

Desarrollo de robot para movilidad autónoma de estudiantes discapacitados del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

I.M. Luis Ángel Martínez Cabrera 1*, M.S.C. Adriana Pérez López 2, M.S.C. Héctor Vicenteño Rivera 3,

1Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, C.P. 73830, Teziutlán, Puebla, México.

2Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, C.P. 73830, Teziutlán, Puebla, México.

Resumen

La idea principal es desarrollar un sistema tecnológico de fusión de sensores y procesamiento paralelo aplicado a la navegación y movilidad autónoma de robots móviles, el cual pueda adaptarse a un "aparato ortopédico" que ayude a personas con capacidades diferentes en su movilidad. Para lograr este objetivo se desarrollará un prototipo que conlleve múltiples sistemas de control, que permitan la conjetura de movilidad estable y segura, por ello se optó por implementar un middleware el cual es un software de manipulación robótica de distribución libre, que permitirá el proceso de navegación, así mismo se optó por hacer uso de una tarjeta raspberry pi 3B+, el cual tiene la capacidad de procesar la información que se necesita. El uso de sensores es primordial para que un dispositivo robótico tenga noción de su entorno, al igual que los sentidos básicos del ser humano, por ello sin estos dispositivos no se podría hacer una navegación óptima ni mucho menos segura. El prototipo se inició con una tarjeta de control raspberry pi 3, dos actuadores, motorreductores con encoder de efecto hall incremental, una tarjeta Arduino, y un puente H, así como una batería de alto rendimiento tipo LIPO y un sensor tipo laser ylidar, para mapeo de entornos en interiores, se optaron estos elementos por ser óptimos y eficientes para lo que se pretende obtener, una movilidad y navegación en ambientes hostiles.

Palabras clave: Robótica, Control, Autónomo, Navegación, procesamiento.

Abstract

The main idea is to develop a technological system of fusion of sensors and parallel processing applied to the navigation and autonomous mobility of mobile robots, which can have an "orthopedic device" that helps people with different abilities in their mobility. To achieve this objective, a prototype will be developed that will involve multiple control systems, which can affect the conjecture of stable and safe mobility, so it is decided to implement a middleware which is a free distribution robotic manipulation software, which affects the process navigation, also chose to make use of a raspberry pi 3B + card, which has the ability to process the information needed. The use of sensors is essential for a robotic device to have a sense of its surroundings, as well as the basic senses of the human being, so these devices cannot make optimal navigation, much less secure. The prototype was converted with a raspberry pi 3 control card, two actuators, gearmotors with an incremental hall-effect encoder, an Arduino card, and an H-bridge, as well as a high-performance LIPO-type battery and a laser-like sensor, for mapping of indoor environments, these elements were chosen to be optimal and efficient for what is intended, mobility and navigation in hostile environments. As the first instance in the process and development of the project was the design, specifically a rectangular prototype was developed in a CAD software, but thanks to the advisors Dr. Antonio Marín Hernández, Dr. Arturo Getsemaní Roa Borbolla and the Mtra. Adriana Pérez López had to modify the design of the prototype, adopting the motion kinematics of a differential robot.

Keywords: Learning, Automatic, trees, decision, skills, basic, thinking

1. Introducción

Las últimas estadísticas presentadas por INEGI indican que en México existen alrededor de 4,527,784 personas con algún grado de discapacidad, del cual casi 2,437,397 personas presentan problemas para caminar o moverse, y 1,292,201 personas presentan problemas para ver. Estos padecimientos se encuentran presentes en edades de entre 60 y 84 años, en primera instancia, y de 30 a 59 años en segunda instancia, y con un tercer porcentaje de entre 15 y 29 años, en cualquiera de los datos presentados, la primera causa de discapacidad es por enfermedad, seguido de edad avanzada, y en tercera instancia padecimiento desde nacimiento.

