



INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO  
Departamento Académico de Sistemas Digitales

Temas Selectos de Robótica: SDI-31911

## **Proyecto 2: Control Cinemático de Robots Generación de trayectorias en ROS**

Materia:  
Robótica: SDI-11911

Profesor:  
Dr. Marco Morales

Presentan:

**Job Magdiel González González 132339**  
**Sebastián Sánchez Alcalá 133447**

Otoño 2016



## Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Objetivo</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>1</b>
3.1	Gazebo . . . . .	1
3.2	Modelo cinemático del robot . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Experimentos</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>5</b>



# 1 Introducción

Este proyecto consiste en el modelado cinemático de un robot móvil, determinación de trayectorias en base a tareas y control del robot para el seguimiento de estas trayectorias. La ejecución se realizará en el simulador Gazebo. Para esto se proveen código y modelos del robot en el repositorio que se utilizará para arrancar el proyecto.

## 2 Objetivo

Aplicar la teoría sobre generación de trayectorias a un problema práctico.

## 3 Marco Teórico

### 3.1 Gazebo

Fue creado en la Universidad del Sur de California. Originalmente fue diseñado para la simulación de robots móviles al aire libre. Tiene como base el software de control externo ROS. Tiene como propósitos el simular el mundo real, probar el desarrollo de hardware y software, pruebas de resión, etc. Es utilizado en investigaciones sobre los temas de interacción humano-robot, simulación de física avanzada, entre otros.

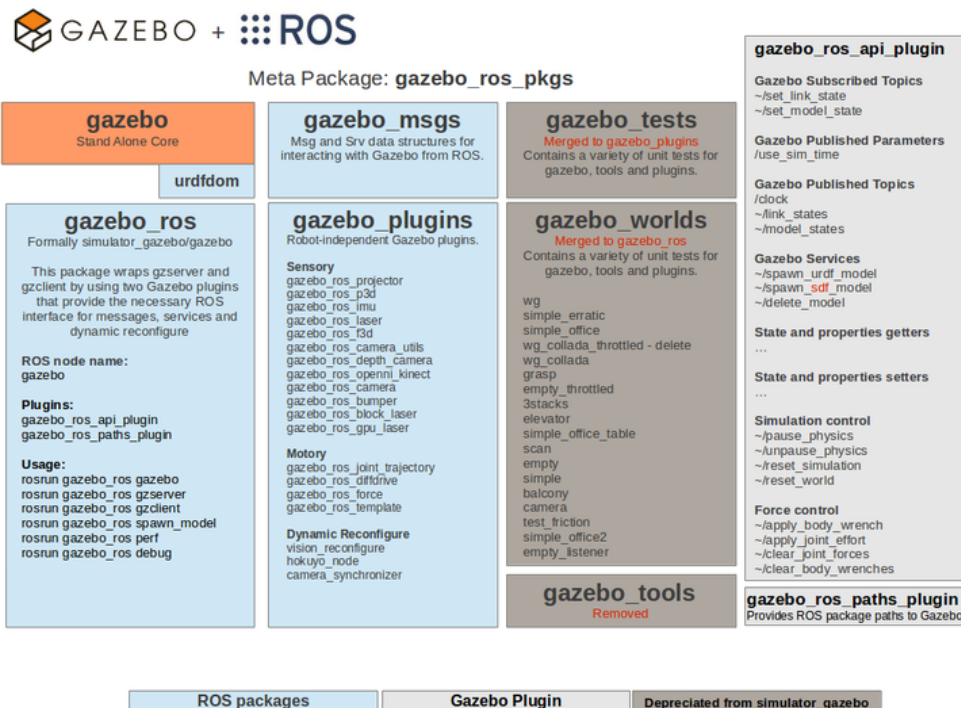


Figure 1: Paquetes de Gazebo

### 3.2 Modelo cinemático del robot

La cinemática de un robot móvil sirve para determinar la posición del móvil con respecto a un sistema de referencia con coordenadas  $(x,y,z)$ . La posición se calcula a partir de los cambios del torque de los motores del robot. Se asume que el movimiento de las llantas del robot se convierte totalmente en un movimiento de traslación y/o rotación.

La locomoción mediante ruedas es una solución simple y eficiente para conseguir desplazamientos. En los robots móviles se emplean diferentes configuraciones de locomoción que son útiles conforme a las dimensiones, maniobrabilidad, carga y movilidad deseada. Algunos de estos sistemas de locomoción son los siguientes:

- ✓ **Ackerman.** La rueda delantera interior gira un ángulo ligeramente superior a la rueda exterior ( $\theta_1 > \theta_0$ ). Los ejes de prologación de las ruedas delanteras se cortan en el centro instantáneo de rotación (ICR) que se sitúa en un mismo punto del eje de prolongación del eje de ruedas traseras.

