

## Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM) utilizando un sensor de profundidad por Infrarrojo

Gonzalo Zabala, Matías Teragni, Ricardo Morán, Sebastián Blanco, Gabriel Perez.

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática

Facultad de Tecnología Informática

Universidad Abierta Interamericana

Av. Montes de Oca 745, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina

(+54 11) 4301-5323; 4301-5240; 4301-5248

{Gonzalo.Zabala, Matias.Teragni, Ricardo.Moran, Sebastian.Blanco, Gabriel.Perez}@uai.edu.ar

### Resumen

El propósito de este proyecto es diseñar y desarrollar un robot que implemente una solución al problema de SLAM (Simultaneous Localization And Mapping), utilizando una cámara y un sensor de profundidad por infrarrojo (Kinect). Para este fin se dividió el proyecto en tres etapas: a) robot: estructura con notebook y Kinect; b) software de procesamiento de imágenes; c) Mapeo y localización.

**Palabras clave:** SLAM, ER1, robótica, kinect

### Contexto

El presente proyecto será radicado en el Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática, dependiente de la Facultad de Tecnología Informática de la Universidad Abierta Interamericana. El mismo se encuentra inserto en la línea de investigación “Automatización y robótica”. El financiamiento está dado por la misma Universidad.

### Introducción

Uno de los requisitos más importantes para poder crear un robot autónomo es la capacidad que debe tener de analizar y

reconocer su entorno, lo que le permite planificar sus movimientos. Esto no es sólo una limitante desde el punto de vista de la lógica que implementa, sino también de la eficiencia y el hardware disponible para lograr realizarlo en tiempo real. Además de la inherente complejidad de reconocer el contexto, los objetos y estructuras que rodean al robot, hay que sumar el error de sus sensores.

Toda medición está sujeta a ruido y error, por lo que realizar cálculos de la posición del dispositivo utilizando estos datos es un proceso complejo. Muchos investigadores se dedicaron a incorporar principios de probabilidad como el filtro de Kalman (Wijesoma, Perera, & L.D.L, 2005), o filtro de partículas (Wang, Su, & Wang, 2011) para minimizar el error.

Como se detalla en (Durrant-Whyte & Bailey, 2006) el lograr que una máquina se ubique a sí misma observando su entorno es campo de la industria desde 1986, utilizando como fuente de información una gran variedad de sensores, sonares y cámaras, generando varios tipos de procesos y algoritmos (Tuna, Gulez, & Gungor, 2012).

Todos estos procesos dedicados a resolver el problema de la auto-localización de un robot se agrupan bajo la categoría de SLAM (“Simultaneous Localization And Mapping”).

El objetivo del presente proyecto es realizar un algoritmo de SLAM sobre un robot móvil equipado con una cámara infrarroja y una cámara convencional.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

El problema del (SLAM) consiste en lograr que un robot móvil pueda trasladarse de manera autónoma a través de un entorno desconocido y construir, de manera incremental, un mapa consistente del ambiente mientras que determina, su posición dentro de este mapa. Una solución efectiva a este problema es uno de los principales objetivos pendientes por la comunidad científica, ya que dotaría a los robots con herramientas necesarias para ser completamente autónomos en cualquier terreno.

En nuestro caso, intentaremos brindar una solución al problema del SLAM, alcanzando previamente la resolución de las siguientes problemáticas menores, que son los objetivos específicos de nuestro proyecto: a) Desarrollar la estructura, mecánica, electrónica y suministro de energía de un robot móvil, que pueda transportar una notebook, un sensor de profundidad por infrarrojo y una cámara; b) Implementar un sistema de procesamiento de imágenes que permita identificar de forma unívoca, determinística y confiable, características del ambiente que permitan la futura ubicación del mismo; c) Generar un mapa bidimensional en función a la captura del sensor para aplicar a futuros algoritmos de path planning.

Actualmente, hemos cumplido la primer etapa del proyecto, la cual describimos a continuación.

Como base móvil de nuestro proyecto decidimos utilizar un viejo robot comercial, llamado ER1 que fuera

lanzado al mercado por la empresa Evolution Robotics en el año 2002. Éstos, en su mayoría ya no se encuentran operativos atento el tiempo transcurrido desde entonces, principalmente porque la placa controladora tiene fallas o ha dejado de funcionar, como sucedió en nuestro caso.

