

Diseño de un Prototipo Móvil Pintador de Superficies de Construcciones

Alvarado Tlamintzi Oscar, Calderón Romero Arturo, Cadena Cortés José Antonio, Aguilar Matlalcuatzi Aldo Giovanni y Xochipiltecatl Carreto Henry

Universidad Politécnica de Tlaxcala

Resumen

El proyecto consiste en diseñar, desarrollar e implementar un prototipo móvil pintador de superficies de construcciones, como paredes y guarniciones, con la característica de desplazarse paralelamente a ellas. El prototipo pinta líneas en superficies a 45° con respecto al eje X, de a cuerdo a su desplazamiento seguidor de paredes (trayectoria paralela), con una velocidad de 0.37 m/s y con la capacidad de soportar hasta 20Kg estructuralmente (incluyendo su masa y elementos anexos).

Móvil, Pintar, superficie

1. Introducción

El móvil pintador de superficies de construcciones es aquel que tiene la capacidad de desplazarse paralelamente a ellas (las cuales son pendientes a 45° y coloniales), al mismo tiempo que ejecuta el proceso de pintado. En abril de 2009 Marks Paul, New Scientist, define el uso de tecnologías biomiméticas (biomimetic technologies), en su obra Robot ceiling climbers harness new tricks [1], concepto aplicable para que los robots alcancen a escalar y desplazarse en superficies relativamente planas ($> 0^\circ$ con respecto al eje x), cuyo principio se enfoca al uso del Gecko, un reptil semejante a una salamanca que tiene la habilidad de escalar cualquier superficie debido a la presencia de fuerzas intermoleculares producidas por millones de estructuras tipo pelambre, llamadas setas [2]. Las acciones de los robots pintadores y escaladores se encuentran en investigación actual, en marzo 2008, el Department of Mechano-Informatics and Design Engineering, Hongik University, Shinan-ri 300, Jochiwon 339-701, definió el diseño y construcción de un móvil que se impulsa para trepar superficies verticales y continua su trayectoria en el plano horizontal. Por otro lado, los estadounidenses Amir Degani, Amir Shapiro, Howie Choset y Matthew T.

Mason, desarrollaron un robot con la capacidad de ganar altura entre dos paredes paralelas permitiendo así un grado de libertad, la aplicación fue la inspección y mantenimiento de la parte interna de tubería, tecnología presentada en la International Conference on Intelligent Robots and Systems, San Diego, CA, USA, Oct 29 - Nov 2, 2007 [3], una de las actuales consideraciones para el desplazamiento de móviles en superficies no agudas. Finalmente, en 2002 Munsang Kim, Sungchul Kang, et al, del Advanced Robotics Research Center, KIST, Sungbuk Ku, Seoul, Korea y del Department of Mechanical Engineering, KAIST Yoosung Ku, Teajon, desarrollaron un robot con la capacidad de desplazarse en múltiples superficies, a través de arreglos de mecanismos y actuadores que impulsan al móvil a la superficie vertical [4].

El desarrollo del proyecto va en conjunto con el desplazamiento del móvil en superficies a 45° desde eje x, con el uso de sistema de adherencia relativa, que evita el desprendimiento mismo de la superficie.

2. Definiciones y descripciones generales

Diseñar, desarrollar e implementar un prototipo basado en un móvil capaz de pintar superficies planas de construcciones, buscando emular el proceso de pintado laborioso que involucra un ambiente activo y arriesgado para un ser humano. La automatización del proceso sistemático apunta a la reducción económica y a las consideraciones sociales de integridad y seguridad

Su función es escalar y desplazarse en pendientes y llevar a cabo la tarea principal de pintado, propiamente siguiendo una trayectoria recta definida [5], iniciando desde una posición horizontal hasta alcanzar la posición diagonal a 45°. Este desplazamiento lo realiza utilizando orugas mecánicas laterales en su chasis, que transmiten el

movimiento a todo su conjunto dinámico, las orugas le proporcionan mayor tracción y estabilidad a toda su locomoción.

Para el sistema de adherencia relativa utilizamos dos conceptos fundamentales: el principio de los insectos, serpientes y algunos roedores, que tienen la facilidad de escalar y posicionarse en superficies como árboles, paredes, etc., morfológicamente con sus extremidades y miembros adaptados al medio. Algunos reptiles se desplazan en superficies verticales presentando los miembros extendidos; las moscas al posicionarse en la pared expulsan un líquido pegajoso desde sus patas, las cuales poseen unas almohadillas adherentes que les permiten caminar sobre superficies lisas como el vidrio, incluso boca abajo, y que al desprenderse remueven sus almohadillas; la orugas o larvas en cada uno de los segmentos del tórax tienen un par de patas articuladas y provistas de uñas (son las patas verdaderas). Los segmentos abdominales presentan, en general, de dos a cinco pares de falsas patas: unas protuberancias membranosas de la cutícula, que suelen tener forma de ventosa y estar provistas de uno o media corona de ganchos en el extremo [6], en la figura 1, se muestra la imagen de la pata de la larva.