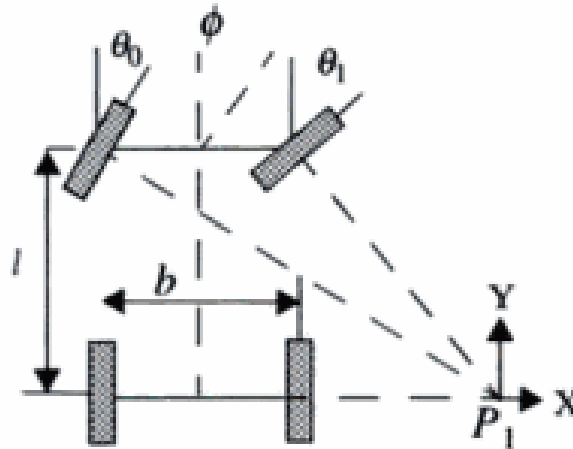


Figure 2: Sistema Ackerman

- ✓ **Locomoción de triciclo clásico.** La rueda delantera tiene dos funcionalidades: direccionamiento y tracción. Las ruedas traseras se mueven de manera pasiva, por lo que puede presentar problemas de estabilidad en terrenos difíciles.

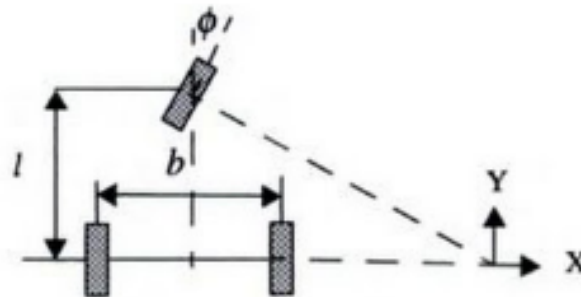


Figure 3: Locomoción de triciclo clásico

- ✓ **Locomoción con direccionamiento diferencial.** El direccionamiento y la tracción se logran con ambas ruedas. Dos ruedas montadas en un único eje son independientemente propulsadas y controladas. El direccionamiento se logra por la diferencia de velocidades. El movimiento de las dos ruedas se hace alrededor del ICR. Adicionalmente existen una o más ruedas para su soporte y equilibrio.

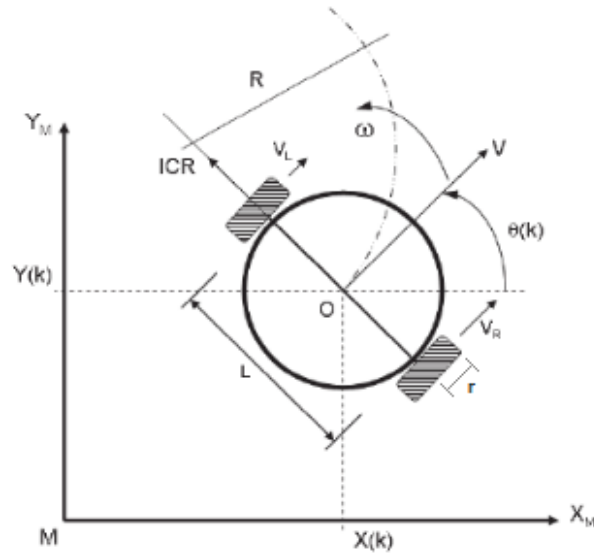


Figure 4: Locomoción con direccionamiento diferencial

Se puede utilizar el modelo cinemático de la bicicleta para simplificar la estructura Ackermann. El modelo de la bicicleta simplifica las ruedas derecha e izquierda en dos ruedas situadas en la mitad de los ejes delantero y trasero como se muestra en la Figura

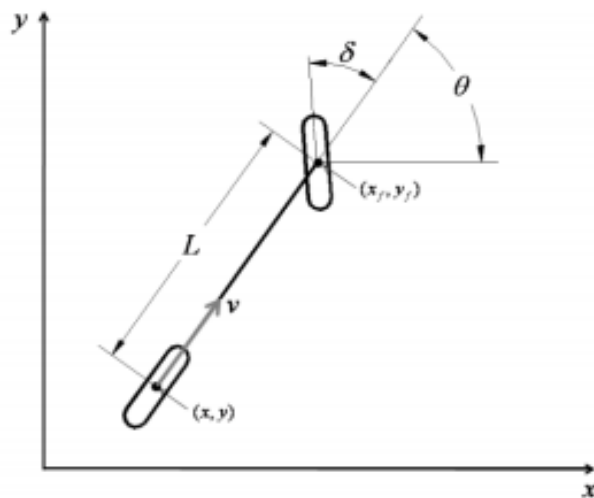


Figure 5: Modelo cinemático de la bicicleta

## 4 Desarrollo

El modelo que se seleccionamos para trabajar fue el AutoNOMOS (modelo Bicibleta). La tareas que se habían seleccionado fueron las siguientes.