Según estudios de la OMS (Organización Mundial de la Salud), en Latinoamérica solamente un porcentaje del 2% de personas con discapacidad puede acceder a algún tipo de beneficio o proceso de rehabilitación. En México, se estima que 33 de cada 100 personas no acceden a programas de rehabilitación, lo que ha motivado al estado, la creación de fundaciones dedicadas a la inclusión de personas con capacidades diferentes.

La tecnología da pasos agigantados día tras día y se ha convertido en una herramienta esencial en la vida del ser humano, su avance está ligado a la industria, la informática, robótica, medicina, y en general, a todos los aspectos que buscan una mejora en la sociedad. Los impedimentos y barreras se acortan facilitando nuevos estudios y creación de dispositivos nuevos y cada vez más avanzados. La tecnología y el hombre están estrechamente relacionados, ya que la mismas son creadas por el hombre y para el hombre; con el único objetivo de transformar el mundo y facilitar las necesidades de la sociedad.

Por ello, es indispensable comenzar con una definición de lo que es la tecnología: se la puede definir "como la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas prácticos y la obtención de metas humanas". En la actualidad el desarrollo científico se ha centrado en combatir e intentar erradicar problemas de índole social, y ayudar a personas con discapacidad a formar parte de este nuevo mundo tecnológico. Cabe recalcar que se han logrado grandes avances en este campo, como el desarrollo de aplicaciones de inclusión,

falta aún profundizar en estudios para poder conseguir en estas personas una vida conforme a sus necesidades.

Los múltiples avances tecnológicos que se han desarrollado en la última década en el sector de la salud, específicamente en la asistencia personal y médica que han cambiado profundamente, y sin duda es una de las aplicaciones de la tecnología que más avance y beneficios ha dado a la sociedad a pesar de su corto tiempo de implementación.

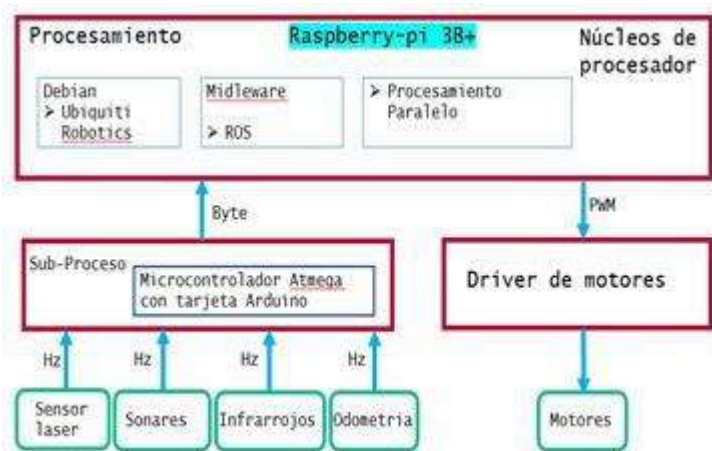
El proyecto que se presenta aborda la tarea de la integración de ROS (Robot Operating System) con las plataformas de propósito general Arduino Mega ADK y Raspberry Pi.

ROS se constituye como un middleware, ya que se trata de un software que asiste a las aplicaciones en concreto diseñadas en este proyecto, así como a cualquier aplicación de propósito general diseñada sobre él, para interactuar o comunicarse entre sí y el hardware utilizado. Funciona como una capa de abstracción de software distribuida situada entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores. El middleware obtiene a través de los sensores la forma, el entorno, la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API para la fácil programación y manejo de las aplicaciones distribuidas, punto clave para la consecución de este proyecto.

La existencia de plataformas de propósito general, como son Arduino y Raspberry Pi, las cuales se caracterizan por un bajo coste, dimensiones reducidas y alto rendimiento, permiten a la amplia comunidad de desarrolladores de todo el mundo elevar la programación y control de robots a un primer nivel gracias a las facilidades que se les ofrece. Gracias a esto y a la existencia de sistemas operativos dedicados, los cuales ofrecen incontables herramientas de programación y desarrollo, estas plataformas y sistemas se están convirtiendo en una de las opciones más valoradas.

