

## Eficiencias en algoritmos y estrategias de ataque en robots mini sumo. Perspectiva desde la IA

### Efficiencies in Algorithms and Attack Strategies in Mini Sumo Robots: An AI Perspective

José Belisario Vera Vera  ORCID, César Armando Moreira Zambrano  ORCID,  
Yimmy Salvador Loor Vera  ORCID, Josué Enmanuel Navarrete Solano  ORCID

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

### Resumen

En el ámbito de la robótica competitiva, los robots mini sumo autónomos representan un desafiante y emocionante campo de estudio ya que se adaptan como estrategias entusiastas y motivadores para los alumnos apasionados en el área de la electrónica y mecatrónica. Este artículo parte desde el análisis de diferentes técnicas de ataques en robots mini sumo con el fin de encontrar algoritmos y estrategias eficientes dando énfasis a como estas pueden ser perfeccionada desde la IA. Esto se llevó a cabo a través de una metodología de revisión sistemática de la literatura en el estudio de estos robots, que deben operar de manera autónoma para detectar, aproximarse y empujar a sus oponentes fuera del ring en un combate cuerpo a cuerpo. La eficiencia en los algoritmos y estrategias de ataque es fundamental para lograr el éxito en estas competiciones. Desde la perspectiva de la Inteligencia Artificial (IA), se han evaluado múltiples técnicas y algoritmos que optimizan el desempeño de estos robots. Siendo algunas de estas la optimización del diseño y construcción, la detección y localización del oponente, el control de movimiento y maniobras, algoritmos de decisión y estrategias de combate, tácticas de combate específicas. Como resultado se tiene que la implicación nueva estrategia que combina la defensa activa denominada el campanero, con la precisión del Slow Search y la agresividad del Dribling, se pueden adaptar de forma dinámica y permitir ganar un combate, Por lo que es necesario el análisis y aplicación de estas estrategias que permitieron sobresalir en competencias.

**Palabras Claves:** Robótica, Mini Sumo, Estrategias, Algoritmos, Eficiencia.

## Abstract

In the realm of competitive robotics, autonomous mini sumo robots represent a challenging and exciting field of study as they adapt as enthusiastic and motivating strategies for students passionate about electronics and mechatronics. This article begins with the analysis of different attack techniques in mini sumo robots in order to find efficient algorithms and strategies, emphasizing how these can be perfected through AI. This was carried out through a systematic literature review methodology in the study of these robots, which must operate autonomously to detect, approach, and push their opponents out of the ring in a close combat. Efficiency in algorithms and attack strategies is fundamental to achieving success in these competitions. From the perspective of Artificial Intelligence (AI), multiple techniques and algorithms that optimize the performance of these robots have been evaluated. Some of these include optimization of design and construction, opponent detection and localization, motion control and maneuvers, decision-making algorithms, and specific combat strategies. As a result, it has been found that the new strategy combining active defense called 'the Bellman' with the precision of 'Slow Search' and the aggressiveness of 'Dribbling' can adapt dynamically and enable winning a match. Therefore, it is necessary to analyze and apply these strategies that have proven to excel in competitions.

**Key Words:** Robotics; Mini Sumo; Strategies; Algorithms; Efficiency

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la robótica ha experimentado avances significativos, impulsados en gran medida por el desarrollo de la inteligencia artificial (IA). La tecnología de inteligencia artificial (IA) e informática ha sido utilizada en diversos aspectos y ha llamado la atención de muchos investigadores en productos electrónicos. Muchos de estos investigadores han vinculado y combinado la tecnología de IA informática con el diseño electrónico (B. Li 2021). Entre las diversas áreas de aplicación, tenemos los robots mini sumos que destacan por su combinación de complejidad técnica y desafío estratégico. Con el desarrollo profundo de la tecnología inteligente, la inteligencia artificial (IA) en los juegos se ha convertido en el núcleo técnico para mejorar la jugabilidad del mismo. (C. Tang et al 2022). Evaluando el proceso de combate del robot mini sumo sigue prevaleciendo en montarlo para competir en áreas limitadas y buscar expulsar a su oponente fuera del dohyo. Los robots sumos surgieron en los años ochenta en Japón por Hiroshi Nozawa, este avance permitió que los estudiantes sean incentivados en crear un prototipo y estén interesados en participar en carreras de robótica. Las investigaciones actuales se centran en mejorar la eficiencia de las estrategias de movilidad de los robots mediante algoritmos de control basados en aprendizaje supervisado y redes neuronales. La aplicación de máquinas de aprendizaje y modelos de percepción es fundamental para estos autómatas, ya que permiten una captura y procesamiento de datos precisos y adaptativos. Estos modelos buscan ofrecer soluciones precisas a los desafíos del entorno, beneficiándose de las oportunidades que ofrecen los procesos avanzados.

