



# Agentes Autônomos Inteligentes

- Década de 90
  - Crise na Inteligência Artificial
    - | Rodney Brooks – MIT
  - Novos rumos para a IA: agentes e sistemas multi-agentes
- Idéia Principal
  - Inteligência não ocorre a partir de um algoritmo ou procedimento centralizado
    - | Sociedade de Agentes
      - Marvin Minsky: Sociedade da Mente
  - Comportamento Emergente
    - | Comportamento complexo a partir da interação de comportamentos simples



# Agentes Autônomos Inteligentes

- **Cognição Situada e Incorporada (Corporificada)**
  - Embodied Cognitive Science
- **Ambiente e Avatar**
  - Necessidade de um Corpo
  - Situabilidade: Agente situado no ambiente
- **Abertura de novas áreas de pesquisa**
  - Agentes Robóticos Autônomos
  - Agentes Simulados em Mundos Artificiais
- **Criaturas Artificiais**
  - Animats



# Criaturas de Braitenberg

- Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology
  - Valentino Braitenberg (1984), Bradford Books, MIT Press
- 14 Veículos Conceituais
  - 12 Implementados em Lego por Hogg, Martin & Resnick (1991)
- Criaturas "Simples"
  - Apenas 1 sensor
    - Tímido, Indeciso, Paranóide, *Dogged*, Inseguro e *Driven*
- Criaturas Mais Complexas
  - Persistente, Atrativo e Repulsivo, Consistente, Inumano
- Criaturas "Filosóficas"
  - *Frantic*, Observador



# Experimentos com Agentes Situados

## ■ Definições

- Tipo de Ambiente: Real (robótico) ou Simulado

## ■ Prós e Contras de Ambientes Simulados

### ■ Vantagens:

- | Foco nas tarefas que se deseja estudar
- | Ambiente sob controle do experimentador
- | Complexidade incremental, à medida dos resultados

### ■ Desvantagens:

- | Dificuldade de portar o experimento para o ambiente real
- | Desconsidera ruídos, problemas de quantização, desvios em medições e outras características importantes do mundo real
- | Considerados "toy-problems"



# Experimentos com Agentes Situados

## ■ Agentes Simulados

- Definição das características do "mundo"
  - | Física, tipos de objetos (móveis ou imóveis), interatividade com os objetos, single-agent ou múltiplos agentes, etc...
- Definição das características do agente
  - | Sensores, Atuadores, dinâmica dos sensores e atuadores
  - | Navegação, Atuação sobre o ambiente

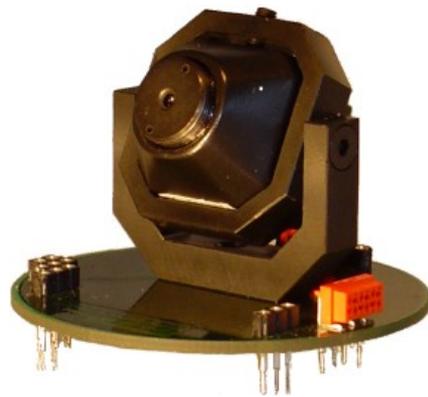
## ■ Tarefas e Comportamentos

- Comportamentos Inteligentes
  - | Evitar colisões, buscar meta, seguir paredes, mapear o mundo
- Comportamentos Coletivos
  - | Movimentação em filas ou grupos, formação de padrões
- Comportamento Estratégico
  - | Futebol de Robôs



# Exemplo de Plataforma de Experimentação: Khepera

## ■ Khepera II





# Exemplo de Plataforma de Experimentação: Khepera

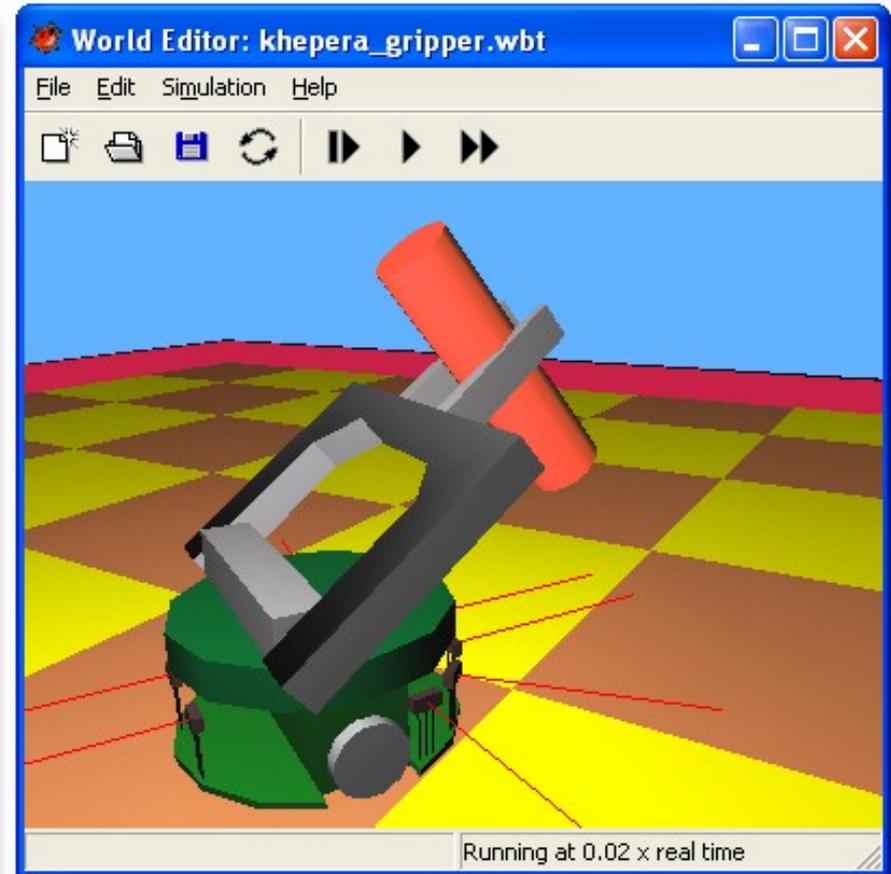
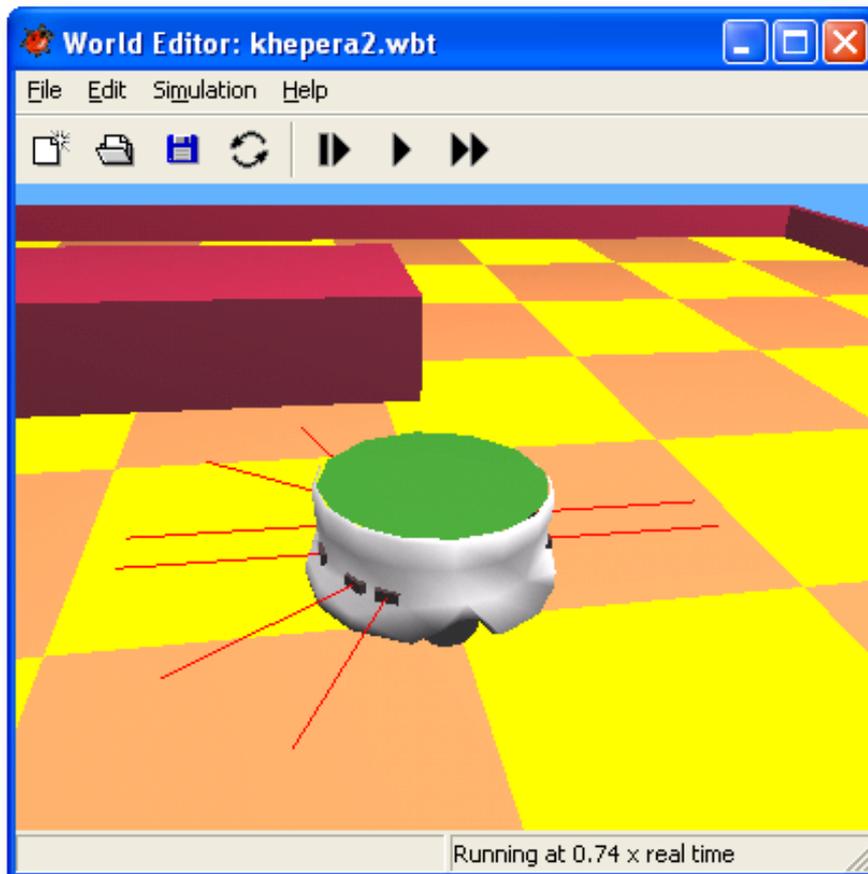
## ■ Khepera II





# Exemplo de Plataforma de Simulação: Webot

## ■ Webot





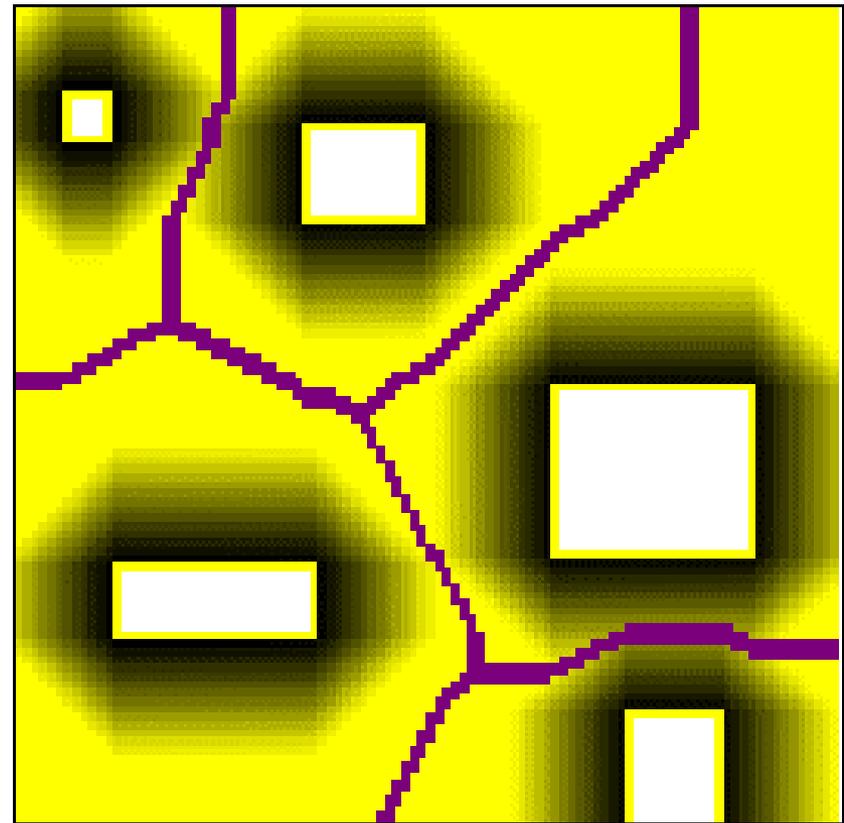
# Problemas de Navegação

- Como movimentar um agente em seu ambiente de forma a atingir algum objetivo ?
  - Comportamento puramente reflexivo
    - | Muitas vezes chamado de "reativo"
  - Comportamento baseado em modelo do mundo (mapa)
    - | Mapa conhecido "a priori"
    - | Mapa construído a partir da interação com o ambiente (evolutivo)
- Métodos Reflexivos
  - Redes Neurais, Sistemas Fuzzy, etc...
- Métodos de Resolução com Modelo do Mundo
  - Decomposição celular do ambiente
  - Roadmaps a partir de Landmarks
  - Campos Potenciais



# Problemas de Navegação

- Método dos Campos Potenciais
  - agente é representado por um ponto no espaço
  - Influência de um campo potencial distribuído no espaço, de acordo com as restrições do ambiente e os objetivos do agente
    - | Potenciais Atrativos
    - | Potenciais Repulsivos





# Criaturas Artificiais

## ■ Criaturas Artificiais

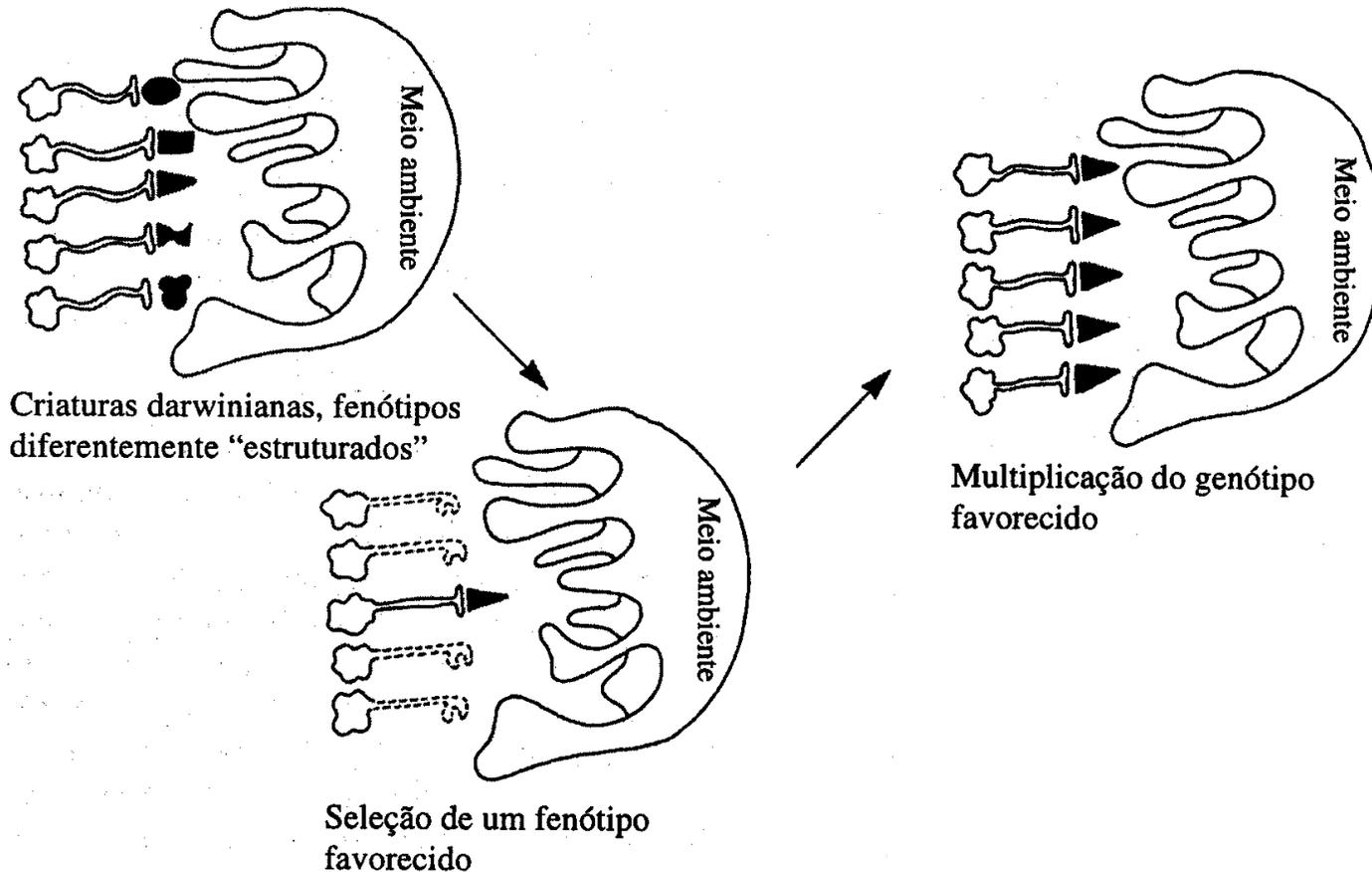
- Balkenius - "Natural Intelligence in Artificial Creatures"
- From Animals to Animats - International Conference on Simulation of Adaptive Behavior
  - International Society for Adaptive Behavior - [www.isab.org](http://www.isab.org)
  - desde 1990
- Synthetic Ethology

## ■ Mentees Artificiais

- Stan Franklin – Artificial Minds (1995)
- Sistemas de controle para agentes autônomos inteligentes
- Arquiteturas Cognitivas
- Dennett – Kinds of Minds (1996)

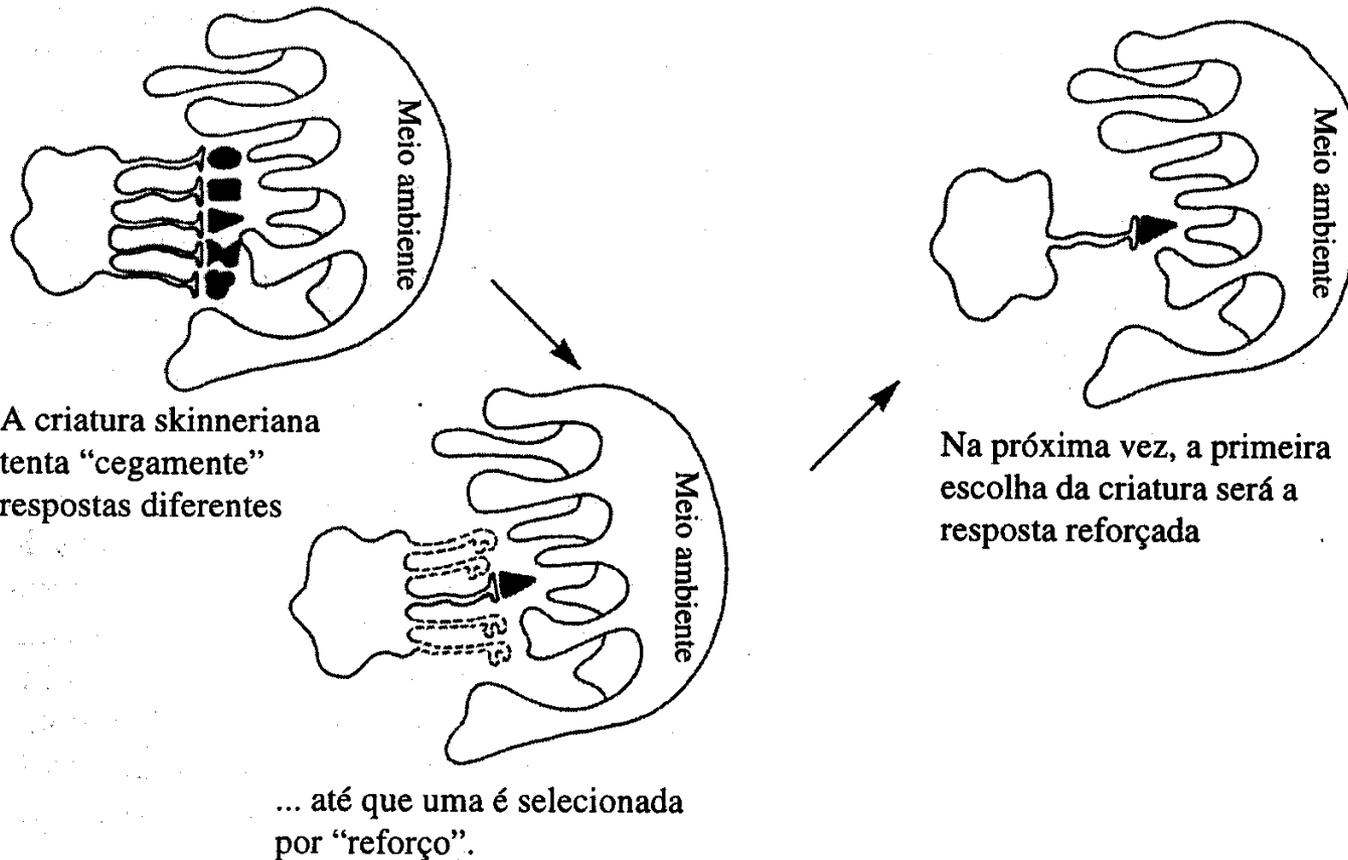
# Tipos de Mentres

## ■ Criaturas Darwinianas



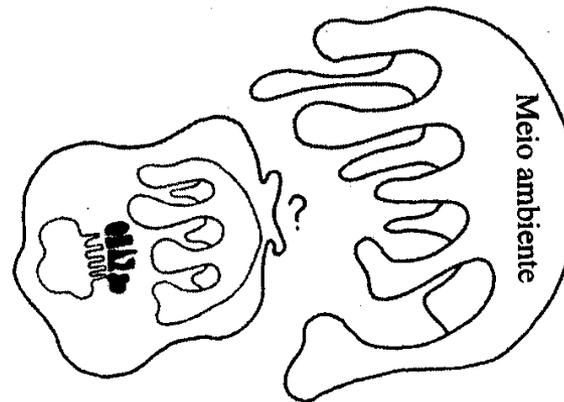
# Tipos de Mentes

## ■ Criaturas Skinnerianas



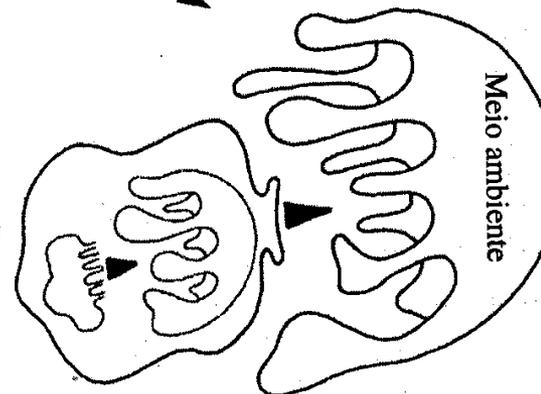
# Tipos de Mentes

## ■ Criaturas Popperianas



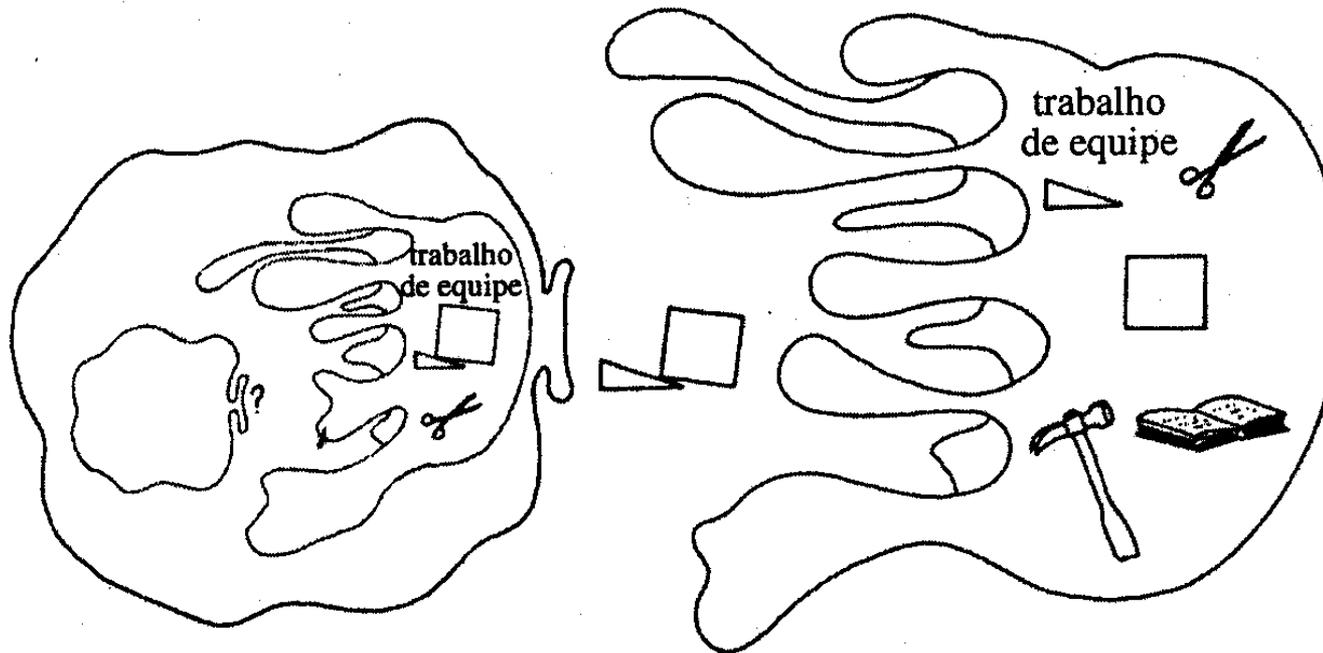
A criatura popperiana tem um meio interno seletivo que visualiza previamente candidatos a atos

Na primeira vez, a criatura atua de um modo já visualizado antes (que é melhor do que atuar ao acaso)



# Tipos de Mentees

## ■ Criaturas Gregorianas



A criatura gregoriana importa ferramentas mentais do meio ambiente (cultural); estas, por sua vez, aperfeiçoam geradores e testadores.



