

textOsFtextTOsFliningLFliningTLFtextosflininglftabulartabproportionalprosuperiorSup
superiorSup
fontspechyperref

TITLE

Author1

University

“LOMOCIÓN DE UNA HORMIGA COMPONOTUS”

Autores: Sandy Yazmín Germán Carrillo 1

Sunaina Singh Múgica 2

M. en C.

Álvaro Anzueto Ríos 3

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas 1,2,3
Instituto Politécnico Nacional

Entender a la naturaleza es un esfuerzo compartido por todas aquellas disciplinas en que la eficacia es la máxima premisa y durante mucho tiempo la ciencia ha sido la gran fuente de soporte de un país y del mundo entero.

La biomimética es el arte, habilidad, intuición y ciencia de mirar hacia la naturaleza como fuente de inspiración en la solución de nuestros problemas.

Se han hecho varios estudios e investigaciones sobre la locomoción de diferentes animales, tales como las cucarachas, cangrejos, arañas, entre otros. Estos han demostrado satisfacer algunas necesidades como el desplazamiento en terrenos irregulares, la estabilidad y la velocidad pero debido a que la naturaleza no es sencilla de duplicar se siguen investigando y desarrollando robots móviles con el fin de lograr óptimos resultados, tal es el caso de la NASA, que creó un hexápodo para un recorrido en el planeta Marte, o en el campo de la robótica donde se crean robots para uso médico, lúdico e investigación.

Las estructuras de los organismos vivos tienen una razón de ser, al estudiarlos e imitarlos da como resultado la creación de los robots zoomórficos.

Los robots zoomórficos, que considerados en sentido no restrictivo, podrían incluir también a los andróides que constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción imitando a diversos seres vivos. A pesar de la disparidad morfológica de sus posibles sistemas de locomoción es conveniente agrupar a los robots zoomórficos en dos categorías principales: caminadores y no caminadores. El grupo de los robots zoomórficos no caminadores está muy poco evolucionado. Ejemplo de ellos son: Los experimentos efectuados en Japón basados en segmentos cilíndricos biselados acoplados axialmente entre sí y dotados de un movimiento relativo de rotación.

Los robots zoomórficos caminadores múltipodos son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas al desarrollo posterior de verdaderos vehículos terrenos, piloteados o autónomos, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas. Las aplicaciones de estos robots serán interesantes en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes ^[1].

Robots Hexápodos

Existen dos configuraciones básicas de las patas:

- Tres a cada lado de la plataforma.
- Repartidas uniformemente a lo largo de la plataforma.

En algunos casos el proceso para el diseño de un robot por ejemplo longitud de los eslabones, posición de los centros de gravedad de los elementos del robot, dimensiones del cuerpo y otros parámetros estructurales han sido delegados hacia la imitación de estructuras del ambiente natural, especialmente para máquinas caminantes donde las estructuras presentan poca simplicidad pero un amplio margen de adaptabilidad.

La locomoción es la facultad de un robot para poder desplazarse de un lugar a otro. Los robots con capacidad locomotiva se llaman robots móviles.

Dentro de la locomoción hay tres puntos claves:

1.

Desplazarse un incremento en línea recta

La complejidad depende del tipo de robot. Es muy sencillo que un robot con ruedas avance en línea recta, pero no es tan sencillo que lo haga un robot con patas.

2.

Giros y traslaciones en múltiples direcciones

Nuevamente depende del tipo de robot. El hacer que un robot ápedo pueda desplazarse por un plano es más complejo que en un robot con ruedas.

Modelo de locomoción

Cada paso indica una posición en la que se encuentra la hormiga al desplazarse, en cada imagen, las flechas hacia afuera, indican cuando las extremidades 1, 6, 3 y 4 se extienden, las flechas hacia adentro indican cuando éstas se flexionan y las flechas hacia arriba y abajo, indican el movimiento de las extremidades centrales.

Ángulos de las extremidades de la hormiga

Se hizo un análisis de la hormiga mediante fotografías con una cámara, con el fin de calcular los ángulos existentes entre sus extremidades y el cuerpo, así como entre sus eslabones, en flexión y extensión, para su ciclo de marcha en trayectoria recta, cada imagen fue vectorizada con el software Vextractor y posteriormente analizada con el software SolidWorks para determinar los valores de cada ángulo, de tal forma que los parámetros obtenidos se muestran en la tabla 1.

