

O que é a I.A. ?

<p>“The exciting new effort to make computers think... <i>machines with minds</i>, in the full and literal sense” (Haugeland, 1985)</p> <p>“The automation of activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning, ...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“The study of mental faculties through the use of computational models” (Charniak and McDermott, 1985)</p> <p>“The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act” (Winston, 1992)</p>
<p>“The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“A field of study that seeks to explain and emulate intelligent behaviour in terms of computational processes” (Schalkoff, 1990)</p> <p>“The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligent behaviour” (Luger and Stubblefield, 1993)</p>

Sistemas que pensam como humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Sistemas que agem como humanos	Sistemas que agem racionalmente

- **Agindo como humanos**

- **Teste de Turing (1950):** um humano a conversar com um interlocutor não visível, não consegue distinguir se este é uma pessoa ou um computador
- **Envolve as principais áreas da I.A.:** conhecimento, raciocínio, interpretação de linguagem natural, aprendizagem

- **Pensando como humanos**

- **Anos 60:** revolução cognitiva
- **Tenta descrever o funcionamento interno do cérebro humano**
- **Não basta resolver o problema, interessa fazê-lo como os humanos**
- **Neste momento é considerada uma disciplina distinta da I.A.**

- **Pensando racionalmente**

- A lógica e as leis do pensamento — os silogismos.
- Mas... nem todo o comportamento inteligente resulta de uma decisão lógica

- **Agindo racionalmente**

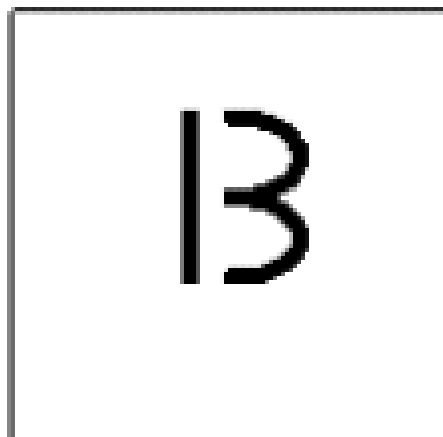
- Comportamento racional: fazer o que é mais correto
- Fazer o que é mais correto significa agir de forma a maximizar o sucesso pretendido, a partir da informação disponível.
- Nem sempre implica pensamento, raciocínio. Mas o raciocínio deve estar ao serviço do comportamento racional.

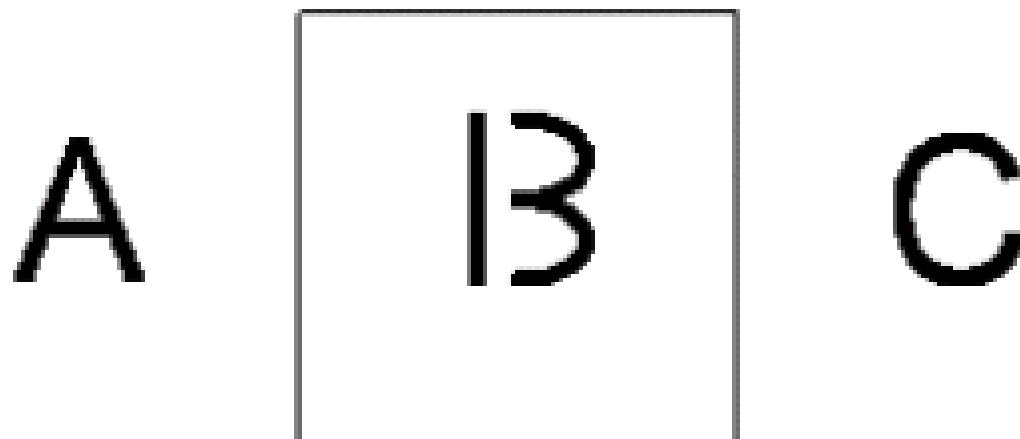
- Um **agente** é algo que tem percepções e atua.
- Neste curso vamos estudar **agentes racionais**.
- De forma abstrata, um agente é uma função de sequências de percepções em ações:

$$f : P^* \rightarrow A$$

- Para cada classe de ambientes e tarefas, procuramos o agente (ou classe de agentes) com melhor comportamento
- Problema: limitações computacionais tornam a racionalidade perfeita inatingível
 - ==> construir o melhor programa possível, dados os recursos disponíveis

