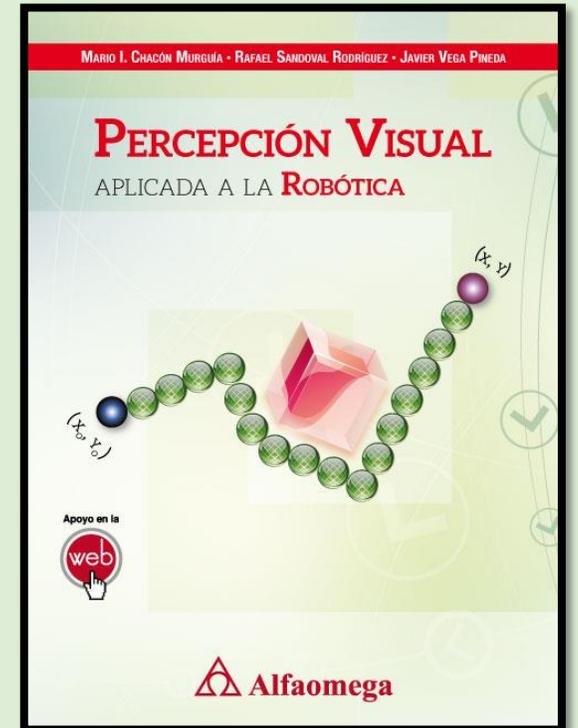


Percepción visual aplicada a la robótica

Mario I. Chacón Murguía

Rafael Sandoval Rodríguez

Javier Vega Pineda



Selecciona el libro para empezar

Capítulo 2

Teoría de robótica

Continuar

Cinemática de robots manipuladores y robots móviles

- El problema cinemático directo consiste en encontrar una relación o grupo ecuaciones que dado el vector de variables de las articulaciones, es decir, las posturas de las articulaciones, podamos obtener la configuración de la punta de la herramienta en términos de posición y orientación respecto de un sistema cartesiano base.
- El método a presentar asigna sistemas coordenados al final de cada eslabón, de manera sistemática, y posteriormente se obtienen ecuaciones o relaciones que permiten mapear cada sistema coordenado respecto al sistema coordenado previo, en una serie que inicia en la base del robot y termina en la punta de la herramienta.

Rotaciones fundamentales

- Una rotación fundamental consiste de una rotación simple del sistema móvil respecto del sistema fijo.

Coordenadas homogéneas

- Para poder realizar tanto rotaciones como translaciones con una sola matriz de transformación es necesario aumentar la dimensión de dicha matriz para incluir ambas operaciones.

Transformaciones homogéneas compuestas

- En el caso general, una matriz de transformación homogénea puede representar tanto una translación como a una rotación de un sistema coordenado móvil sobre un sistema coordenado fijo.
- Una secuencia de rotaciones o translaciones individuales puede ser representada por el producto de matrices homogéneas fundamentales.

Transformación homogénea inversa

- Si tenemos una matriz de transformación homogénea T que mapea el sistema móvil M respecto del sistema fijo F , la matriz homogénea inversa que mapea el sistema fijo F respecto del sistema móvil M .

Transformaciones Tornillo

- Una es un desplazamiento lineal a lo largo de un eje combinado con un desplazamiento angular sobre el mismo eje. Este tipo de movimiento corresponde a una operación de roscado o desenroscado, y por tanto se denomina transformación tornillo.

Coordenadas en los eslabones

- Recuerde que un brazo robótico puede ser modelado como una cadena de eslabones rígidos interconectados por articulaciones en cadena cinemática abierta.
- Una vez realizado, una ecuación general del brazo que representa el movimiento cinemático de los eslabones del manipulador puede ser obtenida.

Parámetros Cinemáticos

- Cada par de eslabones adyacentes están conectados por una articulación, de revolución o prismática.
- La posición y orientación relativas de dos eslabones sucesivos puede ser especificada por dos parámetros de la articulación.

Parámetros Cinemáticos

- Cada par de eslabones adyacentes están conectados por una articulación, de revolución o prismática.
- La posición y orientación relativas de dos eslabones sucesivos puede ser especificada por dos parámetros de la articulación.

Vector Normal, de Deslizamiento y de Aproximación

- Por convención, las articulaciones y los eslabones de un brazo robótico son numerados comenzando con la base fija, el cual es eslabón 0, y terminando con la herramienta, que es el eslabón n .
- Con el fin de asignar sistemáticamente sistemas coordenados a los eslabones de un robot de n ejes, se debe tener atención especial en el último eslabón, la herramienta o efector final.

La Representación Denavit-Hartenberg (DH)

- En 1995, Denavit y Hartenberg propusieron una notación sistemática para asignar sistemas coordenados, uno para cada eslabón en una cadena cinemática abierta de eslabones.
- Una vez que los sistemas coordenados son asignados, transformaciones entre sistemas coordenados adyacentes pueden ser representadas por una sola matriz homogénea compuesta.

La ecuación del brazo

- Una vez que los sistemas coordenados son asignados usando el algoritmo DH, podemos transformar coordenadas del sistema k al sistema $k-1$ usando matrices de transformación homogéneas.
- Multiplicando varias de esas matrices de transformación en forma compuesta, podemos llegar a una matriz de transformación que mapee coordenadas de la herramienta respecto del sistema coordenado en la base.

Cinemática inversa de robots manipuladores

- La información entregada por la ecuación del brazo no solo incluye la posición de la punta de la herramienta, sino también la orientación de cada uno de los vectores de su sistema coordenado, todo esto respecto del sistema coordenado en la base del robot.
- Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones de brazos manipuladores se conocen las coordenadas del punto a donde se desea que llegue la punta de la herramienta, además de su orientación, y lo que se necesita, entonces, es saber que postura debe adquirir cada articulación para que la punta de la herramienta presente la configuración deseada.

Vector de configuración de la herramienta

- La información necesaria de la configuración de la herramienta es, al menos, las coordenadas del punto a donde debe llegar la punta de la herramienta. Para algunas aplicaciones es necesario especificar también la orientación de la herramienta.
- Sin embargo, pasar la orientación de cada vector del sistema coordenado de la punta de la herramienta puede resultar redundante, además de tedioso y difícil.

Tipos de sensores

- Las variables básicas o más comunes a medir en un brazo manipulador son posición, velocidad, aceleración, fuerza, y contacto o presión.
- Además a estas variables, también es común usar sensores de visión para localizar los objetos a manipular por el robot.
- Los sensores de visión, así como los sensores de rango laser se usan en robótica móvil.
- El potenciómetro es típicamente usado para medir posición angular en las articulaciones de revolución en brazos manipuladores.

Desplazamiento lineal en articulaciones prismáticas

- El codificador óptico incremental es usado para medir la velocidad angular en articulaciones de revolución.
- La frecuencia de los pulsos de salida es típicamente convertida a un voltaje analógico usando convertidores de frecuencia a voltaje, o bien se puede estimar la velocidad midiendo el periodo de los pulsos de salida usando un microcontrolador.
- El tacogenerador se conecta a la flecha del actuador que provee la velocidad angular a la articulación. El voltaje de salida del tacogenerador es proporcional a la velocidad angular de la flecha del actuador de la articulación.

Sensor de rango láser Hokuyo

- El sensor láser que se ha utilizado es conocido en el mercado con el nombre de Hokuyo URG-04LX.
- Alta exactitud y resolución con un amplio rango angular de barrido, el cual proporciona la mejor solución para robots autónomos que se encuentran moviendo en ambientes desconocidos.
- Este sensor no se ve influenciado por la claridad de los ambientes en los que se esté utilizando, lo cual hace que este sensor tenga un muy buen comportamiento en ausencia de luz.

