

Manual operativo de Takeshi Primera versión



Introducción: El presente documento tiene como objetivo servir de guía para la manipulación y control del robot “Takeshi”, así como su puesta en operación e interacción con el entorno físico de trabajo.

Una característica importante a destacar del robot Takeshi, es que su infraestructura está compuesta por software y por hardware, lo que significa que esta unidad cuenta con su propia computadora, y debido a esto, el tiempo de inicio del robot puede tener cierta demora, ya que se estarán ejecutando los diferentes servicios con los que cuenta, así como el levantamiento de los nodos y las bibliotecas requeridas para su funcionamiento.

Antes de encender el robot, habrá que identificar los componentes principales con los que cuenta el robot para su funcionamiento.



Figura 1. Brazo del robot.



Figura 2. Sensor láser.

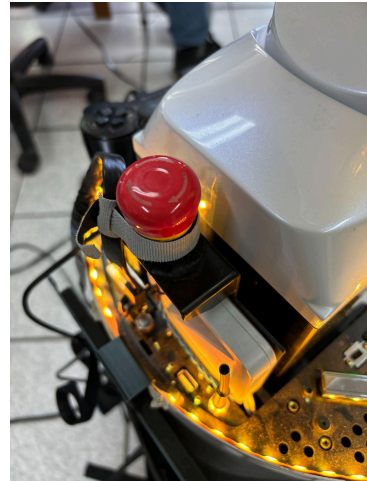


Figura 3. Botón de paro de emergencia.



Figura 4. Botón de encendido.



Figura 5. Controlador manual del robot.



Figura 6. De arriba a abajo micrófono, sensor RGBD, pantalla, cámaras estéreo.

Encendido:

Para el proceso de encendido del robot se deberán seguir los siguientes pasos, primero se deberá asegurar que el botón de paro de emergencia esté presionado, y posteriormente se deberá presionar el botón de encendido durante dos segundos, esperar hasta que se escuche una alarma para liberar el botón de paro de emergencia, una vez realizado esto esperar a que el robot se encuentre completamente encendido y en estado operativo .

Apagado:

Presionar el botón de emergencia, y posteriormente esperar tres segundos hasta que se apaguen las luces.

Comunicación:

La comunicación entre el robot y la computadora es un punto importante, ya que de esta manera se darán las órdenes de movimiento al robot, además de poder planear las diferentes trayectorias de movimiento que este deberá seguir. Esta se realizará mediante conexión directa "Ethernet" con un cable, entre el puerto de la computadora, y el puerto ethernet del robot.



Figura 7. Cable ethernet conectado al puerto del robot Takeshi.

Interfaz Gráfica de Usuario

Otra característica importante de la manipulación del robot, es que se cuenta con una interfaz gráfica, de manera que se facilite el manejo del robot, así como verificar la conexión de manera visual entre el robot y la computadora.

