

USTABOT_101

C.S Rodríguez, J.S Marín, I.A Ochoa, A Gómez, J. M. Calderón
kasayo2004@hotmail.com, chevitronix@hotmail.com, idalo88@hotmail.com ,
andresjr41@hotmail.com, juan_mch@yahoo.com

Resumen— En este artículo se aborda el diseño e implementación de un robot que cumple con el objetivo planteado en la Categoría Open del IX Concurso Latinoamericano de Robótica. La prueba planteada consiste en diseñar un robot autónomo que realice los procesos característicos de un centro de distribución. El mecanismo propuesto para solucionar dicho reto se caracteriza por un sistema de tracción síncrona y un manipulador tipo SCARA el cual cuenta con distintos elementos primordiales en donde se encuentran sensores y actuadores que funcionan mediante un sistema de control.

I. INTRODUCCIÓN

ANUALMENTE se lleva a cabo el Concurso Latinoamericano de Robótica (LARC), organizado por “Latinoamerican Robotics and Automation Society” de IEEE. Para la versión del año 2010 en la categoría Open el objetivo consiste en realizar un robot en medio de un centro de distribución que se encarga de repartir paquetes de diferentes tipos de los fabricantes a los vendedores. Actualmente el comercio de mercancías exige mayor eficiencia en el tiempo de entrega de productos que representan ganancias para las empresas. La labor de distribución de productos a los puntos de venta es importante para el adecuado desarrollo del comercio, para ello es necesario organizar este proceso de manera que se optimice para beneficio de los productores y comerciantes. En este campo la robótica puede ofrecer soluciones que mejoren y automaticen el proceso de distribución de mercancías, con el fin de soportar tareas por mecanismos autónomos que permitan emplear el tiempo en otras tareas. Así se obtiene mayor disponibilidad de recursos que pueden reasignarse a otras áreas de la industria, ahorrando tiempo y dinero en el mercado de artículos. Ante esta situación se propone el reto de diseñar y construir un robot que ayude a la distribución de productos. Este fue implementado con un sistema móvil, equipado con una serie de sensores que con el soporte de los sistemas de visión e inteligencia consigue una adecuada clasificación y organización de variados productos.

II. OBJETIVO

Diseñar e implementar un robot que cumpla con los requerimientos planteados para la categoría OPEN del IX Concurso Latinoamericano de Robótica (2010).

III. DESCRIPCIÓN DEL CONCURSO

La prueba del concurso LARC (Latin American Robotics Competition) versión 2010 categoría Abierta, consiste en un centro de distribución con cinco tipos de productos ubicados en la zona de fabricantes que deben ser transportados en paquetes organizados a la zona de vendedores. El concurso se define por el mayor puntaje y en caso de empate se recurre al menor tiempo en realizar la prueba [1].

Las dimensiones del robot deben estar dentro de un cubo de 30cm de lado al inicio de la prueba. Además es de construcción libre sin restricciones de diseño, materiales o elementos.

Los productos son representados por cubos de colores de madera de 50mm de lado. Cada tipo de producto es diferenciado por un color: cian, amarillo, verde, magenta y rojo. Son 12 cubos por cada tipo de producto para un total a 60 cubos disponibles en la prueba.

Estos deben ser organizados en paquetes que luego deben ser depositados en la zona de vendedores en el siguiente orden: cian, rojo, amarillo, verde, magenta.

A continuación se describen características del entorno de prueba.

A. Escenario

Dentro del escenario se definen varias zonas:

-*Zona de fabricantes*: zona dividida en cinco sectores delimitados por cinta de color negro. En cada sector se ubican 12 productos de un mismo tipo, apilados en líneas de 4 en 3 niveles.

-*Zona de vendedores*: se divide en 12 sectores y se ubica en el lado opuesto a la zona de fabricantes. En cada sector se ubica un paquete con 5 tipos de productos.

-*Zona intermedia*: ubicada entre la zona de fabricantes y la zona de vendedores. Tiene cuatro cruces que indican donde se puede ubicar el robot al iniciar la prueba.

La figura 1 muestra las zonas definidas en el escenario.

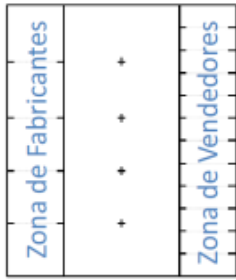


Fig1. Definición de zonas del escenario

IV. SOLUCIÓN PROPUESTA

A. Arquitectura del Sistema

Para dar cumplimiento al objetivo se realiza un robot que posee una unidad de procesamiento central (CM-5) capaz de adquirir datos de un sistema de sensores y un sistema de visión artificial, los cuales serán procesados con el fin de enviarle instrucciones a los actuadores por medio de la unidad de procesamiento y realizar rutinas que correspondan a la información adquirida de los sistemas.

