

Entregable E4.1

Catálogo de funciones de la Interfaz Humano-Máquina

Proyecto: SUR-ABS (2022-2025)

Referencia: PID2021-125050OA-I00

Financiación: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

1. Consola de teleoperación/supervisión inmersiva

Se ha desarrollado una consola de teleoperación/supervisión inmersiva basada en un sistema de realidad mixta (RM) para el manejo del sistema robótico, tal y como se muestra en la Figura 1.

La consola está formada por:

- **Gafas de realidad virtual**, en las que se sustituye el entorno virtual por la imagen del campo intraoperatorio en el que opera el aspirador quirúrgico. Sobre esta imagen se puede superponer información relevante durante la operación, como mensajes de alerta o del proceso, así como información del preoperatorio para dar soporte durante la intervención.
- **Controlador haptico**, que permite al asistente controlar y supervisar el aspirador en caso de emergencia. Además del movimiento propio del dispositivo, se utilizarán los pulsadores como elementos de interacción con el sistema robótico.



Figura 1. Consola de teleoperación/supervisión de realidad mixta



2. Funcionalidades de la HMI

Se han implementado las siguientes funcionalidades de la Interfaz Humano-Máquina para la supervisión del sistema robótico de aspiración autónoma:

1. Visualización en tiempo real del entorno quirúrgico, sustituyendo el entorno virtual de las gafas por la imagen proveniente de la cámara endoscópica.
2. Reproducción de vídeos o imágenes off-line, que pueden ser utilizados por el personal médico como soporte visual y apoyo formativo en el momento de la cirugía.
3. Integración de realidad aumentada, mediante la superposición de información en la imagen intraoperatoria. Se mostrará información proporcionada por el algoritmo de detección de sangre (área y centroide del sangrado), el estado del aspirador (ON/OFF) y el porcentaje de sangre aspirada.
4. Comunicación con el asistente robótico mediante el sistema operativo ROS.
5. Interacción con el sistema robótico mediante los controladores del dispositivo háptico, para activar o desactivar funciones como el aspirado, así como mediante su movimiento para permitir un guiado asistido de la herramienta en caso de ser necesario.
6. Menús interactivos integrados en la escena que permitan seleccionar el tipo de visualización deseada (imagen en tiempo real y off-line), el tipo de información aumentada que se desea visualizar, y ajuste de parámetros de configuración.

Los principales beneficios que presenta esta HMI son:

- Permite aprovechar las ventajas del uso de sistemas robóticos para el manejo de la herramienta auxiliar. En caso de cirugía robótica, esta interfaz permite disponer de una consola independiente para el manejo de un instrumento, sin necesidad de ocupar uno de los brazos del sistema robótico.
- Es una consola ligera, que permite el desplazamiento del asistente, y sencilla de manejar, lo que disminuye enormemente la curva de aprendizaje del sistema. El controlador háptico permite realizar un movimiento asistido de la herramienta, así como activar función de aspiración mediante sus elementos de control.
- El uso de un sistema de realidad mixta permite superponer información relevante para el asistente durante la intervención, como la cantidad de sangre succionada, el estado del aspirador, etc.
- Esta interfaz se puede utilizar para el guiado asistido del aspirador así como para la supervisión del sistema cuando funciona de forma autónoma. En este caso, resulta especialmente relevante el uso de realidad mixta para proporcionar al asistente información sobre la maniobra autónoma y la toma de decisiones que realiza el sistema robótico, ya que este tipo de sistemas deben estar siempre bajo la supervisión directa de personal experto.



Para comprobar el correcto funcionamiento de la interfaz, una vez implementada, se ha realizado un experimento en el que se ha simulado un sangrado en un entorno de laboratorio, y se ha procedido a su aspirado, utilizando el prototipo de aspirador robótico diseñado durante el proyecto, y comandado mediante la consola de teleoperación. En el vídeo se observa la imagen que muestran las gafas de RM al asistente. Este experimento está puesto a disposición pública en el siguiente [enlace](#).