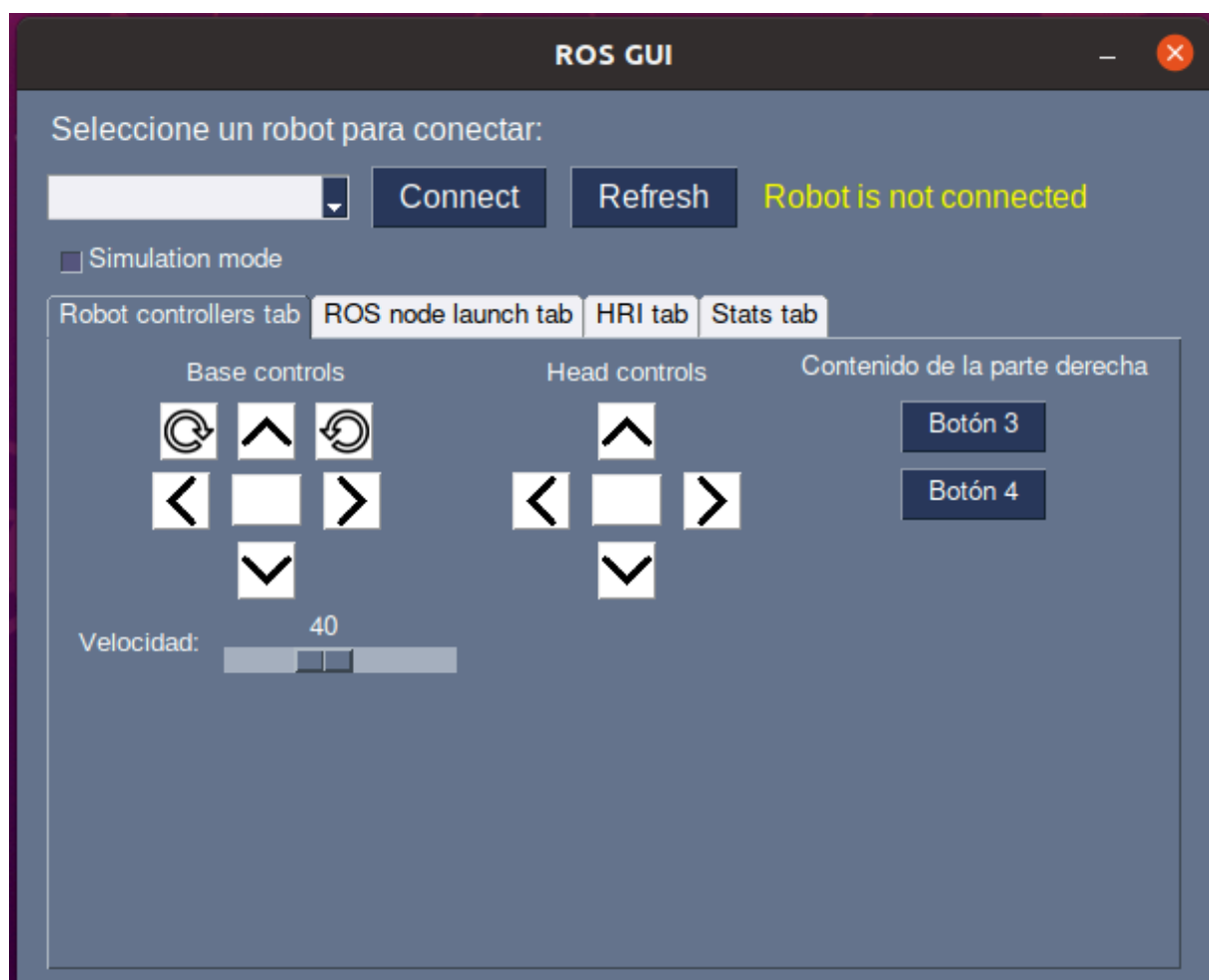


Figura 8. Visualización de la pestaña de controladores del robot.

En la imagen anterior, se puede observar la primera pestaña de la interfaz gráfica, desde esta se puede controlar el movimiento de takeshi manualmente, ya sea para comprobar el comportamiento de los motores, sensores, o lo que sea necesario. Se pueden controlar de manera

independiente tanto la base, como la cabeza (“Base controls”, “Head controls”), aunado a esto, se puede modificar la velocidad de los movimientos.

En la parte superior izquierda, se observa un campo donde se pueden seleccionar varios elementos, aquí es donde se reconocerá al robot (“hsrb.local_et”) una vez se haya conectado al puerto ethernet de la computadora, o para el caso que se esté simulando, el nombre de la computadora, y una vez establecida la conexión, una alerta nos indicará si el robot está o no conectado, y debajo de este campo, se encuentra la opción de “simulation mode”, esta ventana permite habilitar o deshabilitar el modo de simulación, tal cual lo indica su nombre .

El segundo botón (Connect) tiene la función de establecer la conexión entre el robot y la computadora, tal cual lo indica su nombre, y finalmente, el botón de “Refresh”, sirve para limpiar el sistema, en caso de que los nodos no se hayan cargado correctamente.

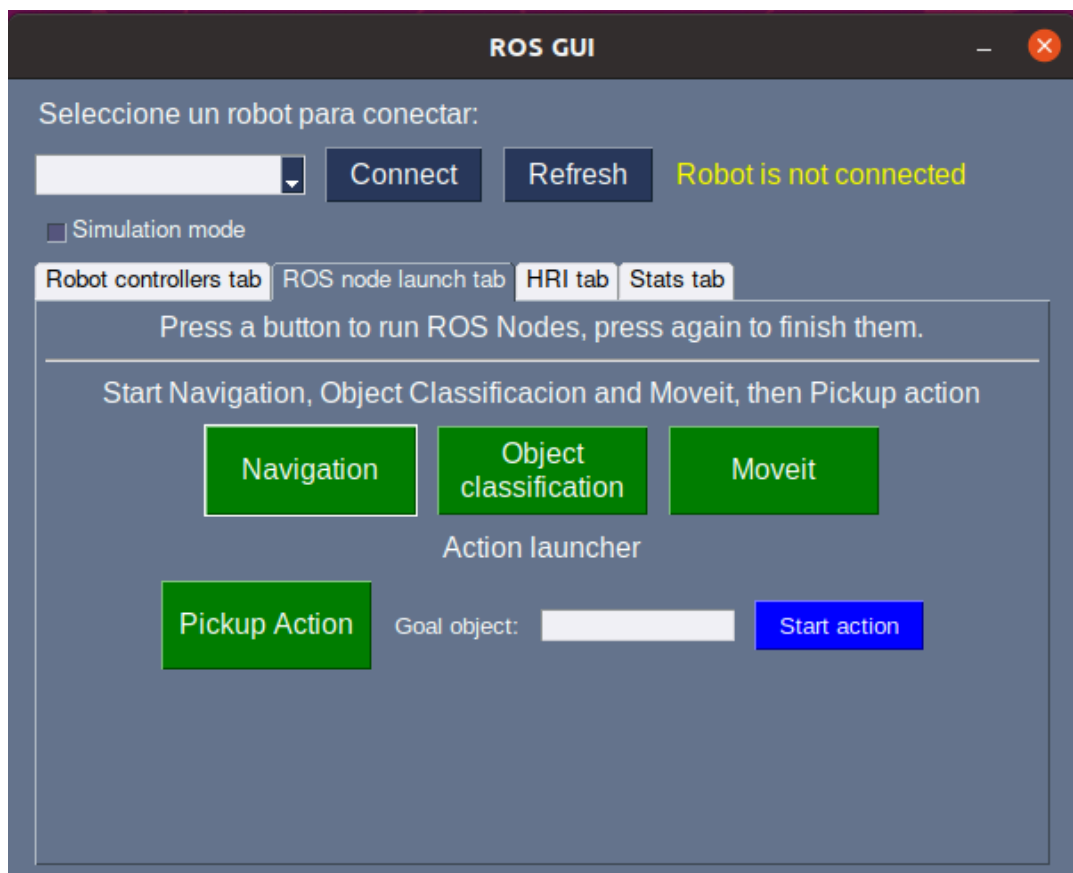


Figura 9. Visualización de la pestaña de nodos de ROS.

