



Facultad de Informática Mazatlán
Universidad Autónoma de Sinaloa



Implementación de algoritmos evolutivos para la navegación autónoma de robots usando un TurtleBot 2

Dra. Alma Yadira Quiñonez Carrillo

M.C. Manuel Iván Tostado Ramírez

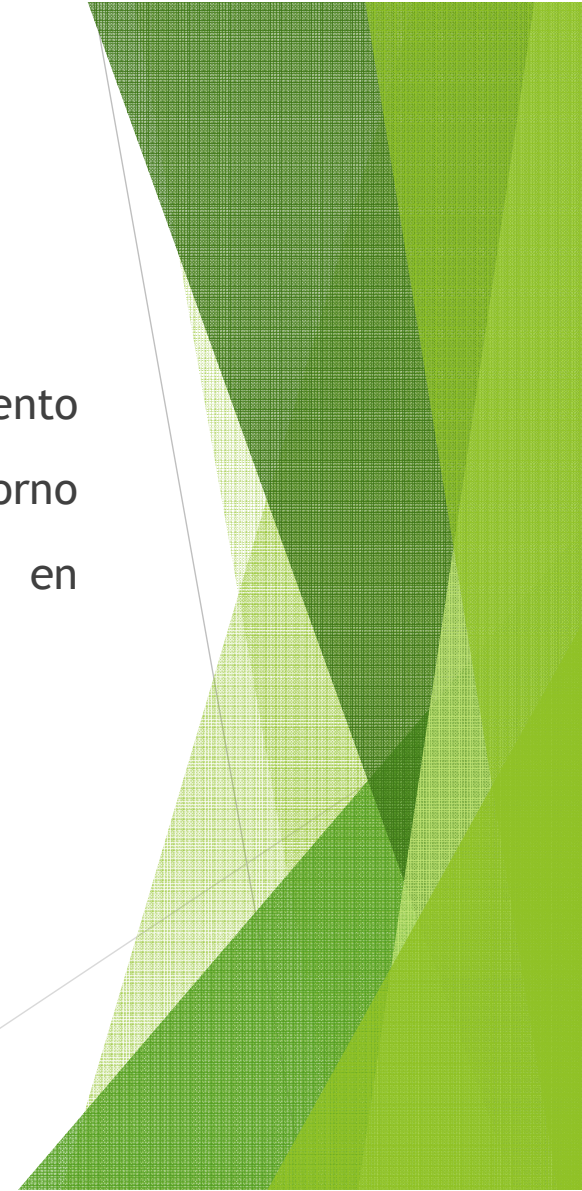
Carlos Gilberto Burgueño Garcia

Saúl Enrique Huerta Ruiz



Objetivo

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar el control de movimiento autónomo de un robot para que alcance un objetivo en un entorno desconocido, llevándose a cabo mediante tecnología Middleware en conjunto con algoritmos evolutivos.



ROS (Robot Operating System)

Es una plataforma de desarrollo open source para sistemas robóticos, es considerado Middleware. Proporciona toda una serie de servicios y librerías que simplifican considerablemente la creación de aplicaciones complejas para robots a través de nodos o clases las cuales realizan funciones específicas facilitando la reutilización de código.



TurtleBot

La plataforma **Kobuki TurtleBot II** es una plataforma móvil de bajo coste ideal para educación e investigación. A pesar de tener un precio muy ajustado, este robot permite llevar a cabo la mayoría de tareas propias de un **robot móvil** de altas prestaciones.



