



FACULTAD DE INGENIERÍA
BIOINGENIERÍA
Bioseñales y Sistemas

Proyecto 1: Análisis de señales ECG y detección de arritmias

Proyecto 2025-01

Contexto:

Las arritmias cardíacas son trastornos que afectan la frecuencia o el ritmo del latido del corazón, lo que puede tener consecuencias graves en la salud.

Un diagnóstico temprano es fundamental para el tratamiento oportuno y la reducción de riesgos asociados, como insuficiencia cardíaca o accidentes cerebrovasculares.

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta clave para la detección de arritmias, ya que registra la actividad eléctrica del corazón. En un ECG típico de la **derivación II**, se pueden identificar características fundamentales del ciclo cardíaco, como:

- Onda P: Representa la despolarización auricular.
- Complejo QRS: Denota la despolarización ventricular.
- Onda T: Corresponde a la repolarización ventricular.

Además, los segmentos PR, ST y TP proporcionan información valiosa sobre la función cardíaca.

Diferentes tipos de arritmias pueden alterar estas características, provocando patrones anormales en el ECG. Algunas de las más comunes incluyen:

- Fibrilación auricular (FA): Ritmo irregular asociado a mayor riesgo de accidente cerebrovascular.

- Taquicardia supraventricular: Frecuencia cardíaca elevada debido a impulsos eléctricos anormales.
- Bradicardia sinusal: Frecuencia cardíaca anormalmente baja.
- Ritmo sinusal irregular: Variabilidad en la regularidad de los latidos.

El avance de la tecnología ha impulsado el desarrollo de métodos automatizados para el análisis de ECG, mejorando la precisión en la detección de arritmias. La combinación de reducción de ruido, extracción de características y algoritmos de clasificación optimizados ha permitido alcanzar niveles de precisión comparables a los de los cardiólogos.

Para este primer proyecto, se debe descargar el archivo *Diagnostics.xlsx*, que contiene información clínica asociada a los registros de ECG. En este archivo, se encuentran datos como etiquetas de arritmias, y otras características relevantes de los pacientes. Además, se debe descargar el archivo *ECGDataDenoised.zip*, que contiene señales de ECG preprocesadas y filtradas. Dentro de este, se encuentran múltiples registros de ECG correspondientes a diferentes pacientes y ritmos cardíacos.

15%) Análisis 1: Exploración y selección de datos

1. Cargar el archivo *Diagnostics.xlsx* y realizar un análisis estadístico general de los datos. Desde la información en la base de datos resolver las siguientes preguntas
 - ¿Qué tipo de arritmias son más prevalentes?
 - ¿Hay arritmias que son más prevalentes para un género específico?
 - ¿Hay arritmias que son más prevalentes para una edad?
 - Los algoritmos de aprendizaje se basan en usar la mayor cantidad de datos posibles que sean comparables, ¿Qué rango de edades y arritmias de la base de datos entregada considera que debe usar para entrenar algoritmos de aprendizaje?
 - ¿Hay coincidencia entre lo encontrado en literatura y lo encontrado en la base de datos?
 - ¿Qué otros análisis propone desde la base de datos?

Con base en el análisis descriptivo del punto anterior, seleccionar un subconjunto de datos para trabajar en los siguientes análisis.

15%) Análisis 2: Selección herramienta de análisis

Seleccionar dos arritmias y seleccionar 20 registros de ECG de cada arritmia. Como se va a validar la capacidad de la herramienta de análisis los criterios de selección deben tener en cuenta que patrones se esperan anormales en las arritmias y cómo se podrían detectar en las librerías usadas.

Para cada uno de los 20 registros se debe:

1. Detectar los picos R utilizando la función de la librería **NeuroKit**.
2. Detectar los picos R utilizando la función de la librería **Detectors** (py-ecg-detectors).
3. ¿Cuál de los algoritmos detecta mejor los picos R? Sustentar desde los datos
4. ¿Qué otras rutinas incluyen las librerías que puedan ser de interés para detectar diferencias en las arritmias (detección de otros picos o segmentos relevantes)

15%) Análisis 3: Variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y otros índices ECG

1. Aplicar el mejor método de detección de picos R seleccionado a todo el conjunto de datos seleccionado en el **Análisis 1**.
2. Calcular la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) a partir de los picos R detectados.
3. Investigar e implementar las siguientes funciones de la librería **hrvanalysis** para extraer características de HRV:
 - `get_time_domain_features` (análisis en el dominio del tiempo).
4. Proponer análisis adicionales con las capacidades que ofrecen las librerías. Los análisis deben estar sustentados por la literatura y los datos que se están analizando.

25%) Análisis 4: Comparación de características entre grupos

1. Comparar diferentes características de HRV (por ejemplo, SDNN, RMSSD o LF/HF) obtenidas en el **Análisis 3**.
2. Comparar esta característica entre los grupos usando pruebas de hipótesis y apoyándose en gráficos de estadística descriptiva.
3. ¿Qué características logra mejor discriminación entre grupos? Consultar describir el algoritmo paso a paso de cálculo de dicha característica

30%) Entregable:

Elaborar un informe que incluya todos los análisis realizados. Discutir los resultados con los reportados en la literatura

Buscar en internet que empresas ofrecen las soluciones de análisis automatizado del ECG y discutir las soluciones ofertadas con lo desarrollado en el presente trabajo

Trabajo sin sustentar no se califica.

Base de datos:

<https://figshare.com/collections/ChapmanECG/4560497/1>

Referencias:

- <https://www.kubios.com/blog/hrv-analysis-methods/#:~:text=Geometric%20measures&text=The%20HRV%20triangular%20index%20is,on%20the%20selected%20bin%20width.>
- <https://www.nature.com/articles/s41598-021-97118-5?fromPaywallRec=false>