EV_2_2_MODELO_DINAMICO_DEL_COMPORTAMIENTO_DEL_MANIPULADOR_MEDIANTE_LA_FORMULACION_EULER_LAGRANGE

Felipe Alvarado Galicia
Dinámica de Robots

14 DE ABRIL DE 2020
UPZMG
Carlos Enrique Moran Garabito

Introducción:

la formulación de Lagrange-Euler presenta un modelo simple y elegante, dando como resultado una serie de ecuaciones diferenciales no lineales de 2º orden acopladas útiles para el estudio de estrategias de control en el espacio de estados de las variables articulares del robot, pero que se presentan ineficaces para aplicaciones en tiempo real dado el elevado tiempo de computación que requieren las operaciones con matrices de transformación homogénea.

Dinámica de Manipuladores Robóticos

La dinámica de manipuladores es un campo de estudio que considera las fuerzas requeridas para causar el movimiento de dichos manipuladores.

Para acelerar un manipulador desde el estado de reposo, desplazar su efector terminal a una velocidad constante, y finalmente desacelerarlo hasta detenerlo, es necesario aplicar un complejo conjunto de funciones de torque, por medio de los actuadores de junta. La forma exacta de las funciones requeridas de torque de actuadores depende de los atributos espaciales y temporales de la senda seguida por el efector terminal, así como de las propiedades de masa de los eslabones, de la carga útil, la fricción en las juntas, etc.

Un método de controlar un manipulador, para que siga una senda deseada, involucra calcular las funciones de torque de actuadores usando las ecuaciones dinámicas de movimiento del manipulador.

Un segundo uso de las ecuaciones dinámicas de movimiento es en simulación. Al reformular las ecuaciones dinámicas de modo que la aceleración sea calculada como una función de torque de actuador, es posible simular como se movería un manipulador bajo la aplicación de un determinado conjunto de torques de actuador.

Trata con las formulaciones matemáticas de las ecuaciones de movimiento de un brazo para describir su conducta dinámica. Son útiles para la simulación en computador del movimiento del robot, del diseño de ecuaciones de control apropiadas para el robot y la evaluación del diseño y estructura del brazo. El problema de control consiste en obtener modelos dinámicos del brazo del robot físico y a continuación especificar leyes o estrategias de controlo correspondientes para conseguir la respuesta y rendimiento del sistema deseado. El modelo dinámico se puede conseguir a partir de las leyes físicas conocidas tales como las leyes de la mecánica Newtoniana y Lagrangiana.

Métodos convencionales como las formulaciones de Lagrange-Euler (L-E) y Newton-Euler se pueden aplicar entonces sistemáticamente para desarrollar las ecuaciones de movimiento de un robot.

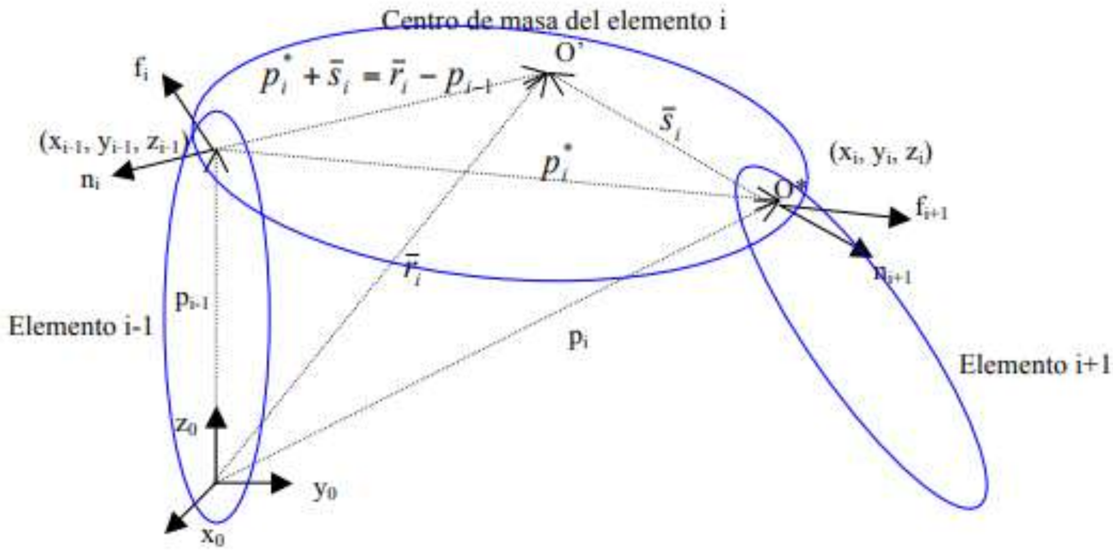

Figura 3.3.Fuerzas y momentos sobre el elemento i

Conceptos Generales

Al evaluar el comportamiento dinámico de cualquier sistema (mecanismos, moléculas, etc.) se consideran dos problemas básicos. Los cuerpos sometidos a fuerzas tienden a acelerar, entonces el primer problema está en determinar el movimiento inducido sobre el cuerpo por el conjunto de fuerzas aplicadas -denominado comúnmente como el problema dinámico directo. El segundo problema, denominado como el problema dinámico inverso, es el de determinar las fuerzas requeridas para producir un movimiento predefinido sobre el sistema

Dinámica de cuerpos rígidos

Un objeto que no puede ser deformado por las fuerzas que actúan sobre él se denomina como Cuerpo Rígido. Un cuerpo rígido puede ser visto como una colección de partículas puntuales, cada una de ellas restringida a mantener una distancia fija con respecto a las demás. A pesar de que un cuerpo rígido no puede modelarse matemáticamente de manera exacta, es posible modelar la dinámica de muchos objetos a través de su descripción como si fueran cuerpos teóricamente rígidos. Para facilitar la descripción del movimiento en sistemas multicuerpo complejos es imperativo tener un modelo compacto para su representación. El uso de operadores espaciales se sugiere y se discute para este propósito. Los apéndices I y II describen de forma vectorial, a manera de referencia, las contrapartes en notación espacial que serán desarrolladas en este capítulo.

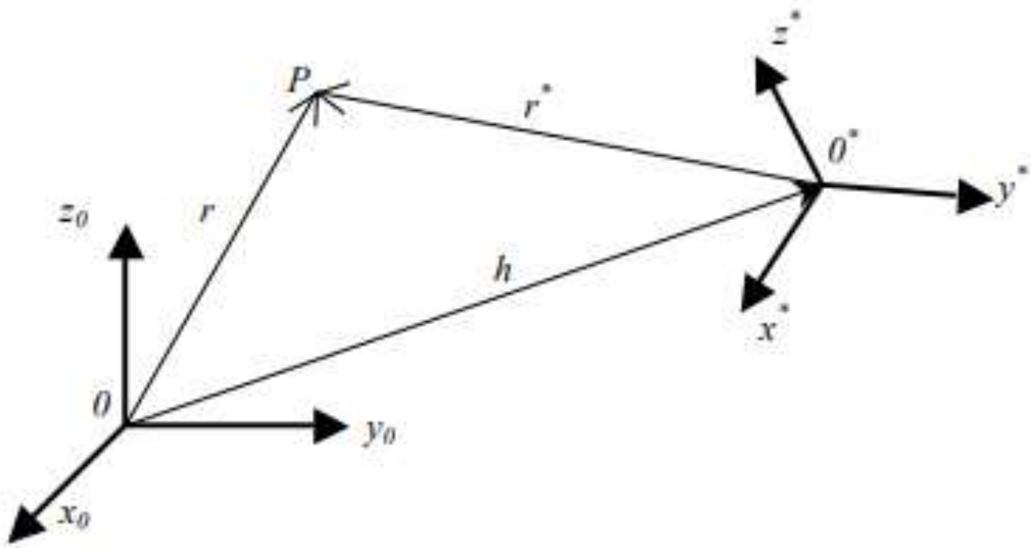

Figura 3.1. Sistemas de coordenadas en movimiento

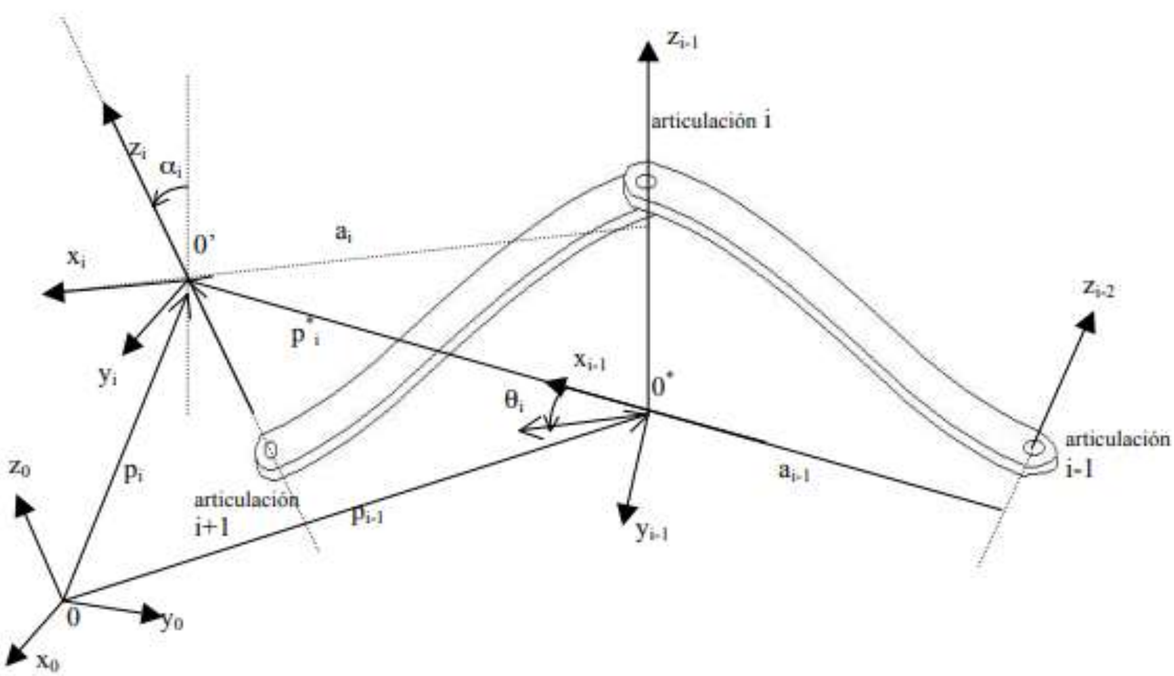

Figura 3.2. Relaciones vectoriales entre los sistemas de referencia $0, 0^*$ y 0'

Formulación de Lagrange-Euler para las Ecuaciones de Movimiento

En la formulación de Newton-Euler, las ecuaciones de movimiento fueron derivadas a partir de la Segunda Ley de Newton, la cual relaciona fuerza y momento, así como torque y momento angular. Las ecuaciones resultantes incluyen fuerzas de restricción, las cuales deben ser eliminadas para poder obtener ecuaciones dinámicas de forma cerrada. En la formulación de Newton-Euler, las ecuaciones no son expresadas en términos de variables independientes, y no incluyen explícitamente torques de junta de entrada, pues se necesitan operaciones aritméticas para derivar las ecuaciones dinámicas de forma cerrada. Esto representa un complejo procedimiento que requiere cierta intuición física.

Una alternativa al método de Newton-Euler, para dinámica de manipuladores, es la formulación de Lagrange-Euler, la cual describe el comportamiento de un sistema dinámico en términos del trabajo y la energía almacenados en el sistema, en vez de las fuerzas y momentos de los miembros individuales involucrados. Las fuerzas de restricción comprometidas en el sistema quedan automáticamente eliminadas en las ecuaciones dinámicas obtenidas por este método. Las ecuaciones dinámicas de forma cerrada pueden ser derivadas sistemáticamente en cualquier sistema de coordenadas.

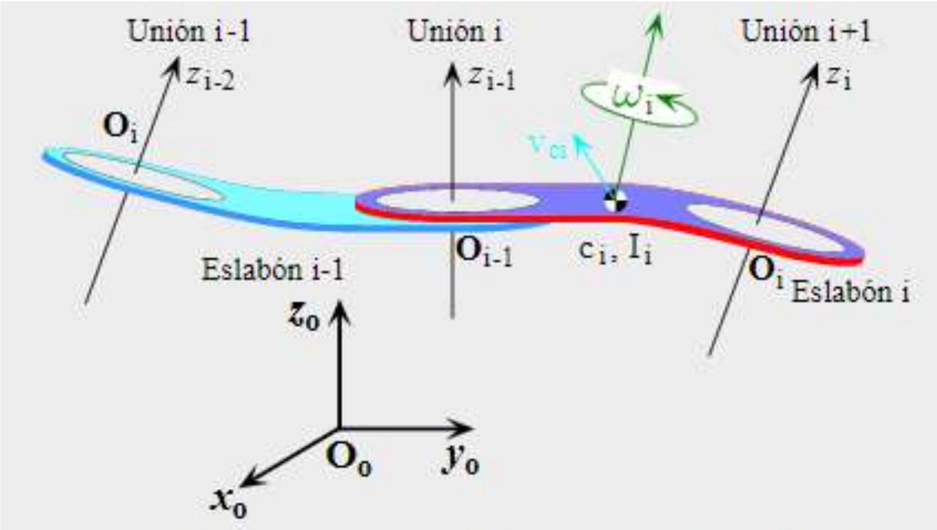

Figura 4.6. Velocidades centroidal y angular de eslabón $\rm

Bibliografía:

Internet

http://www.wag.caltech.edu/home/ajaramil/libro_robotica/dinamica.pdf

http://www.udesantiagovirtual.cl/moodle2/course/view.php?id=4#section-7

https://nbio.umh.es/files/2012/04/practica3.pdf

libros

- Serway, Raymond A.; Jewett, John W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers* (en inglés) (6ª edición). Brooks/Cole. ISBN 0-534-40842-7.
- Tipler, Paul A. (2000). *Física para la ciencia y la tecnología (2 volúmenes)*. Barcelona: Ed. Reverté. ISBN 84-291-4382-3.