

# CONSTRUCCION DE MAPAS DE OCUPACION PARA ROBOTS DE SERVICIO

Nieto Reséndiz Johan Adrián (1), Ibarra Manzano Mario Alberto (2), Ibarra Manzano Luis Armando (1)

1 ENMS San Luis de la Paz, Colegio de Nivel Medio Superior, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato | j\_adri@live.com.mx, armandoi78@hotmail.com

2 Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato- Salamanca, Universidad de Guanajuato | ibarram@ugto.mx

## Resumen

Desde la antigüedad los seres humanos han buscado la manera de poder ubicarse en su entorno y a los objetos que interactúan con ellos en un mismo entorno, para lograr esto, recurren a la elaboración de diversos mapas dependiendo de la manera en que los quieran utilizar, y en este caso usaremos un robot llamado DaNI 2.0, el cual posee un sensor ultrasónico para medir la distancia entre cada espacio geográfico en el que se encuentra sensando todo a su paso para la elaboración de un mapa de ocupación dinámico mediante la implementación de algoritmos de navegación reactiva, utilizando una plataforma llamada LabVIEW en la cual hemos programado al robot a base de una programación por bloques visualizando el margen de error del sensor ultrasónico para determinar la vía más confiable tanto del servomotor como del sensor ultrasónico, para ser más precisos al momento del sensado.

## Abstract

Since ancient times humans have sought ways to locate in their environment and the objects that interact with them in the same environment, to achieve this, they turn to the known as of various maps depending on the way the want to use, and in this case we use a robot called DANI 2.0, which has an ultrasonic sensor to measure the distance between each geographical area in which it is taking a measure everything in its path for the development of a map of dynamic occupation by implementing algorithms navigation reactiva, using a platform know as LabVIEW in which we have programmed the robot based on a block programming displaying the margin of error of ultrasonic sensor to determine the most reliable way both the booster and the ultrasonic sensor, to be more precise at the time of I measure.

## Palabras Clave

Sensor ultrasónico; Servomotor; Navegación reactiva; LabVIEW; Confiabilidad.

## INTRODUCCIÓN

Ubicarnos en un espacio geográfico siempre ha sido de gran utilidad para todas las personas sin importar que tan grande sea dicho espacio, ya que de esta forma no solo nos ubicamos a nosotros mismos, sino que también podemos encontrar lugares u objetos, tal como lo es la base de este proyecto que se centra en el sensado de un pequeño espacio geográfico recabando la información necesaria para detectar objetos a lo largo del paso de un robot y en base a los datos recabados compilarlos en un mapa dinámico global por la fusión de mapas estáticos que va recreando a su paso mediante un algoritmo de navegación reactiva.

Analizando los datos que se registran se pueden utilizar distintas ecuaciones, ya sea para interpolar algunos datos en una gráfica, o para fusionar mapas temporales donde se hace una conversión de logaritmos o incluso ya sea para convertir un logaritmo a una probabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Robot móvil DaNI 2.0

El robot DaNI 2.0 que se muestra en la figura 1, cuenta con dos motores de 12 Vdc y un servomotor con 180 grados de amplitud en el cual va montado el sensor ultrasónico y se maneja por una tarjeta NI Single Board RIO-9632.

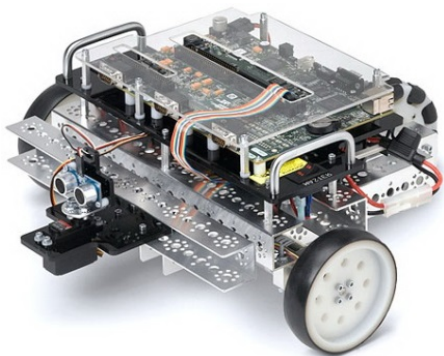


FIGURA 1: Robot móvil DaNI 2.0.

### LabVIEW

Se utiliza esta plataforma de programación para poder controlar a un robot de nombre DaNI 2.0 proveniente de National Instruments, el cual se basa en una interfaz que muestra un diagrama de bloques y un panel frontal con una barra de comandos y funciones desplegable y en el cual como base para la realización de los mapas de ocupación estáticos fue requerido un algoritmo que hiciera que el robot no se moviera y solo llevara a cabo el movimiento del servomotor.

### Sensor Ultrasónico

El robot que hemos empleado para la elaboración del mapa de ocupación cuenta con un sensor ultrasónico denominado PING))) que se utiliza para la detección de objetos a lo largo de su paso, girándolo en base a un servomotor que al cual podemos controlar su apertura mediante la programación en LabVIEW para ajustar el grado que nos sea más conveniente para tener mejor exactitud en cuanto a su caracterización de distancia lineal (figura 2) y de esta forma poder evitar captaciones innecesarios en cuanto a su alcance y delimitación del sensor ultrasónico para que sea capaz de percibir el rebote de la señal sin desviaciones.

