

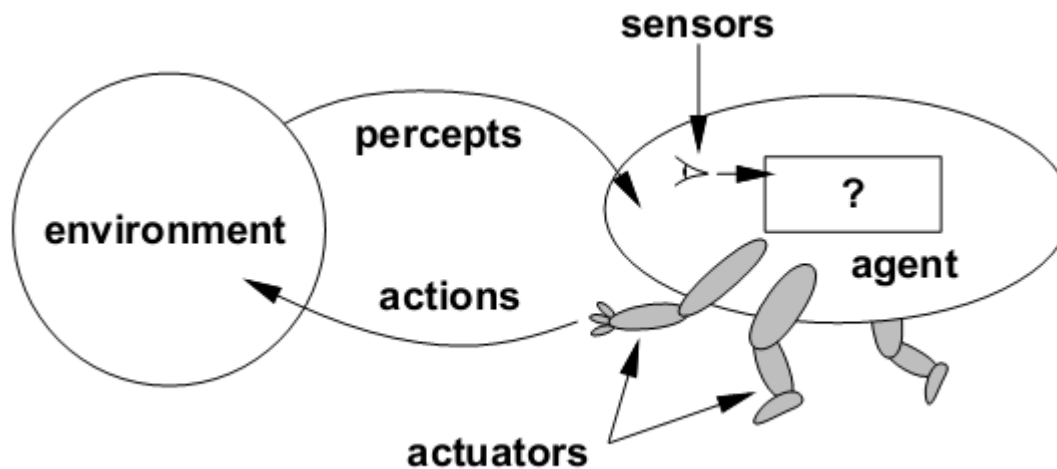
# AGENTES E AMBIENTES

BREVE INTRODUÇÃO A AGENTES

Prof. Tacla UTFPR/Curitiba

# AGENTE SITUADO

Ênfase na visão de IA como agente **'situado'** e **'racional'** em um ambiente que consegue perceber por meio de sensores e no qual consegue executar ações por meio de atuadores.



# AGENTES

- São agentes:
  - robôs
  - softbots
  - dispositivos móveis
  - humanos

# AGENTES

## Função agente (*agent function*)

Um agente possui uma **função** de mapeamento: de percepções para ações

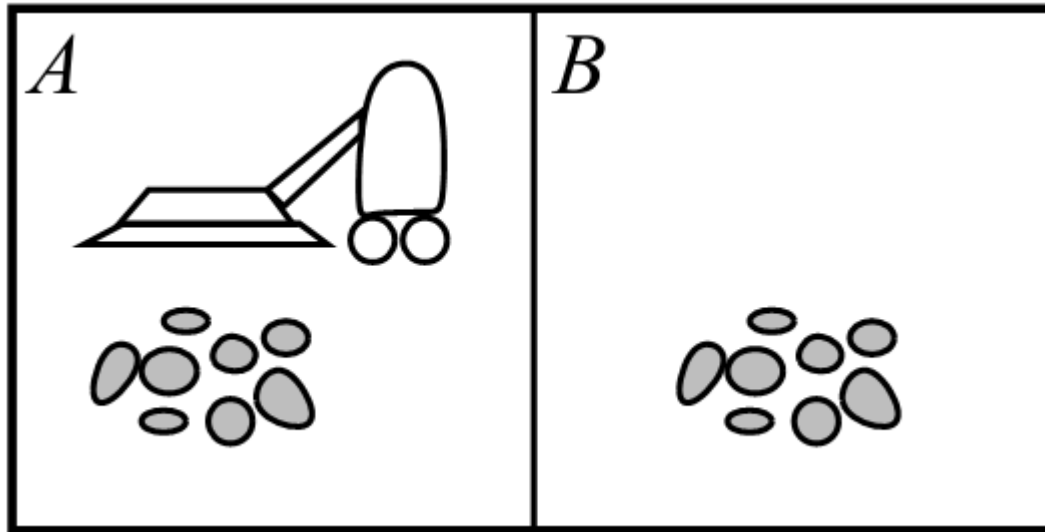
$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

|  
ações  
histórico de percepções (*percepts*)