12





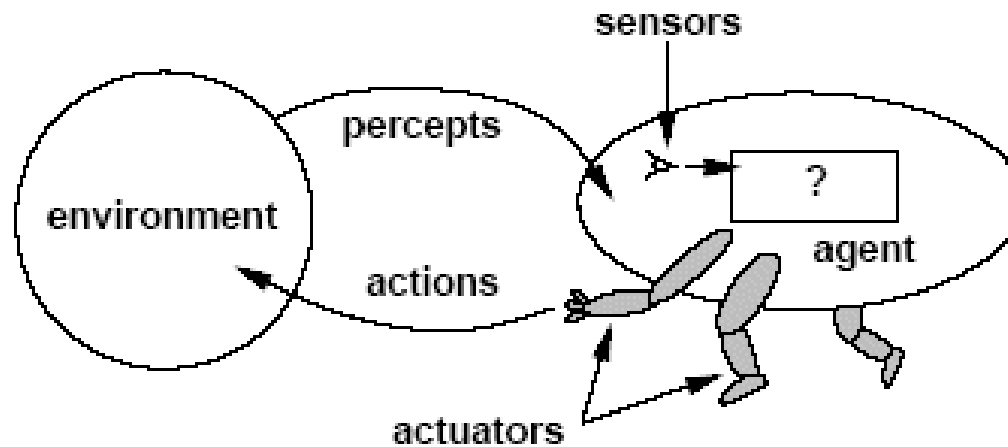
- 1943 — Mc Culloch e Pitts — trabalho teórico sobre neurónios artificiais
- 1950 — Turing: “Computing Machinery and Intelligence”
- 1952 — IBM 701, primeiro computador comercial
- 1950s — Newel e Simon (Logic Theorist), Rochester —Geometry Theorem Prover, Samuel (jogo de damas)
- 1956 — Primeira linguagem de “alto” nível — FORTRAN
- 1956 — Encontro de Dartmouth: adoção de “Inteligência Artificial”
- 1958 — McCarthy (LISP), Friedberg (algoritmos genéticos)
- 1965 — Robinson: primeiro algoritmo completo para raciocínio lógico
- 1966 a 1974 — IA descobre a complexidade computacional. Redes neuronais quase desaparecem
- 1969 a 1979 — primeiros programas baseados em conhecimento
- 1980 a 1988 — Adoção generalizada dos sistemas periciais
- 1988 — DuPont —100 sistemas periciais em uso, 500 em desenvolvimento
- 1985 a 1995 — redes neuronais recuperam popularidade
- 1997 — IBM: Deep Blue
- 2004/2005 — corrida de veículos autónomos no deserto (DARPA)
- 1995 em diante — agentes, agentes, agentes,...

- **O que é viável hoje?**

- **Guiar numa estrada montanhosa**
- **Guiar no centro do Cairo (ou do Porto...)**
- **Fazer as compras do mês no hipermercado**
- **Fazer as compras do mês na internet**
- **Jogar um jogo decente de bridge**
- **Descobrir e demonstrar um novo teorema matemático**
- **Escrever intencionalmente uma história divertida**
- **Fazer consultoria numa área especializada do Direito**
- **Fazer tradução em tempo real**
- **Realizar uma operação cirúrgica (algum voluntário?...)**