TurtleBot V1



TurtleBot V2



Comportamientos Básicos

- ▶ *Buscando*
- ▶ *Evitando obstáculos*
- ▶ *Desbloqueando*
- ▶ *Siguiendo*



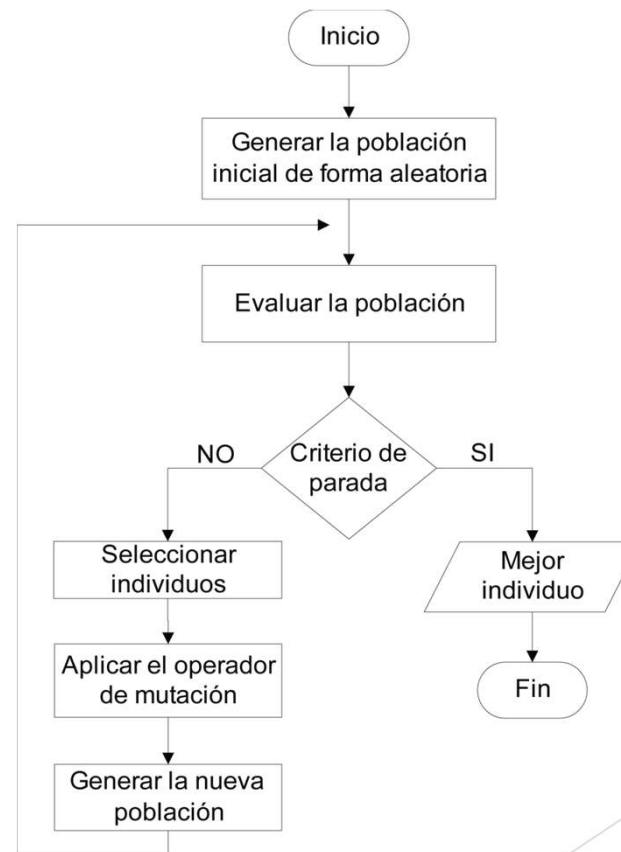
Evolución de los neuro-controladores

Los algoritmos evolutivos (AE) son técnicas de búsqueda y optimización basadas en procesos naturales de evolución, con el fin de resolver problemas complejos usando modelos computacionales.

- ▶ Estrategias Evolutivas
- ▶ Algoritmos Genéticos
- ▶ Programación Evolutiva
- ▶ Programación Genética

Parámetros

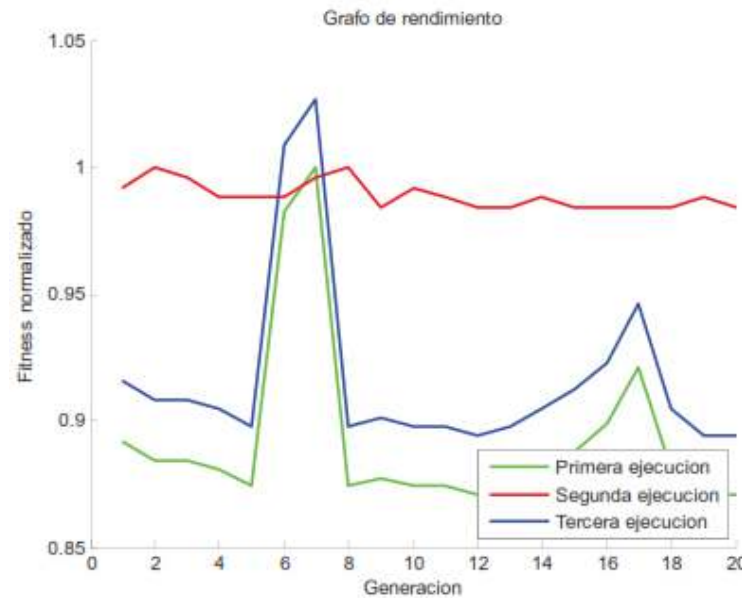
- No. de generaciones
- No. de individuos
- Factor de mutación
- Número de pasos
- Elitismo
- Punto de partida aleatorio



