

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ



BÁO CÁO GIỮA KỲ

HỌC PHẦN: LẬP TRÌNH ROBOT VỚI ROS

Mã lớp: RBE3017_1

Giảng viên hướng dẫn: TS. Lê Xuân Lực

Dương Văn Tân

VẼ VÀ MÔ PHỎNG ROBOT

**CHỦ ĐỀ: ROBOT 3 BÁNH OMNI KẾT
HỢP TAY MÁY 2 BẬC TỰ DO**

Họ và tên sinh viên: Phan Quý Đường

MSV: 22027513

- Hà Nội, ngày 30 tháng 3 năm 2025 -

Lời nói đầu

Với xu thế thế giới bước vào kỷ nguyên công nghệ, hướng tới công nghệ cao, robot ngày càng đóng vai trò quan trọng, xuất hiện hầu hết trong nhiều lĩnh vực, từ công nghiệp sản xuất, y tế, giao thông cho đến nghiên cứu khoa học. Để thiết kế, mô phỏng và điều khiển robot một cách hiệu quả, Robot Operating System (ROS) đã trở thành một nền tảng phổ biến, cung cấp môi trường lập trình linh hoạt và mạnh mẽ cho các hệ thống robot.

Báo cáo này được thực hiện nhằm mục đích tìm hiểu và ứng dụng ROS trong việc vẽ mô hình robot và điều khiển mô phỏng. Thông qua các bước thực hành cụ thể, người đọc sẽ có cái nhìn tổng quan về cách thiết lập môi trường làm việc, xây dựng mô hình robot, tính toán cũng như triển khai thuật toán điều khiển cơ bản trong môi trường mô phỏng.

Nội dung báo cáo tập trung vào việc sử dụng các công cụ chính trong ROS để thiết kế và kiểm tra chuyển động của robot, giúp hiểu rõ hơn về quy trình phát triển một hệ thống robot từ mô hình hóa đến kiểm thử. Đây sẽ là nền tảng quan trọng cho việc nghiên cứu và ứng dụng ROS vào các dự án thực tế sau này.

Hy vọng rằng báo cáo này sẽ cung cấp những kiến thức bổ ích cho những ai quan tâm đến lĩnh vực robot và hệ thống điều khiển thông minh.

Trân trọng.

Contents

I. Giới thiệu về robot	5
1. Hệ thống di chuyển.....	5
2. Hệ thống tay máy.....	6
3. Hệ thống cảm biến.....	7
3.1. Cảm biến lidar	7
3.2. Cảm biến camera	7
3.3. Cảm biến encoder	7
II. Thiết kế và xuất bản urdf cho robot.....	7
1. Thiết kế solidwork	7
2. Xuất urdf cho robot.....	7
2.1. Đặt các hệ tọa độ và trục	7
2.2. Xuất urdf.....	7
III. Mô tả file urdf, liên kết của các link, cảm biến và mô tả gazebo	8
1. Mô tả file urdf/xacro	8
1.1. Urdf của robot.....	8
2. Các cảm biến	8
3. Mô tả gazebo và rviz	8
3.1 Môi trường gazebo	8
3.2 Môi trường rviz.....	8
IV. Giải thích, mô tả cơ chế điều khiển trên gazebo và rviz.....	8
1. Giải thích các gói, transmission, mã nguồn điều khiển và plugin.....	8
1.1 Giải thích các gói có trong bài.....	8
1.2 Giải thích transmission	8
1.3 Giải thích, phân tích mã nguồn điều khiển.....	8
1.4 Plugin.....	8
2. Cơ chế điều khiển trong gazebo	8
3. Cơ chế điều khiển ros	8
V. Cấu trúc của dự án.....	8
VI. Thực hiện trên ros và mô phỏng, fix lỗi	9

1. Các mô phỏng của cảm biến trên gazebo và rviz	9
2. Các mô phỏng của robot trên gazebo và rviz	10
3. Sử dụng moveit để thực hiện các thao tác chuyển động cho tay máy (thử nghiệm)	11