El aprendizaje automático permite a los robots aprender de sus experiencias y mejorar su rendimiento con el tiempo (Álvarez et al., 2024). El Deep Learning, en particular, se enfoca en entrenar a los autómatas para resolver y mejorar condiciones técnicas como el reconocimiento de imágenes y voz. Combinando estas tecnologías, se desarrollan sistemas autorregulables en los robots, capaces de realizar tareas de movilidad, tareas remotas, captación de datos y otros procesos avanzados (Soori et al., 2023). El objetivo central de este artículo es estudiar las diversas técnicas y estrategias de ataque desarrolladas a través de la IA y su impacto en el rendimiento de los robots durante los combates. En particular, se enfoca en la evaluación de la eficiencia de dichos algoritmos en términos de velocidad de respuesta, precisión en la ejecución de movimientos y capacidad de adaptación a las tácticas del oponente. A lo largo del artículo, se analizan diferentes enfoques algorítmicos, desde los más básicos basados en reglas predefinidas hasta los más avanzados que emplean aprendizaje automático y redes neuronales. Se examinan estudios de caso y se presentan resultados empíricos obtenidos de competencias y simulaciones controladas. Además, se discuten las implicaciones de estos hallazgos para el diseño futuro de robots mini sumo y se exploran posibles mejoras y direcciones de investigación adicionales. La investigación no solo busca aportar al conocimiento técnico sobre la eficiencia de los algoritmos en robots mini sumo, sino también proporcionar una comprensión más profunda de cómo la inteligencia artificial puede transformar las estrategias de combate en este campo específico de la robótica competitiva. La utilidad de este trabajo radica en su capacidad para mejorar el diseño y la funcionalidad de los robots mini sumo, así como en su potencial para inspirar futuras innovaciones y aplicaciones en otras áreas de la robótica. Por tanto, esto ha generado un creciente interés en el área del conocimiento de sistemas embebidos y desarrollo de sistemas robóticos, desde aplicaciones en la salud, domótica, aeroespacial, industria, entretenimiento hasta en competencias usando robot como elementos de combate. Esta última aplicación ha despertado el interés de personas de todas las edades a nivel mundial, desde niños hasta adultos quienes tiene una pasión en común sobre sistemas autónomos e inteligentes (Yagual, 2023). En los últimos años, la robótica ha experimentado avances significativos, impulsados en gran medida por el desarrollo de la inteligencia artificial (IA). No obstante intentar fusionar diversas áreas puede resultar en una falta de coherencia en la integración de sus conocimientos (Irreño, 2021). En este escenario, la importancia de la robótica radica en su capacidad para ofrecer soluciones diversas y especializadas, abarcando una amplia gama de aplicaciones (Sidorenko et al., 2021). Uno de los campos de interés dentro de la robótica son los vehículos autónomos (AV), los cuales han sido diseñados para ejecutar tareas variadas con mínima intervención humana, destacando por su movilidad autónoma (Clavijo, 2016). Por otro lado, la robótica ha avanzado hacia la creación de prototipos que despiertan la curiosidad de quienes desean implementar proyectos como robots sumos, que integran aspectos de electrónica, mecánica y control (Altamirano, 2018). En este contexto, los robots mini sumos destacan por su combinación de complejidad técnica y desafío estratégico.

## OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudiar algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo, generar una estrategia idónea desde la perspectiva la IA, para estimar la eficiencia de su aplicación en el resultado de combates.

## METODOLOGÍA

Para la revisión sistemática de la literatura de esta investigación, se consideró las metodologías aplicadas por (Kitchenham et al., 2009), (Bravo & Mauricio, 2019). La cual está dividida en tres fases:

**Planificación de la revisión:** En esta sesión se plantean preguntas sobre los objetivos de investigación y revisión, protocolos de búsqueda y palabras claves.

**Realización de la revisión:** En esta etapa se ejecuta el plan y se remiten o descartan los estudios mayores siguiendo los criterios de inclusión y exclusión seleccionados de la investigación.

**Informe de la revisión:** En esta sesión se presentan, los resultados de la revisión y el análisis estadístico presentados en las secciones tres y cuatro.

### Planificación

Para llevar a cabo la revisión bibliográfica sobre el Eficiencias en algoritmos y estrategias de ataque en robots mini sumo. Perspectiva desde la IA, se plantearon las siguientes tres preguntas de investigación:

Q1 ¿Que modelos de algoritmos de búsqueda y planificación optimizados, mejoran la eficiencia de los movimientos y decisiones de un robot mini sumo durante un combate?

Q2 ¿Qué estrategias de ataque basadas en aprendizaje por refuerzo pueden implementarse en un robot mini sumo para maximizar la probabilidad de empujar al oponente fuera del dohyo?

Q3 ¿Qué mecanismos de detección y respuesta de un robot mini sumo se aplican durante una competencia?

Para dar respuestas a las preguntas de investigación, se encontraron en las siguientes fuentes de datos: Google scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, en el período comprendido entre los años del 2013 al 2024, se realizó el siguiente procedimiento de búsqueda, como se muestra en la Tabla 1, teniendo en cuenta el Resultado, metodología, conclusiones utilizando la cadena, se tomó en cuenta solo artículos journals y artículos de revisión.

Tabla n°1: Fuente y cadena de búsqueda. Autores

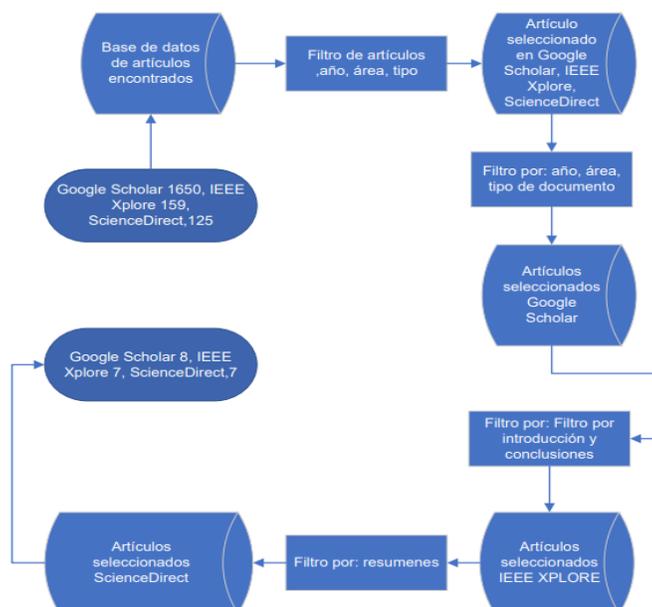
Fuente	Cadena de búsqueda
Google Scholar	("Estrategias " OR "algoritmos" OR "ataques") AND ("robot" OR "mini sumos" AND ("sistemas autómatas" OR " Inteligencia artificial")
IEEE Xplore	("Estrategias " OR "algoritmos" OR "ataques") AND ("robot" OR "mini sumos" AND ("sistemas autómatas" OR " Inteligencia artificial")
ScienceDirect	("Estrategias " OR "algoritmos" OR "ataques") AND ("robot" OR "mini sumos" AND ("sistemas autómatas" OR " Inteligencia artificial")

A los resultados de las búsquedas en diversas fuentes de información se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión que se muestran en la Tabla 2.

Tabla n°2: Criterios de inclusión y exclusión. Autores

# Inclusión	# Exclusión
CI1. Artículos sobre estrategia de ataque en robot mini sumo.	CE1. Artículos que no guarden relación con modelos estrategias de ataque en robot mini sumo autónomo.
CI2. Artículos sobre sistemas inteligente y algoritmos de inteligencia artificial.	CE2. Estudios no relacionados con los sistemas inteligentes y algoritmos de inteligencia artificial.
CI3. Artículos de sistemas autómatas en robot mini sumo de combate.	CE3. Elementos que no están dentro del contexto de los sistemas autómatas en robot mini sumo de combate.

Las búsquedas obtenidas, de acuerdo con la estrategia propuesta, fueron sometidos a un proceso de selección, según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Fue necesario hacer una revisión preliminar de su contenido para determinar su relevancia para el presente estudio y determinar si estos trabajos aplican para el mapeo de eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo perspectivas de la IA. El proceso implementado y los resultados obtenidos en cada una de las etapas se muestran en la Figura 1 donde se describe cada uno de los filtros.

**Figura 1:** Proceso para la revisión de la literatura

Los resultados de la búsqueda realizada arrojaron un total de 1934 artículos. De estos, se seleccionaron 38, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos como se muestra en la tabla 3 y 4.

