



Tendencias en control aplicado a robots móviles mediante visión externa

Review of the control applied to wheeled mobile robots
using overhead vision

Arturo Iram de la Fuente Sánchez^{1*}
Gerardo Israel Pérez Soto¹
Jesús Franco Robles²

¹Universidad Autónoma de Querétaro,
Querétaro, México.

²XLIM Research Institute, Limoges, Francia

*adelafuente20@alumnos.uaq.mx

03

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

A. I. De la Fuente Sánchez, G. I. Pérez Soto, y J. Franco Robles, "Tendencias en control aplicado a robots móviles mediante visión externa", *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, vol. 9, núm. 16, pp. 42-53, 2026.



Resumen

La investigación en robots móviles ha crecido de manera constante debido a su amplia gama de aplicaciones en sectores industriales, agrícolas y de rescate. Este artículo presenta una revisión de las estrategias de control aplicadas a robots móviles no holonómicos con ruedas, empleando cámaras externas en configuración ojo-a-mano. En contraste con otros sistemas de navegación basados en GPS o sensores montados a bordo, esta configuración decrecienta la dependencia de señales exteriores y aligera los costos de instrumentación. La mayor porción de las propuestas analizadas se centran en controladores visuales no lineales y sin calibración, orientados a compensar parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara mediante leyes adaptativas. Estos mé-

todos habilitan completar tareas de localización, regulación de posición y seguimiento de trayectorias con robustez frente a perturbaciones dinámicas. Algunos trabajos incluyen procesos de calibración, logrando mayor precisión, aunque con mayor complejidad técnica. Los resultados experimentales sostienen la viabilidad de estos sistemas en condiciones reales, especialmente en ambientes enclaustrados y estructurados. Las perspectivas futuras apuntan a integrar visión por computadora con inteligencia artificial, para mejorar la autonomía, la adaptabilidad y la confiabilidad de los robots móviles en entornos más complejos. En conjunto, la tendencia se orienta hacia sistemas de control visual adaptables, económicos y robustos.

Palabras clave: configuración ojo-a-mano, control no lineal, localización de robots, robots móviles, seguimiento de trayectorias, servocontrol visual

Abstract

Research on mobile robots continues to expand due to their versatility in industrial, agricultural, and rescue applications. This article reviews control strategies for wheeled non-holonomic mobile robots using external overhead cameras in an eye-to-hand configuration. Unlike GPS or onboard sensors, this approach reduces dependence on external signals and minimizes instrumentation costs. The review highlights that most proposals employ nonlinear visual controllers without calibration, compensating for intrinsic and extrinsic camera parameters through adaptive laws. These methods allow robust localization, position regulation, and trajectory tracking, even under dy-

namic disturbances. Some works incorporate calibration, via geometric markers or dual-camera setups, achieving higher precision but at greater complexity. The analysis shows that eye-to-hand systems can be particularly effective in structured indoor environments, where a fixed camera can reliably track robot movements. Future perspectives emphasize integrating computer vision with artificial intelligence as a way to improve autonomy, reliability, as well as adaptability in more complex scenarios. Overall, the tendency aims toward low-cost, flexible, and resilient visual control systems able to expand mobile robot applicability in real-world tasks.

Keywords: eye-to-hand configuration, nonlinear control, robot localization, mobile robots, path tracking, visual servocontrol.



Introducción

Las investigaciones sobre robots móviles se incrementan día con día, ya que estos dispositivos pueden aplicarse en diversos sectores, desde la construcción [1] hasta las plantas nucleares [2]. Otras aplicaciones incluyen la reconstrucción digital de entornos cerrados, la navegación de vehículos guiados automáticamente en entornos industriales y la teleoperación en escenarios de búsqueda y rescate [3], [4], [5]. La clasificación de robots móviles varía según diversos factores, tales como el modo de locomoción, la operación y el ambiente; por ejemplo, Siciliano y Kathib [6] reconocen los siguientes tipos: biomiméticos, con ruedas, submarinos, aéreos, microrrobots y nanorrobots.

El diseño de robots móviles autónomos debe resolver los problemas de locomoción, percepción y localización-navegación [7]. La locomoción engloba la mecánica, la cinemática, la dinámica y otros elementos para el control motriz del robot, mientras que la percepción refiere a su tecnología sensorial. En última instancia, la navegación-localización emplea algoritmos y métodos para procesar la información de los sensores y encauzar la locomoción del robot, ya sea para alcanzar una ubicación o posición específica, evadir obstáculos o seguir una trayectoria, entre otros objetivos.