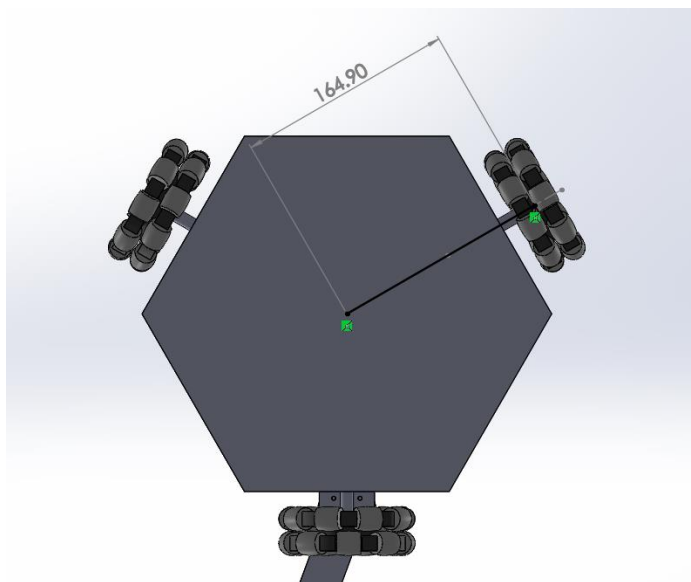
I. Giới thiệu về robot

Trong bài báo cáo, dạng thiết kế robot gồm 2 phần chính:

- +Hệ thống di chuyển sử dụng thiết kế xe 3 bánh omni.
- +Hệ thống tay máy 2 bậc tự do gồm cấu trúc tịnh tiến và quay
- +Trên robot gắn các cảm biến để lấy dữ liệu từ môi trường.
- +Robot có một Camera phía trước.
- +Có Encoder trên bánh xe để đo vận tốc.
- +Có cảm biến LiDAR để hỗ trợ điều hướng.

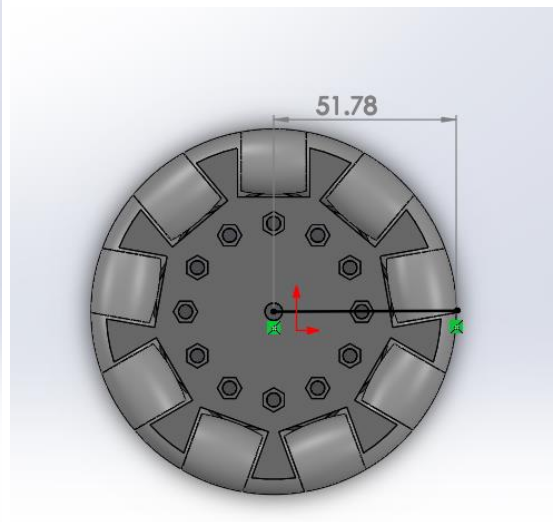
=> Dựa trên các yếu tố trên, robot được sử dụng cho bài tập kiểm tra giữa kỳ với chủ đề "Robot 2 bánh vi sai, tay máy có 1 khớp quay và 1 tịnh tiến, cảm biến gồm LiDAR, Encoder, Camera".