- **Aplicações**

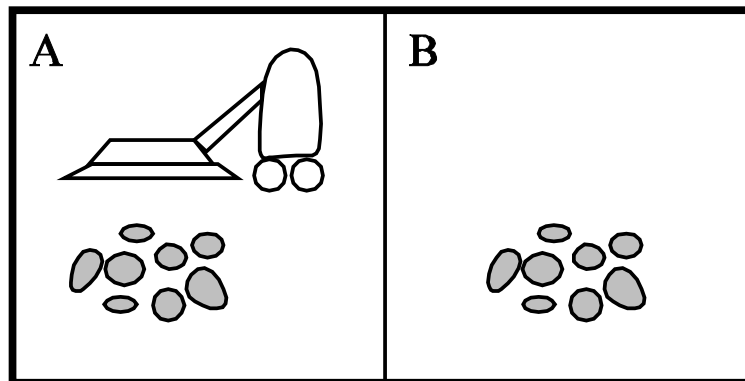
- **Softbots (pesquisadores na internet)**
- **Filtros avançados de correio eletrónico**
- **Negociação eletrónica (mercado bolsista, compras, leilões)**
- **Sistemas distribuídos (redes de energia, mercado de energia)**
- **Logística**
- **Robótica inteligente**
- **Sistemas de gestão de produção**
- **e-Learning avançado**



- Agentes incluem humanos, robôs, softbots, termostatos, etc.
- A função agente faz a aplicação de percepções em ações

$$f : P^* \rightarrow A$$

- Um **programa agente** é executado numa plataforma de hardware para implementar a **função agente** f



- **Percepções**
 - Localização e estado; por exemplo [A, Sujo]
- **Ações**
 - Esquerda, Direita, Aspira, Nada

<i>Sequência de Percepções</i>	<i>Ação</i>
[A, Limpo]	Direita
[A, Sujo]	Aspira
[B, Limpo]	Esquerda
[B, Sujo]	Aspira
[A, Limpo], [A, Limpo]	Direita
[A, Limpo], [A, Sujo]	Aspira
...	...

função ASPIRADOR_REFLEXO([Local, Estado]) retorna Ação
se estado = Sujo então retorna Aspira
senão se Local = A então retorna Direita
senão se Local = B então retorna Esquerda

- Qual é a função correta?
- Pode ser implementada por um pequeno agente inteligente?

- Uma medida fixa da eficiência avalia a sequência ambiental
 - um ponto por cada casa limpa num tempo T ?
 - um ponto por cada casa limpa por intervalo de tempo, menos um ponto por cada movimento ?
 - penalização se número de casas sujas $> k$?
- *Agente racional ideal*
 - Para cada sequência possível de percepções, escolhe a ação que maximiza o valor esperado da sua medida de eficiência, com base na sequência de percepções até ao momento.
 - racional \neq onnisciente
 - onnisciente : conhece o efeito das suas ações
 - racional \neq clarividente
 - racional \neq bem sucedido
 - Racional \implies exploração, aprendizagem, autonomia

- O que é racional num dado momento depende de quatro coisas:
 - A **medida de eficiência** que define o grau de sucesso
 - A **sequência de percepções** — tudo que ele percebeu até ao momento
 - O que o agente sabe acerca do ambiente
 - As **ações** que pode executar
- **Exemplo:**
 - Não gosto de me molhar, por isso hoje trago guarda-chuva. Isto é um comportamento racional?
 - Depende da previsão meteorológica, e se a ouvi...
 - Se a previsão é de chuva, e eu tenho conhecimento desse facto, então trazer guarda-chuva é racional.

- **Exemplo: um agente condutor de táxi**
 - **P**erformance measure (medida de eficiência)??
 - segurança, destino, lucro, cumprimento da lei, conforto, ...
 - **E**nvironment (ambiente)??
 - ruas e estradas, tráfego, peões, condições atmosféricas, ...
 - **A**ctions (ações)??
 - volante, acelerador, travão, pisca, painel, microfone, ...
 - **S**ensors (sensores)??
 - vídeo, acelerómetros, GPS, teclado, informações de trânsito, ...

- **Exemplo: um agente de compras na internet**
 - **P**erformance measure (medida de eficiência)??
 - **E**nvironment (ambiente)??
 - **A**ctions (ações)??
 - **S**ensors (sensores)??