## Programa agente (*agent program*)

Um programa executa a **função** do agente em uma arquitetura física (software + hardware)

# EXEMPLO: aspirador de pó

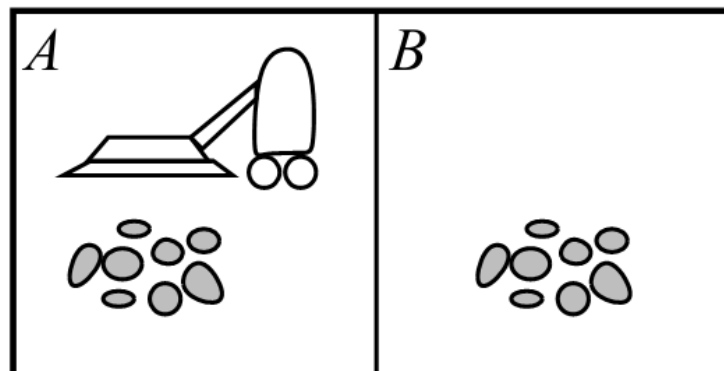


**Percepções:** pares locais e conteúdos; ex. [A, sujo]

**Ações:** left, right, suck, NoOp

# Exemplo: percepts

Percept sequence		Action
combinações	$[A, Clean]$	<i>Right</i>
	$[A, Dirty]$	<i>Suck</i>
	$[B, Clean]$	<i>Left</i>
	$[B, Dirty]$	<i>Suck</i>
	$[A, Clean], [A, Clean]$	<i>Right</i>
	$[A, Clean], [A, Dirty]$	<i>Suck</i>
	$\vdots$	$\vdots$
tempo atual		



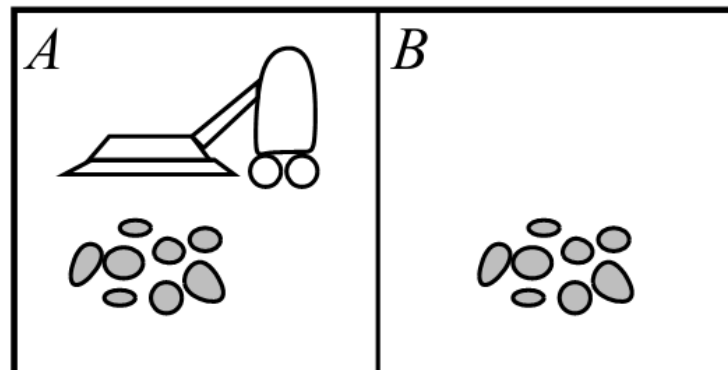
# Exemplo: percepts

Percept sequence		Action
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); margin-right: 10px;">combinações</div> <div style="border-left: 2px solid blue; height: 100px; margin-left: 10px;"></div> </div>	$[A, Clean]$	<i>Right</i>
	$[A, Dirty]$	<i>Suck</i>
	$[B, Clean]$	<i>Left</i>
	$[B, Dirty]$	<i>Suck</i>
	$[A, Clean], [A, Clean]$	<i>Right</i>
	$[A, Clean], [A, Dirty]$	<i>Suck</i>
	⋮	⋮

$f: P^* \longrightarrow A$

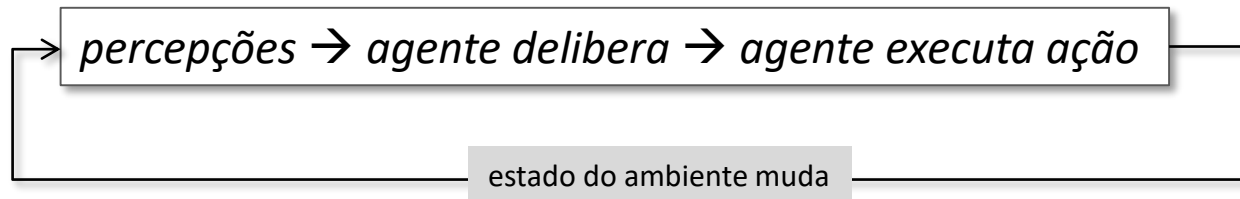
tempo atual

**Função** do agente aspirador



# Racionalidade

*Ser racional é fazer a coisa certa, mas, como o agente sabe o que é certo?*



*Sequência de ações causa sequência de **mudanças de estados no ambiente***

$$s_0 \rightarrow ação_1 \rightarrow s_1 \rightarrow ação_2 \rightarrow s_2 \rightarrow \dots \rightarrow ação_n \rightarrow s_n$$

O agente agiu bem? Fez a coisa certa?

*Se os estados do ambiente forem desejáveis, então sim.*

O que é desejável?

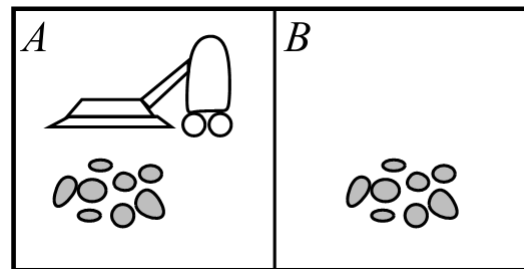
*Desejável é uma noção capturada por uma **medida de desempenho**.*



# Racionalidade

## Exemplo

1. **medida de desempenho:** *quadrados limpos/ações executadas*
2. Aspirador tem representação interna da geografia do ambiente (fig. abaixo)
3. a localização inicial do agente e das sujeiras não são conhecidas
4. ações: *suck, left, right*  
(movem para esq. e dir. – qdo na parede não se move; uma vez que um quadrado é limpo, permanece limpo)
5. o agente percebe corretamente sua localização e se a localização contém sujeira



***Qual sequência de ações tem melhor desempenho?***

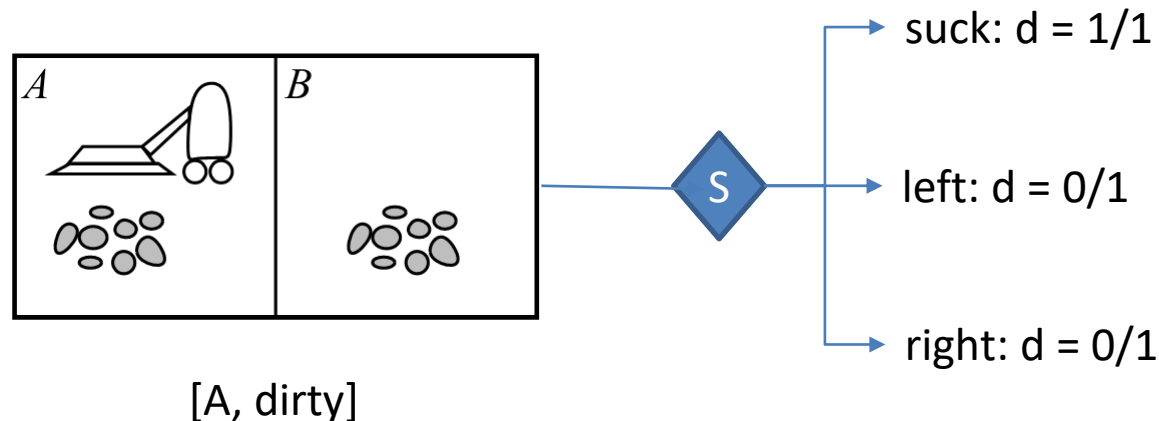
*[suck, right, suck]* → desempenho =  $2/3 = 66\%$

*[suck, suck, left, right, suck]* → desempenho =  $2/5 = 40\%$

# Racionalidade

## Agente racional:

Para cada sequência possível de percepções, um agente racional deve selecionar uma ação que se espera venha a maximizar sua medida de desempenho, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e por qualquer conhecimento interno do agente.



