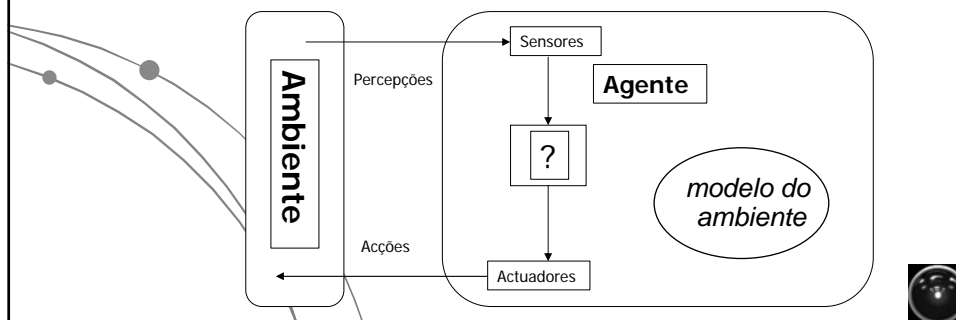


O que é um agente

- Em geral um agente é qualquer entidade que:
 - Percebe seu ambiente através de sensores (ex. câmaras, microfone, teclado, ...).
 - Age sobre ele através de actuadores (ex. vídeo, impressora, braços, rodas, ftp, ...)



O que é um agente? Definições formais

- Russel & Norvig 2004
Um agente é qualquer entidade que percebe seu ambiente e através de sensores actua sobre esse mediante actuadores. Um agente é racional quando realiza a menor acção possível a partir dos dados percebidos;
- Wooldridge 2004
Um agente inteligente é um sistema (hardware ou software) situado em um determinado ambiente, capaz de actuar de forma autónoma e racional dentro do ambiente para executar seus objectivos predeterminados;

O que é um agente? Definições formais

- River 1996
Um agente é um programa de computador que funciona em background, e desenvolve tarefas autónomas conforme delegadas pelo utilizador;
- Michael Coen 1996
Agentes são programas que desenvolvem diálogos, negociam e coordenam transferência de informações;
- Virdhagriswaran 1995
Os agentes apresentam conceitos de habilidade para execução autónoma e habilidade para executar raciocínio orientado ao domínio.



Exemplos de Agentes

- Agente humano
 - Sensores: Olho, ouvidos, pele, gosto, etc.
 - Actuadores: Mãos, pés, pernas, boca, etc.
 - Impulsionados pelos músculos.
- Agente robot
 - Sensores: Câmara, infravermelhos, pára-choques, etc.
 - Actuadores: pinças, rodas, luzes, etc.
 - Usualmente impulsionados por motores.
- Agente software
 - Sensores: Inputs
 - Actuadores: Outputs



Agente Racional (McCarthy & Hayes 69, Newell 81)

- Segue o princípio da racionalidade: *dada uma sequência perceptiva, o agente escolhe, segundo os seus conhecimentos, as acções que satisfazem melhor o seu objectivo.*
 - Racional NÃO É onisciente;
 - Racional NÃO É clarividente;
 - Racional NÃO É necessariamente bem sucedido;
 - Existem limitações de:
 - Sensores.
 - Actuadores.
 - Raciocinador (conhecimento, tempo, etc.).
 - Agir para obter mais dados perceptivos é racional.



Agente Racional (McCarthy & Hayes 69, Newell 81)

Mas, como avaliar um agente?



Medida de Desempenho

- Critério que define o grau de sucesso de um agente na realização de uma dada tarefa.
 - Esta medida deve ser imposta pelo exterior.
 - **Objectiva / Subjectiva.**
 - **Quantitativa / Qualitativa.**
 - **Momento de avaliação (antes / depois).**
 - **Melhor / Pior / Média.**



Medida de Desempenho

- Exemplo:
 - Ao atravessar uma rua deve-se observar se não vem carro das duas direcções, assim poderemos atravessar. Mas...
- Não podemos condenar um agente que falha por não levar em conta algo que ele não pode perceber ou por uma acção que ele não é capaz de tomar
- Agente que atravessa a rua sem olhar – não racional
- A acção correcta seria olhar porque maximiza o desempenho



Propriedades dos Agentes (Wooldridge e Jennings)

- Autonomia: agentes que operam sem a intervenção de humanos ou outros, e possuem algum tipo de controlo sobre as suas acções e estado interno;
- Pró Actividade: agentes que não se limitam a agir em resposta ao seu ambiente. Eles são capazes de tomar a iniciativa e exibir comportamento direccionado por objectivos;
- Reactividade: agentes que têm a percepção do seu ambiente e respondem rapidamente às alterações que nele ocorrem;
- Habilidade Social: agentes que são capazes de interagir com outros agentes (e possivelmente com humanos) através de uma dada linguagem de comunicação de agentes.

M. Wooldridge and N. R. Jennings. *Intelligent Agents: Theory and Practice*. In *Knowledge Engineering Review* 10(2), 1995.



Outras Propriedades Desejáveis

- Mobilidade. Capacidade de um agente se movimentar de um local para outro. Usualmente esta capacidade é mencionada no contexto de agentes de software e como tal a movimentação verifica-se no interior de uma rede de computadores.
- Conhecimento e Crença. Possuir conhecimento consiste em possuir uma colecção de informação dinâmica e capacidade de raciocínio sobre essa informação. Uma crença representa a noção actual que o agente possui sobre determinado facto. São geralmente dinâmicas, isto é, podem alterar o seu valor de verdade com o tempo.