El objetivo principal que se pretende conseguir con la integración es la programación y control de un robot móvil a través del diseño de aplicaciones que doten a dicho sistema de diferentes características y funcionalidades.

2. Metodología



Se realizó el diseño del robot en el software CAD SolidWorks. Inicialmente se implementó un modelo de forma rectangular; encontrando desventajas en un diseño como el que se muestra a continuación.

3. Desarrollo del sistema

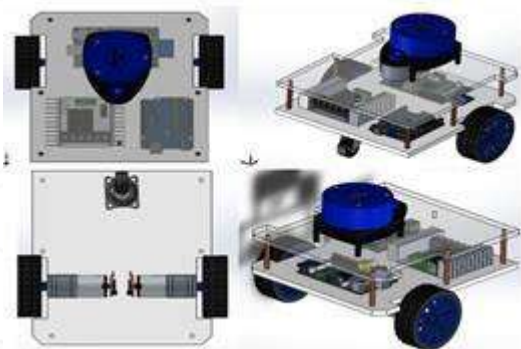


Ilustración 2 Primer prototipo a construir

La forma rectangular no es factible por los vectores en los sistemas de rotación tales como se muestran en la siguiente imagen.

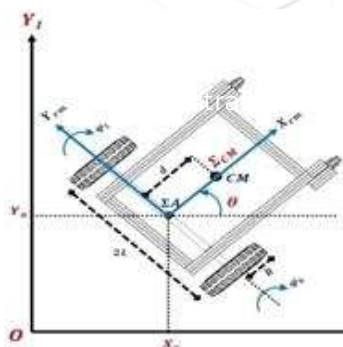


Ilustración 3
Cinemática de un
robot diferencial
rectangular

Como se puede observar en la imagen anterior la forma rectangular tiene diferentes complicaciones al ejecutar el diseño de un robot móvil diferencial.

- La anchura del robot no es el límite en los cálculos de navegación, hay que tomar en cuenta el vector Y_{rm} , positivo y negativo y trazar una circunferencia para conocer los límites correspondientes.
- La longitud del robot X_{rm} , de igual forma se debe trazar su circunferencia para saber los límites de posición, considerando que toman un nuevo plano independiente de Y_{rm} .

Por ello se realizó el diseño de un segundo prototipo considerando lo expuesto anteriormente.

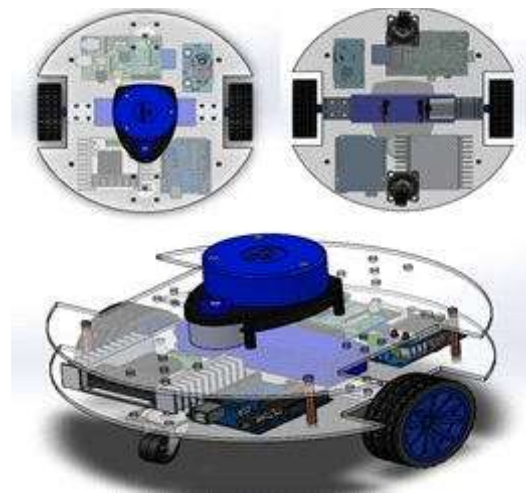


Ilustración 4 Segundo prototipo a construir

La movilidad que puede llegar a tener un robot diferencial circular es más eficiente y simple al momento de efectuar los cálculos cinemáticos, además, solo se toma como referencia un solo plano, no tres como el rectangular, teniendo una libertad como se muestra a continuación.

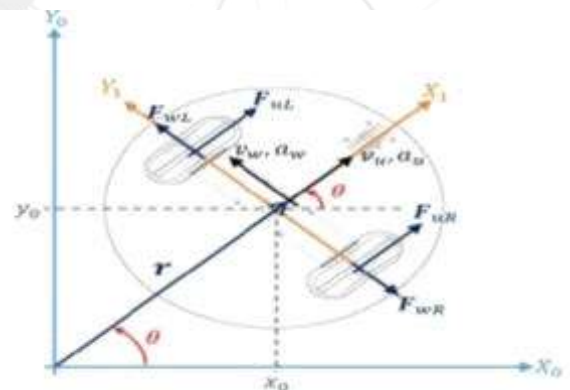


Ilustración 5 Segundo prototipo a construir.

En el siguiente diagrama de cuerpo libre del robot móvil, de direccionamiento diferencial. FuR y FuL son muestra las fuerzas longitudinales, FwR y FwL las cuales son fuerzas laterales del robot, Vu y Vw son las velocidades, au y aw son las aceleraciones del centro de masa del robot, respectivamente.

El modelado cinemático es el estudio de movimiento de sistemas mecánicos sin considerar las fuerzas que afectan dicho movimiento. Para el robot móvil de direccionamiento diferencial, el propósito principal del modelado cinemático es representar la velocidad del robot en función a las velocidades de las ruedas conjuntamente a los parámetros geométricos del robot.

Un robot móvil con ruedas es un dispositivo que debe moverse sobre una superficie mediante la acción de ruedas montadas en él.

- El robot móvil se mueve sobre una superficie plana horizontal, es decir la energía potencial es constante.
- Los ejes de referencia son perpendiculares al suelo.
- No existen elementos flexibles en la estructura del robot, incluyendo las ruedas.
- El contacto entre cada rueda y el suelo se reduce a un solo punto.

El sistema de coordenadas $\sum 0(X0, Y0, Z0)$, $\sum 1(X1, Y1, Z1)$ y $\sum 2(X2, Y2, Z2)$ permiten describir el desplazamiento y la orientación del robot móvil.

$2L$ es la distancia de separación entre las dos ruedas de tracción, $2R$ es el diámetro de las ruedas, $L1$ es la distancia del centro de masa al eje de rotación de las ruedas y θ es el ángulo que describe la orientación del móvil.

4. Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos hasta el momento se tiene total certeza de que la segunda propuesta tendrá poca incertidumbre al momento de realizar un recorrido en un ambiente hostil, el cual siempre será desconocido para un robot móvil autónomo. El diseño y la construcción de la silla de rodas tendrá un impacto bastante favorable ya que dará a cualquier persona con problemas de movilidad independencia y seguridad en si mismo, al no depender de terceras personas.

El modelado matemático permitió tener una mejor perspectiva y toma de decisión al momento de la construcción de robot prototipo, ya que nos proporciona una movilidad para la cinemática directa e inversa, así como el centro de masa respectivo. Las simulaciones son una herramienta muy útil para la toma de decisiones ya que nos permiten tener parámetros físicos del robot. Nos permitió conocer el comportamiento al aplicar cargas como una forma de simular variables de entrada. Conocer el tipo de robot, así como sus elementos de diseño mecánico y electrónico, genera un panorama más eficiente, potencializando su aplicación a la movilidad autónoma.

El robot prototipo presenta una gran ventaja en el costo, gran parte va dese el uso de materiales comunes en el mercado.

5. Trabajo a futuro

Se pretende que en un futuro se implemente una retroalimentación en lazo cerrado del robot, el cual se establezca un modelo dinámico completo, incluyendo un sistema de asistencia ya sea por voz o por aplicación móvil, así como un modelado tridimensional para la aplicación de algoritmos y seguimiento de trayectorias, el cual en un futuro permitirá un sistema de navegación más robusto ampliando el panorama de control autónomo.