*Dada a percepção  $[A, \text{dirty}]$  qual a melhor seleção/escolha de ação baseado no desempenho?*

# Racionalidade

Racional  $\neq$  Onisciência

Percepções podem **não** retratar fielmente o ambiente ou tudo que nele ocorre (informação incompleta)

Resultados das ações podem divergir do esperado

**Logo, ser racional não significa necessariamente ter sucesso!**

Racionalidade envolve exploração, autonomia e aprendizado

Quando um agente se baseia no conhecimento do seu projetista e não em suas próprias percepções, e não tem capacidade de aprendizado então tem pouca autonomia

# Ambientes

- Para construir agentes racionais, devemos conhecer, entre outros, o ambiente onde estarão situados:
  - medida de desempenho
  - sensores
  - atuadores
  - **ambiente**

# Ambientes

Definição:

**$Env: S \times A \rightarrow \gamma(S)$**

*S: conjunto de estados do ambiente*

*A: conjunto de ações possíveis de serem executadas no ambiente pelos agentes*

*$\gamma(S)$ : é o conjunto potência de S*

## Intuição

A execução da ação *a* em um ambiente cujo estado é *s* resulta em um ou mais de um dentre os estados de  $\gamma(s)$  = *cenários possíveis*

Exemplo:

**$Env: (\langle A, \text{dirty}, \text{dirty} \rangle, \text{suck}) \rightarrow \{\langle A, \text{clean}, \text{dirty} \rangle\}$**

# Tipos de Ambientes

Completamente observável

**Um só agente**

Competitivo

**Determinístico**

Episódico

**Estático**

Discreto

Parcialmente observável

Multiagente

Cooperativo

Estocástico

Sequencial

Dinâmico

Contínuo

# Observável

Os sensores do agente transcrevem de **forma completa** o **estado do ambiente** a cada instante de tempo?

***R:** Sim, então o ambiente é completamente observável.*

Ambiente completamente observável → agente não precisa manter estado interno, *i.e. uma representação interna do que observa.*

# Monoagente x Multiagente

Um agente capaz de solucionar um quebra-cabeças é claramente um **agente único**.



Mas, em situações onde há oponentes ou simplesmente outras entidades (ex. carros)?



A outra entidade pode ser vista como algo que se comporta com as leis da física/leis naturais? *Neste caso, é parte do ambiente – e estamos na situação de um **único agente**,*



*caso contrário, se a outra entidade possui uma função de desempenho ou há comunicação/cooperação/coordenação entre as entidades estamos no caso de um sistema **multiagente***



# Competitivo x Cooperativo

objetivo individual

**Competitivo:** quando um agente maximiza sua medida de desempenho a medida do outro minimiza.

objetivo comum

**Cooperativo:** quando o objetivo perseguido é comum aos agentes. Os agentes têm ganhos adicionais ao trabalharem juntos.

**Colaborativo:** os objetivos são individuais, porém a ação de um agente colabora para que o outro atinja seu objetivo

**Coordenativo:** os objetivos são individuais, e as ações dos agentes não interferem (nem ajudam, nem atrapalham) o atingimento dos objetivos dos outros.

# Determinístico x Estocástico

**Determinístico:** o próximo **estado do ambiente** é completamente definido pela **ação** executada pelo agente?

*$\gamma(S)$  é um conjunto unitário*

**Estocástico:** caso contrário.

*$\gamma(S)$  é um conjunto de cardinalidade  $> 1$*

Obs.:

Na definição do R&N, eles ignoram incerteza originada pelas ações dos outros agentes num ambiente multiagente. Então um ambiente pode ser determinístico mesmo se um agente é incapaz de prever as ações dos outros agentes.

O mundo físico é não-determinístico.

# Episódico x Sequencial

**Episódico:** a escolha da próxima ação depende unicamente do estado atual do ambiente. A próxima deliberação não depende do histórico de escolhas.