Al respecto, la investigación en robótica se encuentra en busca de modos de prescindir de los sistemas de navegación global satelital [8] (como el GPS), puesto que su efectividad depende de parámetros externos, tales como la intensidad de señal y la disponibilidad satelital. Por otro lado, de acuerdo con Kumar Panigrahi y S. Kishoro Bisoy [9], el problema de la localización consta de tres categorías:

- El seguimiento de posición, cuando la posición inicial del robot es conocida y se realiza un rastreo en tiempo real durante todo su desplazamiento.
- La localización global, cuando el robot desconoce su posición inicial, pero es capaz de localizarse dentro del entorno.
- El robot secuestrado, es decir, cuando se mueve inesperadamente y es necesario recuperarlo.

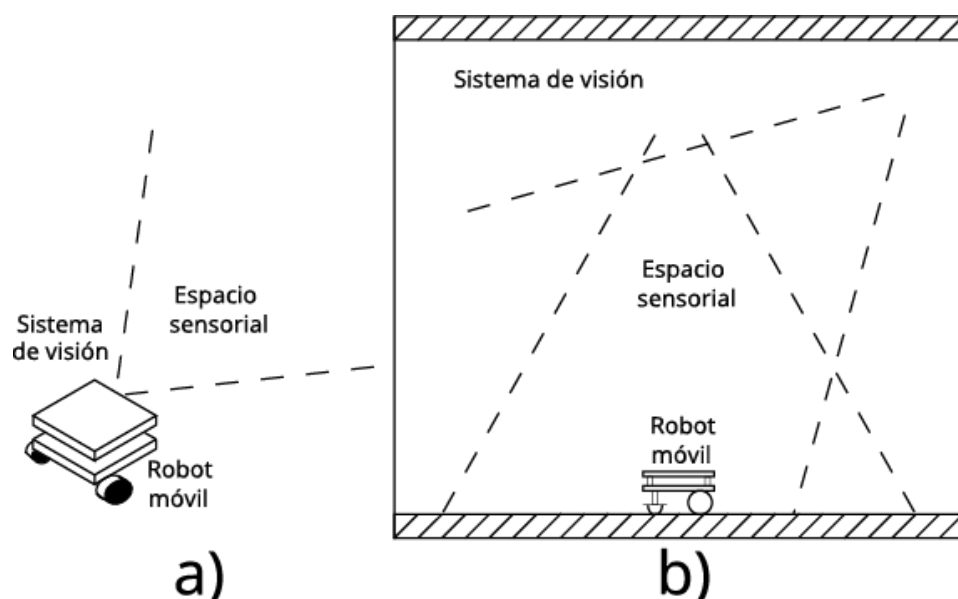
Para la solución de los problemas asociados a cada categoría, se han desarrollado herramientas como las aproximaciones probabilísticas, la construcción de mapas y la identificación por radiofrecuencia; cada uno de estos enfoques emplea diversos sensores, como cámaras, detectores ultrasónicos, láser y de radiofrecuencia, entre otros. En particular, los métodos basados en visión por computadora han demostrado mejor eficiencia en la precisión y el tiempo que el robot emplea para localizar y realizar sus tareas [10].



Cuando se diseña un controlador visual, existen dos configuraciones básicas: ojo-en-mano y ojo-a-mano [11] (Figura 1). En la configuración de ojo-en-mano, la cámara se monta en el robot móvil y se desplaza junto con él. En contraste, en la configuración de ojo-a-mano, la cámara se posiciona de modo que proporcione una vista clara del robot y su área de trabajo, generalmente empotrada en el techo.

Actualmente existen investigaciones sobre la localización, la navegación y, en general, el control de robots móviles por medio de diferentes métodos y sensores [12], [13], [14]; también se han recopilado las metodologías que involucran visión por computadora en [10], [15] y [16]. Estos artículos de revisión se enfocan a la localización y navegación de robots móviles principalmente basadas en cámaras o en sensores ojo-en-mano. Asimismo, la configuración ojo-a-mano ha tenido un gran avance en los últimos años dadas las potenciales aplicaciones en las áreas tanto industriales como de servicio a la población, pero no se ha realizado un análisis crítico de los trabajos dedicados a dicha configuración. Por tanto, el presente artículo se propone atender dicha laguna en el conocimiento al concentrar las investigaciones que priorizan la localización y el control de robots móviles en configuración ojo-a-mano.

FIGURA 1.
Configuraciones
utilizadas en
controladores visuales.
a) Ojo-en-mano.
b) Ojo-a-mano.
Fuente: elaboración
propia.



Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica de publicaciones relevantes en robótica móvil, control visual y localización basada en visión, en bases de datos académicas como IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc. El criterio de búsqueda fue: ("mobile robot" AND "visual servoing" AND "localization")



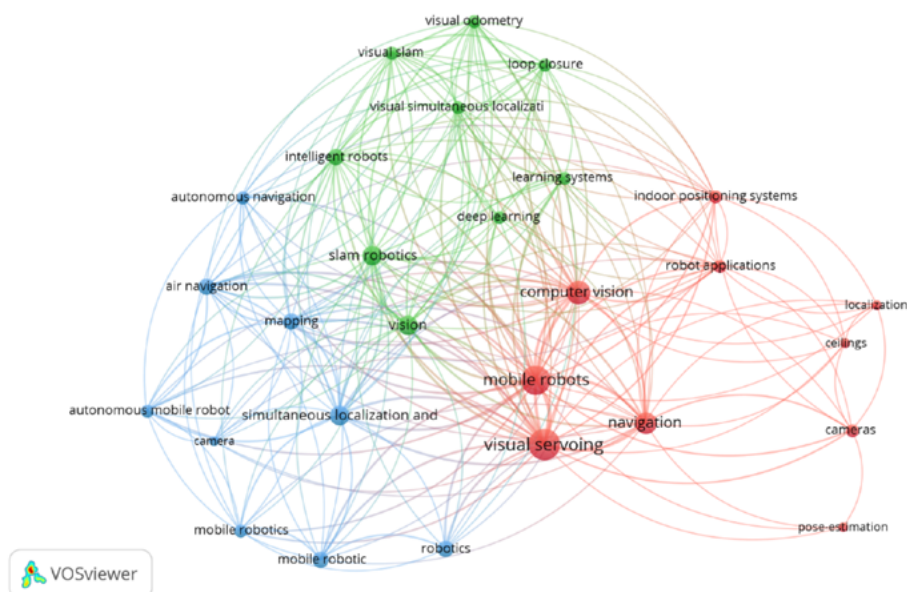
AND ("computer vision" OR "vision based" OR "position control" OR "overhead camera" OR "eye-to-hand"). El periodo de búsqueda comprendió de 2010 a 2025, puesto que las investigaciones orientadas al sistema ojo-a-mano en robots móviles son escasas.

Es importante mencionar que, con base en los resultados de la búsqueda, se aplicó como criterio de exclusión la eliminación de artículos científicos duplicados, capítulos de libros, memorias de congreso y artículos científicos de revisión. La búsqueda inicial se realizó en terminología general relacionada con la robótica móvil, el servocontrol visual y la localización. Al filtrar los artículos encontrados, se seleccionaron las metodologías que cumplieran con los criterios establecidos para el análisis detallado.

Resultados y discusión

La Figura 2 presenta un mapa bibliométrico generado con la plataforma de visualización de panorama científico VOSviewer. En él, se identifican las relaciones principales entre las palabras clave asociadas al control visual de robots móviles. Se observan los términos *mobile robots*, *visual servoing* y *computer vision*, que constituyen el núcleo temático, mientras que otros términos como *navigation*, *visual odometry*, *visual slam*, *visual simultaneous localization*, *vision*, *camera* y *ceilings* corresponden a áreas complementarias relacionadas con la percepción, la localización y la navegación visual. Si bien este contexto general abarca una amplia área de búsqueda, al incluir específicamente estrategias de control para robots móviles con visión externa en configuración ojo-a-mano, se obtuvo un total de once artículos relevantes para el análisis específico de esta revisión.

FIGURA 2.
Mapa bibliométrico
que muestra
la coocurrencia
de palabras clave.
Fuente: elaboración
propia.





En general, el uso de cámaras requiere de procesos de calibración, ya sea intrínseca o extrínseca. Sin embargo, hay propuestas que solucionan ese aspecto aplicando leyes de control que permiten a los parámetros extrínsecos e intrínsecos de la cámara compensarse entre sí [11], [17], [18], [19], [20], [21], [22]; y aunque dichas propuestas son similares, presentan diferencias notables. Liang *et al.* [11] realizan el control no lineal de la posición y la orientación del robot móvil por medio de una sola cámara, sin necesidad de sensores adicionales, ni detección de profundidad. Por otro lado, [17] y [18] controlan la posición del robot, pero no su orientación; en estos casos el diseño del controlador se centra en las velocidades y recurre a sensores de profundidad; la diferencia entre estos dos trabajos radica en que [18] implementa un controlador de trayectoria que permite predeterminar el recorrido que ha de seguir el robot.

