

## ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS EXTREMIDADES EN UN ROBOT HEXAPODO

Ferney Camilo Zapata Montoya  
fczapata@gmail.com

### Resumen

En este documento se determinara la secuencia con la cual se desplazara un robot hexápodo inspirado en la capacidad que posee una hormiga para moverse por superficies irregulares y poco estables, este tendrá autonomía en los movimientos de cada una de sus extremidades, sin embargo se debe encontrar la forma eficiente de cada uno de sus movimientos teniendo en cuenta las situaciones en las que se encuentre el robot, por tanto el desplazamiento (Efren Gorrostieta, E. V. (2007)] de este será realizando acciones no establecidas, ni periódicas, lo anterior se lograra estableciendo el modo de caminar conocido como locomoción libre el cual se propone para trabajos de investigación a futuro.

**Palabras clave:** Locomoción libre, caminar hexápodo, estabilidad, coordinación, algoritmo.

### Abstract

This document determines the sequence in which it will move inspired hexapod robot that has the ability to navigate an ant uneven and unstable, this will have autonomy movements in each of his limbs, but must be found efficient form of each of its movements taking into account the situations in which the robot is therefore displacing this is not performing actions established or regular achieve the above gait setting known as free locomotion.

**Keywords:** Free locomotion, Walking hexapod, Stability, Coordination algorithm.

### Introducción

El crecimiento en la investigación de la robótica como disciplina ha llevado a la realización de estilos totalmente diferentes, (P. Gonzalez de Santos, (2008)) los estudios acerca de robot caminantes con seis patas no han sido efectivos y cuando se crean maquinas, estas no son tan eficientes en terrenos donde su superficie es totalmente desconocida e irregular, por tanto se parte de la observación de los movimientos de insectos de seis patas que particularmente se desplazan por superficies no establecidas, este robot imitara los movimientos característicos de una hormiga

para así ofrecer más versatilidad, adaptación al medio y mayor estabilidad durante su locomoción para poder lograr coordinación y alta capacidad de equilibrio.

### Robot caminante

Uno de los propósitos de la robótica es (Gorrostieta Efrén, V. E. (s.f.)) imitar los desplazamientos de los seres vivos partiendo del estudio de estos y así lograr que el robot móvil o caminantes se desplace imitando la locomoción de algunos seres vivos y en nuestro caso será usando las características de una hormiga.

Durante la locomoción de los robot hexápodos se han encontrado problemas en el control de este, ya que se debe primero determinar qué tipo de locomoción se va a emplear, esto teniendo en cuenta siempre el tipo de terreno en el cual se va a desplazar el robot, la forma más común de lograr que un robot. Inicialmente este se desplazara usando la locomoción fija, esta se basa en movimientos establecidos que van a ser repetitivos donde los parámetros de locomoción son regulares y determinados previamente, con órdenes ya establecidas.

Sin embargo se debe tener en cuenta que para que lo anterior se cumpla se tiene que determinar la posición de cada pata para lograr que el robot se desplace de un lugar a otro sin que este pierda estabilidad, lo anterior se puede lograr identificando la ubicación del centro de gravedad de cada una de las patas que soportan el robot en el momento que este se desplaza o esta fijo, el control de movilidad de las patas durante el desplazamiento debe ser durante cierto espacio de trabajo, para así evitar movimientos fuera de su rango y así evitar choques entre sus patas.

A continuación se indicara como realiza la locomoción fija mostrando los pasos que realiza un robot, estos están basados en la hormiga, se puede observar que cada pata realiza un movimiento parabólico cada vez que avanza.

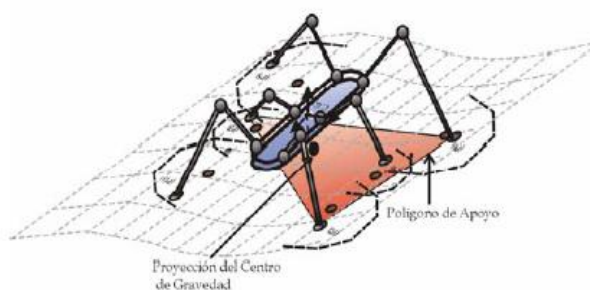


Figura 1 [Efren Gorrostieta, E. V. (2007)]

La anterior figura indica la locomoción fija de un robot, se observa que este cuando está en una posición fija siempre va a quedar sostenido por seis patas las cuales soportan el cuerpo y garantizan el desplazamiento, por tanto se considera que el mínimo número de patas que garantizan la estabilidad del robot es de tres, las cuales están apoyadas en el piso de tal forma que formen un triángulo y así este no perderá estabilidad, (Efren Gorrostieta, E. V. (2007)) de esta manera se estará formando un polígono de apoyo y este puede tener mínimo tres lados o máximo seis en el momento que todas las patas están apoyadas en la superficie, este polígono de apoyo es

muy importante en el proceso de locomoción ya que este no debe cambiar, así se esté realizando algún movimiento.

Sin embargo la locomoción fija no garantiza que el robot se desplace por superficies irregulares, por tanto se propone estudiar la locomoción libre que es la que permite desplazamientos por superficies con obstáculos.

### **Movimientos**

Inicialmente se establecerá cómo se ejecutaran los pasos de cada una de las extremidades del hexápodo ya que este se desplazara en un terreno plano teniendo en cuenta que el robot deberá imitar la locomoción de la hormiga, por tal motivo se tendrá que definir unos movimientos específicos de velocidad y posición de cada una de las patas, esto se podrá lograr realizando un movimiento parabólico en cada una de estas para así garantizar un paso. El movimiento comienza cuando el robot tiene todas las patas en tierra las patas del medio mantienen el equilibrio mientras que una pata delantera y una trasera del mismo lado realiza un movimiento parabólico para dar el primer paso.

El movimiento parabólico es representado por la siguiente ecuación y este está basado en el movimiento de algunos animales (Efren Gorrostieta, E. V. (2007)) y esta fue creada para constatar cada uno de los grados de libertad de las patas de un robot.

$$\theta_1 = d\gamma - A\gamma(\cos \xi - 1)$$

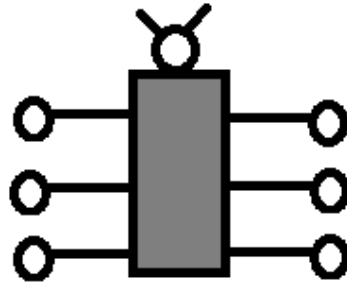
$$\theta_2 = d\beta - A\beta(\cos \xi - 1)$$

$$\theta_3 = dx - Ax(\cos \xi - 1) \quad (\text{Efren Gorrostieta, E. V. (2007)})$$

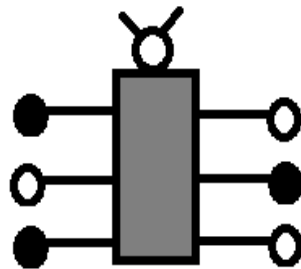
La existencia de seis patas permite que la locomoción sea más limpia, sin embargo la coordinación suele ser más difícil de mantener ya que cada pata oscila de manera independiente aunque deben estar sincronizadas entre ellas.

### **Resultados**

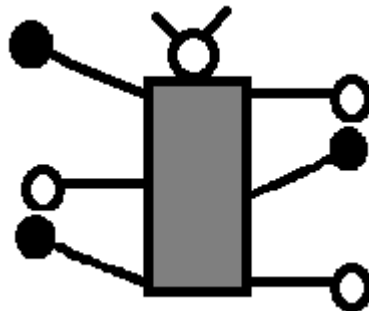
Imitar la locomoción de la hormiga genera mucha estabilidad en el caminar del robot ya que esta tiene siempre 3 puntos de contacto con la superficie, dos de un lado y uno de otro. En las siguientes figuras se indicará que cuando los círculos que en este caso simulan las patas del robot estén quietas, estas estarán sin relleno y cuando estos círculos tengan un relleno estarán indicando un movimiento.

**Figura 2**

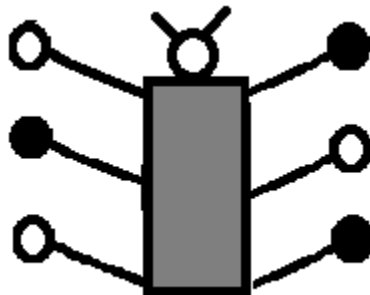
En la anterior figura se muestra como el hexápodo se encuentra en una posición fija y estable.

**Figura 3**

En la figura anterior se indica como inicia el movimiento del robot, las patas que están sombreadas son las que van a iniciar el movimiento, por tanto las restantes se encargaran de soportar todo el peso de la estructura formando el polígono de apoyo mencionado anteriormente.

**Figura 4**

En la anterior figura se observa los primeros pasos del robot para comenzar avanzar.

**Figura 5**

Se observa como el hexápodo avanza con las otras tres patas restantes para así culminar el primer ciclo del movimiento y volver a la posición inicial, ver figura 2.

Se debe tener en cuenta que cada una de las patas debe de tener un espacio de trabajo diferente para así evitar un choque entre ellas y se produzca una caída por tanto se debe tener en cuenta el largo de cada pata y el ángulo con el cual la pata va a realizar el movimiento parabólico para así evitar una caída, sin embargo si el robot se va a desplazar por superficies no establecidas es necesario calcular los distintos espacios de trabajo dependiendo de la situación en la cual se encuentre el robot.

### Conclusiones

En el artículo se indica la locomoción de un robot hexápodo, está basada en la capacidad de una hormiga para desplazarse, teniendo siempre presente que el robot estará siempre soportado sobre tres patas, también se anexa una breve descripción de la secuencia que este debe realizar para así emular el caminar de una hormiga.

La secuencia de locomoción analizada anteriormente únicamente se puede desempeñar en una superficie plana, para que el robot pueda desplazarse por superficies irregulares se debe implementar un algoritmo de locomoción libre los cuales se proponen para trabajos futuros ya que esta garantiza desplazamientos evitando caídas.

### Referencias

Gorrostieta Efrén, E. V. (2007). *Algoritmo difuso de locomoción libre para un robot caminante de 6 patas*. Mexico.

Gorrostieta Efrén, V. E. (s.f.). Algoritmo de locomoción libre en robot caminantes. Recuperado el 21 de FEBRERO de 2013, de mecatronica.net:  
<http://www.mecatronica.net/emilio/papers/amm032.PDF>

Iovine, J. (s.f.). *amazingscience@gersnback.com*. Recuperado el 22 de febrero de 2013

P. Gonzalez de Santos \*, E. G. (2008). *Minimizing Energy Consumption in Hexapod Robots*. Madrid, Spain.

Sánchez Ortiz Omar Augusto, R. G. (Noviembre, 2005). *Diseño de un Robot Caminante Hexápodo Tipo Hormiga*. Coahuila, México.

Barrientos Antonio, Peñín Luis Felipe, Balaguer Carlos, *Fundamentos de Robotica*, Mc Graw Hill, 1999, cap. 3-4.