



FACULTAD DE INGENIERÍA

BIOINGENIERÍA

Bioseñales y Sistemas

Carolina Arboleda Gómez

John Fredy Ochoa

PRÁCTICA N° 2

Análisis estadístico de señales

1. OBJETIVOS

General

Aplicar técnicas para el análisis de señales biomédicas en el dominio del tiempo mediante técnicas estadísticas.

Específicos

- Comprender las características que diferencian las señales determinísticas de las estocásticas.
- Implementar diferentes técnicas para el análisis estadístico de señales, e interpretar los resultados obtenidos.

2. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la realización de esta práctica se requiere del paquete computacional de Python.

3. MARCO TEÓRICO

Naturaleza aleatoria o determinista de las señales

De forma amplia, las señales pueden clasificarse en uno de dos tipos: señales deterministas o estocásticas. Una señal determinista es aquella que puede reproducirse exactamente en diferentes momentos de registro. Por ejemplo, el voltaje resultante en un circuito RC cuando se activa una fuente conocida es una señal determinista. Ahora, tomemos como ejemplo la señal de EEG ante la aplicación de un estímulo visual: la presentación de una imagen durante un determinado período de tiempo. En este caso, hay muchas razones que nos llevan a imaginarnos que si se aplica repetidas veces el mismo estímulo, es probable que la respuesta sea diferente cada vez.

Una señal aleatoria o estocástica, es una señal que no se puede repetir de una manera predecible. Algunas señales pueden considerarse como deterministas o como aleatorias, dependiendo de la aplicación y las técnicas de análisis que se vayan a implementar, como se verá más adelante en el curso.

Por lo general, las señales biomédicas son de naturaleza estocástica. Para el estudio de las señales aleatorias, es necesario describir dichas señales en términos de probabilidades, o de su comportamiento promedio. Es por esto que los conceptos de probabilidad y estadística son de gran utilidad en el tratamiento de señales aleatorias.

4. PREINFORME

Consulte y dé ejemplos sobre el uso de las funciones en Python: mean, var, std. Dar ejemplos. El preinforme debe ser enviado antes de iniciar la sesión práctica.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Implementación de funciones

- Implemente una función que permita calcular el valor cuadrático medio (RMS) de una señal. El valor RMS se define en forma discreta con N número de muestras, como:

$$x_{RMS} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x(i)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Para este laboratorio, se le suministra el archivo de datos denominado *signals.mat*, el cual corresponde al registro de señales ECG y EMG.

Las señales se adquirieron a una tasa de muestreo de 1024 Hz. El registro correspondiente a las señales tal cual se registraron corresponde al campo *asRecorded* de los archivos entregados. Las señales se sometieron a un proceso de filtrado el cual corresponde al campo *filtered*.

5.2. Análisis estadístico de ECG

- A partir de la información suministrada en el archivo .mat, determine el tiempo de duración de las señal, cree un vector de tiempo.
- Grafique la señal sin filtrar y filtrada, compárelas. Comente lo que observa, y describa cómo debe ser el comportamiento del filtro que se utilizó. Recuerde las frecuencias de interés de la señal ECG.
- Tome la señal tal cual se registró. De dicha señal, seleccione un ciclo cardiaco, grafique. Calcule el promedio, el valor RMS, la varianza y la desviación estándar del ciclo. Analice los resultados.
- Tome la señal filtrada. Repita el procedimiento anterior con esta señal, compare con los resultados obtenidos en el ítem anterior.
- Extraiga 15 ciclos de la señal filtrada, y para cada ciclo calcule el valor promedio y la varianza, grafique cada ciclo, y analice (gráfica y estadísticamente). ¿Se puede considerar que la señal es estacionaria?

Recomendación: Para la comparación implemente tablas.

5.3. Análisis estadístico de EMG

En el archivo suministrado, la señal 1 corresponde a la registrada del músculo tríceps, y la señal 2 al músculo bíceps.

- A partir de la información suministrada en el archivo .mat, determine el tiempo de duración de las señales, cree un vector de tiempo para estas señales.
- Grafique la señales sin filtrar y filtrada para cada músculo, compárelas. Comente lo que observa, y describa como debe de ser el comportamiento del filtro que se utilizó. Recuerde las frecuencias de interés de la señal EMG.
- Tome la señal filtrada de cada músculo. De dicha señal, seleccione un tramo de contracción, grafique. Calcule el promedio, el valor RMS, la varianza y la desviación estándar para cada músculo. Analice los resultados.
- Extraiga **todos** los tramos de contracción de la señal, y para cada tramo calcule el valor promedio y la

varianza, grafique cada tramo, y analice (gráfica y estadísticamente). ¿Se puede considerar que cada señal muscular es estacionaria?

6. INFORME

En un archivo .ipynb presente la realización de las tareas descritas en el procedimiento, anexe análisis, conclusiones y referencias. Finalmente genere un archivo de publicación en formato pdf. Recuerde anexar los 3 formatos solicitados: pdf, ipynb y py.

7. ARCHIVOS ADJUNTOS O ANEXOS

Archivo signals.mat

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Hayes, Monson H, Statistical signal processing and Modeling. John Willey And Sons, 1996.
- (2) Mathworks, Documentación de Matlab.