El control motriz en [19], [20] y [21] se basa en mantener la profundidad constante en el tiempo y la orientación de la cámara paralela al plano de movimiento del robot móvil. Por su lado, Yang y Wang [19] emplean un control no lineal de modos deslizantes para estabilizar el robot frente a las perturbaciones dinámicas. En cambio, [20] apunta a una estabilización exponencial donde el control se basa únicamente en la cinemática del robot; se ignoran las fuerzas no lineales y los otros parámetros de la dinámica. Por último, de manera similar a [19], [21] emplea un controlador de posición adaptativo que compensa las perturbaciones desconocidas y asegura la estabilidad asintótica global por medio de la técnica no lineal de modos deslizantes.

Liang *et al.* [22] proponen un control adaptativo de posición y trayectoria, el cual admite la profundidad variante con respecto al tiempo y elimina el paralelismo de la cámara respecto del robot; de igual manera, compensa la incertidumbre de los parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara; sin embargo, algunos se estiman en línea.

En lo que respecta a las propuestas que incluyen procesos de calibración, [23] y [24] emplean métodos de control de tipo “ir a la meta” (*go-to-goal*), basados en visión para robots móviles interiores no holonómicos. El procedimiento se divide en tres etapas; primero, para la calibración de la cámara, se colocan en el robot figuras geométricas de colores contrastantes con el suelo, por lo que se emplean filtros de visión por computadora para detectar bordes y determinar las coordenadas del robot móvil. En la segunda etapa se define la posición del robot relativa a la meta mediante una representación gráfica y una representación triangular. La última etapa presenta los resultados obtenidos al aplicar los métodos de control mencionados. La diferencia de ambos trabajos radica en que [24] presen-



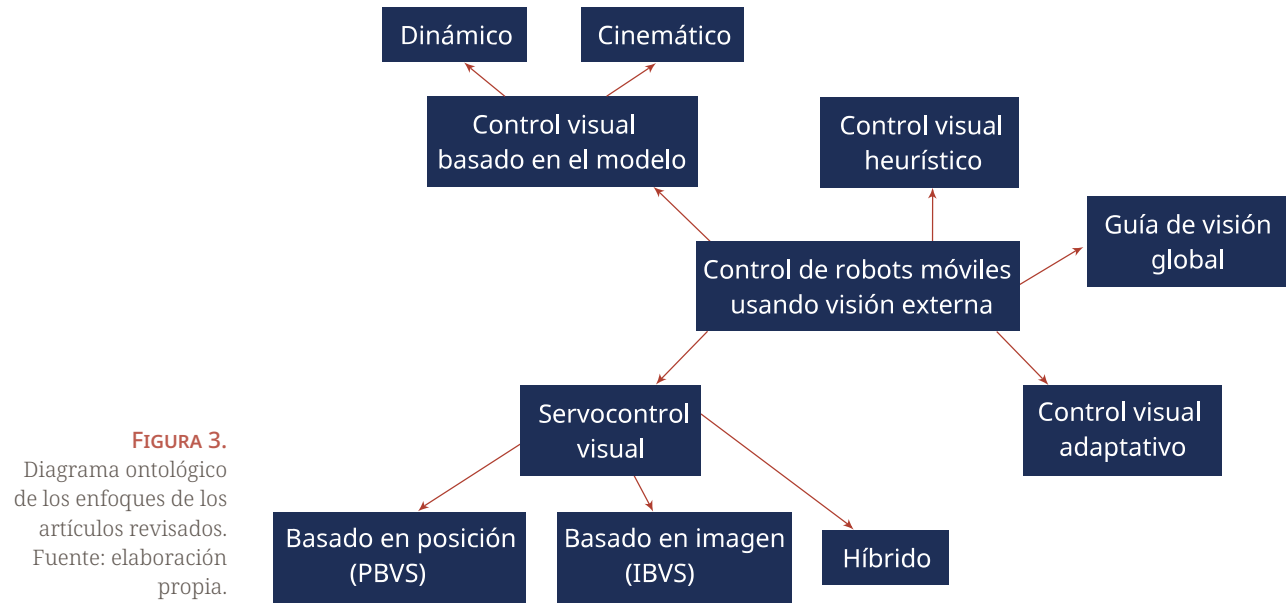
ta, además, una comparación entre el sistema propuesto contra un control PID difuso y un PID clásico.

En el caso de Zdešar *et al.* [25], se marca el robot para reconocer y rastrear su posición mediante un subsistema de visión por computadora. Para tal fin, se combinan un lazo de realimentación y otro de avance para implementar un control de dos grados de libertad. El lazo de avance conduce el sistema hacia la trayectoria de referencia y el lazo de realimentación elimina los errores causados por las perturbaciones. Además, se emplea un filtro de Kalman para estimar los estados del robot móvil y un modelo predictivo de control. Se concluye que la implementación del sistema presenta un controlador robusto en cuanto a su resistencia al ruido, además de un buen desempeño en el rastreo de la trayectoria.

Zheng y Lu [26] emplean dos cámaras, una de ellas ubicada perpendicularmente con respecto al suelo, y otra en un ángulo de 45 grados, alejada de la primera una distancia de dos metros (Figura 1b). También aplican un marcado sobre el robot, el cual corresponde a un sistema de posicionamiento de código abierto llamado Apriltag. Para obtener la orientación del robot se emplean dos marcas, una colocada en el centro y otra en la parte frontal, de forma paralela junto a la anterior. Adicional a la localización del robot, se emplea un algoritmo que utiliza un sensor ultrasónico para modificar su trayectoria cuando necesita evadir obstáculos. El sistema tiene flexibilidad, confiabilidad, expansibilidad y precisión móvil, sumadas a las ventajas en términos de costo.

A continuación, en la Figura 3 se presenta un diagrama ontológico que organiza los enfoques de control ojo-a-mano. De esta manera se distingue entre:

- Control visual basado en imágenes, sin calibración, para estabilizar la pose del robot y permitir el seguimiento de la trayectoria.
- Control adaptativo con estimación de parámetros para manejar incertidumbres dinámicas o cinemáticas.
- Control basado en un modelo en el que la pose del robot se obtiene a partir de la información visual y del modelo cinemático del robot.
- Control heurístico que incorpora funciones gaussianas y, así, construye mapeos entre las características de la imagen y las velocidades del robot.
- Navegación basada en visión global, en la que la cámara proporciona información de localización global y guía la trayectoria del robot.



En consonancia, la Tabla 1 presenta las características de cada trabajo revisado, con la intención de mostrar sus diferencias puntuales.

TABLA 1.
Métodos de control para robots móviles que emplean cámaras externas en configuración ojo-a-mano. Fuente: elaboración propia.

REFERENCIA	TIPO DE ROBOT MÓVIL	CONTROLADOR	CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA	TIPO DE RESULTADOS
[11]	No holonómico	No lineal visual adaptado a restricciones no holonómicas para la estabilización de la pose	Sin calibración Orientación paralela y no paralela Profundidad no requerida	Experimentación y simulación
[17]	No holonómico	No lineal visual basado en imagen para la posición	Sin calibración Orientación paralela y no paralela Estimación de profundidad	Experimentación y simulación
[18]	No holonómico	No lineal basado en imagen y control de seguimiento de trayectoria	Sin calibración Orientación paralela y no paralela Estimación de profundidad	Experimentación y simulación
[19]	No holonómico	No lineal, visual y adaptativo basado en imágenes para la posición y la orientación	Sin calibración Orientación paralela Profundidad fija	Experimentación y simulación



REFERENCIA	TIPO DE ROBOT MÓVIL	CONTROLADOR	CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA	TIPO DE RESULTADOS
[20]	No holonómico en forma encadenada	No lineal de estabilización aplicado a la cinemática del robot para regular la posición y la orientación	Sin calibración Orientación paralela Profundidad fija La cámara se emplea únicamente para medir el movimiento del robot	Simulación
[21]	No holonómico	No lineal, visual y adaptativo basado en imagen para la posición y el seguimiento de trayectoria	Sin calibración Orientación paralela Profundidad fija	Experimentación y simulación
[22]	No holonómico	No lineal, visual y adaptativo basado en imagen para la posición y el seguimiento de la trayectoria	Sin calibración Orientación paralela y no paralela	Experimentación y simulación
[23] [24]	No holonómico	No lineal visual basado en grafos y basado en ángulo para regulación de posición y orientación (métodos heurísticos)	Calibración parcial o completa Orientación paralela Profundidad requerida	Experimentación y simulación
[25]	No holonómico	Visual basado en un modelo cinemático para regular la posición y el seguimiento de la trayectoria	Calibración requerida Orientación no paralela Profundidad requerida	Experimentación y simulación
[26]	No holonómico	De guiado basado en un modelo cinemático, con retroalimentación de posición y orientación estimadas visualmente para el seguimiento de la trayectoria	Calibración requerida Una cámara con orientación paralela y otra con orientación no paralela Cámara requerida como sensor de localización global	Experimentación

De la Tabla 1 se observa que los trabajos que implementan la configuración ojo-a-mano corresponden a robots móviles no holonómicos. Es claro que hay numerosos esfuerzos por crear estrategias de control que no requieran la calibración de la cámara; sin embargo, la mayoría de ellos recaen en la suposición y la estimación de los parámetros extrínsecos e intrínsecos. Por otra parte, en los trabajos reportados se aplican principalmente leyes de control visuales y no lineales, por lo que se infiere que este tipo de controladores muestran el mejor desempeño para la configuración ojo-a-mano. En menor cantidad se encuentran los trabajos que emplean el sistema de visión únicamente como sensor, ajeno a la ley de con-



trol. Otro aspecto relevante es que la mayoría de los trabajos presentan resultados experimentales, lo que demuestra la viabilidad de la propuesta de visión en entornos reales más allá de la simulación virtual.

Perspectivas

Los robots móviles captan continuamente el interés de la comunidad científica por su gran versatilidad de aplicaciones, tanto en el ámbito industrial como en labores de apoyo a la población. En el sector industrial, contribuyen a la competitividad de las empresas, factor crucial para su supervivencia en el mercado; por otro lado, en tareas de auxilio se destinan a labores como la búsqueda y el rescate, la inspección de zonas de riesgo y el transporte.

La configuración ojo-a-mano muestra resultados confiables en entornos cerrados donde es posible colocar una cámara externa que observe el espacio de trabajo del robot, lo que permite realizar tareas de localización, seguimiento de trayectoria y control de posición. De esa manera, se disminuye la dependencia de los sensores a bordo, los costos de material y la complejidad de la instrumentación.

En general, los trabajos analizados muestran que la configuración ojo-a-mano se aplica principalmente a robots móviles no holonómicos con ruedas. Los trabajos que relacionan otro tipo de robots móviles con esa configuración escasean debido a las limitaciones del espacio de trabajo, el aspecto físico del robot, la calidad de la visualización de la cámara o el objetivo de movimiento. Es decir, en robots biomiméticos, aéreos y submarinos, es común encontrar la configuración ojo-en-mano, debido a la complejidad de colocar una cámara externa apuntada hacia el robot desde una posición elevada, ya sea móvil o fija.

Por esos motivos, debe intensificarse la investigación en torno a los robots móviles ojo-a-mano, especialmente en el desarrollo de tecnologías que hagan un uso eficiente de la energía, con infraestructura mínima y máxima confiabilidad. En este contexto, el avance tecnológico de los sensores jugará un papel clave junto con el desarrollo de algoritmos de control robustos y adaptativos que compensen las incertidumbres asociadas a la calibración sensorial, la iluminación y la variabilidad del entorno. Además, se esperan integraciones de técnicas modernas de visión por computadora e inteligencia artificial para ampliar el alcance de estos sistemas a escenarios dinámicos, complejos y menos estructurados. Estas líneas de investigación contribuirán a ampliar las ventajas de la configuración ojo-a-mano en aplicaciones más complejas, al mejorar la autonomía, la precisión y la confiabilidad de los robots móviles.



Conclusiones

En la mayoría de los trabajos analizados, además de las cámaras, no se requieren otros sensores para medir o estimar variables del robot, como la posición o la velocidad, lo que representa una oportunidad para reducir los costos de instrumentación. De acuerdo con los resultados, el tipo de robot móvil en configuración ojo-a-mano más estudiado es el no holonómico con ruedas; y las estrategias de control visual predominantes son las no lineales sin calibración, debido a que permiten realizar una implementación flexible al depender menos de la precisión del sistema de visión. Sin embargo, en algunos casos operan bajo supuestos de la profundidad y la orientación de la cámara. Por otro lado, los métodos que requieren la calibración del sistema de visión proporcionan estimaciones más precisas de la posición y la orientación del robot, aunque su despliegue implica una mayor complejidad y dependen de parámetros extrínsecos e intrínsecos de la cámara, por lo que son susceptibles a los cambios en las condiciones del entorno.

Finalmente, la configuración ojo-a-mano es una alternativa prometedora para el control de robots móviles en entornos estructurados, especialmente cuando la minimización de sensores a bordo es una prioridad. No obstante, hay desafíos persistentes en la robustez ante perturbaciones visuales y la adaptación a cambios en el entorno. Bajo esta premisa, las investigaciones futuras pueden orientarse al desarrollo de estrategias de control robustas y adaptativas de esta configuración que amplíen la aplicabilidad en escenarios reales complejos.