Outras Propriedades Desejáveis

- **Intenções e Obrigações.** Intenções são objectivos de longo prazo do agente. Obrigações estão relacionadas com compromissos que o agente assumiu anteriormente.
- **Racionalidade.** Um agente agirá de forma a atingir os seus objectivos e não agirá de forma a impedir que esses mesmos objectivos sejam atingidos. Em cada instante, face ao seu conhecimento e de acordo com as suas capacidades tentará executar a melhor acção para cumprir esses objectivos.



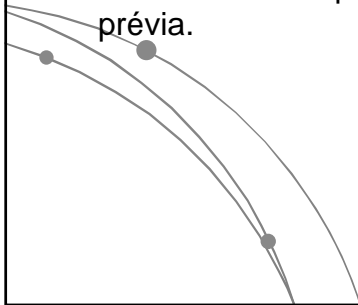
Outras Propriedades Desejáveis

- **Inteligência.** O estado de um agente é formalizado por conhecimento (i.e. crenças, objectivos, planos e assunções) e ele interage com outros agentes utilizando uma linguagem simbólica. Possui capacidade de raciocínio abstracto e de resolução de novos problemas e adaptação a novas situações.
- **Continuidade Temporal.** O agente é um processo que é executado continuamente ao longo do tempo (persistente).



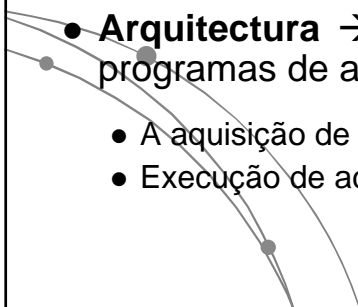
Outras Propriedades Desejáveis

- Carácter. O agente possui uma personalidade credível e eventualmente possui também um “estado emocional”.
- Aprendizagem. Capacidades de aprendizagem que fazem com que o agente adquira novo conhecimento e altere o seu comportamento baseado na sua experiência prévia.



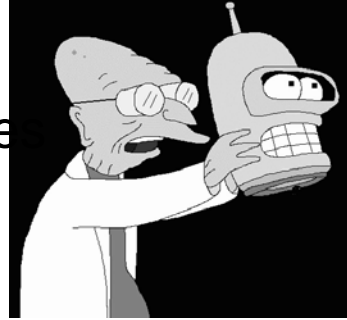
Estrutura de um Agente

- Agente = programa + arquitectura
- **Programa** → uma função que relaciona as percepções (entradas) do agente para acções (saídas).
- **Arquitectura** → suporte dado a execução dos programas de agente.
 - A aquisição de percepções (sensores)
 - Execução de acções no ambiente (actuadores)



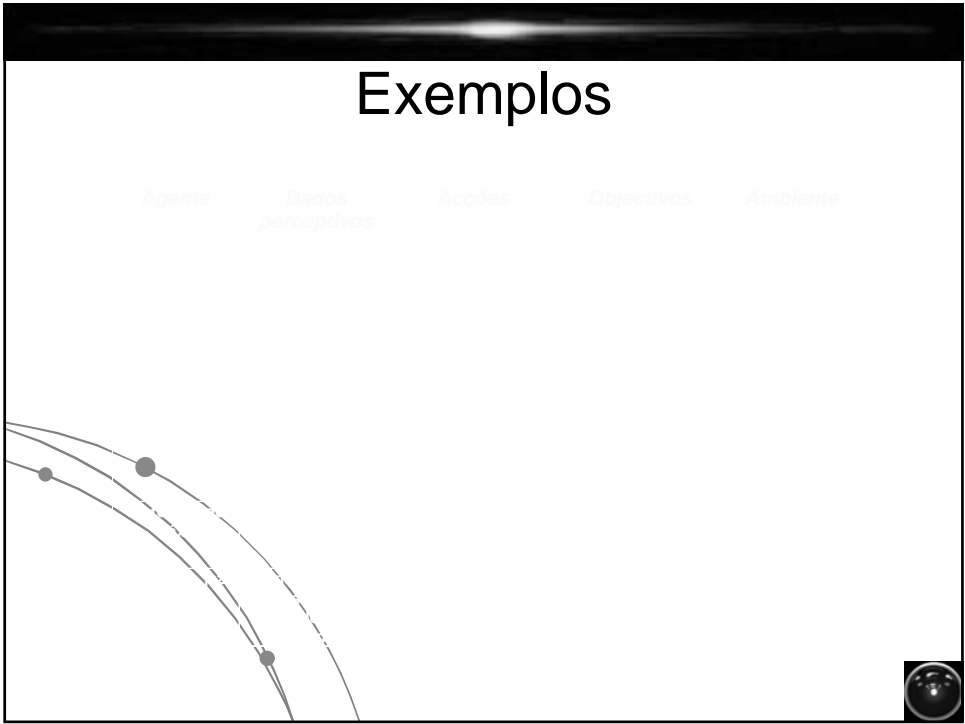
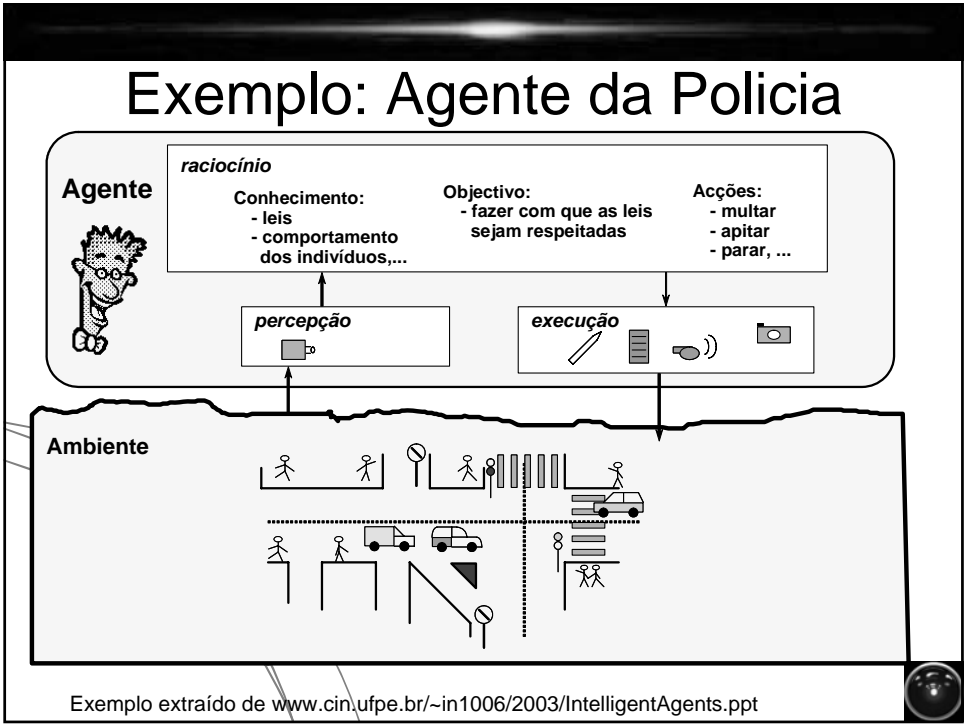
Agenda

