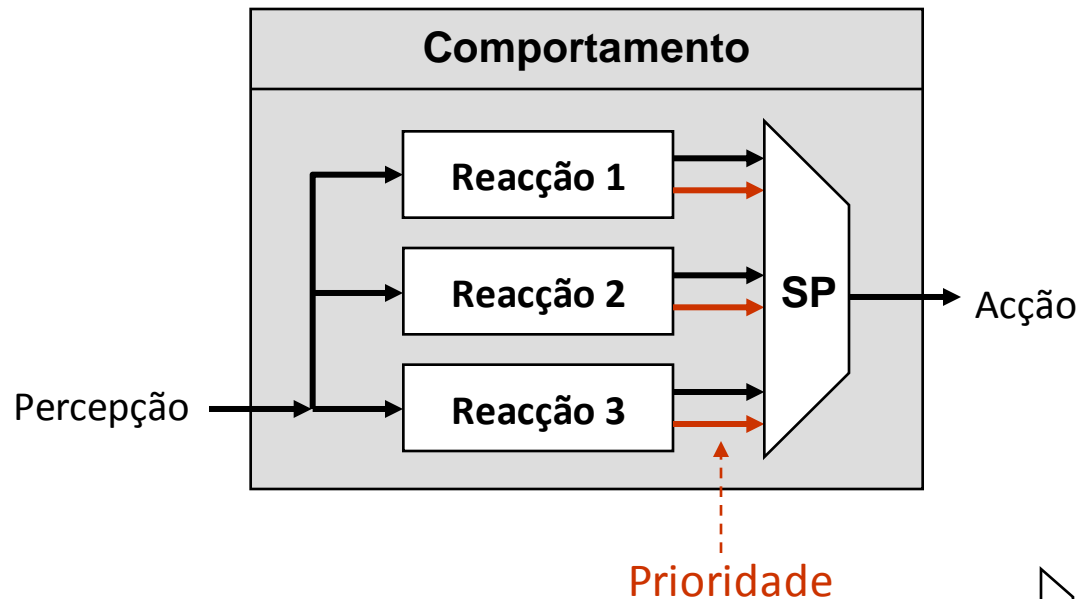
(S) Supressão

# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### PRIORIDADE

- As respostas são seleccionadas de acordo com uma prioridade associada que varia ao longo da execução



Seleccção por prioridade

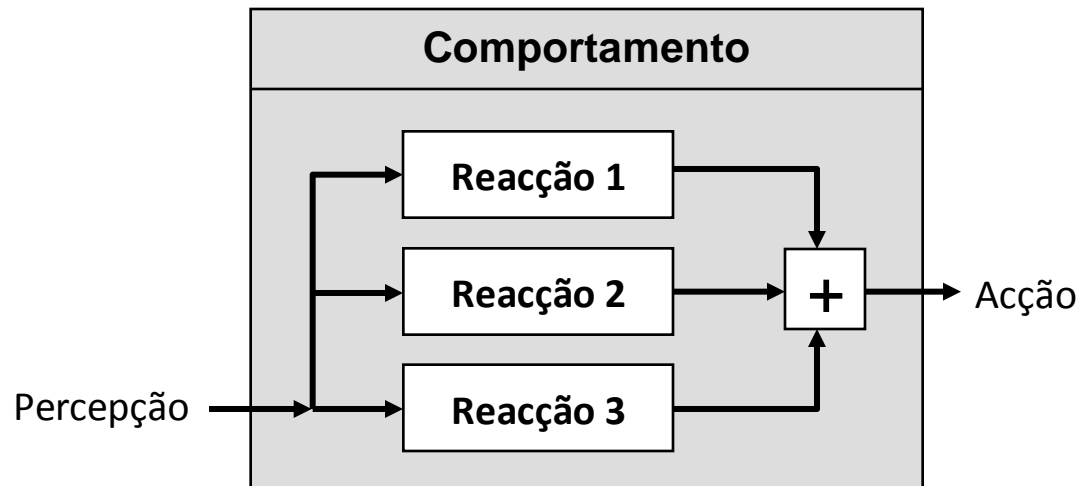


# COORDENAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## SELECÇÃO DE ACÇÃO

### FUSÃO

- As respostas são combinadas numa única resposta por composição (e.g. soma vectorial)