1. Hệ thống di chuyển

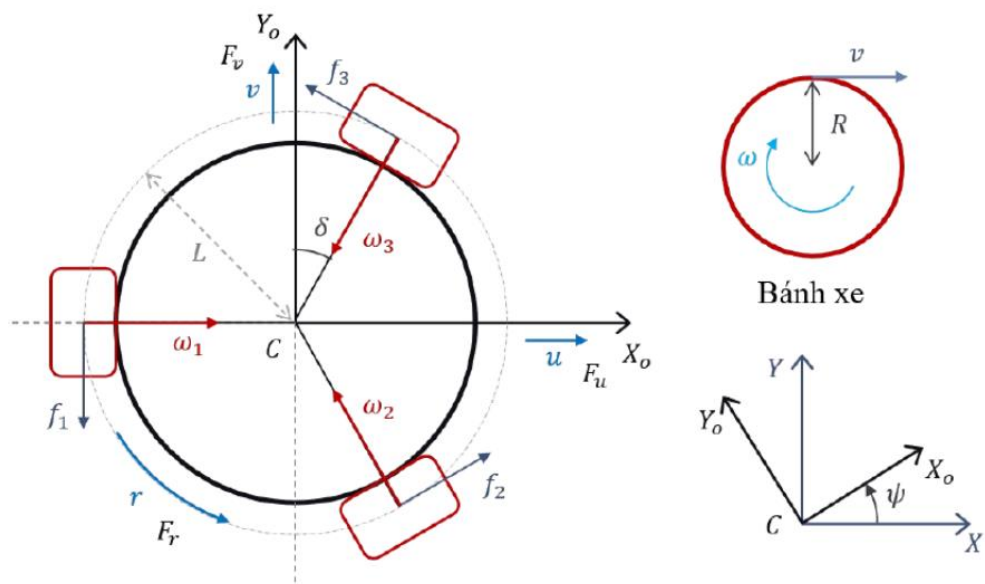


Hình 1. Kích thước base

- Khoảng cách từ tâm đến bánh xe: 165 mm
- Đường kính bánh xe: 51.87 mm



Hình 2. Kích thước bánh xe



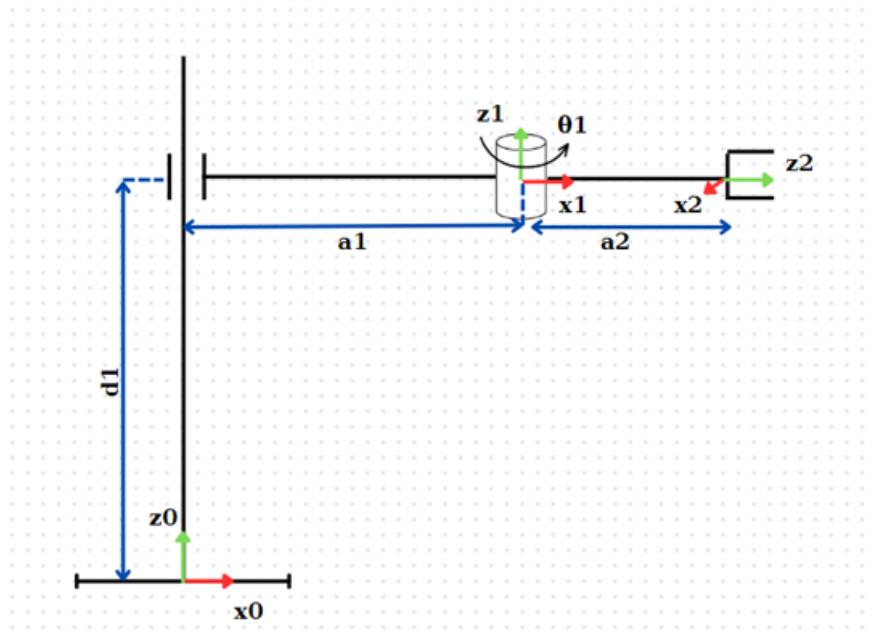
Hình 3. Cấu trúc hình học của xe

Dựa vào cấu trúc hình học của xe 3 bánh omni như hình vẽ đưa ra kiểu thiết kế cho robot với mỗi bánh lệch nhau một góc 120 độ.

Động học cho robot 3 bánh

2. Hệ thống tay máy

Động học cho robot tay máy 2 bậc tự do:



Hình 4. Cấu trúc hình học và hệ trục tọa độ tính động học robot

Lập bảng D-H

Khâu	Θ	α	a	d
1	0	0	a1	d1
2	-90+ Θ_1	-90	a2	0

Lập ma trận chuyển đổi đồng nhất cho thiết bị ở cuối cánh tay (camera):

$$T_i^{i-1} = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \cos \alpha_i & \sin \theta_i \sin \alpha_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \cos \alpha_i & -\cos \theta_i \sin \alpha_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin \Theta_1 & 0 & -\cos \Theta_1 & a_2 \sin \Theta_1 \\ -\cos \Theta_1 & 0 & -\sin \Theta_1 & -a_2 \cos \Theta_1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sin \Theta_1 & 0 & -\cos \Theta_1 & a_1 + a_2 \sin \Theta_1 \\ -\cos \Theta_1 & 0 & -\sin \Theta_1 & -a_2 \cos \Theta_1 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Dựa vào cấu trúc hình học của robot tay máy như trên, đưa ra hình dáng của robot tay máy.

