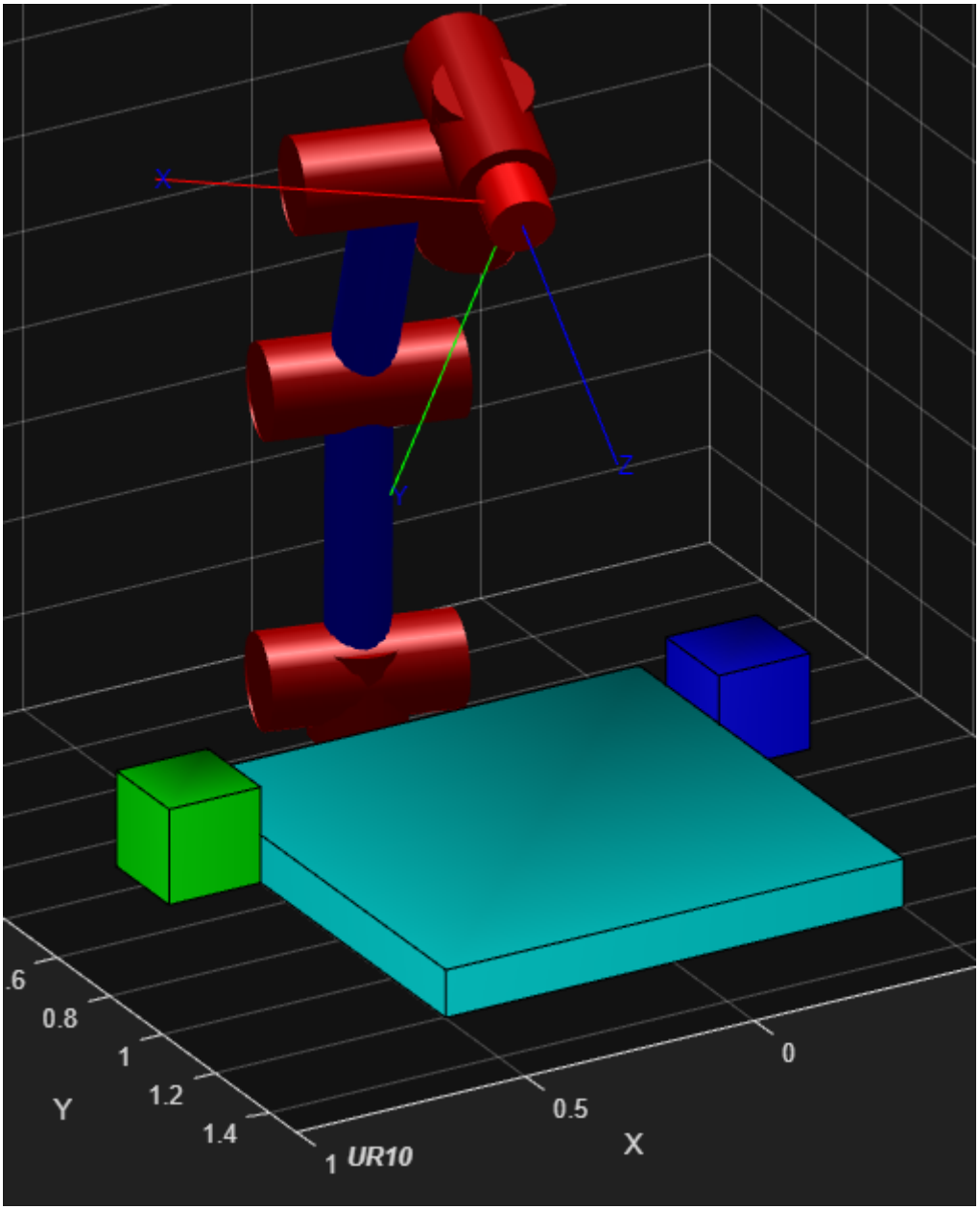
universidade de aveiro
theoria poiesis praxis

Trabalho de Introdução à Robótica

Licenciatura em Automação Industrial



Tomás Espincho (110486)

1 de novembro de 2025

Conteúdo

1 Introdução

Neste projeto, o objetivo consiste em utilizar o *MATLAB* para simular o robô **UR10** a realizar uma tarefa de manipulação. A simulação envolve o robô a pegar em dois blocos e a colocá-los sobre uma mesa, mantendo uma distância de 50 cm entre eles.

O robô inicia o movimento a partir da posição vertical (*home*), pega num dos blocos e posiciona-o sobre a bancada com redundância do cotovelo para cima e movimento por juntas, calculado através da cinemática inversa (*SerialLink.ikine*) e a posição da ponta através da cinemática direta (*SerialLink.fkine*). Em seguida, retorna à posição inicial (*home*) e repete o processo com o segundo bloco, desta vez com a redundância do cotovelo para baixo. Após posicionar ambos os blocos, o robô utiliza a sua ferramenta para desenhar uma linha reta sobre a bancada, movimento por juntas, calculado através do Jacobiano (*SerialLink.jacob0*), a ligar dois vértices dos blocos.

2 Explicação do Código

O código **MATLAB** utilizado neste trabalho é apresentado e explicado nas subsecções seguintes.

