

MODELADO Y COORDINACIÓN GRUPAL DE MOVIMIENTO BASADO EN DISTANCIA DE ROBOTS MÓVILES TIPO AGV EN AMBIENTES CIBER FÍSICOS

Resumen

La Universidad Iberoamericana Ciudad de México ha realizado investigación en robótica móvil desde el año 2012 y generado el estudio de estrategias de formación, marcha y evasión de colisiones basadas en posiciones relativas con experiencias de trabajo experimental [1][2][3]. Este proyecto es parte de esta línea de investigación.

En este proyecto se aborda el estudio de coordinación grupal de robots móviles. En un primer momento se enfocará en el desarrollo de un conjunto de robots móviles tipo AGV con un sistema de formación basado en distancia diseñado para aplicaciones de carga en ambientes industriales y de servicio. Posteriormente se diseñarán los modelos y estrategias para la coordinación de grupal enfocándose principalmente en la implementación en sistemas ciber físicos. Las estrategias de coordinación serán evaluadas experimentalmente en espacios cerrados y abiertos con robots sincronizados por un sistema remoto de control utilizando servicios de la nube acorde a las nuevas tendencias de la Industria 4.0.



Figura 1. Antecedentes de robots móviles en Ibero Cd. México

Metodología

1. Modelado matemático

El caso de estudio que antecede a la coordinación de robots móviles es el llamado “problema de consenso” [4] que define un conjunto de partículas o “agentes” de simple integrador, sin restricciones de movimiento, que se mueven para converger a un punto común en el plano o espacio [5] [6].

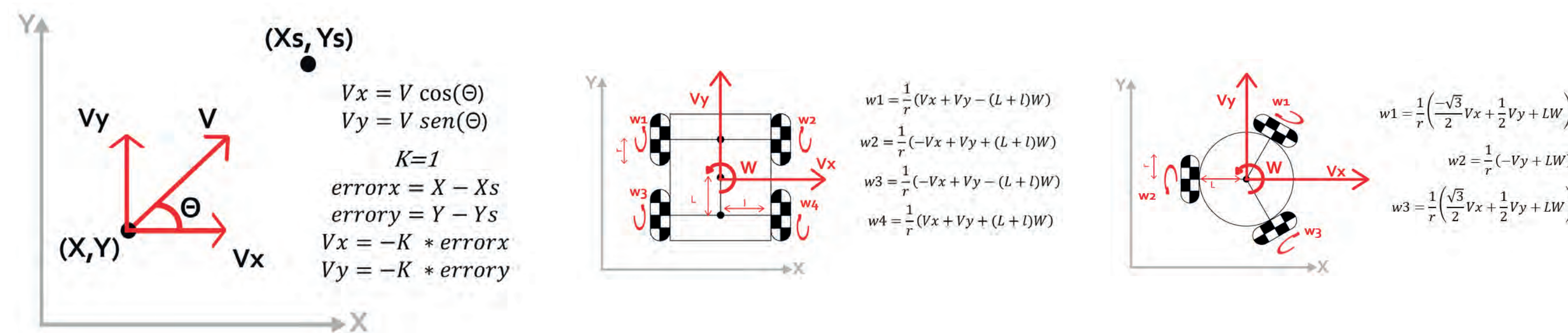


Figura 2. Estrategia de control de convergencia y configuración cinemática tipos de robot y numero de ruedas.

2. Estrategias de control y coordinación con Matlab y Simulink

Utilizando Matlab y Simulink se implemento el modelo de la estrategia de convergencia en una ley de control mediante bloques de funciones de simulink, desarrollando experimentos simulados con agentes tipo partícula y posteriormente con modelos cinemáticos en realidad virtual de robots móviles y sus diferentes configuraciones. Se evaluaron las leyes de control de convergencia y trayectoria.

