Ejercicio de la pagina 100

Ejercicio de la pagina 100 de libro de Barrientos

4.1.2. Algoritmo de Denavit-Hartenberg para la obtención del modelo cinemático directo

D-H 1. Numerar los eslabones comenzando con 1 (primer eslabón móvil de la cadena) y acabando con n (último eslabón móvil). Se numerará como eslabón 0 a la base fija del robot.

D-H 2. Numerar cada articulación comenzando por 1 (la correspondiente al primer grado de libertad) y acabando en n.

D-H 3. Localizar el eje de cada articulación. Si ésta es rotativa, el eje será su propio eje de giro. Si es prismática, será el eje a lo largo del cual se produce el desplazamiento.

D-H 4. Para i de 0 a n-1 situar el eje $\mathbf{z}_i$ sobre el eje de la articulación i+1.

D-H 5. Situar el origen del sistema de la base $\{S_0\}$ en cualquier punto del eje $\mathbf{z}_0$. Los ejes $\mathbf{x}_0$ e $\mathbf{y}_0$ se situarán de modo que formen un sistema dextrógiro con $\mathbf{z}_0$.

D-H 6. Para i de 1 a n-1, situar el sistema $\{S_i\}$ (solidario al eslabón i) en la intersección del eje $\mathbf{z}_i$ con la línea normal común a $\mathbf{z}_{i-1}$ y $\mathbf{z}_i$. Si ambos ejes se cortasen se situaría $\{S_i\}$ en el punto de corte. Si fuesen paralelos $\{S_i\}$ se situaría en la articulación i+1.

D-H 7. Situar $\mathbf{x}_i$ en la línea normal común a $\mathbf{z}_{i-1}$ y $\mathbf{z}_i$.

D-H 8. Situar $\mathbf{y}_i$ de modo que forme un sistema dextrógiro con $\mathbf{x}_i$ y $\mathbf{z}_i$.

D-H 9. Situar el sistema $\{S_n\}$ en el extremo del robot de modo que $\mathbf{z}_n$ coincida con la dirección de $\mathbf{z}_{n-1}$ y $\mathbf{x}_n$ sea normal a $\mathbf{z}_{n-1}$ y $\mathbf{z}_n$.

D-H 10. Obtener θ_i como el ángulo que hay que girar en torno a $\mathbf{z}_{i-1}$ para que $\mathbf{x}_{i-1}$ y $\mathbf{x}_i$ queden paralelos.

D-H 11. Obtener d_i como la distancia, medida a lo largo de $\mathbf{z}_{i-1}$, que habría que desplazar $\{S_{i-1}\}$ para que $\mathbf{x}_i$ y $\mathbf{x}_{i-1}$ quedasen alineados.

DH 12. Obtener a_i como la distancia medida a lo largo de $\mathbf{x}_i$ (que ahora coincidiría con $\mathbf{x}_{i-1}$) que habría que desplazar el nuevo $\{S_{i-1}\}$ para que su origen coincidiese con $\{S_i\}$.

DH 13. Obtener α_i como el ángulo que habría que girar entorno a $\mathbf{x}_i$ (que ahora coincidiría con $\mathbf{x}_{i-1}$), para que el nuevo $\{S_{i-1}\}$ coincidiese totalmente con $\{S_i\}$.

DH 14. Obtener las matrices de transformación $^{i-1}\mathbf{A}_i$ definidas en [4.7].

DH 15. Obtener la matriz de transformación que relaciona el sistema de la base con el del extremo del robot $\mathbf{T} = {}^0\mathbf{A}_1, {}^1\mathbf{A}_2 .. {}^{n-1}\mathbf{A}_n$.

DH 16. La matriz **T** define la orientación (submatriz de rotación) y posición (submatriz de traslación) del extremo referido a la base en función de las n coordenadas articulares.