Tabla n°3: Resultado de búsqueda. Autores

Base de Datos	Resultados	Relevancia Académica			Descripción
		Metodología	Resultado	Conclusiones	
Google Scholar	1650	12	9	8	Ejecución en la cadena Filtros (año, área, tipo de documento)
IEEE Xplore	159	8	7	7	Filtro por introducción y conclusiones, permitió identificar los artículos que estaba más enfocados en la investigación.
Science Direct	125	10	6	7	Filtro por resúmenes quedaron los que se enfocaban en los criterios de inclusión y los de criterios de exclusión se eliminaron, se tiene también 10 duplicados

Una vez realizado los filtros correspondientes se determinó el número de artículos que aportan más está investigación.

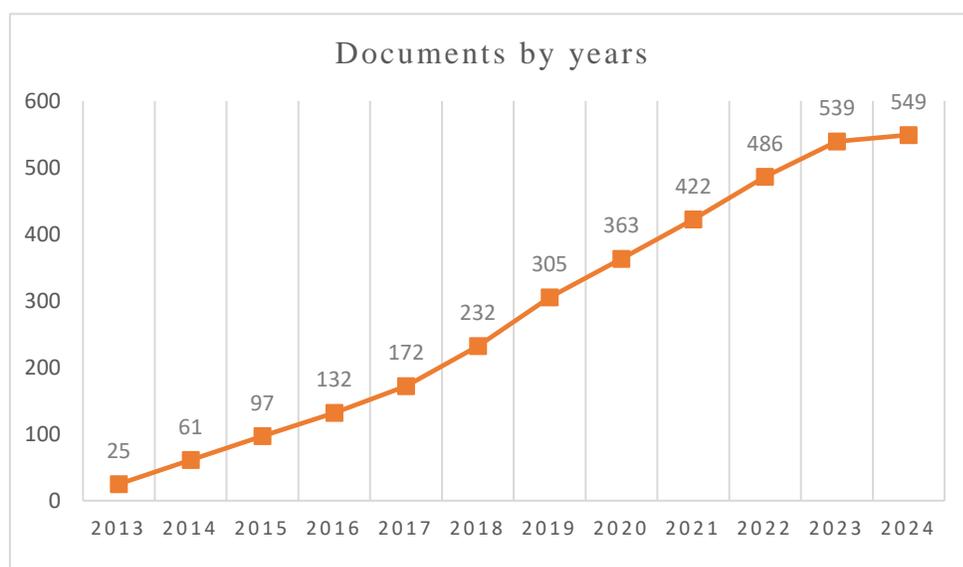
Tabla n°4: Número de artículos elegibles en función a filtros establecidos. Autores

Fuente	Estudios potencialmente elegibles	Estudios seleccionados de artículos
Google Scholar	9	8
IEEE Xplore	7	7
Science Direct	6	7

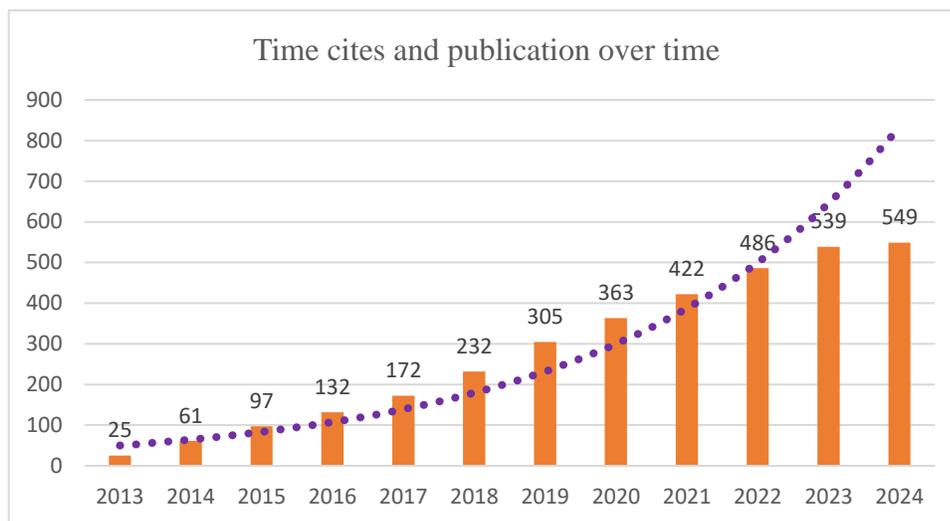
### Tendencia de publicaciones:

La figura 2 muestra la tendencia temporal de las publicaciones de eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo, perspectiva de la IA. Seleccionadas de la metodología, por fase de realización de la muestra de revisión. En él se puede apreciar el incremento en el número de publicaciones en los últimos 12 años, reflejando la importancia que se le ha dado a este tema de estudio por parte de la comunidad científica.

**Figura 2:** Números de documentos y de publicaciones por año sobre eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo. Autores

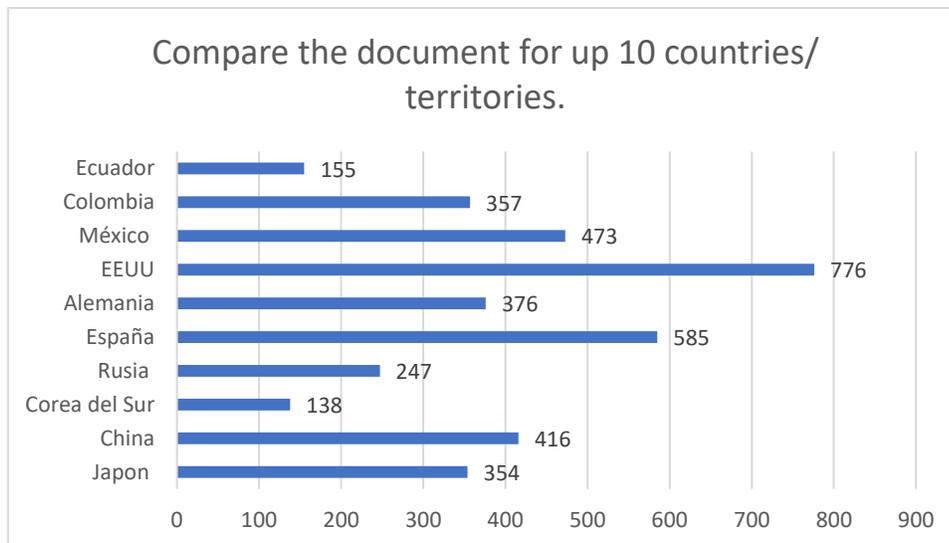


**Figura 2:** Tendencias de publicaciones sobre eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo. Autores



En la siguiente figura 3 se muestra la producción científica por países de acuerdo a la investigación realizada de la eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot mini sumo.

**Figura 3:** Publicaciones por países sobre eficiencia en algoritmos y estrategias de ataque en robot.



Este estudio se aplica una metodología revisión sistemática de la literatura por lo que se plantea generar un proceso de reconocimiento en tecnología estratégicas que permitan dar la eficiencia adecuada tanto en la movilidad, detección de datos y predicción para el ataque en robot sumos. Partiendo de esta laboriosa metodología se llevó a cabo el desarrollo del estudio finiquitando los casos de eficiencia más estratégicos para las competiciones de estos autómatas. Esta investigación resaltaré las estrategias y algoritmos del robot donde

visualizaremos la perspectiva de la IA (ChatGPT, Copilot, Gemini), adoptando estrategias que permitan generar una habilidad completamente eficiente, para lo cual se lleva el desarrollo de esta investigación.

## RESULTADOS DISCUSIÓN

En el análisis para determinar resultados los autores concuerdan con (Rivadeneira, 2022). Quien establece la importancia de ser minucioso desde la creación y armado del robot mini sumo a la hora de establecer estrategias y algoritmos de ataques que permitan ganar un combate, lo que es corroborado por (Yagual, 2023), toda vez que hacer referencia que para fabricar un prototipo de buenas características y hecho de un material resistente a golpes por parte del contrincante.

Las medidas del mini sumo deben ser de 10x10 cm y el peso de oscilar por los 500gr. Se propone incluir microcontrolador STM32, sensores infrarrojos y de orientación, motores con caja reductora, y un driver para motore. La estructura del chasis es aconsejable que sea de 98 mm x 98 mm con una rampa frontal para empujar al oponente y evitar el contacto excesivo con el suelo. (Mont, 2017) también afirma la importancia desde el diseño y creación del robot mini sumo y determina que la no ubicación de sensores por el costado es muy influyente en un combate ya que estos pasarían hacer puntos ciegos del robot. (Benavides et al 2020) Indica la importancia de integrar sistemas embebidos por lo que señala que la selección de componentes, tales como sensores, actuadores y controlador, para posteriormente diseñar la estructura mecánica del robot es indispensable. En tal razón propone el siguiente diagrama de bloques aplicable en robot mini sumo. Así como el diseño en 3D del robot mini sumo.