- ***Acessível vs. inacessível***
 - Um ambiente é efetivamente acessível se os sensores detetam todos os aspetos relevantes para a seleção da ação mais apropriada.
- ***Determinístico vs. não determinístico (estocástico)***
 - Um ambiente é determinístico se o estado seguinte é completamente determinado pelo estado atual e pelas ações executadas pelo agente.
- ***Episódico vs. não episódico (sequencial)***
 - Num ambiente episódico a experiência do agente está dividida em episódios independentes; a qualidade das ações depende só do episódio corrente.
- ***Estático vs. dinâmico***
 - Um ambiente é dinâmico se o mundo pode mudar enquanto o agente está a deliberar. Se o ambiente não muda, mas muda a medida de eficiência do agente, diz-se semi-dinâmico.
- ***Discreto vs. contínuo***
 - Um ambiente é discreto se há um número limitado de perceções e ações distintas.

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?				
Determinístico ?				
Episódico ?				
Estático ?				
Discreto ?				
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?				
Episódico ?				
Estático ?				
Discreto ?				
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?	Sim	Não	Em parte	Não
Episódico ?				
Estático ?				
Discreto ?				
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?	Sim	Não	Em parte	Não
Episódico ?	Não	Não	Não	Não
Estático ?				
Discreto ?				
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?	Sim	Não	Em parte	Não
Episódico ?	Não	Não	Não	Não
Estático ?	Sim	Semi	Semi	Não
Discreto ?				
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?	Sim	Não	Em parte	Não
Episódico ?	Não	Não	Não	Não
Estático ?	Sim	Semi	Semi	Não
Discreto ?	Sim	Sim	Sim	Não
Mono-Agente ?				

Tipos de ambientes (cont.)

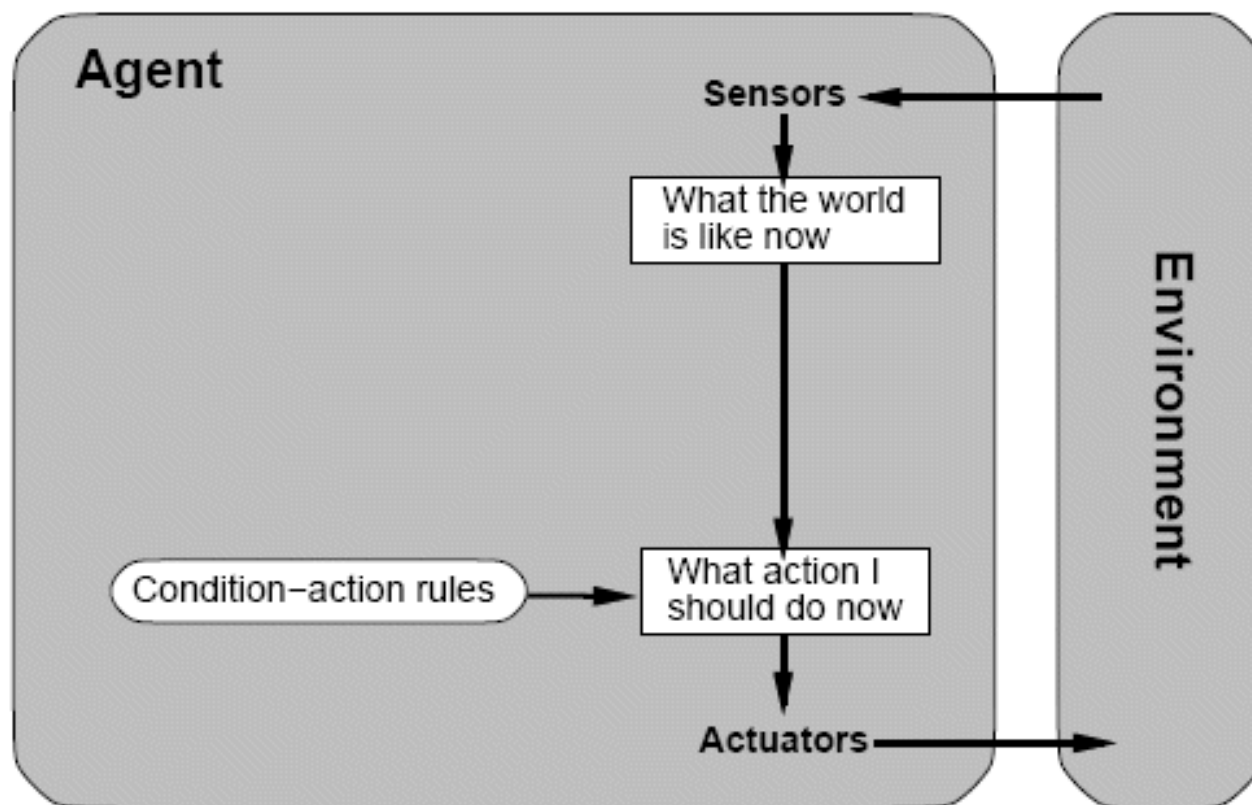
	Solitário	Gamão	Compras na internet	Condutor de táxi
Acessível ?	Sim	Sim	Não	Não
Determinístico ?	Sim	Não	Em parte	Não
Episódico ?	Não	Não	Não	Não
Estático ?	Sim	Semi	Semi	Não
Discreto ?	Sim	Sim	Sim	Não
Mono-Agente ?	Sim	Não	Sim exceto leilões	Não