**+** Fusão

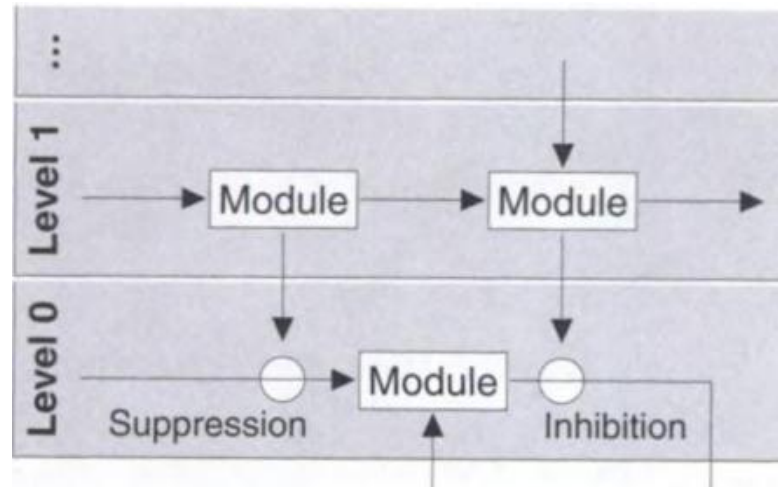
# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

**iRobot®**



[Brooks, 1985]

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO



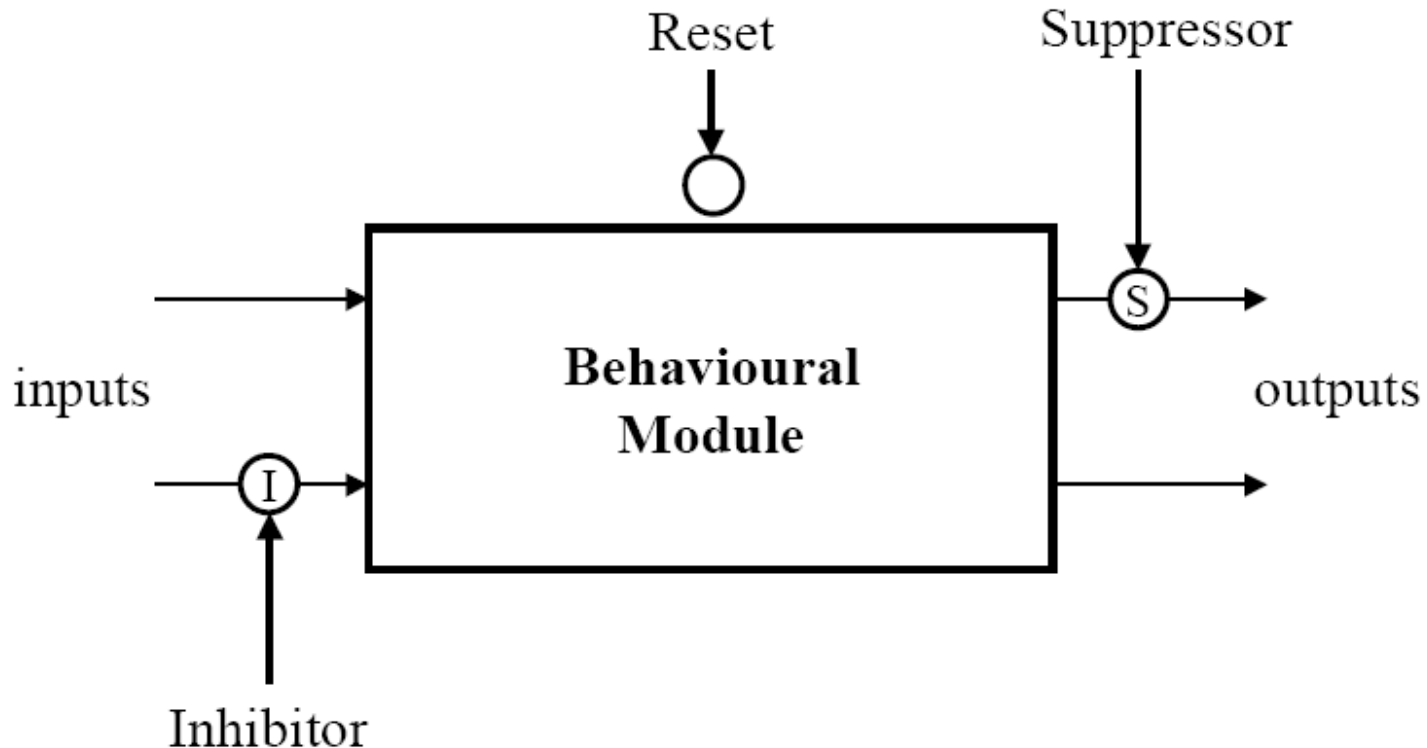
- **Comportamentos organizados em camadas (níveis de competência) e responsáveis pela concretização independente de um objetivo**
- **Resultado do comportamento pode ser a entrada de outro comportamento**
- Possibilidade de **comportamentos das camadas superiores assumirem o controle** sobre comportamentos das camadas inferiores
- Camadas inferiores **não têm conhecimento** das camadas superiores
  - **Hierarquia de comportamentos**

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

- Saídas das camadas inferiores podem ser utilizadas por camadas superiores
- Camadas superiores controlam as camadas inferiores
  - **Inibição**
    - Desactivação de comunicação entre módulos
  - **Supressão**
    - Desactivação de comportamento
  - **Reinício (*Reset*)**
    - Reposição do estado inicial de um comportamento

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

## MÓDULOS COMPORTAMENTAIS



[Brooks, 1991]

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

## IMPLEMENTAÇÃO DE MÓDULOS COMPORTAMENTAIS

- Implementação com base em **sequências de activação fixa** (procedimentos)
- Implementação com base em **regras estímulo – resposta**
- Implementação com base em **máquinas de estado aumentadas** (AFSM - *Augmented Finite State Machines*)
  - Temporizadores
  - Cada AFSM realiza um comportamento e é responsável pela sua própria percepção do mundo

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

## Exemplo: Tarefa de prospecção

- Tarefa consiste na procura de elementos do ambiente com características específicas (*alvos*)
- Quando o agente detecta um alvo, dirige-se até ele, pega no alvo e transporta-o até uma base
- Estas acções são repetidas até todos os alvos terem sido recolhidos para a base

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

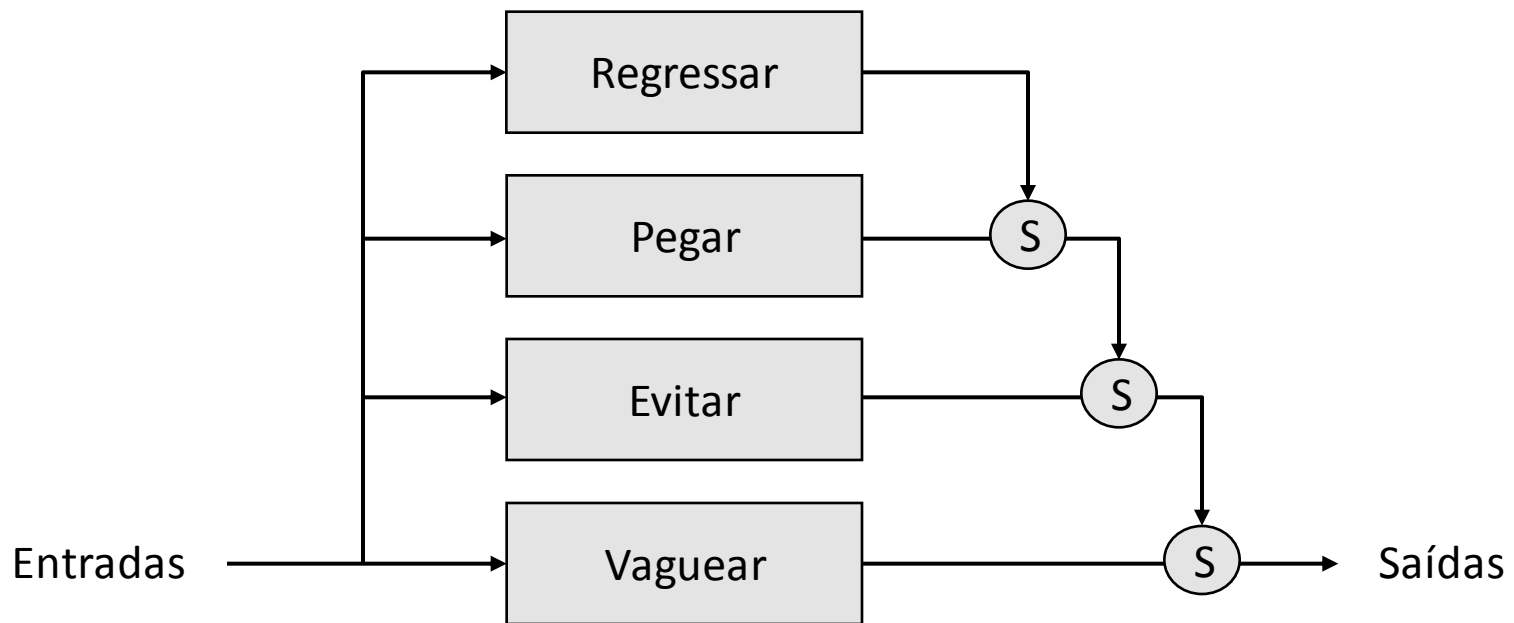
## Exemplo: Tarefa de prospecção

- Implementação com base em quatro comportamentos distintos
  - **Vaguear**
    - Movimentação em direcções aleatórias
  - **Evitar**
    - Virar para a esquerda (direita) caso seja detectado um obstáculo à direita (esquerda) e de seguida avançar
    - Após três tentativas sem sucesso recuar
  - **Pegar**
    - Tomar a direcção do alvo e avançar até ele; após o alvo alcançado fechar a pega
  - **Regressar**
    - Tomar a direcção da base e avançar até a atingir; após atingir a base parar



# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

Exemplo: Tarefa de prospecção

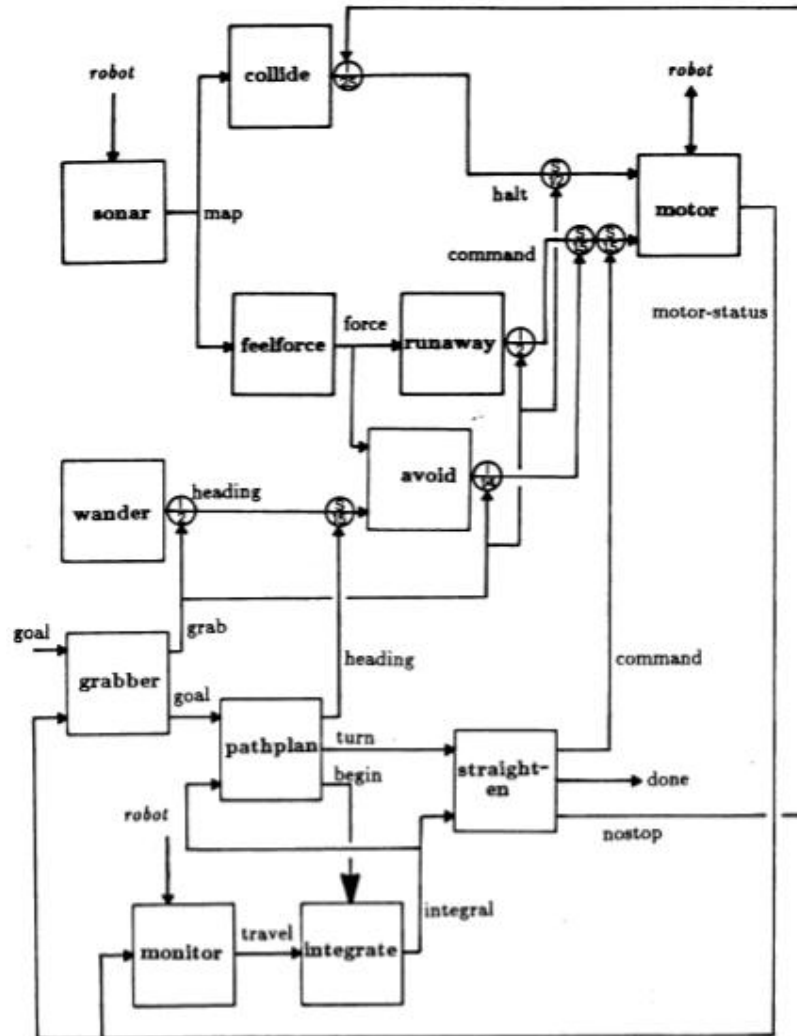


# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

- Proposta como **alternativa** a abordagens simbólicas
- Arquitectura definida por **conjuntos de comportamentos**
- Comportamentos organizados em camadas (**níveis de competência**)
- Desenvolvimento **incremental**
- **Robustez**
- **Simplicidade** relativa
  - Problemas de escala

# ARQUITECTURA DE SUBSUNÇÃO

Exemplo:



[Brooks, 1985]

# MODELAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

## ANÁLISE DO DOMÍNIO DO PROBLEMA

- **OBJECTIVOS**

- Definem a **finalidade do agente**

- **COMPORTAMENTOS**

- Definem **formas de concretizar os**  
**objectivos**

- **SUB-OBJECTIVOS**

# AGENTE PROSPECTOR

- **OBJECTIVOS**

- Recolher alvos

- **SUB-OBJECTIVOS**

- Aproximar alvo

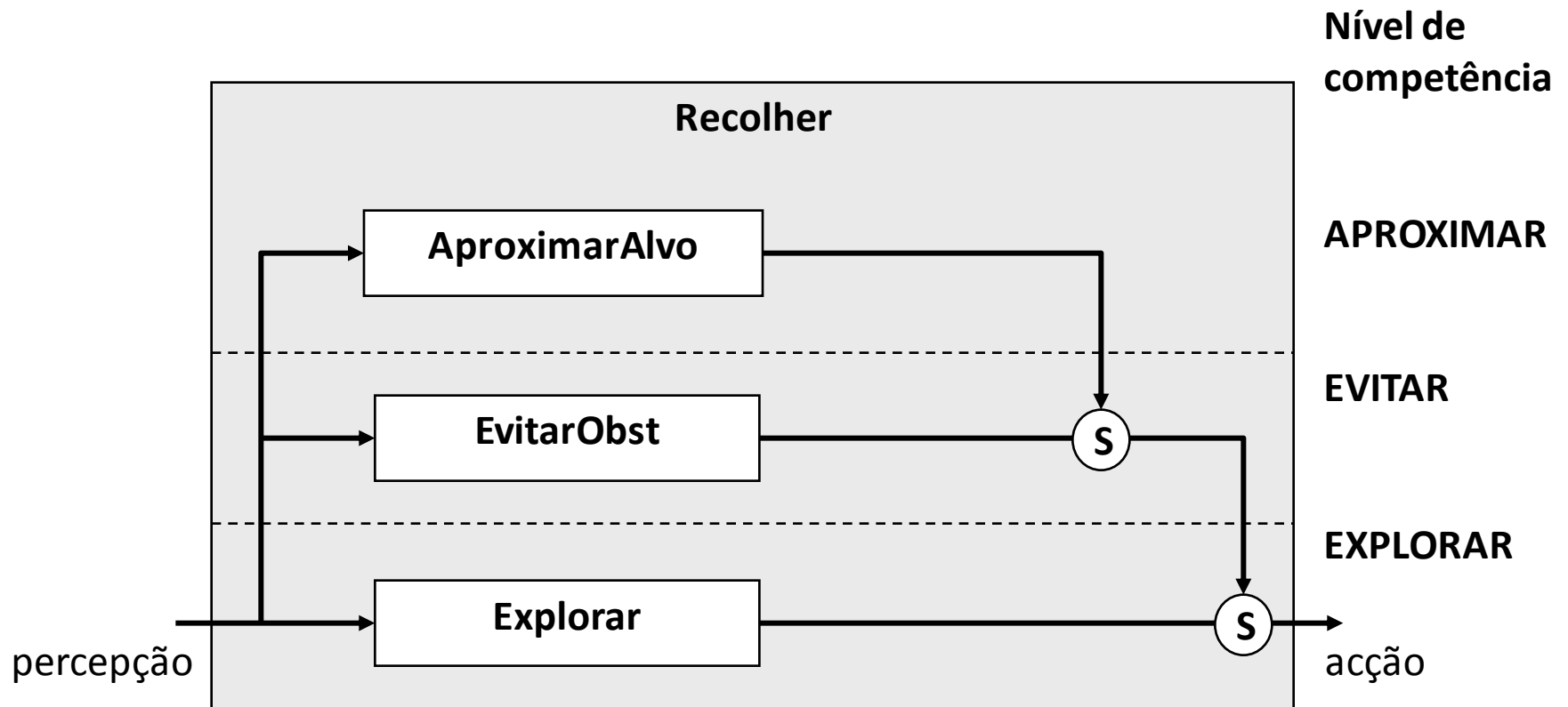
- Evitar obstáculos

- Explorar



# AGENTE PROSPECTOR

## COMPORTAMENTO RECOLHER

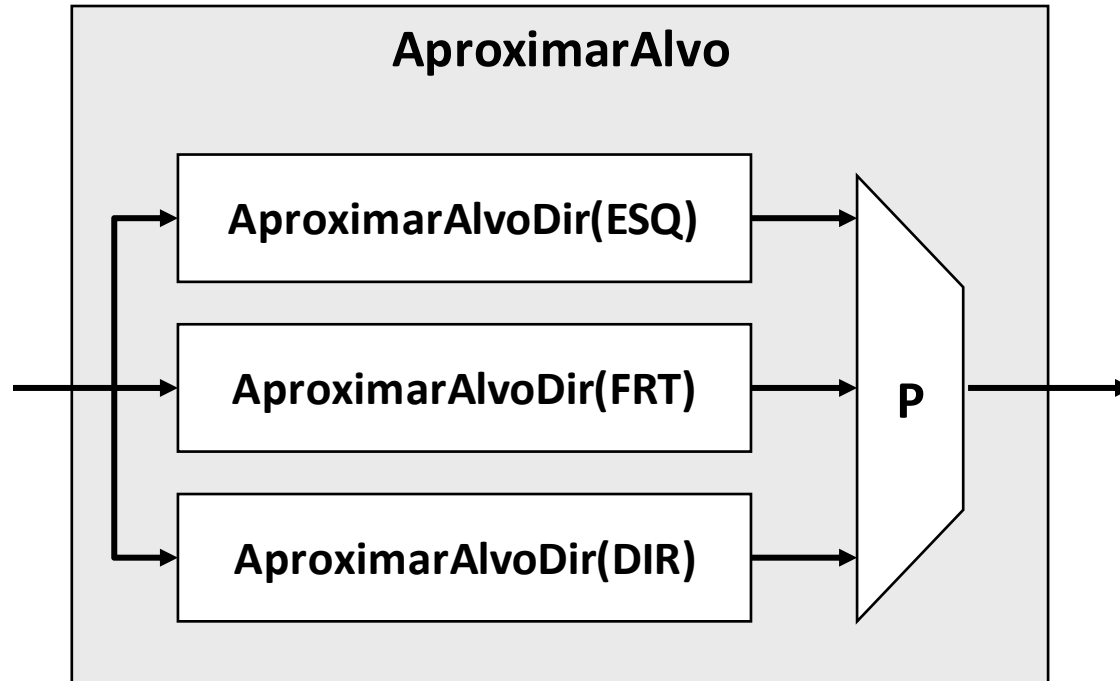


# AGENTE PROSPECTOR

- Recolher alvos
  - Aproximar alvo
    - Aproximar alvo (direcção = ESQ)
    - Aproximar alvo (direcção = FRT)
    - Aproximar alvo (direcção = DIR)
  - Evitar obstáculos
  - Explorar

