

EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MEDIANTE SEÑALES DE ACELERACIÓN

Integrantes: Luis Alberto Cortes Becerra - Juan Jesús Razo Murillo - Miguel Ángel Méndez Escobar - Jonathan Ledesma Ruelas - Daniela Sofia Ortiz Martínez - David Ramírez López - Dr. José Luis Contreras Hernández

Introducción

En el ámbito de la biomecánica aplicado al estudio del movimiento, se han utilizado a lo largo del tiempo análisis de acelerometría entre otras técnicas. Los acelerómetros presentan ventajas respecto a otras técnicas por su bajo coste, bajo consumo de energía y peso ligero por lo que se pueden utilizar como equipos portátiles. Para el proyecto que realizamos este verano utilizamos un sistema para la adquisición, identificación y extracción de características en las señales provenientes del eje Z de un acelerómetro. La adquisición se realizó mediante un sistema inalámbrico armado de manera propia, el cual toma lectura de la señal proveniente de un módulo de aceleración.

El sistema se montó en una placa PCB y se protegió dentro de un gabinete, el cual se ajustó al pecho de los participantes con el fin de adquirir las señales de actividades físicas como correr, trotar y caminar. El procesamiento digital de señales se realizó fuera de línea para extraer características de cada tipo de actividad física mediante el análisis estadístico de la señal en el espacio de tiempo.

Objetivo

Encontrar características en las señales de vibración provenientes de un sistema de adquisición inalámbrico mediante análisis estadístico o espectral. Las actividades físicas serán relacionadas con dichas características para su identificación.

Desarrollo

Se utilizó un sistema que es capaz de realizar lecturas de aceleración utilizando el microcontrolador 16F877A, el acelerómetro MPU6050, el módulo Wifi ESP8266, un convertidor de nivel lógico bidireccional de 4 canales, un router y MATLAB. Por medio del PIC se capturan las señales analógicas del acelerómetro en los tres ejes (x, y, z), aunque en el análisis final solo se utilizó la señal del eje z. Las señales del acelerómetro se transforman a señales digitales para enviarlas por medio de una señal Wifi, estos datos son leídos utilizando MATLAB y guardados en un archivo tipo texto. Finalmente, los datos se utilizan para realizar un análisis estadístico.