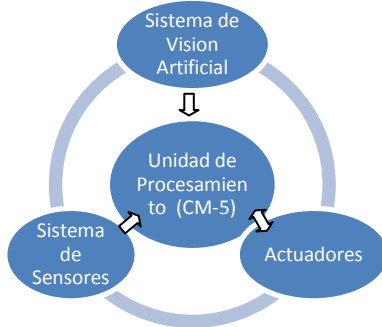


Fig. 2. Arquitectura del sistema

B. Sistema de Tracción

El robot dispone de un sistema de tracción síncrona con cuatro ruedas. En cada rueda se encuentran dos actuadores, el primero para dar la orientación de la rueda, y el segundo con configuración de movimiento continuo para realizar el desplazamiento del robot. Con este sistema de tracción el robot logra desplazarse (los 360°) en el escenario sin necesidad de rotar, debido a que cada rueda puede cambiar su orientación en un rango de 0° a 90°. [3].



Fig. 3. Tracción síncrona, modelo en Solid Edge

La base del robot se creó en estructuras de acero para que sea un soporte más robusto y no tenga posibilidad de deformación por el peso, el diseño se muestra en la fig. 4.

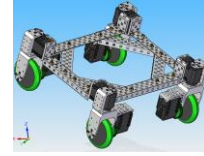


Fig. 4. Chasis del robot con tracción síncrona, modelo en Solid Edge

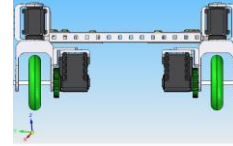
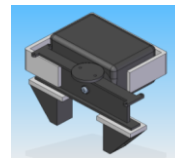


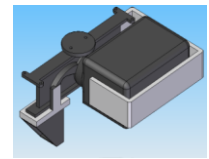
Fig. 5. Chasis del robot con tracción síncrona, vista frontal

A. Gripper

Este es el efector final del manipulador que cumple la función esencial para la prueba, se encarga de capturar los cubos de madera de la zona de cada fabricantes y posteriormente dejarlos en la zona de vendedores. La captura se realiza por medio de una pinza construida en plástico, que se cierra utilizando un motor que posee el suficiente torque para no dejar caer los cubos durante el recorrido del robot.



(a)



(b)

Fig. 6. (a) Vista frontal del Gripper, (b) Vista lateral del Gripper, modelo en Solid Edge.

V. SISTEMA ELECTRÓNICO

El sistema electrónico del agente robótico está compuesto por actuadores y sensores proporcionados por la empresa *Robotis*, junto con el sistema de control CM-5 empleados para la plataforma de creación de robots BIOLOID y una tarjeta de control de periféricos que contiene algoritmos de control de desplazamiento y orientación.

A. Unidad de procesamiento

Esta tarjeta de desarrollo está diseñada para almacenar y ejecutar los programas que controlan los actuadores de la serie AX de Dynamixel, Su componente principal es un poderoso microcontrolador de Atmel, el Atmega 128 de 16Mhz.



Fig. 7 CM-5

B. Actuadores

Para el sistema de locomoción se usó un actuador Dynamixel AX-12, tiene la característica de usarse en modo normal o en modo servo, incorpora una caja reductora, un motor de corriente continua con precisión, un circuito de control, tiene control de posición y de velocidad en una resolución de 1024 pasos, también dentro de su circuito de control tiene realimentación de posición, velocidad angular y torque.



Fig. 8 Servomotores AX-12

C. Sensores

Los sensores Dynamixel AX-S1 fueron empleados para alinear el robot con algunas de las marcas de la plataforma en las zonas de almacenamiento y distribución, desde la cual se inicia el proceso de captura de los productos.



Fig. 9 Sensor AX-S1

D. Tarjeta control de periféricos

La tarjeta de control está compuesta por un microcontrolador de la familia Microchip PIC18F452, que se encargará de realizar el control de desplazamiento y orientación, además contiene el sensor de odometría y la brújula respectivamente. Igualmente tiene un módulo UART para la comunicación con la unidad de control principal CM.5. Se implementó un trama de datos igual a la que usan los actuadores y sensores de la familia Dynamixel, esto para que se tener la misma conexión.

VI. SISTEMA DE VISIÓN

Se utilizó una CMucam3 para reconocer los colores de cada uno de los productos ubicados en la zona de fabricantes. Este dispositivo está compuesto por un sensor de visión C-MOS y un microcontrolador donde se implementa el algoritmo de visión artificial y módulo de UART para la comunicación con el módulo de control CM-5. Algunas características de este dispositivo, contiene un sensor RGB en color con una resolución de 352 x 288, un

conector para tarjeta SD o MMS con soporte para FAT16, además conexión para 4 servos y tiene una alta velocidad de 26 imágenes por segundo



Fig. 10 Esquema visión artificial

VII. SISTEMA DE INTELIGENCIA

En el controlador CM-2 se encuentran programadas rutas predeterminadas que seguirá el brazo robótico de acuerdo al color de los cubos que localice, estas rutas son calculadas mediante un algoritmo de cinemática inversa.



