

condiciones de singularidad de manipuladores seriales

DIEGO HILDEBRANDO RAMIREZ AGUILERA

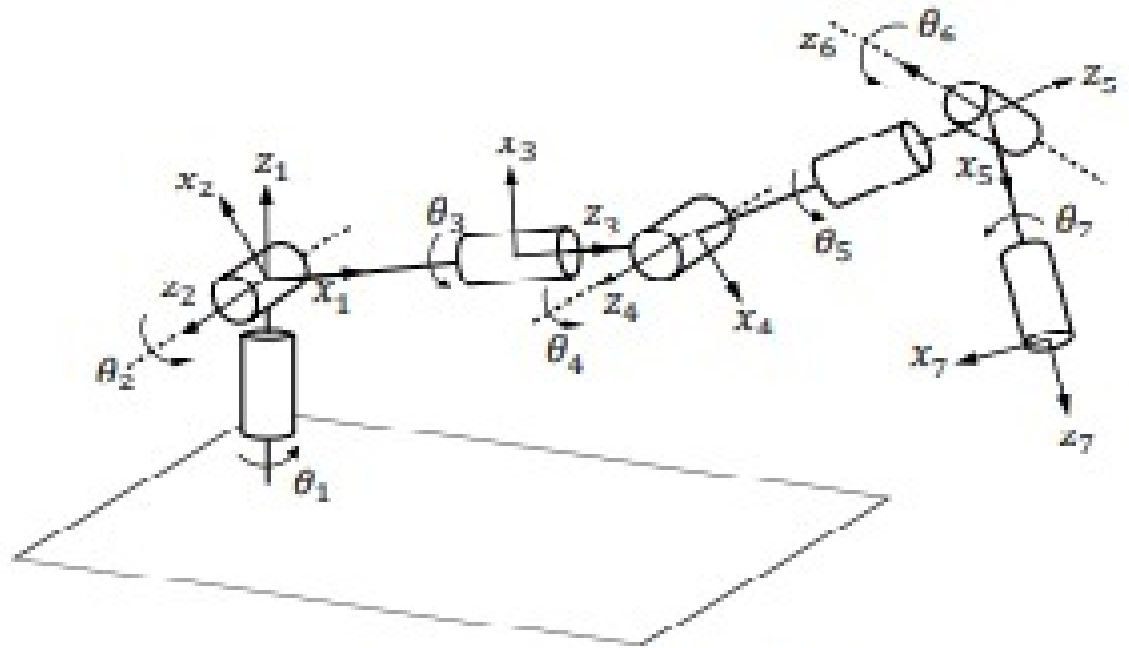
October 1, 2019

1 Introduccion

Un robot manipulador serie es una cadena cinematica abierta compuesta de una secuencia de elementos estructurales rigidos, denominados eslabones, conectados entre si a traves de articulaciones, que permiten el movimiento relativo de cada par de eslabones consecutivos. Al final del ultimo eslabon puede anadirse una herramienta o dispositivo, denominado elemento terminal. Asimismo, a cada articulacion i se le asocia un sistema de coordenadas i que se utiliza para describir su posicion y orientacion relativas. La relacion entre los sistemas de coordenadas asociados articulaciones consecutivas viene descrita mediante una matriz de transformacion homogenea construida a partir de los parametros de Denavit-Hartenberg (D-H) (Craig, 1989; Siciliano et al., 2008; Spong et al., 2006;

2 Descripcion

La resolucion de la cinematica inversa consiste en hallar las configuraciones asociadas a una pose concreta del elemento terminal. Como se comento en la introduccion, las soluciones pueden agruparse en dos grupos: soluciones analiticas, o en forma cerrada, y soluciones numericas. Para manipuladores no redundantes que poseen muñeca esférica, (Pieper, 1968) demostró de forma constructiva que siempre existe solucion analítica. Mas aun, demostró tambien que cualquier robot manipulador con tres articulaciones consecutivas cuyos ejes se cortan en un punto o son paralelos tiene solucion en forma cerrada. Los manipuladores no redundantes que no poseen muñeca esférica y los manipuladores redundantes no tienen solucion analítica en general, por lo que se emplean metodos numericos para obtener al menos una buena aproximacion de una de las soluciones. Estos metodos iterativos generalmente se basan en el metodo de Newton para resolver sistemas de ecuaciones no lineales (Buss, 2009; Buss and Kim, 2005). No obstante, para el caso de robots manipuladores redundantes con muñeca esférica se puede hallar un procedimiento para obtener el conjunto de soluciones en forma cerrada. Para ello, si el manipulador tiene m GdL redundantes, se parametrizan m variables articulares. De esta forma se reduce el problema al caso no redundante donde se pueden aplicar los metodos de Pieper o (Paul, 1981) en donde se obtienen las soluciones en funcion de las variables articulares parametrizadas. Para completar la solucion, se definen funciones que optimizan dichos parametros en funcion de un objetivo secundario, como evitar singularidades, evitar limites articulares, etc.



(a) Esquema del robot Kuka LWR 4+

3 Analisis de singularidad

En esta seccion se presenta la metodologia seguida en el analisis de singularidad. Con la finalidad de abarcar todas las posibles configuraciones singulares del mecanismo espacial tipo RRRCR, se hara un analisis exhaustivo de la ecuacion de velocidad, ver ecuacion (6), utilizando toda la potencia matematica ofrecida por los vectores y las matrices. De esta manera, el conjunto de todas las posibilidades se obtiene intercambiando las diferentes posiciones que pueden adoptar todos los terminos, tanto en el lado izquierdo (tres) como en el lado derecho (un termino) de la ecuacion (6). Asi pues, el total de posibilidades seria de 24. Sin embargo, debido a que cada producto vectorial del tipo $(ab) \cdot c$ debe cumplir con el siguiente ciclo de 6 identidades: