



ROBÓTICA (86.15)

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Año 2019 - 2^{do} cuatrimestre

TRABAJO PRÁCTICO N.º 2
TEMA: Problema de posición directo en inverso
FECHA: 24 de octubre de 2019

INTEGRANTE :

Nastasi, Franco Gabriel
fnastasi@fi.uba.ar

- #100002

1. Introducción

Para resolver el problema de obtener la posición y orientación final de un robot IBR 140 de la marca ABB, se aplica el criterio de Denavit y Hartenberg. Para ello se numeran los eslabones y se colocan las ternas como se observa en la siguiente imagen teniendo en cuenta que se desea maximizar la cantidad de valores nulos en las matrices homogéneas.

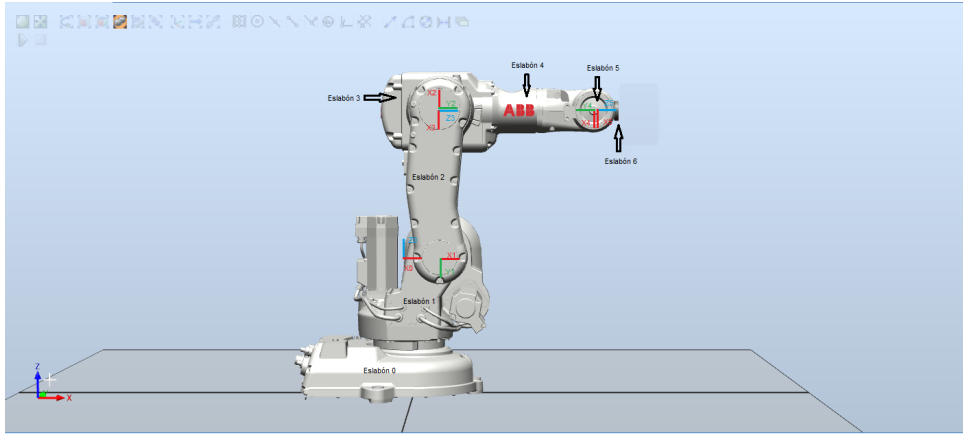


Figura 1.1: Colocación de las ternas según el criterio D-H maximizando la cantidad de valores nulos.

Si bien en la imagen puede parecer lo contrario, el origen de las ternas 2 y 3 es el mismo, así como también el punto de origen de las ternas 4,5 y 6 es el mismo.

Para este robot las variables de articulación son los valores θ_i de los arámetros D-H. Para la figura 1.1 estos valores resultan ser:

$$\vec{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \\ \theta_5 \\ \theta_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -90 \\ 180 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

2. Desarrollo

En esta sección se comentan algunas observaciones sobre el código presentado y las pruebas realizadas. En primer lugar se modificó ligeramente la versión del tp1. En vez de verificar que a_x y a_y sean distintos de cero, se pregunta por la condición en la que son mayores a una tolerancia pequeña igual a 10^{-6} . Esto permitió corregir errores numéricos de aproximación que se producen por aproximar un número irracional como es π por una cantidad finita de dígitos. Con respecto al código que corresponde al segundo trabajo práctico se escribió una función auxiliar *DH_hom_mat* que calcula la matriz homogénea que se obtiene al plantear el criterio Denavit Hartenberg. Al utilizar esta función nuevamente aparecían errores numéricos por lo que se decidió reemplazar por cero los elementos de la matriz que sean menores en módulo al valor de tolerancia mencionada.

Para probar el correcto funcionamiento de las funciones, se utilizaron diferentes variables articulares con distintos índices de configuración. Por ejemplo se probaron los algoritmos con los valores que se obtienen al analizar la figura 1.1:

$$\vec{\theta}_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ -90 \\ 180 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

También se aplicó el algoritmo para las siguientes variables articulares

$$\vec{\theta}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 90 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Estos valores corresponden a la configuración del robot que se muestra en la siguientes imágenes:

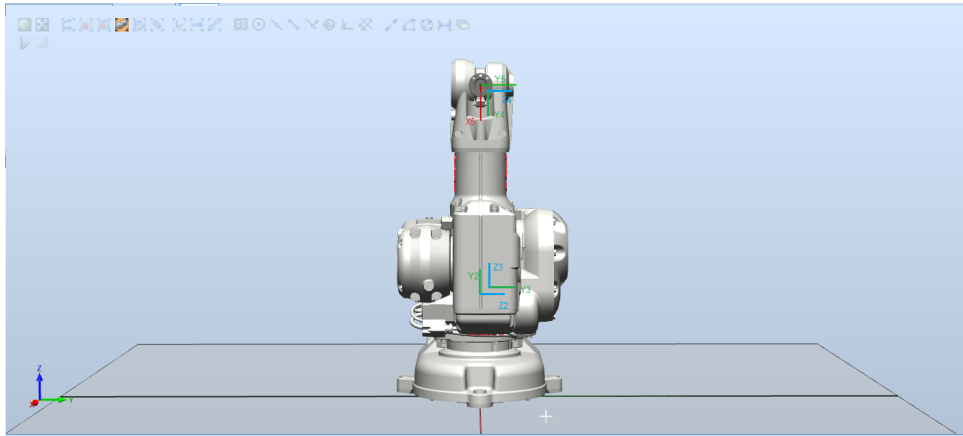


Figura 2.1: Vista de la configuración del robot para las variables articulares $\vec{\theta}_2$ donde se ven las ternas 0 y 1

