

USTABOT_102

E. R Rojas, L.M Pico, A.K Pérez, J. M. Calderón
ruzzosky@hotmail.com, nenamarcela@hotmail.com andreahernandez@hotmail.com,
juan_mch@yahoo.com

Resumen— Este artículo presenta una descripción detallada de la implementación y diseño de un sistema robótico que cumple con las necesidades planteadas en la Categoría Open del IX Concurso Latinoamericano de Robótica, organizado por “Latinoamerican Robotics and Automation Society” de IEEE. El objetivo de la prueba es llevar una serie de paquetes desde una zona de fabricantes hacia una de vendedores. Para realizar el proceso de carga se implementó una plataforma que cuenta con un manipulador cilíndrico y para la navegación posee un sistema de tracción síncrona, construyendo el robot con son una solida plataforma de control de actuadores y sensores.

I. INTRODUCCIÓN

EN el marco del IX Concurso Latinoamericano de Robótica (LARC), organizado por “Latinoamerican Robotics and Automation Society” de IEEE, para la categoría OPEN se ha propuesto el diseño y construcción de un robot autónomo que pueda manipular, transportar y clasificar productos, todo esto con el fin de incentivar en los estudiantes la construcción de prototipos que ayuden a incrementar la eficiencia y velocidad de procesos específicos en la sociedad.

En esta ocasión se han planteado los centros de distribución de productos como el escenario en el cual se busca la realización de procesos óptimos, que incluyan la manipulación de la mercancía, el transporte desde la zona de fabricación y la posterior clasificación de los mismos para ser distribuida en diferentes puntos de venta.

Logrando de esta manera que los procesos en los centros de distribución sean automáticos garantizando disminución en los tiempos de ejecución y alta precisión en el desarrollo de las diferentes tareas realizadas en estos. Lo que permite evidenciar ventajas competitivas para las empresas que deben realizar procesos de manufactura y distribución.

Por esta razón se diseñará un robot que facilitará la tarea de transporte y clasificación para la posterior distribución, minimizando los posibles accidentes, lo cual se logrará con un prototipo que trasladará cada producto, que en este caso se trata de bloques de madera de cinco posibles colores, desde la zona de fabricantes, ubicando un producto de cada color en un sector de la zona de vendedores hasta formar un conjunto de los cinco posibles productos por cada sector.

Considerando estos eventos como actividades de gran importancia para el desarrollo de habilidades que permitan a los estudiantes en un futuro encontrar soluciones óptimas y eficientes a diversos desafíos del campo laboral y propiamente en este concurso plantear soluciones que en un futuro se podrían adoptar.

En este artículo se describe la posible solución del problema, partiendo desde una descripción de todo lo que conlleva el concurso, pasando por el diseño de la parte mecánica del robot además del sistema de inteligencia y visión. Se presenta también los resultados obtenidos en las pruebas y del mismo modo, algunos problemas que un futuro se solucionarán.

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 a realizar en la versión del LARC (Latin American Robotics Competition) 2010 en la categoría Open consiste en un escenario de un centro de distribución con una serie de productos que deben ser transportados a los sectores de la zona de vendedores desde la zona de fabricantes, pasando por la zona intermedia. Cada producto se identifica con un color específico de manera que en cada sector se pueda completar un conjunto con un bloque de cada producto. El concurso se define por el mayor puntaje y en caso de empate se recurre al menor tiempo en realizar la prueba [2].

El robot debe caber dentro de un de un cubo 30cm de lado. Además, su construcción es de manera libre y no hay limitaciones en su diseño.

A continuación se describe brevemente las condiciones mas importantes del concurso:

A. Escenario

El escenario se divide en varias zonas:

-Zona de fabricantes: dividida en cinco sectores, cada uno con un producto específico.

-Zona de vendedores: dividida en doce sectores dentro de los cuales se ubicaran cinco productos, uno de cada color.

-Zona intermedia o pasillo central: se encuentra entre la zona de fabricantes y vendedores, en la que se encuentran

cuatro cruces que son los puntos posibles desde los cuales se puede iniciar el robot.

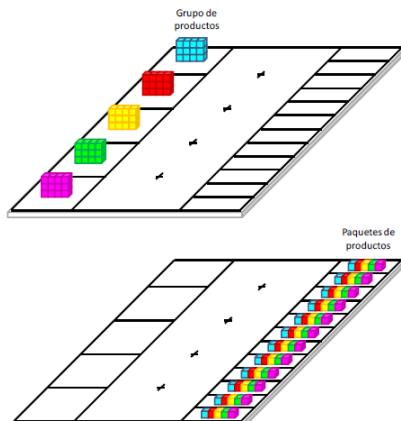


Fig. 1. Imagen del escenario

Tomado de: http://www.larc10.fei.edu.br/LARC2010_bases_libre_v10.pdf

IV. SOLUCIÓN PROPUESTA

A. Arquitectura del Sistema

La arquitectura del sistema tiene una unidad de control principal, que recibe la información de los sensores periféricos y el sistema de visión para tomar decisiones de movimiento sobre los actuadores del robot para realizar funciones de desplazamiento, alineación y recolección de los cubos.