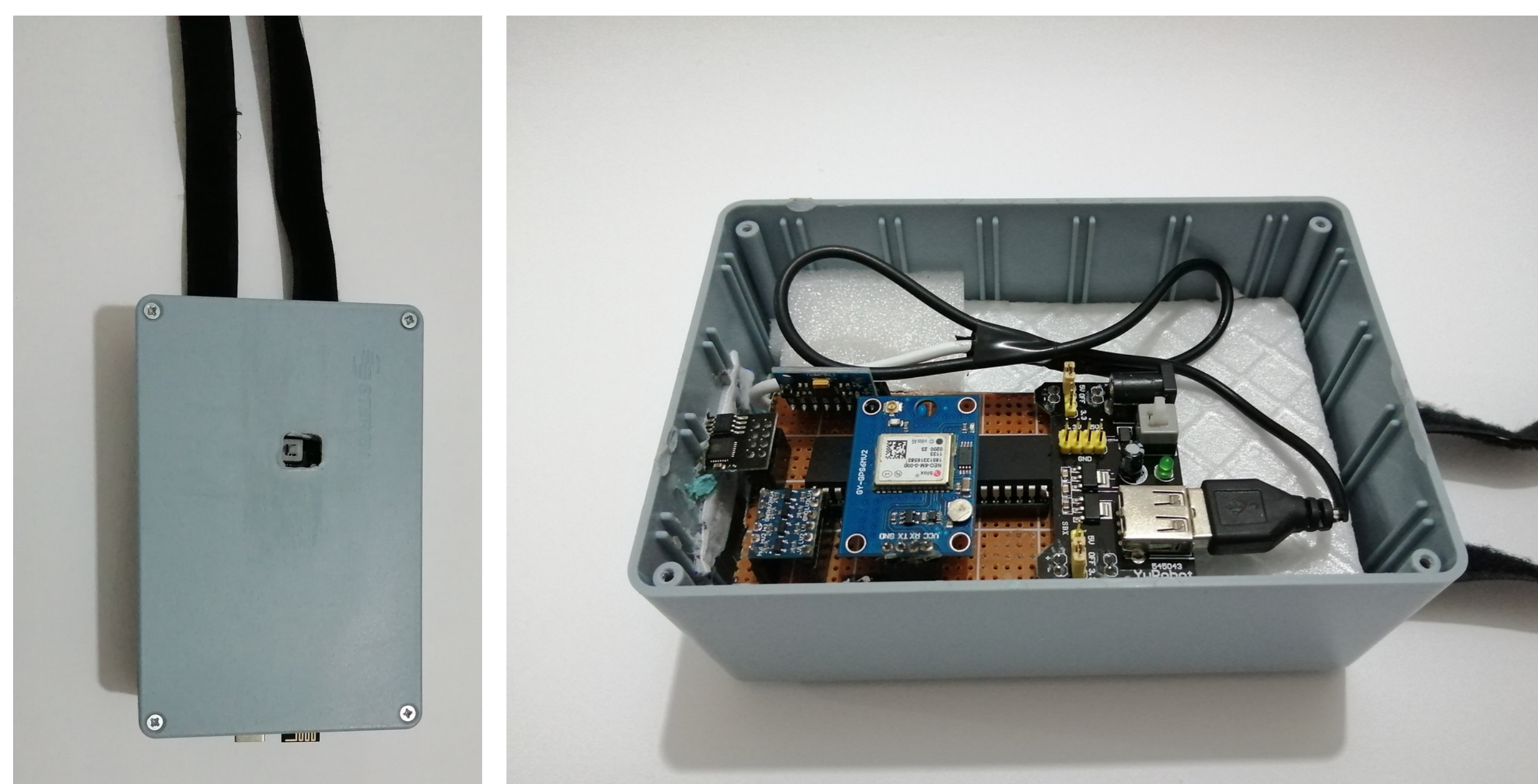


Figura 1. Vista exterior e interior final del sistema con sus componentes.

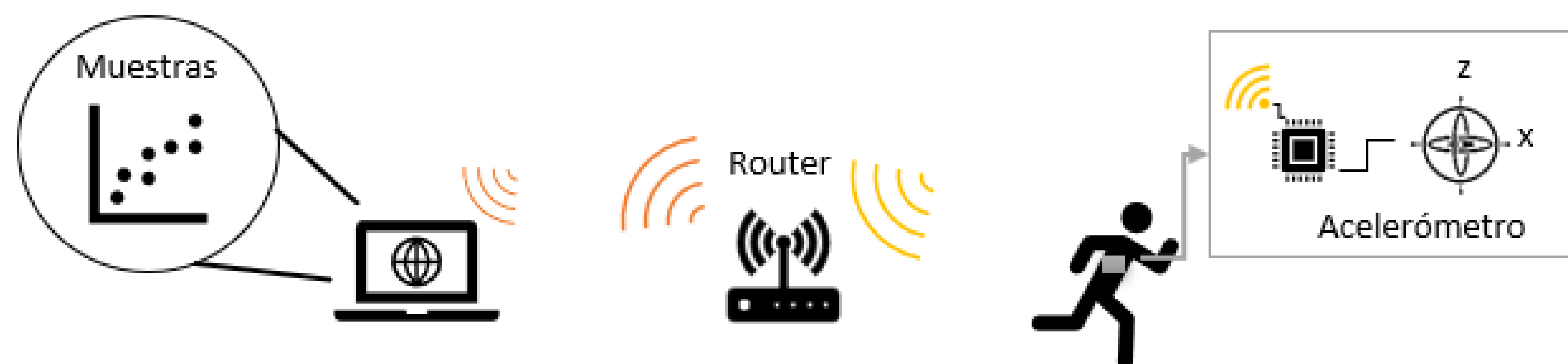


Figura 2. Diagrama ilustrativo del sistema.