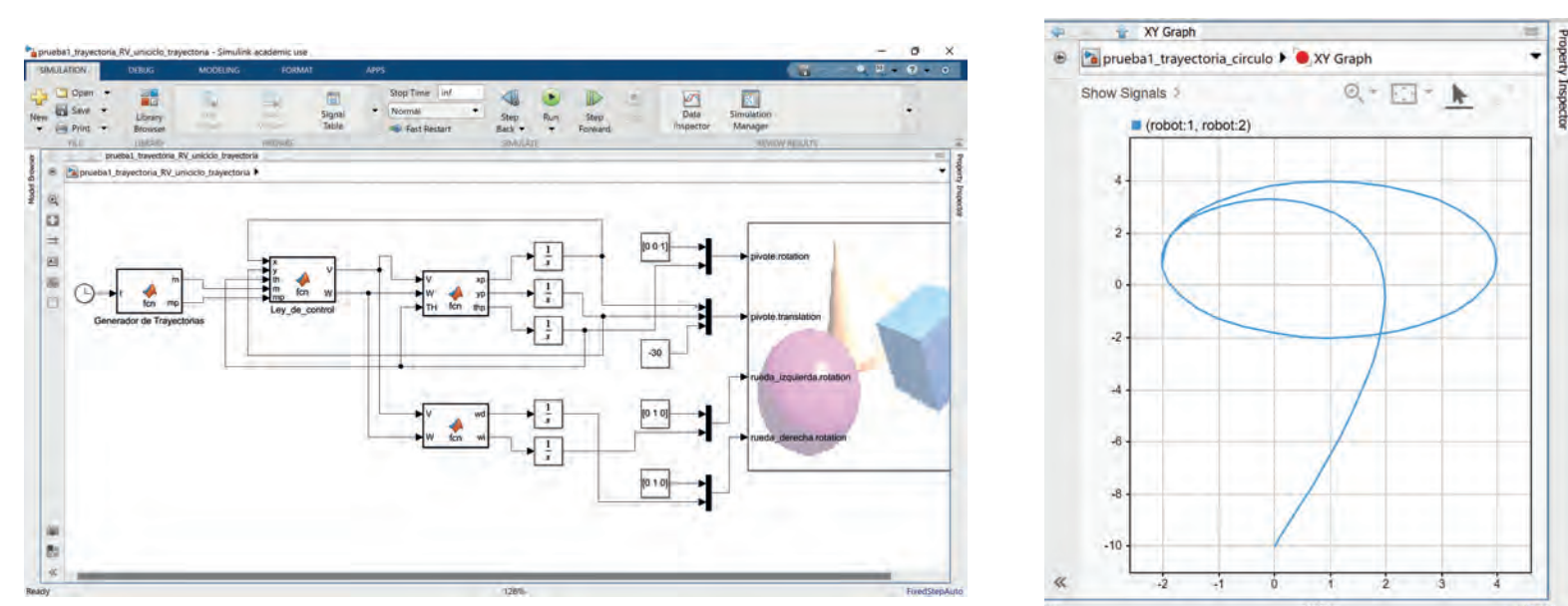


Figura 4. Simulación en Matlab y Simulink.

3. Desarrollo de plataforma de robots móviles de bajo costo

Se desarrollo una plataforma de control de robots de bajo costo utilizando robots prototipos pequeños y un sistema de visión utilizando una cámara web. El sistema de visión por computadora y códigos QR, utiliza la cámara conectada a una computadora con MATLAB para conocer la posición y orientación actual del robot. Para las estrategias de control simuladas, es importante conocer la posición deseada y la posición actual de los robots, ya que es el insumo principal de la ley de control y retroalimentación. Además se diseño prototipo un robot móvil tipo unicycle de 2 ruedas fijas que se conecta por comunicación Bluetooth para recibir información de la velocidad angular de cada rueda.

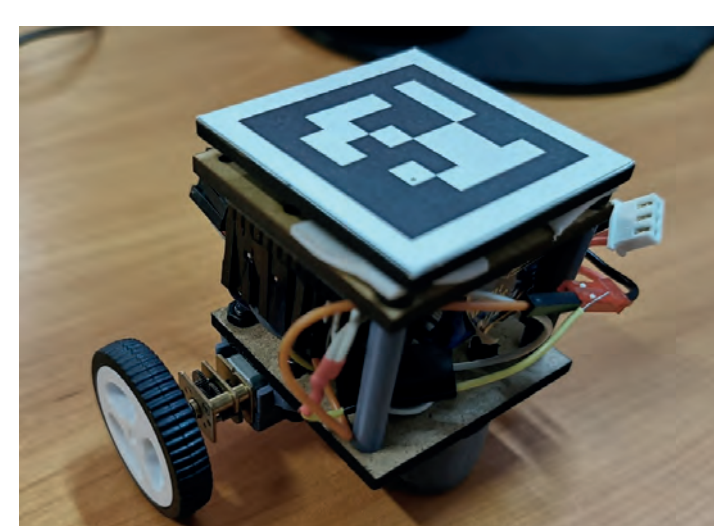


Figura 6. Robot móvil 1.0

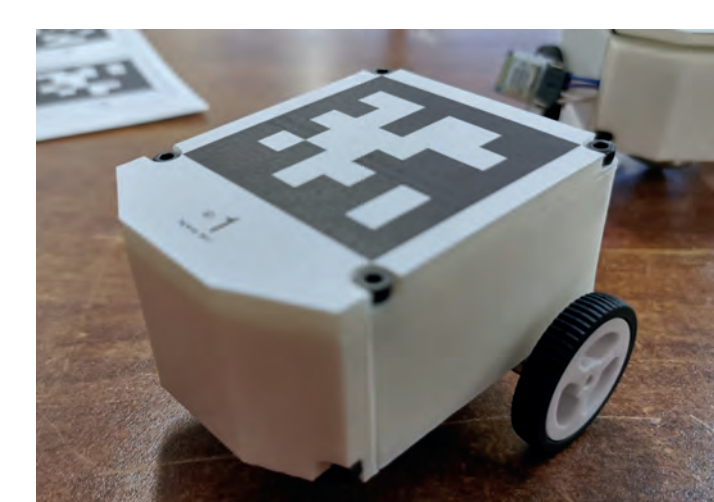


Figura 7. Robot móvil 2.0



Mtro. Huber Girón Nieto
Universidad Iberoamericana Puebla
huber.giron2@iberopuebla.mx
+52 (222) 372 3005 (office)
+52 (222) 459 9766 (celular)



Dr. Eduardo Gamaliel Hernández Martínez
Universidad Iberoamericana Cd. México
Director de Tesis
eduardo.gamaliel@ibero.mx
+52 (55) 5950-4000 Ext. 4457



Resultados

Una vez desarrollada la plataforma de robots móviles de bajo costo, se implementaron las estrategias de control de convergencia y trayectoria, utilizando una cámara web como sistema de visión para determinar posición (X,Y) y orientación (Θ) del robot mediante el código QR, posteriormente la información se utiliza en el sistema de control en MATLAB, se calcula el error, la posición deseada y por lo tanto las nuevas velocidades como partícula y las nuevas velocidades de cada uno de los motores de acuerdo al modelo cinemático.

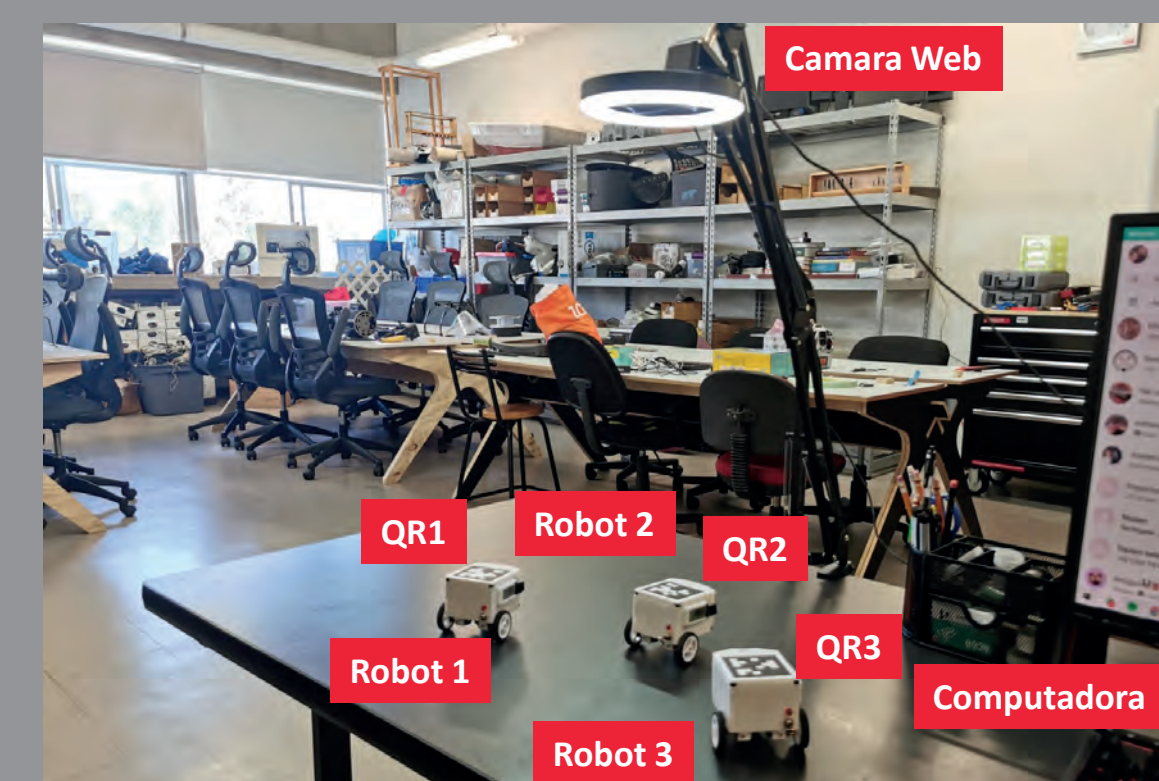


Figura 9. Plataforma de experimentación de robots móviles con sistema de visión.

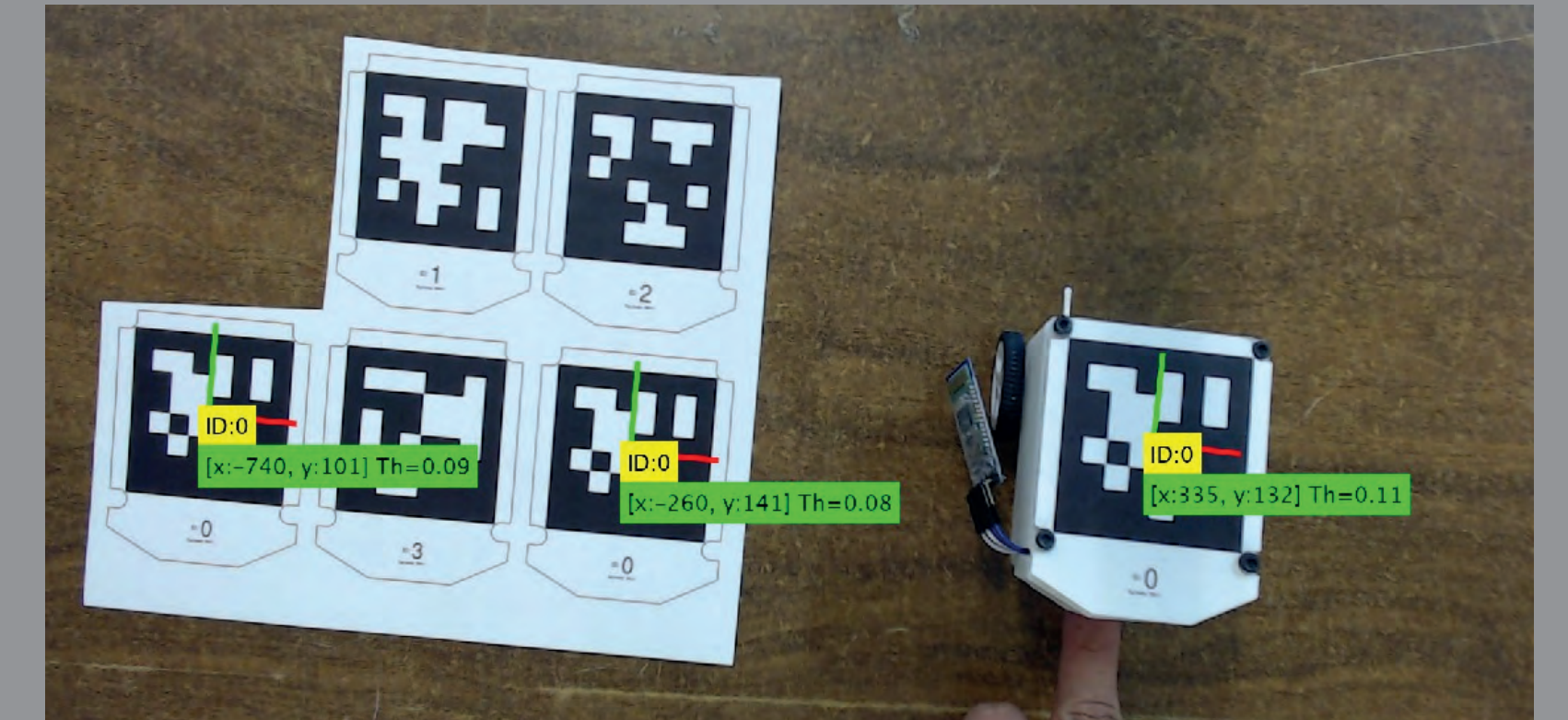


Figura 10. Sistema de visión por computadora con posición (X,Y) y orientación (Θ) del código QR.

En la experimentación de estrategia de control de convergencia, se puede observar la secuencia de movimientos para que el robot móvil llegue al punto de consenso o convergencia del punto deseado (Xs), además se observan los datos de posición (X,Y) y orientación (Θ) del código QR.

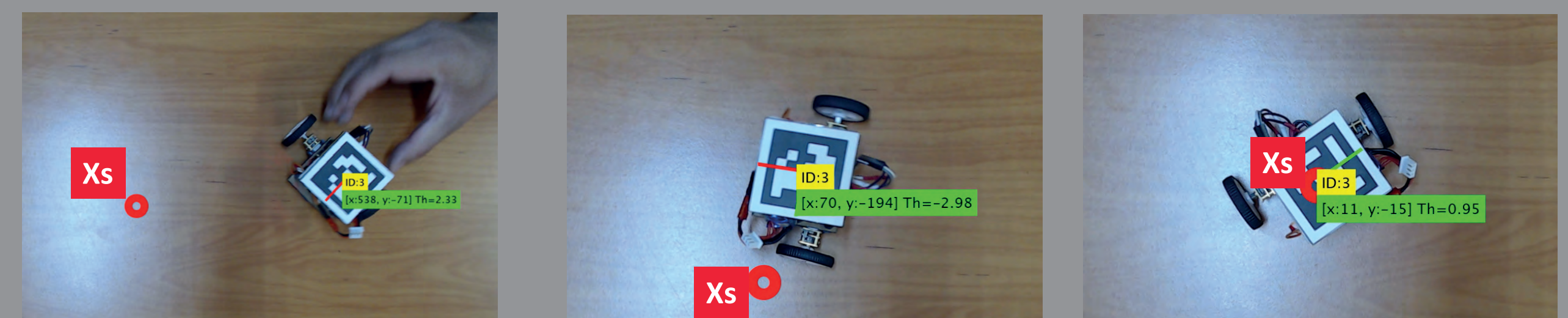


Figura 11. Secuencia de movimientos de experimento de convergencia al punto deseado (Xs).

En la experimentación de estrategia de control de trayectoria, se puede observar la secuencia de movimientos para que el robot móvil llegue al punto deseado (Xs), en esta ocasión, el punto deseado es móvil de acuerdo a una trayectoria circular predefinida, además se observan los datos de posición (X,Y) y orientación (Θ) del código QR. En un primer momento, el robot intenta converger al punto deseado, pero como este es móvil el robot seguirá y continuara acercándose al punto deseado aun con este en movimiento.



Figura 12. Secuencia de movimientos de experimento de trayectoria, el punto deseado es móvil de acuerdo a una trayectoria predefinida (Xs).

Conclusiones

En conclusión, el desarrollo de una plataforma de robots móviles de bajo costo, permitió evaluar las estrategias de control de coordinación de robots móviles, lo cual fue un primer paso para el desarrollo de tecnologías de robótica en la universidad Iberoamericana Puebla, ya que con un sistema sencillo de visión por computadora con una cámara web, fue viable experimentar las estrategias básicas de los robots móviles.

En un trabajo posterior se evaluarán las estrategias para control en ambientes ciber físicos donde no todos los robots se encuentran físicamente en el mismo lugar, pero si conectados a través de internet. Además de experimentar las mismas estrategias en robots tipo AGV de diseño y construcción entre las universidades.

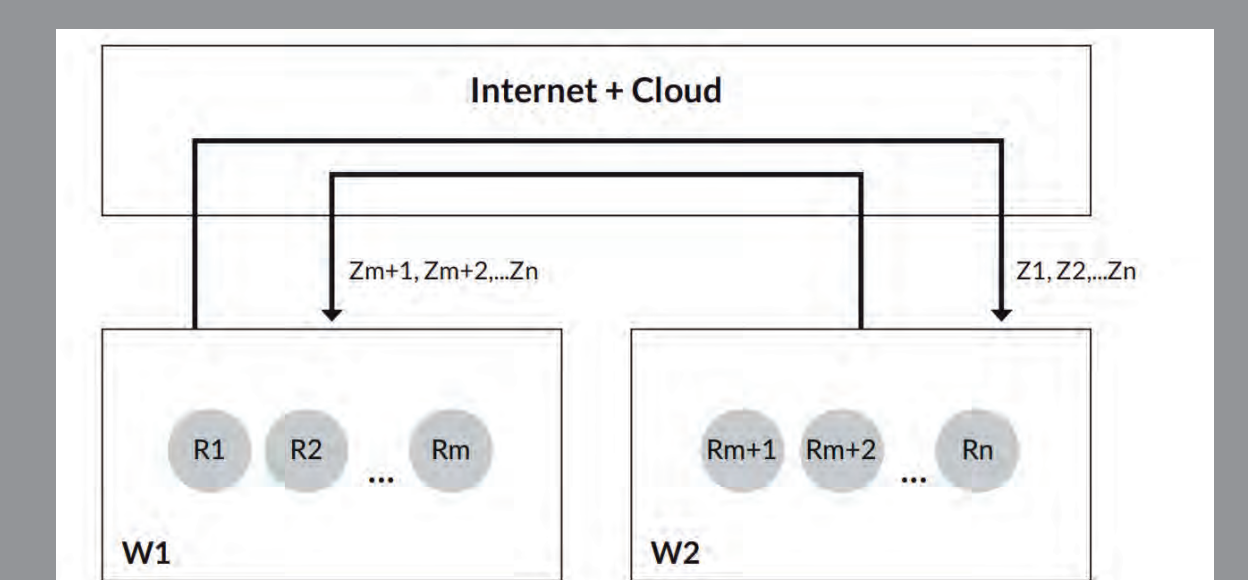


Figura 13. Modelado de control de robots móviles en un sistema ciber físico.



Figura 14. Diseño y construcción de robot AGV en Ibero Puebla

Referencias

- [1] E. G. Hernández-Martínez, J.-J. Flores-Godoy, and G. Fernandez-Anaya, "Marching control based on the leader-followers scheme and formation graphs," *Advanced Robotics*, vol. 27, no. 14, pp. 1123–1135, 2013.
- [2] E. G. Hernandez-Martinez and E. Aranda-Bricaire, "Decentralized formation control of multi-agent robot systems based on formation graphs," *Studies in Informatics and Control*, vol. 21, no. 1, p. 8, 2012.

- [3] J. González-Sierra, E. Aranda-Bricaire, and E. G. Hernandez-Martinez, "Formation tracking with orientation convergence for groups of unicycles," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 10, no. 3, p. 180, 2013.

- [4] J. Ke, W. Huang, J. Wang, and J. Zeng, "Fixed-time consensus control for multi-agent systems with prescribed performance under matched and mismatched disturbances," 2021.

- [5] M. S. Mahmoud and Y. Xia, "Chapter 3-consensus of systems over graphs," in *Discrete Networked Dynamic Systems*, M. S. Mahmoud and Y. Xia, Eds. Academic Press, 2021.
- [6] C. C. de Wit, B. Siciliano, and G. Bastin, Eds., *Theory of Robot Control*. Springer

Sitio web