# Concebendo uma Criatura Artificial

- Quais os sistemas necessários para uma criatura artificial completa ? Como devem interagir entre si ?
  - Módulos Comportamentais
    - | módulos de engajamento
      - hierarquias de módulos comportamentais
      - controlam uma tarefa em particular da criatura
  - Módulos de Aprendizagem/Adaptação
    - | ativam ou inibem módulos de engajamento
    - | tipos de aprendizagem:
      - condicionamento instrumental e condicionamento clássico
      - aprendizagem por reforço (Q-learning)
      - aprendizagem por diferenças temporais
  - Módulos Motivacionais
    - | drives (necessidades internas) (Hull 1952)
    - | incentivos (externos e internos, inatos ou adquiridos)



# Concebendo uma Criatura Artificial

## ■ Comportamentos Elementares

- direcionados a um objeto ou situação
- Comportamento Apetitivo
- Comportamento Aversivo
- Comportamento Exploratório
- Comportamento Neutro

## ■ Aprendizagem Categórica

- Percepção: reduzir a complexidade do mundo percebido por meio de representações ortogonais para padrões sensoriais correlacionados
- Permite a elaborações de expectativas perceptivas
- podem ser multi-modais



# Concebendo uma Criatura Artificial

- Algumas idéias da Psicologia Animal
  - Aprendizado Imediato x Aprendizado por Reforço Repetitivo
  - Noção de Preparação para o Aprendizado
    - Algumas tarefas são facilmente aprendidas, ao passo que outras são impossíveis de serem aprendidas
  - Comportamentos Inatos interferem no aprendizado de maneiras complexas
- Tipos de Comportamento
  - Estímulo-Resposta
  - Expectativa de Estímulo
  - Substituição de Estímulo
  - Redução de Drives



# Concebendo uma Criatura Artificial

## ■ Tipos de Aprendizado

### ■ Aprendizado Prematuro

| acontece antes das consequências da ação

### ■ Aprendizado Síncrono

| acontece junto com as consequências da ação

### ■ Aprendizado Tardio

| acontece depois das consequências da ação

## ■ Três Níveis Funcionais

### ■ Reativo

### ■ Adaptativo

### ■ Auto-Supervisão



# Problemas Básicos

- Como avaliar uma pesquisa em Agentes Autônomos ?
  - Comparação com agentes naturais ?
  - Comparação com os princípios que nortearam o design ?
  - Comparação com outros agentes com tarefas semelhantes ?
  - Ineditismo no comportamento do agente ?
- Como quantificar o desempenho do agente ?
  - Quantas simulações fazer ?
  - Que dados observar e armazenar de cada simulação ?
- Reprodutibilidade do Experimento
  - Como tornar o experimento reprodutível ?



# Aplicações Reais de Agentes Autônomos

- Apoio à Pesquisa Cognitiva
  - Desenvolvimento e Teste de Teorias Cognitivas
- Apoio à Pesquisa em Coordenação
  - Robocup
- Indústria do Entretenimento
  - Jogos de Computador (Oponentes Inteligentes)
  - Robôs-brinquedo e de entretenimento
- Aplicações para Acesso a Ambientes Perigosos
  - Tarefas em ambientes que levam risco à vida humana
    - Minas, locais com explosivos, combate ao crime, resgate em alto-mar, exploração espacial, vazamentos radioativos
- Auxílio a idosos ou pessoas com deficiências



# Aplicações Reais de Agentes Autônomos

- Robôs de Transporte em Ambientes Hospitalares, Comerciais ou Industriais
- Robôs de Limpeza e Inspeção
  - Limpeza de pisos domésticos e industriais
  - Limpeza de dutos e tubulações (petróleo, empresas químicas, etc)
  - Limpeza de cascos de navios
- Robô cortador de grama
- Robôs de Segurança e Vigilância
- Robôs Agrícolas
- Robôs Aéreos (Dirigível)
- Micro-robôs e Nano-robôs