

Práctica 5 – Diagnóstico de cardiopatías mediante electrocardiograma

Procesamiento de Señales Biomédicas

Universidad de Granada

Joaquín T. Valderrama*

Curso 2024–2025

Resumen de la práctica

Esta práctica consiste en el procesamiento de una base de datos de señales de electrocardiografía (ECG) reales, pertenecientes a pacientes con diferentes cardiopatías y condiciones cardíacas. En particular, las cardiopatías y condiciones cardíacas que se analizarán son las estudiadas en la clase de teoría: *ritmo sinusal normal*, *bradicardia sinusal*, *taquicardia sinusal*, *fibrilación auricular*, *hipertrofia ventricular izquierda* y *bloqueo de rama derecha*. La práctica consta de 3 partes:

1. Desarrollo de un script que procese una señal de ECG y extraiga características relevantes para el diagnóstico de cardiopatías.
2. Practicar el diagnóstico de cardiopatías y condiciones cardíacas en señales etiquetadas, donde las cardiopatías son conocidas.
3. Diagnosticar cardiopatías y condiciones cardíacas en un conjunto de datos no etiquetados.

Objetivos de aprendizaje

- Afianzar contenido teórico de procesamiento de señal aprendido en clase de teoría, como por ejemplo implementar filtros digitales o algoritmos de computación digital (Pan-Tompkins).
- Técnicas avanzadas de procesamiento de señal, como por ejemplo promediar segmentos compensando un retardo de grupo.
- Caracterizar conjuntos P-QRS-T en términos de amplitudes y duraciones.
- Justificar decisiones de diagnóstico en el campo de las cardiopatías.
- Consolidar técnicas avanzadas de generación de figuras con MATLAB.
- Redactar un documento científico con rigor, precisión y claridad.
- Ganar consciencia de cómo la programación en MATLAB ayuda enormemente a estudiar procesamiento de señales biomédicas.

*Email: jvalderrama@ugr.es — [Página web](#)

Criterios de corrección

La Tabla 1 presenta la puntuación de cada sección. Secciones correctamente resueltas y descritas en la memoria de forma clara puntuarán con el 100 % de la calificación máxima; secciones con errores menores pero con descripciones claras puntuarán con el 75 %; errores menores con descripciones insuficientes puntuarán con el 50 %; y errores significativos o descripciones confusas ponderarán por debajo del 50 %.

Sección	Puntuación máxima
1. Script que procesa un archivo individual	4 puntos
2. Práctica con datos etiquetados	2 puntos
3. Diagnóstico en datos sin etiquetar	4 puntos

Tabla 1: Puntuación de cada sección.

Sigue las recomendaciones sobre redacción de documentos científicos y generación de figuras con MATLAB descritas en prácticas anteriores. Finalmente, como apéndice al final de todas las secciones, incluye el código de MATLAB utilizado.

Descripción de la base de datos

- La base de datos consta de dos carpetas, una con datos etiquetados y otra con datos sin etiquetar.
- La carpeta con datos etiquetados contiene 6 archivos con señales ECG en donde el nombre del archivo indica las características del ECG. Por ejemplo, el nombre 'BRD_Bradicardia' indica que se han identificado las cardiopatías *bloqueo de rama derecha* (BRD) y *bradicardia sinusal* en el ECG.
- La carpeta 'Sin_Etiquetar' contiene una carpeta con archivos diferentes para cada estudiante. Para realizar esta práctica, utiliza sólo los archivos de la carpeta con tu nombre. Puedes borrar el resto de archivos.
- Tu carpeta contiene 6 archivos sin etiquetar, cuyo nombre no refleja las posibles cardiopatías asociadas a las señales ECG.
- Cada uno de estos archivos contiene 12 señales ECG de 10 segundos de duración organizadas por filas: (fila 1) derivación I, (fila 2) derivación II, (fila 3) derivación III, (fila 4) derivación aVR, (fila 5) derivación aVL, (fila 6) derivación aVF, (filas 7–12) derivaciones V1–V6.
- La frecuencia de muestreo es 500 Hz, y la amplitud de los registros está en μV .

1. Script que procesa un archivo individual

Objetivo: Desarrollar un script que procese una señal ECG y extraiga características relevantes para diagnosticar cardiopatías.

- Define (1) el nombre del archivo y (2) la derivación a analizar para analizar una única señal ECG.
- Define un filtrado paso banda apropiado para resaltar las componentes de frecuencia del complejo QRS.
- Detecta de manera automática las ondas R mediante el algoritmo de Pan-Tompkins.
- Representa en una figura la señal original ECG junto con las ondas R identificadas de manera automática. En esta figura, incluye en el título la derivación que se ha elegido (no la fila de la matriz). Por ejemplo, *Derivación V5* en vez de *Derivación 11*.

- A partir de las R estimadas, obtén un histograma de los intervalos RR. Puedes utilizar un formato similar al de las diapositivas del Tema 3.
- Obtén un conjunto P-QRS-T de alta calidad promediando los segmentos del ECG donde está tu señal de interés. En la promediación, compensa el retardo entre conjuntos P-QRS-T consecutivos de cara a optimizar el promediado.
- Sobre el conjunto P-QRS-T promediado, utiliza *ginput* para marcar puntos relevantes que caractericen la morfología del conjunto.
- Representa en una figura el conjunto P-QRS-T promediado junto con los puntos marcados.
- A partir de las marcas, obtén características relevantes que te permitan diagnosticar las condiciones y cardiopatías propuestas.

2. Práctica con datos etiquetados

Objetivo: Practicar el diagnóstico de cardiopatías en un escenario controlado donde las cardiopatías son conocidas.

- Para cada archivo de la carpeta con datos etiquetados, extrae características relevantes que te permitan justificar (1) tanto el diagnóstico de la cardiopatía indicada en el título del archivo, como (2) el porqué no existen el resto de cardiopatías.
- Hacer esto es relevante porque un ECG puede tener varias cardiopatías, por lo que es necesario explorar el abanico de las 6 condiciones y cardiopatías consideradas en esta práctica.
- Explora en cada archivo las derivaciones II, V1, V5 y V6. No es necesario procesar las 12 derivaciones.
- Reflexiona sobre cómo presentar la información relevante de manera sintetizada. Presentar resultados de manera sintetizada sin que falte información relevante es una competencia fundamental para redactar documentos científicos con claridad. Antes de redactar, reflexiona sobre cómo vas a estructurar la información para que se presente de manera estructurada, coherente y breve. Evita utilizar un espacio desproporcionado en la memoria.

3. Diagnóstico en datos sin etiquetar

Objetivo: Identificar cardiopatías o condiciones cardíacas a partir de una señal ECG.

- Realiza el mismo procedimiento que en el paso anterior, esta vez con datos sin etiquetar.
- Obtén las características más relevantes que te permitan identificar las 6 cardiopatías y condiciones cardíacas exploradas en esta práctica procesando las 4 derivaciones más sensibles.
- Al comienzo de esta sección en la memoria, incluye una tabla (generada en LaTeX) que relacione el nombre del archivo con las cardiopatías o condiciones cardíacas identificadas.
- Posteriormente, justifica de manera adecuada mediante figuras y tablas con medidas la decisión en cada caso.

Referencias

Zheng, J., Guo, H., Chu, H. (2022). “A large scale 12-lead electrocardiogram database for arrhythmia study (version 1.0.0),” *PhysioNet*. <https://doi.org/10.13026/wgex-er52>.