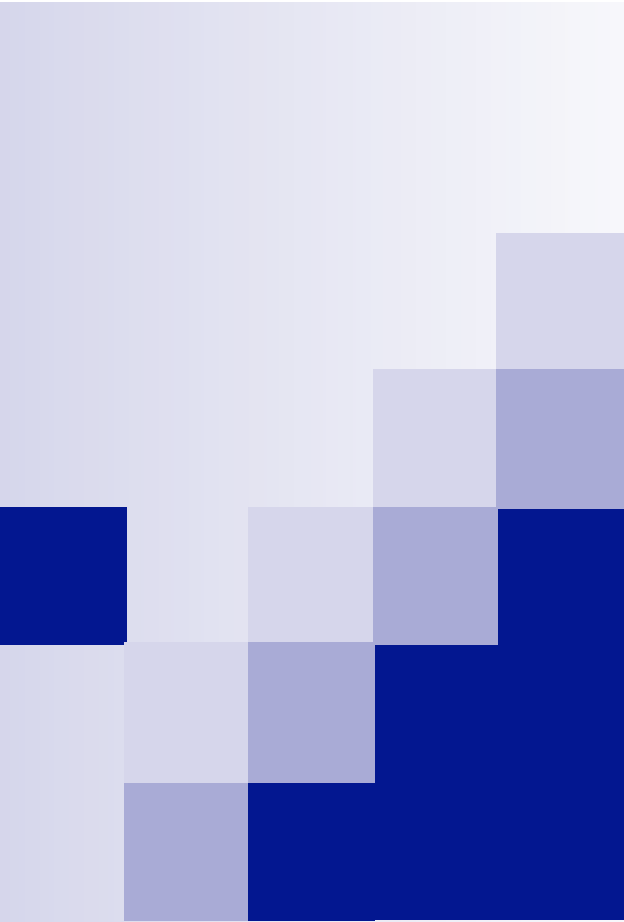
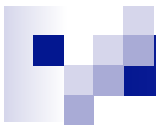




Agentes Inteligentes

Parcialmente adaptado de
<http://aima.eecs.berkeley.edu>



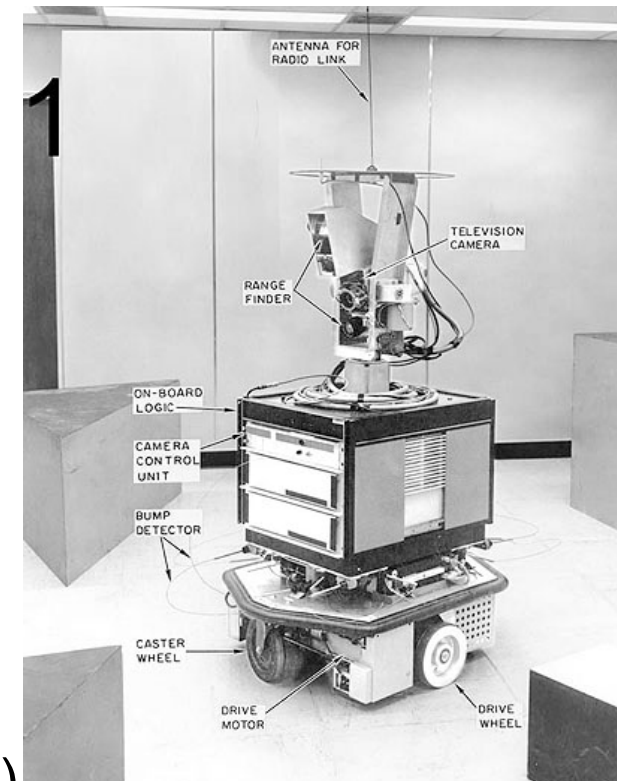
Resumo da matéria

- Agentes e ambientes
- Racionalidade
- PEAS
 - Performance measure
 - Environment
 - Actuators
 - Sensors
- Tipos de Ambientes
- Tipos de Agentes
- Tipos de Arquitecturas

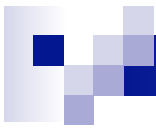
Agentes



- Um agente é qualquer entidade que percebe o seu ambiente através de sensores e age nele através de actuadores
- Agente biológico
 - Sensores: olhos, ouvidos, pele, etc.
 - Actuadores: mãos, pernas, boca, etc.
- Agente robótico
 - Câmaras e sensores de proximidade
 - Actuadores: diversos motores
- Agente computacional (software, vida artificial)
 - Sensores: teclado, rato, ligações TCP
 - Actuadores: ecrã, placa de controlo, drive disco, enviar email, etc.



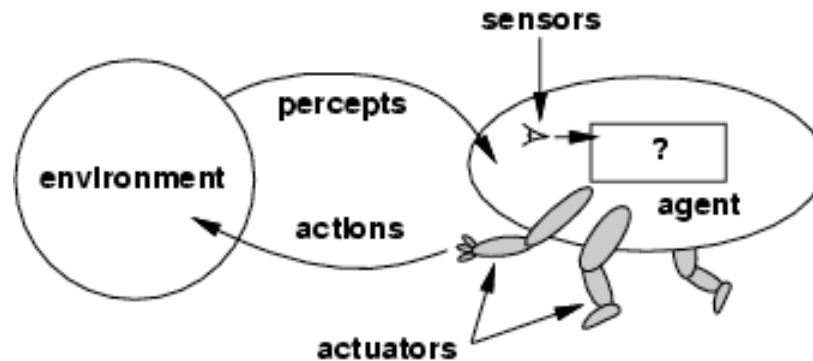
[Shakey \(SRI International\)](#)
[Vídeo](#)



Características dos agentes

- Corpo
- Localização
 - Existem no espaço e no tempo
- Capacidades
 - Sensores e Actuadores
- Decisão
 - Deliberativa ou não

Agentes e ambientes



- A função agente mapeia histórias em acções:

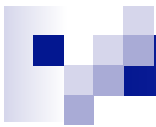
$$[acção: P^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

- O programa agente é executado numa arquitectura física para produzir acção
- agente = arquitectura + programa



Visão sistémica

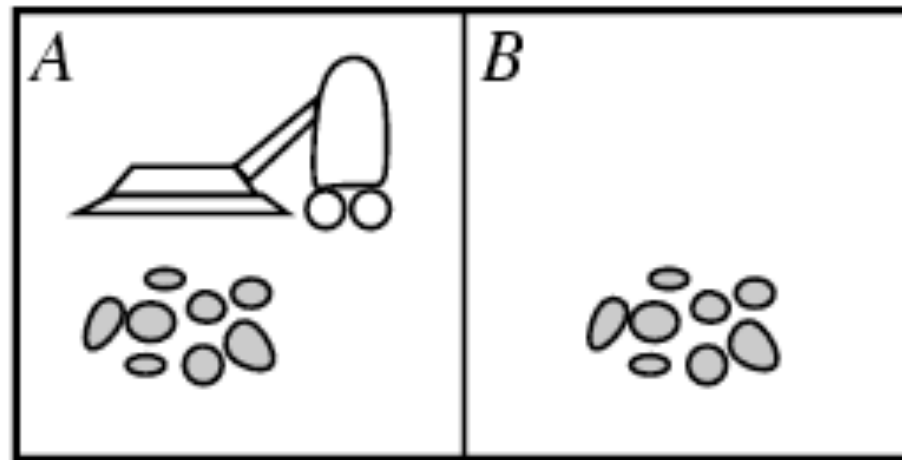
- Ambientes caracterizam-se por conjunto de estados $\mathcal{E}$
- Ambientes sofrem transições não deterministas
 $[ambiente: \mathcal{E} \times \mathcal{A} \rightarrow 2^{\mathcal{E}}]$
- Agente é constituído por duas funções
 $[percepção: \mathcal{E} \rightarrow \mathcal{P}]$
 $[acção: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}]$
- Agente implementa a função
 $[agente: \mathcal{E}^* \rightarrow \mathcal{A}]$



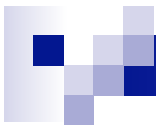
Propriedades dos agentes

- **Racionalidade**
 - Maximiza o seu desempenho em função da informação disponível
- **Reactividade**
 - Responde em tempo útil a mudanças do ambiente
- **Orientado pelos objectivos**
 - Tem iniciativa. Não se limita a reagir ao ambiente.
- **Comunicação**
 - Comunica com outros agentes
- **Autonomia**
 - Aprende e adapta-se de acordo com a experiência anterior
- **Mobilidade**
 - Capaz de se transportar de um local para outro (e.g. de máquina para máquina)
- **Carácter**
 - Tem estado emocional e sua própria personalidade (veracidade e benevolência)

O mundo do aspirador



- Percepções: localização e conteúdo (e.g. [A,Dirty])
- Acções: *Left*, *Right*, *Suck*, *NoOp*



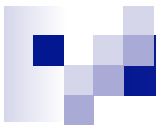
Um programa aspirador

História (seq. de percepções)	Acção
[A;Clean]	<i>Right</i>
[A;Dirty]	<i>Suck</i>
[B;Dirty] [B;Clean]	<i>Left</i>
[A;Clean], [A;Clean]	<i>Right</i>
[A;Clean], [A;Dirty]	<i>Suck</i>
...	...

```
function Agente-Aspirador-Reactivo( [location,status]) returns action
    if status = Dirty then return Suck
    else if location = A then return Right
    else if location = B then return Left
```

Qual é a função correcta ?

Pode ser implementada num programa agente?



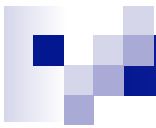
Agentes racionais

- Um agente deve “fazer aquilo que é correcto”, baseando-se no que percepçiona e nas acções que pode efectuar.
- A acção correcta é aquela que trará mais sucesso ao agente.
- Medida de desempenho
 - Critério objectivo que mede o sucesso do comportamento de um agente



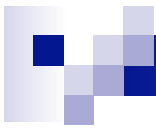
O aspirador...