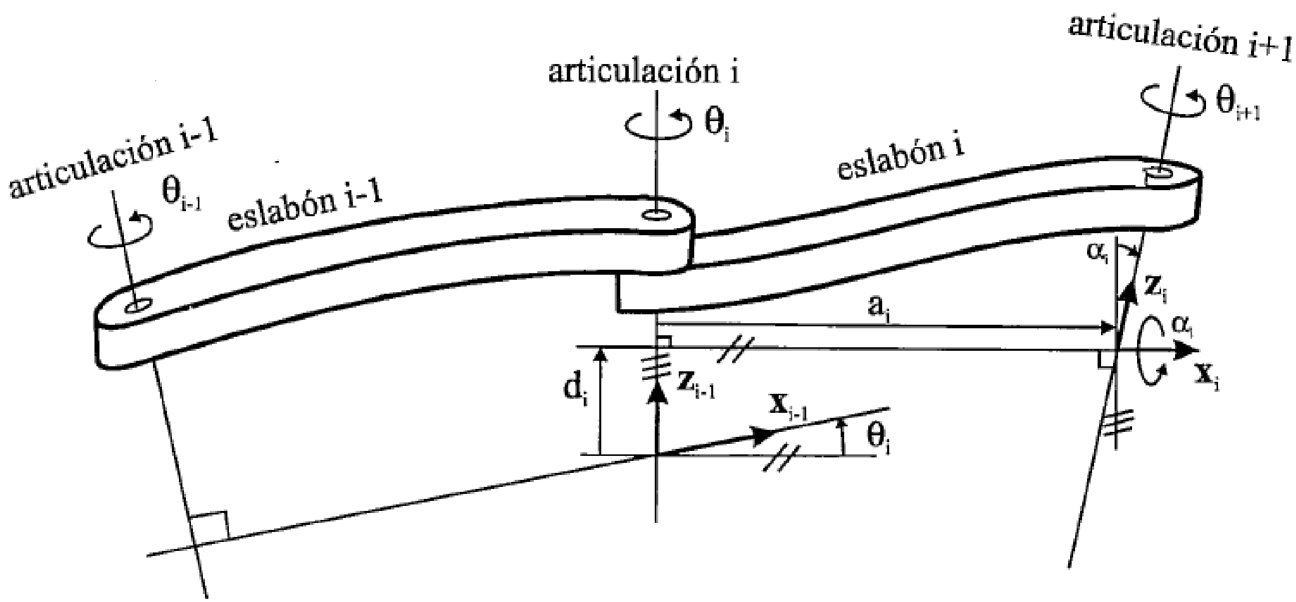
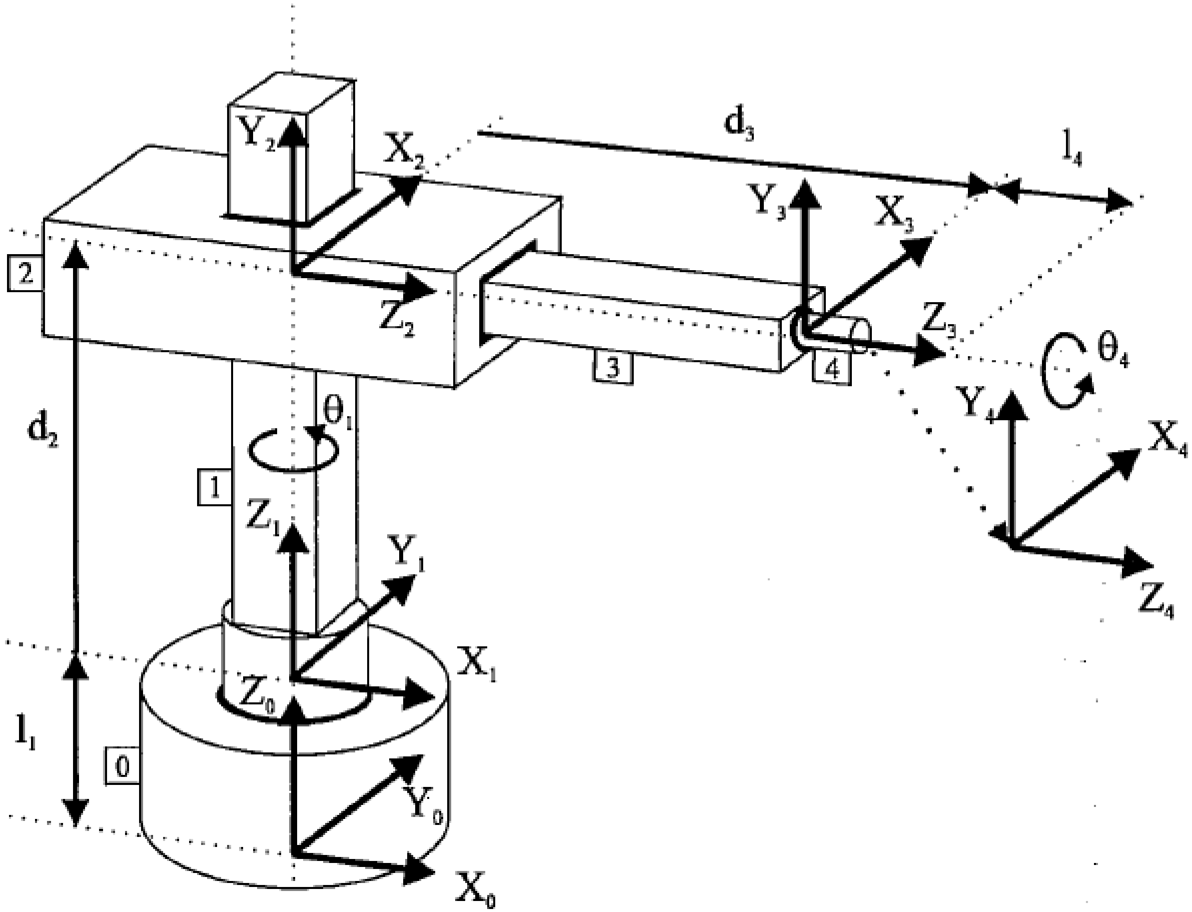