En la segunda pestaña se pueden visualizar los diferentes nodos con los que se puede manipular al robot Takeshi, que en este caso son cuatro:

Navigation: Como su nombre lo indica, en este nodo podemos iniciar la navegación del robot, mediante la creación de un entorno virtualizado del ambiente en donde se encuentre éste.

Es necesario localizar el robot dentro del mapa virtual para poder usarlo correctamente.

Object classification: Mediante este nodo de operación, el robot puede reconocer objetos, gracias al conjunto de cámaras y sensores con los que cuenta, este nodo permite segmentar y clasificar objetos con la red neuronal YOLO.

Moveit: Este nodo permite la planeación mediante cinemática directa e inversa de movimientos del manipulador (brazo) tomando en cuenta las obstáculos del ambiente.

Pickup Action: Este nodo es un servidor que permite realizar la acción de tomar objetos en la mesa. Para su uso es necesario llenar el textbox con el objeto a agarrar y posteriormente presionar el botón de start action.

Como se observa en la última imagen de la interfaz, las instrucciones dicen que para activar cada nodo simplemente se deberá hacer click sobre uno de ellos, y para saber que el nodo se encuentra activo, éste cambiara de color, en este caso a rojo, y para desactivarlo o “matarlo”, simplemente habrá que volver a hacer click, y éste volverá ser de color verde.

Es importante mencionar que algunas funcionalidades pueden tener diferente comportamiento para el caso en que se realicen pruebas con el robot real, como el robot en la simulación, sobre todo en el reconocimiento de objetos.

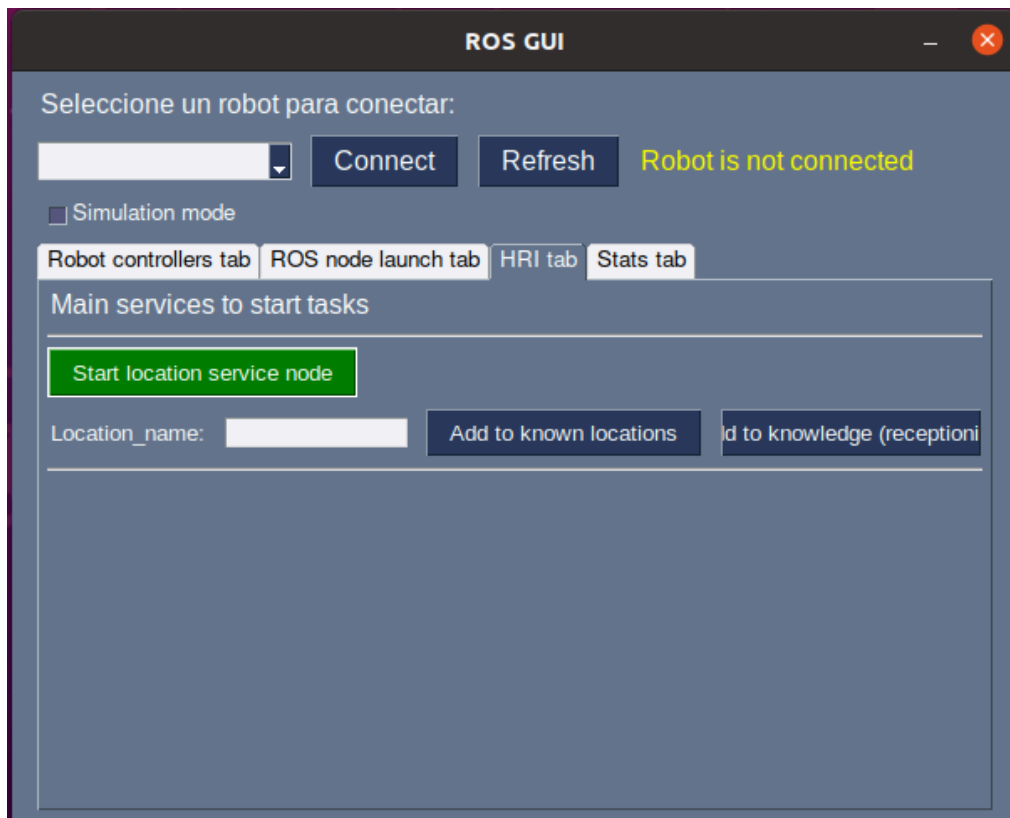


Figura 10. Visualización de la pestaña de servicios específicos del robot.

La última ventana tiene como opción, iniciar el nodo de servicios de ubicaciones conocidas (known locations), la cual actúa como una base de datos en la que se pueden almacenar diferentes puntos conocidos del mapa para navegación, y así definir una trayectoria.

Location_name:

En este campo se debe agregar un nombre a la posición que se desea agregar a la base de datos

Add to known locations:

Este botón sirve para agregar la posición actual del robot a la base de datos

Add to knowledge:

Este botón sirve para agregar la posición actual del robot a una base de datos específica para una prueba (receptionist).

Pickup Action (Tomar objetos)

Una de las características principales del robot Takeshi, es su capacidad para reconocer objetos, y poder agarrarlos, para realizar esta acción se deberán seguir las siguientes instrucciones:

Nota: Para que este proceso sea más rápido y sencillo, es recomendable trabajar con la computadora ya configurada previamente, de forma que no haya inconveniente en cuanto a la conexión entre el robot y la interfaz, así como la implementación de los nodos de ROS y las diferentes bibliotecas necesarias con las que funciona el programa, asimismo, se deberá encender y conectar el robot a la computadora, como lo dice el documento en la sección de **Interfaz Gráfica de Usuario**.