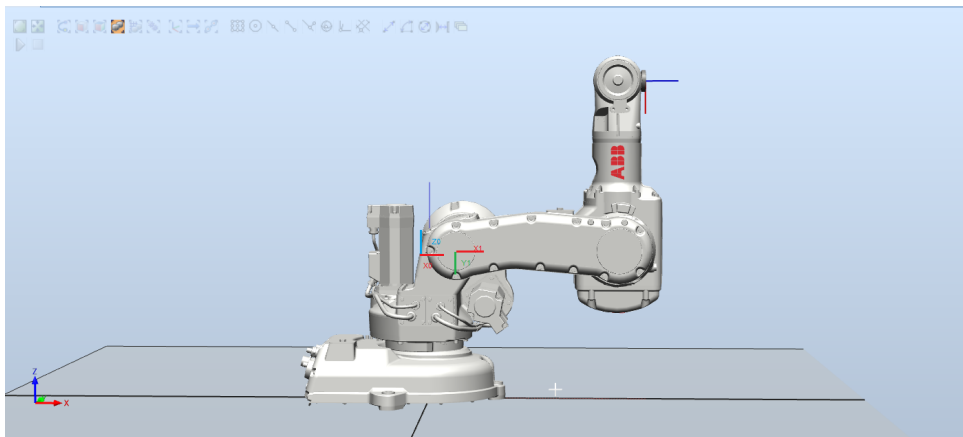


Figura 2.2: Vista de la configuración del robot para las variables articulares $\vec{\theta}_2$ donde se ven las restantes ternas. El origen de la terna 2 y 3 es el mismo y se toma la terna 6 igual a la terna 5

Donde la matriz homogénea resultante del algoritmo es:

$$A_0^6 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 430 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 380 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Se aplicó el algoritmo desarrollado para los siguientes variables de articulación, obteniéndose la matriz homogénea que se indica.

$$\vec{\theta}_3 = \begin{bmatrix} 30 \\ 30 \\ 30 \\ 30 \\ 30 \\ 30 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

$$A_0^6 = \begin{bmatrix} -0,556 & -0,429 & 0,712 & 616 \\ 0,612 & 0,368 & 0,67 & 355 \\ -0,562 & 0,824 & 0,058 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Para estos valores de variables de articulación se observó que si se aplicaba el algoritmo de problema inverso cambiando el valor de g_1 , el cual resultó ser 1, por -1, se obtenía el error correspondiente a:

$$|\sin \theta_3| > 1$$

Esto puede deberse a que como el índice de configuración g_1 indica si el brazo pasa por delante o por atrás del eje 1 para alcanzar una posición y orientación determinada, al encontrarse en una zona límite que el brazo robótico puede alcanzar, tal configuración solo admite únicamente un solo valor de índice de configuración g_1

Por último se aplicó el algoritmo para el conjunto de las variables articuladas mencionadas. Para cada uno de ellos se obtuvo la matriz homogénea y los índices de configuración correspondiente. Se variaron los índices y se aplicó el algoritmo del problema inverso obteniendo otros valores de ángulos. Se aplicó nuevamente el algoritmo del problema directo para los ángulos obtenidos y se verificó que la matriz homogénea sea la misma.

Para θ_1 se obtuvo la siguiente matriz homogénea y los índices de configuración:

$$A_0^6 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 450 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 360 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad g = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

A partir de estos valores se obtuvieron los ángulos correspondientes a los distintos índices de configuración.

g_1	g_2	g_3	Ángulos
1	-1	-1	[0, -90, 180, 0, 0, 0]
1	-1	1	[0, -90, 180, 0, 0, 0]
1	1	-1	[0, 3.1, 0, -180, -86.9, 180]
1	1	1	[0, 3.1, 0, 0, 86.9, 0]
-1	-1	-1	[-180, -177, 152, 0, -65, 180]
-1	-1	1	[-180, -177, 152, 0, -65, 180]
-1	1	-1	[-180, -113, 27, 0, -4.3, 180]
-1	1	1	[-180, -113, 27, 0, 4.3, 0]

Tabla 2.1: Ángulos obtenidos para los distintos índices de configuración

Se repitió para θ_2 obteniéndose.

$$A_0^6 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 430 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 380 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad g = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Y a partir de los distintos índices se obtuvieron los ángulos correspondientes.

g1	g2	g3	Ángulos
1	-1	-1	[0, -93, 180, -180, -3, 180]
1	-1	1	[0, -93, 180, 0, 3, 0]
1	1	-1	[0, 0, 0, -180, 90, 180]
1	1	1	[0, 0, 0, 0, 90, 0]
-1	-1	-1	[-180, -176, 154, 0, -68, 180]
-1	-1	1	[-180, -176, 154, 180, 68, 0]
-1	1	-1	[-180, -109, 26, 0, -63, 180]
-1	1	1	[-180, -109, 26, 180, 63, 0]

Tabla 2.2: Ángulos obtenidos para los distintos índices de configuración

Para cada uno de los valores de ángulos de la tabla 2.1 y 2.2 se aplicó el algoritmo del problema directa, obteniéndose una matriz homogénea igual a la matriz A_0^6 correspondiente verificando que los ángulos correspondientes a las distintas configuraciones.

Nuevamente se repitió el proceso para θ_3 y se buscó verificar que a partir de los ángulos devueltos por el algoritmo del problema inverso, se obtenga la misma homogénea. Se obtuvieron resultados favorables, excepto cuando se producía que el índice de configuración $g3 = -1$

Por último, en el archivo *pruebas.py* se automatiza este proceso para varios conjuntos de variables articuladas obteniéndose resultados positivos.

3. Conclusiones

Se logró implementar 2 algoritmos en lenguaje python que resuelven el problema de posición directa en inversa de un robot IBR 140 de la marca ABB. Se realizaron pruebas con distintas variables articulares obteniéndose resultados positivos una vez que se resolvieron problemas relacionados a la capacidad del ordenador de representar números irracionales.