- **O tipo de ambiente condiciona fortemente a construção do agente**
- **O mundo real é complicado:**
 - **parcialmente acessível**
 - **estocástico (não determinístico)**
 - **sequencial (não episódico)**
 - **dinâmico**
 - **contínuo**
 - **multi-agente**

- **Vamos estudar quatro tipos de agentes**
 - **Agentes reflexos simples**
 - **Agentes reflexos com estado interno**
 - **Agentes baseados no objetivo**
 - **Agentes baseados na utilidade**
- **Qualquer destes tipos pode evoluir para um agente com capacidade de aprendizagem**

- Considere um agente que caracteriza um sistema de ar condicionado. Este agente recebe uma percepção, que é uma estrutura cujos campos são temp_desejada e temp_ambiente.

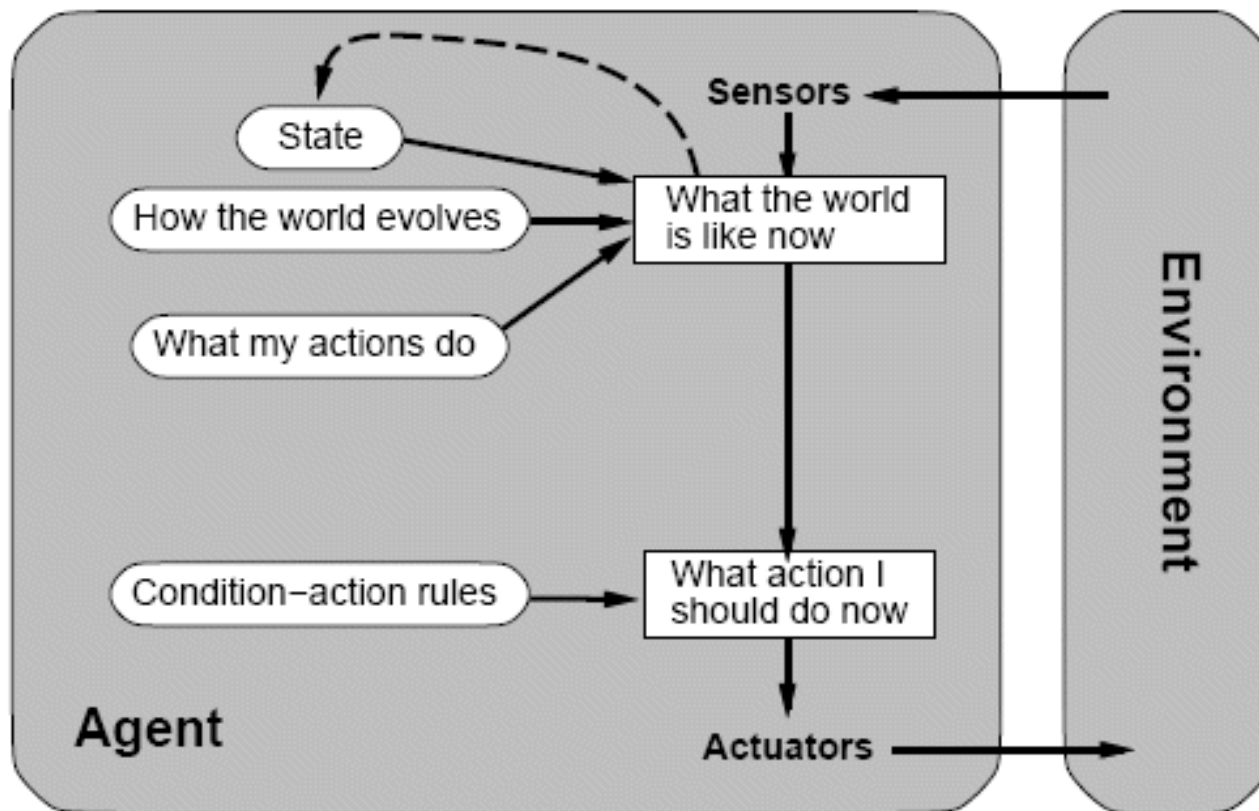
```
função agente_ar_condicionado( perc)
    se ( perc.temp_desejada < perc.temp_ambiente) então
        retorna arrefecer
    senão
        retorna aquecer
    fim se
fim função
```