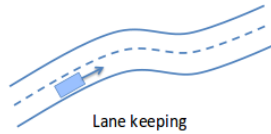


Figure 6: Recorrer autopista en el carril correcto

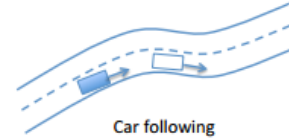


Figure 7: Seguir a coche en autopista en el carril correcto

En la carpeta "autonomos\_ctrl" se crearon dos archivos: "autonomos\_trajectory\_node.cpp" y "autonomos\_velocity\_node.cpp" tomando como ejemplo los archivos de la carpeta "ekbot\_ctrl". En el primero de ellos es el nodo en el cual se programa la trayectoria y en el segundo se programa la velocidad.

También se hicieron modificaciones en el archivo "perception\_node.cpp" ubicado en la carpeta "autonomos\_simulation". También el archivo "ros\_autonomos.launch" fue modificado.

## 5 Experimentos

- ✓ Experimentos de avance [https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento\\_autonomos\\_01.mp4](https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento_autonomos_01.mp4)
- ✓ Modificaciones en la trayectoria [https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento\\_autonomos\\_02.mp4](https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento_autonomos_02.mp4)
- ✓ Ejemplo de un intento en la pista curva [https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento\\_autonomos\\_03.mp4](https://dl.dropboxusercontent.com/u/49667804/experimento_autonomos_03.mp4)

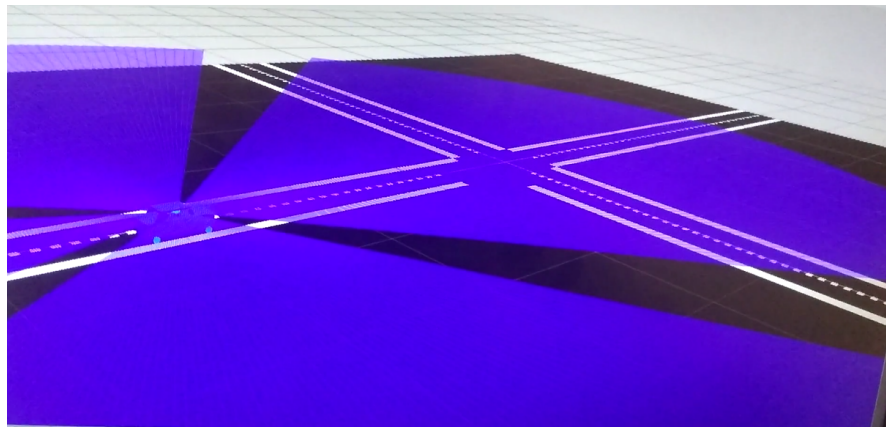


Figure 8: Experimentos en Gazebo



## 6 Conclusiones

La teoría vista en clase es una abstracción del mundo real, con el cual podemos entender y conocer el comportamiento del robot así como su relación con su entorno. La implementación es la realidad misma del concepto, por lo que al no ser una proyección sino un conjunto de hechos nos encontramos con muchas variables que considerar y obstáculos que superar.

Se tuvieron problemas en un inicio con la instalación de Gazebo. La aplicación de la teoría vista en clase sobre la generación de trayectorias a un problema práctico no se cumplió por la complejidad de problemas y errores que surgieron durante el desarrollo del proyecto. Los nodos de visión y percepción que se programaron no se lograron implementar con éxito.

## References

- [1] Ollero Baturone, Añbal (2001). Robótica, Manipuladores y robots móviles. España, Barcelona: MARCOMBO
- [2] Tutorial: ROS integration overview. Sitio web [http://gazebo-sim.org/tutorials?tut=ros\\_overview](http://gazebo-sim.org/tutorials?tut=ros_overview)
- [3] Control Cinemático del Robot. UNIDAD III. Disponible en <http://slideplayer.es/slide/3734660/>
- [4] DRC Kickoff: Gazebo Workshop. Open Source Robotics Foundation. Disponible en [http://gazebo-sim.org/assets/drc\\_kickoff\\_oct25\\_2012-38a68105707132c834499568cd1b1cd8.pdf](http://gazebo-sim.org/assets/drc_kickoff_oct25_2012-38a68105707132c834499568cd1b1cd8.pdf)