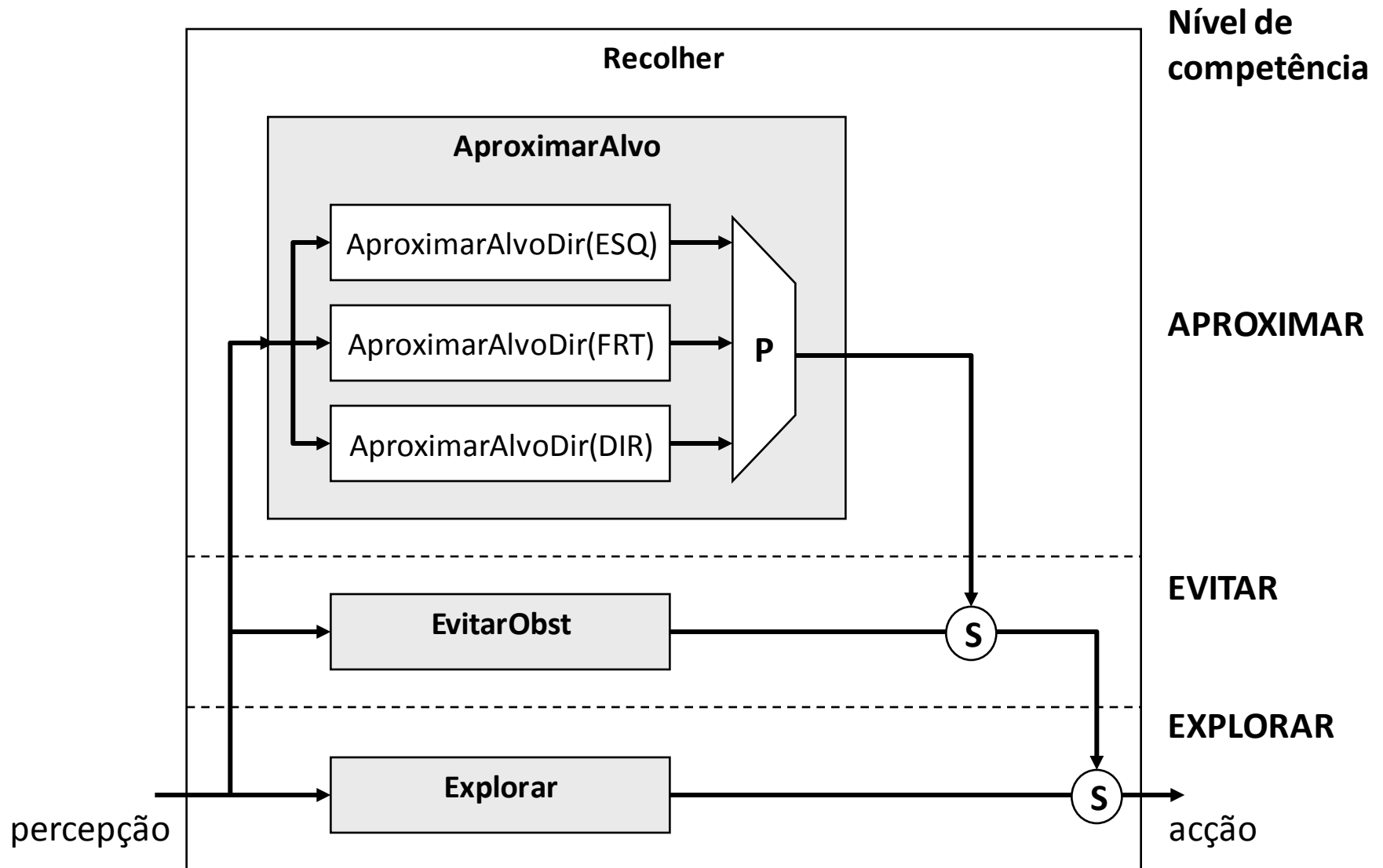
# AGENTE PROSPECTOR

## COMPORTAMENTO APROXIMAR ALVO





# AGENTE PROSPECTOR



# BIBLIOGRAFIA

[Russel & Norvig, 2003]

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

[Murphy, 2000]

R. Murphy, *An Introduction to AI Robotics*, MIT Press, 2000

[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