

Resumen

En el presente trabajo de investigación se desarrolló un sistema de localización para un dron subacuático mediante el diseño e implementación de un arreglo lineal de hidrófonos, el cual permitió captar las señales acústicas generadas por los motores del vehículo en diferentes trayectorias.

Para la recolección de dichas señales se consideraron dos escenarios, una piscina a la cual se le denominará "medio controlado" y un lago el cual será el "medio no controlado", posicionando al vehículo subacuático mediante el método del ángulo de arribo hacia el arreglo de hidrófonos. Posteriormente, se realizó el análisis de dicha información mediante la aplicación de un filtro pasabanda garantizando así que las señales se encuentren en el rango de frecuencias requeridas para la investigación, obteniendo una base de datos para finalmente analizarlas con los algoritmos de beamforming y el entrenamiento de modelos de machine learning los cuales fueron programados en el ambiente de Matlab.

En cuanto al análisis de beamforming se utilizaron los algoritmos Music y Espirit donde de acuerdo con los resultados obtenidos se alcanzó un alto error cuadrático medio, evidenciando así que este tipo de técnicas no son eficientes para detectar la posición del dron en ninguno de los medios establecidos para la presente investigación. Por otro lado, para machine learning se analizaron los modelos tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia, llegando a determinar que en este último caso se presentan resultados eficientes y con bajo costo computacional.

Finalmente se realizó la comparación de las diferentes técnicas utilizadas concluyendo que machine learning con el uso de los Modelos de Redes Neuronales posee un rendimiento óptimo y efectivo en la detección del dron en los dos escenarios propuestos.

Palabras claves: dron subacuático, beamforming, machine learning, error cuadrático medio, sistema de localización.

Abstract

In this research work, a localization system for an underwater drone was developed through the design and implementation of a linear array of hydrophones, which allowed to capture the acoustic signals generated by the vehicle's engines in different trajectories.

For the collection of these signals two scenarios were considered, a pool which will be called "controlled environment" and a lake which will be the "uncontrolled environment", positioning the underwater vehicle by the method of the angle of arrival to the hydrophone array. Afterwards, the analysis of this information was performed by applying a band-pass filter to ensure that the signals are in the frequency range required for the research, obtaining a database to finally analyze them with beamforming algorithms and training machine learning models which were programmed in the Matlab environment.

Regarding the beamforming analysis, MUSIC and ESPRIT algorithms were used, where according to the results obtained, a high mean square error was reached, showing that this type of techniques is not efficient to detect the position of the drone in any of the environments established for this research. On the other hand, for machine learning, the models were analyzed both in the time and frequency domains, and it was determined that in the latter case the results were efficient and with low computational cost.

Finally, a comparison of the different techniques used was carried out, concluding that machine learning with the use of Neural Network Models has an optimal and effective performance in the detection of the drone in the two proposed scenarios.

Keywords: underwater drone, beamforming, machine learning, mean squared error, localization system.