

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA SILLAS DE RUEDAS QUE AYUDEN A LA MOVILIDAD AUTÓNOMA DE ESTUDIANTES CON CAPACIDADES DIFERENTES

L.A. Martínez Cabrera¹

A. Pérez López²

A. G. Roa Borbolla³

A. Marín Hernández⁴

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es implementar un sistema de control para fusión de sensores aplicado a la navegación y movilidad autónoma de una plataforma que transporte una silla de ruedas y ayude a estudiantes con capacidades diferentes o personas con algún tipo de dificultad a moverse dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (ITST).

Se optó por implementar un software llamado ROS (Robot Operating System), el cual es un Middleware, que funciona como un catálogo de Framework's, para el desarrollo de software en robots, siendo una aplicación de tipo Open Source.

El sistema se basa a partir de un robot diferencial, haciendo uso de una tarjeta raspberry pi 3b+ para la ejecución de la plataforma ROS, un microcontrolador Arduino, dos actuadores motorreductores, puente H, baterías tipo LIPO y para la navegación y odometría se hace uso de sensores magnéticos de efecto hall, sensores ultrasónicos, sensores infrarrojos de proximidad y un sensor laser RPLIDAR, para efectuar un mapeo del entorno, así como una cámara RGB para reconocimiento de patrones. El proyecto tiene un avance del 70%, el cual hasta el momento se tiene una navegación libre en interiores de los edificios del ITST (Roa, A., Marín, Hernández, Anaya y Roa, K., 2018).

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

Una de las inquietudes presentes en la sociedad y en las instituciones de los diferentes niveles educativos, es la movilidad de los estudiantes con capacidades diferentes, es un reto para este sector estudiantil con alto grado de vulnerabilidad, el poder llegar de un punto a otro, considerando el grado o nivel de movilidad que pueda tener. Esto ocasiona que la movilidad se complique a tal grado, que puede ocasionar que la persona que padece dicha limitación tenga problemas de integración en la sociedad y aún más en un sector productivo.

Por tal motivo, el desarrollo de esta plataforma para la silla de ruedas aportará un gran beneficio en un principio a los estudiantes del ITST, posteriormente, a otras instituciones y a la sociedad en general, tomando en cuenta que no solo será el beneficio de tener movilidad sino incrementar la independencia, seguridad y una mayor inclusión en la sociedad.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán cuenta con una población de nueve alumnos de los cuales, cuatro cuentan con un grado de discapacidad y dos tienen problemas de movilidad, esto genera una problemática latente en los estudiantes el poder trasladarse dentro de las instalaciones del ITST, ocasionando que dicho grupo de estudiantes con este padecimiento tenga un alto grado de dependencia en sus padres, compañeros de clase y docentes.

¹ Profesor asignatura tipo B. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. luisangel.martinez@live.itsteziutlan.edu.mx

² Profesor(a) tiempo completo C. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. Adriana.perez@live.itsteziutlan.edu.mx

³ Profesor de Asignatura B. Universidad Veracruzana campus Orizaba. arroa@uv.mx

⁴ Docente de carrera Titular C. Centro de Investigación en Inteligencia Artificial Xalapa. anmarin@uv.mx

El objetivo general es desarrollar una plataforma para una silla de ruedas, con un sistema de fusión de sensores y procesamiento paralelo, aplicado a la movilidad autónoma de estudiantes con dificultades de movilidad en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Hipótesis

Desarrollar una plataforma que traslade una silla de ruedas, que pueda mejorar la movilidad y autonomía en interiores y exteriores de forma autónoma, evitando colisiones de hasta 5cm, en la precisión según la posición calculada.

Justificación

La movilidad autónoma de personas con capacidades diferentes siempre ha sido un tema de gran interés en la sociedad, por ello, asociaciones civiles, fundaciones, centros de investigación, empresarios y los diferentes niveles de gobierno, priorizan el bienestar de este sector de la sociedad la cual presenta un alto porcentaje de vulnerabilidad (Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación [CONAPRED], 2018).