1. Primero habrá que iniciar la interfaz gráfica , para que la interacción con el robot resulte más sencilla, por lo que se deberá correr en una terminal de Ubuntu los siguientes comandos:

```
cd catkin_extras/src/GUI
```

Una vez se localiza la ruta, se deberá correr el programa principal de la interfaz, el cual tiene por nombre “main.py”, y al ser un archivo python se deberá correr el siguiente comando en la terminal:

```
python3 main.py
```

De esta forma se mostrará en la pantalla principal la interfaz gráfica, con la apariencia que se había mencionado antes

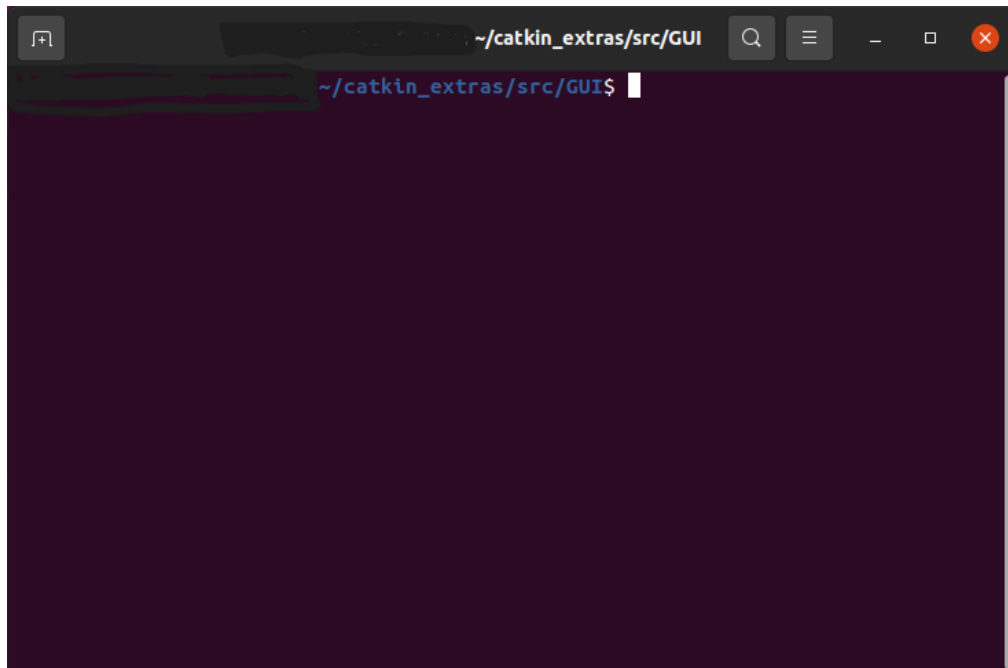


Figura 11. Terminal con la ruta anteriormente indicada.

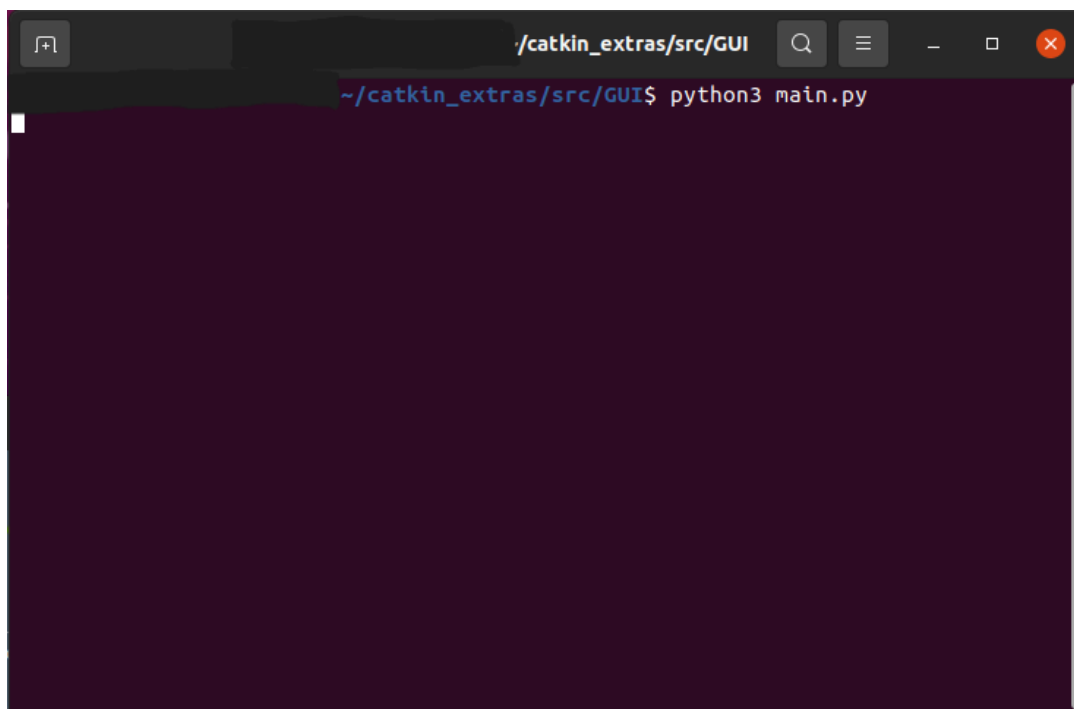


Figura 12. Terminal con el comando mencionado.