- Medida de desempenho para o aspirador:
 - ☐ quantidade de sujidade limpa
(1 ponto por casa limpa)
 - ☐ tempo demorado
(1 ponto por cada casa limpa por unidade de tempo)
 - ☐ energia gasta
(1 ponto por cada casa limpa por unidade de tempo, menos 1 por movimento)
 - ☐ ruído
(1 ponto por cada casa limpa por unidade de tempo, menos 1 por movimento e 2 por aspiração)



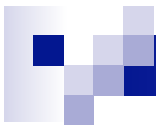
Definição de agente racional

- Um **agente racional** deve seleccionar a acção que maximiza o valor **esperado** da medida de desempenho, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e conhecimento que o agente tenha.
- Racionalidade $\neq$ onisciência (tudo saber)
- Racionalidade $\neq$ clarividência (tudo prever)
- Racionalidade $\neq$ bem sucedido
- Racionalidade pressupõe
 - Obtenção de informação e exploração
 - Aprendizagem
 - Autonomia



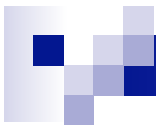
PEAS

- PEAS: Performance measure, Environment, Actuators, Sensors
- Deve-se especificar completamente a situação no desenho de um agente inteligente



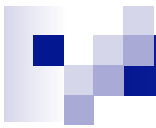
PEAS (Táxi Automático)

- Medida de desempenho
 - Segurança, rapidez, obediência às regras de trânsito, conforto, maximizar lucro
- Ambiente
 - Estradas, outro trânsito, peões, cliente, meteorologia, ...
- Actuadores
 - Volante, acelerador, travão, luzes, buzina, sintetizador/ecrã, ...
- Sensores
 - Câmaras, acelerómetros, instrumentos de bordo, sensores do motor, teclado, GPS



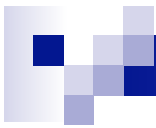
PEAS (Diagnóstico Médico)

- Medida de desempenho
 - Saúde do paciente, minimizar custos, processos em tribunal
- Ambiente
 - Paciente, hospital, pessoal
- Actuadores
 - Ecrã (questões, análises, diagnósticos, tratamentos)
- Sensores:
 - Teclado (sintomas, respostas do doente)



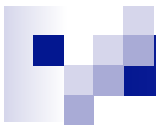
PEAS (Seleccção de peças)

- Medida de desempenho
 - Percentagem de peças nos receptáculos correctos
- Ambiente
 - Passadeira rolante com peças, receptáculos
- Actuadores
 - Braço robótico, garra
- Sensores:
 - Câmara e ângulos de rotação dos eixos



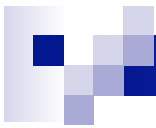
PEAS (Tutor interactivo de Inglês)

- Medida de desempenho
 - Maximizar a nota do estudante no teste
- Ambiente
 - Conjunto de estudantes
- Actuadores
 - Ecrã (exercícios, sugestões e correcções)
- Sensores:
 - Teclado



Tipos de Ambientes

- **Totalmente observável** (vs. parcialmente observável)
 - Os sensores do agente dão acesso ao estado completo do ambiente em cada instante de tempo.
- **Determinista** (vs. estocástico)
 - O estado seguinte do ambiente é completamente determinado pelo estado corrente e pela acção executada pelo agente
 - Se o ambiente é determinista exceptuando-se as acções de outros agentes, então o ambiente é **estratégico**.
- **Episódico** (vs. sequencial)
 - A experiência do agente é dividida em episódios atómicos (percepção seguida de única acção), em que a escolha da acção depende apenas do próprio episódio.



Tipos de ambientes

- **Estático** (vs. dinâmico)

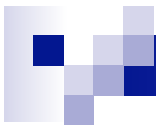
- ☐ O ambiente não se altera enquanto o agente delibera
- ☐ O ambiente é **semi-dinâmico** quando o ambiente não se altera com a passagem do tempo, ao contrário da medida de desempenho

- **Discreto** (vs. contínuo)

- ☐ Um número limitado de acções e percepções, e claramente definidos.

- **Agente único** (vs. multi-agente)

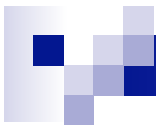
- ☐ Agente a operar sozinho no ambiente.



Tipos de ambiente

	Solitário	Xadrez	Táxi
Total. Observável	Sim	Sim	Não
Determinista	Sim	Estratégico	Não
Episódico	Não	Não	Não
Estático	Sim	Sim	Não
Discreto	Sim	Sim	Não
Agente único	Sim	Não	Não

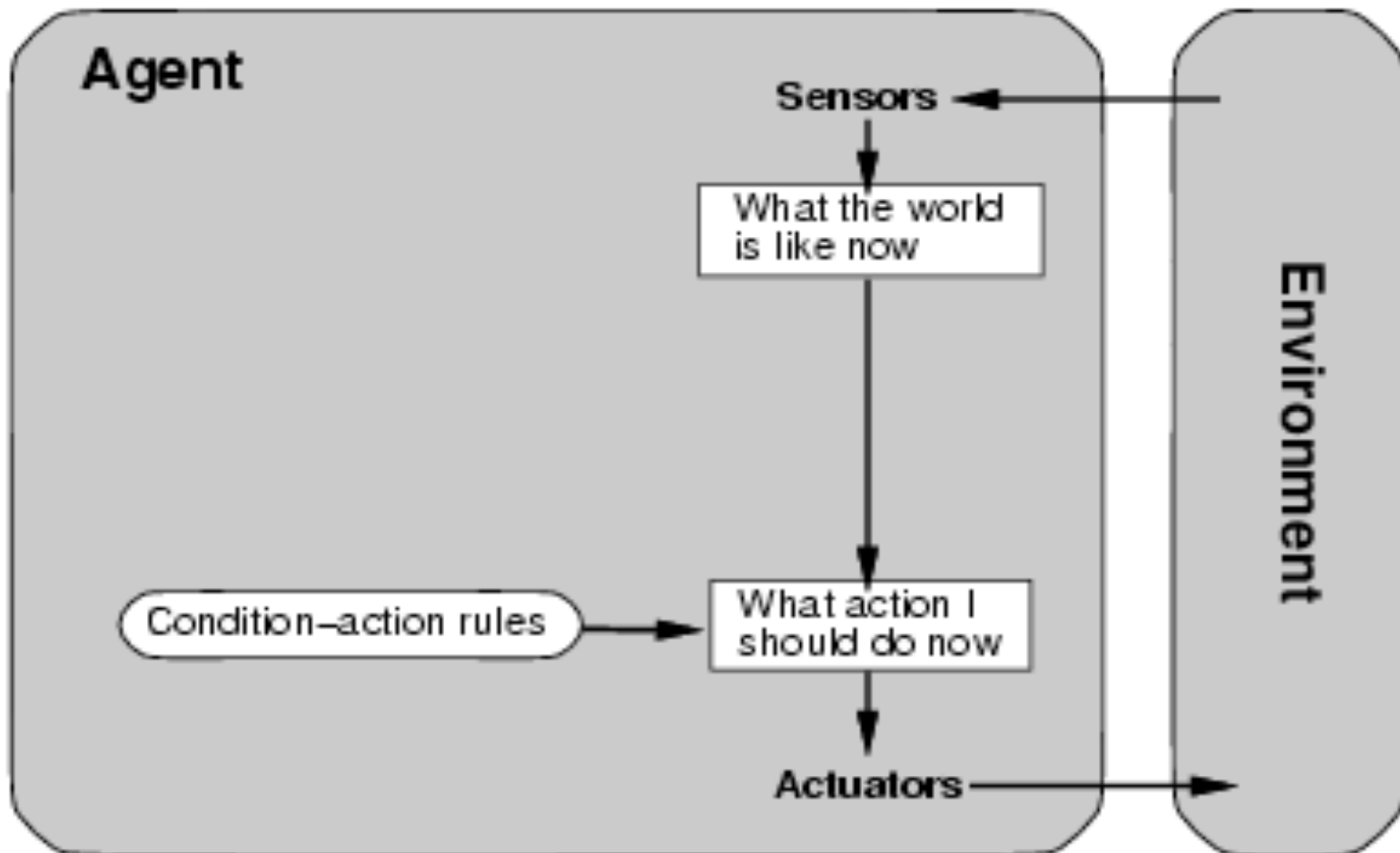
- O tipo de ambiente influencia grandemente o desenho do agente
- A realidade é parcialmente observável, estocástica, sequencial, dinâmica, contínua e multi-agente



Tipos de agentes

- Quatro tipos de agentes de generalidade crescente:
 - Agente reactivo puro
 - Agente reactivo com memória
 - Agente deliberativo com objectivo
 - Agente deliberativo com função de utilidade

Agente reactivo puro





Programas Teleo-Reactivos (Nilsson)

- Sequência de regras de produção

- $c_1 \rightarrow a_1$

- $c_2 \rightarrow a_2$

- ...

- $c_n \rightarrow a_n$

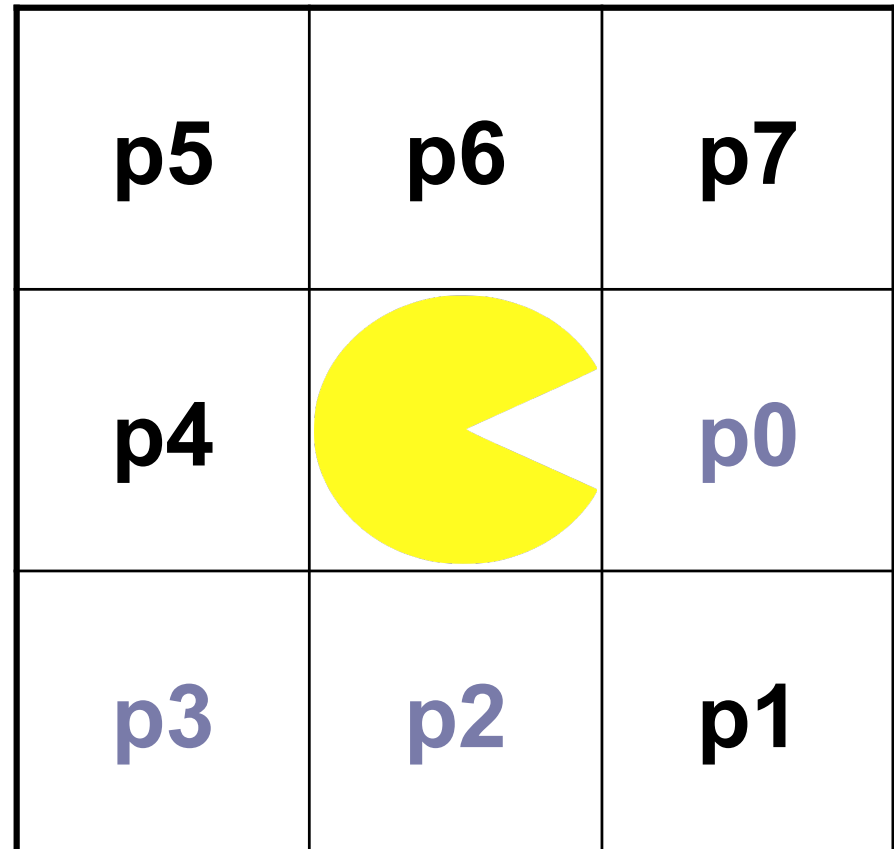
- Condições $c_1, \dots, c_n$ são conjunções de proposições booleanas