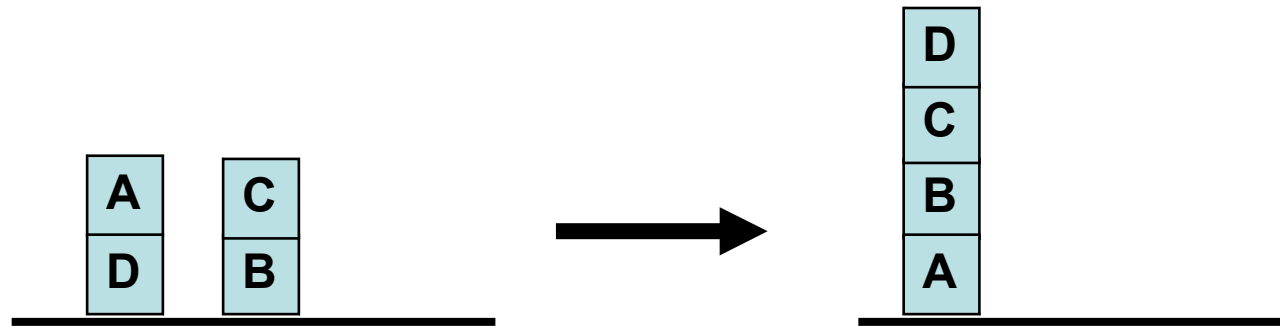
- Considere um agente que é um vendedor de bilhetes para um dado espetáculo com uma determinada lotação.
- Este agente pode vender bilhetes para crianças (VENDER-BILHETE-C) e adultos (VENDER-BILHETE-A), pelos preços de 5€ e 10€, respetivamente, desde que a lotação não esteja esgotada.
- Quando a lotação esgotar e alguém quiser comprar bilhetes o agente limita-se a dizer que a lotação está esgotada (LOTAÇÃO-ESGOTADA).
- Quando o agente recebe um telefonema do proprietário a ação do agente consiste em devolver um número inteiro correspondendo ao dinheiro que está em caixa.

- Considere um agente que faz a gestão de um parque de estacionamento, sabendo inicialmente a sua capacidade.
- A perceção recebida pelo agente permite-lhe saber se um automóvel vai entrar ou sair do parque.
- As ações possíveis são LEVANTAR-CANCELA-ENTRADA e LEVANTAR-CANCELA-SAIDA, para possibilitar a entrada e saída de automóveis, respetivamente, e ESPERAR, caso esteja um automóvel para entrar quando o parque está completo.
- Um automóvel que fique à espera vai tentar entrar novamente mais tarde.

- **Agentes que acompanham a evolução do mundo**
 - Os sensores não dão uma imagem completa do estado do mundo. O agente tem que manter informação interna de estado para distinguir entre estados diferentes que geram a mesma informação nos sensores.
 - É necessária informação sobre como as ações do agente afetam o mundo.