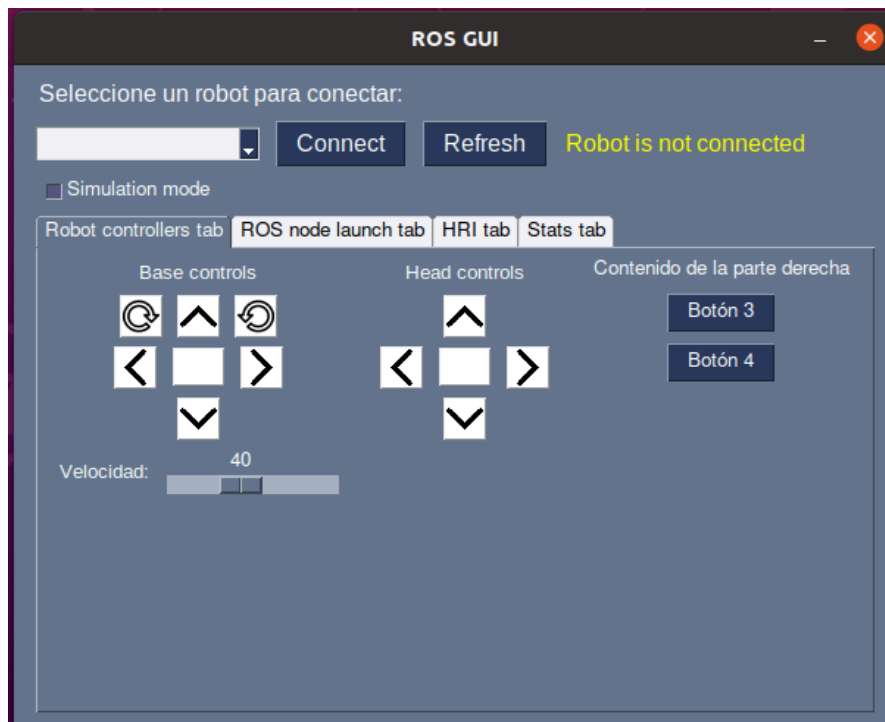


Figura 13. Vista general de la interfaz gráfica.

Se deberá tener al robot Takeshi encendido, así como también la computadora, y seguido de esto hay que establecer la conexión entre el robot y la computadora, como se mencionó en la sección de la **Interfaz Gráfica de Usuario**, con la diferencia que para realizar esta prueba, se va a trabajar con el robot real, por lo que el modo de simulación en la interfaz no se necesitará habilitar.

2. Ya con Ambos elementos encendidos (Takeshi y la computadora) y la conexión establecida, lo siguiente es levantar cada uno de los nodos necesarios para poder realizar la prueba, la descripción de cada uno se mencionó en la sección de **Interfaz Gráfica de Usuario**, así como la función de cada nodo.

En el caso del nodo de **Navigation**, se mencionó que este genera un entorno virtualizado (RViz) del lugar donde se encuentra el robot físicamente, por esta razón, inicialmente el robot debe localizarse en su posición real respecto a la que se encuentra en el entorno virtual, para esto se utiliza la herramienta “**2D pose estimate**” que se encuentra en la parte superior de la ventana del RViz.

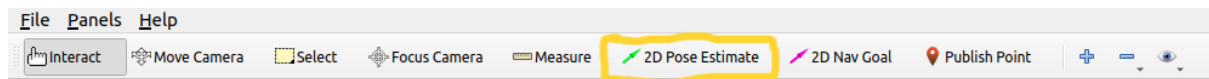


Figura 14. Función de 2D Pose Estimate.

Ya con el robot localizado, se deberán levantar los siguientes nodos, los cuales son “Object Classification”, “Moveit” y “Pickup Action”, su descripción también se mencionó en la sección de **Interfaz Gráfica de Usuario**.

3. Ya con los nodos levantados, lo siguiente será ubicar al robot Takeshi físicamente frente a la mesa donde serán colocados los objetos para su posterior reconocimiento y recolección, para esto, se deberá utilizar el control que posee el robot Takeshi.

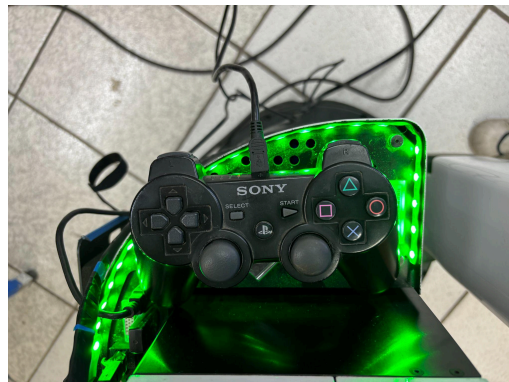


Figura 15. Control del robot.

Este control consiste básicamente en un mando de Playstation 2, el cual se utiliza para la manipulación directa de takeshi, con este se puede controlar el movimiento lineal, y también la rotación del robot.



Figura 16. Botones del control.

Nota 2: Con este control se pueden manipular otras acciones del robot, pero para fines prácticos de la prueba, solo se hará énfasis en los que se refieren al movimiento en general.