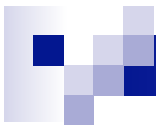
- Acções $a_1, \dots, a_n$ são acções a executar

- Executa-se a primeira regra cuja condição é verdadeira

Agente segue paredes

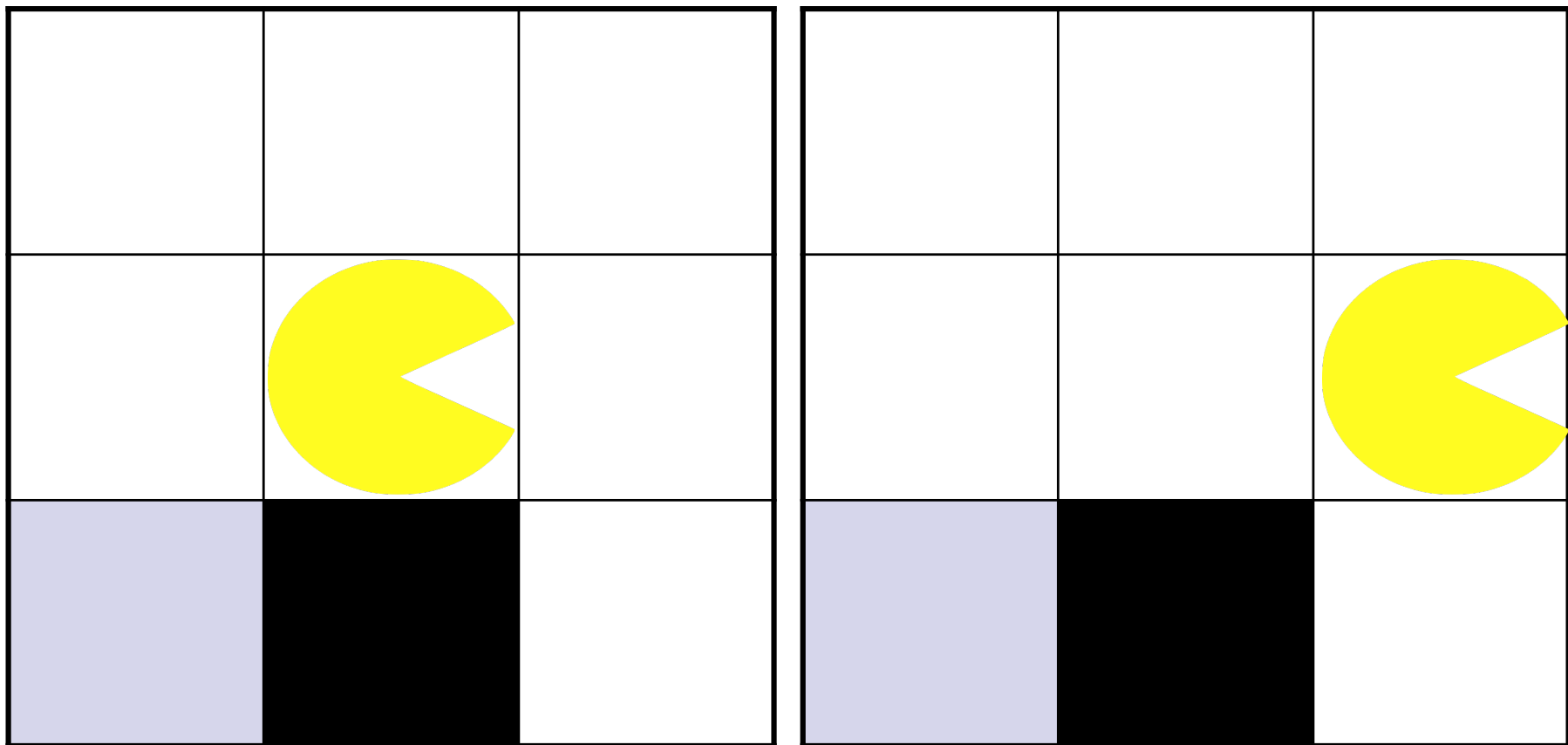
- $\neg p0 \wedge p2 \rightarrow \text{Move}$
- $\neg p2 \wedge p3 \rightarrow \text{Right}$
- $p0 \rightarrow \text{Left}$
- $\text{True} \rightarrow \text{Move}$

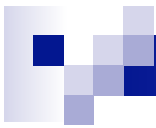




Interpretação das regras

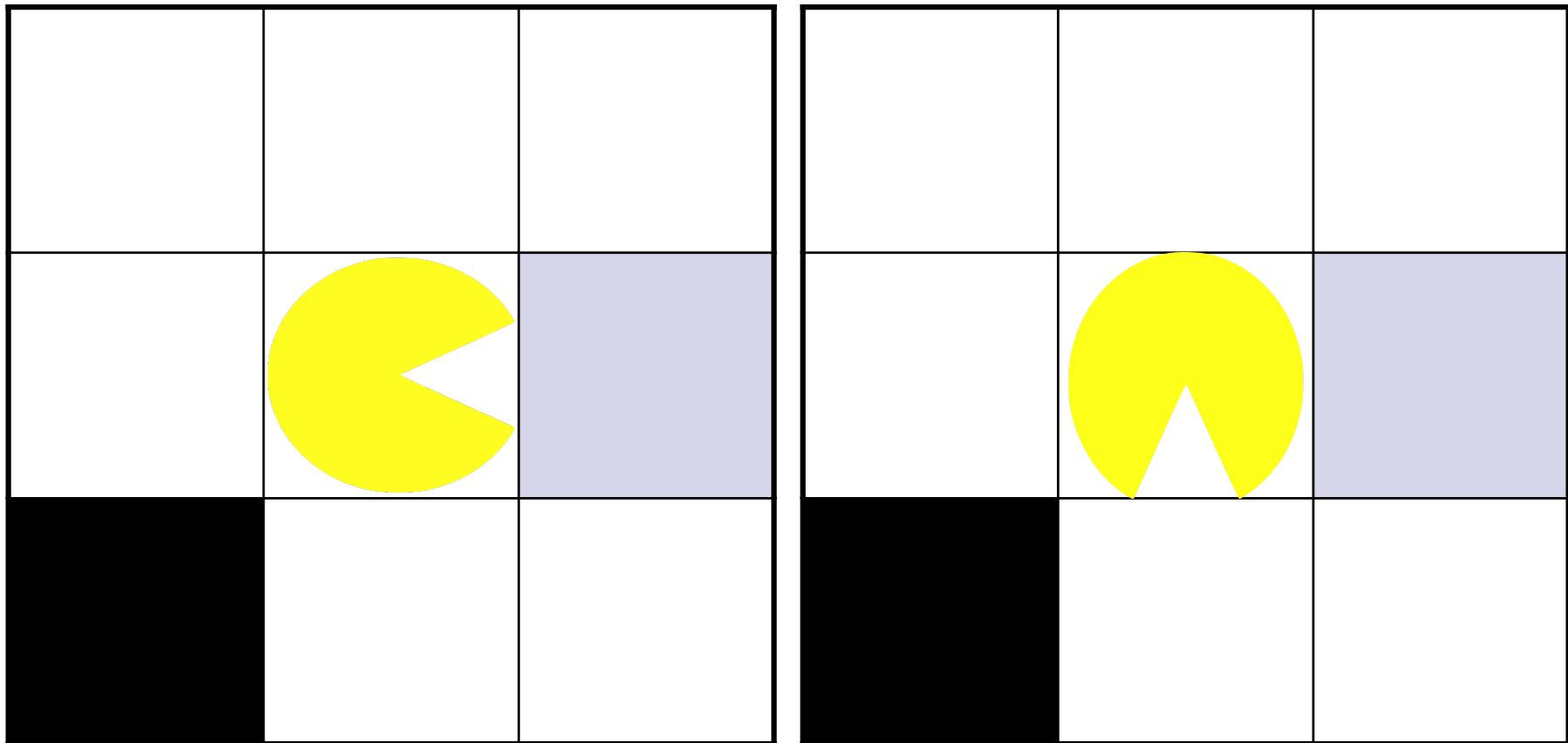
$\neg p0 \wedge p2 \rightarrow \text{Move}$

