

# Sistemas Robóticos

## Introdução

Carlos Carreto

Curso de Engenharia Informática  
Ano lectivo 2003/2004  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda

## Sumário

- ◇ O que é um robô móvel
- ◇ Breve história
- ◇ Aplicações dos robôs móveis
- ◇ Componentes de um robô móvel
- ◇ Tipos de locomoção

## O que é um robô móvel

### Agente

Sistema computacional, situado num dado ambiente, que tem a **percepção** desse ambiente através de **sensores** e **age** de forma autónoma nesse ambiente através de **actuadores** de forma a desempenhar uma dada função.

### Robô

É um agente artificial activo que **possui um corpo** e cujo **ambiente é o mundo real** (físico).

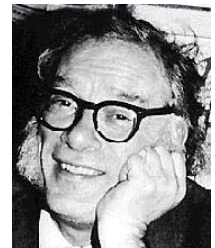
### Robô móvel autónomo

É um robô capaz de se **deslocar** no seu ambiente de **forma autónoma**, isto é, sem depender de sistemas externos, e capaz de **tomar as suas próprias decisões** utilizando o **feedback** que recebe do seu ambiente.

## O que é um robô móvel

### Robótica

O termo **robótica** refere-se ao estudo e à utilização de robots, e foi pela primeira vez usado pelo cientista e escritor **Isaac Asimov**, em 1942, numa pequena história intitulada "Runaround". Isaac Asimov escreveu inúmeras histórias de ficção científica onde os robôs tinham um papel de destaque. Isaac Asimov é também o autor das famosas leis da robótica.



## O que é um robô móvel

### Leis da robótica

Isaac Asimov propôs a existência de três leis aplicáveis à robótica, às quais acrescentou, mais tarde, a lei zero. As leis propostas são, actualmente, entendidas numa perspectiva puramente ficcional.

**Lei 0:** Um Robô não pode ferir a humanidade (ou por inacção permitir que tal aconteça).

**Lei 1:** Um Robô não pode ferir um humano (ou por inacção permitir que tal aconteça).

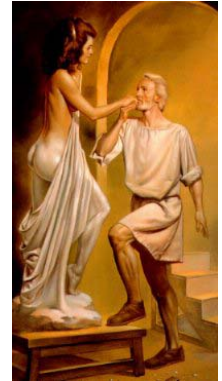
**Lei 2:** Um Robô deve obedecer às ordens dadas por humanos.

**Lei 3:** Um Robô deve proteger a sua própria existência.

## Breve história da robótica

### Galatea

As referências mais antigas da criação de outros seres pelo homem fundem-se com a mitologia e o misticismo. Segundo um mito grego, Pygmalião teria criado a estátua de uma mulher, e pedido à deusa Afrodite para que lhe desse vida. O seu pedido foi atendido, e a estátua, agora uma mulher de verdade, batizada de Galatea, casou-se com seu "criador".



## Breve história da robótica

### Golem

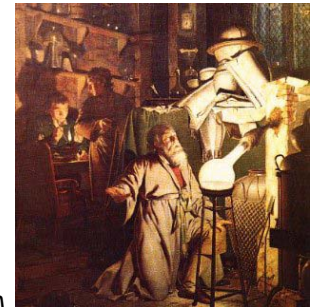
Na lenda judaica do Golem um rabino, através de artes mágicas, dá vida a uma estátua de barro, que mais tarde revela-se contra o criador e torna-se uma máquina de destruição.



## Breve história da robótica

### Homúnculos

Na idade média, havia a crença de que podiam-se criar pequenos seres denominados homúnculos, através da arte hermética da alquimia. Paracelso, um médico praticante da alquimia, diz ter conseguido criar vários homúnculos, num processo que entre outras coisas envolvia um ovo de galinha, embrulhado num pergaminho humedecido por uma virgem, que deveria ser mantido durante 40 dias à temperatura de um estômago de cavalo!