**Sequencial:** a decisão atual afeta as decisões futuras – ex. táxi automatizado ou jogador de xadrez.

**Agentes episódicos** são muito mais fáceis de serem projetados – não precisam de planos!

# Estático x Dinâmico

**Estático:** se o ambiente não muda enquanto o agente delibera, então estamos no caso estático.



**Dinâmico:** o ambiente muda enquanto o agente delibera e o agente deve constantemente avaliar estas mudanças.

**Semidinâmico:** quando o ambiente não muda com o tempo, mas a medida de desempenho sim (ex. *no jogo de xadrez com relógio, o jogador perde a vez se o tempo expira, desarmar uma bomba, manutenção em Fukushima*)

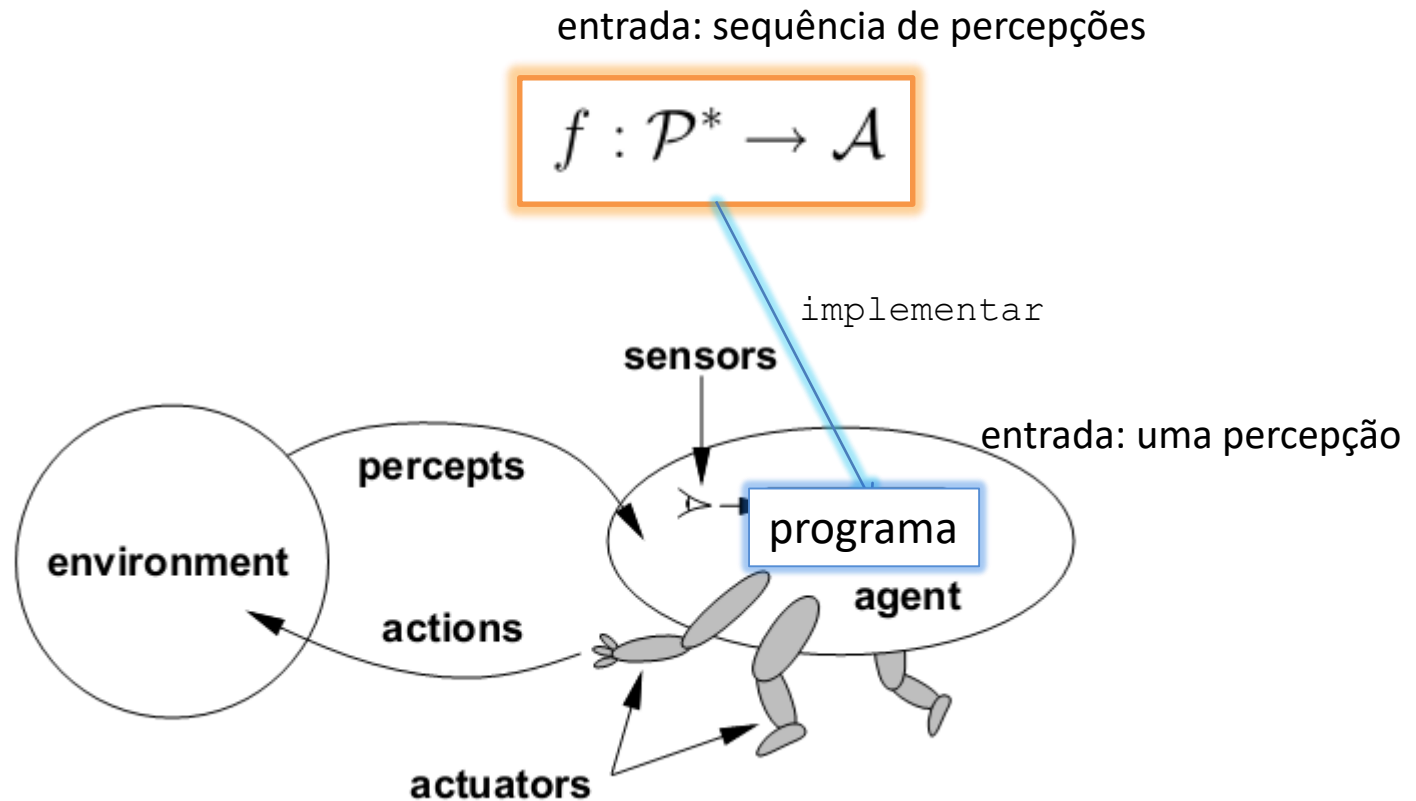
# Contínuo x Discreto

**Discreto:** se o ambiente tiver um número finito de percepções e ações, se as ações e percepções do agente são conjuntos discretos então é discreto (ex. xadrez sem relógio).



