

Cinemática directa e inversa de manipuladores paralelos

Juan Manuel Navarrete Diaz

12 de noviembre de 2019



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

Mtro. Carlos Enrique Moran Garabito
Academia de Ingeniería Mecatrónica
Grupo 7° A
Cinemática de robots

Cinemática directa e inversa de manipuladores paralelos

Los robots manipuladores se caracterizan por tener limitaciones de diseño relacionado con la estabilidad y la distribución de equilibrio y peso. Otra consideración importante en el diseño de robots manipuladores es el análisis cinemático, debido a que implica calcular las posiciones relativas entre el sistema de coordenadas unida a las partes móviles con respecto a un solo sistema de coordenadas, lo cual causa un aumento de la incertidumbre y el error acumulado en las transformaciones. Como consecuencia de ello se afecta la precisión en el posicionamiento y seguimiento de las trayectorias del manipulador. Es importante destacar que generalmente el análisis de la cinemática se aborda de forma directa para así calcular la posición del punto final del robot como función de los valores articulares (ángulos) y de forma inversa para calcular el valor de las coordenadas articulares como función de la posición final; este procedimiento es importante, ya que permite posicionar el robot en un punto dentro de su volumen de trabajo.

Cinemática directa

La solución al problema de la cinemática directa consiste en encontrar el valor de la posición final del robot manipulador, esta solución es una función de los valores articulares, es decir, el valor traslacional o rotativo de las articulaciones. En la actualidad existen diferentes métodos para resolver este problema, pero en el caso presente se hizo uso de las matrices de transformación homogénea, usando el método de la representación sistemática de Denavit-Hartenberg. Aunque la cinemática del robot se puede solucionar geométricamente, el método propuesto ofrece la ventaja de conocer tanto la posición final de manipulador como la posición de cada una de sus articulaciones.

La representación de Denavit-Hartenberg se reemplaza en la matriz de transformación homogénea ${}^{i-1}A_i$, la cual es un arreglo de 4x4 que contiene información relativa a la posición y orientación del sistema de referencia unido al i enlace del manipulador en relación con el sistema de referencia de la conexión i_1 ; de esa manera, la matriz 0A_1 representa la posición y orientación del sistema de coordenadas $S1$ del robot con respecto al sistema de coordenadas $S0$, si $S0$ se coloca en el eje del manipulador y $S1$ al final de un eslabón, la matriz 0A_1 representa la posición de $S1$ referenciada al sistema de coordenadas fijo del robot. De esta forma, la matriz 0A_n , en la que n es el grado de libertad, es aquella que representa la posición final del manipulador con respecto al sistema de referencia; esta matriz comúnmente es denominada T y se representa mediante la ecuaciones 1.

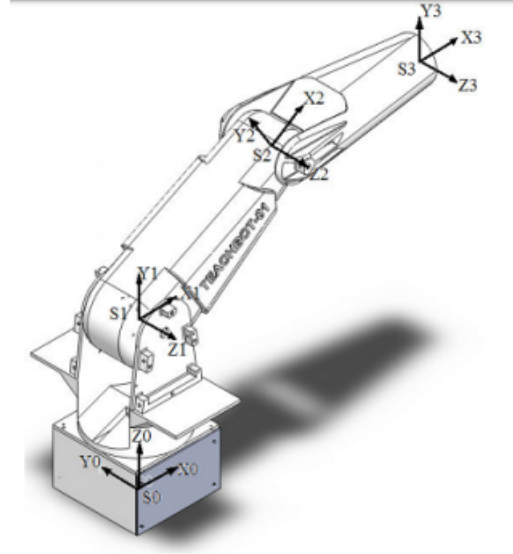


Figura 1: Localización de ejes coordenados

$$T = {}^0 A_n = {}^0 A_1 {}^1 A_2 {}^2 A_3 \dots {}^{n-1} A_n, n \longrightarrow Dof$$

$${}^{i-1}A_i = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\cos(\alpha_i)\sin(\theta_i) & \sin(\alpha_i)\sin(\theta_i) & a_i \cos(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\alpha_i)\cos(\theta_i) & -\sin(\alpha_i)\cos(\theta_i) & a_i \sin(\theta_i) \\ 0 & \sin(\alpha_i) & \cos(\alpha_i) & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Cinemática inversa

La cinemática inversa de un manipulador es un término usado para denotar el cálculo de los valores articulares (ángulos de las juntas) del manipulador, necesario para posicionar un punto en el espacio referenciado al sistema de coordenadas global del manipulador. Para este caso, se calcularon los valores de θ_1 , θ_2 y θ_3 basado en el punto P_x , P_y y P_z , paso mostrado en la sección anterior. Existen diferentes formas de abordar el problema de la cinemática inversa, particularmente se propone un conjunto de ecuaciones cerradas que, a través de relaciones matemáticas, determinan los puntos adecuados para hacer que el robot haga el seguimiento de trayectoria, proporcionando así una solución en tiempo real.