## Breve história da robótica

### 1738 Pato mecânico

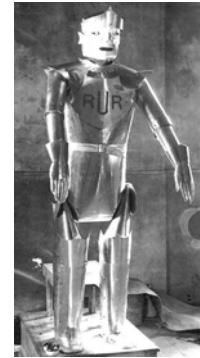
Nos séculos XVIII e XIX, com o surgimento da arte da relojoaria e da mecânica de precisão, surgiram vários dispositivos chamados de autômatos; figuras mecânicas que se moviam sozinhas para soar as badaladas dos relógios das grandes catedrais, e alguns prodígios como o desenhista de Henri-Louis Droz e o espetacular Pato do mecânico francês Vaucanson, que reproduzia fielmente quase todos os movimentos de um pato de verdade: andava, nadava, batia as asas, e expelia aquilo que bebia e comia. Embora fossem verdadeiras maravilhas da mecânica na época, esses mecanismos não passavam de relógios sofisticados, pois não tinham sistemas sensoriais ou de controle que caracterizam os robôs.



## Breve história da robótica

### 1921 Rossum's Universal Robots

A palavra robô tem origem na palavra checa **robota** que significa escravo. Foi usada pela primeira vez na peça de teatro **Rossum's Universal Robots** do autor Karel Capek. A peça conta a história de um cientista que inventa robôs para ajudarem as pessoas a executar tarefas repetitivas. Mas assim que os robôs começam a ser usados na guerra, estes revoltam-se contra os humanos e tomam conta do mundo.



## Breve história da robótica

### 1950 Elsie de Grey Walter

Tinha um olho fotoelétrico e dois tubos de vácuo para controlar motores.

Dançava à entrada de uma gaiola de carga até ficar com as baterias fracas. Depois entrava na gaiola para as recarregar e repetia o comportamento.



## Breve história da robótica

### 1970-1979 O Cart de Stanford e Shakey

O Cart de Stanford e Shakey foram os primeiros robôs controlados por computador (do tamanho de salas, ligados via rádio). Viam com câmaras de TV.

O uso de computadores para controlar robôs pode ser comparado com o advento de animais multicelulares com sistemas nervosos: ambos eventos permitiram um aumento extraordinário da complexidade comportamental nos respectivos domínios.



## Breve história da robótica

### 1989 Gengis

Na década de 80 **Rodney Brooks** iniciou um caminho oposto ao que a Inteligência Artificial estava a seguir e imaginou que um comportamento inteligente poderia ser o resultado de um **ambiente complexo, e não de um raciocínio complexo**. Ele criou um tipo de arquitectura de controle robótico chamado **Subsumption**, na qual o comportamento de uma criatura cibernética é originado a partir de **camadas de controle**, onde cada camada é responsável pelo processamento de um tipo de informação proveniente de sensores, e na qual **entradas e saídas de uma camada podem ser inibidas por camadas inferiores**. Estas ideias foram postas em prática em robôs insecto como o **Gengis**.



## Breve história da robótica

### 1995 Cog

**Cog** é um robô humanóide projectado para aprender como uma criança aprende, interagindo e respondendo a estímulos do meio ambiente.



<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/cog/overview.html>

## Breve história da robótica

### 1997 Pathfinder

Primeiro veículo a andar em Marte.



## Breve história da robótica

### 2000 ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility)

O resultado de 16 anos de investigação e milhões de dólares de investimento.





## Aplicações dos robôs móveis

### Floresta

Tratamento de doenças, limpeza da mata

### Jardinagem

Cortador de relva, manutenção de jardins

### Ambientes perigosos

Inspecção de locais perigosos (centrais nucleares)

Inspecção de tubagem

Inspecção de cabos de alta tensão

### Construção e demolição

### Espaço

Exploração planetária

Exploração de recursos espaciais (asteróides)

Manutenção de estações espaciais

## Aplicações dos robôs móveis

### Submarino

Inspecção e manutenção de plataformas petrolíferas

Inspecção e manutenção de cabos submarinos transatlânticos

Exploração dos recursos subaquáticos

### Militar

Veículos de reconhecimento

Veículos de combate

### Manuseio de materiais

AGVs (Automated Guided Vehicles)