6. Conclusiones

La finalidad de este trabajo es desarrollar un robot que de movilidad autónoma que realice la tarea de transportar personas en un ambiente semiestructurado hostil, dicho robot debe superar las desventajas que presentan los robots autónomos y es la navegación. Este trabajo aportara una forma más para la navegación de robots estableciendo una solución

7. Referencias Bibliográficas

- Arturo Getsemani Roa-Borbolla, A. M.-H.-B.-R.-F. (2018). Realistic and Automatic Map Generator for Mobile Robots. IEEE.
- Copyright 2017, P. S. (s.f.). Phyton . Obtenido de <http://docs.python.org.ar/tutorial/3/real-index.html>
- cPanel, I. (2018). Sistemas Master Magazine. Obtenido de <https://sistemas.com/proceso-paralelo.php>
- Daniel Eduardo Hernández Sánchez, J. R. (2017). Diseño, construcción y modelo dinámico de un robot móvil de tracción diferencial aplicado al seguimiento de trayectorias. MEMORIAS DEL XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM, 7.
- Dr. Roberto Hernández Sampieri, D. C. (2014). Metodología de la Investigación . Edificio Punta Santa Fe Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A Delegación Álvaro Obregón C.P. 01376, México D.F.: McGrawHill.
- Felipe W. Trevizan, M. M. (2012). Trajectory-Based Short-Sighted Probabilistic Planning. Carnegie Mellon University - Pittsburgh, PA, 9.
- INEGI. (2018). INEGI. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/>
- Irving Herrera-Luna, H. V.-F.-H. (2019). Sensor Fusion Used in Applications for Hand Rehabilitation: A Systematic Review. IEEE, 11.
- James L. Antonakos, K. C. (s.f.). Programación Estructurada en C. Prentice Hall .
- JHONNY A. VALENCIA V. ALEJANDRO MONTOYA O. LUIS HERNANDO RIOS, M. S. (2009). MODELO CINEMÁTICO DE UN ROBOT MÓVIL TIPO DIFERENCIAL Y NAVEGACIÓN A PARTIR DE LA ESTIMACIÓN ODOMÉTRICA. Scientia et Technica Año XV, 6.
- Leonardo Enrique Solaque Guzmán, M. A. (2014). SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIAS CON UN ROBOT MÓVIL DE CONFIGURACIÓN DIFERENCIAL. Ing. USBMed, Vol. 5, No.1, 9.
- M. Kryuchkov Castro-Antonio, G. C.-A.-L.-H.-F.-R. (2019). An Approach based on a Robotics Operation System for the Implementation of Integrated Intelligent House Services System. IEEE.
- Murillo, J. A. (s.f.). Matemáticas para la computación . Alfaomega .
- N S Widodo, S. A. (2018). Robot Operating System (ROS) Compatible Low Cost Rotating Light Detection and Ranging (Lidar) Design. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 6.
- Pérez Arreguín Jorge Israel, T. A. (2011). Robot Móvil de Tracción Diferencial con Plataforma de Control Modular para Investigación y Desarrollo Ágil de Proyectos. 10º Congreso Nacional de Mecatrónica, 6.
- Philip Cooksey, M. V. (2018). Effective Team Coordination through Intra-Robot Replanning to Restore Team Plan Rationale. Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 6.
- Ruiz, H. M. (2012). Metodología de la investigación . México DF: CENGAGE Learning.
- SALUD, 7. A. (2017). Informe sobre los resultados de la OMS. Obtenido de presupuesto por programas 2016-2017 : https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA71/A71_28-sp.pdf
- Sergio Hernandez-Mendez, C. M.-M.-H.-F. (2017). Detecting falling people by autonomous service robots: A ROS module integration approach. IEEE, 2.
- Tiago Pereira, A. M. (2017). Optimal Perception Planning with Informed Heuristics Constructed from Visibility Maps. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 24.
- Tiago Pereira, N. L. (2018). Heterogeneous multi-agent planning using actuation maps. IEEE, 3.
- Tiago Pereira, N. L. (2018). Heterogeneous Multi-Agent Planning Using Actuation Maps. INESC TEC, 6.