

Barco Mako II: Sistema de Control de Rumbo

Nicola Palavecino, Rodrigo Iñaki Iribarren, Juan Agustín Gremes Cordero, Lucas Seeber, Santiago Herrero.

El *Barco Mako II* es un sistema de navegación con control de dirección. Aplicando técnicas de control, *Mako II* estabilizará su ángulo de proa con respecto al norte, como se indica usualmente en el ámbito náutico. Además, este ángulo puede ser fijado desde una aplicación de smartphone por conectividad Bluetooth.

Introducción

Cuando se trata el problema del control de rumbo en el ambiente náutico deportivo, éste es tratado manualmente al tener como herramienta una brújula. La falta de atención en el rumbo puede llevar a desviaciones en la ruta planeada. El error humano entra en juego cuando la navegación es de larga duración.

Objetivos

Para resolver este problema se propuso un control automático del rumbo de un barco en un modelo con dimensiones reducidas. El objetivo es tener una respuesta a lazo cerrado con poco sobrepico.

Materiales

Para la construcción del modelo se utilizó una carcasa Playmobile® 3539, motores de corriente continua de 16V con hélices de 2cm de diámetro y encapsulados de acrílico moldeados domésticamente para proteger a los motores del agua. Las placas electrónicas utilizadas fueron diseñadas y hechas en el ITBA y la placa de desarrollo utilizada para el procesamiento fue la FRDM-K64F, de la empresa Freescale.

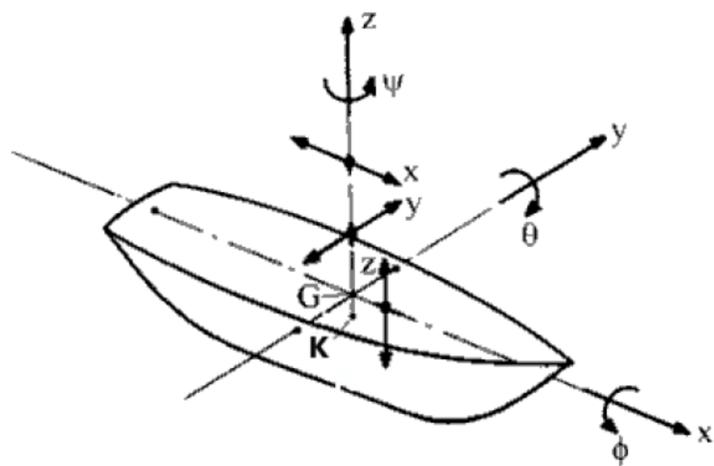


Figura 1: Sistema de referencia del barco

Métodos

Con mediciones obtenidas de un acelerómetro y magnetómetro incluidos en la placa de desarrollo K64F, se calcula el ángulo de proa respecto del norte magnético. Para obtener mediciones adecuadas, se compensan los efectos de campos magnéticos permanentes y de la inclinación del barco por medio de la siguiente ecuación:

$$\tan(\psi) = \left(\frac{-B_{fy}}{B_{fx}} \right) = \left(\frac{(B_{pz} - V_z) \sin \phi - (B_{py} - V_y) \cos \phi}{(B_{px} - V_x) \cos \theta + (B_{py} - V_y) \sin \theta \sin \phi + (B_{pz} - V_z) \sin \theta \cos \phi} \right) \quad \text{Ecuación (1)}$$

El sistema de referencia utilizado es el que se enseña en la Figura 1.

Para la comunicación entre el barco y el celular, se definió el protocolo de la Tabla 1. Se implementó una máquina de estados por medio de la cual el microprocesador del barco interpreta las distintas instrucciones.

| Nombre de Byte | Función | ASCII |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|-------|
| Analógico | Header de los datos del control analógico | A |
| Rumbo | Header de los datos de rumbo | R |
| Datos | Header sin datos seguidos para requerir brújula y velocidad al barco | D |
| Datos Enviados | Header seguido de la brújula y la velocidad del barco | S |
| Rumbo 1 | Header de repetición 1 | 1 |
| Rumbo 2 | Header de repetición 2 | 2 |
| Analógico 1 | Header de repetición 1 | 3 |
| Analógico 2 | Header de repetición 2 | 4 |
| Acknowledge | Respuesta que llegó correctamente | K |
| Not Acknowledge | Respuesta que no llegó correctamente | N |

Tabla 1: Comandos del protocolo de comunicación

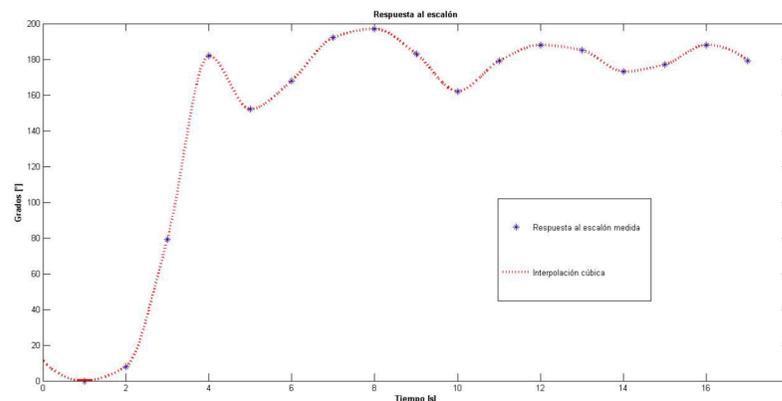


Figura 2: Respuesta al escalón medida

Conclusiones

Siendo el objetivo una meta no numérica se puede manifestar que éste fue alcanzado, aprendiendo en el camino sobre la manera de sensar una magnitud, modelar un sistema y controlar una planta inestable.

Referencias / Bibliografía

- [1] T. Ozyagcilar, "Implementing a Tilt-Compensated eCompass using Accelerometer and Magnetometer Sensors", Application Note, Freescale Semiconductor, Document Number: AN4248.
- [2] T. Ozyagcilar, "Calibrating an eCompass in the Presence of Hard- and Soft-Iron Interference", Application Note, Freescale Semiconductor, Document Number: AN4246.

Agradecimientos

Agradecemos al ITBA por darnos la posibilidad y el marco para poder realizar un trabajo de estas características, al Dr. Ing. Miguel Aguirre y sus colaboradores por generar el espacio de la feria para poder mostrar nuestras vocaciones a la comunidad. También agradecemos a los Profesores Daniel Jacoby y Víctor Nasini por darnos el apoyo en las etapas más tempranas del proyecto.