



Tratando de orientarnos...

A continuación, se presentan 4 conjuntos de datos experimentales obtenidos del sensor BNO055 el mismo se trata de una IMU de 9 DOF. Esta incorpora un acelerómetro, un giróscopo, un magnetómetro y tiene la posibilidad de realizar la fusión de estos datos en hardware para recuperar una orientación absoluta referida al norte magnético y a la gravedad terrestre. (ver hoja de datos para más información)

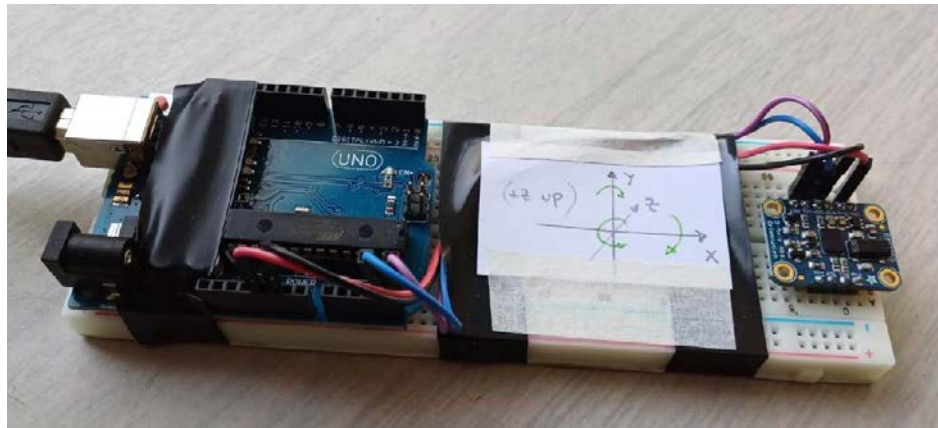
El objetivo de esta práctica es retomar las ideas de navegación integrada (puramente determinística) y tratar de estimar la orientación del sensor a partir de sus mediciones.

De los experimentos:

Los experimentos se presentan en 4 archivos de extensión .csv donde se encuentran los datos experimentales junto a una referencia temporal. Cada uno de los experimentos presenta condiciones distintas de movimientos:

- EX01, EX02, EX03 tienen misma posición inicial: orientación eje X 330 grados del norte magnético (aprox), Z arriba, plano XY horizontal respecto del suelo.
- EX01: presenta solo giro solo en YAW (alrededor del eje Z) manteniendo el plano horizontal, inicialmente se mantiene orientación por 20 segundos, luego se gira a -90° manteniendo por algunos segundos, se vuelve a 0° , luego se gira a 90° , y finalmente se vuelve a la orientación inicial.
- EX02: presenta solo giro en YAW manteniendo plano horizontal, inicialmente se mantiene orientación por algunos segundos, luego se gira un poco más de 180° , y luego se vuelve a orientación original.
- EX03: presenta giros varios en 3 ejes coordenados, se inicia y termina en la misma orientación.
- EX04: presenta posición inicial con eje X alineado a norte magnético (aprox), se mantiene posición por unos segundos, luego se realizan giros varios en distintos ejes y finalmente se vuelve a orientación original.

A continuación, se presenta una imagen del setup experimental utilizado para la toma de muestras, así como la asignación de ejes utilizada. El mismo se compone del sensor BNO055 (modo de funcionamiento NDOF) conectado mediante I2C a una placa Arduino Uno que sirve de puente para recuperar la información por un puerto virtual en una PC. Como detalle se experimental se comenta que los experimentos se realizaron a la suficiente distancia de la computadora conectada y campos magnéticos artificiales que pudieran modificar las lecturas del sensor, así mismo las lecturas fueron realizadas en la ciudad de Berisso, Provincia de Buenos Aires, Argentina (Latitud $34^\circ 52' 0''$ S, Longitud $57^\circ 52' 60''$ W).



Manos a la obra...

1) Visualizar datos experimentales. Visualice las velocidades angulares para cada experimento (la primera va libre...)

La primera tarea por realizar consiste en visualizar los datos experimentales puros, los mismo se recuperan de los archivos antes indicados, y de ahí en más depende de cómo deseemos trabajarlos en nuestro código. Se presenta un código de ejemplo adjunto en una notebook python que puede servirle para recuperar y visualizar los datos de velocidad angular.

2) (Ejercicio a entregar) A partir de los datos experimentales de velocidad angular estime la orientación del sensor durante el experimento.

Aquí puede comenzar el análisis suponiendo que la orientación inicial es $[0,0,0]$, luego debería integrar de alguna forma el movimiento registrado por el sensor. Luego debe elegir un elemento matemático conveniente para representar la pose, ¿cuál utilizaría? -dato vea rotaciones en EX03 Y EX04. Finalmente, con nuestra selección realizada dos opciones (use la que encuentre más cómoda):

1. **Opción larga:** Construir cada rotación en cada eje ($\omega_i * \Delta t$), y luego combinarlas con algún orden (roll-pitch-yaw), para posteriormente utilizar esta expresión de pose en la integración de orientación.
2. **Opción corta:** Construir cada rotación a partir del vector de velocidades angulares y el paso de tiempo, usando algún constructor conveniente de la librería.

3) ¿Podría mejorar la estimación anterior a partir de desafectar el bias de los giróscopos?

Ver que de EX01 tenemos 20 segundos de datos donde el sensor permanece quieto, ¿la salida de los giróscopos es cero?, ¿A qué se deben estos valores?

4) Suponiendo que no conoce la orientación inicial de cada experimento, estime la orientación inicial de los mismos respecto del norte geográfico y el "plano de tierra".

Para esta tarea deberá buscar elementos de referencia que se encuentren en el marco inercial (marco mundo) y ver como los mismos se mapean al marco del robot, a partir de esto podrá despejar los ángulos de rotación del marco del sensor al marco mundo.



Le recomendamos iniciar por estimar los ángulos de pitch y yaw, utilizando las lecturas del acelerómetro. Al utilizar los datos del acelerómetro hay algo que le llame la atención respecto a los valores observados? La siguiente referencia puede darle algún dato interesante: [Link misterioso](#)

Conociendo los ángulos de pitch y yaw, podría intentar obtener el ángulo de yaw utilizando información del magnetómetro, para esto puede que le sea útil las siguientes referencias:

www.magnetic-declination.com

[NOAA](#)

Nota: Puede utilizar los datos de estimación por hardware de la IMU como datos de "valor verdadero", tenga en cuenta que la orientación se toma respecto del norte magnético alineado con el eje Y de la misma, y el sentido de giro positivo se toma en sentido horario (al igual que en las brújulas reales). Tome en cuenta que los cálculos que realice dependen del valor de campo magnético que detecte el sensor (el cual no tiene ninguna corrección) por tanto espere que presente un error aproximado de $\pm 10^\circ$, respecto de los valores informados en la descripción de los experimentos.

5) ¿Como podría incorporar esta nueva información de orientación a los cálculos realizados en los puntos 2) o 3) queden referidos al norte geográfico y al "plano de tierra"?

Piense que orientación inicial tomo en los cálculos anteriores y como incorporar la información obtenida en el punto 4).