Se le suma a esto también que la empresa fabricante no existe más, por lo que no se dispone de ningún tipo de soporte que permita a estos robots seguir funcionando.

Por lo tanto, decidimos volver a darle vida al ER1, construyendo una nueva controladora de motores, y utilizando Arduino como interfaz entre ésta y la computadora principal.

### Descripción y características del ER1

Este robot tiene la particularidad, que lo destaca de entre otros robots comerciales, de no poseer poder de procesamiento incorporado, sino que se le debe aportar a tal fin una computadora portátil, que pasa a ser el cerebro del robot. Esta característica tiene la ventaja de poder aportarle un poder de procesamiento superior al que le brindaría algún sistema basado solo en microcontroladores.

La estructura del ER1 está compuesta por piezas de aluminio con formato x-beam, diseñada con el fin de facilitar el armado en diversas formas y agregar soportes extras, según las necesidades del usuario.

El sistema tractor está compuesto por dos motores paso a paso de marca Shinano, modelo SST58D3820, y una rueda loca en la parte trasera.

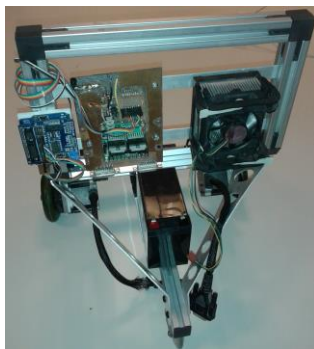
### Reemplazo de la placa controladora

Para reemplazar la electrónica del ER1, utilizamos una placa Arduino Uno como controladora, y un par de integrados L298N, para el manejo de los motores.

Estos motores PAP funcionan a solo 2,4V, pero con un consumo alto de 2,8A; características no muy comunes para motores usados habitualmente en microbótica o robótica educativa. En consecuencia, tuvimos que implementar un regulador de voltaje que maneja mayor corriente que un simple LM7805; se trata del LM338 que soporta hasta 5A.

En las primeras pruebas realizadas, notamos que el LM338 elevaba demasiado su temperatura, por lo que tuvimos que colocarle un disipador y un cooler.

De esta manera, tenemos un conjunto de componentes electrónicos, fáciles de adquirir y de bajo costo, que distribuimos en la parte trasera del ER1.



## Resultados y Objetivos

Como resultado inicial del proyecto se restauró un robot móvil que se encontraba en desuso por haber dejado de funcionar su placa controladora, como se describe precedentemente. Se realizaron pruebas básicas del correcto funcionamiento de los motores que mueven las ruedas tractoras mediante un código Arduino.

Las siguientes etapas del proyecto se enfocarán en el software de procesamiento de imágenes, como etapa intermedia; y finalmente se abordará el problema del SLAM desarrollando un algoritmo que permita en tiempo real al

robot, poder ubicarse e ir guardando un mapa del ambiente.

## Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está conformado por un investigador adjunto del Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI), quién ejerce el rol de director del proyecto; y ayudantes que cumplen el rol de auxiliares de investigación: dos ingenieros en sistemas; dos alumnos de la misma carrera; un alumno de Licenciatura en Matemática, todos de la Facultad de Tecnología Informática de la Universidad Abierta Interamericana; y una alumna de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

## Referencias

- Durrant-Whyte, H., & Bailey, T. (2006). Simultaneous Localization and Mapping: Part 1. Robotics and Automation, IEEE Transactions, 229-241.
- Tuna, G., Gulez, K., & Gungor, V. C. (2012). Evaluations of Different Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Algorithms. IECON 2012, 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 2693 - 2698.
- Wang, K., Su, L., & Wang, S. (2011). Simultaneous Localization and Map Building Based on Improved Particle Filter in Grid Map. Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), 2011 International Conference, 963 - 966.
- Wijesoma, W., Perera, & L.D.L. (2005). An Analysis of the Bias Correction Problem in Simultaneous Localization and Mapping. Intelligent Robots and Systems, 2005. (IROS 2005). 2005 IEEE/RSJ International Conference, 747 - 752.