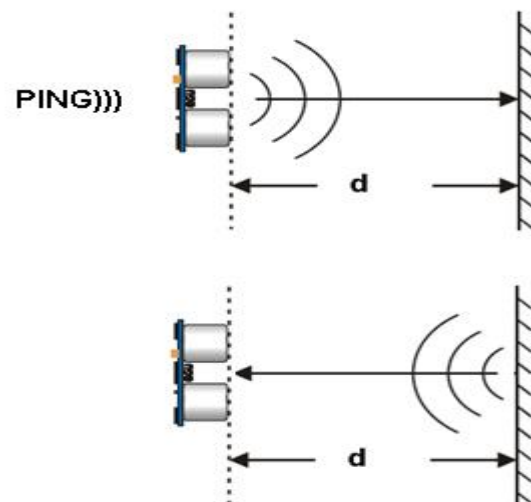


FIGURA 2: Caracterización de distancia lineal mediante el sensor ultrasónico PING))).

## Confiabilidad

Mediante la disposición del robot en un plano cerrado a determinadas distancias, pudimos realizar distintas mediciones variando el ángulo de dispersión y el tiempo que tarda en hacer su recorrido para recabar muestras del comportamiento del sensor ultrasónico y la varianza que posee con la realidad para sacar un grado de error, y es así que con los datos recabados y con las medidas que originalmente se deberían de tener, podemos hacer una comparación de datos (figura 3) y ver que tanto se desvía una de otra para obtener las más confiables.

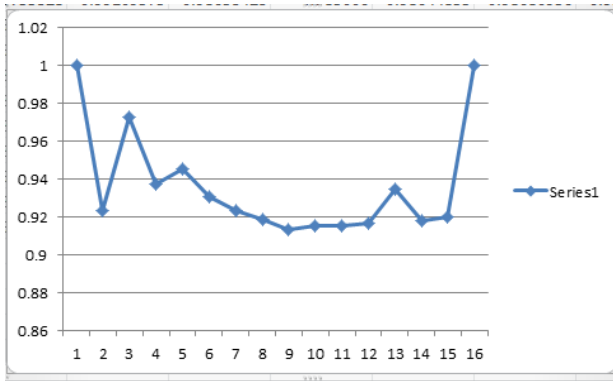


FIGURA 3: Grafica Confiabilidad.

## Mapa de ocupación estático

Con base en los datos obtenidos y habiendo sacado la confiabilidad y la varianza, entonces pasamos a tomar el ángulo y la velocidad más pertinente para el movimiento del servomotor, y de esta manera lo ponemos en práctica en nuestro plano cerrado para tomar mediciones que sean dadas unas tras otras y de esta forma procesar la información para obtener la muestra de cómo es el espacio geográfico que se encuentra enfrente del robot (figura 4) y de ser posible algún objeto que se encuentre a en su visión del sensor ultrasónico y de este modo tener una representación del ángulo de visión que tiene el robot en una posición neutral.

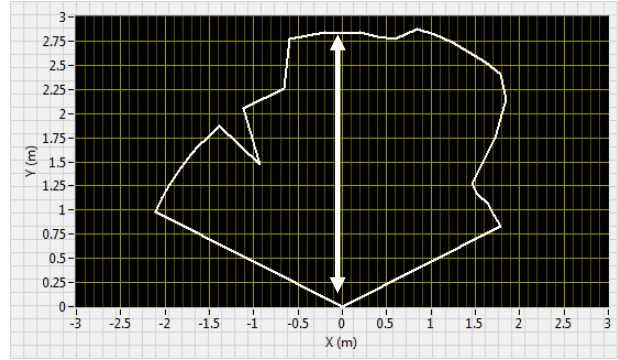


FIGURA 4: Representación de proximidad a un obstáculo.

## Algoritmo de navegación reactiva

Mediante la implementación de un algoritmo en la plataforma de LabVIEW podemos controlar el movimiento del robot, desde el movimiento del servomotor hasta el movimiento de los motores que le dan movimiento al robot y a su vez crear un archivo en la memoria del robot que nos permita trabajar de una manera más eficaz sin saturar la misma que se usa temporalmente (figura 5) lo que le da mayor rapidez sin ralentizar sus movimientos establecidos por el exceso de datos y es así que al dar su desplazamiento podemos determinar la manera en cómo se recaban los datos y la forma en que los toma para su manipulación y almacenamiento que posteriormente se utilizó para la elaboración de los mapas de ocupación.