### Segurança

Vigilância de espaços

### Transportes

Inspecção e manutenção de aviões

Condução automática em auto-estradas

## Aplicações dos robôs móveis

### Assistência pessoal

Assistência a pessoas deficientes, inválidos, etc

Cadeira de rodas inteligente

### Entretenimento

Robôs de estimação

## Capacidades típicas de um robô móvel

### Estimação da posição

Capacidade para determinar a velocidade e sentido

Capacidade para medir a posição das junções das patas

Capacidade para calcular a posição e a altura

Capacidade para calcular  $x, y, w$  no plano

Capacidade para mediar a aceleração

Capacidade para calcular  $x, y, z, r, p, w$  no espaço 3D

### Controlo

Capacidade para controlar a rotação de uma roda

Capacidade para controlar a rotação de todas as rodas

Capacidade para controlar a velocidade do motor

Capacidade para seguir um objecto

## Capacidades típicas de um robô móvel

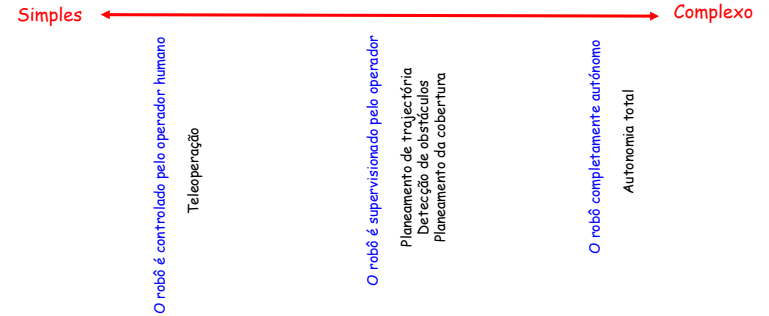
### Percepção

- Capacidade para detectar obstáculos
- Capacidade para classificar terrenos
- Capacidade para construir o mapa do terreno
- Capacidade para reconhecer objectos
- Capacidade para representar o mundo (modelação)

### Planeamento

- Capacidade de parar perante um obstáculo
- Capacidade para evitar obstáculos
- Capacidade para planejar uma trajectória
- Capacidade para planejar uma sequência de trajectórias (planeamento de rotas)
- Capacidade de altear o planeado perante nova informação

## Níveis de autonomia de um robô móvel



## Componentes de um robô móvel

### Mecânica

- Constitui o corpo do robô
- > Chassis, rodas, lagartas, patas, braços, etc

### Fonte de energia

- Fornecer a energia que os restantes componentes necessitam
- > Baterias, painéis solares, tanques de ar, combustível, etc

### Sensores

- Permitem ao robô obter dados do seu próprio funcionamento assim como do meio ambiente
- > Sensores de distâncias, de posicionamento, de velocidade, etc

### Actuadores

- Permitem ao robô actuar no meio físico em que o robô se encontra
- > Motores, cilindros pneumáticos, altifalantes, etc

### Sistema de controlo

- Componente constituído pelo sistema computacional (hardware + software) que dá inteligência ao robô

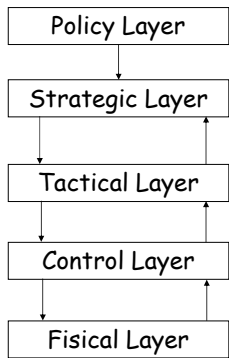
### Infraestrutura

- Componentes que estruturam o meio físico de modo a facilitar a actuação do robô
- > Cabos subterrâneos, feixes, códigos de barras, etc

## Necessidades do robô móvel

O robô móvel necessita de	Solução
saber onde está	Navegação
aperceber-se do meio	Percepção
modelar o meio físico	Representação
usar a representação da situação corrente, e os objectivos da missão, para decidir o que fazer a seguir	Planeamento
tomar decisões mesmo quando a representação é imperfeita e os comandos não são executados na perfeição	Incerteza
ser capaz de executar e monitorar o cumprimento do plano	Controlo
um corpo físico	Mecanismos

## Arquitetura standard de um robô móvel



Componente responsável pela geração dos objectivos da missão

Componente deliberativo responsável pela estratégia a seguir no cumprimento dos objectivos da missão

Componente em parte deliberativo e em parte reactivo, responsável pelo controlo coordenado e pela imediata percepção do meio

Componentes responsável pelo controlo dos mecanismos do robô em resposta a comandos que recebe

## Exemplos de robôs móveis

