

Micro algoritmo genético basado en un nuevo estimador para la marcha de un robot cuadrúpedo

Micro genetic algorithm based on a novel estimator for the quadruped robot locomotion

Francisco-Alejandro Chávez-Estrada¹, Juan-Carlos Herrera-Lozada¹, Jacobo Sandoval-Gutiérrez², Jesús-Antonio Álvarez-Cedillo³ y Mauricio Olguín-Carbajal¹

¹ Instituto Politécnico Nacional – Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo (México)

² Universidad Autónoma Metropolitana (México)

³ Instituto Politécnico Nacional – Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8215>

Las investigaciones dirigidas a reproducir la marcha de robots con patas se han incrementado en la última década. Entendemos que la marcha de robots con patas es la locomoción de la plataforma coordinando el movimiento de las extremidades, siendo este modo de caminar el que predomina en la naturaleza buscando la adaptabilidad a cualquier tipo de superficie, no obstante, la mejora de dicha locomoción no resulta una tarea sencilla considerando la dificultad en la estimación de los parámetros que intervienen en ésta [1].

Son tres parámetros los que inciden principalmente para asegurar la estabilidad en la marcha de un robot con patas [2]: el centro de gravedad (CDG), la localización dentro del polígono de apoyo (PDA) y el movimiento de las patas referido al seguimiento de un modelo geométrico (MG). En la particularidad del presente trabajo se caracterizó el comportamiento de estos parámetros a través de dos estimaciones: un algoritmo evolutivo de control que genera los patrones de marcha y un parámetro único denominado Identificador de Corriente Eléctrica (ICE).

Para efecto de realizar los experimentos correspondientes se diseñó y construyó una plataforma de un robot cuadrúpedo con doce grados de libertad (GDL) a razón de tres grados por pata. En una etapa inicial se diseñó y construyó el robot utilizando *Solidworks* e imprimiendo los elementos estructurales con plástico ABS. Se determinó que el espesor de los eslabones fuera de 3 mm y se forzó a utilizar las mismas dimensiones por cada pata para

coadyuvar con la posición el centro de gravedad (CDG) considerando el equilibrio estático y dinámico. Después de los experimentos se obtuvo una segunda versión de la plataforma robótica cuyos eslabones tienen ahora 4 mm de espesor y las partes que requieren mayor rigidez mecánica se les agregó pequeños ángulos y soleras, la marcha del robot mejora al ser más estable y disminuir la corriente rms.

Algoritmo evolutivo de control [3]:

En esta vertiente se diseñó e implementó un algoritmo evolutivo, particularmente un algoritmo genético en dos versiones: un algoritmo genético estándar (AGE) y un micro Algoritmo Genético (μ AG), ambos para generar los patrones de marcha del robot imitando un desplazamiento tipo mamífero. Los algoritmos se ejecutan intrínsecamente en un sistema embebido para comparar su desempeño. Al ser algoritmos poblacionales, en donde un individuo está codificado como cromosoma y contiene la información para generar los patrones de marcha para los doce servomotores del robot, el uso de los recursos internos del sistema embebido se ve comprometido a medida que aumenta el número de cromosomas. Con base en esta premisa, el diseño de ambos algoritmos consideró CDG, PSDA, MG, para codificar los cromosomas, siendo la versión μ AG la que redujo notablemente el costo computacional para resolver la locomoción del robot manteniendo su estabilidad y dotándolo de autonomía, propiciando un aprendizaje de marcha que se evoluciona. El μ AG diseñado sólo utiliza una población de doce individuos por lo que en la experimentación se logró comprobar que una población reducida en tamaño permite una rápida convergencia para generar los patrones de la marcha, siendo una opción válida para una implementación en hardware.

Identificador de Corriente Eléctrica (ICE): El análisis experimental de las mediciones de las corrientes pico y rms utilizadas por el robot durante la locomoción, permitió definir el tipo de marcha y estimar si el mecanismo se encuentra en el espacio de trabajo sin calcular el CDG, PDA y MG, razón por la cual se validó el ICE como un parámetro único [4]. Una

aportación importante de esta estimación es que se reduce la complejidad de cálculos y se simplifica el control de la locomoción al considerar un solo parámetro en lugar de múltiples parámetros.

Durante las pruebas se determinaron rangos de locomoción del robot: rangos óptimos de operación (locomoción normal, recta y estable), y el rango fuera del espacio de trabajo donde la locomoción es forzada, inestable y el valor del ICE se incrementa un 80%. Los rangos identificados del ICE determinan las características de la locomoción del robot en modo mamífero o reptil.

En futuras investigaciones se utilizará el robot prototipo para ejecutar algoritmos Bioinspirados que resuelvan la locomoción del robot al optimizar el aprendizaje de marcha, en función del parámetro ICE. También se considera la posibilidad de aplicar este parámetro a otro tipo de robots, como robots con ruedas y robots manipuladores, entre otros.

REFERENCIAS

- [1] Tedeschi F, and Carbone G. "Design Issues for Hexapod Walking Robots". *Robotics* 2014. Vol.3-2 p.181-206. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/robotics3020181>.
- [2] H. Suzuki, H. Nishi, A. Aburadani, and S. Inoue "Animal Gait Generation for Quadrupedal Robot". In *Innovative Computing, Information and Control, IEEE*, p. 20, 2007. DOI:10.1109/ICIC.2007.169.
- [3] A. Asteroth and A. Hagg. "How to successfully apply genetic algorithms in practice: representation and parametrization". *IEEE, 2015 International Symposium On Innovations In Intelligent Systems And Applications (INISTA)*. 2015 pp. 390-395. DOI:10.1109/INISTA.2015.7276778.
- [4] Chavez-Estrada, Francisco Alejandro, Sandoval-Gutiérrez, Jacobo, Herrera-Lozada, Juan Carlos et al. THE ELECTRIC CURRENT AS KEY PARAMETER IN THE LOCOMOTION OF A QUADRUPED ROBOT. *DYNA New Technologies*, Enero-Diciembre 2016, vol. 3, no. 1, p.0. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT8074>