

Vehículo automáticamente guiado (AGV) por odometría y visión artificial

Automatically guided vehicle (AGV) for odometry and artificial vision

Julio César Martínez-Romo, Francisco Javier Luna-Rosas, Ricardo Mendoza-González, José Valentín López-Rivas, Mario Alberto Rodríguez-Díaz
TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8420>

El uso de robots en la industria manufacturera moderna es intensivo; en particular, la robótica móvil encuentra un extenso campo de aplicación en una de sus realizaciones industriales más relevantes: los *Vehículos de Guiado Automático*, mejor conocidos por sus siglas como AGV, del inglés *Automatic Guided Vehicle*; de manera común, tales vehículos transportan desde el almacén al punto de ensamble partes que serán integradas a algún producto, realizando esto mediante sensores que rastrean sendas cintas o bandas magnéticas enterradas superficialmente o sobrepuestas y sujetas firmemente al piso. En general, este método cumple con el objetivo de guiar al AGV en su recorrido a través de los puntos de ensamble en la planta, siempre y cuando la cinta magnética se mantenga completa y sin deformarse. No obstante, dada la naturaleza de las plantas industriales, el paso de vehículos pesados diversos por encima de la cinta magnética es frecuente y tiene el efecto de deformar, y eventualmente destruir, la cinta magnética, trayendo como consecuencia que el AGV se desoriente y se detenga, perjudicando el proceso productivo. Ante esta situación, una solución es retirar la banda magnética del piso y proveer al AGV de un sistema de guía basado en sensores internos o externos, a fin de proveer al vehículo de su posición y orientación relativas a una referencia arbitraria con fines de libre navegación [1]. Existen varios sensores que pueden aplicarse para la realización de esta tarea, entre los que se encuentran encoders ópticos, sistemas de ultrasonido y acelerómetros [2]. Específicamente, al uso de encoders ópticos fijados a las ruedas traseras de un robot móvil se le conoce como *odometría* y sirve para calcular su desplazamiento y orientación; la odometría utiliza un método simple, el cual consiste en determinar cuánto se desplaza linealmente una llanta

por cada pulso del encoder óptico y acumular los pulsos para estimar la distancia total recorrida; combinando la distancia recorrida por cada llanta se determina la nueva posición y orientación del vehículo. Una desventaja de la odometría es que, para ser efectiva, deben efectuarse procedimientos de calibración especializados; una segunda desventaja consiste en que, a pesar de lograr una calibración con muy bajas tasas de error, éste es acumulativo y es función directa de la distancia recorrida [2]; para corregir el efecto del error se requiere de sensores externos que eventualmente corrijan el dato de la posición y orientación del vehículo móvil.

Con base en lo anterior, se realizó la integración de la odometría y de un sistema de visión artificial como sensor externo, para lograr el desplazamiento de un robot móvil de topología tipo triciclo, liberándolo así del uso de la cinta magnética.

INTEGRANDO ODOMETRÍA Y VISIÓN ARTIFICIAL

La aproximación adoptada para la calibración odométrica del robot móvil es la descrita en [3]; con el algoritmo allí descrito se logran tasas de error de menos del 0.1% en el recorrido de trayectorias cortas de forma cerrada de hasta 31m de longitud y del 1% en recorridos continuos de hasta 70m. Para abatir el error de posición se utilizó como sensor exterior una cámara a color. La cámara se conecta a una computadora personal en la cual las imágenes son procesadas digitalmente para obtener la medición de la posición y orientación, mismas que se transmiten al AGV para su actualización vía radiofrecuencia. La cámara representa un *punto de paro* en el recorrido, el cual puede situarse en la posición final o en un punto intermedio de la trayectoria; la cámara se coloca directamente a una distancia sobre el vehículo, tal que abarque al propio vehículo y la posible área de llegada del mismo, la cual se determina como el círculo de radio igual al 1.5% de la longitud de la trayectoria. La calibración odométrica asegura que el vehículo llegará repetitivamente a la escena que capta la cámara. Por ejemplo, para una trayectoria de 50m de longitud, se requiere de un radio de 0.75m, existiendo

un factor de seguridad para las distancias esperadas de llegada del AGV, que se limitarán a un máximo 0.5m (1%) o menos del punto final de la trayectoria. La aplicación para trayectorias muy largas, por ejemplo, de 200m, se lograría fraccionando en 3 sub-trayectorias de 66.66m, requiriendo tres sensores externos.

Para determinar si el AGV se desempeña con la misma repetitividad que si se usara una guía magnética, se diseñó una trayectoria cerrada semicircular de 31m de longitud y se programó al AGV para recorrerla continuamente arrastrando una carga de 250kg, instalando sólo una cámara en el punto de llegada; después de 70 recorridos, se detuvo al AGV. Aunque los resultados fueron satisfactorios, se requiere realizar más pruebas para investigar el efecto de los errores aleatorios en la repetitividad de la posición y orientación de llegada.

REFERENCIAS

- [1] Azizi F, Houshang N. "Mobile Robot Position Determination". En: Venelinov-Topalov A. (ed). *Recent Advances in Mobile Robotics*. Croatia: IntechOpen, 2011. p. 69-82.
- [2] Borenstein J. *Where am I? Sensors and methods for mobile robot positioning*. [en línea]. Everett HR, Feng L. Michigan, U.S.A.: Borenstein, J. (ed), Marzo de 1996 [ref. 18 de diciembre de 2015]. Disponible en Web: <http://www-personal.umich.edu/~johannb/Papers/pos96rep.pdf>
- [3] Martínez Romo, JC, Luna-Rosas, FJ, López-Rivas, V. et al. *Genetic Optimization for Odometry Calibration of Tricycle Topology Mobile Robots*. DYNA New Technologies, Enero-Diciembre 2017, vol. 4, no. 1, p. [19 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT8079>.