Figura 4.3. Parámetros D-H para un eslabón giratorio.

Los cuatro parámetros de D-H (θ_i, d_i, a_i, α_i) dependen únicamente de las características geométricas de cada eslabón y de las articulaciones que le unen con el anterior y siguiente. En concreto estos representan (Figura 4.3):

- θ_i Es el ángulo que forman los ejes $\mathbf{x}_{i-1}$ y $\mathbf{x}_i$ medido en un plano perpendicular al eje $\mathbf{z}_{i-1}$, utilizando la regla de la mano derecha. Se trata de un parámetro variable en articulaciones giratorias.
- d_i Es la distancia a lo largo del eje $\mathbf{z}_{i-1}$ desde el origen del sistema de coordenadas (i-1)-ésimo hasta la intersección del eje $\mathbf{z}_{i-1}$ con el eje $\mathbf{x}_i$. Se trata de un parámetro variable en articulaciones prismáticas.
- a_i Es la distancia a lo largo del eje $\mathbf{x}_i$ que va desde la intersección del eje $\mathbf{z}_{i-1}$ con el eje $\mathbf{x}_i$ hasta el origen del sistema i-ésimo, en el caso de articulaciones giratorias. En el caso de articulaciones prismáticas, se calcula como la distancia más corta entre los ejes $\mathbf{z}_{i-1}$ y $\mathbf{z}_i$.
- α_i Es el ángulo de separación del eje $\mathbf{z}_{i-1}$ y el eje $\mathbf{z}_i$, medido en un plano perpendicular al eje $\mathbf{x}_i$, utilizando la regla de la mano derecha.

Una vez obtenidos los parámetros D-H, el cálculo de las relaciones entre los eslabones consecutivos del robot es inmediato, ya que vienen dadas por las matrices **A**, que se calculan según la expresión general [4.7]. Las relaciones entre eslabones no consecutivos vienen dadas por las matrices **T** que, como ya se comentó anteriormente, se obtienen como producto de un conjunto de matrices **A**.



Obtenida la matriz **T**, ésta expresará la orientación (submatriz (3 x 3) de rotación) y posición (submatriz (3 x 1) de traslación) del extremo del robot en función de sus coordenadas articulares, con lo que quedará resuelto el problema cinemático directo.

Tabla 4.1. Parámetros D-H para el robot cilíndrico de la Figura 4.4.

Articulación	θ	d	a	α
1	q_1	l_1	0	0
2	90	d_2	0	90
3	0	d_3	0	0
4	q_4	l_4	0	0

Este ejemplo se encuentra resuelto en Matlab en el programa :

Ejercicio_de_barrientos.m

que acompaña esta entrega