3. Hệ thống cảm biến

3.1. Cảm biến lidar

Cảm biến LiDAR, viết tắt của Light Detection and Ranging, là một công nghệ đo khoảng cách bằng cách sử dụng ánh sáng dưới dạng một chùm tia laser. hoạt động dựa trên nguyên tắc phát ra các xung ánh sáng laser và đo thời gian mà các xung này phản xạ trở lại cảm biến. Quá trình này được gọi là "thời gian bay" (time-of-flight). Dựa vào thời gian này, hệ thống sẽ tính toán được khoảng cách từ cảm biến đến vật thể. Khi thực hiện hàng triệu phép đo trong thời gian ngắn, cảm biến LiDAR có thể tạo ra một mô hình 2D/3D chi tiết của môi trường xung quanh.

3.2. Cảm biến camera

3.3. Cảm biến encoder

II.Thiết kế và xuất bản urdf cho robot

III. Mô tả file urdf, liên kết của các link, cảm biến và mô tả gazebo

IV. Giải thích, mô tả cơ chế điều khiển trên gazebo và rviz

V. Cấu trúc của dự án

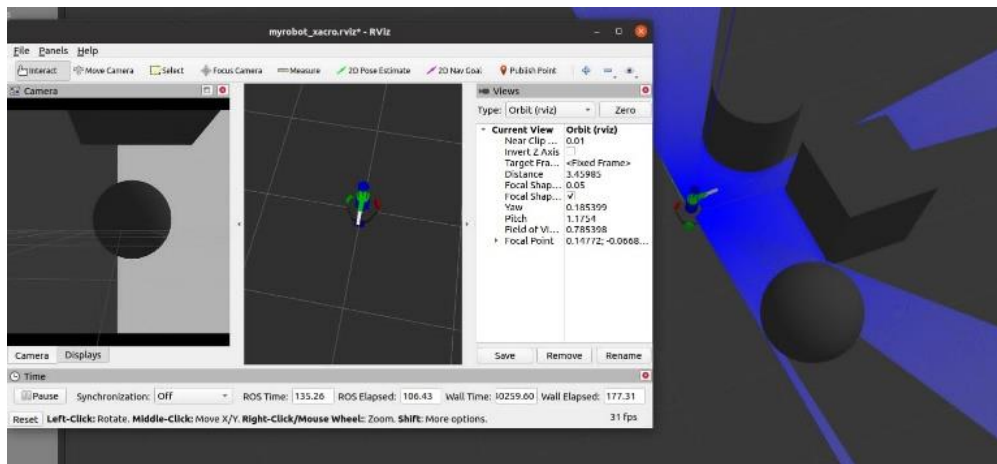
Cấu trúc dự án cơ bản đi từ các bước từ trên xuống dưới như sau:



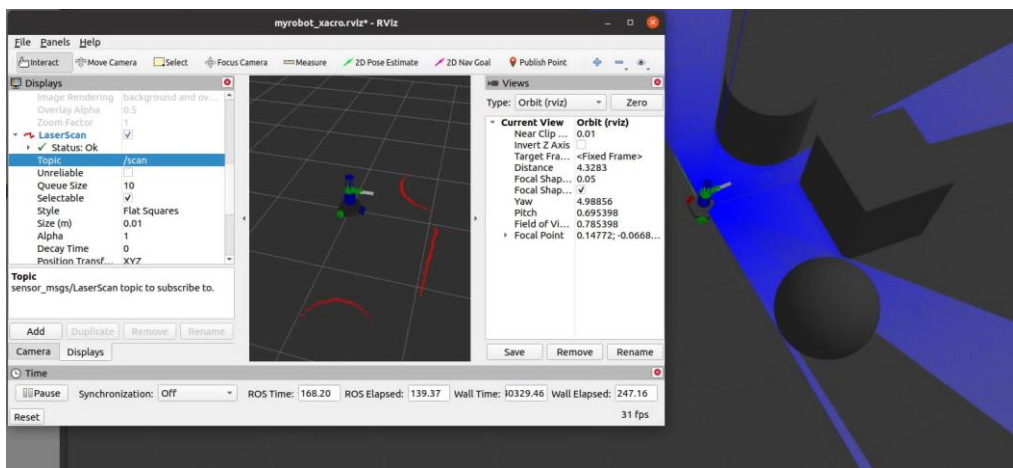
Hình 10. Sơ đồ cấu trúc các bước làm

VI. Thực hiện trên ros và mô phỏng, fix lỗi

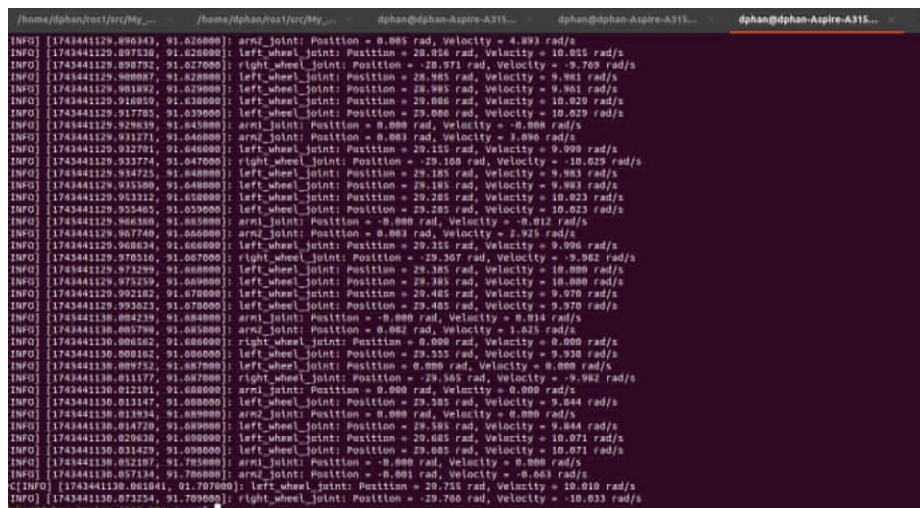
1. Các mô phỏng của cảm biến trên gazebo và rviz