- O que é um Agente
- Como Definir Agente
- Arquitectura dos Agentes



Definindo Agentes

- **P**ercepções → ● **P**ercepts
- **A**ccções → ● **A**ctions
- **O**bjectivos → ● **G**oals
- **A**mbiente → ● **E**nvironment



Ambiente

- Classes de Ambiente:
 - Físicos: Robots
 - Software: Softbot
- As propriedades do ambiente determinam em grande parte o projecto do agente.



Propriedades do Ambiente

- acessível x inacessível
 - É acessível quando os sensores do agente conseguem perceber o estado completo do ambiente.
 - Exemplo: Poker VS. Damas (Checkers)
- estático x dinâmico
 - É estático quando o ambiente não muda enquanto o agente está escolhendo a acção a realizar.
 - Exemplo Civilization II VS. Age of Empires
 - Semi-estático: o ambiente não muda enquanto o agente delibera, mas o "score" do agente muda.



Propriedades do Ambiente

- determinista x não-determinista

- É determinista quando o próximo estado do ambiente pode ser completamente determinado pelo estado actual e as acções seleccionadas pelo agente.

- Exemplo: Gamão (Backgammon) VS. Damas (Checkers)

- discreto x contínuo

- É contínuo quando as percepções e acções mudam em um espectro contínuo de valores.

- Exemplo: ABS (Anti-Block System) Vs. BlackJack



Propriedades do Ambiente

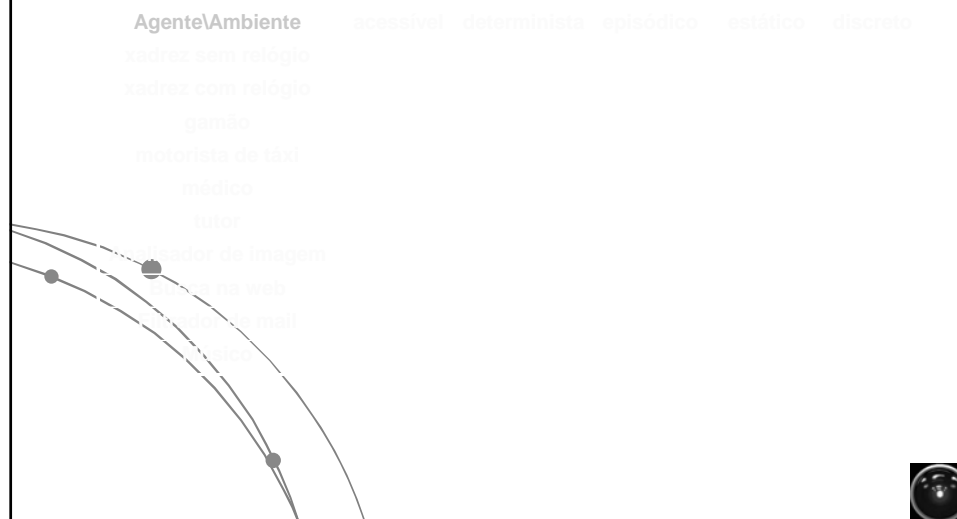
- episódico x não-episódico

- É episódico quando a experiência do agente é dividida em episódios. Cada episódio consiste em o agente perceber e então agir. Cada episódio não depende das acções que ocorreram em episódios prévios.