Primero, se deberá pulsar el botón L1, y deberá mantenerse pulsado, para el movimiento lineal, ya sea adelante, atrás, derecha e izquierda, combinado con el botón L1, se deberá utilizar el joystick izquierdo, hacia arriba (adelante), hacia abajo (atrás), derecha e izquierda corresponden a sus respectivas direcciones. Para el caso de querer rotar al robot, nuevamente se deberá mantener pulsado el botón L1, y combinado a este se usará el joystick derecho, si se quiere rotar al robot hacia la izquierda el joystick deberá moverse hacia esa dirección, y para la derecha se repite la misma acción, pero con la respectiva dirección (derecha).

Finalmente, cuando el robot esté localizado frente a la mesa, lo siguiente sería modificar la distancia en la que se encuentre Takeshi con respecto a la mesa, esto con el botón L1 y el joystick izquierdo, ya sea hacia arriba o hacia abajo, con el objetivo de probar la efectividad de los sensores, de manera que el robot localice la posición del objeto en la mesa.

4. Retomando el punto anterior, ya teniendo al robot localizado frente a la mesa con una distancia definida, lo siguiente sería tal cual levantar el nodo de “Pickup Action”, con el que el robot será capaz de reconocer el objeto que el usuario seleccione, introduciendo su nombre en el respectivo campo de la interfaz, la descripción también se mencionó en la sección **Interfaz Gráfica de Usuario**.

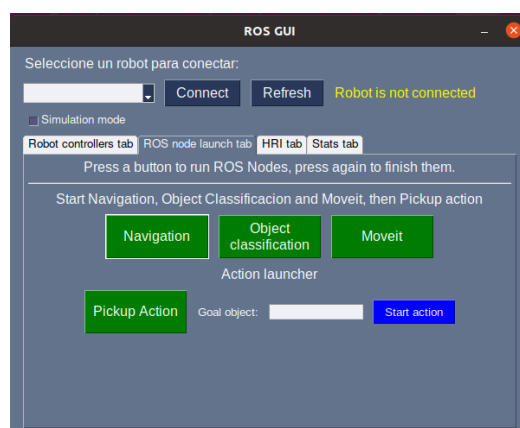


Figura 17. Sección de los nodos de ROS en la interfaz gráfica.

El usuario podrá introducir el nombre de cualquier objeto que se tenga registrado con la red neuronal “YOLO”

Para más información respecto a los nombres de los objetos se puede consultar el siguiente enlace:

<http://ycb-benchmarks.s3-website-us-east-1.amazonaws.com/>

Después que el usuario definió el objeto que quiere que Takeshi agarre, se deberá pulsar el botón “Start action”. Con ayuda de los sensores con los que cuenta Takeshi, automáticamente este, localizará el objeto definido, y una vez lo haya hecho, emitirá una alerta de que lo reconoció, en caso contrario, tendrá tres intentos antes de que falle la prueba; ya con el objeto reconocido, y notificado sobre esto, estimará la distancia a la que se encuentre de la mesa donde está situado el objeto, de manera que se mueva con la velocidad suficiente, y a la distancia correcta, evitando así que no se estrellé con la mesa. Seguido de esto, cuando ya esté cerca de la mesa, moverá su brazo hacia una primera posición relativa donde se encuentre el objeto, para posteriormente con ayuda de la cámara que tiene en el gripper, ubicar correctamente al objeto. Y finalmente con el gripper sostendrá el objeto, emitiendo así una alerta de que terminó la prueba de forma satisfactoria.

Nota 3: A pesar de seguir las instrucciones correctamente, puede presentarse cualquier eventualidad al momento de realizar la prueba, sobre todo cuando el robot se esté desplazando hacia la mesa, de manera que haya una colisión entre el robot y la mesa, o que no pueda estimar de forma correcta la distancia de su posición con respecto a la mesa, por esta razón resulta importante estar al pendiente del botón de emergencia para detener la ejecución del programa, y suspender al robot.

Registro de estadísticas (Stats tab)

Esta sección de la interfaz gráfica permite tener un control sobre las estadísticas de la prueba, de manera que se pueda observar el comportamiento del robot cuando realiza esta prueba, y así obtener información respecto a qué detalles mejorar.