**Contínuo:** quando o agente deve lidar com grandezas contínuas sejam elas ligadas às percepções ou às ações (ex. carro automatizado – velocidade, localização).

# Estrutura dos agentes



Observar a diferença entre a função  $f$  e o programa:

- a função considera todas as sequências de percepções de  $P =$  todos subconjuntos ordenados de  $P$  ( $P^*$ ).
- O programa considera somente a última percepção já que o ambiente por si só não armazena percepções. Cabe ao agente armazená-las se precisar trabalhar com a sequência de percepções.

# Estrutura dos agentes: f x programa

função  $f$  representada como uma tabela de  $P^*$  para ação

Percept sequence	Action
$[A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[B, Clean]$	<i>Left</i>
$[B, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[A, Clean], [A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Clean], [A, Dirty]$	<i>Suck</i>
$\vdots$	$\vdots$

programa para agente reativo considera somente a última percepção

**function** REFLEX-VACUUM-AGENT(  $[location, status]$ ) **returns** an action

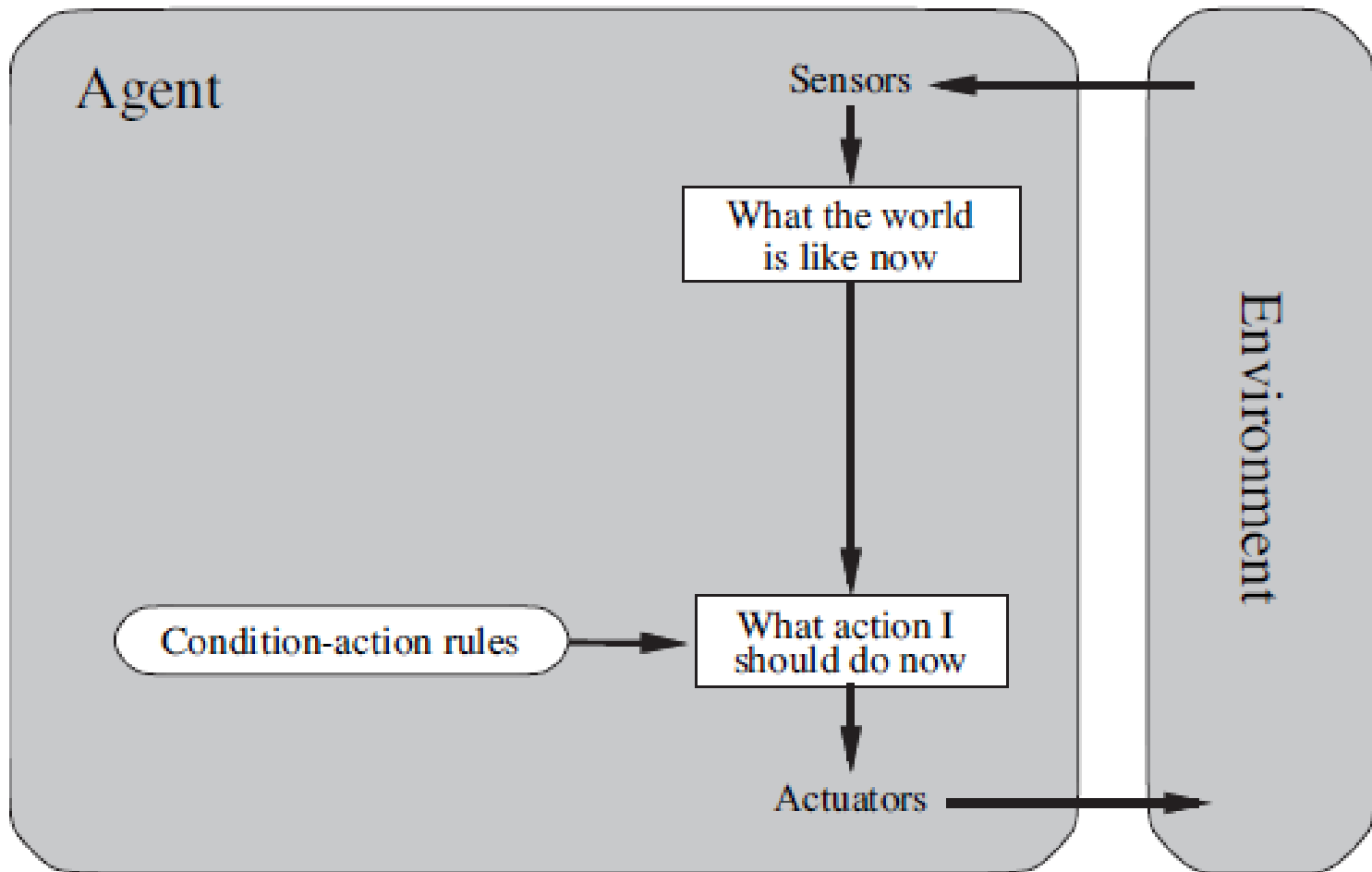
**if**  $status = Dirty$  **then** **return** *Suck*  
**else if**  $location = A$  **then** **return** *Right*  
**else if**  $location = B$  **then** **return** *Left*