- Exemplo: Roleta vs Xadrez



Exemplos de Ambientes

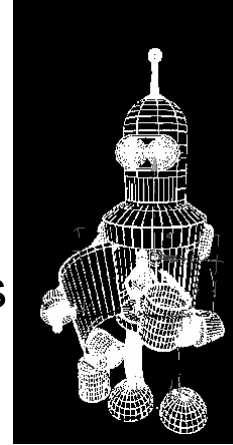


Outras Propriedades

- agente único x agentes múltiplos
 - Palavras cruzadas – agente único.
 - Xadrez – agentes múltiplos -> ambiente competitivo.
 - Conduzir um táxi – agentes múltiplos -> ambiente cooperativo.
 - A comunicação é necessária em multi-agentes.
- tamanho do ambiente
 - número de percepções, acções, objectivos.

Agenda

- O que é um Agente
- Como Definir Agentes
- Arquitectura dos Agentes



Algoritmo Básico de um Agente

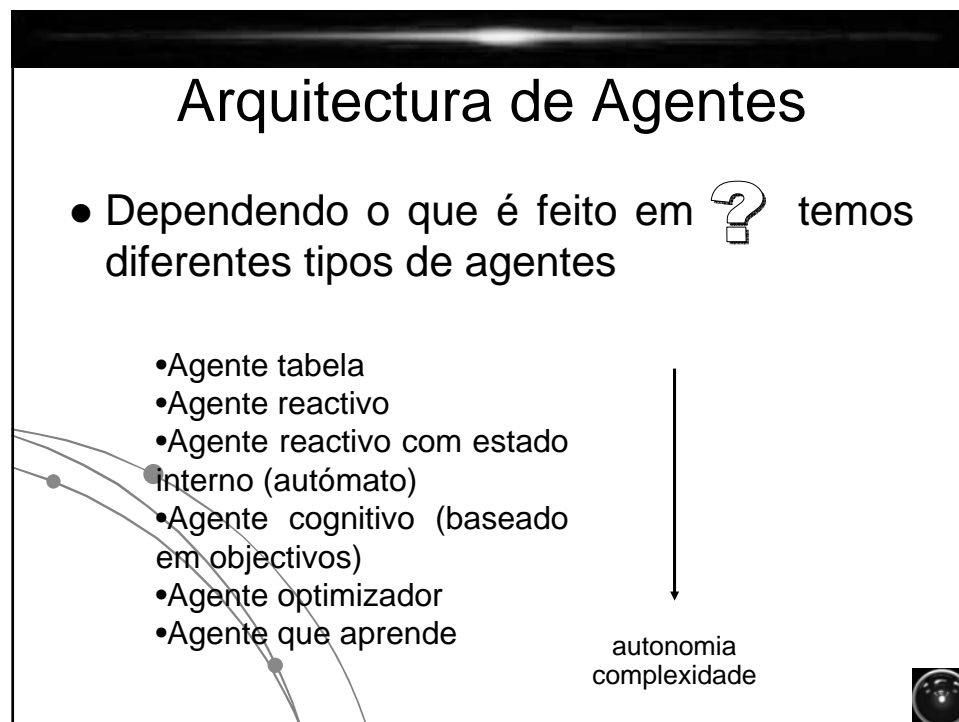
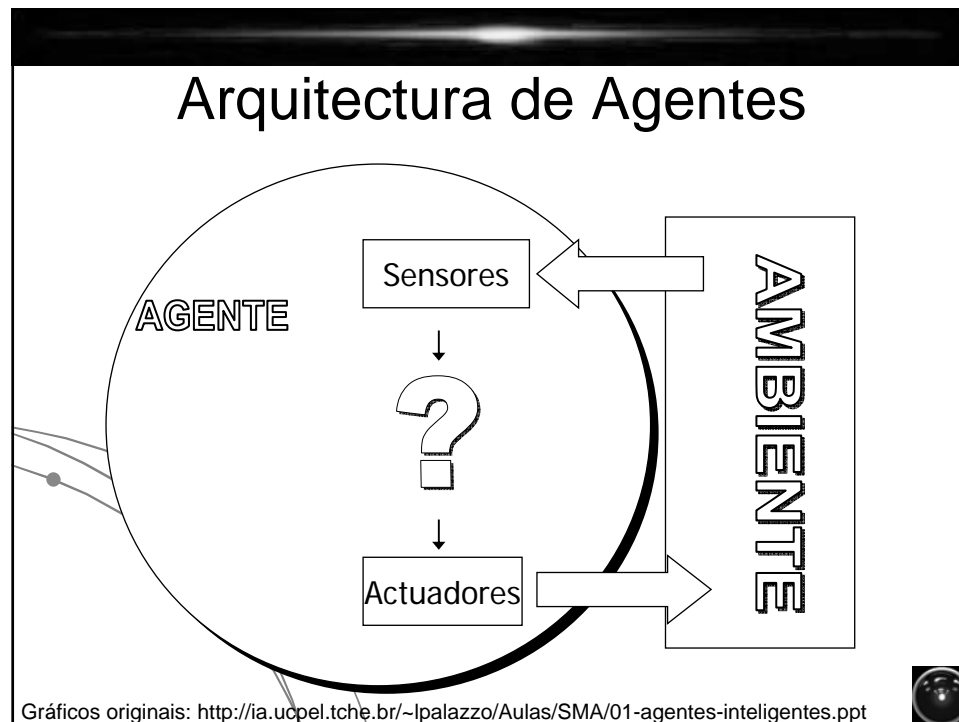
```
function ESQUELETO_DE_AGENTE(percepção):acção
  static: memória (memória do agente sobre o mundo)

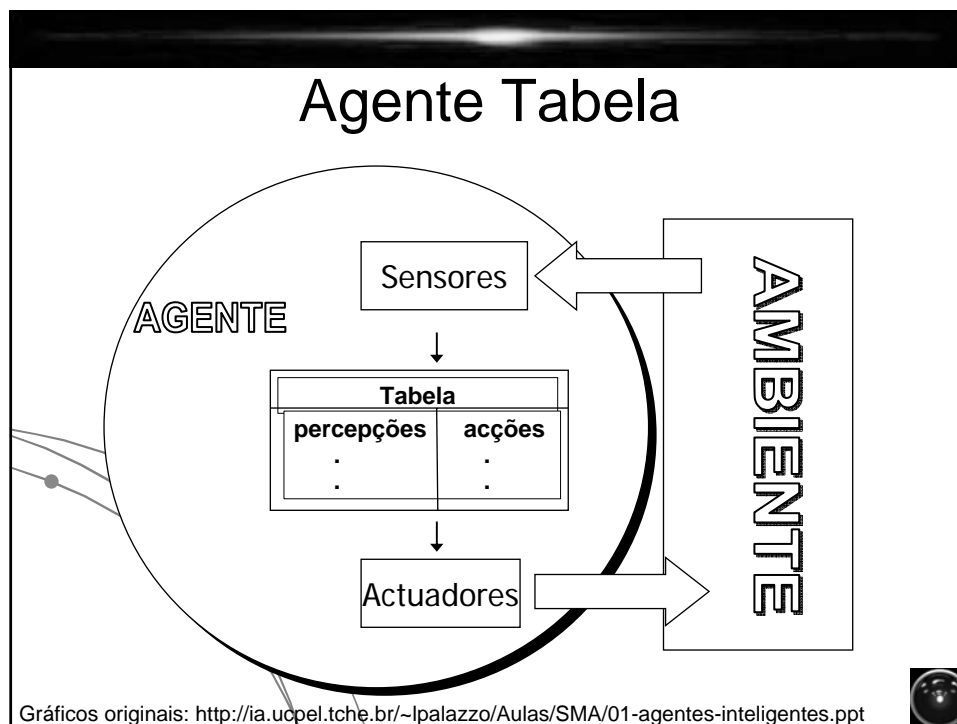
  memória ← ACTUALIZA_MEMÓRIA(memória, percepção)
  acção ← ESCOLHA_A_MELHOR_ACÇÃO(memória)
  memória ← ACTUALIZA_MEMÓRIA(memória, acção)

  return acção
```

- O agente percebe apenas uma coisa de cada vez e não uma sequência.
 - Deve decidir se armazena a sequência ou não.
- O objectivo não faz parte da “*template*” (medido externamente).







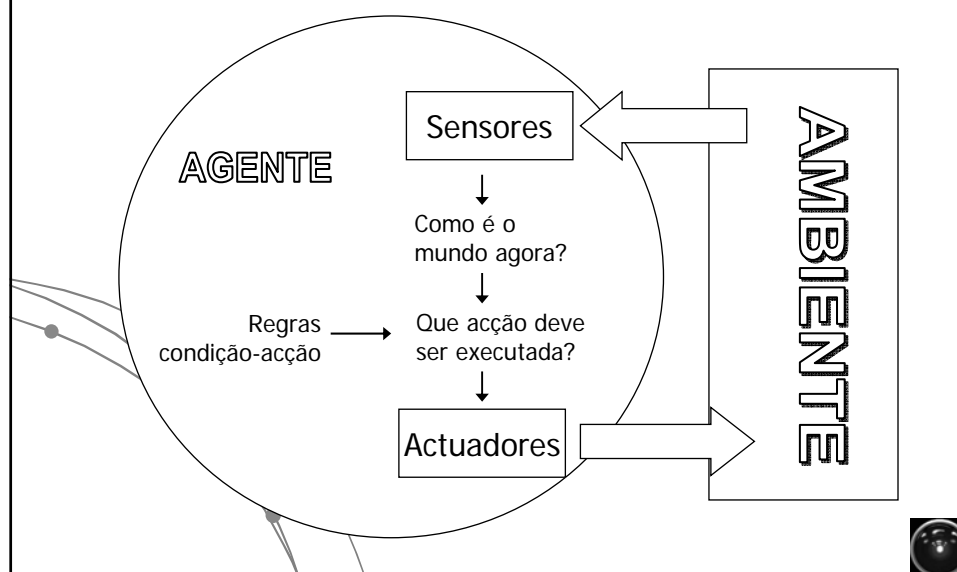
Agente Tabela

- Dada uma percepção simplesmente procura a resposta.
- Problemas
 - A tabela pode ser muito grande.
 - Ex.: um agente para jogar xadrez teria 35^{100} entradas.
 - Mesmo que fosse possível construí-la esta poderia levar muito tempo.
 - O agente não tem autonomia, pois as acções são derivadas do seu conhecimento interno (e não da sua experiência).
 - Uma troca inesperada no ambiente poderia resultar em falha.
 - Se for dado ao agente um mecanismo de aprendizagem para aumentar o grau de autonomia, ele poderá ficar aprendendo para sempre sem que todas as entradas da tabela sejam preenchidas.
- Ambientes
 - Acessível, determinista, episódico, estático, discreto e minúsculo!

Agente Reactivo

- A tabela perfeita / completa é totalmente inviável.
- É possível sumarizar a tabela usando:
 - Entradas/saídas comuns.
 - Pré processamento do sinal de entrada para identificar condições comuns.
- Usa regras de condição → acção
 - **Se** velocidade > 60 **então** multar

Agente Reactivo



Agente Reactivo

- Problemas

- A decisão do agente só depende da percepção actual.
- Muitas soluções não podem ser alcançadas se o agente não souber o que fez antes ou como o mundo era antes.
- Não pode armazenar uma sequência perceptiva, e tem pouca autonomia.
- Aplicabilidade restrita: funciona apenas se o ambiente for completamente observável.
 - Exemplo: Para carros sem luz central de freio, um agente reactivo não consegue determinar com uma única imagem se o carro da frente está fazendo sinal de mudança de direcção, alerta ou freio.

- Ambientes

- Reflexo imprescindível em ambientes dinâmicos
- Acessível, episódico, pequeno



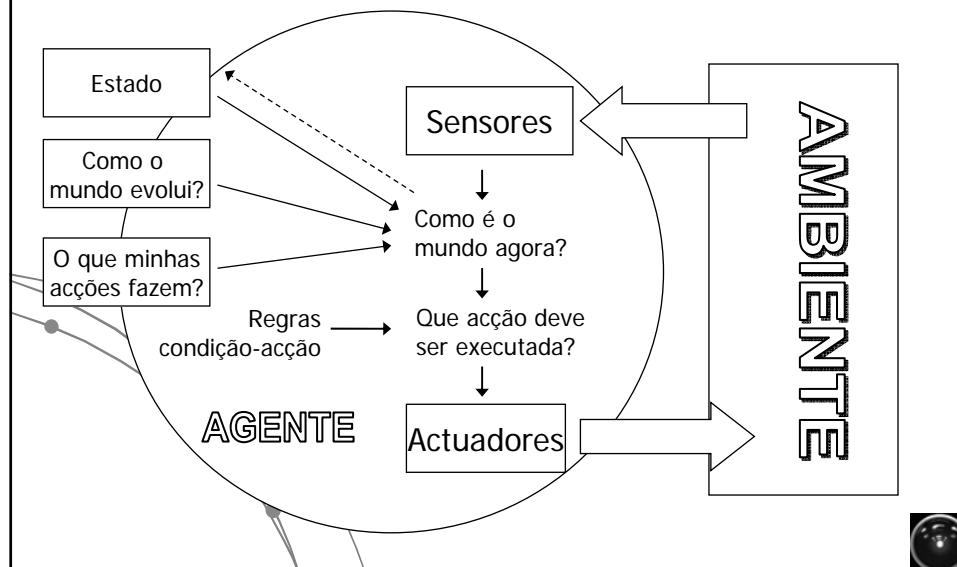
Agente Reactivo com Estado Interno

- O estado actual é dado em função do estado anterior (histórico) e do que foi percebido no ambiente.
- O agente tem um **estado interno** com as informações colectadas do ambiente.
- Dois tipos de conhecimento são necessários para actualizar a memória do agente (modelo do mundo):

- Como o ambiente evolui independente do agente
 - Um carro que está ultrapassando em geral estará mais perto do que estava um instante antes.
- Como as acções do próprio agente afectam o mundo
 - Se o agente virar o volante à direita, o carro irá virar para a direita.



Agente Reactivo com Estado Interno



Agentes Reactivos com Estado Interno

● Problemas

- Conhecer os estados do ambiente não é suficiente para tomar uma boa decisão.
- Exemplo: o agente Motorista de Táxi chega a um cruzamento com três caminhos, qual será a direcção que deve escolher?
 - simplesmente reagir não dá, existem três reacções possíveis
 - saber do passado do ambiente também não ajuda a decidir qual o caminho
- A decisão depende apenas do destino que o táxi está tentando chegar.

● Ambientes

- determinista e pequeno

Agente Cognitivo (baseado em objectivo)

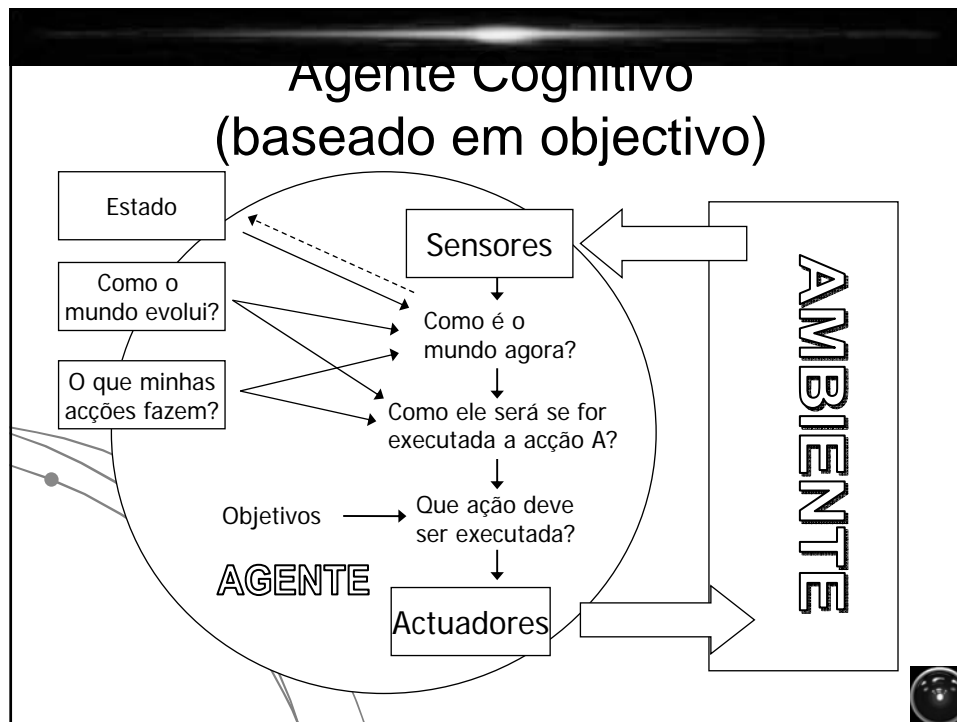
- O agente precisa de algum tipo de informação sobre o seu objectivo.
 - Objectivos descrevem situações desejáveis. Ex.: estar no destino.
- Combinando informações sobre:
 - O objectivo do agente.
 - Os resultados de suas acções.
- O agente pode escolher acções que alcancem o objectivo.
- A selecção da acção baseada em objectivo pode ser:
 - Directa: quando o resultado de uma única acção atinge o objectivo.
 - Mais complexa: quando será necessário longas sequências de acções para atingir o objectivo.



Agente Cognitivo (baseado em objectivo)

- Para encontrar sequências de acções que alcançam os objectivos
 - Algoritmos de **Busca (procura)** e **Planeamento**.
- A tomada de decisão envolve a consideração do futuro.
 - “O que acontecerá se eu fizer isso ou aquilo?”
 - “O quanto isso melhorará o meu desempenho?”
- Exemplos:
 - Objectivo: não bater no carro da frente.
 - Se o carro da frente pára, pela forma de funcionamento do mundo, a única acção que atinge o objectivo de não bater é também parar.





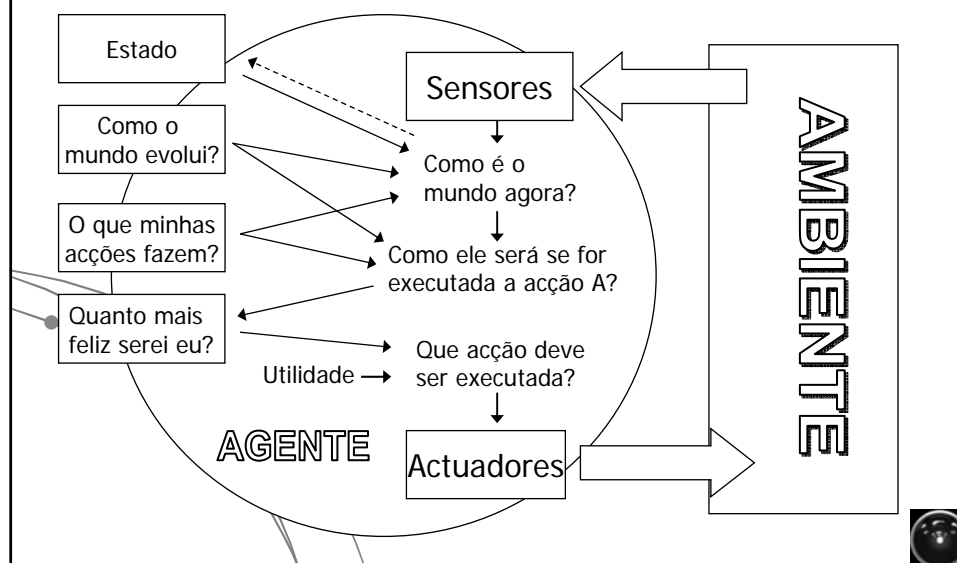
Agente Cognitivo (baseado em objectivo)

- Considerações / Problemas
 - O agente que funciona orientado a objectivos é mais flexível.
 - Agente reflexo → acções pré compiladas.
 - Agente p/ objectivo → pode alterar somente o objectivo sem necessidade de se reescrever as regras de comportamento.
 - Mais flexível – representação do conhecimento permite modificações
 - Ex.: Se começar a chover, todas as informações relevantes podem ser alteradas para se operar de forma eficiente.
 - Contudo, o objectivo não garante o melhor comportamento para o agente, apenas a distinção entre os estados, objectivos e não objectivos.
 - Exemplo: algumas alternativas de planeamento de acções futuras podem ser mais rápidas, seguras ou baratas que outras.
- Ambientes
 - Determinista.

Agente Optimizador

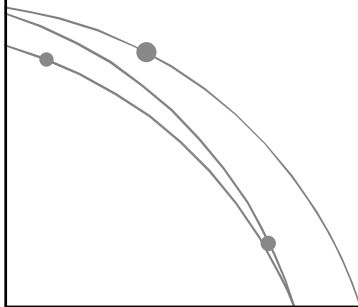
- Também chamado “baseado em utilidade”.
- Se um estado do mundo é mais desejável que outro, então ele terá maior utilidade para o agente.
- Utilidade é uma função que relaciona um estado para um número real, que representa o grau de satisfação com este estado.
- Nos casos onde existem objectivos conflitantes (velocidade x segurança) a utilidade pode determinar o peso adequado a cada objectivo.
- Qualquer agente racional deve se comportar como se possuísse uma função de utilidade, cujo o valor esperado ele tenta maximizar.
- (A origem da utilização da função de utilidade vem da teoria da decisão).

Agentes Optimizador



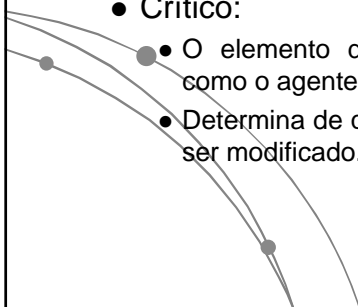
Agentes Optimizador

- Desvantagem
 - Não tem adaptabilidade
- Ambientes
 - sem restrição



Agentes que Aprendem

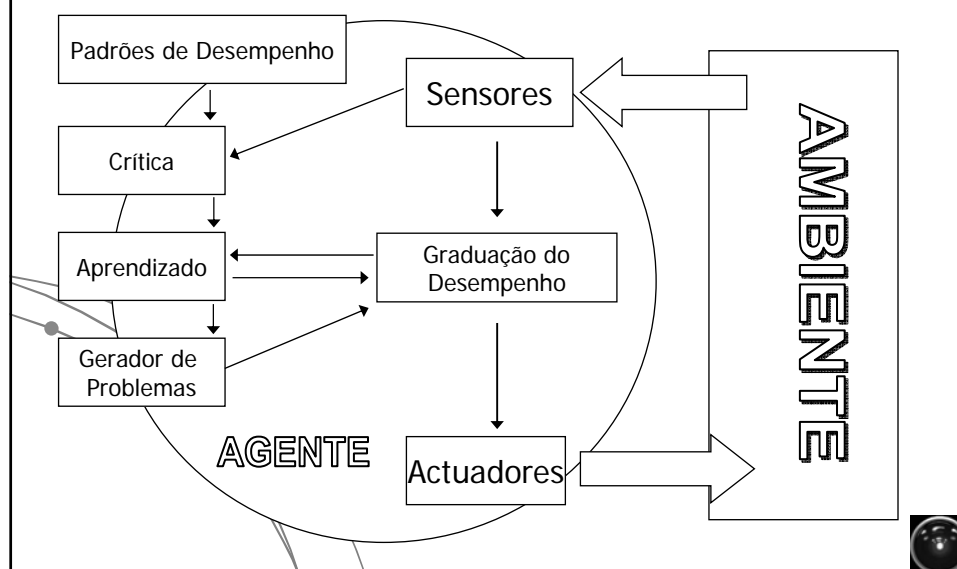
- Quatro componentes conceituais
 - Elemento de aprendizado:
 - Responsável pela execução dos aperfeiçoamentos.
 - Crítico:
 - O elemento de aprendizado “realimenta” o crítico sobre como o agente está funcionando.
 - Determina de que maneira o elemento de desempenho deve ser modificado.



Agentes que Aprendem

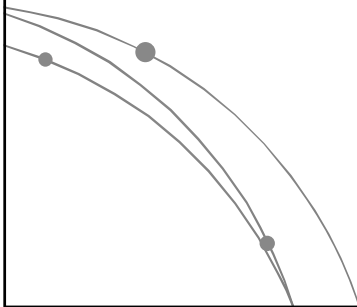
- Quatro componentes conceituais
 - Elementos de desempenho:
 - Responsável pela selecção de acções externas.
 - Antes visto como o agente completo – recebe percepções e decide sobre acções.
 - Gerador de problemas:
 - Responsável por sugerir acções que levarão a experiências novas e informativas.

Agentes que Aprendem



Agentes que Aprendem

- Ambientes
 - Sem restrição.



Agentes Inteligentes

- Constituem um paradigma especialmente adequado para a modelagem de sistemas de IA.
- A racionalidade dos agentes é o seu principal atributo e corresponde ao seu componente inteligente.
- Apresentam-se em diferentes graus de complexidade e sempre são capazes de aprender.



Leituras

LIVROS

- Russel, Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Cap. 2.
- Costa, Simões, *Inteligência Artificial. Fundamentos e Aplicações*. Cap 1.5, 2.1,3.1,4.1,5.1.

ARTIGOS

- *Intelligent Agents: Theory and Practice*. M. Wooldridge e N. R. Jennings. Knowledge Engineering Review 10(2), 1995.

<http://www.csc.liv.ac.uk/~mjlw/pubs/ker95.pdf>

FIM