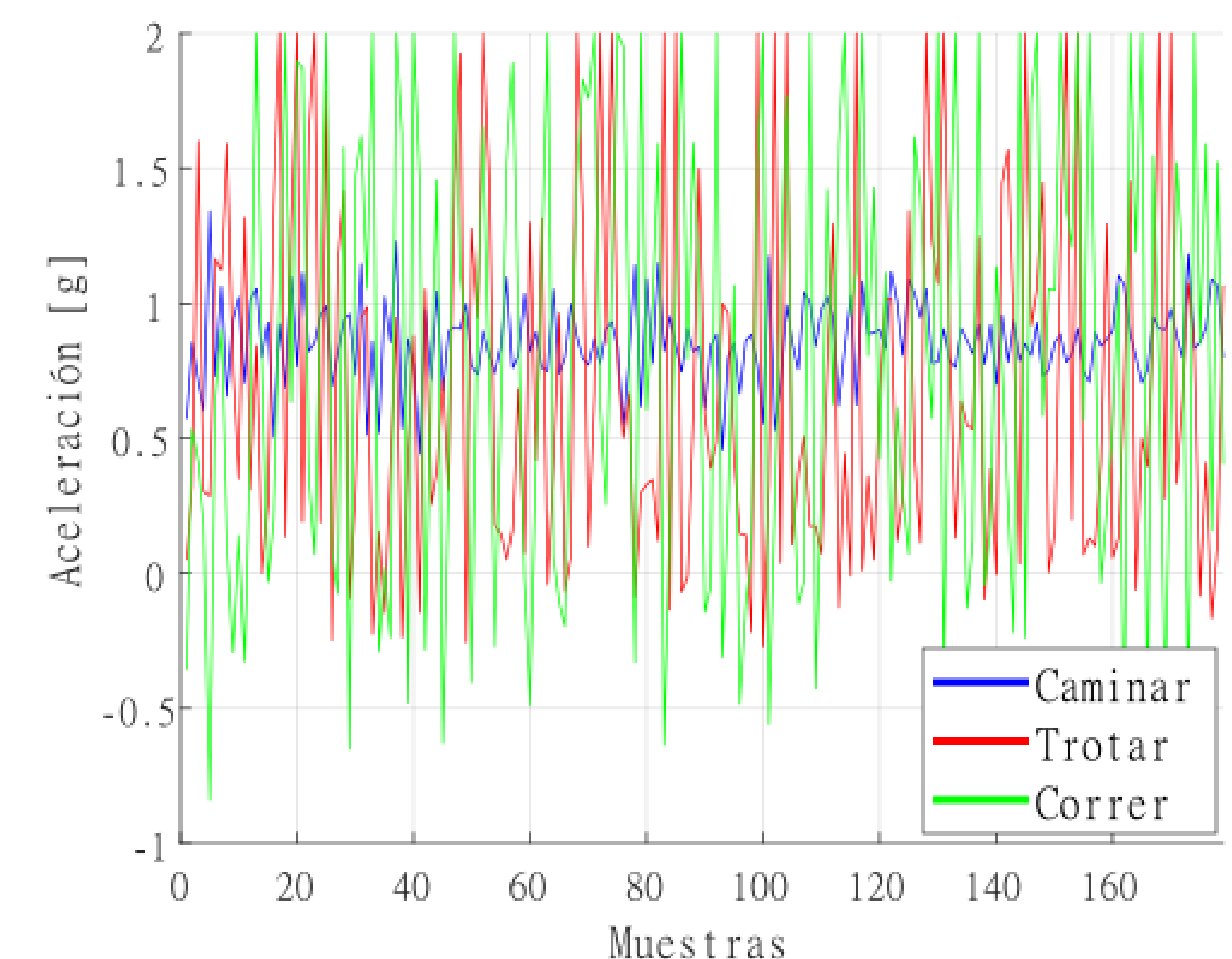
Pruebas

Se realizaron pruebas con tres personas, cada una con diferentes características físicas y en un rango de 20 a 27 años. El sistema se colocó a la altura del pecho. Las pruebas se realizaron en el siguiente orden: caminar, trotar y correr, donde cada prueba tuvo una duración aproximada de un minuto, en total tomaron dos muestras de cada actividad por individuo. Todas las pruebas fueron realizadas sobre una superficie plana y al aire libre para que evitar interferencias.

Resultados

Cada archivo .txt contiene alrededor de 178 muestras por prueba. A continuación, se muestra en la gráfica 1 las muestras de la aceleración en el eje z al trotar, caminar y correr de uno de los participantes. Como se puede observar hay una notable diferencia entre cada actividad.

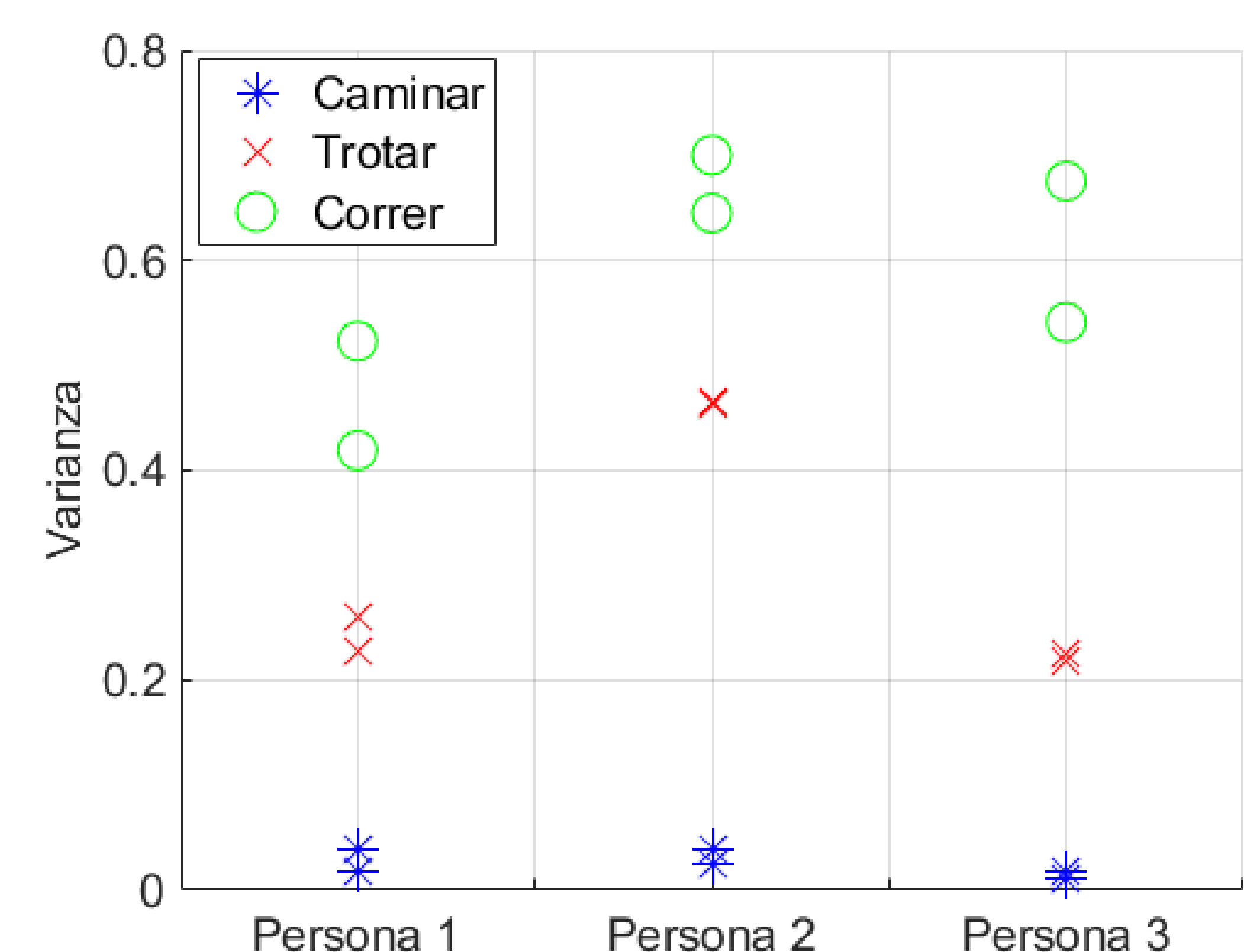
Gráfica 1. Aceleración en Z



El análisis estadístico sobre el eje Z se calculó con la varianza ya que esta nos permite observar claramente los cambios entre cada actividad e individuo. La grafica 2 muestra claramente el cambio encontrado entre cada actividad, además muestra cómo este depende de la capacidad física de la persona en turno.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{Ecuación 1. Varianza}$$

Gráfica 2. Varianza de la aceleración en Z



Conclusión

En la investigación realizada en el verano de la ciencia 2022 logramos utilizar un sistema con componentes económicos que puede obtener la aceleración de una persona y transmitir estos datos mediante una señal de Wifi, esto fue demostrado al obtener las suficientes muestras para clasificar si una persona está caminando, trotando o corriendo. Con las muestras proporcionadas logramos realizar el procesamiento de los datos, lo cual nos permitió conocer la actividad que realizaba cada persona. El procesamiento tiene la ventaja que utiliza la varianza, la cual es una estadística fácil de obtener.

Este sistema puede abrir camino a muchas aplicaciones en el área de la terapia física donde se puede utilizar en pacientes con diferentes problemas motrices para determinar si están mejorando.

Bibliografía

- R.E. Walpole, R.H. Myers, S. L. Myers y K. Ye, Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, 8a ed. México: Pearson educación, 2007.
- Armstrong Subero, Programming PIC Microcontrollers with XC8, Apress.