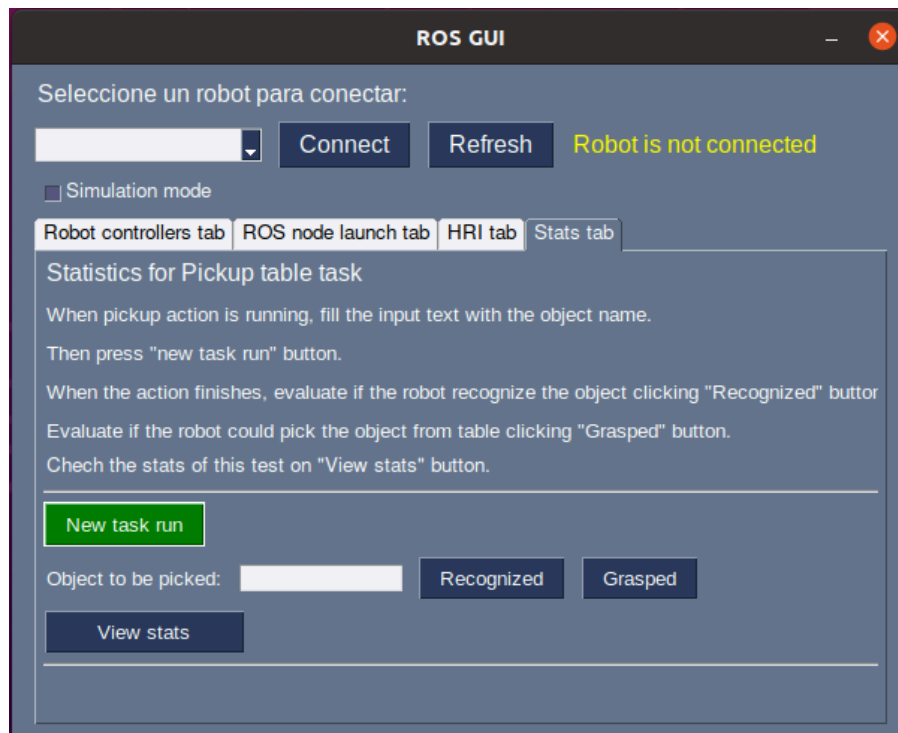


Figura 18. Sección de stats en la interfaz gráfica.

En esta ventana se encuentran descritas las instrucciones para realizar el registro. Una de las características principales de esta sección, es que se genera un archivo yaml (archivo de texto plano), donde se almacenan los datos sobre las pruebas, como cuantas veces se realizó la prueba (Run), el nombre del objeto, si Takeshi lo reconoció (Recognized) y si lo logró recoger (Grasped), y para observar los resultados se debe pulsar el botón "View stats", donde este desplegará una ventana con un gráfico con los datos respectivos de los objetos analizados.

Nota 4: Esta parte de la interfaz funciona de manera independiente a la simulación, por lo que se puede iniciar cuando no se encuentre operando al robot, sin embargo, la idea es que cuando el usuario esté realizando la prueba, registre los datos que obtenga con ayuda de esta herramienta.

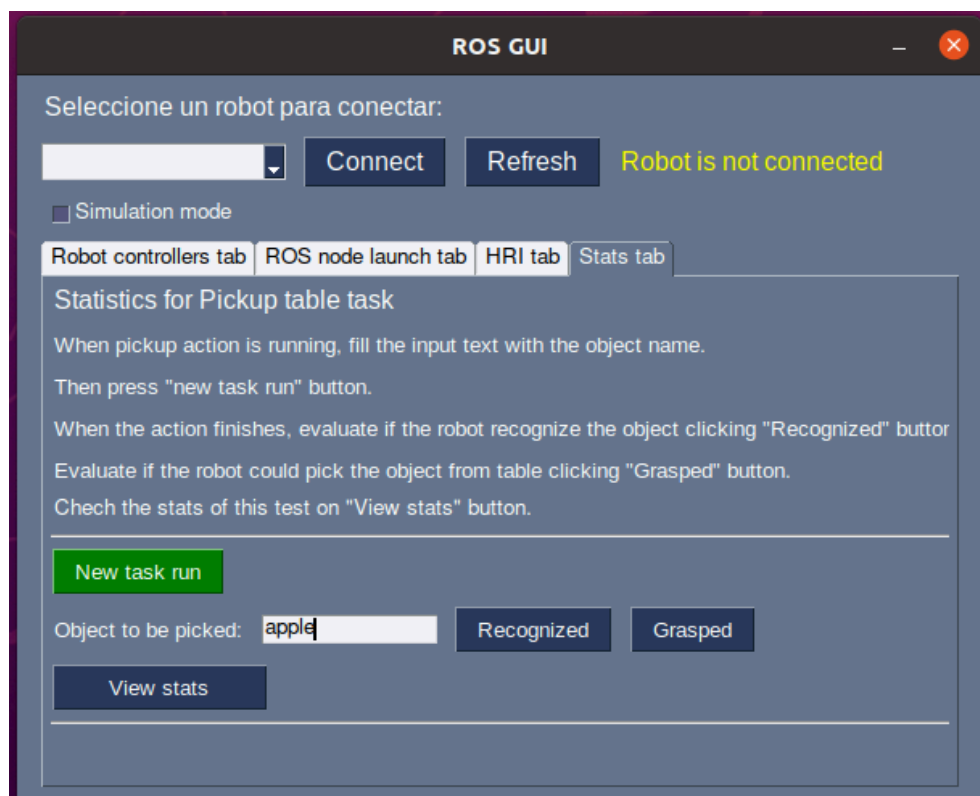


Figura 19. Ejemplo para agregar el objeto “apple” a los datos

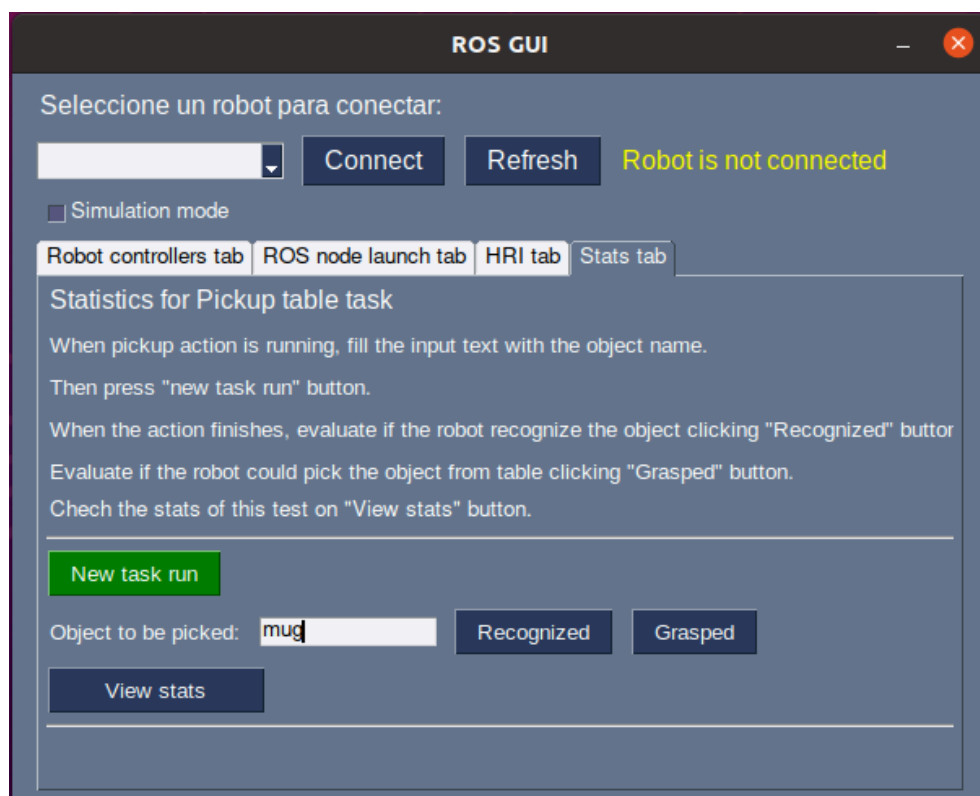


Figura 20. Ejemplo para agregar el objeto “mug” a los datos

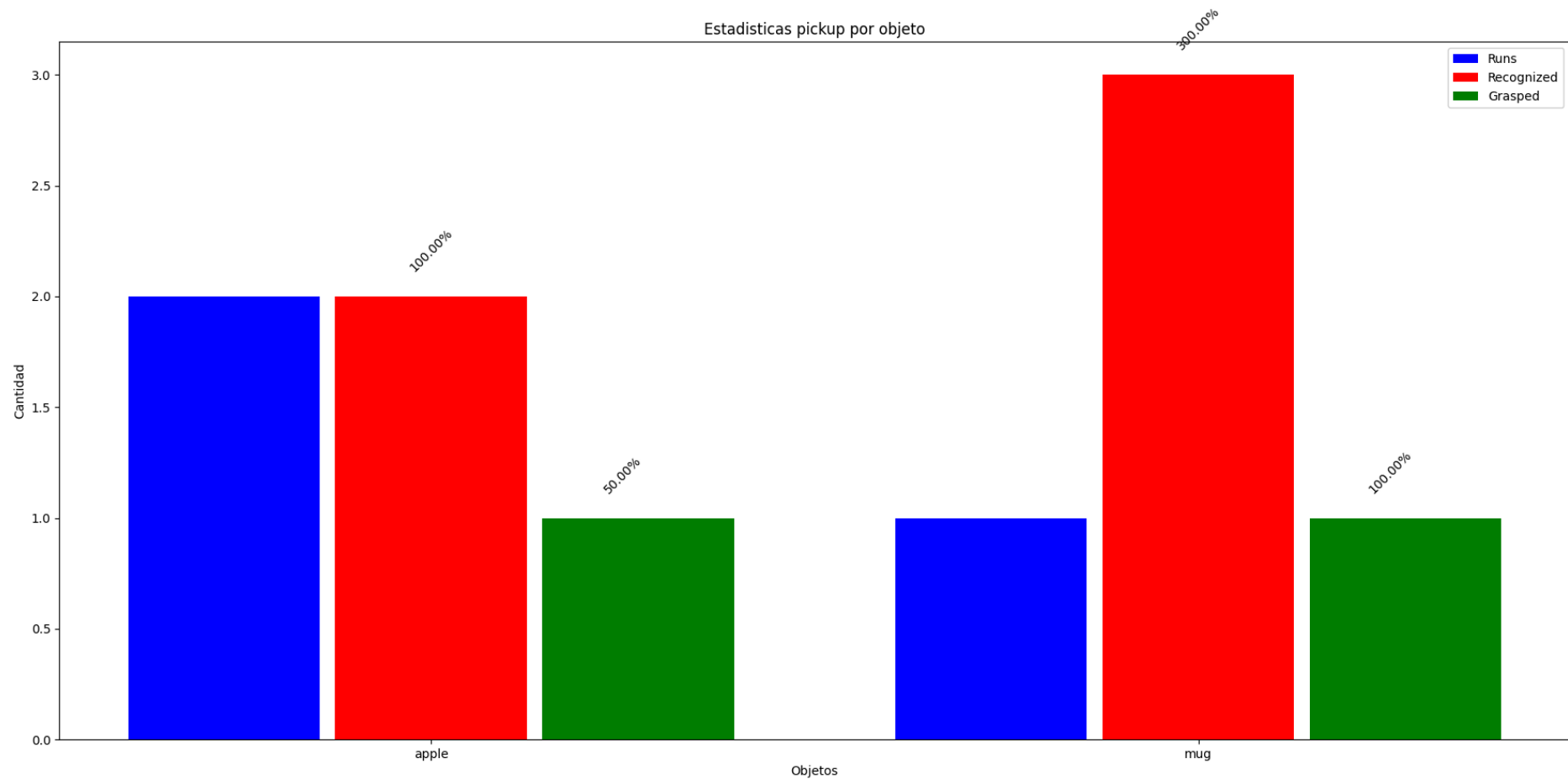


Figura 21. Ejemplo de visualización de las estadísticas para los objetos “apple” y “mug”