La finalidad es desarrollar una plataforma para el traslado de una silla de ruedas, el cual tenga autonomía en trasladarse de un punto a otro e interactuar en entornos hostiles como rampas, pasillos, obstáculos, escaleras etc. El prototipo es capaz de adquirir todo tipo de información a través de su sistema sensorial y desarrollar un mapa y una ruta para establecer un punto de llegada. Este sistema de navegación puede ser aplicado y adaptado a otros aparatos ortopédicos destinados a la movilidad de personas con estas limitaciones (Herrera, I., Rechy, E., Ríos, H. y Marín, A., 2019).

Alcances

El objetivo de este trabajo de investigación es implementar un sistema de control para la navegación autónoma de personas con dificultades en movimiento; dicho sistema se implementará en una plataforma para una silla de ruedas, el cual contará con una autonomía dentro de las instalaciones de Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, el prototipo contará con un sistema de control, con odometría, actuadores, sensores y tarjetas de control con la implementación de algoritmos desarrollados en ROS.

Como una primera fase, el prototipo se implementará en una plataforma para una silla de ruedas y se aplicará en una zona de las instalaciones del ITST, edificio de talleres y laboratorios. Como segunda fase se ampliará la zona de navegación a otras instituciones cercanas que tengan en su matrícula estudiantes con estas limitaciones.

Metodología

La metodología implementada está basada en trabajos de investigación, Realistic and Automatic Map Generator for Mobile Robots (Roa, A., Marín, Hernández, Anaya y Roa, K., 2018) y el trabajo, Robot Móvil de Tracción Diferencial con Plataforma de Control Modular para Investigación y Desarrollo Ágil de Proyectos (Pérez et al., 2011), entre otros que están involucrados en el desarrollo del proyecto, en el siguiente apartado se detalla cómo se realiza la implementación del sistema para la navegación autónoma.

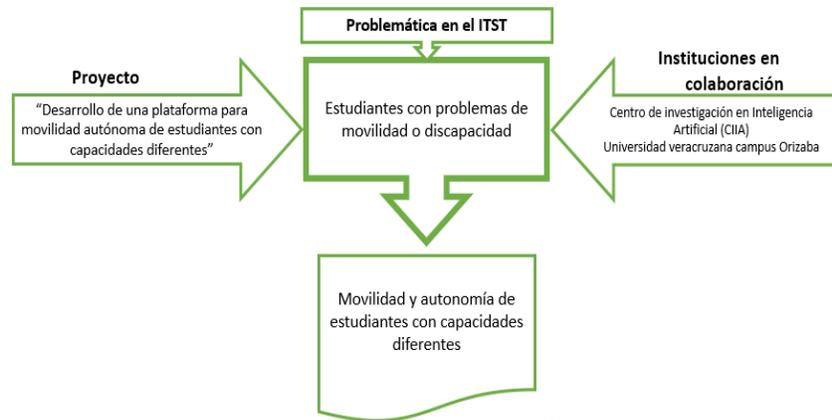


Figura 1. Metodología para el desarrollo del proyecto. Elaboración propia

En la Figura 1, se establece la metodología que se tiene para el desarrollo del proyecto, ya que, en los once años que se tiene como trabajador en el ITST, siempre se ha observado una población estudiantil con la problemática antes mencionada, por ello en una de las líneas de investigación de este instituto, “Automatización Industrial” adscrita a la división de ingeniería Mecatrónica, se estableció el desarrollo de dicho proyecto, en colaboración con el CIA de U. Veracruzana de la ciudad de Xalapa y de la U. Veracruzana campus Orizaba, quienes han aportado asesoramiento con una estadía realizada en los meses de octubre y noviembre del 2019, logrando desarrollar el algoritmo en ROS para el sistema de navegación autónoma de la plataforma, tal como se ilustra en la Figura 2.

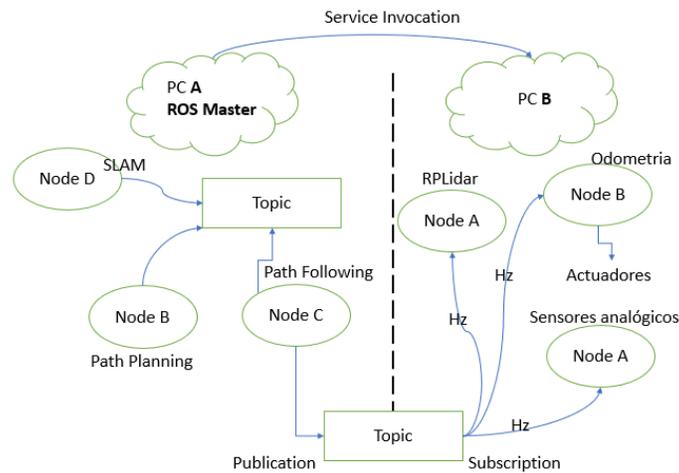


Figura 2. Grafo de sistema de control. Elaboración propia

Los robots que son controlados por ROS, funcionan como un Grafo, el cual facilita el desarrollo de las aplicaciones implementadas. Como se observa en la imagen de la Figura 2, el nodo A, se encarga de recolectar las distancias que los sensores analógicos y digitales, enviándolos a la PCA, el nodo B cuenta con un PID para el posicionamiento de los motores, los cuales cuentan con encoder de efecto hall para estabilizar el sistema de control, el sensor RPLidar envía sus coordenadas al nodo A, por medio del protocolo de comunicación serial

efectuando la transferencia de información a la pc A, en el cual se efectúa la localización y mapeo simultáneos (SLAM), la planificación de ruta y el cálculo de trayectorias o camino a seguir.

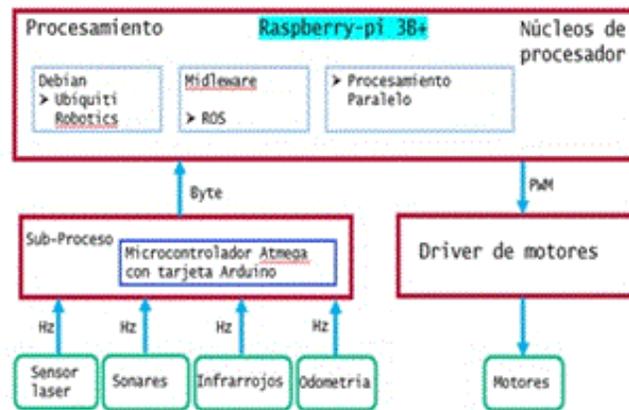


Figura 3. Diagrama para el sistema de control autónomo. Elaboración propia

El sistema de control tiende a inclinarse y tener mayor confianza en la señal del sensor con mayor fidelidad de señal, por ello, el sistema presenta menor incertidumbre en la estabilización de los sistemas de control, tal como se muestra en la Figura 4.

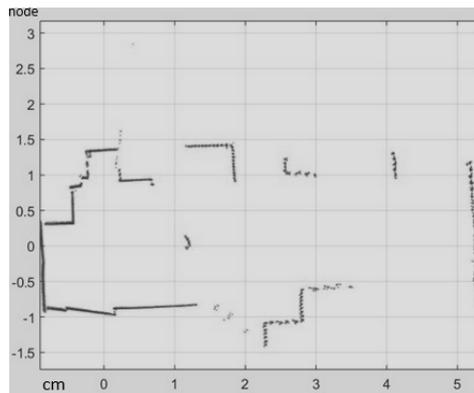


Figura 4. Mapa, puntos de muestreo

La frecuencia de cada sensor establece los parámetros para realizar el procesamiento de la señal, por ello, antes de que sea procesada la información en la tarjeta Raspberry pi, debe ser acondicionada por un microcontrolador Arduino, quien realiza el trabajo de procesar los tiempos de cada sensor y decidir qué señal se dejara procesar en el siguiente nivel.

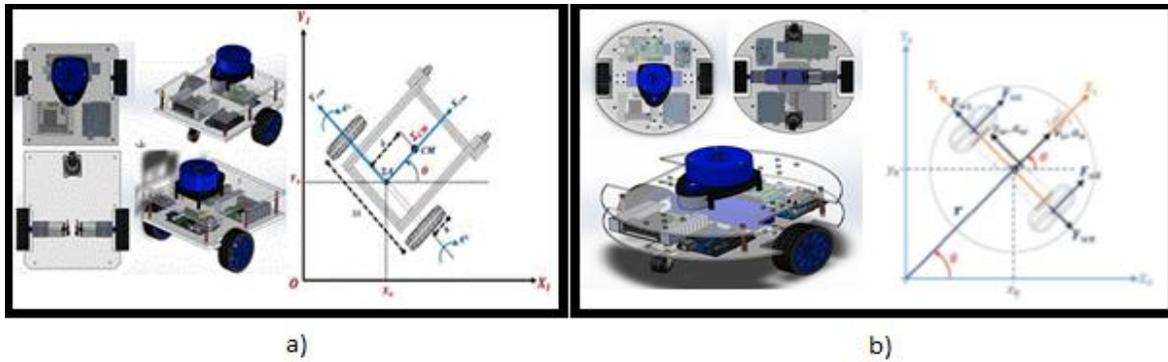


Figura 5. Diseño de robot de pruebas, a) Estructura rectangular, b) Estructura circular

El diseño del prototipo de pruebas se realizó en forma circular para así poder modelar en ROS y en SLAM, ya que, las formas cuadradas como el de la Figura 5a. Establecen múltiples planos y vectores de referencia que hacen más complicada la trayectoria del robot, ya que en SLAM, simular o establecer 4 puntos de referencia, complica el proceso para fijar la trayectoria, a diferencia de solo colocar un punto como en la Figura 4, con un diámetro (Pérez et al., 2011).

Muestra

Dentro de las instalaciones específicamente en el edificio multifuncional de talleres y laboratorios del ITST, se realizaron las primeras pruebas de mapeo, inicialmente se realizó con un robot que cuenta con un sistema de navegación con control clásico on-off, Figura 6, para la toma de decisiones en la navegación autónoma.

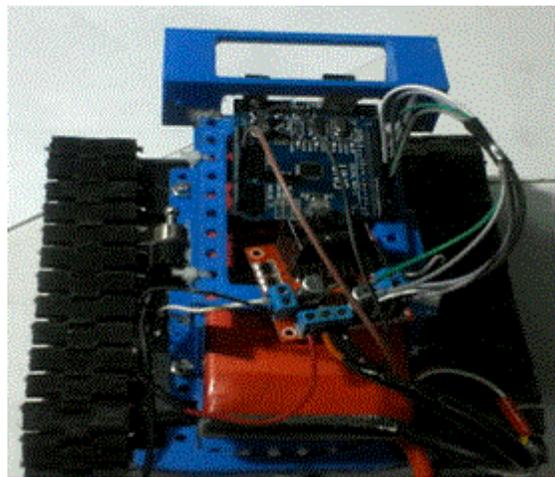


Figura 6. Robot con sistema de control on-off. Imagen propia

Posteriormente, se implementó el sistema de control con ROS y SLAM, obteniendo los siguientes resultados de mapeo.

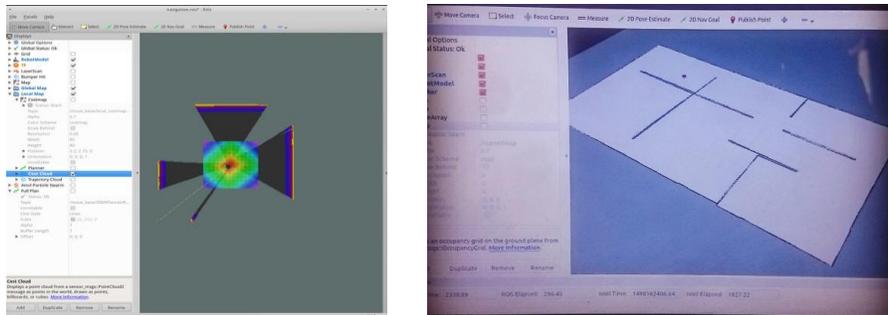


Figura 7. Simulación SLAM y ROS para la navegación autónoma

En la figura anterior se aprecia como se va estableciendo el sistema de navegación con SLAM y ROS al momento de realizar el mapeo en el edificio de talleres y laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

CONCLUSIONES

Con las pruebas efectuadas, el prototipo estableció una ruta más corta y segura, después de haber realizado un mapeo de las instalaciones de la planta baja del edificio, posteriormente, en futuras pruebas el sistema ya realizaba el trazado de las trayectorias de forma más rápida y eficiente con los datos recolectados, a diferencia del robot con sistema de control clásico on-off, que debía hacer un escaneo nuevo, y si se realizaba una modificación del ambiente en el que se encontraba el sistema iniciaba a tener colisiones con los objetos. por esta razón se llega a la conclusión que los nuevos sistemas de control de navegación con sensores laser y sistemas de mapeo se puede llegar a tener una eficiencia en las trayectorias.

El trabajo presentado es solo la etapa inicial de lo que se pretende llegar en un futuro, el tener una plataforma que traslade sillas de ruedas de forma autónoma, eficiente y segura. El uso de herramientas nuevas como ROS, son primordiales en el desarrollo de proyectos de investigación en la rama de la robótica móvil y arquitectura de sistemas.

Este proyecto ayudará a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Teziutlán a realizar trabajos de tesis para que desarrollen habilidades investigación y desarrollo tecnológico, el cual les será útil en su formación profesional y académica. Los alumnos que están trabajando en dicho proyecto, presentan mayores habilidades en áreas de programación, modelado, diseño electrónico y habilidades matemáticas.

Cabe mencionar que hay dos alumnos tesistas, los cuales realizan aportaciones a esta línea de investigación y que en un tiempo estarán obteniendo su grado profesional como ingenieros en Mecatrónica. Actualmente, hay dos estudiantes de servicio social, los cuales ya están iniciando con su trabajo y tema próximo de tesis.

El proyecto está estructurado en tres etapas, los cuales serán el desarrollo del sistema de control con un robot de pruebas, posteriormente, se implementará en un prototipo de tamaño y diseño real y, por último, se realizarán pruebas con personas que tengan dificultades de movimiento. De igual forma se ampliará el mapeo de la zona de navegación dentro de las instalaciones del ITST.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (2018). *Ficha temática Personas con discapacidad*. Recuperado de: https://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=pagina&id=565&id_opcion=705&op=705
- Herrera, I., Rechy, E., Ríos, H. & Marín, A. (2019). Sensor Fusion used in Applications for hand rehabilitation: A systematic review. *IEEE Sensors Journal*, volumen 19(10). Available from: https://www.researchgate.net/publication/330818765_Sensor_Fusion_Used_in_Applications_for_Hand_Rehabilitation_A_Systematic_Review
- Pérez, J., Tovar, S., Villaseñor, U., Gorrostieta, E., Pedraza, J., Vargas, E., Ramos, J. y Sotomayor, A. (3-4 de noviembre, 2011). *Robot Móvil de Tracción Diferencial con Plataforma de Control Modular para Investigación y Desarrollo Ágil de Proyectos*. 10° Congreso Nacional de Mecatrónica, Puerto Vallarta, Jalisco. Recuperado de: <http://www.mecamex.net/anterior/cong10/trabajos/art18.pdf>
- Roa, A., Marín, A., Hernández, U., Anaya, V. y Roa, K. (26 de noviembre, 2018). Realistic and Automatic Map Generator for Mobile Robots. International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering (ICMEAE), pp. 50-55. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8743134>