

# Algoritmo Monte Carlo modificado para una prueba en robots

*A modified Monte Carlo algorithm for a robot test*

■ ■ ■ ■  
<sup>1</sup>Jesús-Antonio Álvarez-Cedillo, <sup>1</sup>Elizabeth Acosta-Gonzaga, <sup>1</sup>Juan-Carlos Herrera-Lozada, <sup>1</sup>Teodoro Álvarez-Sánchez, <sup>2</sup>Jacobo Sandoval-Gutiérrez, <sup>1</sup>Mario Aguilar-Fernández  
<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional (México)  
<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8662>

El algoritmo de Monte Carlo MCL ha sido probado como una alternativa de solución al problema de localización en robots móviles. Este trabajo aborda el problema de cómo elegir entre diversos sistemas de hardware y software que aplican el algoritmo MCL. Para ello, se han considerado cuatro investigaciones donde se proponen métodos de solución en la localización de la posición con MCL, estos trabajos se han realizado para dos tipos de solución, la primera con hardware y la segunda con software. Utilizando hardware, la propuesta de [1] logra reducir las dimensiones físicas y la capacidad de cómputo requerido para el procesamiento de un robot móvil terrestre. En [2] se utiliza una cámara de visión y una unidad inercial de bajo costo con tamaño reducido aplicado a un robot móvil acuático. Utilizando software, [3] aplica una solución evolutiva multi-objetivo en el procesamiento de la información que consiste en modificar los pesos y la distribución de la población para mejorar el desempeño del algoritmo, y en [4] se desarrolla una implementación del algoritmo MCL que sea adaptable a una plataforma robótica móvil simple.

Considerando la propuesta [4], el presente trabajo también se enfoca proponer una solución al problema de la localización en robots móviles sobre una plataforma simple, con el objetivo de generar una solución modificada del algoritmo MCL para los modernos sistemas electrónicos portables que utilizan un lenguaje de programación de alto nivel en el campo de la robótica. El método consiste en seleccionar los elementos que tendrán mayor importancia, hardware o software, evaluando tres criterios de una solución robótica: percepción, procesamiento y desempeño; posteriormente, se define el tipo de modificación que se le hará al algoritmo MCL,

y por último, se comparan los resultados entre el tiempo que se utiliza en el cálculo de la posición y la precisión del resultado mismo.

El algoritmo consiste en generar un ruido en la información capturada por los sensores del robot móvil con un número de iteraciones finitas, para que sea evaluada por una función de búsqueda predefinida que determine la posición más adecuada del robot con base en los fundamentos de la probabilidad. Finalmente, los resultados serán reflejados en dos variables, una que se refiere al error de la posición determinada por el algoritmo y la posición real, y la otra sobre el tiempo de ejecución que se emplea en hacer los cálculos.

Para realizar las pruebas se han programado las funciones de búsqueda reportadas en [1], [3] y [4], sobre las plataformas de simulación RoboSim® y de un sistema embebido Arduino®. Con ello, se han determinado los diferentes comportamientos para el hardware y software. Los resultados muestran que se consiguió implementar los algoritmos en los distintos sistemas de hardware, debido a que las bibliotecas existentes son compatibles para ambas plataformas. Por otra parte, el desempeño del software ha sido diferente en los algoritmos probados. Para la comparación de los algoritmos reportados en [1] y [4] se obtuvo un mejor resultado en la posición con [4] ya que se tiene una complejidad de cálculo numérico menor con respecto a [1]; sin embargo, al comparar el tiempo de ejecución entre estos mismos, resultó mejor el algoritmo en [1]. Para el caso de la comparación entre [3] y [4], las diferencias también son consistentes, es decir, entre mayor sea la complejidad de la función como es el caso exponencial reportado en [3] contra la versión más simple propuesta en [2]. Se logra una mejor precisión en [3], pero de igual manera, se consume un menor tiempo en el procesamiento en [2]. Para [3] y [4] se logra una mayor precisión en [3] y mejor tiempo en [4] considerando los mismos argumentos previamente analizados.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la modificación propuesta hace compatible el hardware si se utilizan lenguajes de programación de alto nivel; para el caso si se requiere reducir más el

tamaño físico de los componentes electrónicos se debe recurrir a un bajo nivel de programación para obtener un mejor rendimiento en el procesamiento. La capacidad de aumentar el número de variables para cuantificar el error de la posición; utilizar una función para cuantificar el desempeño entre la precisión y el tiempo de ejecución del algoritmo logra establecer los valores que ayudan al proceso de elección de hardware y software. De tal manera, que el desarrollador de soluciones robóticas podrá probar con criterios homologados las diferentes opciones para determinar cuál es la combinación ideal para la solución del problema. El trabajo futuro de la investigación, es continuar evaluando la solución en otros casos similares comprobando que no hay soluciones óptima que sean escalables a todos los ámbitos de la robótica.

## REFERENCIAS

- [1] Fox, D., Burgard, W., Dellaert, F. & Thrun, S., (1999), Monte Carlo Localization: Efficient Position Estimation for Mobile Robots. Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence, pp. 343-349.
- [2] Wang, W. & Xie, G., (2015), Online High-Precision Probabilistic Localization of Robotic Fish Using Visual and Inertial Cues in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 62, no. 2, pp. 1113-1124. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2014.2341593>
- [3] Chien, C. H., Hsu, C. C., Wang, W.Y., Kao W.C. & Chien C. J., (2016), Global localization of Monte Carlo localization based on multi-objective particle swarm optimization, IEEE 6th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), Berlin, pp. 96-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ICCE-Berlin.2016.7684728>
- [4] Alvarez-Cedillo, J., Acosta-Gonzaga, E., Herrera-Lozada, J., Alvarez-Sanchez, T., Sandoval-Gutierrez, J. & Aguilar-Fernandez, M.. (2017). Particle Filter Based Localization for a Mobile Robot. DYNA New Technologies, 4(1). [19 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT8222>