Referencias

- [1] C. Okonkwo y I. Awolusi, "Environmental sensing in autonomous construction robots: Applicable technologies and systems", *Automation in Construction*, vol. 172, art. 106075, 2025, DOI: [10.1016/j.autcon.2025.106075](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106075)
- [2] D. Zhang, Y. Jiang, J. Liu, G. Xiong, y S. Zou, "Design, protection, perception and planning of mobile robots in nuclear power plants", *Progress in Nuclear Energy*, vol. 186, art. 105821, 2025, DOI: [10.1016/j.pnucene.2025.105821](https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2025.105821)
- [3] P.-C. Shih, Y.-C. Chiang, J.-J. Hu, K.-T. Lin y L.-C. Fu, "Autonomous exploration of mobile robot equipped with LiDAR for high-quality reconstruction in large-scale indoor environments", *Mechatronics*, vol. 112, art. 103409, 2025, DOI: [10.1016/j.mechatronics.2025.103409](https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2025.103409)
- [4] D. Li, D. Tang, Ci. Liu, Z. Zhang, y L. Wang, "Research on dynamic obstacle avoidance for industrial AGVs using decay model-based multi-objective Q-learning", *Knowledge-Based Systems*, vol. 333, art. 115000, 2026, DOI: [10.1016/j.knosys.2025.115000](https://doi.org/10.1016/j.knosys.2025.115000)
- [5] F. Driewer, M. Sauer, y K. Schilling, "Mixed reality for teleoperation of mobile robots in search and rescue scenarios", *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 39, núm. 3, pp. 267-272, 2006, DOI: [10.3182/20060517-3-FR-2903.00148](https://doi.org/10.3182/20060517-3-FR-2903.00148)
- [6] B. Siciliano y O. Khatib, Eds., *Springer Handbook of Robotics*, Nueva York: Springer, 2016.
- [7] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, y D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, Massachusetts: The MIT Press, 2011.