- Só se pode mover um bloco de cada vez
- Só se pode mover um bloco que não tenha outro por cima



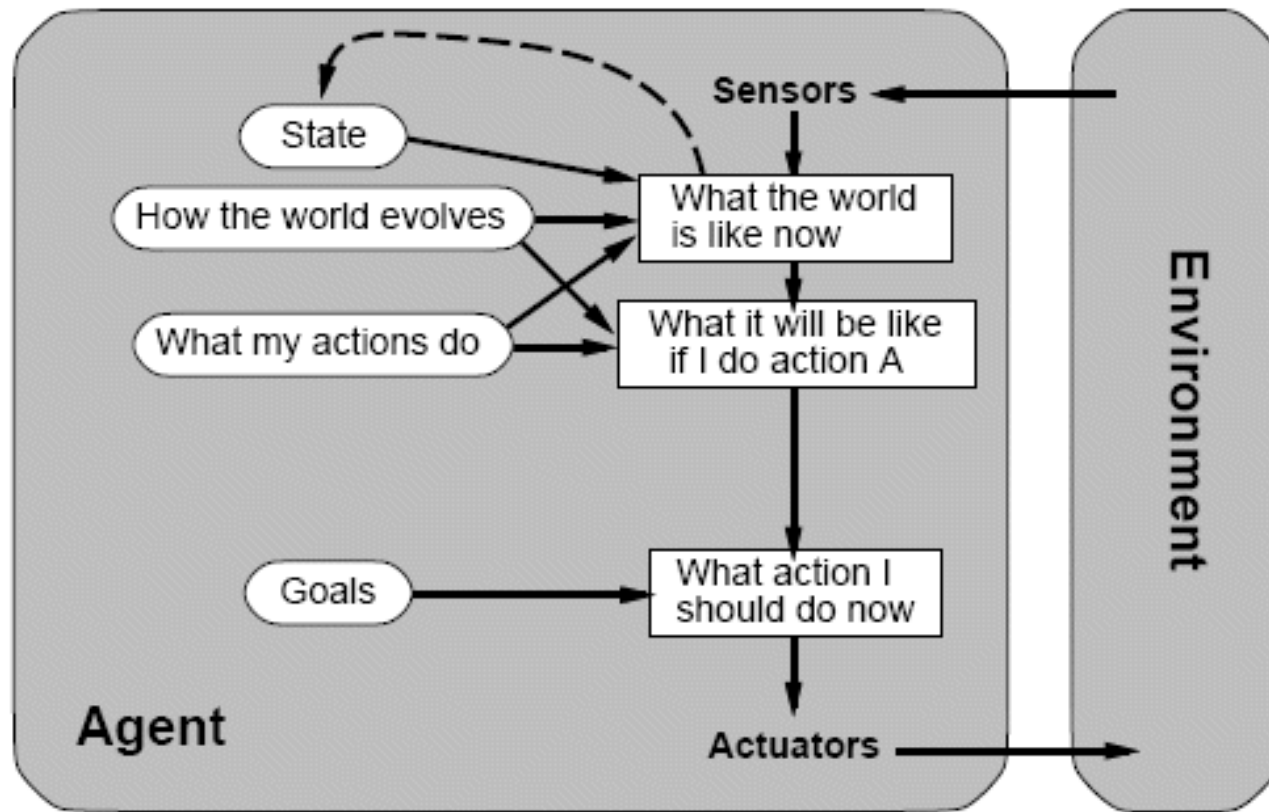
7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