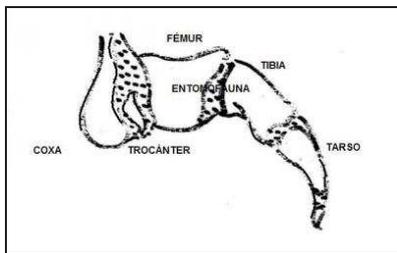


Figura 1. Pata de una oruga.

El segundo principio es basado en un sistema de aire cuyo vector de dirección impide que el móvil de desprenda de su trayectoria aguda.

3. Etapas de evolución

3.1 Diseño y construcción de la etapa electrónica-eléctrica

La velocidad del móvil requerida radica en el intervalo [0.20-0.35] m/s, acorde a la medición de la velocidad que lleva el pulverizador, magnitud medida con un cronómetro automático, y la carga que soporta en conjunto con el peso del móvil radica entre [0-20] Kg.

En la **motorización**, los actuadores reductores DC a 101 rpm, transmiten el movimiento al resto de los mecanismos a través de bandas, actuadores que disponen de autonomía energética ya que el móvil incorpora una fuente propia de energía recargable.

En la **etapa de potencia** utilizamos el diseño de drivers, los cuales tiene la capacidad de estimular a los motores en sentidos iguales, sentidos contrarios, uno funcionando y el otro frenado o viceversa y dejarlos frenados a ambos. De estas opciones sólo utilizamos el giro de los motores en sentidos iguales y el frenado de ambos, debido a que el móvil primeramente pintará una línea sobre la superficie. En la figura 2, se muestra el diagrama del circuito de uno de los drivers con sus respectivas entradas y salidas.

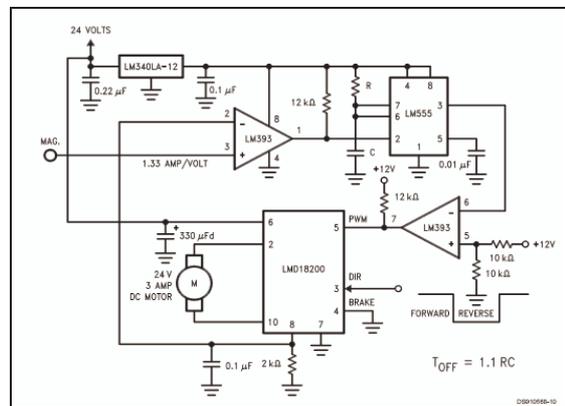


Figura 2. Circuito del driver.

El circuito se alimenta por 24 volts, esta tensión alimenta al CI LMD18200 en su pin (6), y esta misma tensión es regulada a 12 volts para alimentar el resto del circuito [7]. La tensión de 12 volts alimenta a los circuitos integrados: LM555, que es un dispositivo muy estable para la generación de precisión de los retrasos o la oscilación, en pocas palabras se encarga de controlar los pulsos o señales que pasan por el circuito [8]; y el LM393 el cual consta de dos comparadores de tensión independiente de precisión con una especificación de tensión de offset tan bajos como 2,0mV máximo de dos comparadores que fueron diseñados específicamente para operar desde una sola fuente de alimentación en un amplio rango de voltajes [9]. Cabe hacer notar que el circuito LM340LA-12 [10], es el que regula la corriente que pasa a través del Driver. Las terminales del motor con características compatibles a 3A y 24V, se tomaron de los pines 2 y 10 del CI LMD18200 [11].

3.1 Diseño y construcción de la etapa mecánica

El **chasis está diseñado** para resistir hasta 20Kg/m (incluyendo su masa). El diseño y construcción de la estructura del chasis es específico para soportar y organizar a los dispositivos que contiene, sirviendo esto para no causar deformación en los puntos más débiles en el chasis (laminilla) y para determinar así el tipo de material que se empleó para la estructura total, evitando tener un peso extra en la estructura por utilizar un material más resistente pero a su vez más pesado. El material elegido para la construcción del marco estructural del chasis es un ángulo con calibre 1 1/4 in, el cual ofrece una excelente resistencia ante la carga. El marco base tiene como función alojar al plano laminar. El plano laminar es una área de polímero de calibre 18 y es apta para resistir el peso de las baterías y los circuitos.

Refiriéndose a los soportes: el soporte para motores está diseñado a base de la unión de un tubo seccionado en dos arcos iguales, a través de cuerda por tornillo; y el soporte para el dispositivo expulsor de pintura se localiza en la parte lateral del móvil y en equilibrio con los vectores de desplazamiento y de la aceleración de la gravedad.

Las orugas mecánicas que están unidas al chasis, están diseñadas a base de transmisión de bandas las cuales presentan ganchos que adoptan las características de los insectos que escalar superficies y al posicionarse en ellas. En la figura 3, se puede apreciar el diseño de las orugas en conjunto en el chasis.

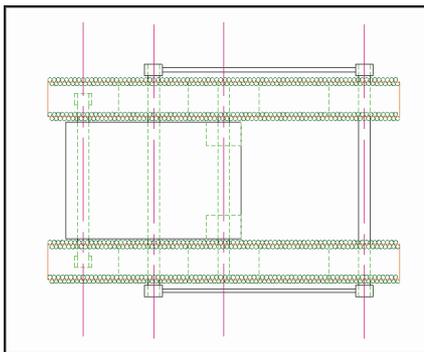


Figura 3. Diseño de las orugas con adherencia relativa.