- [8] W. Lei, C. Zhang, Z. Jin, y J. Chen, "A review on magnetic-assisted localization for mobile robots", *Measurement*, vol. 246, art. 116643, 2025, DOI: [10.1016/j.measurement.2025.116643](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.116643)
- [9] P. Kumar Panigrahi y S. Kishoro Bisoy, "Localization strategies for autonomous mobile robots: A review", *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, núm. 8, pp. 6019-6039, 2022, DOI: [10.1016/j.jksuci.2021.02.015](https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.02.015)
- [10] A. S. Silva Oliveria, M. Carvalho dos Reis, F. A. Xavier da Mota, M. E. Marciano Martinez, y A. Ripardo Alexandria, "New trends on computer vision applied to mobile robot localization", *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, vol. 2, pp. 63-69, 2022, DOI: [10.1016/j.iotcps.2022.05.002](https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2022.05.002)
- [11] X. Liang, H. Wang, Y.-H. Liu, Z. Liu, B. You, Z. Jing, y W. Chen, "Pure Image-Based Pose Stabilization of Nonholonomic Mobile Robots with a Truly Uncalibrated Overhead Camera", *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 36, núm. 3, pp. 724-742, 2020, DOI: [10.1109/TRO.2019.2961052](https://doi.org/10.1109/TRO.2019.2961052)
- [12] S. Wang y N. Syazreen Ahmad, "AI-based approaches for improving autonomous mobile robot localization in indoor environments: A comprehensive review", *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 63, art. 101977, 2025, DOI: [10.1016/j.jestch.2025.101977](https://doi.org/10.1016/j.jestch.2025.101977)
- [13] A. Loganathan y N. Syazreen Ahmad, "A systematic review on recent advances in autonomous mobile robot navigation", *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 40, art. 101343, 2023, DOI: [10.1016/j.jestch.2023.101343](https://doi.org/10.1016/j.jestch.2023.101343)
- [14] A. Waga, S. Benhlila, A. Bekri, J. Abdouni, y F. Zahrae Saber, "A survey on autonomous navigation for mobile robots: From traditional techniques to deep learning and large language models", *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 37, art. 198, 2025, DOI: [10.1007/s44443-025-00216-x](https://doi.org/10.1007/s44443-025-00216-x)
- [15] A. Morar *et al.*, "A Comprehensive Survey of Indoor Localization Methods Based on Computer Vision", *Sensors*, vol. 20, núm. 9, art. 2641, 2020, DOI: [10.3390/s20092641](https://doi.org/10.3390/s20092641)
- [16] Y. D. V. Yasuda, L. E. G. Martins, y F. A. M. Cappabianco, "Autonomous Visual Navigation for Mobile Robots: A Systematic Literature Review", *ACM Computing Surveys*, vol. 53, núm. 1, pp. 13-34, 2020, DOI: [10.1145/3368961](https://doi.org/10.1145/3368961)
- [17] X. Liang, H. Wang, Y.-H. Liu, W. Chen, y Z. Jing, "Image-Based Position Control of Mobile Robots with a Completely Unknown Fixed Camera", *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 63, núm. 9, pp. 3016-3023, 2018, DOI: [10.1109/TAC.2018.2793458](https://doi.org/10.1109/TAC.2018.2793458)
- [18] X. Liang, H. Wang, Y.-H. Liu, B. You, Z. Liu, y W. Chen, "Calibration-Free Image-Based Trajectory Tracking Control of Mobile Robots with an Overhead Camera", *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 17, núm. 2, pp. 933-946, 2020, DOI: [10.1109/TASE.2019.2951714](https://doi.org/10.1109/TASE.2019.2951714)
- [19] F. Yang y C.-L. Wang, "Adaptive Stabilization for Uncertain Nonholonomic Dynamic Mobile Robots Based on Visual Servoing Feedback", *Acta Automatica Sinica*, vol. 37, núm. 7, pp. 857-864, 2011, DOI: [10.1016/S1874-1029\(11\)60211-5](https://doi.org/10.1016/S1874-1029(11)60211-5)
- [20] Z.-Y. Liang, C.-I. Wang, Z.-H. Do, y Z.-R. Liang, "Robust exponential stabilization of non-holonomic chained systems with unknown parameters", *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, vol. 31, pp. 799-812, DOI: [10.1007/s10255-015-0506-0](https://doi.org/10.1007/s10255-015-0506-0)
- [21] F. Yang y C. Wang, "Adaptive tracking control for uncertain dynamic nonholonomic mobile robots based on visual servoing", *Journal of Control Theory and Applications*, vol. 10, pp. 56-63, 2012, DOI: [10.1007/s11768-012-0075-1](https://doi.org/10.1007/s11768-012-0075-1)
- [22] X. Liang, H. Wang, W. Chen, D. Guo, y T. Liu, "Adaptive Image-Based Trajectory Tracking Control of Wheeled Mobile Robots with an Uncalibrated Fixed Camera", *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 23, núm. 6, pp. 2266-2282, 2015, DOI: [10.1109/TCST.2015.2411627](https://doi.org/10.1109/TCST.2015.2411627)
- [23] M. Dirik, A. Fatih Kocamaz, y E. Dönmez, "Visual servoing based control methods for nonholonomic mobile robot", *Journal of Engineering Research*, vol. 8, núm. 2, pp. 95-113, 2020, DOI: [10.1016/S2307-1877\(25\)00746-1](https://doi.org/10.1016/S2307-1877(25)00746-1)
- [24] E. Dönmez, A. Fatih Kocamaz y M. Dirik, "A Vision-Based Real-Time Mobile Robot Controller Design Based on Gaussian Function for Indoor Environment", *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 43, pp. 7127-7142, 2018, DOI: [10.1007/s13369-017-2917-0](https://doi.org/10.1007/s13369-017-2917-0)
- [25] A. Zdešar, I. Škrjanc, y G. Klančar, "Visual Trajectory-Tracking Model-Based Control for Mobile Robots", *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 10, núm. 9, 2013, DOI: [10.5772/56757](https://doi.org/10.5772/56757)
- [26] Z. Zheng y Y. Lu, "Research on AGV trackless guidance technology based on the global vision", *Science Progress*, vol. 105, núm. 3, 2022, DOI: [10.1177/003685042211037662](https://doi.org/10.1177/003685042211037662)



PERSPECTIVAS DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

¿Quieres publicar en esta revista?

¿Dudas o sugerencias? Escríbenos a:

? perspectivasci@uaq.mx

.....
REVISTA INCLUIDA EN:
.....

VISITA NUESTRO

FISIÓN
PODCAST

Escucha de la voz de
los autores, entrevistas
y comentarios
relacionados a sus
artículos.

Disponible en:

MÁS REVISTAS UAQ EN:



revistas.uaq.mx



ingenieria.uaq.mx

EDICIÓN CUIDADA, DISEÑADA
Y MAQUETADA POR

D | DESPACHO DE
PUBLICACIONES

Visítanos y conoce
las publicaciones que la
FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO
tiene para ti:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA