

SERPIENTE ROBÓTICA

Lic. César Larios
Docente de la Universidad
del Valle de Puebla

Resumen

Un robot puede moverse de forma tan flexible como pueda y llegar a rincones que para el ser humano sería difícil explorar. Puede tratarse de montajes de aviones, centrales nucleares o para la inspección de canales, los motores utilizados en la serpiente robótica permiten realizar múltiples segmentos. Las áreas estrechas y peligrosas son muy comunes en varios sectores de la industria; los espacios son reducidos, por lo cual son difícilmente accesibles para las personas, también para los equipos que se utilizan en las empresas. La serpiente robótica tendrá muchas aplicaciones en la industria, se podrá introducir en un estrecho agujero para realizar una búsqueda en lugares inaccesibles y realizar algunas grabaciones.

Palabras Clave: Robot, serpiente, flexibilidad, algoritmo, programación.



imagen:
<http://trends.directindustry.com/wp-content/uploads/2014/03/Snake-arm-750x499.jpg>

I.- Introducción

La evolución de la ciencia y el constante mejoramiento de la tecnología, permite que la robótica se convierta en una de las ciencias multidisciplinarias; con los avances en la informática, mecánica, electrónica, inteligencia artificial y otras ciencias, surgen los robots actuales calificados de inteligentes, con mejoras en extensiones sensoriales con respecto sus antecesores.

Los avances de la ciencia le permiten a la robótica tener buenas perspectivas, pero a la vez incrementar la complejidad de la misma [1]. Los robots se emplean en montajes de la industria aeroespacial, en el sector de la energía atómica y en aplicaciones de medicina y seguridad [2].

El modelo matemático se describe en el marco de trabajo de las dinámicas no lisas y análisis convexo, lo que permite incorporar fácilmente tanto las fuerzas de contacto unilaterales de los obstáculos, las fuerzas de fricción entre el robot serpiente y el terreno sobre la base de la Ley de Coulomb utilizando de valor establecido las leyes de la fuerza. Por lo tanto, las transiciones *stick-slip* con el suelo y los impactos con los obstáculos, se modelan como transiciones instantáneas. Esto da lugar a una descripción precisa de la Fricción de Coulomb que es importante para la locomoción de la serpiente robótica sobre una superficie plana [3].

Modelo matemático

El modelo plano del robot serpiente consiste de n enlaces contando por $n-1$ articulaciones rotacionales. Este uso de medidas diferenciales permite cambios instantáneos en las velocidades que ocurrirán por impactos con obstáculos. Se ha de utilizar el algoritmo de Denavit-Hartenberg para la obtención del modelo cinemático directo.

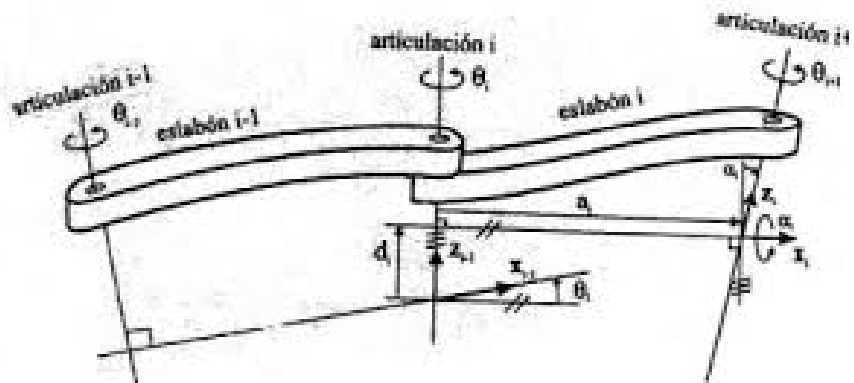


Fig. 2. Ejemplo del modelo D-V.

Se presenta la cinemática del robot serpiente en un entorno con obstáculos. A partir de la cinemática, se desarrollarán funciones brecha tanto para la detección de contactos de obstáculos y para ajustes de las restricciones conjuntas bilaterales.

Link	a	α	d
1	0	$\pi/2$	l_1
2	l_2	0	0
3	l_3	0	0
4	l_4	0	0

Fig. 3. Ejemplo de matriz D-V

$$A_1 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & 0 & \sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & 0 & -\cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 & l_2 \cos(\theta_2) \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 & l_2 \sin(\theta_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 & l_3 \cos(\theta_3) \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 & l_3 \sin(\theta_3) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_4 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_4) & -\sin(\theta_4) & 0 & l_4 \cos(\theta_4) \\ \sin(\theta_4) & \cos(\theta_4) & 0 & l_4 \sin(\theta_4) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_4^0 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) * (l_4 \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + l_3 \cos(\theta_3) + l_2 \cos(\theta_2) + l_1 \cos(\theta_1)) \\ \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \sin(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) * (l_4 \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + l_3 \cos(\theta_3) + l_2 \cos(\theta_2) + l_1 \cos(\theta_1)) \\ \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) & \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) & 0 & l_4 \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + l_3 \sin(\theta_3) + l_2 \sin(\theta_2) + l_1 \sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Se da una visión general de las coordenadas que se utilizan para describir la posición y orientación del robot serpiente [3].

Fig. 1. Snake robot

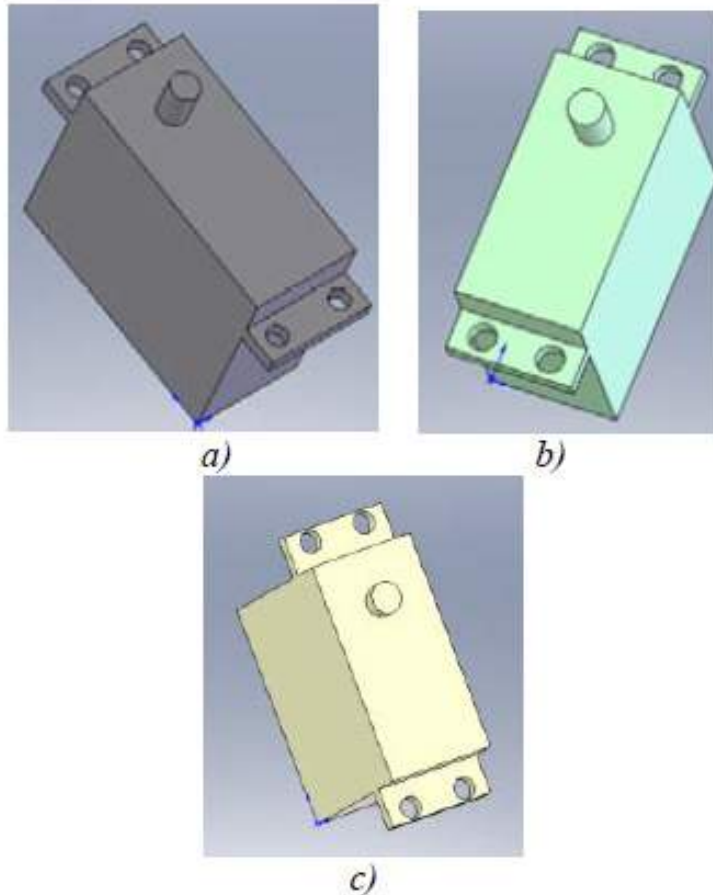
http://1.bp.blogspot.com/_v46bL7m_UwI/TMuXqsdsMnI/AAAAAAAAAAs/JtznGzB2p1U/s1600/Aiko2



I.- Diseño del robot

La serpiente robótica se diseñará en un software (*Solid Edge*) para ser más precisos y con mejor modelado.

Fig. 4. Servomotores



El servo es un mecanismo diseñado para controlar un grado de libertad en cada módulo. Servos utilizan un motor eléctrico, un tren de engranajes y la electrónica para controlar el motor de acuerdo a los comandos externos. El eje de salida sobresale del servo y tiene un rango de movimiento entre -90 y 90 grados con respecto a centrar en incrementos de 0,35 grados. El servo modificado es capaz de girar 360 grados, pero el mecanismo limita su rango de movimiento de

180 grados. El módulo es un conjunto en el que el servo crea el medio de la estructura y proporciona el par de torsión para mover y mantener los ángulos, mientras que resisten las fuerzas del medio ambiente [4].

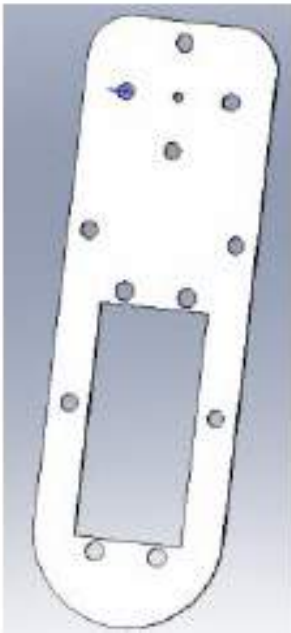


Fig. 5. Eslabón

II.- Electrónica arquitectura

Cada módulo de la serpiente robot va a contener un micro-procesador que le ha de permitir los cálculos necesarios. Cada uno de ellos funciona de manera independiente de los otros módulos dentro de la serpiente; así, el PC coordina el sistema distribuido compuesto por los módulos de ésta. Por ejemplo, el equipo puede decirle a un módulo que se mueva a una posición determinada o especificar un límite de corriente. Es entonces el trabajo del módulo de convertir en realidad a esa posición o mantener su consumo de corriente por debajo del límite especificado [4].

III.- Control de movimiento

Junto con el uso de control PID para regular la posición del módulo, el controlador de posición también puede limitar la corriente eléctrica consumida por el motor. Esto se consigue mediante el mantenimiento de un límite de ciclo de trabajo en el motor, que luego se aumenta o disminuye cuando la corriente del motor está por encima o por debajo del límite de corriente. Debido a la relación esencialmente lineal entre las tablas y el par actual de limitación de corriente, efectivamente, crea un límite de par; este límite permite que el robot serpiente cumpla con el ambiente externo y ayuda a mantener el sobrecalentamiento del motor cuando se estancó [4].

IV.- Recubrimiento

Aunque los mecanismos subyacentes son principalmente responsables del movimiento del robot, las modificaciones de la superficie exterior de éste se pueden utilizar para mejorar el rendimiento en una serie de entornos. Estas transformaciones toman la forma de un completo, posiblemente sellado recubrimiento llamado piel o adhesión, formado de un material adicional a los propios módulos llamados cumplimiento. Ambas mejoras estructurales tienen ventajas y desventajas que deben tenerse en cuenta. Cabe señalar que la decisión de utilizar cualquier cumplimiento o piel, no afecta el diseño mecánico y cada uno puede intercambiarse [4].

V.- Electrónica compleja

En un sistema tan complejo como el robot serpiente, hay muchos posibles puntos de fallo. En robots serpientes mayores, el motor y/o puente en H con frecuencia fallarían. Los nuevos componentes electrónicos están clasificados muy por encima de la corriente que los motores son capaces de dibujar, lo que reduce significativamente un error eléctrico. Además de las mejoras H-puente, un sensor de corriente en los tableros de controlador, permite que el microcontrolador limite el consumo del mismo, lo cual ayuda a proteger el servo. Si el software detecta que el motor está atrayendo demasiada corriente, se reducirá la cantidad de energía dada al motor hasta que esté dentro del rango aceptable como una protección adicional para el motor y la electrónica [4].

VI.- Conclusiones

Las mejoras que se deberán efectuar en el robot dependerán del trabajo constante y la aplicación, además de que el desarrollo del diseño de la serpiente robótica se ha de considerar para varios factores: El robot debe satisfacer diversas acciones cuando se enfrenta a los retos. El diseño de la arquitectura debe tener en cuenta el tamaño, peso y potencia. El diseño mantiene un muy alto nivel de fiabilidad. Lo anterior ha resultado en un robot muy versátil que puede funcionar en una amplia variedad de entornos.

Referencias Bibliográficas

- [1] C.R. Batz Saquimux. (julio de 2005). Biblioteca. Recuperado el 5 de noviembre de 2014, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0286_CS.pdf.
- [2] Schutz, A. (11 de octubre de 2012). *Una Serpiente robótica que se introduce reptando en cualquier rincón*. Recuperado el 04 de noviembre de 2014, de Maxon Motor: <http://www.maxonmotor.es/maxon/view/application/SNAKE-ARM-ROBOT-AB>
- [3] Transeth, A. A., Leine, I. R., & Glocker, C. (febrero de 2008). *Snake Robot Obstacle-Aided Locomotion: Modeling, Simulations and Experiments*. Recuperado el 6 de noviembre de 2014, de IEEE Transactions on robotics: <http://www.zfm.ethz.ch/~leine/papers/Transeth%20%26%20Leine%20%26%20Glocker%20%26%20Pettersen%20%26%20Liljeback%20-%20Snake%20robot%20obstacle-aided%20locomotion%20modeling%20simulations%20and%20experiments.pdf>.
- [4]. Johnson, A., Peck, A., & McCord, Z. (29 de octubre de 2007). *Design of a Modular Snake Robot*. Recuperado el 7 de noviembre de 2014, de http://biorobotics.ri.cmu.edu/papers/IROS07_Wright_1345.pdf.