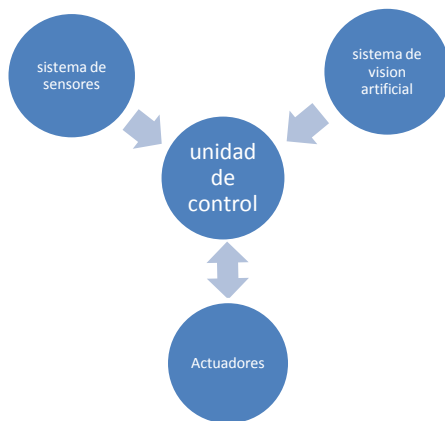


Fig. 2. Arquitectura del sistema

B. Sistema de Tracción

El robot posee un sistema de tracción síncrona de cuatro ruedas. Cada rueda es controlada por dos motores, uno le da dirección del movimiento configurado como servomotor, el otro permite el desplazamiento del robot mediante un motor que se mueve de manera continua y

también permite el cambio de dirección del movimiento en sentido opuesto. La combinación de las cuatro ruedas síncronas da posibilidad de hacer cambios de dirección con gran facilidad además tiene la ventaja de girar sobre sí mismo 360°. La figura 3 muestra la tracción síncrona implementada en una rueda.



Fig. 3. Tracción síncrona, modelo en Solid Edge

La base del robot se construyó en una estructura metálica en forma rectangular para darle rigidez al robot, donde las ruedas se ubican en las esquinas de la estructura para facilitar de movilidad de movimientos laterales o rotacionales.

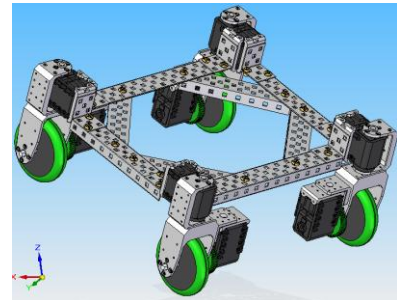


Fig. 4. Base del robot con tracción síncrona, modelo en Solid Edge

C. Brazo

El brazo es de tipo cilíndrico soportado por una base rotatoria que le permite girar 360 sobre su eje. Sobre este eje se le acopla un servomotor que controla el ángulo de giro según la posición deseada. Además el brazo es colocado sobre una chumacera para soportar el peso del brazo que a su vez permite un suave movimiento rotacional.

El brazo tiene una cremallera sobre el eje horizontal que permite extender el brazo a cierta distancia de su centro, facilitando la manipulación de elementos, además de agiliza las tareas de transporte porque no es necesario el desplazamiento del sistema de tracción para transportar elementos a corta distancia.

En el extremo del brazo se encuentra otro sistema de cremallera en posición vertical para situar el gripper a una altura deseada ya sea para recoger o desplazar la carga. Cada sistema de cremallera se controla por medio de motores en modo continuo, hasta que alcance la distancia requerida. En la parte final de esta cremallera se ubica un

último actuador que ayuda al gripper a alinearse con los cubos según el ángulo de rotación del brazo.

D. Gripper

Este es parte fundamental del diseño del robot porque se encarga de la labor de transporte entre las diferentes zonas del escenario ya que se encarga de sostener los cubos al momento de ser manipulados. Consta de una pinza que por medio de un actuador agarra los elementos para que de esa manera puedan ser transportados al lugar deseado.

V. SISTEMA ELECTRÓNICO

A. Sistema Electrónico (unidad de procesamiento)

El sistema electrónico está conformado principalmente por una unidad de procesamiento que posee un microprocesador ATMEGA 128 el cual actúa como procesador central, además cuenta con una serie de módulos periféricos para controlar y leer los diferentes sensores y actuadores montados en el robot.



Fig. 5. (a) Vista frontal del CM-5, (b) Vista Dorsal CM-5

VI. SISTEMA DE VISIÓN

El sistema de visión propuesto para el cumplimiento de la tarea de reconocimiento de los cubos de madera, se realiza por medio de un sensor de visión CMUCAM3 [10], este dispositivo adquiere las imágenes por medio de un sensor de visión, las procesa en un microcontrolador ARM7TDM y envía la información resultante por medio de un puerto USART que posteriormente será recibido por la unidad de procesamiento.

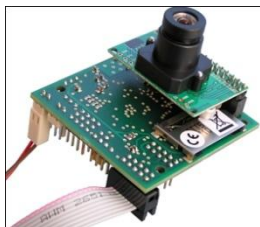


Fig. 6. Sistema de Visión

Tomado de: <http://www.sigmaelectronica.net/cmucam3-p-1161.html>



Fig. 7. Arquitectura del sistema Visión

VII. SISTEMA DE INTELIGENCIA

Colocado el robot en cualquiera de los puntos de inicio, se desplazara hasta el límite de la plataforma superior como se muestra en el dibujo.

