



SIMULADOR DE COMPORTAMIENTO CINEMÁTICO DE ROBOTS MANIPULADORES UTILIZANDO MATLAB

Enrique Cuan Duron^a, Arnoldo Fernández Ramírez^b, Elisa Urquizo Barraza^a,
Roxana García Andrade^b

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de La Laguna,
^bDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Nuevo León,
kcuand@gmail.com, arnoldo028@gmail.com, elisaurquizo@gmail.com,
roxana_garciaandrade@yahoo.com

RESUMEN

Este trabajo presenta las nuevas contribuciones a un simulador utilizando Matlab el cuál puede ser usado como un recurso digital con interfaz gráfica, que simule los comportamientos cinemático directo de la estructura de robots manipuladores. Permitiendo la utilización del modelo cinemático inverso de posición para la realización de trayectorias en el espacio operacional.

Gracias a su diseño gráfico, es de gran ayuda en la docencia ya que puede funcionar como un laboratorio virtual de las materias relacionadas con Robótica, ayudando a que los alumnos comprendan de mejor manera los aspectos teóricos. La utilización del modelo cinemático de posición permite ampliar la comprensión y asimilación de la formulación matemática de este modelo.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta un simulador que se está desarrollando en colaboración entre el Instituto Tecnológico de La Laguna y el Instituto Tecnológico de Nuevo León para ser utilizado como herramienta pedagógica-didáctica en la enseñanza de la cinemática directa de robots manipuladores dentro de la materia de Introducción a la Robótica. Se desarrolla esta herramienta debido a ciertos inconvenientes encontrados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la robótica. Estos inconvenientes que son comunes a la enseñanza de ciertas asignaturas, están relacionados con la enseñanza del funcionamiento de máquinas o dispositivos que presentan ciertas partes que se mueven. Enseñar dispositivos que se mueven siguiendo leyes, sin la posibilidad de contar con estos, es un problema. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) constituyen valiosos recursos para desarrollar estrategias que apunten a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de materias con estos contenidos o similares. En la materia Introducción a la robótica se implementa una estrategia basada en el desarrollo de un simulador para ayudar a los estudiantes a transferir conceptos matemáticos, informáticos, científicos y tecnológicos aplicados a la cinemática directa de robots manipuladores.

La simulación de un sistema puede ser considerada como el proceso de representar un sistema real mediante la implementación de un modelo que permita realizar experimentos [1]. El uso de la simulación trae consigo los siguientes beneficios, costo, ahorro de tiempo, reducción de riesgo y en el caso de enseñar dispositivos que se mueven siguiendo leyes, sin la posibilidad de contar con estos, es un problema, el uso de la simulación mediante el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) constituyen valiosos recursos para desarrollar estrategias que apunten a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de materias con estos contenidos o similares.



El propósito de realizar experimentos mediante una simulación es el de entender el comportamiento o evaluar estrategias para la operación de un sistema sin requerir la construcción o experimentación con el sistema físico real. En una simulación por método analítico, se hacen suposiciones acerca del sistema y se derivan algoritmos y relaciones matemáticas para describir su comportamiento.

Este simulador utilizando Matlab puede ser usado como un recurso digital con interfaz gráfica, que simule los comportamientos cinemático directo de la estructura de robots manipuladores. Este comportamiento se puede visualizar en 3D.

Gracias a su diseño gráfico, será de gran ayuda en la docencia ya que puede funcionar como un laboratorio virtual de la materia de Introducción a la Robótica, ayudando a que los alumnos comprendan de mejor manera los aspectos teóricos.

Actualmente se puede encontrar un gran número de simuladores de robots manipuladores. Algunos presentan grandes limitaciones debido a las licencias de uso y distribución [2,3,4]; en otros casos no se ha podido encontrar mayor información o el código fuente no está disponible o no es ejecutable [5,6]. En el caso de este proyecto la idea es dejarlo a disposición tanto del profesor como del estudiante para que ellos mismo puedan modificarlo e incrementar funciones que enriquezcan al simulador.

2. TEORÍA

Por simulación de un robot básicamente se entiende el análisis del comportamiento cinemático de éste.

Se parte de un modelo simple para representar un robot con seis grados de libertad o variables independientes, en el cual se utilizan solo una primitiva simple: un prisma rectangular. Esta primitiva se construye, con caras o facetas compuestas por cuatro vértices cada una. De esta forma, son necesarios ocho vértices para definir las seis caras del prisma rectangular. Con los prismas rectangulares se construyen los eslabones del robot. Los eslabones están unidos mediante articulaciones.

La situación de un sólido en el espacio se define mediante la utilización de al menos seis variables independientes: tres para la posición y tres para la orientación. En este punto, se tendrían seis variables independientes para cada eslabón. Al unir los eslabones mediante articulaciones de una sola variable independiente, esto nos permite reducir la complejidad, al poder situar cada uno de los eslabones en el espacio mediante una sola variable, la variable articular.

A cada uno de los eslabones se une un marco de referencia, el cual nos ayudara a definir la cinemática, es decir la posición y la orientación, entre dos eslabones consecutivos y en forma global la cinemática del robot.

Para determinar la cinemática se utiliza el método modificado de Denavit–Hartenberg [7] Este método no solo proporciona la forma de describir la cinemática, si no también como describir el manipulador de una forma intuitiva. La utilización del método de Denavit-Hartemberg nos permite obtener la posición y la orientación relativa entre dos eslabones consecutivos, mediante cuatro parámetros definidos entre los marcos de referencia unidos a cada uno de los eslabones. Estos parámetros, para cada par de marcos de referencia consecutivos, son para cada eslabón móvil j :

- α_j una rotación alrededor del eje z
- d_j una traslación a lo largo del eje z
- θ_j una rotación alrededor del eje x
- r_j una traslación a lo largo del eje x



Con estas rotaciones y traslaciones se constituye la matriz de transformación homogénea, utilizando la siguiente fórmula:

$${}^j T = \begin{bmatrix} C\theta_j & -S\theta_j & 0 & d_j \\ C\alpha_j S\theta_j & C\alpha_j C\theta_j & -S\alpha_j & -r_j S\alpha_j \\ S\alpha_j S\theta_j & S\alpha_j C\theta_j & C\alpha_j & r_j C\alpha_j \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Donde C es la función coseno y S es la función seno.

En esta versión del simulador se modela un robot *Motoman K6SB* de seis grados de libertad. Los parámetros de Denavit-Hartenberg modificados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 1 Parámetros de Denavit-Hartenberg modificados, para el robot *Motoman K6SB*

Eslabón	$\alpha_j(^{\circ})$	d_j	θ_j	r_j
1	0	0	θ_1	0
2	90	D2	θ_2	0
3	0	D3	θ_3	0
4	90	D4	θ_4	R4
5	-90	0	θ_5	0
6	90	0	θ_6	0

Con estos parámetros se obtienen las siguientes matrices de transformación homogénea. El modelo directo de posición se expresa como:

$${}^0 T = {}^0 T_1 {}^1 T_2 \dots {}^5 T_6$$

Una vez que se obtiene el modelo cinemático de posición, se modela el robot *Motoman K6SB* en Matlab, con primitivas simples como se muestra en la figura 1.

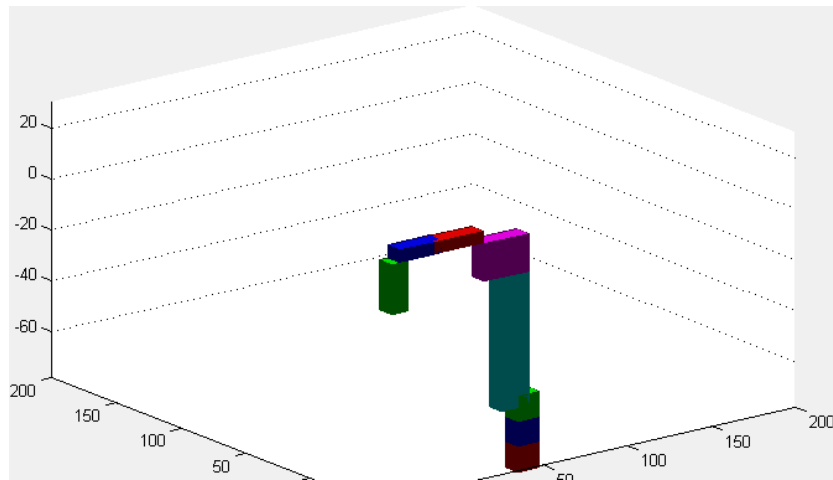


Figura 1. Modelado del robot *Motoman K6SB* en Matlab.

3. DESCRIPCIÓN DEL SIMULADOR

En esta segunda versión el simulador sigue siendo fácil de utilizar, sólo se tiene como entrada, los valores de las variables articulares, mediante cajas de edición y barras deslizadoras. Ahora se cuentan con nuevas funciones entre las cuales podemos mencionar: Visualización de la solución del modelo cinemático directo de posición, determinación del modelo cinemático inverso de posición, cuando se da click a los botones “+” y “-”, visualización de un esquema simplificado y visualización del nivel suelo (figura 2 y 3).

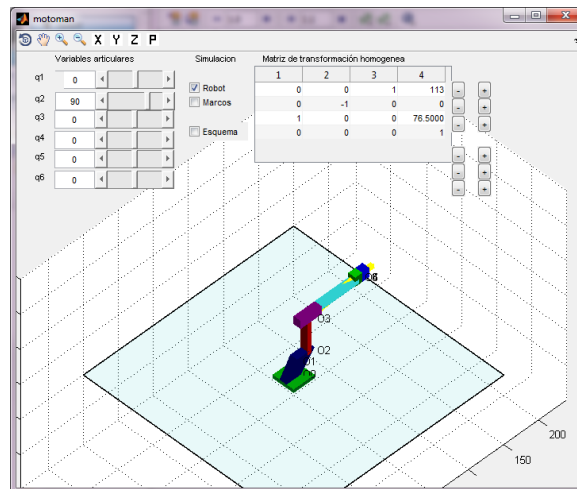


Figura 2. Visualización de la solución del modelo cinemático directo de posición,

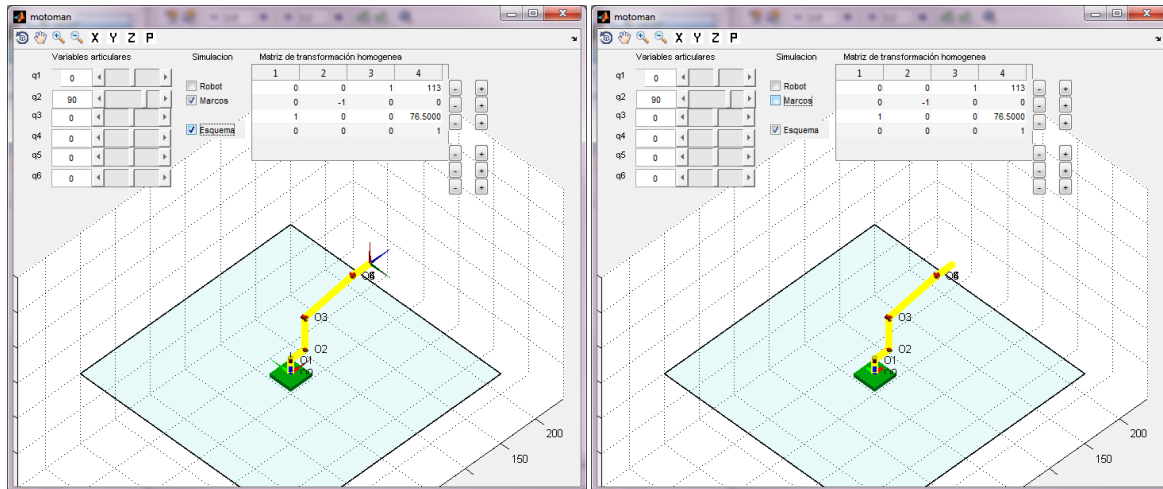


Figura 3. Visualización del esquema simplificado.

Conclusiones

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se presenta una segunda fase de desarrollo de un simulador de robots manipuladores el cuál puede ser utilizado como un recurso digital de apoyo en la materia de robótica. Se han implementado todas las funciones necesarias para el desarrollo de los algoritmos de cinemática inversa, además, se cuenta con una interfaz gráfica con visualización en 3D que contiene mejoras respecto a la primera fase de desarrollo y es posible manejar las funciones del simulador desde la línea de comandos en Matlab.

BIBLIOGRAFÍA

1. R. D. Smith, Simulation, cuarta ed. New York: Grove's Dictionaries, July 2000.
2. "Camelot-robot off line programming." [Online]. Available: <https://www.camelot.dk/>
3. "Easy-rob: 3d robot simulation tool." [Online]. Available: <http://www.easyrob.de/>
4. P. I. Corke, "A robotics toolbox for matlab," Robotics & Automation Magazine, IEEE, vol. 3, no. 1, pp. 24–32, Mar. 1996.
5. G. H. Salazar-Silva, J. C. Martinez-Garcia, and R. Garrido, "Enhancing basic robotics education on the web," in American Control Conference, 1999. Proceedings of the 1999, vol. 2, 1999, pp. 1470–1471 vol.2.
6. H. Morales and C. Cruz, "Edisim: editor y simulador de robots manipuladores," in 20 Congreso Nacional de Electrónica, Puebla, México, Sep. 2002.
7. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, segunda ed. E.U.A.: Addison-Wesley Publishing Company, 1989.