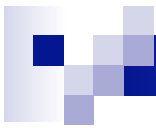




Interpretação das regras

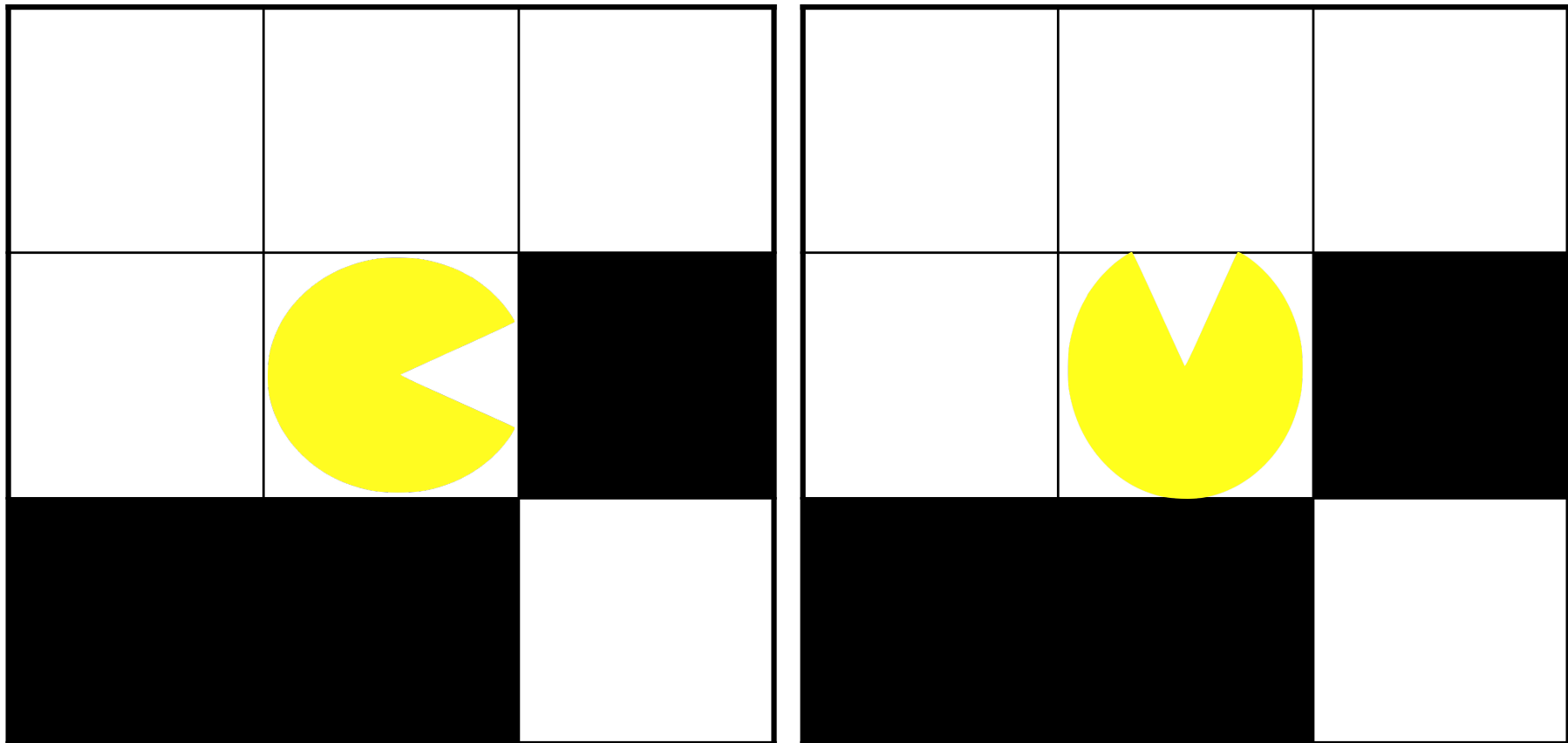
$$(p0 \vee \neg p2) \wedge (\neg p2 \wedge p3) \rightarrow \text{Right}$$



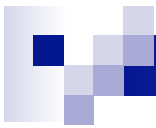


Interpretação das regras

$$(p0 \vee \neg p2) \wedge (p2 \vee \neg p3) \wedge p0 \rightarrow \text{Left}$$

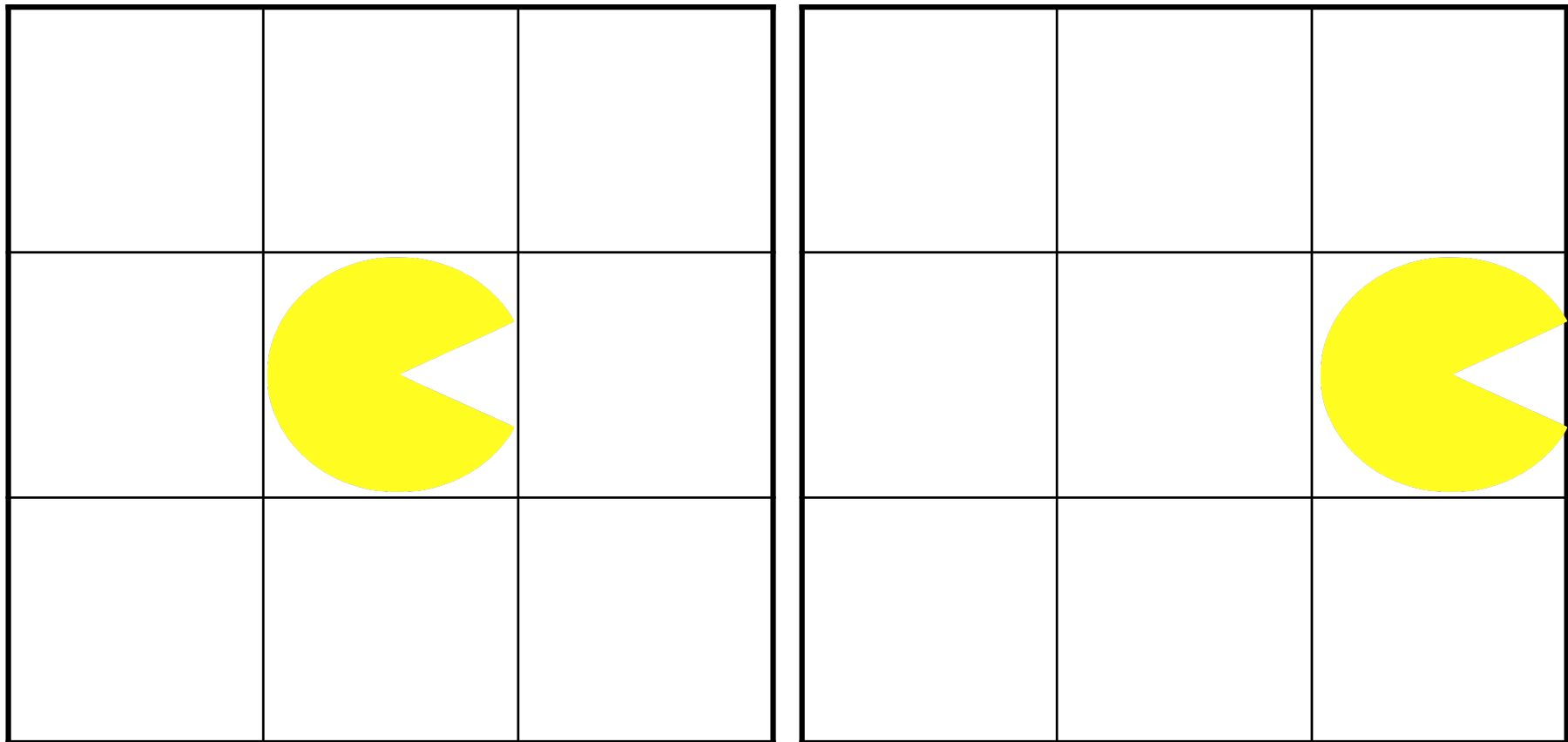


Esta regra pode disparar em duas outras situações. Quais são elas ?



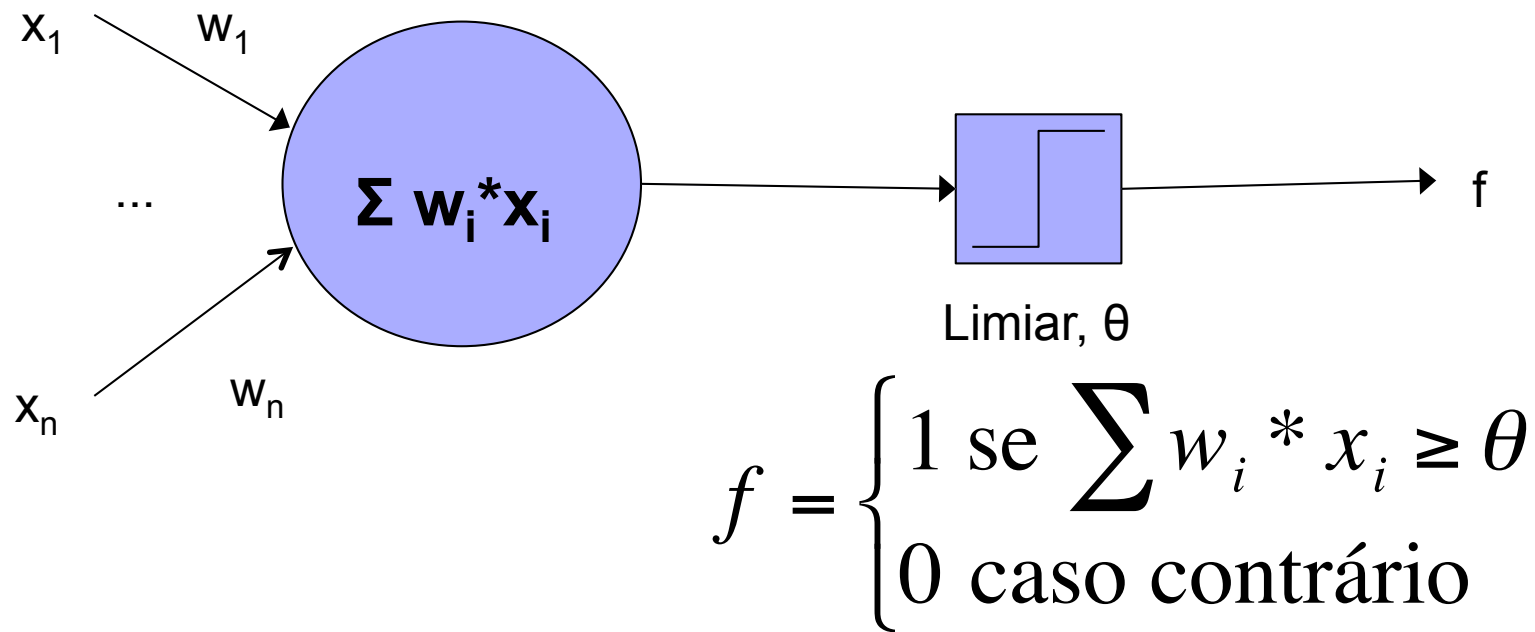
Interpretação das regras

$(p0 \vee \neg p2) \wedge (p2 \vee \neg p3) \wedge \neg p0 \rightarrow \text{Move}$