Tipos de Mapas

- En la literatura de robótica móvil se habla, principalmente, de dos tipos de mapas para la navegación autónoma de robots.
- Estos tipos de mapas son los mapas geométricos, y los mapas topológicos.
- La navegación con mapas geométricos también es conocida como navegación métrica o navegación cuantitativa.
- Cuando se usan mapas topológicos para la navegación, normalmente el objetivo es encontrar una ruta hacia un destino determinado que consiste de un conjunto de lugares que se tienen que visitar.

Representación de mapas geométricos

- La configuración del espacio de trabajo, comúnmente llamado *CSpace* por sus siglas en inglés (*ConfigurationSpace*), es una estructura de datos que ayuda al robot a especificar y determinar la posición (localización y orientación) de cualquier objeto que se encuentre en el mismo.
- Una buena representación del CSpace reduce el número de dimensiones con la que tiene que lidiar el agente.

Mallas regulares

- Como ya se ha mencionado otra manera de representar el CSpace del agente es utilizando una técnica conocida como *mallas regulares*. Este método sobrepone una malla, o rejilla cartesiana de dos dimensiones (2D), en el espacio de trabajo del agente.
- El método de *mallas regulares* para la representación del CSpace no es tan complicado de aplicar. Primero debemos definir la unidad base, que también es llamada *elemento base* o *elemento de malla*, esta unidad base nos permite discretizar el CSpace del robot.

Quadrees

- Una variante a la representación con mallas regulares es el uso de la técnica de *quadrees*.
- Esta técnica intenta evitar el desperdicio de espacio que puede ser producido con las mallas regulares.
- La idea de este tipo de representación es volver a dividir o aplicar la técnica de malla regular a las unidades básicas que se encuentren ocupadas.

Mallas probabilísticas

- Las mallas probabilísticas son una modificación a las mallas regulares y a los *quadrees*. Mientras estos dos métodos de representación nos dicen si una unidad base esta ocupada o no.

Mallas probabilísticas

- Las mallas probabilísticas son una modificación a las mallas regulares y a los *quadrees*. Mientras estos dos métodos de representación nos dicen si una unidad base esta ocupada o no.

Mapas topológicos

- Una manera de representar el espacio en el que un robot estará ejecutando sus tareas es a través del uso de *grafos*, de hecho los *mapas topológicos* son representaciones espaciales en forma de grafos en los cuales los nodos generalmente representan estados en los que se encuentra el robot y las aristas representan trayectorias que llevan al robot de un estado a otro.

Técnicas de navegación

- La idea de poder desarrollar robots móviles autónomos ha estado creciendo desde sus inicios y se han desarrollado diferentes técnicas para poder lograr este objetivo. La tarea de navegación no es fácil y se puede implementar de diferentes maneras, uno de los algoritmos no tan complejos de implementar en esta área son los llamados *algoritmos Bug*.

Algoritmos bug

- Los algoritmos bug1 y bug2 se encuentran entre los algoritmos de planeación de trayectorias no tan complejos que utilizan sensores como entradas para validar la planeación que se ha hecho fuera de línea. Estos algoritmos asumen algunos aspectos tales como que el robot es un punto operando en un plano o en un mapa.
- Quizá la manera más sencilla de llegar a un destino cuando no existen obstáculos sea siguiendo una línea recta trazada desde el punto de origen, o punto inicial, hasta el punto destino, pero, ¿qué pasa cuando un obstáculo se encuentra en la línea recta que se ha trazado hacia el objetivo?, en tal caso, la sugerencia es navegar rodeando al objeto por completo y almacenar la información del perímetro del objeto en memoria.

Implementación de un nuevo algoritmo Bug

- Para el desarrollo del algoritmo se modeló al robot como un punto que posteriormente será una superficie cuadrada en la cual pueda caber el robot.
- La idea principal para poder mover al robot de un origen a un destino, es trazar una línea desde las coordenadas del origen, hasta las coordenadas del destino.