

CARACTERIZACIÓN DE POSICIONAMIENTO EN EL MEDIO MARINO MEDIANTE MÉTODOS ACÚSTICOS

Ivan Masmitija, Albert Garcia-Benadí, Spártacus Gomariz, Joaquín Del Río

Grupo de Investigación SARTI, Departamento de electrónica, Universitat Politècnica de Catalunya
 Rambla Exposició, 24. 08800 Vilanova i la Geltrú, Barcelona

RESUMEN

El objetivo es la inclusión de la incertidumbre en el cálculo de posicionamiento en el medio marino mediante el uso de dispositivos acústicos. En este caso tenemos un equipo que se mueve por la superficie y emite una señal acústica, que recibe el equipo en el fondo marino, que al recibir esta señal emite otra señal. El balance de incertidumbres en el proceso, así como el uso estadístico, incluyendo la incertidumbre, permite determinar la posición del equipo en el fondo del mar con su estimación de incertidumbre.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se realizan un gran número de investigaciones en el fondo marino mediante diferentes tipos de dispositivos, pudiendo ser equipos móviles como vehículos o boyas a la deriva, que realizan trayectorias y adquieren datos, equipos estáticos anclados al fondo o combinaciones de ambos formando redes de sensores submarinos. El posicionamiento de estos equipos es un punto relevante, tanto para la cualidad de los datos recogidos, como debido a la dificultad y coste de las maniobras de recuperación de estos equipos. Por ello un buen posicionamiento inicial permite ahorrar costes y tiempo de personal y maquinaria, mejorando al mismo tiempo la información obtenida.

DESARROLLO

Primero determinaremos las fuentes de incertidumbre involucradas en este proceso, en la figura 1 se detalla la vista en perfil y cenital de los equipos:

Partimos de la Ecuación 1 para determinar la distancia entre el EMISOR y el BLANCO. Donde t_{TOF} es el intervalo de tiempo entre la emisión y la recepción por parte del emisor. t_{BLANCO} es el intervalo de tiempo que tarda el BLANCO entre la recepción y la emisión, y c es la velocidad del sonido en el medio.

$$r = \frac{c}{2} \cdot (t_{TOF} - t_{BLANCO}) \quad \text{Ecuación 1}$$

De la ecuación 1 y siguiendo los criterios de la GUM [1] realizamos el cálculo de la incertidumbre de la distancia, que la podemos sintetizar en la Ecuación 2.

$$u(r) = \sqrt{\left(\frac{t_{TOF} - t_{BLANCO}}{2}\right)^2 \cdot u^2(c) + \left(\frac{c}{2}\right)^2 \cdot u^2(t_{TOF}) + \left(\frac{c}{2}\right)^2 \cdot u^2(t_{BLANCO})} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde cada término de la ecuación 2 lleva asociados diversas variables para fuentes de incertidumbres diferentes, que se detallan:
 $u(c)$ depende del medio, por ello posee una dependencia con la temperatura, salinidad, profundidad y los rebotes en la propagación.
 $u(t_{TOF})$ depende del efecto Doppler, ya que el emisor se mueve, de la señal de GPS para su ubicación y la resolución temporal del equipo
 $u(t_{BLANCO})$ depende únicamente del equipo.

En este trabajo no se aborda el cálculo de los términos de la incertidumbre solamente se presenta una metodología para su cálculo.

Destacar que no hemos tenido en consideración el término de la relación señal/ruido ya que este término no induce error en la medida, si no que simplemente es la capacidad de detección de la señal. Aunque se tiene en cuenta para la realización de simulaciones como un mero pasa/no pasa.

De la ecuación 1 y siguiendo los criterios de la GUM realizamos el cálculo para las fuentes de incertidumbre, obteniendo la tabla 1. También usamos la aproximación del medio marino según [2]

Variable	Unidad	Incertidumbre	Distribución de probabilidad	Divisor	Coefficiente de Sensibilidad	Contribución a la incertidumbre combinada	Varianza
x_i					c_i	$u(x_i)$ m	$u^2(x_i)$ m
c^*	m/s	10	Rectangular	$\sqrt{3}$	$\frac{t_{TOF} - t_{BLANCO}}{2}$	0,43	0,18
t_{TOF}	s	$7 \cdot 10^{-3}$	Rectangular	$\sqrt{3}$	$\frac{c}{2}$	$4,04 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
t_{BLANCO}	s	10^{-3}	Rectangular	$\sqrt{3}$	$\frac{c}{2}$	0,43	0,185
Incertidumbre Combinada (m)							0,61
Incertidumbre Expandida (m) con $k=2,00$							1,22

Una vez conocemos el valor de la incertidumbre de la distancia $u(r)$, podemos calcular los valores de la posición del blanco (x_b, y_b, z_b) mediante la estimación de mínimos cuadrados. Dado que nuestro emisor se mueve en una zona tenemos un número elevado de recepciones en varias posiciones, tal como se indica en la Ecuación 3, teniendo en cuenta que $z_b=0$ ya que nos encontramos en la superficie del mar y que x_o e y_o no tienen incertidumbre, ya que la hemos incluido en el cálculo de la distancia r .

$$r = \sqrt{(x_e - x_b)^2 + (y_e - y_b)^2 + (z_b)^2} \quad \text{Ecuación 3 (para cada uno de los puntos)}$$

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una metodología para el posicionamiento, y el cálculo de su incertidumbre, de un equipo marino estático en el lecho marino mediante la emisión en superficie de pulsos sonoros. En simulación, se ha obtenido una incertidumbre de 1,22 m para el posicionamiento de un blanco situado a 100 m de profundidad.

Para el mes de Junio de 2017 está previsto un test en un entorno de aguas someras, mediante el uso del laboratorio submarino permanente OBSEA [3] para validar experimentalmente esta metodología.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto NeXOS de la Unión Europea dentro del séptimo programa marco para la investigación, desarrollo tecnológico y demostración bajo el tratado No 614102, el Ministerio de Economía y Competitividad del estado Español con el contrato CGL2013-42557-R (Interoperabilidad e instrumentación de plataformas autónomas marinas para la monitorización sísmica, INTMARSIS) y CTM2015-68804-REDT (Instrumentation and Applied Technology for the Study, Characterization and Sustainable Exploration of Marine Environment, MarInTech).

REFERENCIAS

- [1] Guía GUM
- [2] X. Lurton, An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010
- [3] Jacopo Aguzzi, Antoni Mánuel, Fernando Condal, Jorge Guillén, Marc Noguera, Joaquín Del Río, Corrado Costa, Paolo Menesatti, Pere Puig, Francesc Sardà, Daniel Toma, Albert Palanques. The new Seafloor Observatory (OBSEA) for remote and long-term coastal ecosystem monitoring. Sensors vol. 11, Issue 6, 2011

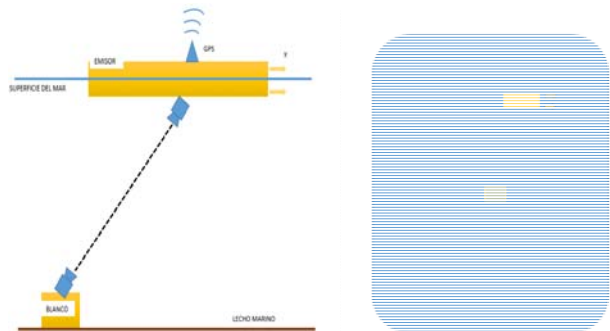


Figura 1. Esquema cenital(derecha) y del perfil (izquierda)