

Proyecto Final

Procesamiento digital de señales

Gabriel Antonio Lopera Madrid

Mayo 2023

- Enviar el informe del laboratorio con el siguiente nombre: LabFinal PDS Apellido Nombre.ipynb
- Enviar junto con el informe los archivos necesarios para que el notebook corra. Todo esto debe ir en un archivo comprimido con el siguiente nombre: LabFinal PDS Apellido Nombre.zip
- Las preguntas deberán ser resueltas en el Notebook indicando sus respectivos numerales.

1 Diseño y espectrograma de Filtros con Respuesta Finita al Impulso (FIR).

El diseño y espectrograma de filtros con respuesta finita al impulso (FIR) es una técnica comúnmente utilizada en el procesamiento de señales para filtrar y analizar señales digitales. Los filtros FIR son una categoría de filtros digitales caracterizados por tener una respuesta impulsiva de duración finita. Esto significa que el impulso de entrada se convierte en una respuesta de salida que se extiende por un número discreto de muestras.

El espectrograma es una herramienta útil para visualizar y analizar la respuesta en frecuencia de un filtro FIR. El espectrograma muestra cómo varía la energía o potencia de la señal en función del tiempo y la frecuencia. Permite identificar las frecuencias dominantes en diferentes momentos de la señal y evaluar cómo el filtro afecta a estas frecuencias a lo largo del tiempo.

1.1 Procedimiento

1. Escriba un programa que grafique y permita reproducir la señal correspondiente. Recuerde, normalizar la señal en amplitud, eliminar su nivel DC y crear su vector de tiempo dependiendo de la frecuencia de muestreo.
2. Implemente un filtro FIR rechaza-bandas aplicando una ventana Hamming, con una banda de transición de 200 Hz, frecuencias de corte entre 5000 Hz y 10000 Hz. Aplíquelo al audio importado. ¿Cuál es el orden del filtro?.
3. Grafique la respuesta al impulso donde se pueda realizar una comparación entre un filtro con y sin la ventana. ¿Puede notar algún cambio luego de aplicar la ventana?.
4. Grafique la respuesta en frecuencia y concluya que puede observar.
5. Repita los 3 puntos anteriores pero aplicando una ventana Blackman. Explique que diferencia encuentra entre las dos ventanas aplicadas.
6. Ahora, diseñe y grafique un filtro FIR pasa-bandas con una banda de transición de 200 Hz, una frecuencia de corte entre 200 Hz y 6000 Hz y un ripple de 50 dB. Aplíquelo al audio anteriormente importado.
7. Reproduzca la nueva señal filtrada e indique si encuentra diferencias considerables.

8. Grafique la señal original y la señal filtrada. ¿Es consecuente la gráfica mostrada con el filtro implementado?
9. Implemente una función que permita analizar el espectrograma en decibels del audio original y filtrado. Analice el resultado y concluya.

Nota: Para implementar el espectrograma, puede apoyarse del siguiente código:

```
1 import librosa
2 !pip install librosa
3
4 spectrum = librosa.stft(x1)
5 spectrum_db = librosa.amplitude_to_db(np.abs(spectrum), ref=np.max)
6 plt.figure(figsize=(12, 8))
7 librosa.display.specshow(spectrum_db, sr=fs1, x_axis='time', y_axis='
    log', vmin=-80, vmax=0)
8 plt.colorbar(format='%+2.0f dB')
9 plt.show()
```

Listing 1: Ejemplo de código espectrograma

2 Diseño y espectro de filtros con respuesta infinita al impulso (IIR)

Los filtros IIR (Infinite Impulse Response) son utilizados en el procesamiento de señales para filtrar y analizar señales digitales. A diferencia de los filtros FIR, los filtros IIR tienen una respuesta impulsiva que se extiende infinitamente en el tiempo. Esto les permite tener una mayor flexibilidad en la forma de la respuesta en frecuencia.

El espectro de una señal proporciona información sobre las componentes frecuenciales presentes en la señal. Contiene detalles sobre las diferentes frecuencias y amplitudes que componen la señal, lo que permite analizar y comprender su contenido espectral.

2.1 Procedimiento

1. Escriba un programa que grafique y permita reproducir la señal correspondiente. Recuerde, normalizar la señal en amplitud, eliminar su nivel DC y crear su vector de tiempo dependiendo de la frecuencia de muestreo.
2. Grafique el espectro de la señal. ¿Qué información relevante puede obtener de este?
3. Diseñe un filtro IIR tipo butterworth, variando el orden con valores de 3, 6 y 10, con una frecuencia de corte de 5000 Hz. Grafique su respuesta en frecuencia. Recuerde normalizar la frecuencia de corte respecto a la mitad de la frecuencia de muestreo. ¿Qué diferencia encuentra entre los diferentes filtros aplicados?
4. Grafique el espectrograma para cada uno de los filtros implementados. ¿Encuentra relación con las gráficas anteriores? ¿Logra percibir algún efecto que genere el filtro? Explique.
5. Implemente un filtro Chebyshev tipo II con los parámetros que usted desee. Grafique y reproduzca el nuevo audio filtrado.
6. Grafique el espectro de la señal filtrada con Butterworth y Chebyshev. Analice los resultados y explique si encuentra diferencias entre estos.

Nota: Se puede apoyar del siguiente código que implementa un filtro Chebyshev tipo I:

```

1 order = 6 # Orden del filtro
2 rp = 1 # Rizado maximo en la banda de paso (en dB)
3 rs = 60 # Atenuacion minima en la banda de rechazo (en dB)
4 Wp = 0.1 # Frecuencia de corte de la banda de paso normalizada
5 Ws = 0.1 # Frecuencia de corte de la banda de rechazo normalizada
6 d, c = signal.cheby1(order, rp, Wp, 'low', analog=False, output='ba
   ') # Diseno del filtro Chebyshev IIR
7 filtered_audio = signal.lfilter(d, c, audio) # Filtrar el audio

```

Listing 2: Ejemplo filtro Chebyshev tipo I

3 Conclusiones

Realice conclusiones generales sobre la práctica. Recuerde que las conclusiones son parte fundamental de su evaluación en el laboratorio, tómese el tiempo de pensar las conclusiones.