**Teleoperación de un robot mediante reconocimiento de gestos**

**Autor: José Carlos Penalva Maciá**

En este trabajo se ha creado un sistema de teleoperación para el TurtleBot3 utilizando la detección de gestos, con el objetivo de facilitar el control del robot de manera intuitiva. El proyecto contempla diferentes aspectos fundamentales como detección de gestos, comunicación con el robot, implementación de una cámara para la inmersión del usuario, y la creación de una interfaz gráfica de usuario para facilitar el uso del sistema.

La detección de gestos se llevó a cabo utilizando visión por computador y coordenadas de las manos detectadas. Inicialmente, se clasificaron los gestos mediante las coordenadas ‘X’ e ‘Y’ de los extremos de los dedos, lo que provocó algunas imprecisiones. Para mejorar la precisión, se desarrolló una versión avanzada que incorpora la detección de la segunda mano, permitiendo la combinación de gestos para movimientos más fluidos y naturales. Finalmente, se implementó un algoritmo basado en el cálculo del ángulo entre tres puntos para una clasificación de gestos más robusta y precisa, eliminando los errores de detección anteriores.

La integración de una cámara en el TurtleBot3 fue otro componente crucial del proyecto. Se añadió una cámara RGB (Red, Green, Blue) al modelo Burger aunque se optó por cambiarla por una cámara Kinect para captar la profundidad de los objetos detectados, lo que proporciona más información sobre el entorno y mejora la capacidad del robot para navegar y evitar obstáculos.

Para mejorar la experiencia del usuario, se diseñó una interfaz gráfica utilizando Tkinter. Esta interfaz incluye botones para iniciar y cerrar diversos procesos, como el lanzamiento de Gazebo, la visualización del árbol de transformaciones del robot, la ejecución de los códigos de detección de gestos y movimiento del TurtleBot3, y la apertura de la cámara. También permite guardar y abrir mapas generados durante el mapeo del entorno.

Se realizaron experimentos exhaustivos para validar el funcionamiento del sistema. Las pruebas de detección de gestos demostraron que el sistema es intuitivo y fácil de usar, con una alta precisión en la clasificación de gestos para la última versión creada. La inclusión de la cámara y el mapeado del entorno con el algoritmo Gmapping resultaron en una teleoperación más inmersiva y efectiva, mostrando en tiempo real lo que el robot capta y creando mapas precisos del entorno.

En cuanto a la detección de obstáculos, se implementó un sistema que utiliza el sensor láser del robot para detectar objetos y restringir el movimiento hacia ellos, mejorando la seguridad del TurtleBot3. La interfaz gráfica también se evaluó positivamente, siendo fácil de usar y funcional, permitiendo al usuario controlar todos los aspectos del sistema desde un solo lugar.

En conclusión, el proyecto ha logrado cumplir con los objetivos establecidos, proporcionando una solución completa y eficiente para la teleoperación del TurtleBot3 mediante gestos. Las tecnologías aplicadas permiten un control intuitivo y preciso del robot, con funcionalidades adicionales que mejoran la experiencia del usuario y la capacidad del robot para navegar en entornos complejos.