Fig. 11. Especificaciones del Escenario

A. Creación de Caminos para situar los cubos en los sectores de la zona de vendedores

Independientemente del orden de los paquetes en la zona de fabricantes la navegación del robot en la pista se da de la siguiente manera:

1. Ruta Primer paquete: para la ubicación del cubo del primer paquete la secuencia es 1,2,3,4.

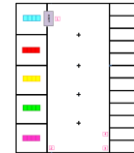


Fig. 12. Ruta primer cubo

2. Ruta Segundo Paquete: para la ubicación del cubo del segundo paquete la secuencia es 1,2,3,4.



Fig. 13. Ruta segundo cubo

3. Ruta Tercer paquete: para la ubicación del cubo del tercer paquete la secuencia es 1,2,3,4.

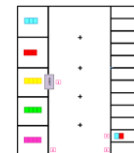


Fig. 14. Ruta tercer cubo

4. Ruta Cuarto Paquete: para la ubicación del cubo del cuarto paquete la secuencia es 1,2,3,4.



Fig 15. Ruta cuarto cubo

5. Ruta Quinto paquete: para la ubicación del cubo del quinto paquete la secuencia es 1,2,3



Fig 16. Ruta quinto cubo

B. Ubicación de los cubos en la zona de vendedores de acuerdo al color.

1. Ruta Cubo Cian: el cubo Cian se ubica en la primera posición del grupo 11 de la zona de vendedores.



Fig 17. Ruta cubo cian

2. Ruta Cubo Rojo: el cubo Rojo se ubica en la segunda posición del grupo 11 de la zona de vendedores



Fig 18. Ruta cubo rojo

3. Ruta Cubo Amarillo: el cubo Amarillo se ubica en la tercera posición del grupo 11 de la zona de vendedores.



Fig 19. Ruta cubo amarillo

4. Ruta Cubo Verde: el cubo Verde se ubica en la cuarta posición del grupo 11 de la zona de vendedores.



Fig 20. Ruta cubo verde

5. Ruta Cubo Magenta: el cubo Magenta se ubica en la quinta posición del grupo 11 de la zona de vendedores.

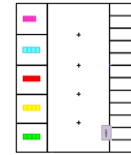


Fig 21. Ruta cubo magenta

VIII. CONCLUSIONES

La implementación del diseño propuesto permitió transportar y ubicar productos en sectores de la zona de vendedores de una forma precisa, obteniendo resultados con eficiencia y velocidad aceptables para solucionar el reto propuesto. De manera que el sistema electrónico y de inteligencia resultan acordes a las necesidades presentes.

Presenta facilidades para el transporte por la posibilidad de realizar diversos movimientos dado que se trata de tracción síncrona y por las características del sistema para recoger los productos a pesar de las dificultades presentes para recoger un producto.

Este diseño permite realizar el transporte, organización y clasificación de diversos productos, permitiendo realizar aplicaciones en diferentes campos de la industria, con el objetivo de disminuir el tiempo de ejecución de los procesos y así optimizar los recursos presentes.

Se evidencia la necesidad de mejorar las limitaciones presentes en el diseño propuesto, como los retardos en el transporte y la posibilidad de transportar un mayor número de productos simultáneamente.

REFERENCIAS

- [1] Centro Universitário da FEI, IEEE Latin American Robotics Competition. Rules for Open Category 2010.
- [2] J. Calderón, A. Obando, D. Jaimes, M. Jinete, F. Fajardo and D. Peláez. "LUKE IV, a Recycler Robot", Proceedings of the II IEEE Latin American Robotics Symposium, Sao Luis, Brazil, September 2005.
- [3] Ollero Aníbal, "ROBOTICA, Manipuladores y robots móviles". Ed. Alfa Omega
- [4] Newton C. Braga, "Mechatronics SourceBook", Thomson Delmar Learning, Canada, 2003.
- [5] Fu K.S., Gonzalez R.C., Lee C.S.G. - Robotics- Control, Sensing, Vision, and Intelligence. McGraw-Hill 1987
- [6] Ramón Payas Areny, "Sensores Y Acondicionadores De Señal", Alfaomega Marcombo, México, D.F, 2001.
- [7] Craig John, "ROBOTICA", Ed. Prentice Hall. Tercera Edición
- [8] Juan M. Calderón Chávez, Alexa V. Obando Andrade, Diego F. Jaimes Prieto Sistema de Navegación Autónomo para Vehículos de Exploración
- [9] A. Miranda, Neto, and L. Rittner, "A simple and efficient Road Detection Algorithm for Real Time Autonomous Navigation based on Monocular Vision", Proc. III IEEE Latin American Robotics Symposium, Chile, October 2006, pp. 92-99.
- [10] GONZALEZ, Rafael and WOODS Richard E. Digital Frame Processing. 2 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [11] SONKA, Milán, HLAVAC V. and BOYLE R. Frame Processing, Analysis, and Machine Vision. 2 ed. Brooks/Cole Publishing Company, 1998.