



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

**SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIA DE UN ROBOT MÓVIL CON
RUEDAS BASADO EN OPTIMIZACIÓN DE ENJAMBRE DE
PARTÍCULAS**

AUTOR

García Patiño, Alex Javier

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR

Ing. Junior Figueroa Olmedo, Msc

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Alicia Andrade Vera, Mgtr.
COORDINADORA DEL PROGRAMA**

**Ing. Junior Figueroa Olmedo, Msc.
TUTOR**

**Ing. Byron Lima Cedillo, Mgtr.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Ing. Luis Chuquimarca Jimenez, Msc.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Abg. María Rivera González, Msc.
SECRETARIO GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ALEX JAVIER GARCIA PATIÑO, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Electrónica y Automatización.

TUTOR

Ing. Junior Figueroa Olmedo, Msc.

Santa Elena, 9 de octubre de 2024



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, ALEX JAVIER GARCÍA PATIÑO

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Seguimiento de trayectoria de un robot móvil con ruedas basado en optimización de enjambre de partículas previo a la obtención del título en Magíster en Electrónica y Automatización, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 9 de octubre de 2024

EL AUTOR

Alex Javier García Patiño



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, ALEX JAVIER GARCÍA PATIÑO

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, 9 de octubre de 2024

EL AUTOR

Alex Javier García Patiño



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIA DE UN ROBOT MÓVIL CON RUEDAS
BASADO EN OPTIMIZACIÓN DE ENJAMBRE DE PARTÍCULAS**

Autor: Alex Javier García Patiño

Tutor: Junior Figueroa Olmedo

RESUMEN

El seguimiento preciso de trayectorias es fundamental para la navegación autónoma de robots móviles en entornos diversos. Este estudio presenta un enfoque que emplea el algoritmo de optimización de enjambre de partículas (PSO) para mejorar la capacidad de seguimiento en robots con configuración diferencial. El algoritmo fue implementado primero en Matlab y luego en Python para su uso en el entorno mBlock, compatible con el robot mbot Neo. Se probaron cinco trayectorias distintas (elíptica, circular, Lissajous, Cardioides y Senoidal) para medir el rendimiento mediante el error promedio de posición, que calcula la distancia entre la posición teórica y real del robot. Los resultados indicaron un rendimiento consistente del algoritmo, con variabilidad moderada en los errores y una baja desviación estándar. Esto sugiere que PSO es eficaz para generar trayectorias precisas en robótica móvil, aunque es recomendable ajustar los parámetros del algoritmo para optimizar su desempeño.

Palabras claves: Móvil, robot, PSO, seguimiento, trayectoria.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRAJECTORY TRACKING OF A WHEELED MOBILE ROBOT BASED ON
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION**

Autor: Alex Javier García Patiño

Tutor: Junior Figueroa Olmedo

ABSTRACT

Precise trajectory tracking is essential for autonomous navigation of mobile robots in diverse environments. This study presents an approach that employs the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm to enhance trajectory tracking capabilities in robots with differential configuration. The algorithm was first implemented in Matlab and then translated into Python for use in the mBlock programming environment, compatible with the mbot Neo robot. Five different trajectories (elliptical, circular, Lissajous, cardioid, and sinusoidal) were tested to measure performance using the average position error, which calculates the distance between the robot's theoretical and actual position. The results indicated consistent algorithm performance, with moderate variability in errors and a low standard deviation. This suggests that PSO is effective for generating precise trajectories in mobile robotics, although further adjustments to the algorithm's parameters are recommended to optimize performance.

Keywords: Mobile, robot, PSO, tracking, trajectory.



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN



PAPER ACCEPTANCE NOTIFICATION

We are pleased to inform you that your article entitled "Trajectory tracking of a wheeled mobile robot based on particle swarm optimization", by the authors Junior Figueroa Olmedo and Alex García Patiño, was accepted for oral presentation and publication at the 5th International Conference on Research and Innovation – CI3 2024, which took place on September 11 and 12 of this year.

All papers accepted in the **TECHNICAL TRACK** of the conference will be published in the "Lecture Notes in Networks and Systems" **SPRINGER** Book Series and indexed in the **SCOPUS** bibliographic database in quartile **Q4**.

To prepare the **FINAL VERSION** of your paper (version to be published), read carefully and follow the instructions below:

- Papers must be prepared according to the template taken as reference, without page numbering, written in English and with an extension of 12 to 15 pages, including figures and references. The template can be downloaded from the conference website <https://ci3.tech/es/>.
- All the suggestions made by the reviewers must be considered for the **FINAL VERSION** of your paper.
- It is suggested that a native English speaker review the paper.
- The document must contain the names of the authors, affiliations and correspondence email (according exactly to the template).



- Final versions will be subject to a similarities check using the TURNITIN software. The maximum percentage of similarities accepted for publication is 15%.

For your paper to be published, it is MANDATORY that the document meets the requirements established in the previous point and that at least one of the authors (speaker) register for the event. Registration must be made through the CI3 2024 website in the PUBLICATIONS section (<https://ci3.tech/es/registration/>) and with the payment of the corresponding fee.

You must confirm your participation in the conference and submit the final version of your paper by September 6, 2024, with the following attached documents:

- Complete article in MS-WORD or Latex format (1 file).
- Complete article in PDF format (1 file).
- Scan the proof of payment of the conference registration, including paper ID in the EasyChair platform, 1st author name and affiliation (1 file).
- For the presentation of the speaker on the day of his presentation, a document (Word or pdf) is required with the paper title, full name, academic degree and mini biography (5 lines) of the speaker (1 file).
- The 4 documents must be sent to info@ci3.tech, with a copy to ci3@ister.edu.ec.

Finally, we ask that you consider papers published in earlier versions of CI3 for citation in your accepted publication. The papers published in past editions can be consulted at the following link: <https://ister.edu.ec/congreso/technical-papers/>.



Do not hesitate to contact us if you need more information (info@ci3.tech).

Regards,


 Ph.D. Marcelo Zambrano V.
 GENERAL CHAIR
 CI3 2024



Guayaquil, August 30, 2024



<p>Nombre de la revista</p>	<p>Springer, “Lecture Notes in Networks and Systems” https://ci3.tech/es/?utm_medium=paid&utm_source=fb&utm_id=120210657116760545&utm_content=120210657117060545&utm_term=120210657116780545&utm_campaign=120210657116760545&fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMATAAR21OK8x1UqtYBn2fEDjrRYP7jxysdpuFIyfJoVM3PX3l59VuMLHPoRbJwY_aem_ejSMwbuYfzgLZ8sSVc3nmw</p>
-----------------------------	---