

Informe de prácticas

Robótica Computacional

Cheuk Kelly Ng Pante (alu0101364544@ull.edu.es)

27 de diciembre de 2023

Índice general

1. Cinematica Directa	1
2. Cinematica Inversa	4

1. Cinematica Directa

La cinemática directa es una rama de la robótica y la mecánica que se ocupa de la relación entre los movimientos de los eslabones de un robot y las variables que los controlan. En otras palabras, la cinemática directa es el problema de encontrar la posición y orientación del extremo del robot, dado el conjunto de parámetros que definen las posiciones y orientaciones de todos los eslabones.

Para explicar la cinemática directa, se utilizará el sistema de coordenadas de Denavit-Hartenberg (DH). El sistema de coordenadas de Denavit-Hartenberg es un sistema de coordenadas utilizado para modelar cinemática directa e inversa de robots articulados. El sistema de coordenadas de Denavit-Hartenberg se basa en cuatro parámetros asociados a cada articulación. Estos parámetros son:

- d_i : Distancia entre los ejes z_{i-1} y z_i a lo largo del eje x_i .
- θ_i : Ángulo entre los ejes z_{i-1} y z_i alrededor del eje x_i .
- a_i : Distancia entre los ejes x_{i-1} y x_i a lo largo del eje z_{i-1} .
- α_i : Ángulo entre los ejes x_{i-1} y x_i alrededor del eje z_{i-1} .

Los parámetros DH se pueden calcular segun la tabla siguiente:

	A	B	C
d_i	O_{i-1}	$Z_{i-1} \cap X_i$	Z_{i-1}
θ_i	X_{i-1}	X_i	Z_{i-1}
a_i	$Z_{i-1} \cap X_i$	O_i	X_i
α_i	Z_{i-1}	Z_i	X_i

Cuadro 1.1: Parámetros DH

Para la explicación de la cinemática directa, se utilizará el manipulador 3:

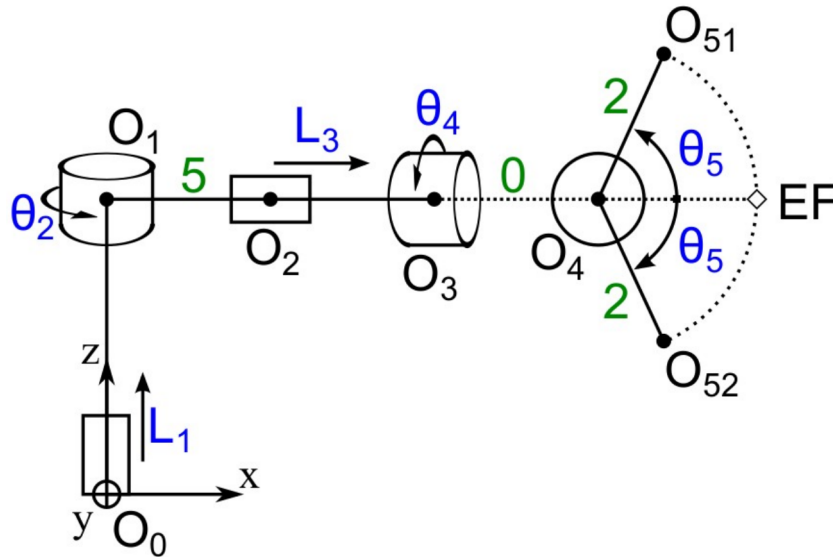


Figura 1.1: Manipulador ejemplo

Para calcular la cinemática directa, primero vamos a calcular los parámetros DH:

```
# Variables de entrada
l1 = p[0]
t2 = p[1]
l3 = p[2]
t4 = p[3]
t5 = p[4]

# Parámetros D-H:
#      1      2      2'      3      4      51      52      EF
d = [ l1, 0, 0, l3, 0, 0, 0, 0]
th = [ 0, t2, -90, 0, t4, 90-t5, 90+t5, 90]
a = [ 0, 5, 0, 0, 0, 2, 2, 2]
al = [ 0, -90, -90, 0, 90, 90, 90, 0]
```

Figura 1.2: Parámetros DH del manipulador 3

Como se puede observar en la figura 1.2, antes de calcular los parámetros DH, se ha asignado unas variables de entrada, estas corresponden a los ángulos de las articulaciones del manipulador y estas son los valores que se introducen al ejecutar el programa. Por ejemplo, si lo ejecutamos de la siguiente manera:

```
$ python3 ./cinematica_directa 5 0 5 90 45
```

el resultado de la cinemática directa sería la siguiente:

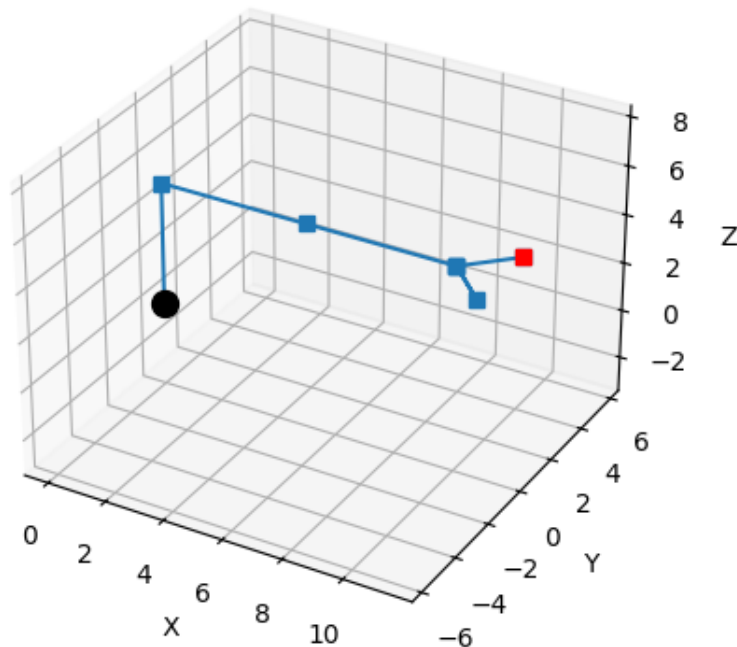


Figura 1.3: Cinemática directa del manipulador 3

Después, se calculado la matriz de transformación de cada articulación para este manipulador:

```
# Cálculo matrices transformación
T01=matriz_T(d[0],th[0],a[0],al[0])
T12=matriz_T(d[1],th[1],a[1],al[1])
T02=np.dot(T01,T12)

T22prima=matriz_T(d[2],th[2],a[2],al[2])
T2prima3=matriz_T(d[3],th[3],a[3],al[3])
T23=np.dot(T22prima,T2prima3)
T03=np.dot(T02,T23)

T34=matriz_T(d[4],th[4],a[4],al[4])
T04=np.dot(T03,T34)

T451=matriz_T(d[5],th[5],a[5],al[5])
T051=np.dot(T04,T451)

T452=matriz_T(d[6],th[6],a[6],al[6])
T052=np.dot(T04,T452)

T4EF=matriz_T(d[7],th[7],a[7],al[7])
T0EF=np.dot(T04,T4EF)
```

Figura 1.4: Matriz de transformación del manipulador 3

Luego, la transformación de cada articulación, especificando los datos de la tabla de Denavit Hartenberg especificadas en la figura 1.2:

```
# Transformación de cada articulación
o10=np.dot(T01, o11).tolist()
o20=np.dot(T02, o22).tolist()
o30=np.dot(T03, o33).tolist()
o40=np.dot(T04, o44).tolist()
o510=np.dot(T051, o5151).tolist()
o520=np.dot(T052, o5252).tolist()
oEF0=np.dot(T0EF, oefef).tolist()
```

Figura 1.5: Transformación de cada articulación del manipulador 3

Y por último, el resultado de la cinemática directa del manipulador 3:

```
# Mostrar resultado de la cinemática directa
muestra_origenes([o00, o11, o22, o33, o44, [[o510], [o520]], oEF0])
muestra_robot ([o00, o10, o20, o30, o40, [[o510], [o520]], oEF0])
input()
```

Figura 1.6: Cinemática directa del manipulador 3

2. Cinematica Inversa

La cinemática inversa es una rama de la robótica y la mecánica que se ocupa de la relación entre los movimientos de los eslabones de un robot y las variables que los controlan. En otras palabras, la cinemática inversa es el problema de encontrar el conjunto de parámetros que definen las posiciones y orientaciones de todos los eslabones, dado la posición y orientación del extremo del robot.

La cinemática inversa puede ser un problema complejo debido a la presencia de restricciones y limitaciones física del robot, como por ejemplo, límites de movimientos de las articulaciones, colisiones o singularidades.

En la práctica de la cinemática inversa, se ha de calcular la distancia que debe extenderse una articulación prismática situada en el punto O_i , de tal forma que el punto final del robot O_n se acerque tanto como sea posible a la posición objetivo R .

El acercamiento solo puede hacerse en la dirección de extensión L_i , que se puede calcular como un ángulo de w que define la rotación respecto al eje x absoluto. El ángulo w se puede calcular como:

$$\omega = \sum_{j=0}^i \theta_j$$

Usando el producto escalar se puede proyectar el vector que O_n hasta R sobre la dirección de extensión de la articulación obteniendo así la distancia d :

$$\mathbf{d} = \begin{bmatrix} \cos(\omega) \\ \sin(\omega) \end{bmatrix} \cdot (\mathbf{R} - \mathbf{ON})$$