Figura 1. Diagrama de bloques del sistema de control en robot mini sumo. (Benavides et al. 2020)

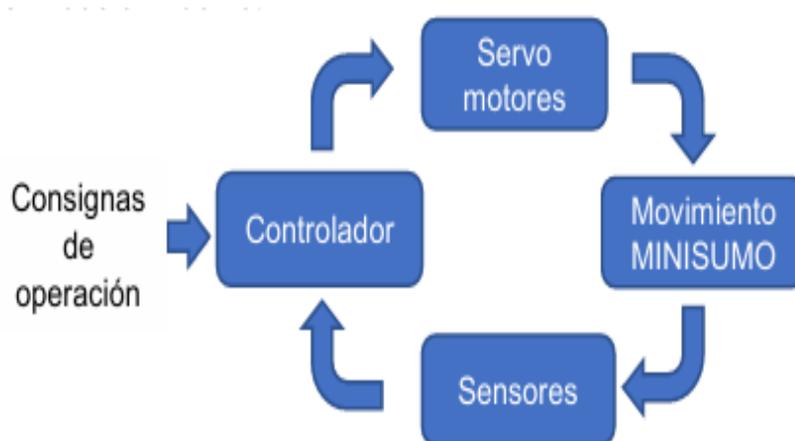
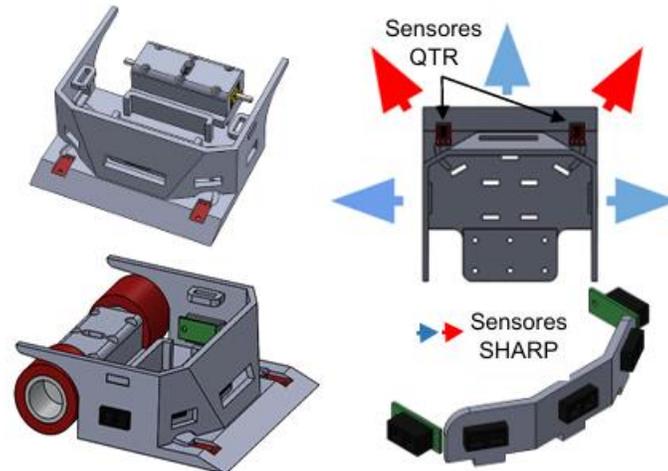


Figura 2. Diseño 3D robot mini sumo Contenedor y forma externa. Ubicación de sensores (Benavides et al. 2020)



El sistema de control se basa en el módulo Arduino nano el cual se encarga de recibir las consignas de operación y la información de los sensores para generar las señales correspondientes a los servomotores. Como elementos receptores se tienen dos sensores infrarrojos QTR-1A para la detección de los bordes del dohyo y cinco sensores infrarrojos SHARP-GP2Y0A815 encargados de detectar al oponente. Como actuadores se tiene a los motores de 7 V con relación 70:1 con su respectivo driver TB6612FNG. Por último, se tiene el movimiento del robot mini sumo que dependerá del algoritmo de control programado en el módulo Arduino.

En función a las estrategias y algoritmos de ataques más comunes y eficiente obtenidas luego del análisis exhaustivo en la revisión de artículos científicos entre otros artículos de competencias y observación de combates de robots mini sumo en videos de YouTube. Los autores eligen citar para el respectivo análisis las de mayor repercusión en los torneos siendo estas las estrategias de:

**Campanero.** Consiste esperar a que el oponente ataque primero, pero se debe estar en constante movimiento para esquivar el ataque contrincante y buscar la espalda del enemigo.

**Dribling:** Consiste en realizar un ataque falso hasta mitad de la pista y una vez que el contrincante se mueva, atacarlo rápidamente.

**Slow Search :** La estrategia Slow Search trata de que el robot mini sumo se encuentre ubicado en uno de los extremos del Dohyo y a su vez que sus sensores frontales se encuentren en dirección al centro del Dohyo, el robot minisumo avanzará al mismo tiempo que ira obteniendo información proporcionada por los sensores, una vez recibida la información de la distancia a la que se encuentra el oponente dirigirá un ataque a máxima velocidad, con el objetivo de desplazar a su oponente fuera de la pista.

**Estrategia Tornado:** La estrategia Tornado se basa en que el mini sumo empiece a rotar a una velocidad normal sobre su propio eje y en ese mismo tiempo deberá estar obteniendo a través de sus sensores lecturas de la ubicación de su oponente (esto hace referencia a un radar de 360°), una vez ubicado el objetivo se desplazara contra el a su máxima velocidad con el fin de sacarlo fuera del Dohyo.

