

Características de cinemática directa e inversa de manipuladores paralelos

DIEGO HILDEBRANDO RAMIREZ AGUILERA

October 29, 2019



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

1 Introduccion

En robots paralelos, la cinemática inversa consiste en encontrar las variables de las juntas activas y pasivas en función de las coordenadas del efector final del robot y puede ser utilizada para controlar la posición del efector final. El modelo cinemático de este tipo de robots tiene ecuaciones algebraicas con múltiples soluciones.

2 cinemática directa

En la cinemática directa de robots paralelos el problema es determinar la posición del efector final en función de las juntas activas. En general, la solución a este problema no es única, de ahí que la cinemática ha sido objeto de una intensa investigación, por ejemplo, el trabajo reportado por Merlet. Raghavan muestra la solución de la cinemática directa de un manipulador paralelo resolviendo en función de un polinomio.

El problema de la cinemática directa es reducir las ecuaciones de posición a un polinomio en función de las variables activas. Sin embargo, la solución del polinomio no asegura la correcta evolución de las variables de las juntas activas y no considera a las juntas pasivas, al ejecutar una tarea dada. Por otro lado, no hay algoritmo conocido que permita la fácil determinación de una postura única para la plataforma móvil.

Un robot se puede considerar como una cadena cinemática formada por objetos rígidos (eslabones) unidos entre sí por articulaciones.

Algoritmo
Denavit-Hartenberg:

Asignación de sistemas de referencia

- Seguir las reglas de D-H.

Identificación de los parámetros D-H

- Tabla: $\theta_i, d_i, a_i, \alpha_i$.

Obtención de las matrices

- Para cada fila de la tabla anterior.

$${}^{i-1}_i A = \begin{bmatrix} C \theta_i & -C \alpha_i S \theta_i & S \alpha_i S \theta_i & a_i C \theta_i \\ S \theta_i & C \alpha_i C \theta_i & -S \alpha_i C \theta_i & a_i S \theta_i \\ 0 & S \alpha_i & C \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matrices de localización del...

- ...extremo del robot respecto a la base.

$${}^0_i T = {}^0_1 A {}^1_2 A {}^2_3 A \dots {}^{i-1}_i A$$

Se considera un robot paralelo plano cuya plataforma móvil, tiene tres grados de libertad, de los cuales, dos son a lo largo de los ejes x e y, y el tercero es una rotación alrededor del eje z.

CINEMÁTICA DIRECTA: MTH

Algoritmo D-H:

Formar las Matrices Homogéneas

- D-H14: Obtener las matrices de transformación ${}^{i-1}A_i$
 Rotación θ_i del Z_{i-1} , seguida de translación d_i (a lo largo de Z_{i-1} , posteriormente translación a_i (a lo largo X_i y finalmente rotación α_i respecto de X_i :

$${}^{i-1}A_i = T(Z_{i-1}, \theta_i) T(d_i) T(a_i) T(X_i, \alpha_i) =$$

$$= \begin{bmatrix} C\theta_i & -S\theta_i & 0 & 0 \\ S\theta_i & C\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C\alpha_i & -S\alpha_i & 0 \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^{i-1}A_i = \begin{bmatrix} C\theta_i & -C\alpha_i S\theta_i & S\alpha_i S\theta_i & a_i C\theta_i \\ S\theta_i & C\alpha_i C\theta_i & -S\alpha_i C\theta_i & a_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

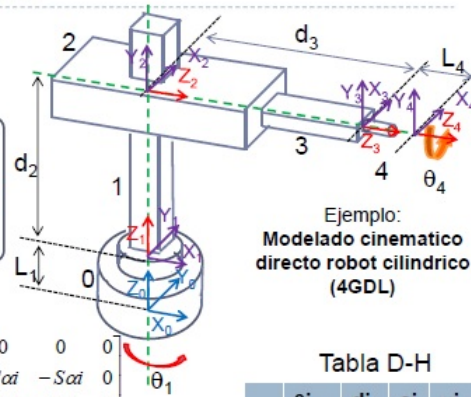


Tabla D-H

	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	L_1	0	0°
2	90°	d_2	0	90°
3	0	d_3	0	0°
4	θ_4	L_4	0	0°

3 Cinematica inversa

Conocida la localización del robot, determina cual debe ser la configuración del robot (articulaciones y parámetros geométricos).

Se basan en descomponer la cadena cinemática en distintos planos geométricos y resolviendo por trigonometría cada plano. Se trata de encontrar el Datos: P_x , P_y , P_z donde se quiere situar el extremo del robot. plano. numero suficiente de relaciones geométricas para posicionar el extremo del robot. Se utiliza para las primeras articulaciones.

CINEMÁTICA INVERSA: MATRICES HOMOGÉNEAS

Ejemplo: Robot esférico 3 GDL

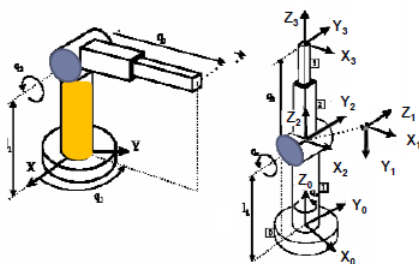


Tabla D-H

	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	q_1	L_1	0	-90°
2	q_2	0	0	90°
3	0	q_3	0	0°

MTH:

$${}^0_1A = \begin{bmatrix} Cq_1 & 0 & Sq_1 & 0 \\ Sq_1 & 0 & -Cq_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^1_2A = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & -Sq_2 & 0 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^2_3A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Hasta ahora se ha considerado únicamente las relaciones de las articulaciones de una manera estática en ausencia de movimiento del robot (problemas Cinemático Directo e Inverso). Cuando el robot se desplaza, los elementos de la cadena cinemática propagan de una articulación a la siguiente tanto velocidades lineales como angulares. La velocidad del elemento $i+1$

será la del elemento i mas las componentes que añade la articulación $i+1$.

Se basan en la resolución independiente de los grados de libertad que posicionan (3) y de los que orientan la muñeca (3). Por lo que el problema cinemático inverso se divide en dos subproblemas: 1. Resolver las tres primeras articulaciones de posición. 2. Resolver las tres ultimas articulaciones que corresponden a la muñeca.