



NOMBRE DEL ALUMNO:

Everardo Estrella Rojo

CARRERA:

Ing. Mecatrónica

MATERIA:

Cinemática de robots

GRADO Y GRUPO:

7°-B

CUATRIMESTRE:

Septiembre - Diciembre

NOMBRE DEL DOCENTE:

Carlos Enrique Moran Garabito

Convención Denavit-Hartenberg

30 de septiembre del 2019

La representación de Denavit-Hartenberg se trata de un procedimiento sistemático para describir la estructura cinemática de una cadena articulada constituida por articulaciones con un solo grado de libertad.

Una convención comúnmente se utilizada para seleccionar marcos de referencia en aplicaciones robóticas es la convención Denavit-Hartenberg o D-H. En esta convención, cada transformación homogénea A_i se representa como producto de cuatro transformaciones básicas.

$$\begin{aligned}
 A_i &= Rot_{z,\theta_i} Trans_{z,d_i} Trans_{x,a_i} Rot_{x,\alpha_i} \quad (3.10') \\
 &= \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & 0 \\ s\theta_i & c\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c\alpha_i & -s\alpha_i & 0 \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i c\alpha_i & s\theta_i s\alpha_i & a_i c\theta_i \\ s\theta_i & c\theta_i c\alpha_i & -c\theta_i s\alpha_i & a_i s\theta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Figura 1.1 Ejemplo de la utilización de la convención de D-H

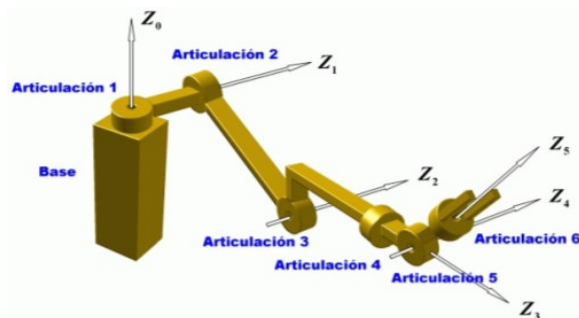
Para ello, a cada articulación se le asigna un Sistema de Referencia (S.R) Local con origen en un punto Q_i y ejes ortonormales $\{X Y Z i, , \}$, comenzando con un primer S.R fijo e inmóvil dado por los ejes $\{X Y Z 0 0 0, , \}$, anclado a un punto fijo Q_0 de la Base sobre la que está montada toda la estructura de la cadena. Este Sistema de Referencia no tiene por qué ser el Universal con origen en $(0,0,0)$ y la Base canónica.

1.- Asignación Sistema Referencial

Las articulaciones se numeran desde 1 hasta n . A la articulación i -ésima se le asocia su propio eje de rotación como eje Z_{i-1} , de forma que el eje de giro de la 1ª articulación es Z_0 y el de la n -ésima articulación, Z_{n-1} .

En la Figura adjunta se muestra la estructura del Robot PUMA junto con sus articulaciones y ejes de rotación.

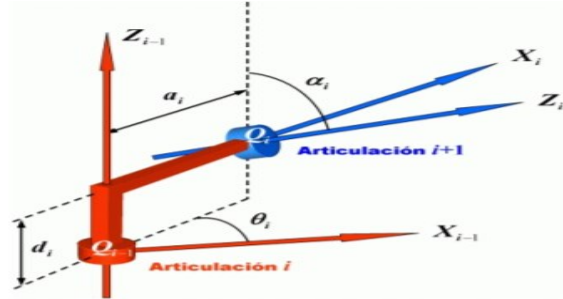
Para la articulación i -ésima (que es la que gira alrededor de Z_{i-1}), la elección del origen de coordenadas Q_1 y del Eje X_i sigue reglas muy precisas en función de la geometría de los brazos articulados, el eje



Y_i por su parte, se escoge para que el sistema $\{X_i Y_i Z_i\}$ sea dextrógiro. La especificación de cada eje X_i depende de la relación espacial entre Z_i y Z_{i-1} , distinguiéndose 2 casos:

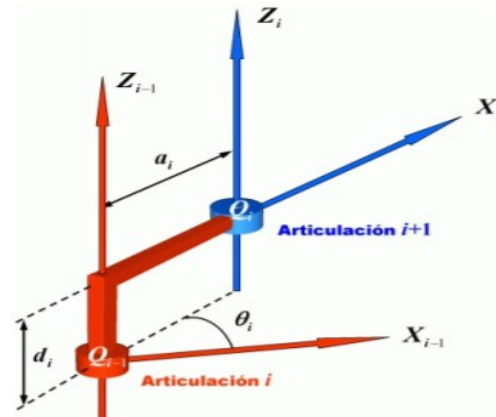
1- Z_i y Z_{i-1} no son paralelos

Entonces existe una única recta perpendicular a ambos, cuya intersección con los ejes proporciona su mínima distancia (que puede ser 0). Esta distancia, a_i , medida desde el eje Z_{i-1} hacia el eje Z_i (con su signo), es uno de los parámetros asociados a la articulación i -ésima. La distancia d_i desde Q_{i-1} a la intersección de la perpendicular común entre Z_i y Z_{i-1} con Z_{i-1} es el 2º de los parámetros. En este caso, el eje X_i es esta recta, siendo el sentido positivo el que va desde el eje Z_{i-1} al Z_i si $0 < a_i$. El origen de coordenadas Q_i es la intersección de dicha recta con el eje Z_i .



2- Z_i y Z_{i-1} son paralelos

En esta situación el eje X_i se toma en el plano conteniendo a Z_i y Z_{i-1} y perpendicular a ambos. El origen Q_i es cualquier punto conveniente del eje Z_i . El parámetro a_i es, como antes, la distancia perpendicular entre los ejes Z_i y Z_{i-1} , y d_i es la distancia desde Q_{i-1} . Una vez determinado el Eje X_i , a la articulación i -ésima se le asocia un 3er parámetro fijo α_i que es el ángulo que forman los ejes Z_i y Z_{i-1} en relación al eje X_i . Nótese que cuando el brazo i -ésimo (que une rígidamente las articulaciones i e $i+1$) gira en torno al eje Z_{i-1} (que es el de rotación de la articulación i), los parámetros a_i , d_i y α_i permanecen constantes, pues dependen exclusivamente de las posiciones/orientaciones relativas entre los ejes Z_{i-1} y Z_i , que son invariables. Por tanto, a_i , d_i y α_i pueden calcularse a partir de cualquier configuración de la estructura articulada, en particular a partir de una configuración inicial estándar.



Precisamente el ángulo θ de giro que forman los ejes X_{i-1} y X_i con respecto 1 al eje Z_{i-1} es el 4º parámetro asociado a la articulación i y el único de ellos que varía cuando el brazo i gira. Es importante observar que el conjunto de los 4 parámetros a , d , α y θ determina totalmente el Sistema de Referencia de la articulación $i + 1$ en función del S.R de la articulación i .

Bibliografía

Barrientos, A.; Peñín, L.F.; Balaguer, C. & Aracil, R.
Fundamentos de Robótica 2ª Ed.
McGraw-Hill, 2007.

Fu, K.S.; González, R.C. & Lee, C.S.G.
Robótica: Control, detección, visión e inteligencia
McGraw-Hill, 1988