Implementação conexcionista

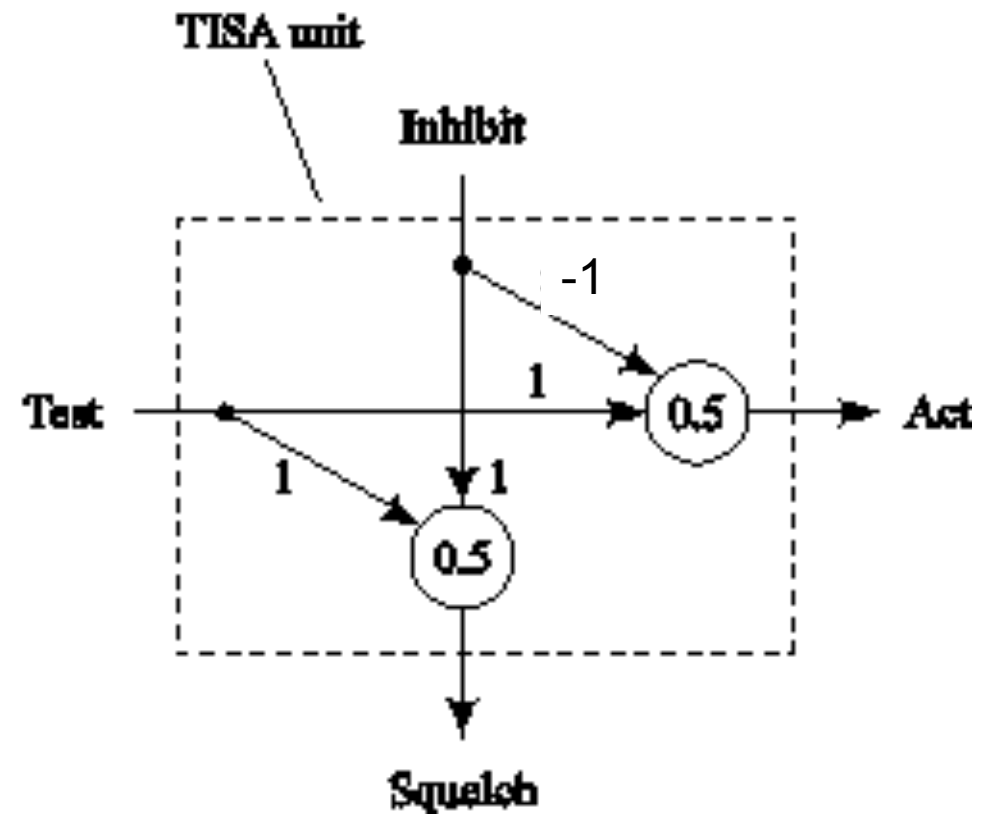
- Os programas teleo-reactivos podem ser facilmente implementados com Threshold Logic Units (Neurónios McCulloch & Pitts)!



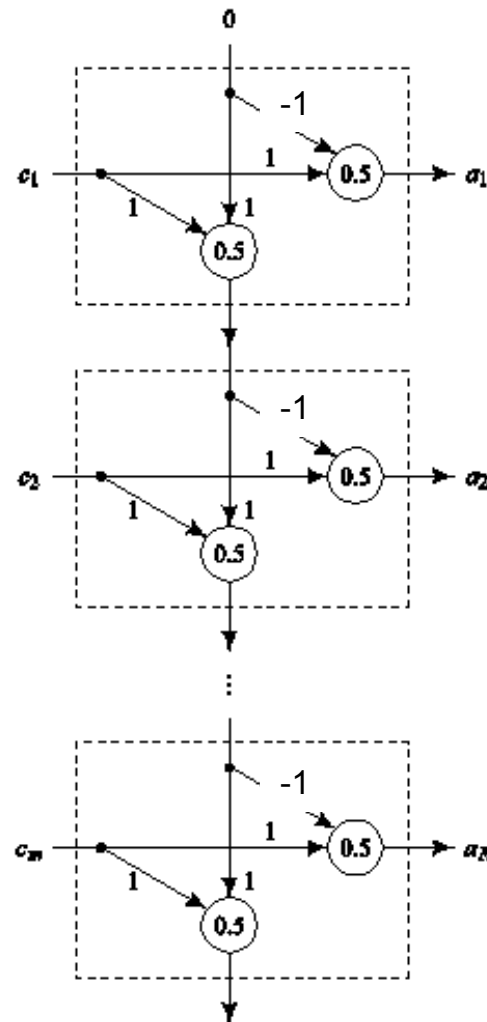
Solução de Katz (TISAs)

■ Unidades TISA

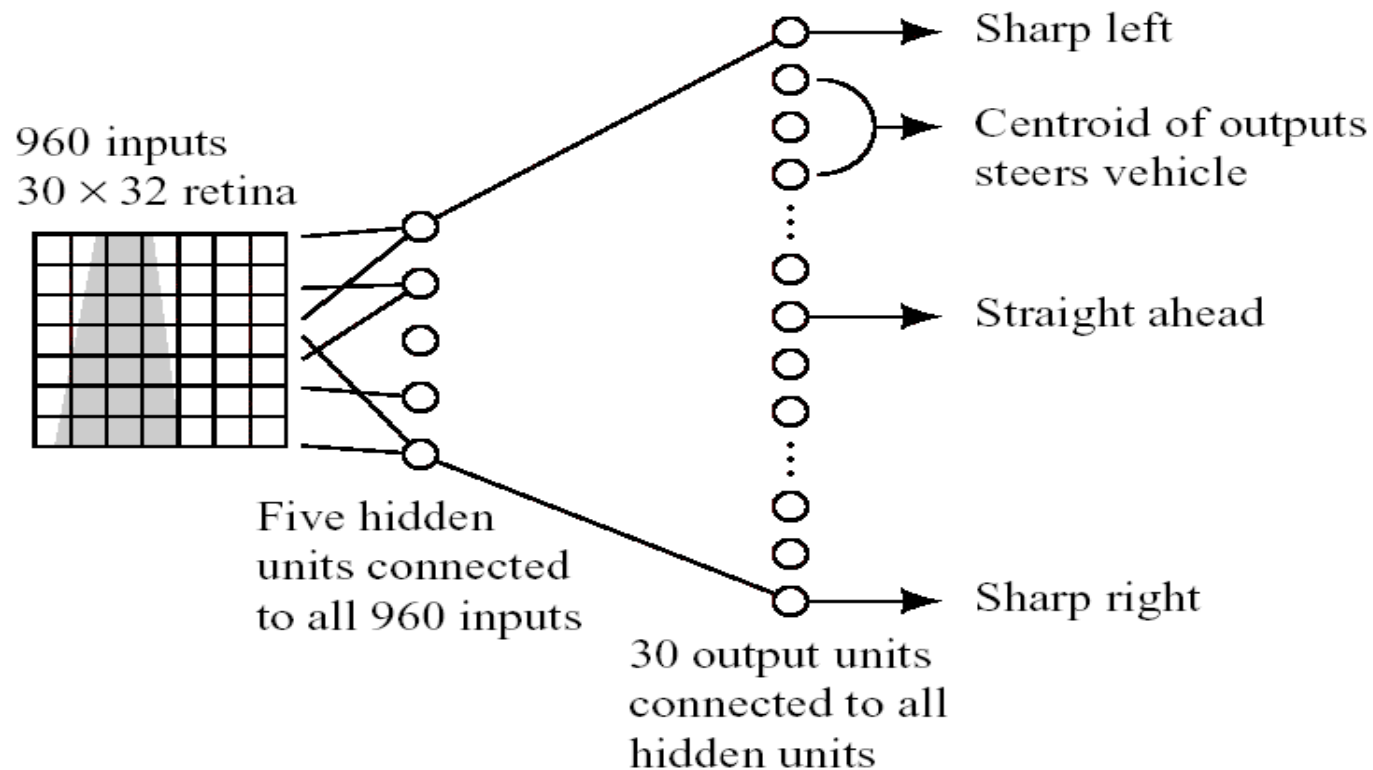
- ☐ Testar
- ☐ Inibir
- ☐ Silenciar
- ☐ Actuar



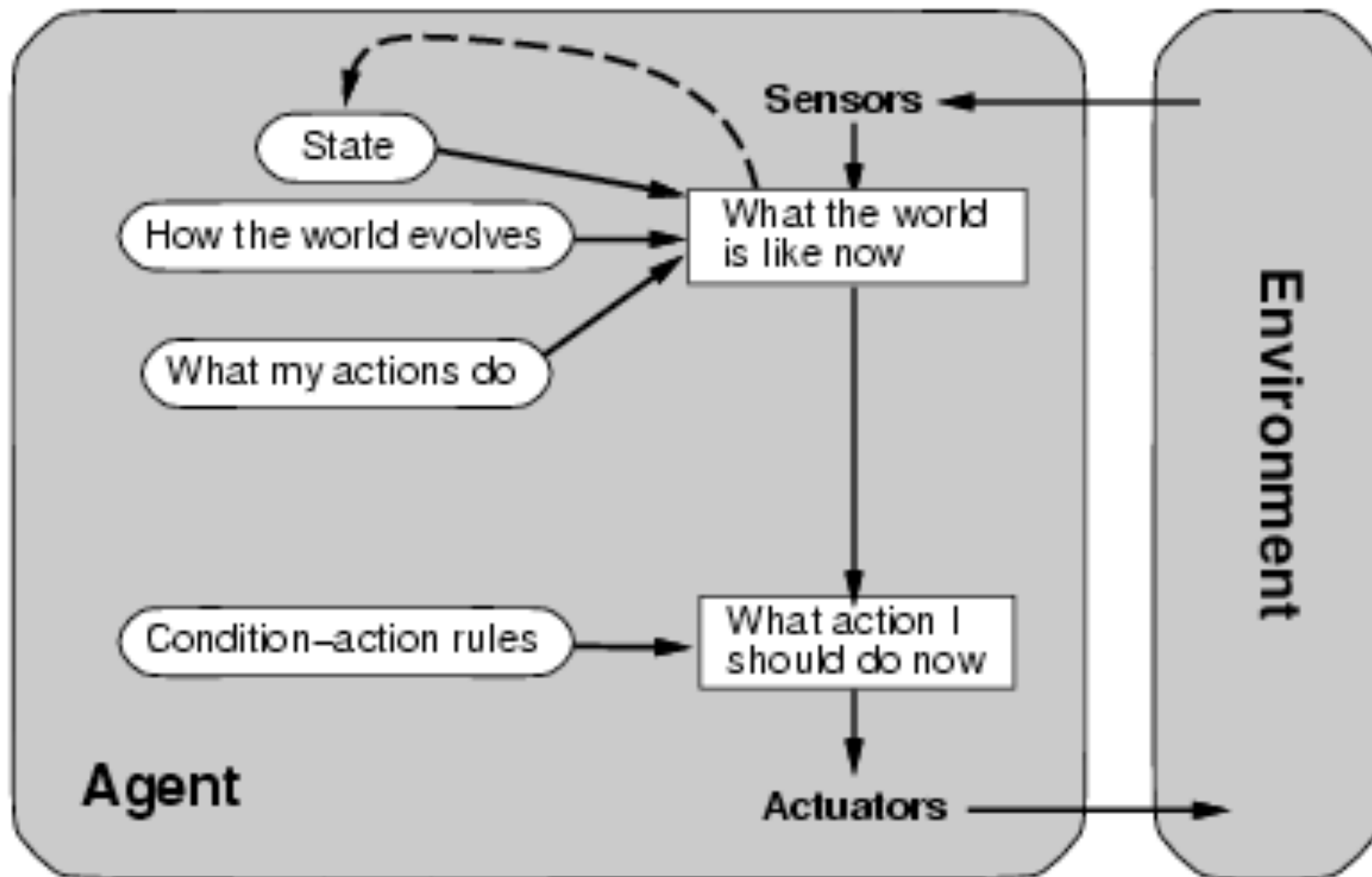
Encadeamento de TISAs



Autonomous Land Vehicle In a Neural Network (ALVINN)

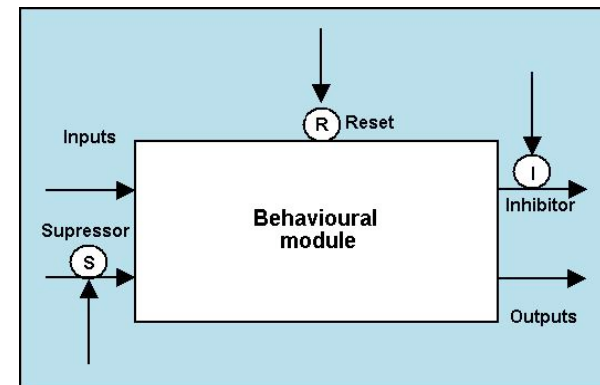
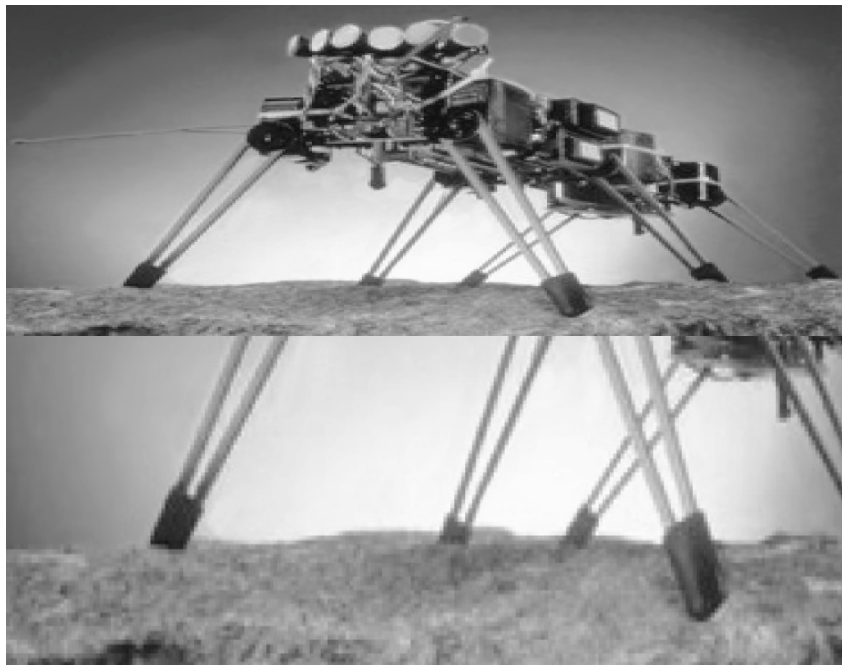


Agente reactivo com memória



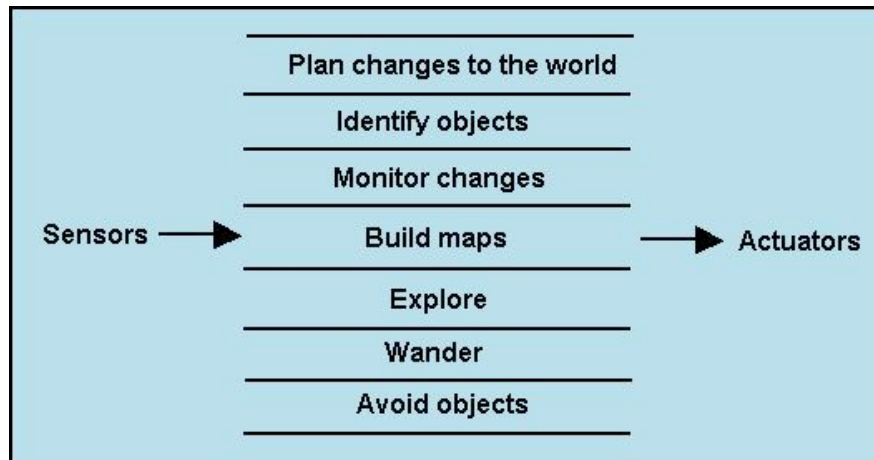
Arquitetura de subordinação (Brooks)

- Baseada na combinação de AFSM (Augmented Finite State Machines)

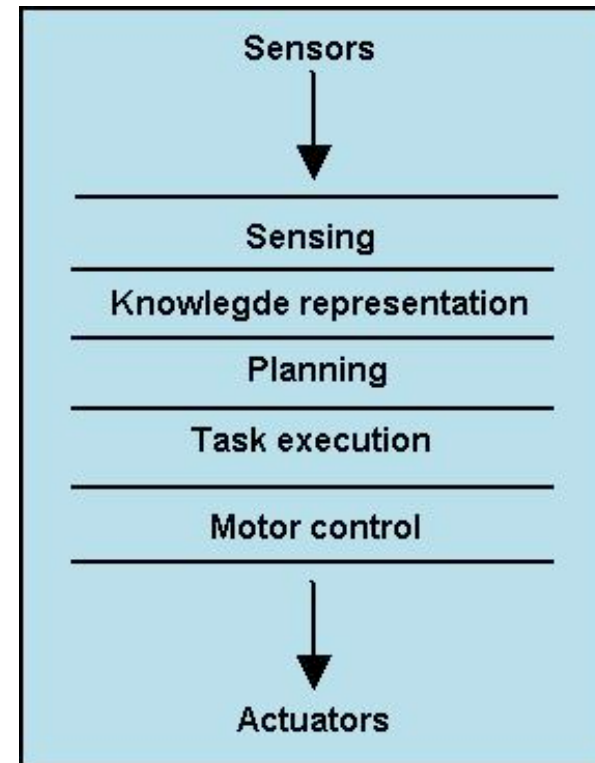


Vídeo [gengis-short.mov]