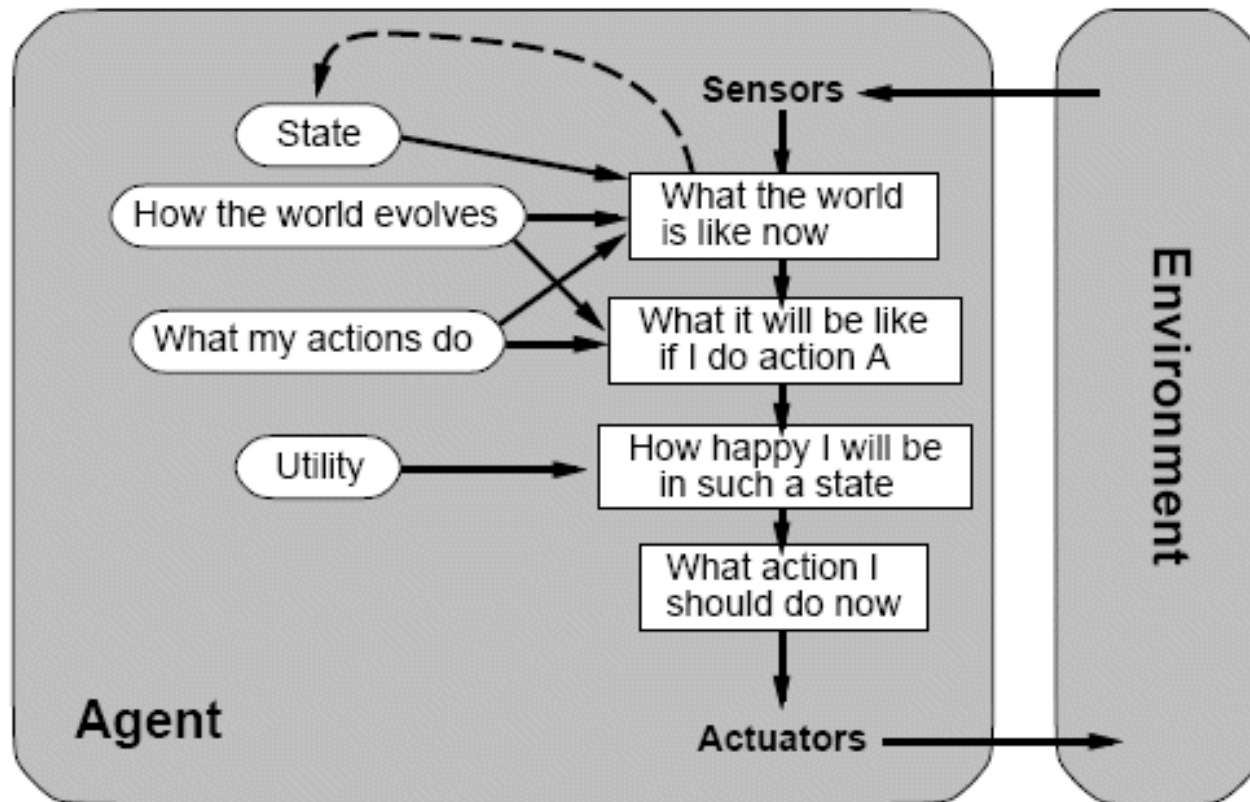
	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

- **O agente tem necessidade de saber quais são os seus objetivos, quais são as situações desejáveis, para poder escolher as ações que permitem atingir o objetivo.**
 - **Um condutor de táxi que não faz sempre o mesmo percurso. A ação a executar no cruzamento (virar à esquerda ou à direita) depende do objetivo atual**
- **Nota importante — o mecanismo de tomada de decisão é fundamentalmente diferente do anterior, porque envolve considerações sobre o futuro:**
 - **o que acontece se eu fizer isto?**
 - **isso permite-me atingir o meu objetivo?**



- Se um estado do mundo é preferível a outro, então tem utilidade mais elevada para o agente.
- A utilidade é uma aplicação de cada estado num número real, que descreve a satisfação associada a esse estado.
- **Vantagens:**
 - quando há objetivos contraditórios, dos quais só alguns podem ser atingidos, a função utilidade concretiza os compromissos apropriados
 - quando há vários objetivos que o agente pode ambicionar, nenhum dos quais pode ser atingido de certeza, a utilidade permite pesar a probabilidade de sucesso contra a importância dos objetivos



- O elemento de aprendizagem recebe do crítico um “feedback” acerca do seu próprio comportamento.
- O padrão de eficiência é EXTERIOR ao agente.
- O gerador de problemas sugere ações que permitam aumentar o conhecimento sobre o mundo -- APRENDER
- **Autonomia**
 - Um agente é autônomo na medida em que o seu comportamento depende fundamentalmente da sua experiência, e não do conhecimento que foi incorporado de origem
 - O agente aprende com a experiência

