

# SISTEMAS ROBÓTICOS AUTÔNOMOS

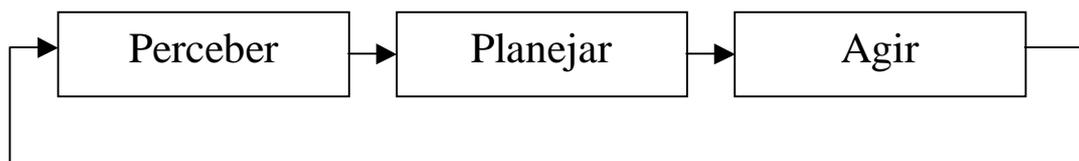
## PARADIGMAS ROBÓTICOS

- Paradigma Deliberativo.
- Paradigma Reativo.
- Paradigma Híbrido Deliberativo/Reativo

- Primitivas:

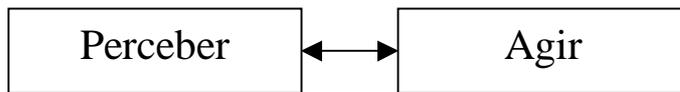
Primitiva	Entrada	Saída
Percepção	Dados sensoriais	Informação percebida
Planejamento	Informação percebida	Diretivas
Ação	Informação percebida ou Diretivas	Comandos para atuadores

- Paradigma Deliberativo:



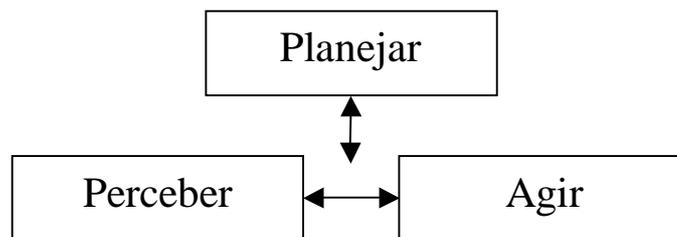
Primitiva	Entrada	Saída
Percepção	Dados sensoriais	Informação percebida
Planejamento	Informação percebida	Diretivas
Ação	Informação percebida Diretivas	Comandos para atuadores

- **Paradigma Reativo:**



Primitiva	Entrada	Saída
Percepção	Dados sensoriais	Informação percebida
Planejamento	Informação percebida	Diretivas
Ação	Informação percebida Diretivas	Comandos para atuadores

- **Paradigma Híbrido:**

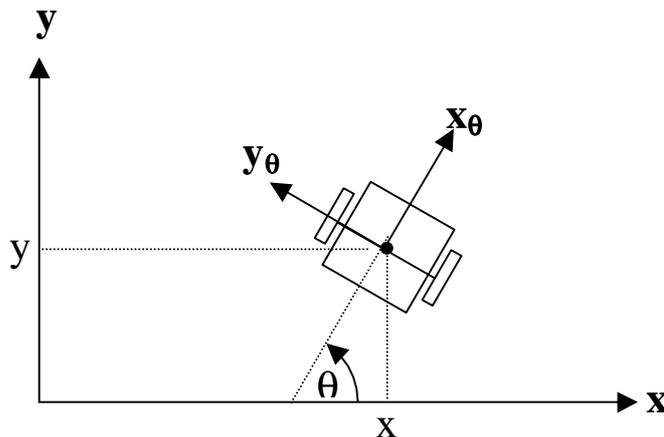


Primitiva	Entrada	Saída
Percepção	Dados sensoriais	Informação percebida
Planejamento	Informação percebida	Diretivas
Ação	Informação percebida ou Diretivas	Comandos para atuadores

Primitiva	Entrada	Saída
Planejamento	Informação percebida	Diretivas
Percepção-Ação (Comportamentos)	Dados sensoriais	Comandos para atuadores

## PLANEJAMENTO DE CAMINHOS

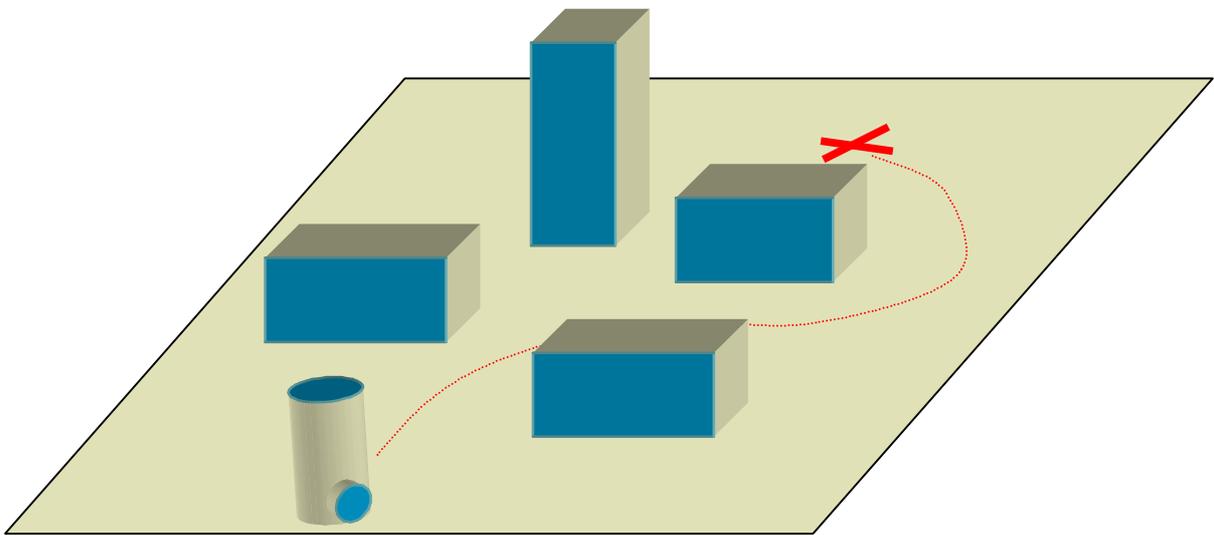
- **Robô A:** corpo rígido que pode movimentar-se dentro de um Espaço de Trabalho.
- **Espaço de Trabalho W:** é o espaço físico no qual o robô se movimenta.
- **Obstáculo no Espaço de Trabalho B:** região conexas de **W** na qual é impossível posicionar qualquer ponto do Robô.
- **Configuração q:**
  - Especificação da Posição e Orientação do robô.
  - Exemplo:  $q = [x \ y \ \theta]^T$ .



