

Laboratorio 2

Procesamiento Digital de Señales

7 de septiembre de 2022

Hernán Darío Benítez Restrepo

Pontificia Universidad Javeriana-Cali
Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación

Temas

Transformada discreta de Fourier, análisis y tratamiento en frecuencia de señales de audio.

1. Objetivos

1. Estimar el espectro frecuencial de señales usando funciones de ventanas.
2. Diseñar, implementar y evaluar un algoritmo que detecte de manera automática en un espectrograma la ocurrencia de un fonema.

2. Materiales

1. Distribución de Python Anaconda: www.anaconda.com
2. Jupyter Notebook: <https://jupyter.org/>
3. Paquetes de computación científica, cálculo numérico y análisis de datos en Python 3: Scipy, Numpy, Matplotlib y Pandas.

3. Introducción

En este laboratorio se propone el diseño, implementación y evaluación de un algoritmo que estime el espectro frecuencial de señales usando funciones de ventanas. Además, se propone la construcción de un algoritmo que detecte de manera automática en un espectrograma la ocurrencia de un fonema. Para extraer el espectrograma puede emplear el paquete: `librosa.feature.melspectrogram`

En este laboratorio se evalúan los resultados del programa 3 y 6 según ABET:

- 3 La habilidad para comunicar efectivamente en un rango amplio de audiencias.
- 6 La habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar el juicio basado en ingeniería para extraer conclusiones.

4. Procedimiento

1. Descargue los Jupyter notebooks:

a) *ScriptLab2PDS2022IIEstudiantes.pynb*

desde la carpeta *Datos para laboratorios y códigos en Python* del sitio del curso Aula Digital. Este notebook servirá como referencia para programar las rutinas del laboratorio y es uno de los archivos que se deben entregar para evaluación.

2. (40 %-ABET Objetivo 6) La discontinuidad en el truncamiento de señales produce frecuencias armónicas no deseadas. A la aparición de estos armónicos que no existen en la señal original se le denomina partición espectral o *spectral leakage*. Para ilustrar este fenómeno siga los siguientes pasos [1].

- Grafique las funciones y los espectros frecuenciales de las ventanas triangular, Hamming y Hamming.
- Dada la función senoide:

$$x(n) = 2 \sin(2000\pi \frac{n}{8000}) \quad (1)$$

obtenida con una tasa de muestreo de $f_{sampling}=8000$ Hz, use la transformada de Fourier para calcular y graficar el espectro frecuencial de la señal de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- a) Calcule el espectro de la señal truncando con una ventana triangular de 50 puntos.
- b) Calcule el espectro de la señal truncando con una ventana Hamming de 100 puntos.
- c) Calcule el espectro de la señal truncando con una ventana Hanning de 150 puntos.

Compare y analice los resultados de cada caso anterior con el caso cuando se usa una ventana rectangular y responda ¿Cuáles efectos tiene sobre el espectro frecuencial realizar el truncamiento usando las ventanas mencionadas en lugar de la ventana rectangular? *En este punto se puede emplear la rutina `fft` del paquete científico `scipy`*

3. (40 % ABET Objetivo 6) La detección de objetos en imágenes se puede realizar por medio de la correlación cruzada entre un patrón de referencia y la imagen de interés. Este concepto se puede aplicar en el área de análisis de señales de audio detectando el tiempo y frecuencia en el que ocurre un fonema en un espectrograma aplicando la correlación cruzada entre el espectrograma del fonema y el espectrograma del audio de interés. Desarrolle un algoritmo que reciba la señal de audio con la grabación de la frase *El coronel no tiene quien le escriba*, extraiga un fonema de esta frase y encuentre la correlación cruzada entre el espectrograma de este fonema y el de la frase. El algoritmo debe graficar los espectrogramas y retornar el rango de tiempo y frecuencia en el que se detectó el fonema con la correlación.

5. Informe

- a) Nombre los notebook de Jupyter poniendo los primeros apellidos de los integrantes al principio. Ej: *EscobarVargasLab2PDS43y44.py* y *EscobarVargasLab2PDS45.py*.
- b) Presente un informe impreso claro y ordenado en donde se consigne el procedimiento, los programas, las demostraciones, las figuras, las respuestas, las justificaciones y los resultados obtenidos. Igualmente incluya conclusiones, observaciones, y la literatura consultada. El informe debe seguir la numeración de la guía y no debe superar 8 páginas.
- c) El objetivo ABET 3 es el 20 % de la nota y se calificará de acuerdo a la rúbrica adjunta a esta guía.
- d) Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones generales para el informe:

- Rotule con el nombre de la variable y las unidades todos los ejes de las gráficas
 - Cuando inserte una tabla o una figura asegúrese de analizarla y hacer referencia a ella en el texto.
 - Realice una revisión ortográfica y gramatical del reporte antes de entregarlo. Las faltas ortográficas, la mala redacción y los errores gramaticales se toman en cuenta para la calificación del reporte.
 - Las conclusiones deben ser concretas, específicas y estar soportadas por análisis y resultados presentados en el reporte.
- e) Este laboratorio se debe desarrollar en parejas y el informe se debe escribir siguiendo el formato de DOS COLUMNAS de la IEEE para conferencias
IEEE Manuscript template for conference proceedings. Habrá una disminución del 50 % de la nota en el objetivo 3 si no se sigue el formato exigido. El uso del formato IEEE en L^AT_EX es recomendado.
- f) **En una sección después de las conclusiones se debe escribir los temas que cada integrante del grupo trabajó. Durante la sustentación cada integrante debe poder responder por todos los temas abordados en el laboratorio.**
- g) **Los informes de laboratorio deben ser entregados durante los primeros 5 minutos de la hora del laboratorio, después de este plazo se calificará el reporte sobre 3.0. No se reciben informes después de finalizada la clase.**
- h) Comprima los notebook .pynb y el informe en pdf en un solo archivo. Nombre este archivo usando los apellidos de los integrantes (ej. EscobarVargasLab2PDS.zip). Cargue este archivo comprimido en el aula digital. El profesor ejecutará el Jupyter notebook para cada uno de los puntos de prueba y verificará que su funcionamiento corresponda con los resultados reportados en el informe. **Las rutinas deben ser cargadas al sistema antes de las 9:00 A.M del día de entrega. Si este requisito no se cumple o si la rutina no se ejecuta adecuadamente la calificación del punto correspondiente tendrá como calificación máxima 3.0.**

Fecha de entrega y envío de rutinas

- El día **jueves 29 de septiembre** a las 7:00 A.M habrá una sesión dirigida para resolver dudas con respecto a los puntos del informe.
- Se debe cargar el informe en pdf y los archivos en el aula digital el día **jueves 6 de octubre** antes de las 9:00 A.M.

Nota:

- a) Para facilitar la sustentación ante el profesor, realice scripts donde se definan los datos y se invoquen las funciones desarrolladas.
- b) La omisión de alguno de los ítems en el informe representa una disminución de la nota.
- c) Las funciones elaboradas deberán conservarse para su utilización en prácticas posteriores.

Referencias

- [1] Li Tan. *Digital Signal Processing, Fundamentals and applications*. 2008.