Hình 11. Camera

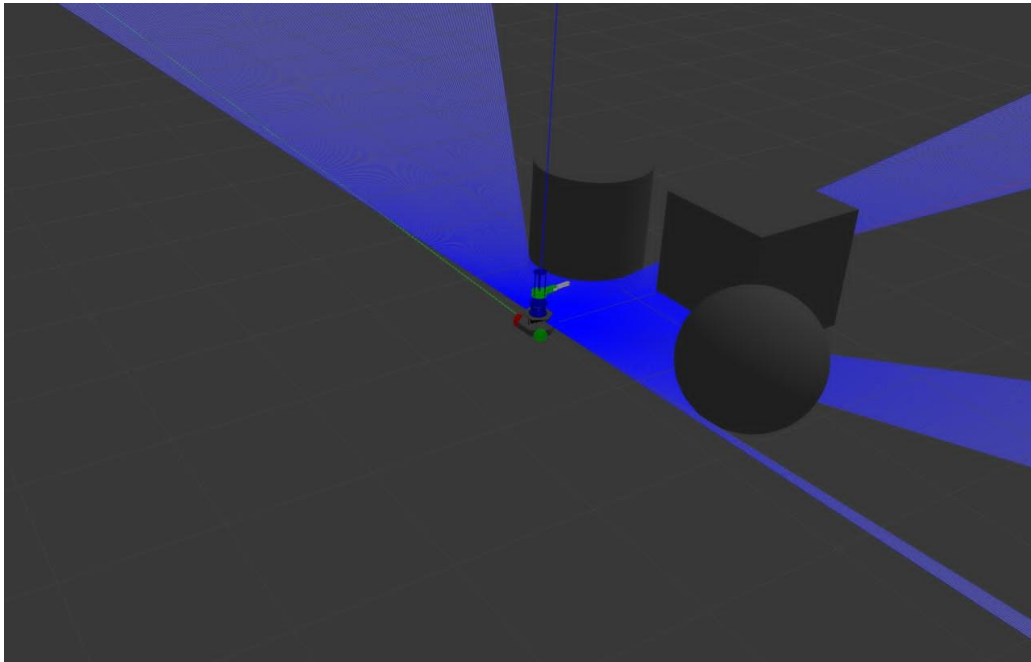


Hình 12. Lidar

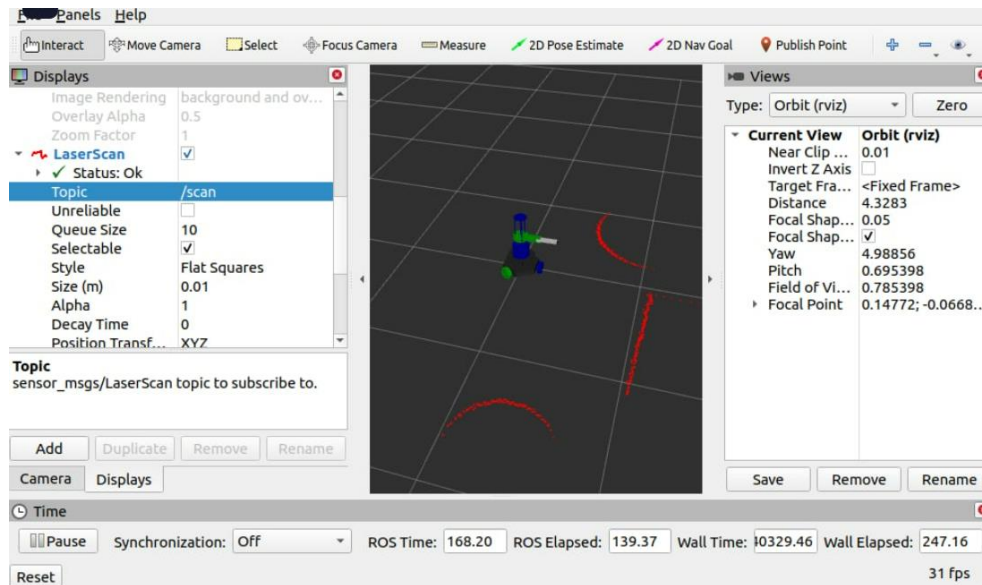


Hình 13. Vị trí, vận tốc (encoder)

2. Các mô phỏng của robot trên gazebo và rviz

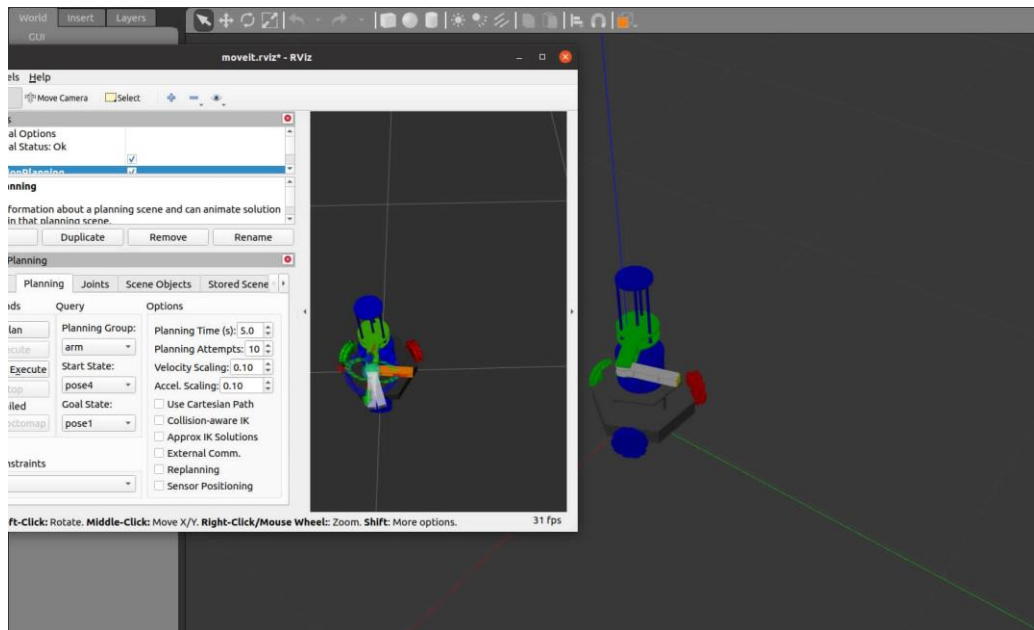


Hình 14. Gazebo



Hình 15. Rviz

3. Sử dụng moveit để thực hiện các thao tác chuyển động cho tay máy (thử nghiệm)



Hình 16. Mô phỏng với moveit

Phần mềm dùng để lập kế hoạch chuyển động cho tay máy, trong đó có tính toán quỹ đạo di chuyển tối ưu, và kiểm tra va chạm, tính toán động học thuận, nghịch

Trong bài này em sử dụng để kiểm tra va chạm của cánh tay robot, từ đó tối ưu góc quay cho robot. Ngoài ra còn thực hiện quan sát quỹ đạo thao tác tối ưu chuyển động từ các plan pose đặt ra khi cài đặt.