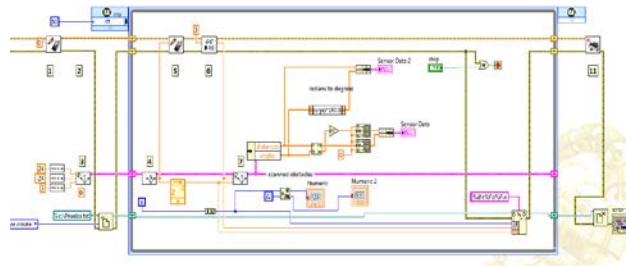


FIGURA 5: Código de algoritmo de navegación reactiva.

## Mapa de ocupación dinámico global

En base a las muestras que se recaban con el sensor ultrasónico y con el algoritmo de navegación reactiva se van realizando distintas

mediciones a distintas posiciones con o sin la necesidad de objetos que se presenten en el trayecto, para que al finalizar se muestren los datos recabados y de esta manera poder sobre poner cada mapa, de tal forma que se muestre cada parte por donde el robot paso y así de esta manera tener una imagen geográfica con los datos obtenidos y superpuestos en uno solo.

De esta manera con los datos recabados por el sensor se interpola con la siguiente ecuación para ver algún valor que no esté:

$$(1) \quad y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

Una vez que ya hay más mapas temporales se combinan tomando en cuenta el más reciente con el modelo logarítmico siguiente:

$$(2) \quad l_{ti} = \log \frac{P[(C_i)|d]}{1 - P[(C_i)|d]}$$

Para regresar el logaritmo a una probabilidad se usa la siguiente ecuación:

$$(3) \quad P(C_i) = 1 - \frac{1}{1 + e^{l_{ti}}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la realización de este proyecto se tuvieron algunas complicaciones, debido al sensor ultrasónico, que por cuestiones de rebote con diversos materiales no se podía captar la longitud de onda necesaria para su funcionamiento y de esta forma tener una vista concisa del espacio del cual se toma su punto de referencia y a partir del cual se muestran los datos recabados, y como se muestra en la figura 6, se puede observar el grado de error en las pruebas estáticas realizadas.

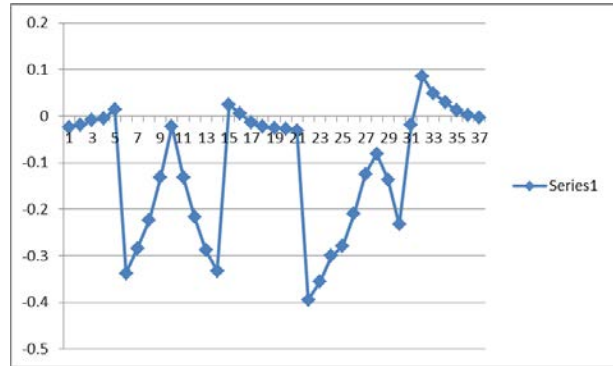


FIGURA 6: Grado de error en pruebas estáticas.

También en la energía que se utilizaba en los motores del robot son un tanto dispares, lo que ocasionó que un motor tuviera un despegue a destiempo que su contra par debido que a las revoluciones a las que se mueven, pero quedo resuelto con la introducción de una variación en el código a las revoluciones de cada motor.

Con las pruebas realizadas con objetos y sin objetos y con los datos recabados se obtuvo el mapa final de ocupación para robots de servicio que se obtuvieron en tres diferentes modalidades, en donde el primero es un representación de lo graficado por el sensor con dos objetos a la vista de él (figura 7).

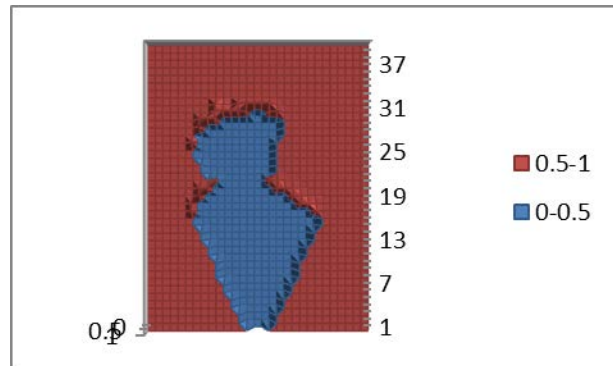


FIGURA 7: Mapa de ocupación global.

Las pruebas prosiguieron a formar un mapa global que solo abarcara la mira de un solo objeto obstruyendo la vison del sensor ultrasonico y de esta forma con los datos recabados hacer lo mismo que en la figura 7, pero esta vez con un comportamiento diferente por cuestion de que solo un objeto obstruye su paso (figura 8).