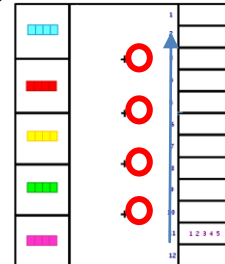


Fig. 8. Posibles puntos de partida

El control desplazamiento y la orientación del prototipo se harán en el modulo de control CM-2 en conjunto con la tarjeta de periféricos que contiene el encoder y la brújula. Una vez esté llegando al límite superior de la plataforma por medio del sensor de infrarrojo se detiene y se dirige a la zona de los cubos.

Cuando encuentre la zona de carga, el controlador CM-2 se encuentran programadas rutas predeterminadas que seguirá el manipulador cilíndrico de acuerdo al color de los contenedores que localice, estas rutas son calculadas mediante un algoritmo de cinemática inversa. En este momento por medio de esta cinemática el manipulador engancha un cubo, identifica el color por medio de la CMUcam, y lo lleva a la zona de distribución.

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 se sigue la siguiente secuencia 1,2,3,4.

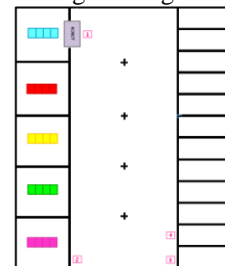


Fig. 9. Ruta del Primer cubo

- 2) Ruta Segundo Paquete: para la ubicación del cubo del segundo paquete se sigue la siguiente secuencia 1,2,3,4.

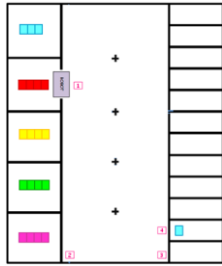


Fig. 10. Ruta del segundo cubo

- 3) Ruta Tercer paquete: para la ubicación del cubo del tercer paquete se sigue la siguiente secuencia 1,2,3,4.

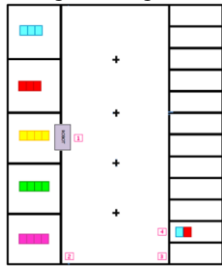


Fig. 11. Ruta del tercer cubo

- 4) Ruta Cuarto Paquete: para la ubicación del cubo del cuarto paquete se sigue la siguiente secuencia 1,2,3,4.



Fig. 12. Ruta del cuarto cubo

- 5) Ruta Quinto paquete: para la ubicación del cubo del quinto paquete se sigue la siguiente secuencia 1,2,3,4.

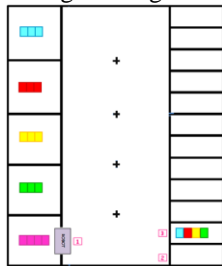


Fig. 13. Ruta del Quinto cubo

Las posiciones de los cubos tendrán un orden específico en la zona de distribución. En cualquier lugar donde se coloque en la zona de vendedores debe ser como se muestra en la figura [14].



Fig. 14. Paquete

VIII. CONCLUSIONES

Se concluye que para un centro de distribución basado en la identificación de colores el diseño de un manipulador Cilíndrico ofrece la posibilidad de rapidez y precisión en la alineación, tanto en la carga como en la entrega del producto a los vendedores, además el alcance del brazo permite tener una gran distancia logrando hacer la prueba con mayor facilidad a pesar de recoger un contenedor a la vez.

La tracción síncrona le da movilidad al robot por ende el transporte del producto es óptimo y rápido, no siendo un problema la navegación del robot por la pista.

La combinación de un brazo cilíndrico mas una tracción síncrona permite un diseño de un robot eficaz tanto en la correcta organización y clasificación de los contenedores como en la navegación por la pista.

Las mejoras en el diseño se deben a las limitaciones a la hora de la carga de los contenedores en donde la se lograría aumentar la eficiencia al recoger mayor cantidad de contenedores a la vez.

REFERENCIAS

- [1] 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.
- [2] Centro Universitario da FEI São Bernardo do Campo - SP- Brazil , IEEE Latin American Robotics Council, .Rules for Open Category 2010.,
- [3] Ollero Anibal, "ROBOTICA, Manipuladores y robots móviles". Ed. Alfa Omega
- [4] Fu K.S.,Gonzalez R.C.,Lee C.S.G. - Robotics- Control, Sensing, Vision, and Intelligence. McGraw-Hill 1987
- [5] Juan M. Calderón ChávezY, Alexa V. Obando Andrade, Diego F. Jaimes Prieto Sistema de Navegación Autónomo para Vehículos de Exploración
- [6] J. Calderón, A. Obando, D. Jaimes, M. Jinete, F. Fajardo, D. Peláez. "Sistema de Navegación Autonomo para Robot Humanoide usando Visión Artificial". Proceedings of the 1st IEEE Colombian Workshop on Robotics and Automation, Bogotá, Colombia, Agosto 10, 2005.
- [7] William K. Pratt, Digital Image Processing: PINKS inside, Third Edition, John Wiley & Sons, 2001.
- [8] Craig John, "ROBOTICA", Ed. Prentice Hall. Tercera Edición.
- [9] Barrientos Antonio, Peñin Luís Felipe, Balaguer Carlos, Aracil Rafael. "FUNDAMENTOS DE ROBOTICA". Ed. Mc Graw Hill, Segunda Edición