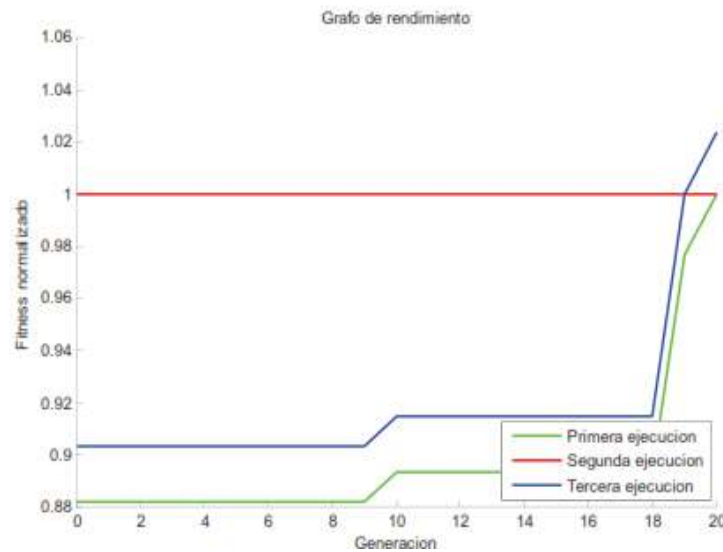
Resultados experimentales

El primer experimento se ha realizado con poblaciones relativamente pequeñas de 20 individuos, y con un número de generaciones de 50, sin utilizar el elitismo y un factor de mutación relativamente bajo (0, 1).

$$f = \frac{1}{steps}$$

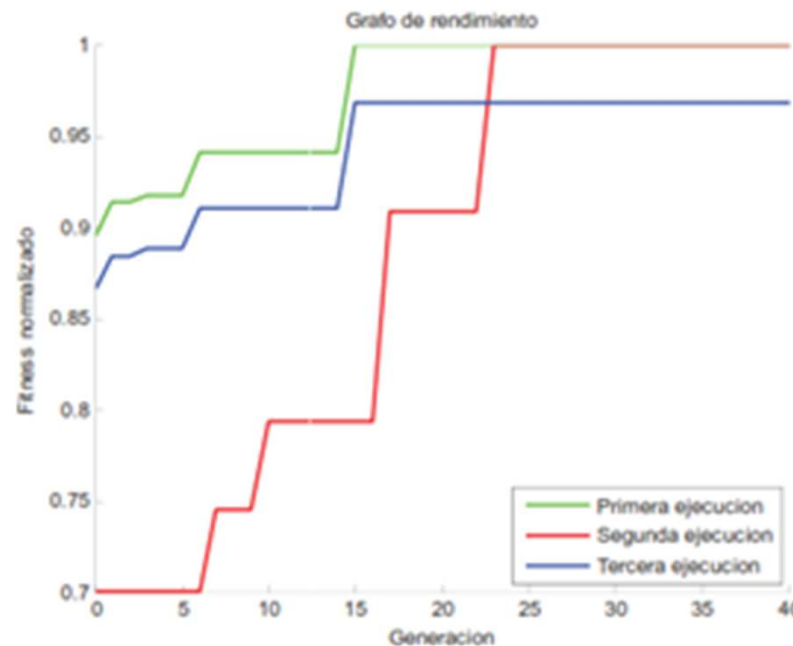


En el siguiente experimento asignamos el mismo valor colocado a los parámetros del experimento anterior con la diferencia de la utilización de elitismo.



Considerando el experimento anterior se decidió aumentar el factor de mutación de 0.1 a 0.3 dando así al robot un espacio más grande donde realizar la búsqueda además para mejorar los resultados utilizamos una función de evaluación de adaptabilidad logarítmica que reaccione mejor a estos pequeños cambios. En la evaluación de adaptabilidad el robot inicia en una posición y orientación completamente aleatorias, al hacer esta consideración es necesario realizar un ajuste en la función de adaptabilidad.

$$f = \log\left(1 + \frac{d}{steps}\right)$$



Primeras pruebas del algoritmo en TurtleBot.





Conclusiones

Los algoritmos evolutivos son técnicas muy potentes para encontrar una solución a un problema de optimización.

Para conseguir que el algoritmo converja hacia una buena solución en el menor tiempo posible, es imprescindible definir una muy buena función de evaluación que permita reconocer dentro de una población cuales son los mejores individuos.

Se ha verificado que el uso de técnicas evolutivas para la evolución de neuro-controladores son apropiadas para el desarrollo de comportamientos básicos de los robots

Bibliografía

Parker, L.E. (2008). *Multiple Mobile Robot Systems*. In: Bruno, S., Oussama, K. (eds.) Springer Handbook of Robotics.

Braunl, T. (2008). Embedded robotics: mobile robot design and applications with embedded systems. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.

Baeksuk, C., Kyungmo, J., Youngsu, C., Daehie, H., Myo-Taeg, L., Shinsuk, P., Yongkwun, L., Sung-Uk, L., Min, C.K. and Kang, H.K. (2009). Robotic automation system for steel beam assembly in building construction. In *IEEE 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents*, pages 655-661.

Hanjong, J., ChiSu, S., Kyunghun, K., Kyunghwan, K. and Jaejun, K. (2007). A study on the advantages on high-rise building construction which the application of construction robots take. In *IEEE Control, Automation and Systems*, pages 1933-1936.

De Almeida, A.T. and Fong, J. (2011). Domestic service robots. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 18(3):18-20.

Sahin, H. and Guvenc, L. (2007). Household robotics: autonomous devices for vacuuming and lawn mowing. *IEEE Control Systems Magazine*, 27(2):20-90.

Linder, T., Tretyakov, V., Blumenthal, S., Molitor, P., Holz, D., Murphy, R., Tadokoro, S. and Surmann, H. (2010). Rescue robots at the collapse of the municipal archive of cologne city: a field report. In *International Workshop on Safety Security and Rescue Robotics*, pages 1-6.

Nagatani, K., Okada, Y., Tokunaga, N., Yoshida, K., Kiribayashi, S., Ohno, K., Takeuchi, E., Tadokoro, S., Akiyama, H., Noda, I., Yoshida, T. and Koyanagi, E. (2009). Multi-robot exploration for search and rescue missions: a report of map building in RoboCupRescue 2009. In *International Workshop on Safety Security and Rescue Robotics*, pages 1-6.

Santana, P., Barata, J., Cruz, H., Mestre, A., Lisboa, J. and Flores, L. (2005). A multi-robot system for landmine detection. In *IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, volume 1, pages 721-728.

Guglielmelli, E., Johnson, M.J. and Shibata, T. (2009). Guest editorial special issue on rehabilitation robotics. In *IEEE Transactions on Robotics*, volume 25, pages 447-480.

Low, K.H. (2011). Robot-assisted gait rehabilitation: from exoskeletons to gait systems. In *Defense Science Research Conference and Expo (DSR)*, pages 1-10.

Okamura, A.M., Mataric, M.J. and Christensen, H.I. (2010). Medical and health-care robotics. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 17(3):26-37.

Reed, K.B., Majewicz, A., Kallem, V., Alterovitz, R., Goldberg, K., Cowan, N.J. and Okamura, A.M. (2011). Robot-assisted needle steering. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 18(4):35-46.

Burgard W, Moors M, Stachniss C, Schneider F (2005) Coordinated multi-robot exploration. *IEEE Transactions on Robotics*, 21(3):376-386.

Chaimowicz L, Grocholsky B, Keller J.F, Kumar V, Taylor C.J (2004) Experiments in multirobot air-ground coordination. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, volume 4, pages 4053-4058.

Howard A, Parker L.E, Sukhatme G.S (2006) Experiments with a large heterogeneous mobile robot team: exploration, mapping, deployment and detection. *The International Journal of Robotics Research*, 25(5-6):431-447.

Farinelli, R., Iocchi, L. and Nardi, D. (2004). Multirobot systems: A classification focused on coordination. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B*, 34(5):2015-2028.

S. Nolfi, D. Floreano, "Evolutionary robotics: The biology, intelligence and technology of self-organizing machines", *Journal Artificial Life*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, pp. 419-424, 2002.

Y. Quiñonez, J. de Lope, D. Maravall, "Cooperative and competitive behaviors in a multi-robot system for surveillance tasks", *Computer Aided Systems Theory, EUROCAST*, pp. 437-444, 2009.

Links de Interés

<http://wiki.ros.org/>

<http://wiki.ros.org/Robots>

<http://wiki.ros.org/Robots/TurtleBot>



Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Sinaloa por la financiación de este proyecto de investigación con el apoyo otorgado mediante la convocatoria de PROFAPI 2013.