- **Espaço de Configuração C:** é o conjunto de todas as possíveis configurações do robô.
- **Espaço de Configuração Livre C<sub>L</sub>:** é o conjunto de todas as possíveis configurações em que o robô não colide com os obstáculos B<sub>i</sub>'s.
- **Obstáculo em Espaço de Configuração C<sub>B</sub>:**
  - Um obstáculo **B** no espaço de trabalho **W** pode ser representado de forma equivalente por um C-obstáculo **C<sub>B</sub>** no espaço de configuração **C**.
  - C-Obstáculo é o conjunto de todas as configurações em que o robô se superpõe parcial ou totalmente ao obstáculo.

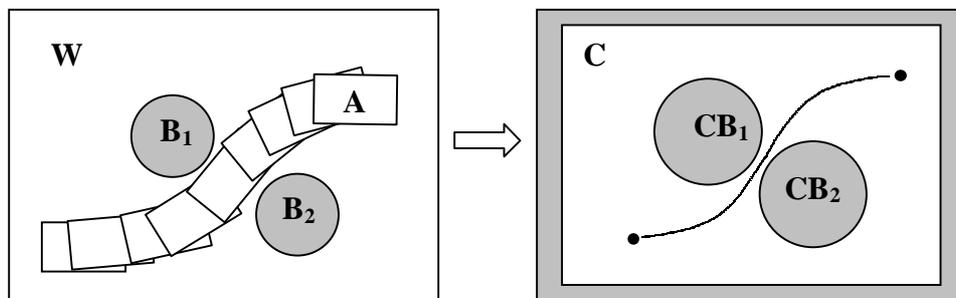
- **O Problema do Carregador de Piano:**

- Como levar um piano no interior de um edifício, através de corredores povoados de obstáculos, até a sua localização final dentro do prédio?
  - Piano = corpo rígido móvel.
  - Obstáculos = corpos rígidos fixos.
  - Localização = posição e orientação = configuração.



**Solução:**

- Movimento de um robô A no Espaço de Trabalho  $W$  povoado de obstáculos  $B_i$   $\Leftrightarrow$
- Movimento de um ponto no Espaço de Configuração  $C$  povoado de C-obstáculos  $CB_i$  s.



- **Métodos de Planejamento:**
  - **Mapa de Rotas:**
    - Extração da conectividade do Espaço de Configuração Livre na forma de uma rede de curvas (Mapa de Rotas).
    - Construção de um grafo de conectividade do Mapa de Rotas.
    - Busca de um caminho no grafo de conectividade.
  - **Decomposição em Células Convexas:**
    - Decomposição do Espaço de Configuração Livre em células convexas.
      - Decomposição Exata: a união das células é exatamente igual ao Espaço de Configuração Livre.
      - Decomposição Aproximada: a união das células é uma aproximação conservadora do Espaço de Configuração Livre.
    - Construção de um grafo de conectividade de acordo com as relações de adjacência entre as células.
    - Busca de um canal no grafo de conectividade.
    - Extração de um caminho a partir do canal.
  - **Campo de Potencial:**
    - Robô considerado como uma partícula imersa em um campo de potencial artificial.
    - Obstáculos = potencial repulsivo; Alvo = potencial atrativo.
    - Planejamento de caminho realizado incrementalmente, seguindo a direção de força artificial induzida na direção do negativo do gradiente da função de potencial,

## CONTROLE DE TRAJETÓRIA

- **Adequação de um Caminho:**
  - Transformação do caminho planejado (curva geométrica), através de pequenas deformações, em um novo caminho (nova curva) que satisfaz as restrições cinemáticas do robô (exemplo: raio de giro mínimo, restrições não holonômicas, etcétera).
- **Geração de Trajetória:**
  - Associação de restrições temporais (exemplo: velocidades máximas, tempo de percurso, etc.) e restrições dinâmicas (exemplo: forças de atrito, acelerações máximas, etc.) ao caminho gerado.
- **Execução de Trajetória:**
  - Aplicação de leis de controle cinemático e dinâmico para que o robô siga a trajetória planejada.
  - Leis de controle podem requerer o conhecimento do modelo cinemático e dinâmico do robô.
- **Controladores:**
  - Servo Controladores – projetados para seguir uma trajetória contínua.
  - Estabilizadores - Projetados para atingir uma configuração final.