**Estrategia WoodPecker:** La estrategia WooPecker se basa en que el mini sumo se dirige hacia delante y se ira deteniendo cada 200ms, en cada desplazamiento que se detenga deberá hacer una lectura con sus sensores de distancia para obtener información de su oponente tanto en posición y distancia dentro del Dohyo, de esta forma cada vez que el mini sumo se mueva hacia delante deberá corregir la posición de ataque hacia su oponente e ir girando poco a poco hacia sus laterales izquierda o derecha dependiendo la posición en la que se encuentre su oponente, una vez que el mini sumo se encuentre a una distancia optima de ataque , este suministrara todo el voltaje necesario hacia sus motores, obteniendo así un mayor rpm para poder desplazarse hacia el objetivo de manera rápida con el fin de sacarlo del Dohyo. Esta estrategia es muy recomendada entre los competidores, ya que otorga un equilibrio entre el tiempo de operación y los recursos consumidos

La estrategia Woodpecker ha demostrado ser efectiva en varias competiciones de robots mini sumo. Según estudios y experiencias documentadas en la literatura técnica, como en los trabajos de (Paredes & Baca, 2020), robots que utilizan esta estrategia han mostrado una mayor tasa de éxito en mantener la presión constante sobre los oponentes y lograr victorias mediante la acumulación de pequeños empujones que eventualmente desestabilizan al adversario. Está técnica de combate imita el comportamiento de un pájaro carpintero, enfocándose en ataques rápidos y repetitivos, realiza una serie de empujones constantes y de alta frecuencia contra el oponente para desestabilizarlo y eventualmente empujarlo fuera del dohyo. La inteligencia artificial (IA) juega un papel crucial en la implementación y optimización de esta estrategia, mejorando la precisión y efectividad de los ataques.

Con la aplicación de sensores y percepción, como los infrarrojos y ultrasónicos, para detectar la posición del oponente en tiempo real. Estos datos son procesados por algoritmos de IA para determinar la mejor dirección y momento para atacar. Según Kimura y Saito (2016), el uso de técnicas de visión por computadora puede mejorar significativamente la precisión de los ataques al proporcionar una percepción más detallada del entorno del dohyo y del movimiento del oponente.

Los algoritmos de control y aprendizaje, son comúnmente utilizados para ajustar los movimientos del robot. Estos algoritmos pueden ser mejorados con técnicas de aprendizaje por refuerzo, donde el robot aprende a optimizar sus movimientos a través de la experiencia. En los últimos años, las técnicas de aprendizaje por refuerzo multi agente (MARL, por sus siglas en inglés) han sido ampliamente utilizadas y han evolucionado en el campo de la inteligencia artificial (Hu et al 2024). Otra técnica es utilizando un algoritmo genético (GA), donde se mejoran las capacidades no solo de un robot en particular, sino de muchos robots simultáneamente. (Lehner et, al 2019)

En la utilización de la IA ChatGPT, Copilot y Gemini, en la búsqueda eficiente de estrategias, algoritmos de control y aprendizaje permitió la definición de una nueva estrategia que combina la defensa activa denominada el campanero, con la precisión del Slow Search y la agresividad del Dribling, adaptándose dinámicamente a la posición del oponente. Inicialmente, el robot comienza en una posición defensiva, moviéndose de manera irregular para esquivar ataques iniciales, utilizando sensores para detectar la dirección del oponente. Después de esquivar el primer ataque, el robot cambia a un modo de búsqueda dinámica, permitiéndole girar lentamente sobre su eje y obtener lecturas de 360° como el tornado, pero con menos velocidad para ahorrar energía. Una vez detectada la posición del oponente, el robot se mueve hacia él con movimientos rápidos y cortos, similar al WoodPecker. Simula ataques falsos para provocar la reacción del oponente (Dribling), lo que le permite realizar el ataque final. Al estar en una posición óptima, el robot realiza un ataque veloz y directo con máxima potencia, utilizando la información recopilada para ajustar su trayectoria y maximizar la probabilidad de sacar al oponente del Dohyo. Los sistemas robóticos autónomos tienen una alta precisión a la hora de ejecutar sus algoritmos (Casquero et al. 2023)

## CONCLUSIONES

La utilización de estrategias de ataque más eficientes en robots mini sumo típicamente se suele construir desde cero, colocando los sensores y actuadores de forma estratégica, y mediante su integración en un sistema embebido, el mismo que es programado para operar de forma automática, el ataque empezará por dimensionamiento de una estructura mecánica, distribuyendo eficientemente los sensores de detección de enemigo, las dimensiones del robot deben ser inferiores o iguales a 10 cm x 10 cm. La altura del robot es ilimitada. Su peso tiene que ser inferior o igual a 500 gr.

La evaluación de estrategias como "el campanero", "Slow Search", "Tornado" y "WoodPecker" son comparadas, mostrando la importancia de adaptarse dinámicamente a la posición del oponente y utilizar sensores para la detección precisa. La estrategia "el campanero" combina elementos de precisión y agresividad, lo que permite al robot alternar entre modos defensivos y ofensivos con eficiencia.

La IA no solo mejora la precisión y efectividad de los ataques mediante la integración de datos de sensores en tiempo real, sino que también permite la adaptación dinámica de los robots a diferentes situaciones de combate. Técnicas como la visión por computadora y el aprendizaje por refuerzo son destacadas por su capacidad para proporcionar una percepción detallada del entorno y optimizar los movimientos del robot a través de la experiencia acumulada.

## REFERENCIAS

- Altamirano, S. (2018). equipo robot soccer con sistemas inalámbricos y módulos adaptables plug and play para la optimización del sistema de control. in world development (vol. 1, issue 1).  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28018>
- Álvarez-Arias, S., Maroto-Gómez, M., Carrasco-Martínez, S., Malfaz, M., & Salichs, M. Á. (2024). Sistema de aprendizaje cooperativo para enjambre de robots sociales. *Jornadas de Automática*, (45). <https://doi.org/10.17979/jace.2024.45.10865>
- Benavides, D. A. C., Arias, J. L. L., Martínez, G. A. D., Salazar, J. E., & Álvarez, A. F. R. (2020). SISTEMA EMBEBIDO ROBOT MINISUMO SIT-UV: UNA HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/ponencia.852>
- B. Li, "Application of Artificial Intelligence in Electronic Product Design," 2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE), Dali, China, 2021, pp. 241-244, doi: 10.1109/ICAIE53562.2021.00057.
- Bravo, S., & Mauricio, D. (2019). Systematic review of aspects of ddos attacks detection. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 14(1), 155–168. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v14.i1.pp155-168>
- Casquero et al. 2023. H. Ji, "Development of an Autonomous Column-Climbing Robotic System for Real-time Detection and Mapping of Surface Cracks on Bridges," 2023 IEEE IAS Global Conference on Emerging Technologies (GlobConET), London, United
- Clavijo, C. A. (2016). Diseño y construcción de un robot minisumo. *Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central*, 8, 1–7.
- C. Tang, Z. Wang, X. Sima and L. Zhang, "Research on Artificial Intelligence Algorithm and Its Application in Games," 2020 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture (AIAM), Manchester, United Kingdom, 2020, pp. 386-389, doi: 10.1109/AIAM50918.2020.00085.
- Hu, K., Li, M., Song, Z., Xu, K., Xia, Q., Sun, N., ... & Xia, M. (2024). A review of research on reinforcement learning algorithms for multi-agents. *Neurocomputing*, 128068. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.128068>.
- Irreño, C. A. (2021). RPA-automatización robótica de procesos: Una revisión de la literatura. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 8(15), 111–122.
- Kingdom, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/GlobConET56651.2023.10150133.
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Lehner, J. E., Dornberger, R., Simić, R., & Hanne, T. (2019, June). Optimization of multi-robot sumo fight simulation by a genetic algorithm to identify dominant robot capabilities. In 2019 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) (pp. 490-496). IEEE.
- Mont Lukacs Miguel Ángel 2017 Diseño, construcción y programación de un robot mini

- sumo con Arduino. Universidad Politécnica de pueblas. (PDF) Diseño, construcción y programación de un robot minisumo con Arduino (researchgate.net).
- Paredes J & Baca M. 2020 “ REpotenciación y análisis de estrategias aplicadas a un robot sumo autónomo. Universidad Politécnica Salesiana  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19155/4/UPS%20GT002987.pdf>
- Rivadeneira Usiña, P.J.(2022). Diseño e implementación de robots de competencia: diseño e implementación del robot de competencia categoría mini sumo. 83 páginas. Quito : EPN.
- Sidorenko, G., Mostowski, W., Vinel, A., Sjoberg, J., & Cooney, M. (2021). The CAR approach: Creative applied research experiences for master’s students in autonomous platooning. 2021 30th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2021, 214–221.  
<https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515560>
- Yagual, D. (2023). ROBOT PARA COMPETENCIA EN CATEGORIA MINI SUMO: ROBOT FOR COMPETITION IN THE MINISUMO CATEGORY. EcoSur: Innovación, Tecnología y Desarrollo Sostenible de América Latina, 1(01).