Comparação das arquiteturas

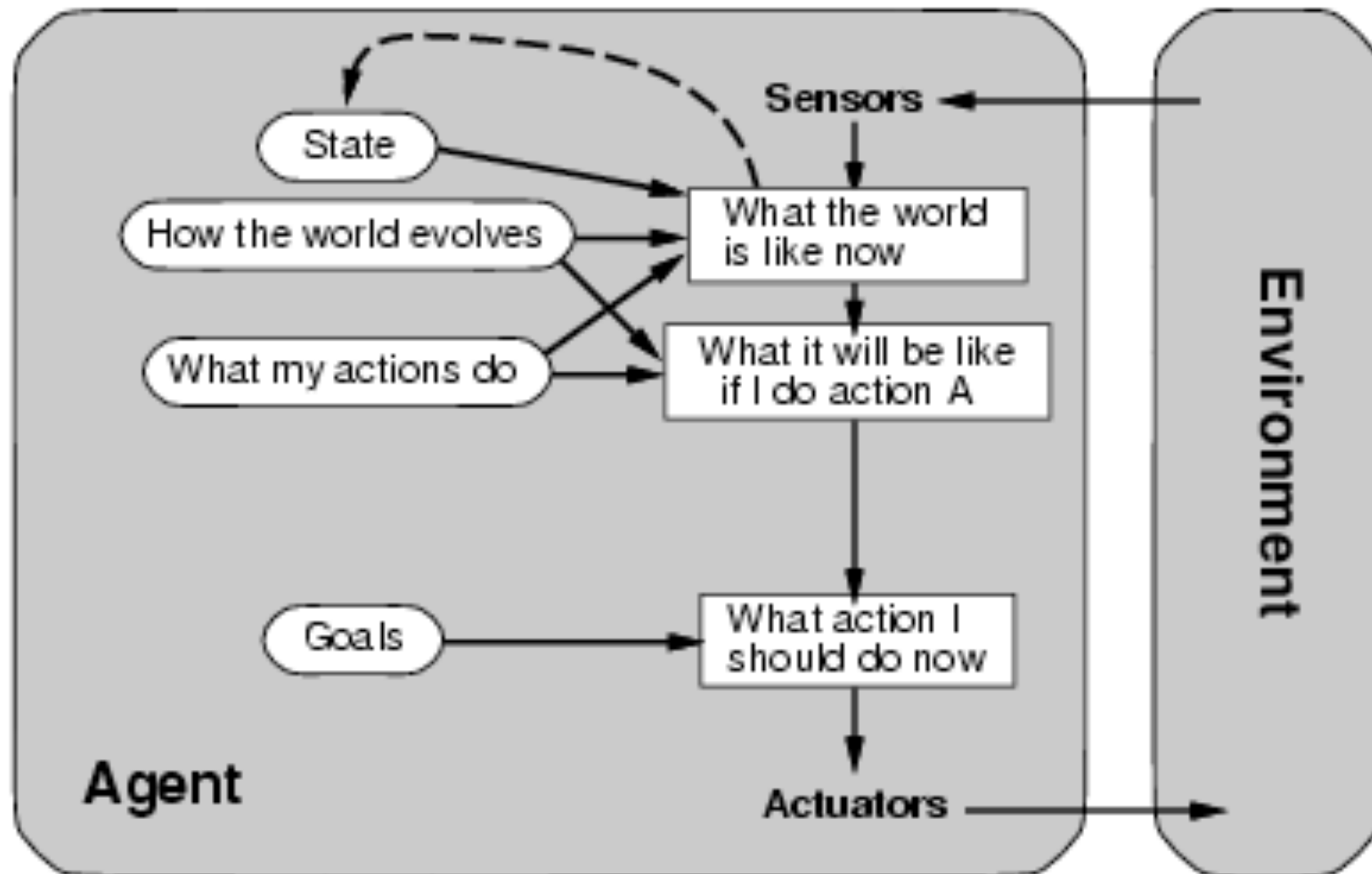


Arquitetura de Brooks



Arquitetura clássica

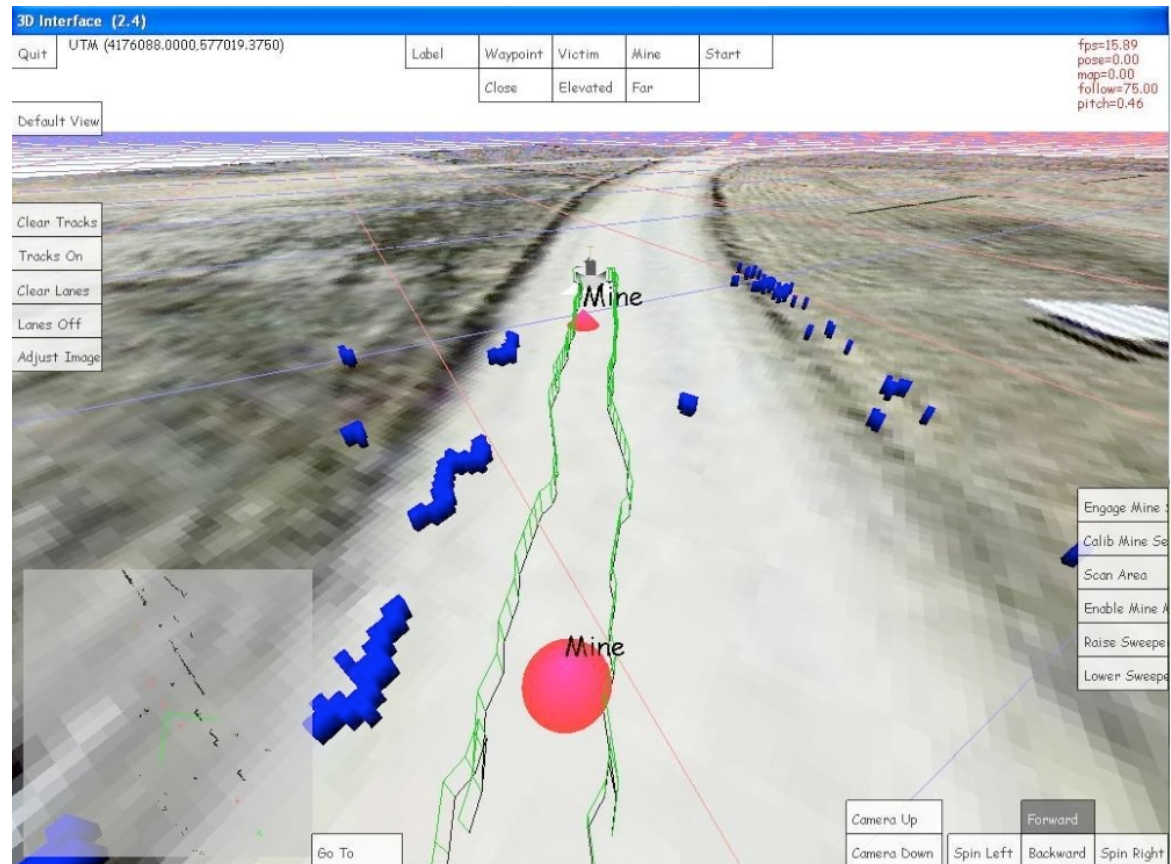
Agente deliberativo com objetivo



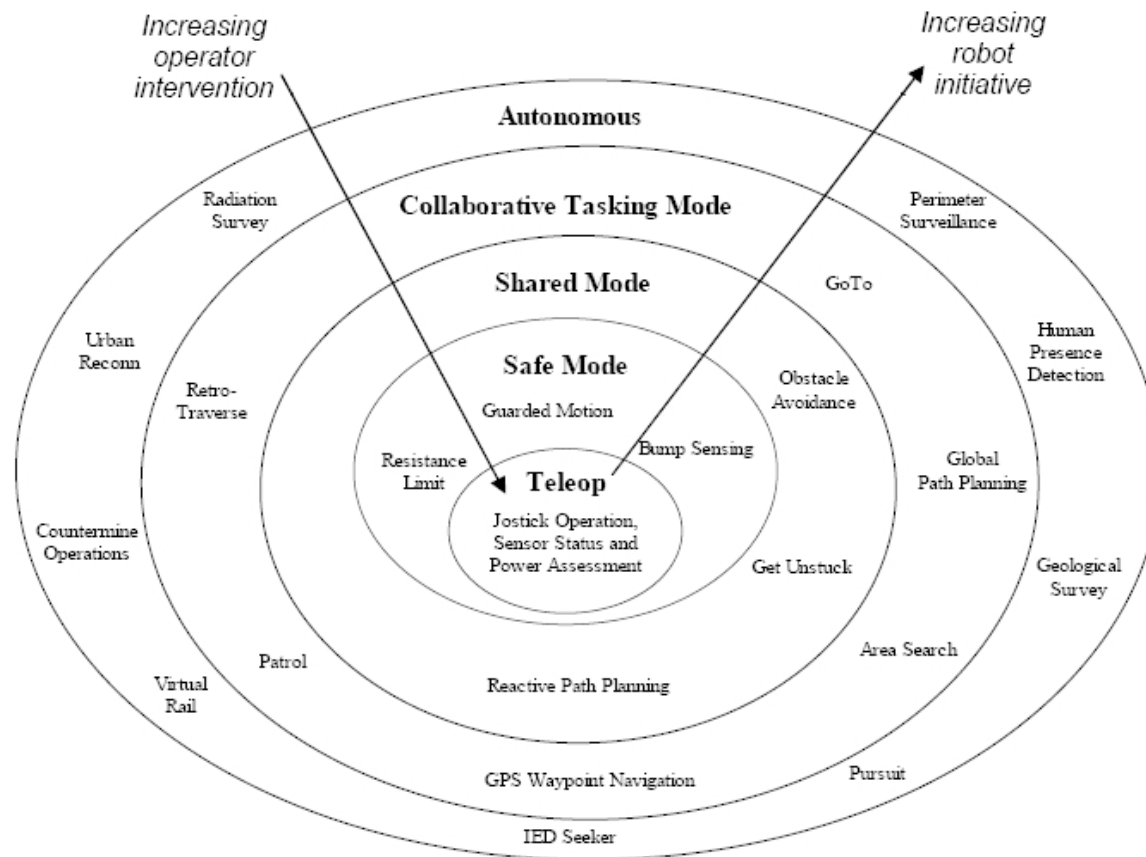
Encontrar e marcar minas



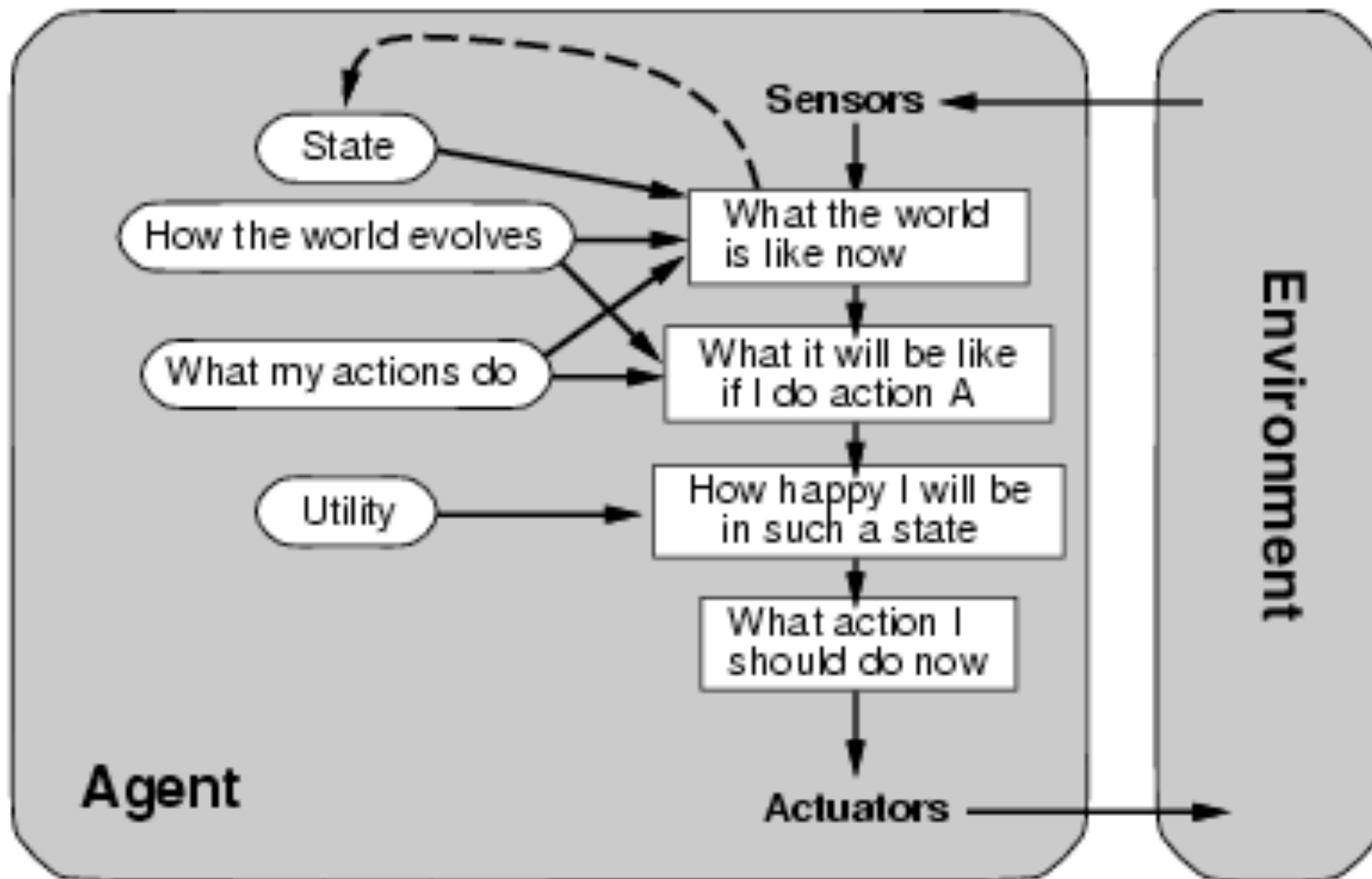
Vídeo [[uvgdemo.avi](#)]



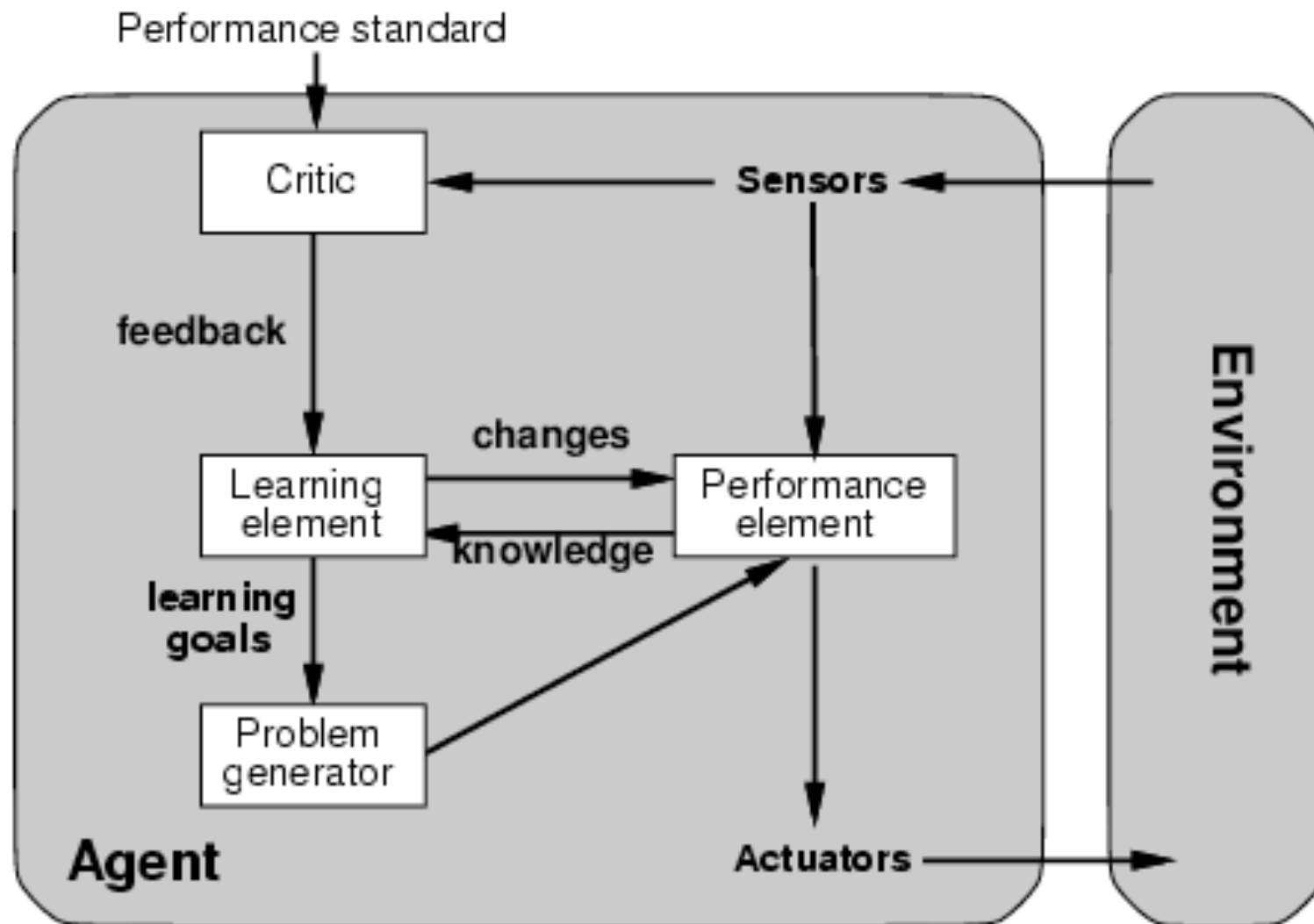
Idaho National Laboratory (RIK)



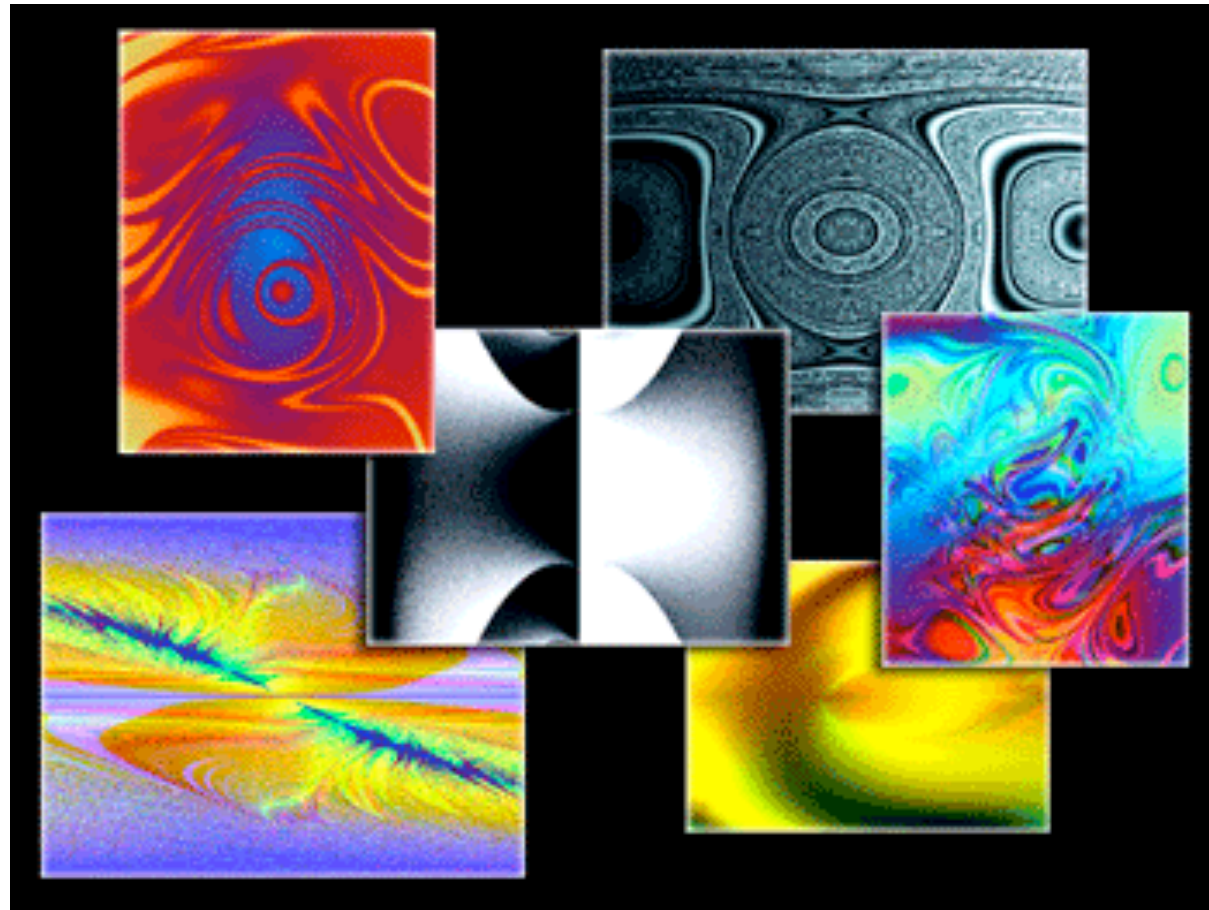
Agente guiado por utilidade



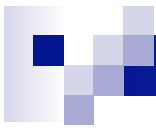
Agentes aprendizes



Neuro Evolutionary Art (NEvAr)



Universidade de Coimbra



Links a explorar

- The Robot Hall of Fame (<http://www.robothalloffame.org/>)
- Teleo-Reactive Programs (<http://ai.stanford.edu/users/nilsson/trweb/tr.html>)
- Materiais de Ensino de Derek Bridge (<http://www.cs.ucc.ie/~dgb/courses/ai/lectures.html>)
- TRSoccerBots (<http://www.trsoccerbots.org/features.php>)
- Sistema ALVINN (http://www.ri.cmu.edu/projects/project_160.html)
- Gengis (<http://www.ai.mit.edu/projects/genghis/genghis.html>)
- Minas terrestres (Idaho National Laboratory) (<http://www.inl.gov/adaptiverobotics/findinglandmines/>)
- Chinook (<http://www.cs.ualberta.ca/~chinook/>)
- Agentes Artistas – Universidade de Coimbra (<http://eden.dei.uc.pt/~machado/NEvAr/Site.htm>)