A continuación se muestran las imágenes utilizadas para la obtención de los valores, primero aparece la foto de la hormiga, tomada con la perspectiva en la cual se aprecia el ángulo de interés, después se visualiza la imagen con los vectores que representan al ángulo

y finalmente la medición del mismo.

Para la elaboración del diseño, debido a la complejidad

de los tarsos (se encuentra dividido en 5 diminutos segmentos), se decidió hacer dos eslabones (tibia y fémur), un acoplamiento entre la extremidad y la estructura, (coxa).

La estructura se diseñó considerando que cada extremidad cuenta con tres grados de libertad.

Para que el prototipo se desplace de manera horizontal en trayectoria recta, las extremidades centrales no varían los ángulos

2, 5, 2 y 5,

así como también, en las extremidades delanteras y traseras los ángulos 1, 3, 4 y 5 no varían; a pesar de esto se decidió mantener estos grados de libertad para que el prototipo se pueda mover en una trayectoria no recta en un futuro. La estructura, se muestra en la Fig.3

El material con el que se trabajó para la construcción de la estructura es Nylon.

Se eligió el uso de servomotores como los actuadores del prototipo, esto, basado en la precisión de su posición y su reducido tamaño. Debido a la cantidad de motores que se tienen que controlar y al espacio reducido con el que se cuenta en la estructura se seleccionó una tarjeta de control que cubriera los requisitos antes mencionados.

La decisión de alimentar el prototipo con una batería de Polímero de Litio se debe a su tamaño compacto, y

su peso inferior al compararlo con otras baterías de características eléctricas similares.

Para el desarrollo de este prototipo se analizó la locomoción de la hormiga por medio de un análisis de marcha. Se obtuvieron la longitud de sus extremidades así como sus ángulos de flexión y extensión, con los cuales se diseñó un primer bosquejo de la estructura así como una escala aproximada, en el análisis de marcha se logró la secuencia de los movimientos de las extremidades para el desplazamiento de la hormiga, con esto se consideró implementar tres grados de libertad para cada extremidad.

Con la secuencia obtenida en el análisis de marcha y en base a los ángulos de flexión y extensión para cada extremidad, se realizó el algoritmo necesario para el control de los servomotores.

Para el análisis de la locomoción del prototipo respecto a la locomoción de la hormiga, se obtuvieron los diferentes valores que toman los ángulos de las extremidades tanto de la hormiga como del prototipo "HEXABOT".

Se obtuvo lo siguiente.

Finalmente se obtiene el coeficiente de correlación por cada extremidad:

Donde: Si el coeficiente de correlación es de 0 a 1 existe una correlación positiva.

Obteniendo:

∅

En la extremidad 1 y 6 una correlación de 0.88

∅

En la extremidad 3 y 4 una correlación de 0.96

∅

En la extremidad 2 y 5 una correlación de 0.99

Con esto se observa que existe una similitud entre el desplazamiento del prototipo y el del ente biológico.

El desarrollo de un robot hexápodo se vuelve complicado debido al control de

seis patas, pero este tipo de robots de investigación, intentan aportar nuevos algoritmos inteligentes, nuevas formas de movimiento, etc.

1.- Mandado Pérez, Enrique, "Autómatas programables entorno y aplicaciones", Thompson, ISBN: 8497323289

Referencias

- [1] <http://www.robotis.com/xe/darwin`en>
- [2] Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals, Padmaraja Yedamale Microchip Technology Inc.
- [3] Técnicas de control para motores Brushless Comparativa entre conmutación Trapezoidal, conmutación Sinusoidal y Control Vectorial, Roger Juanpere Tolrà.

Referencias

- [1] Albert Einstein, Isaac Newton, Marie Curie, Galileo Galilei, Charles Darwin **(mayo - junio, 2025)** *La teoría de la evolución biológica. Boletín UPIITA. año 19, (108) 2025* [liga del artículo](#)