La implementación del móvil está dirigida a planos con 45° respecto del eje x. En la figura 4, se aprecia el comportamiento de las orugas mecánicas

de móvil antes de encontrarse a con las pendientes y en el momento que tiende a subir por la pendiente.

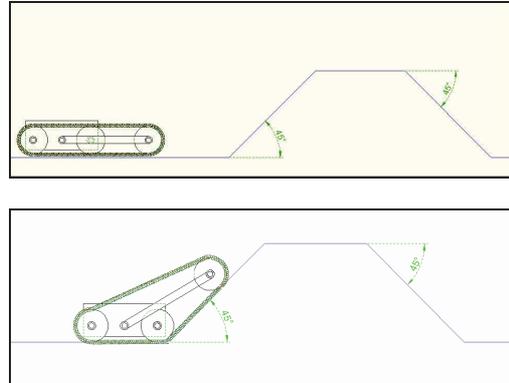


Figura 4. Trayecto de subida del móvil

4. Análisis de resultados

De acuerdo con el análisis, diseño y construcción de cada sistema y sus respectivos mecanismos, obtuvimos la siguiente integración sistemática quedando como resultado un sistema Mecatrónico:

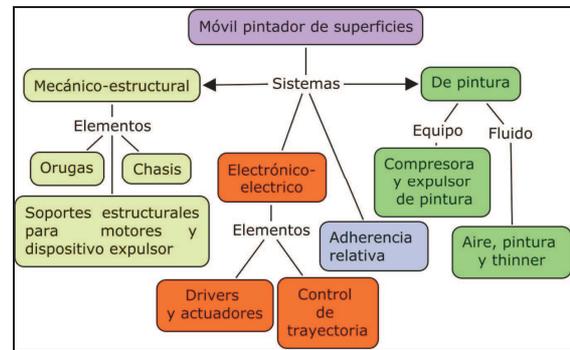


Figura 16. Mapa de conceptos de los elementos resultantes para el prototipo.

El móvil se adecuó al intervalo apto de velocidad requerida para el proceso de pintado (0.35 m/s). Además el móvil no sufre deformación al aplicarle 20Kg (baterías, sistema de aspersión, circuitos, etc.).

5. Conclusiones

El prototipo móvil pintador de superficies de construcciones se encuentra en etapas de desarrollo y pruebas, actualmente el móvil está listo para posicionarse y desplazarse sobre una pendiente a 45° respecto del eje x (suelo).

Técnicamente, el prototipo móvil pintador de superficies de construcciones podrá posicionarse ortogonalmente al eje “Y” y desplazarse sobre el mismo.

Algunas otras mejoras sobre el diseño existente que sean complementarias, son las siguientes:

- a) La calidad de pintado.
- b) Ampliar la porción de superficie pintada.
- c) Implementar visión artificial que verifique la calidad del pintado.

Referencias

- [1] Marks, Paul. “*Robot ceiling climbers harness new tricks*”, New Scientist, Carnegie Mellon University in Pittsburgh, Pennsylvania, 2009.
- [2] Aowphol A, Thirakhupt K, Nabhitabhata J, Voris H. “*Foraging ecology of the Tokay gecko, Gekko gecko in a residential area in Thailand*”, Amphibia-Reptilia, VPS INTERNATIONAL SCIENCE PUBLISHERS, 491-503, Thailand, 2006.
- [3] M. Abderrahim, C. Balaguer, A. Gimenez, J. M. Pastor and V.M. Padron, “*ROMA: A Climbing Robot for Inspection Operations*”, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, (ICRA '99), Detroit, MI, 1999, pp. 2303-2308.
- [4] M. S. KIM, S. C. KANG, C. H. CHO, C. W. PARK, C.-W. LEE (KIST, KOREA), C. H. LEE AND Y.-K. KWAK (KAIST, KOREA), “*Development of a Mobile Robot with Double Tracks for Hazardous Environment Applications (ROBHAZ-DT)*”, IARP Workshop on Robots for Humanitarian Demining, International Advanced Robotics Program (IARP), pp 4-9, November 3-5, Austria, 2002.
- [5] A. Cengel Y, et al, “*Mecánica de fluidos*”, McGraw Hill, México, edición 1, 2007.
- [6] P. James E. “*Biología 1*”, Cap. Reino animalia, Editorial Nueva Imagen, México, edición 1, 2005.
- [7] National Semiconductor, “*LMD18200 3A, 55V H-Bridge*” pp 1-2 y 9, 1999.
- [8] National Semiconductor, “*LMD555 Timer*”, pp 1-12, 2006.
- [9] Dual Differential Comparators, “*LM 393*”, pp1-4.
- [10] National Semiconductor, “*LM340r*”, pp 1-5, 2006.
- [11] L. Floyd Thomas. “*Dispositivos electrónicos*”, LIMUSA S. A. de C. V, México, edición 1, 2006.