2.1 Função Principal

A função principal é responsável por inicializar as variáveis e executar o programa.

Listing 1: Função principal, e iniciação de parametros

```
function tp1_110486(offset)

%% Parametros Iniciais

if nargin < 0.01
    offset = 0; % valor por omissão
end

%% Parametros Base do Robo

% Carregar Robo

mdl_ur10

% Criar a ponta (linha de 15 cm no eixo z do último elo)

TamanhoPonta = 0.15;
ur10.tool = transl(0, 0, TamanhoPonta);

Home =[-pi/2 -pi/2 0 -pi/2 -pi/2 0]; % Posição Home
ur10.base = transl(0, 0, 0); % Situar a Base no (0,0,0)
```

2.2 Partes da Função Principal

2.2.1 Movimento dos blocos por Cinemática inversa

1. **Definição das Posições:** São definidas as matrizes de transformação para os pontos: uma posição de aproximação segura acima do bloco, a posição exata de "pegar"(*pick*), uma posição de segurança para mover o bloco, e a posição final de "largar"(*place*). Todas as posições incluem uma rotação de 180^{o} em torno de X para a ferramenta apontar para baixo.

2. **Cálculo da Cinemática Inversa:** Para cada posição (ex: `MPickVrd`), as juntas correspondente ao calculo com a função `ur10.ikine(MPickVrd)`.

3. **Geração da Trajetória:** Com as posições de juntas (ex: `Home` e `JPickVrd`), a função `jtraj(Home, JPickVrd, NSteps)` é usada para criar a trajetória.

4. **Animação e Atualização do Bloco:** O robô é animado por `ur10.animate()` ou `ur10.plot()` dentro de um ciclo `for`. Durante os movimentos em que o bloco está "agarrado", a função auxiliar `AtualizaBloco` é chamada para redesenhar os vértices do bloco, fazendo-o seguir o robô.

2.2.2 Desenho da linha através do jacobiano

1. **Definição da Trajetória Cartesiana:** Calculo da trajetória em 3D através do `ctraj`, com o ponto inicial (`MStart`) e final (`MFinish`).

2. **Cálculo da velocidade das juntas:** Calculo da velocidades cartesianas através da função `tr2delta`.

3. **Jacobiano:** Calculo do jacobiano, através do `jacob0`, as velocidades lineares e angulares das juntas pelo jacobiano inverso através do `pinv`.

É implementado pelo seguinte ciclo `for`:

Listing 2: Ciclo for para implementar o jacobiano

```
for k = 1:(NSteps - 1)
    Pos = TrajLine(k, :); % Posição atual das juntas
    J = ur10.jacob0(Pos); % Obter o Jacobiano (6x6) para
       a configuração atual
    Ji = pinv(J);
    dq = Ji * DeltaPath(:, k);
    TrajLine(k+1, :) = Pos + dq';
end
```

2.3 Funções Auxiliares

Complementam o funcionamento da função principal.

Listing 3: Função auxiliar usada para Criar Blocos e a "mesa"

```
function B = CriaBloco(Tipo, Pos, Cor, Dimensoes)
(...)
end
```

Função usa a função **Patch** do MATLAB para criar os blocos, através dos vértices e das faces do cubo/retângulo.

Listing 4: Função auxiliar para atualizar a posição do bloco

```
function AtualizaBloco(Bloco,traj,Robo,i)
(...)
end
```

Esta função usa o i de um ciclo for, para receber a posição anterior do bloco e atualiza-o para a próxima posição usando cinemática direta.

3 Vídeo do Youtube

Vídeo No Youtube

4 Referências e Links Úteis

- **Documentação MATLAB:** https://www.mathworks.com/help/matlab/
- **Documentação do SerialLink Peter Corke:**
  https://www.petercorke.com/RTB/r9/html/SerialLink.html
- **Jacobian matrix and determinant Wikipedia:**
  https://en.wikipedia.org/wiki/Jacobian_matrix_and_determinant
- **Resposta no Matlab Help Central :**
  https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/1578550-how-to-plot-a-3d-cube-answer_823944
- **Prompts usados em LLM's** (Não estão em ordem cronológica)
  - **Interação 1:** Prompt do Utilizador: "Estou com dificuldades a meter acentos e tiles e ç na parte de lstlisting como resolvo"
  - **Interação 2:** Prompt do Utilizador: "Como faço um linespace em 3d matlab ?"
  - **Interação 3:** Prompt do Utilizador: "Quando atualizo o bloco, como faço para ele ficar na ponta dos 15 cm ?"
  - **Interação 4:** Prompt do Utilizador: "Quando uso o patch é normal deixar as faces translucidas ? Se sim não há forma de as deixar completamente opacas ?"
  - **Interação 5:** Prompt do Utilizador: "O plot esta muito grande como faço para dar plot inclinado mais pequeno"
  - **Interação 6 (Revisão):** O LLM foi usado para rever a lógica do código MATLAB (incluindo a função `AtualizaBloco` e a implementação do Jacobiano) e para ajustar o código LaTeX (resolvendo erros de compilação e acentuação).