

Monitorización de víctimas con manipuladores aéreos en operaciones de búsqueda y rescate



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Francisco J. Ruiz-Ruiz, Juan M. Gandarias, Antonio J. Muñoz-Ramírez, Alfonso J. García-Cerezo, Francisco Pastor-Martín y Jesús M. Gómez-de-Gabriel

Dto. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad de Málaga
jmgandarias@uma.es

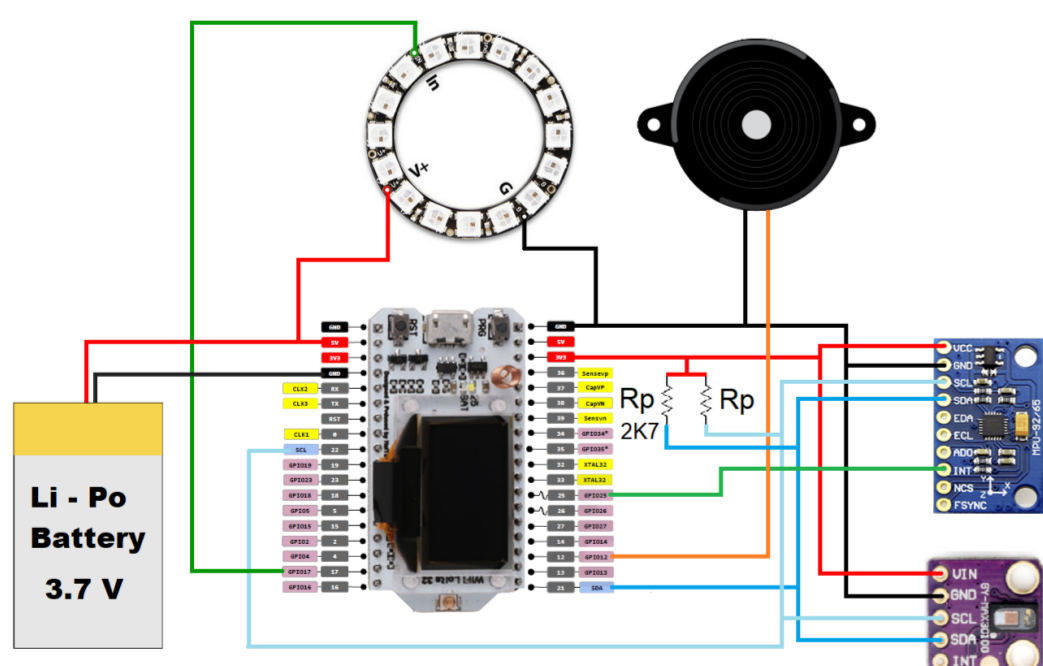
Introducción

En este trabajo se presenta el primer dispositivo de monitorización de víctimas para su colocación automática con robots manipuladores aéreos. Se trata de un sistema sensorial distribuido para la evaluación de forma continua del estado de salud de víctimas de catástrofes. El sistema recoge medidas de las constantes vitales de las víctimas, que son publicadas mediante protocolos de Internet de las Cosas (IoT) que permiten su procesamiento de forma remota. Además, posee métodos basados en aprendizaje profundo para la detección automática de la posición relativa de la muñeca del brazo de una persona con respecto al manipulador aéreo.



Diseño del Sensor Remoto

Se captura información acerca de la frecuencia cardíaca (HR), la saturación de oxígeno en sangre (SpO₂) y la presencia de movimiento empleando el pulsioxímetro MAX30102 y el módulo MPU-92/60 respectivamente.

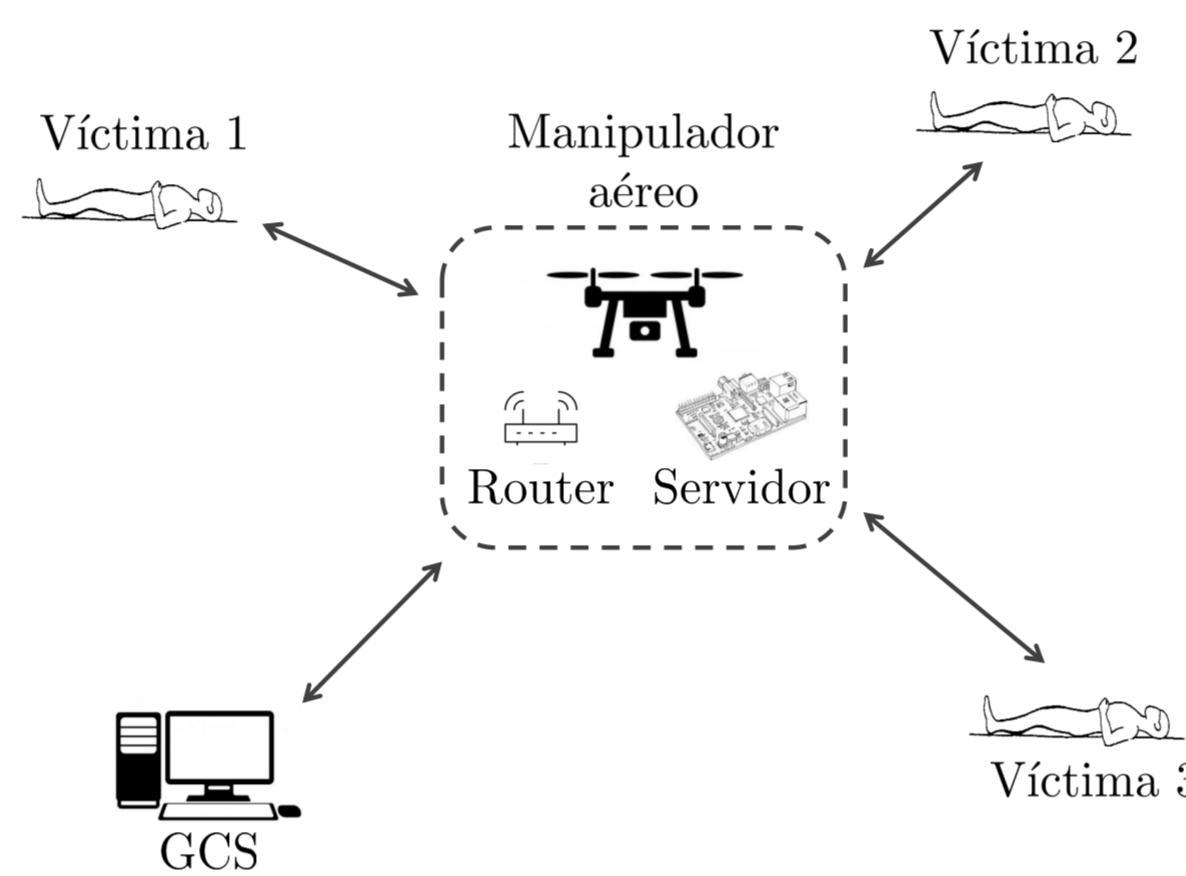


El sistema se integra en una pulsera que se acopla al brazo de la víctima automáticamente, de forma que pueda ser colocada tanto por una persona como por un robot manipulador (terrestre o aéreo).

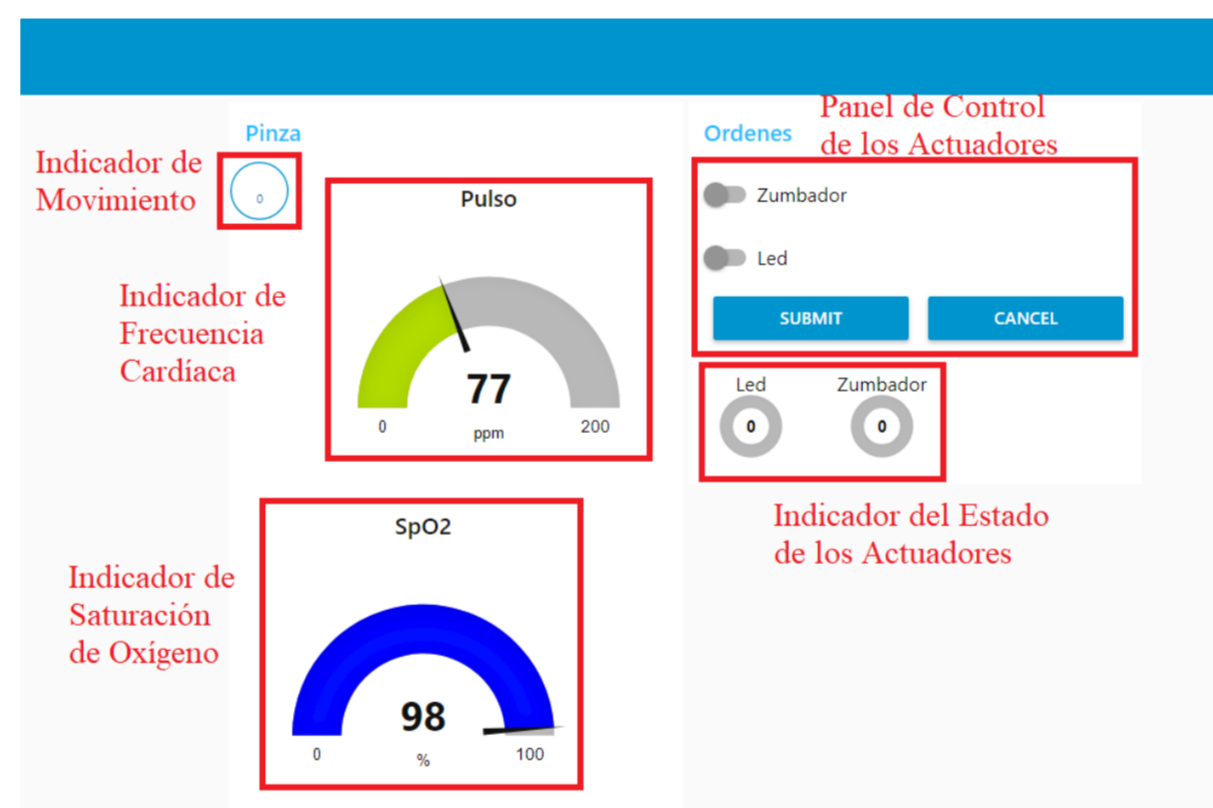
Comunicaciones

Se ha alojado un servidor programado en Node-Red en una placa Raspberry Pi 3. Ésta puede ser fácilmente transportada por un robot que debe transportar, además, un router que proporcione conexión Wi-Fi a todos los sensores que se en-

cuentren en la zona de catástrofe. Desde la estación de control en tierra (GCS - Ground Control Station), el personal de los equipos de rescate puede conectarse a la red y acceder al estado de las víctimas.



La interfaz de usuario contiene los elementos necesarios para la monitorización de las variables recogidas, así como para el control sobre los actuadores y la visualización de su estado.

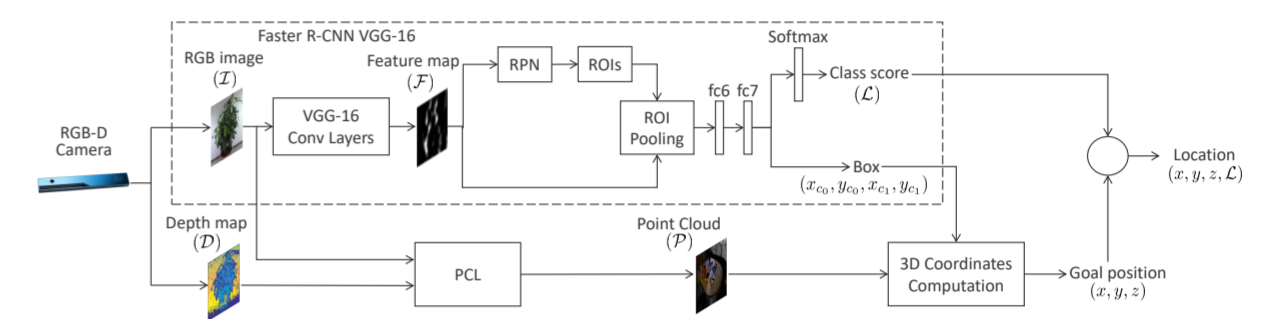


Asimismo, se ha implementado un sistema de clasificación de la urgencia de atención de las víctimas basado en cuatro niveles de prioridad.

HR	SpO ₂	Prioridad
HR < 10	SpO ₂ < 70	Negro
HR > 150	SpO ₂ < 90	Rojo
130 < HR < 150	90 < SpO ₂ < 95	Amarillo
40 < HR < 60	95 < SpO ₂	Verde

Colocación Mediante Manipulador Aéreo

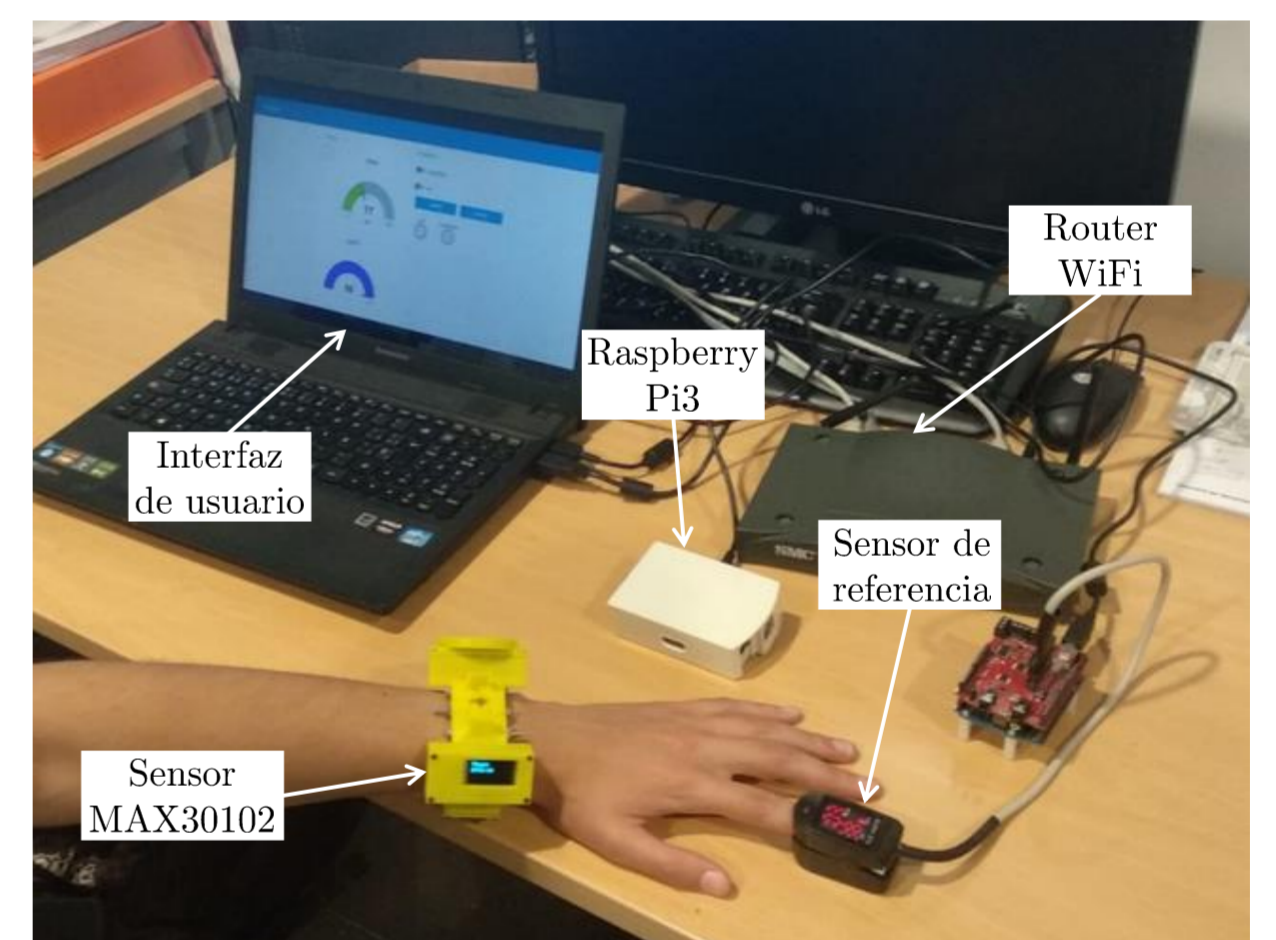
El sistema de colocación automática se basa en un manipulador acoplado a un octocóptero telexoperado. Cuando se encuentra una víctima, se fija la posición y el sistema calcula las coordenadas de la muñeca de la persona utilizando una red neuronal basada en imágenes de profundidad obtenidas mediante una cámara RGB-D. Cuando la posición objetivo se encuentra en el rango del manipulador, se inicia un movimiento rápido de colocación del sensor.



Por seguridad es conveniente separar el drone de la víctima. Para ello se usa un manipulador de tipo delta, compuesto por tres motores Dynamixel MX-64AR y estructura de fibra de carbono.

Experimentos y Resultados

Se han recogido muestras durante 30 segundos de dos sujetos sanos, empleando simultáneamente un oxímetro de pulso comercial como referencia, aprobado para uso clínico, y el sensor MAX30102.



El pulsioxímetro comercial necesita un tiempo de autocalibración antes de entregar medidas fiables, mientras que en el sistema desarrollado con el sensor MAX30102 se ha incorporado un sistema de calibración previo al experimento. Se puede apreciar que el MAX30102 presenta un error de offset que disminuye conforme la medida del sensor de referencia alcanza su valor de establecimiento. En las curvas de SpO₂ se pueden apreciar algunos picos debidos al sistema de adquisición de datos utilizado. Para tal fin se ha empleado la *shield e-health* de arduino, que dispone de sus propias librerías para la toma de datos.

