



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN  
SISTEMAS EMBEBIDOS**

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

**Firmware para robot de navegación  
autónoma**

**Autor:**

**Ing. Alexis Martin Pojomovsky**

Director:

Dr. Pablo De Cristóforis (FCEyN-UBA)

Jurados:

Esp. Ing. Diego Fernández (FI-UBA)

Esp. Ing. Edgardo Comas (CITEDEF/UTN-FRBA)

Esp. Ing. Gerardo Puga (UNLP)

*Este trabajo fue realizado en las Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
entre enero de 2018 y agosto de 2020.*



## *Resumen*

La presente memoria describe el desarrollo del robot móvil “Lubobot”, destinado a utilizarse en entornos educativos de grado universitario a través de las distintas etapas de estudio de la materia “Robótica Móvil”. Como parte del trabajo se realizó la implementación básica requerida para utilizar este robot en el Sistema Operativo Robótico (ROS) tales como odometría, localización y navegación del mismo en entornos de dos dimensiones. Se aplicaron diversos conocimientos adquiridos durante la carrera, entre los que destacan los sistemas operativos, control de versiones y protocolos de comunicación, así como patrones de diseño y modularización de software.



## *Agradecimientos*

Agradezco el apoyo proveído por mi esposa Laura así como el de mis padres Evelyn y Ernesto, presentes durante todo el proceso de mi formación, siempre alentándome a ir un paso mas allá.

Al equipo docente y colaboradores de la Carrera de Especialización de Sistemas Embebidos, por la dedicación y entrega manifestados en cada paso de la cursada.



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>1. Introducción General</b>	<b>1</b>
1.1. Robótica móvil . . . . .	1
1.1.1. Tipos de robots móviles . . . . .	1
1.2. Estado del arte . . . . .	1
1.2.1. TurtleBot . . . . .	2
1.2.2. Clearpath Jackal UGV . . . . .	2
1.2.3. Fetch Freight Base . . . . .	2
1.2.4. Festo Robotino . . . . .	2
1.2.5. Pioneer 3-DX . . . . .	2
1.3. Motivación . . . . .	2
1.4. Objetivos . . . . .	2
1.5. Alcance . . . . .	2
<b>Bibliografía</b>	<b>3</b>





# Índice de figuras



# Índice de Tablas



# Capítulo 1

## Introducción General

En este capítulo se introduce al campo de estudio de la robótica móvil. Se aborda una comparativa entre diferentes plataformas didácticas comerciales y se exponen el alcance y las motivaciones que llevaron al desarrollo del presente proyecto.

### 1.1. Robótica móvil

La robótica móvil se encarga del estudio de los robots móviles, haciendo especial hincapié en el desarrollo de capacidades permitan a lo mismos, decidir de manera autónoma cómo, cuándo y a dónde moverse.

En contraste con los robots manipuladores cuya base se encuentra fija con respecto a un sistema de referencia, los robots móviles son aquellos capaces de moverse a si mismos de un lugar a otro. Esta particularidad obliga a que los robots móviles deban ser capaces de interactuar con entornos no determinísticos, es decir, propensos a situaciones impredecibles como por ejemplo, una puerta entreabierta, un objeto o persona obstaculizando el camino, etc.

#### 1.1.1. Tipos de robots móviles

Dependiendo de cómo realizan su locomoción, es posible caracterizar a los robots móviles en los siguientes tipos:

- Robots con patas
- Robots aéreos
- Robots con ruedas

Cada uno de estos tipos plantea su propio set de ventajas y desventajas, así como dificultades para su implementación. En el presente trabajo se hará énfasis solo en el último tipo de la lista, es decir en robots con ruedas.

### 1.2. Estado del arte

Existe una amplia gama de robots móviles con ruedas ofrecidos específicamente para el sector académico. A continuación se ofrece un breve resumen de opciones que se encuentran actualmente en el mercado.

### **1.2.1. TurtleBot**

TurtleBot constituye al día de hoy una familia de robots móviles para uso personal de bajo costo. Su uso se extiende tanto a la academia como a roboticistas aficionados en todo el mundo.

Aunque su primera iteración vió la luz en 2010 con un set de características bastante modestas, el lanzamiento de nuevas versiones le aseguró su lugar como dispositivo de referencia para la plataforma ROS.

Muchas de las características de diseño de éste robot se tomaron como referencia para el presente trabajo.

### **1.2.2. Clearpath Jackal UGV**

El Jackal es un robot móvil 4x4 apto para uso en exteriores. Su robustez lo hacen la elección preferida de muchas universidades a la hora de implementar soluciones "de campo", principalmente debido a su resistencia total al polvo y al agua de lluvia. Posee una capacidad de carga de hasta 20 kg, lo que lo hace apto para cargar una importante cantidad de sensores, actuadores y manipuladores.

### **1.2.3. Fetch Freight Base**

Fetch Robotics ofrece con el Freight Base una base robótica para uso en interiores. La misma fue diseñada específicamente para moverse en edificios adaptados a personas en sillas de ruedas que cumplen con la normativa ADA o *Americans with Disabilities Act*. Gracias a esto, es posible saber de antemano si dicho robot puede utilizarse para recorrer las distintas dependencias de un edificio sin la necesidad de hacer pruebas preliminares *in-situ*.

### **1.2.4. Festo Robotino**

### **1.2.5. Pioneer 3-DX**

## **1.3. Motivación**

## **1.4. Objetivos**

## **1.5. Alcance**

# Bibliografía

- [1] John Doe. «Title». En: *Journal* (2017).
- [2] John Doe. *The Book without Title*. Dummy Publisher, 2100.
- [3] John Doe. «The Book without Title». En: Dummy Publisher, 2100, págs. 100-200.
- [4] Intel. *Example Website*. <http://example.com>. Dic. de 1988. (Visitado 26-11-2012).