# Estrutura dos agentes: reativos

- Agente **reativo** (+simples)
  - objetivos são codificados implicitamente no agente pelo projetista
  - reage a última percepção (não guarda histórico)
    - acoplamento grande entre percepção e ação
  - normalmente, implementado por regras
  - funciona bem em ambientes completamente observáveis (mas não exclusivamente)
    - as percepções retratam o ambiente (ou, ao menos, tudo o que o agente necessita saber sobre ele)



# Agente reativo simples



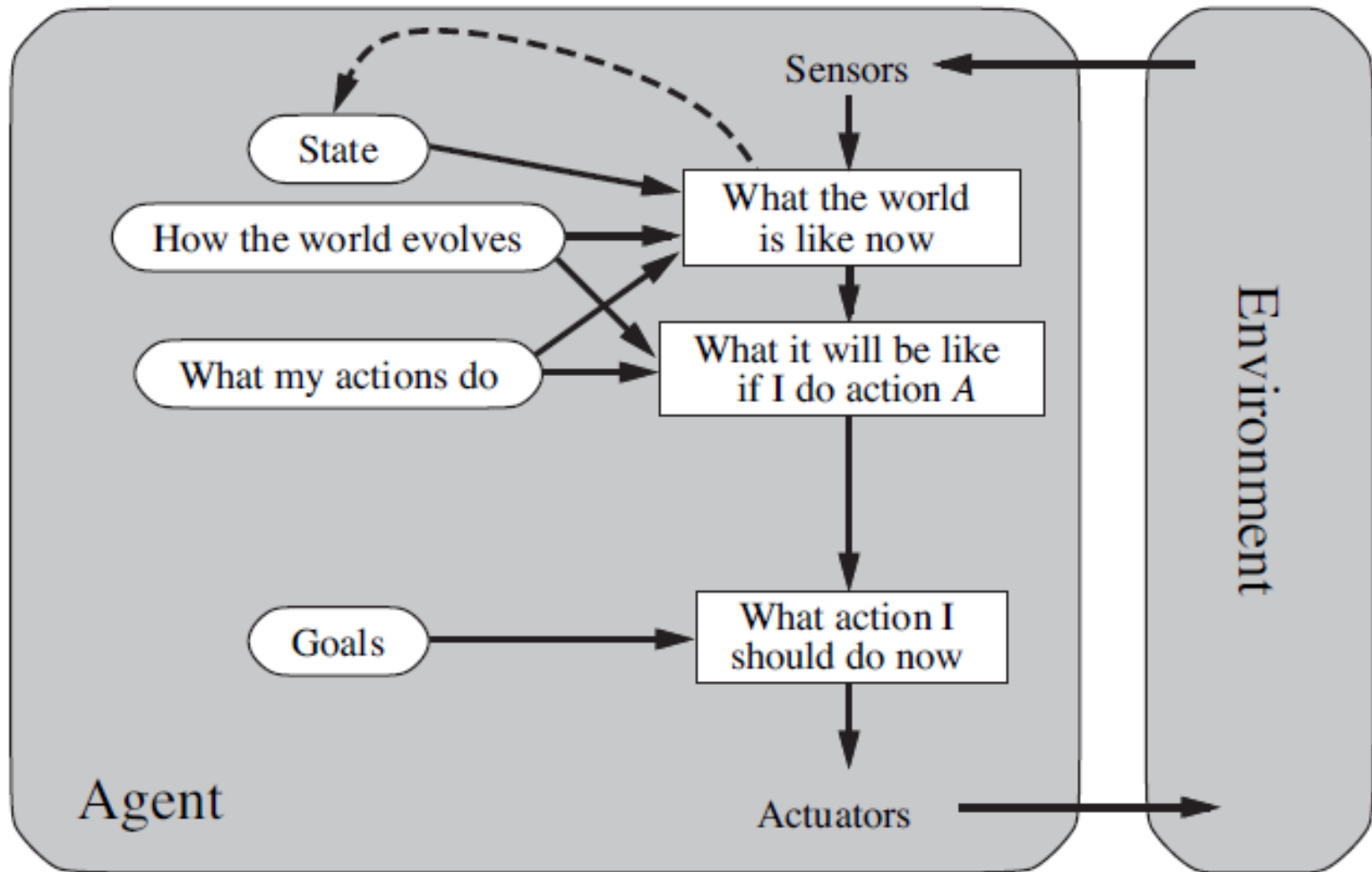
# Agente Reativo em AgentSpeak

```
+dirty <- suck.  
  
+pos(1) <- right.  
+pos(2) <- down.  
+pos(3) <- up.  
+pos(4) <- left.
```

# Estrutura dos agentes

- Agente **deliberativo** (+complexo)
  - possui representações explícitas de crenças e objetivos
  - Há diversos tipos:
    - baseados em mecanismos de escolha (teoria de jogos)
    - baseados em baseado raciocínio prático (voltado à ação: escolha de objetivo + raciocínio instrumental (*planning*)
      - agentes BDI: representam estados e objetivos por meio de crenças (*beliefs*), desejos (*desires*) e intenções (*intentions*) = BDI

# Agente baseado em objetivos



# Agente deliberativo em AgentSpeak

```
!clean. // initial goal

+!clean : clean <- !move; !clean.
+!clean : dirty <- suck; !move; !clean.
-!clean          <- !clean.

+!move : pos(1) <- right.
+!move : pos(2) <- down.
+!move : pos(3) <- up.
+!move : pos(4) <- left.
```

Proativo: orientado a objetivos

Objetivo de manutenção '!clean' orienta o comportamento do agente

Grau de autonomia é limitado (não tem exploração e aprendizado)

# Principais características de agentes

- **situados** em um ambiente
- **reatividade**: responder a mudanças do ambiente
- **proatividade**: capacidade de perseguir objetivos
- **autonomia**: inversa ao grau de interferência (humana)

# Agentes x Outros paradigmas

- Quais são as diferenças entre agentes e
  - Sistemas funcionais:
    - $F: Inputs \rightarrow Outputs$
    - ex. compilador
  - Objetos:
    - *locus* de decisão – externo ao objeto

# Referências

- Estes slides foram baseados no capítulo 2 de Russel e Norvig (2ed). Alguns slides são traduções dos slides destes autores.
- Wooldridge, M. Introduction to Multiagent Systems, 2009.