

# Guía Laboratorio 4

## Procesamiento Digital de Señales

Camilo Vásquez, Paula Pérez, Alejandro Escobar, Jhon Lopera y Cristian Ríos

2020-1

### NOTAS:

- Enviar el informe del laboratorio con el siguiente nombre: *Lab4\_PDS\_Apellido\_Nombre.ipynb*
- Enviar junto con el informe los archivos adicionales generados y descargados. Todo esto debe ir en un archivo comprimido con el siguiente nombre: *Lab4\_PDS\_Apellido\_Nombre.zip*

## 1. Introducción

En este laboratorio se pretende afianzar los conceptos relacionados con el análisis de las series de tiempo, filtro media móvil y de primera diferencia.

## 2. Análisis de series de tiempo

### 2.1. Procedimiento

1. La señal corresponde a datos de un pluviometro que mide la cantidad diaria de lluvia en una región del sur del amazonas desde 1978 hasta 2011. El archivo *data\_precipitacion.txt* contiene 3 columnas con la siguiente información:
  - Día, desde 1 hasta 365, de acuerdo al día de cada año.
  - Año, desde 1978 hasta 2011.
  - Valor de la precipitación (en mm de precipitación).

Para cargar este archivo a una matriz podemos utilizar el siguiente comando:

```
data = np.loadtxt('data_precipitacion.txt', delimiter=',')
```

2. ¿Cuál es el periodo de muestreo para estas señales?. Expréselo en días y años.
3. Extraiga cada una de las columnas descritas anteriormente a un vector.
4. Grafique la señal en función del tiempo y presente un análisis sobre la misma.
5. Realice un histograma de la señal previa, y analice el resultado de la gráfica.
6. Extraiga, grafique y analice brevemente el comportamiento de la lluvia en el amazonas en el año en que usted nació.

### 3. Filtro de media móvil

En muchos casos es útil eliminar ruido aleatorio de alta frecuencia para suavizar la señal de interés y observar el comportamiento más general de la señal. El filtro de media móvil (*MA*) es un filtro que permite realizar este proceso. En este caso se utilizará para suavizar las señales.

Este filtro tiene la siguiente ecuación en diferencias:

$$y[n] = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} x[n-i] \quad (1)$$

donde  $L$  es el número de puntos usados (orden del filtro),  $x[n]$  es la señal de entrada y  $y[n]$  es la señal de salida. Para generar los coeficientes de un filtro de media móvil con  $L$  variable en Python, se puede utilizar el siguiente código:

```
coefs=np.ones(L)/float(L)
```

Este filtro tiene función de transferencia:

$$H(z) = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} z^{-i} = \frac{1}{L} \cdot \frac{1 - z^{-L}}{1 - z^{-1}} = \frac{1}{L} \cdot \frac{z^L - 1}{z^{L-1}(z - 1)} \quad (2)$$

Para representar el denominador, el numerador y la respuesta natural de esta función de transferencia en Python se puede utilizar el siguiente código:

```
num=np.zeros(L)
num[0]=1.0/L
num[-1]=-1.0/L
den=np.zeros(L)
den[0]=1
den[1]=-1
```

Los ceros están determinados por las raíces de la ecuación  $z^L - 1 = 0$ , es decir,  $z^L = 1$ . Las raíces se pueden encontrar con base en que  $e^{j2\pi k} = 1$  para cualquier  $k$  entero. Las raíces serán:

$$z_k = e^{j2\pi k/L} \quad (3)$$

#### 3.1. Procedimiento

1. Diseñe un filtro de media móvil con 4 diferentes valores de  $L$  en el rango de 50 a 500, calcule la respuesta de la señal ante dicho filtro y grafique la señal resultante usando subplots (se puede utilizar el vector de tiempos generado anteriormente). ¿Con cual considera que se visualiza y se podría analizar mejor la información?

Tip: Para calcular la salida se usa la convolución:

```
senal_smooth=np.convolve(senal, coefs, mode='same')
```

Donde *senal* es el vector con la señal. ¿Por qué se debe usar `mode='same'`?

2. Importe las funciones del archivo *ztrans.py* incluido con esta guía (asegúrese de ubicarlo en la misma carpeta del Notebook), las cuales calculan la respuesta en frecuencia, respuesta al escalón, y al impulso

Tip: Para hacerlo utilice el siguiente comando:

```
from ztrans import *
```

3. Utilice la función *impz* para graficar y analizar la respuesta al impulso y al escalón del filtro de media móvil. ¿Qué me indica la respuesta al impulso? Compare los resultados con  $L = 10$  y  $L = 30$ . Tip: para usarla utilice el siguiente comando:

```
impz(num, den)
```

4. Utilice la función *mfreqz* para graficar y analizar la respuesta en frecuencia del filtro de media móvil. ¿Qué tipo de filtro es? ¿Cómo es su respuesta en fase? Compare los resultados con  $L = 10$  y  $L = 30$ .  
Tip: para usarla utilice el siguiente comando:

```
mfreqz(num, den)
```

## 4. Filtro de primera diferencia

En muchos casos es útil analizar la tasa a la que cambia alguna variable. Para una señal continua se utiliza la derivada. En el caso de señales en tiempo discreto se utiliza el filtro de primera diferencia, el cual tiene como ecuación en diferencias:

$$y[n] = x[n] - x[n - 1] \quad (4)$$

Los coeficientes de este filtro se pueden generar con la siguiente instrucción:

```
difcoefs=[1, -1]
```

Y su función de transferencia es:

$$H(z) = 1 - z^{-1} = \frac{z - 1}{z} \quad (5)$$

Para representar el denominador y el numerador de esta función de transferencia en Python se puede utilizar el siguiente código:

```
num=[1, -1]  
den=[1, 0]
```

1. Mediante la función de convolución utilizada anteriormente, calcule la derivada de la señal con el filtro de primera diferencia, grafique y analice brevemente la señal resultante. ¿Qué me indica esta señal?
2. Utilice la función *impz* para graficar y analizar la respuesta al impulso y al escalón del filtro de primera diferencia. ¿Qué me indica la respuesta al impulso?
3. Utilice la función *mfreqz* para graficar y analizar la respuesta en frecuencia del filtro de primera diferencia. ¿Qué tipo de filtro es? ¿Cómo es la respuesta de fase?

## 5. Conclusiones

Realice conclusiones generales sobre la práctica.