

Informe de Laboratorio 2: Adquisición de datos IMU

Guillermo Alejandro Cano R., Alejandro Diaz B.
 Universidad Nacional de Colombia
 Departamento de Ingeniería Mecatrónica
 Bogotá. D.C.
 guacanoro@unal.edu.co, aldiazbe@unal.edu.co

Resumen—En este laboratorio se busca introducir a los estudiantes a la adquisición de datos y el acondicionamiento de estos para poder usarlos posteriormente. Para esto se hizo uso de la IMU (Unidad de medición inercial) de los celulares, conectados a la aplicación Edge Impulse para tomar datos de movimiento y posteriormente filtrarlos usando MatLab. De esta manera se pudo observar cómo al filtrarlos los datos son coherentes pero no llegan a ser exactos, por lo cual se hace un análisis de las causas de la inexactitud y de las medidas que se pueden tomar para evitarla.

I. PROCEDIMIENTO

La práctica fue estipulada para realizar la toma de datos en la plazoleta del edificio CyT con ayuda del grupo KartUN. Se conectó el celular a la plataforma de Edge Impulse y se tomaron datos mientras se conducía un Kart a través de la pista elaborada. Sin embargo, los datos del equipo se corrompieron, por lo que fue necesario tomarlos de otra manera.

Se realizó el mismo procedimiento, pero asegurándose de que la plataforma estuviera correctamente conectada y los datos fueran coherentes, y se empezó la toma de datos caminando en una zona delimitada por árboles detrás de Patios de Ingeniería. Una vez se comprobó que los datos fueron tomados exitosamente fueron subidos a MatLab.

A partir de código y con ayuda de Claude.ai para preguntas básicas sobre cómo se debe acceder a los datos de un archivo .json y sobre qué factores tener en cuenta para diseñar un filtro digital, así como preguntas cortas de comandos y su implementación, se realizó el código para ajustar los datos adquiridos.

Inicialmente, se extrajeron los valores de las velocidades en los ejes X,Y y Z, donde se determinó que X y Y era los datos correspondientes al plano horizontal, y Z al eje vertical. Se hicieron gráficas de las aceleraciones, y para evitar influencia de la gravedad en la medida de los posible, se centraron las señales restando su media.

Se decidió que el filtro más óptimo para el procedimiento sería un filtro digital FIR para evitar desfases en los datos y dado que no se requería mucha capacidad computacional fue ideal para la implementación. Se probaron diferentes

frecuencias de corte y órdenes del filtro, y al tantear con estos y notar que los tiempos de filtrado eran bastante rápidos y se obtenían señales más "limpias", se optó por una frecuencia de corte de aproximadamente 1Hz y un orden de 200.

También se graficó el FFT de los datos filtrados y sin filtrar y se notó que la zona correspondiente a la parte filtrada generalmente era donde se hallaban la mayor cantidad de datos.

Por último, se graficaron la velocidad y la posición en un plano X-Y sacando la integral de los datos con la función 'cumtrapz' y centrándola al restarle su media.

II. RESULTADOS OBTENIDOS

Inicialmente obtenemos los datos de las aceleraciones, en estos vemos cómo los datos de Z están considerablemente más arriba que los otros dos. Se asume que eso es a causa de la gravedad, por lo que Z es el eje vertical:

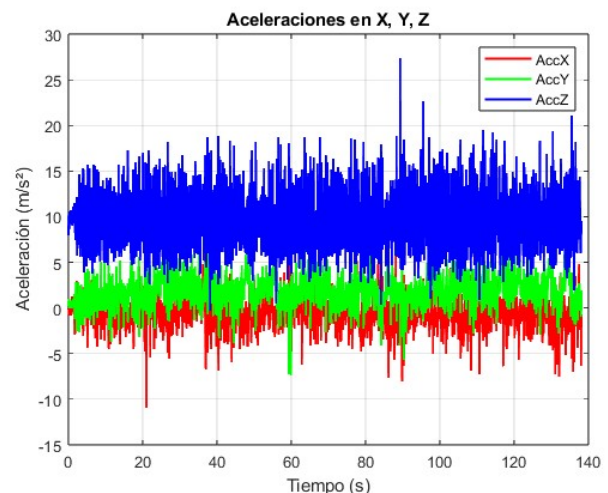


Figura 1: Enter Caption

Se centran todas las gráficas en 0 y se obtiene:

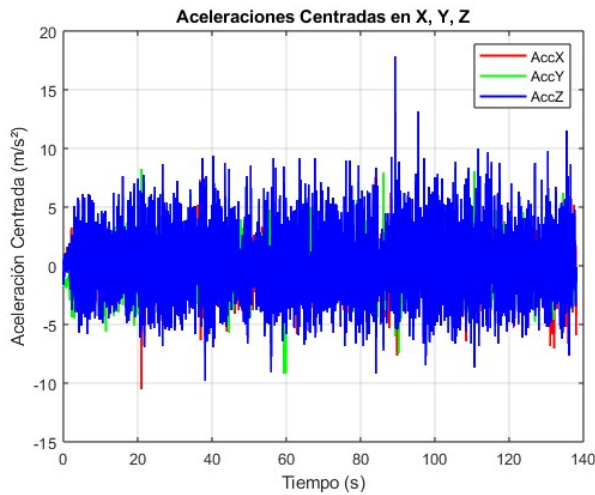


Figura 2: Enter Caption

Al aplicar el filtro anteriormente mencionado se puede ver cómo el filtro se reduce considerablemente, esto se debe a que se usó un pasa bajos asumiendo que las frecuencias altas son ruido en los datos:

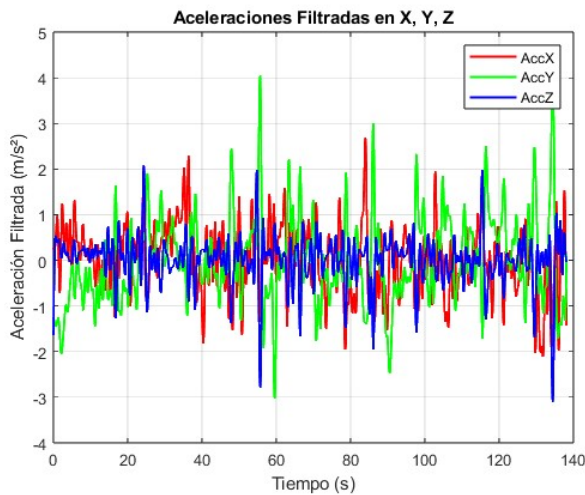


Figura 3: Enter Caption

En las gráficas de FFT, se puede ver cómo una gran cantidad de datos se pierde, sin embargo la mayoría de datos relevantes se hayan en el área filtrada, por lo que se esperaría que los resultados no cambien mucho aparte de tener curvas más limpias:

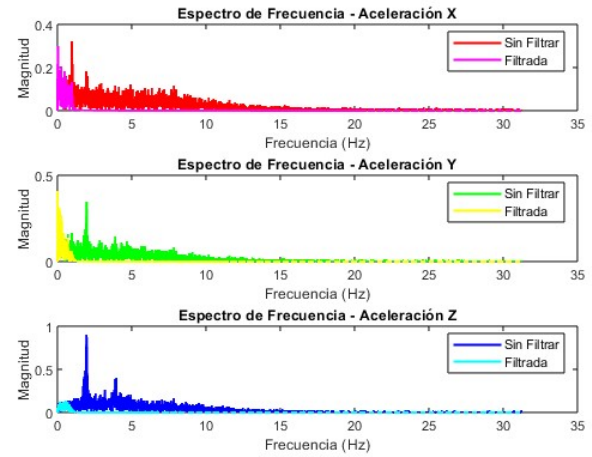


Figura 4: Enter Caption

Al obtener los datos de la velocidad se ve que estos aún presentan un poco de ruido y no son completamente representativos de la realidad. Sin embargo, tienen sentido, ya que, por ejemplo, el eje Z mantiene valores cercanos a 0 que oscilan en este punto, lo que tiene relación a los pasos dados mientras se caminaba en la trayectoria:

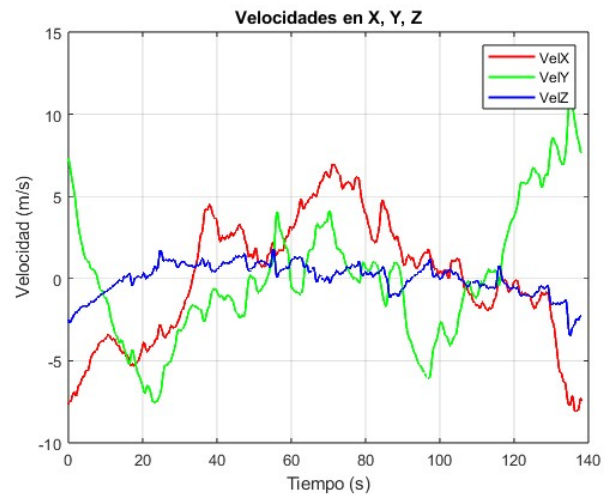


Figura 5: Enter Caption

Finalmente, al graficar la trayectoria podemos ver que los datos concuerdan con lo que representan, ya que muestran una curva cerrada de una forma similar a la hecha en la vida real. El equipo notó distorsiones en la trayectoria, pues esta debería ser un poco más pequeña que los aproximadamente 36000 metros cuadrados que dice encapsular. Además el trayecto no fue exactamente el mismo, pues se exageran más las curvas:

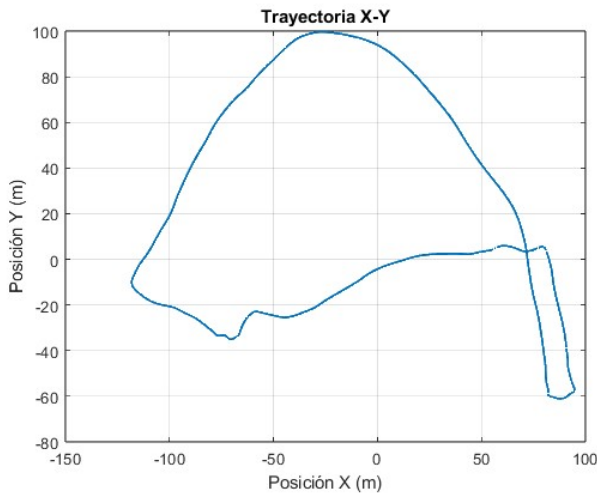


Figura 6: Enter Caption

III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al analizar los resultados obtenidos durante el proceso de adquisición y filtrado de datos, se observa que el uso de la plataforma Edge Impulse para la recolección de datos a través de la IMU del celular proporcionó información valiosa sobre las aceleraciones en los ejes X, Y y Z. Sin embargo, los datos de aceleración en el eje Z, que representaban la aceleración vertical, fueron inicialmente mucho más altos que en los ejes horizontales, lo cual se atribuye a la influencia de la gravedad. Al centrar las señales restando su media, conseguimos mejorar la visibilidad de las variaciones debidas a los movimientos horizontales, pero la presencia de ruido sigue siendo evidente.

El filtro digital FIR aplicado a los datos de aceleración ayudó a reducir de manera significativa las altas frecuencias, las cuales probablemente corresponden a ruido, lo que permitió obtener señales más limpias y coherentes. Sin embargo, al aplicar este filtro, también se observa que parte de la información valiosa se perdió, especialmente en las frecuencias más altas. Esto es algo esperado, ya que el filtro está diseñado para suprimir las señales fuera de un rango específico, lo que puede alterar los detalles finos de los datos. La elección de una frecuencia de corte de 1Hz y un orden de 200 fue adecuada, ya que permitió mantener la esencia de los datos y al mismo tiempo reducir el ruido sin causar un desfase considerable.

En el análisis del FFT, se evidenció que la mayoría de los datos relevantes se encuentran dentro del rango filtrado, lo que confirma que el filtro pasó la mayor parte de la información importante y eliminó el ruido de alta frecuencia. Sin embargo, la eliminación de ciertas frecuencias podría haber generado una pequeña pérdida de precisión, particularmente en la parte final de la señal. A pesar de esto, los resultados obtenidos después de la filtración fueron lo suficientemente representativos para realizar una interpretación general de los datos.

Los resultados de velocidad mostraron una ligera presencia de ruido, pero fueron bastante coherentes con lo esperado. El comportamiento de la aceleración en el eje Z, que oscila alrededor de cero, es indicativo de la influencia de los movimientos realizados al caminar. La oscilación en este eje se debe a las variaciones en la aceleración debido a los pasos dados durante la caminata, lo que se reflejó de forma correcta en los datos. Sin embargo, las mediciones no fueron completamente exactas y se notaron ciertas distorsiones en las gráficas de velocidad y trayectoria.

Finalmente, al graficar la trayectoria en un plano X-Y, se observó que, aunque la forma general de la ruta tomada se representó de manera razonablemente precisa, la longitud y las curvas fueron más exageradas de lo esperado. Esto podría deberse a varios factores, como el ruido residual presente en los datos, las posibles imprecisiones en la integración de la aceleración para obtener la posición, o el comportamiento no ideal del filtro en algunas frecuencias. Aunque la trayectoria obtenida muestra una forma cerrada y concuerda con la dirección seguida en la práctica, las distorsiones evidentes sugieren que se deben implementar mejoras en el proceso de filtrado y en la calibración de los datos para obtener una representación más precisa.

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, este laboratorio ha permitido obtener una visión más clara de cómo se pueden adquirir y procesar datos de movimiento utilizando la IMU de un celular y herramientas como Edge Impulse y MatLab. A través de la implementación de un filtro digital FIR, se pudo mejorar significativamente la calidad de los datos de aceleración, reduciendo el ruido y obteniendo señales más coherentes.

Aunque los resultados obtenidos fueron útiles para entender el comportamiento del movimiento y las trayectorias, se observó que los datos no fueron completamente precisos. La influencia de la gravedad en los datos, así como las distorsiones introducidas por el filtro y las limitaciones en la integración de los datos, afectaron la precisión final de las mediciones de velocidad y posición. A pesar de estas inexactitudes, las señales filtradas permitieron una interpretación adecuada de los movimientos y trajeron a la luz posibles áreas de mejora en el proceso de adquisición y acondicionamiento de datos.

Como recomendaciones, se sugiere explorar la implementación de filtros adicionales o más avanzados, como los filtros adaptativos, que podrían mejorar la precisión de los resultados. También sería conveniente realizar una calibración más rigurosa de la IMU para minimizar los efectos de la gravedad y otros ruidos inherentes a los sensores del celular. Con estos ajustes, se espera obtener datos más precisos y representativos, mejorando la calidad de las mediciones y las trayectorias obtenidas en futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] A. Morales, "*Lab 1: DAQ con IMU de dispositivos móviles para reconstrucción y clasificación movimiento*,"2025.