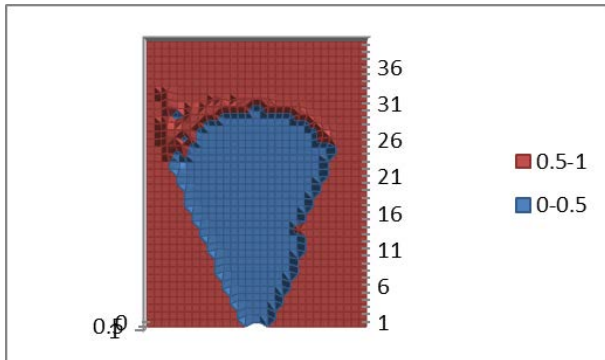


FIGURA 8: Mapa de ocupación global con solo un objeto en la mira.

También se demostró su comportamiento del sensor ultrasónico al postrar al robot móvil en un espacio más amplio sin algún obstáculo que se le pudiera aparecer en su camino, y de los datos arrojados se pudo hacer un mapa de ocupación global en el cual no se registrara ningún objeto en su camino (figura 9).

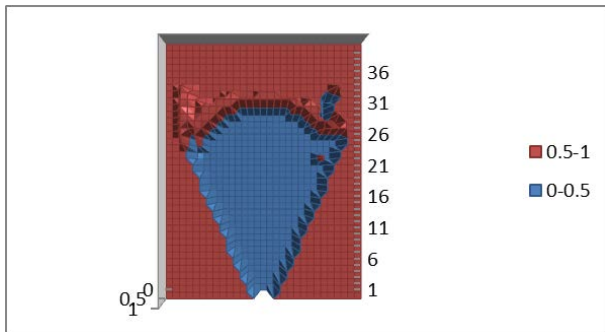


FIGURA 9: Mapa de ocupación global con espacio libre.

## CONCLUSIONES

Del presente proyecto puedo concluir que el sensor ultrasónico presenta un grado de error más amplio en los extremos de su amplitud máxima, por lo cual fue necesario recurrir a una mínima apertura posible para poseer una confiabilidad más exacta con un margen de error menor, es así que la programación en LabVIEW puede variar en algunos aspectos como el ángulo de dispersión y la velocidad a la que se mueve el servomotor.

Con base en la elaboración de mapas estáticos y dinámicos es que podemos visualizar una previa imagen del censado a distintas distancias y

ángulos para más tarde recabar los resultados y fusionarlos en un mapa global; y es así que comprobamos la eficiencia del robot en la elaboración de mapas y la forma en como hacerlos.

## AGRADECIMIENTOS

Se extiende el agradecimiento a la División de Ingenierías del campus Irapuato – Salamanca por la estancia y el material de apoyo, al Dr. Mario Alberto Ibarra Manzano por su colaboración y apoyo en este proyecto, al Prof. Luis Armando Ibarra Manzano que me ha ayudado en cada parte de este proceso desde el comienzo y a mi familia que me ha impulsado a seguir descubriendo algo nuevo cada día.

## REFERENCIAS

- [1] Ojeda, D. L. & Manzano, M. A. (2015). Obstacle Detection and Avoidance by a Mobile Robot Using Probabilistic Models. *IEEE Latin America Transactions*, vol. 13, No. 1, 69-75.
- [2] Ibarra-Manzano M. A., De Anda-Cuéllar J. H., Pérez-Ramírez C. A., Vera-Almanza O. I., Mendoza-Galindo J. J., Carbajal-Guillén M. A. and Almanza-Ojeda D. L. (2012) "Intelligent algorithm for parallel self-parking assist of a mobile robot" in 2012 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), pp. 37-41.
- [3] Elfes A. (1987) Sonar Based Real World Mapping and Navigation. *IEEE J. Robotics and Automation*, vol (RA-3) No. 3.
- [4] Thrun S. (2001) Learning occupancy grids with forward models. In *Proceedings of the Conference on Intelligent Robots and Systems*.
- [5] Elfes A. (1989) Occupancy Grids: A Probabilistic Framework for Mobile Robot Perception and Navigation. PhD thesis. Electrical and Computer Engineering Dept./Robotics Inst., Carnegie Mellon Uni.
- [6] Elfes A. (1989) "Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation," *Computer*, vol. 22, no. 6, pp. 46-57.
- [7] Gomar-Vera Y. (2013) "Detección y evasión de obstáculos mediante plataforma robótica móvil DaNI 2.0", Memoria de trabajo de tesis, Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, División de Ingenierías del Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato.