Verificación de Hablantes a través de la Voz

Trabajo Final de Procesamiento Digital de Señales

Iván F. Schweikofski, Camila Saucedo y Darién J. Ramírez
Tutor: Matias F. Gerard

Introducción

Identificación automática del hablante

Identificación del hablante

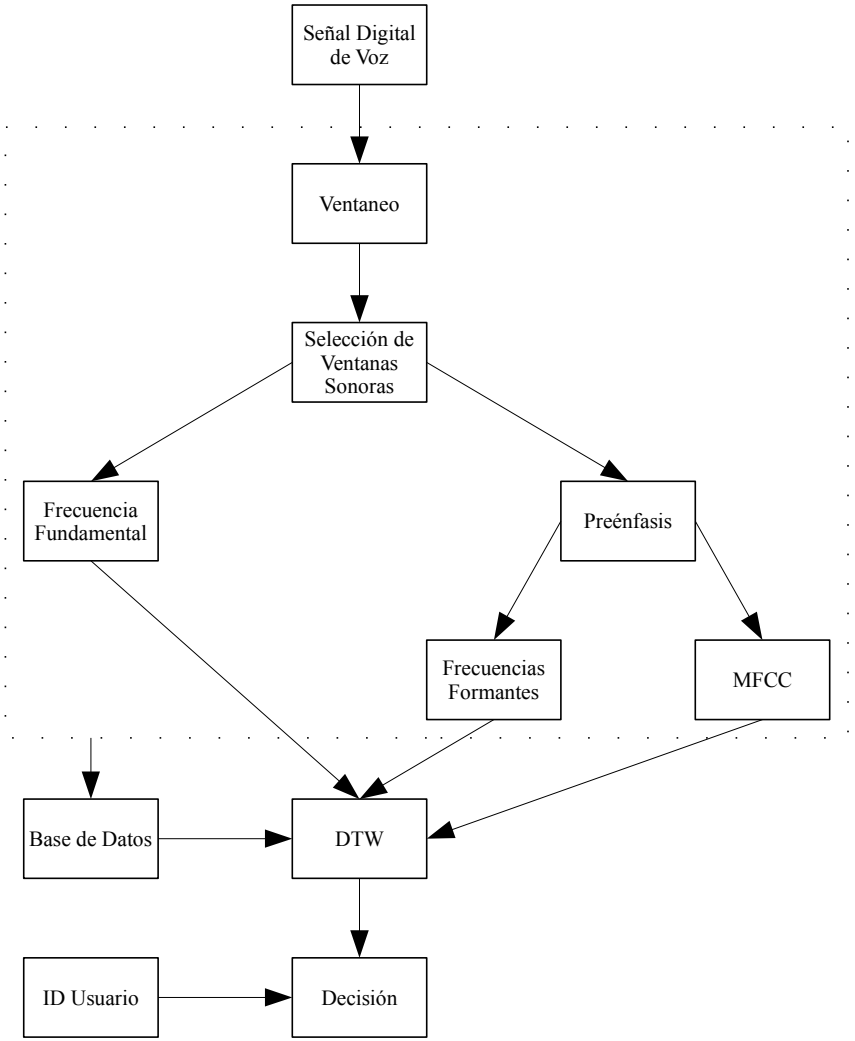
Decidir si la persona está o no dentro de un conjunto de personas.

Verificación del hablante

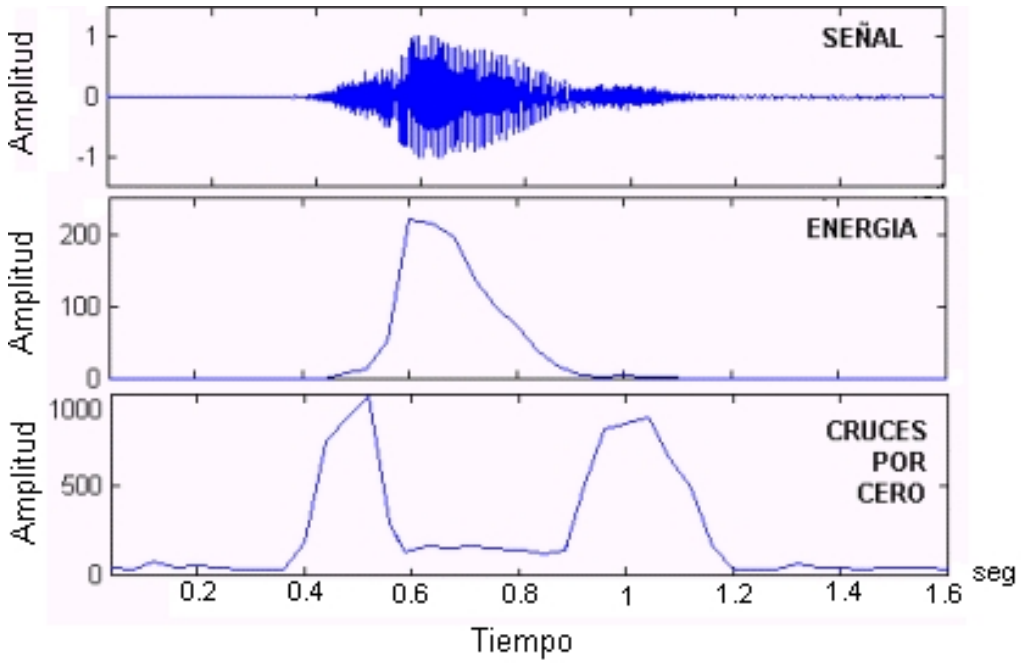
Decidir si el hablante es quien dice ser.

Implementación

1. Base de datos.
2. Señal de entrada.
3. Ventaneo de la señal de entrada.
4. Selección de ventanas sonoras.
5. Extracción de características (F_0, Formantes y MFCC).
6. Comparación mediante DTW.
7. Decisión.



Sonidos sonoros y sonidos sordos

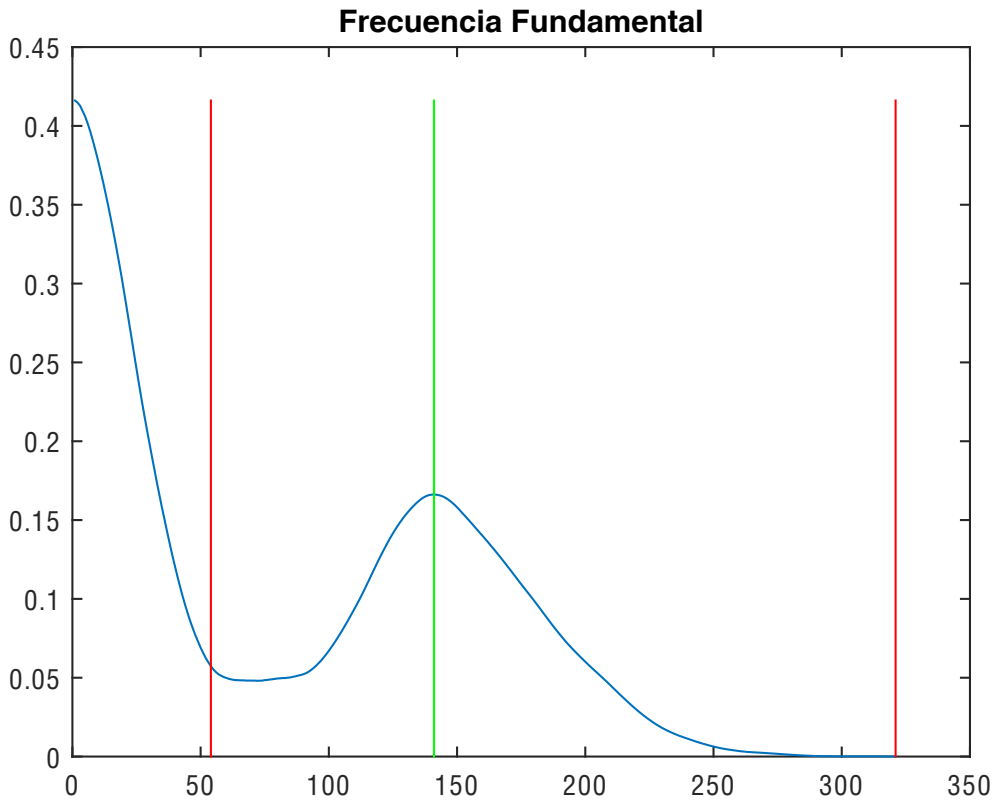


Ventaneo con ventanas sonoras.

1. *Sonidos sonoros:* baja cantidad de cruces por cero y alta energía. Periodicidad.
2. *Sonidos sordos:* mayor densidad de cruces por cero y menor energía.

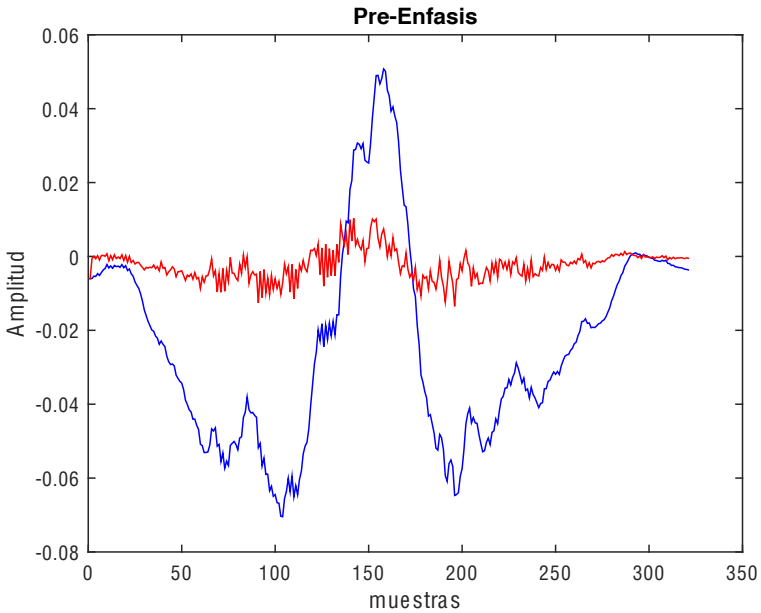
Frecuencia fundamental F_0

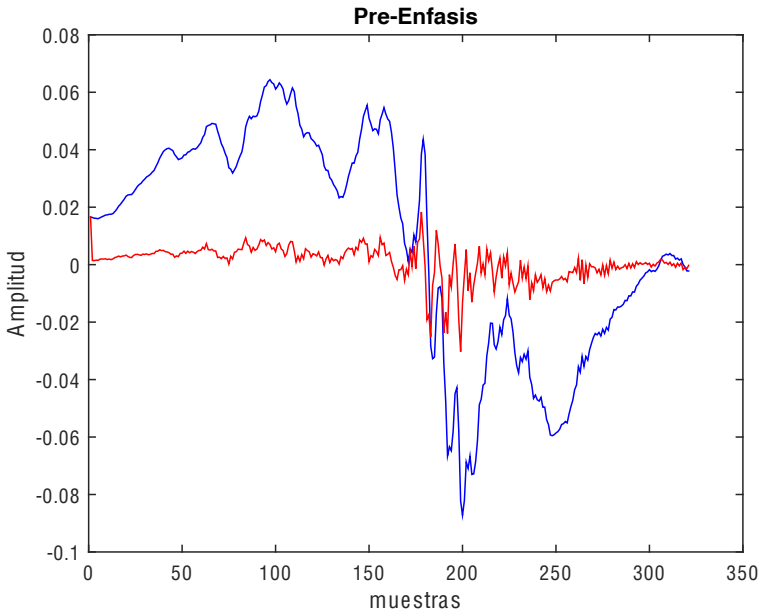
1. Autocorrelación.
2. $$\frac{1}{fmax} = \frac{1}{300} \leq T_0 \leq \frac{1}{50} = \frac{1}{f_{min}}$$



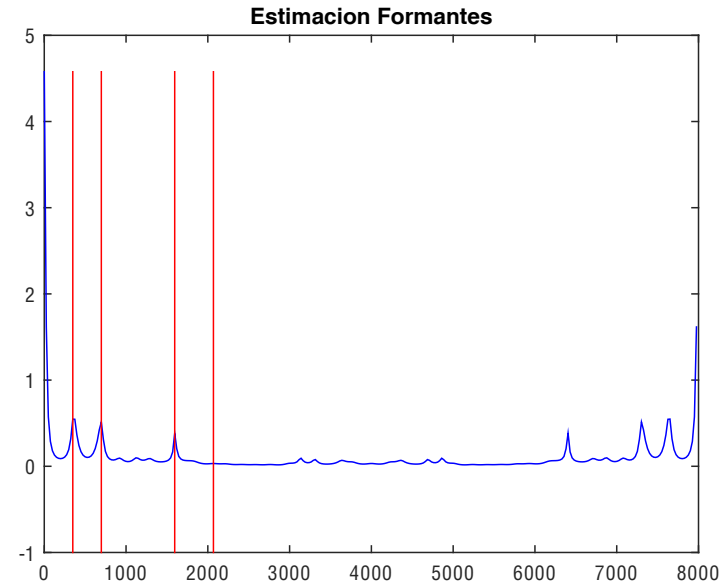
Preénfasis

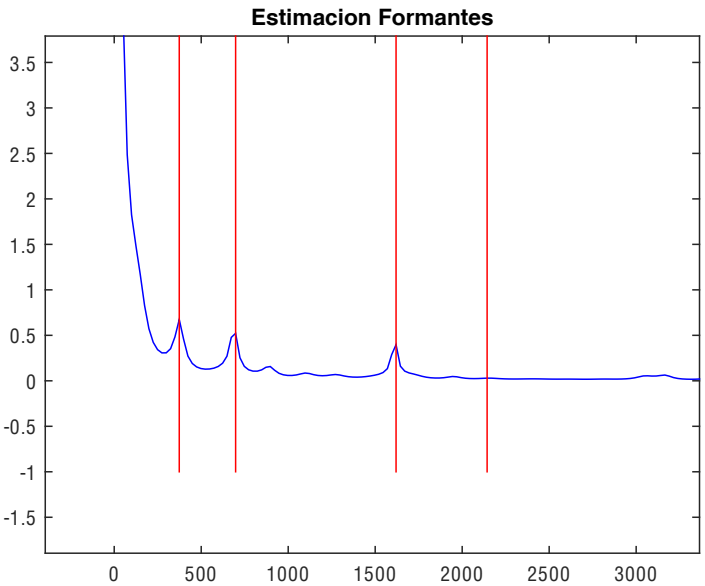
$$y[n] = x[n] - ax[n-1] \qquad 0.9 \leq a \leq 0.97 \qquad y[1] = x[1]$$





Frecuencias formantes

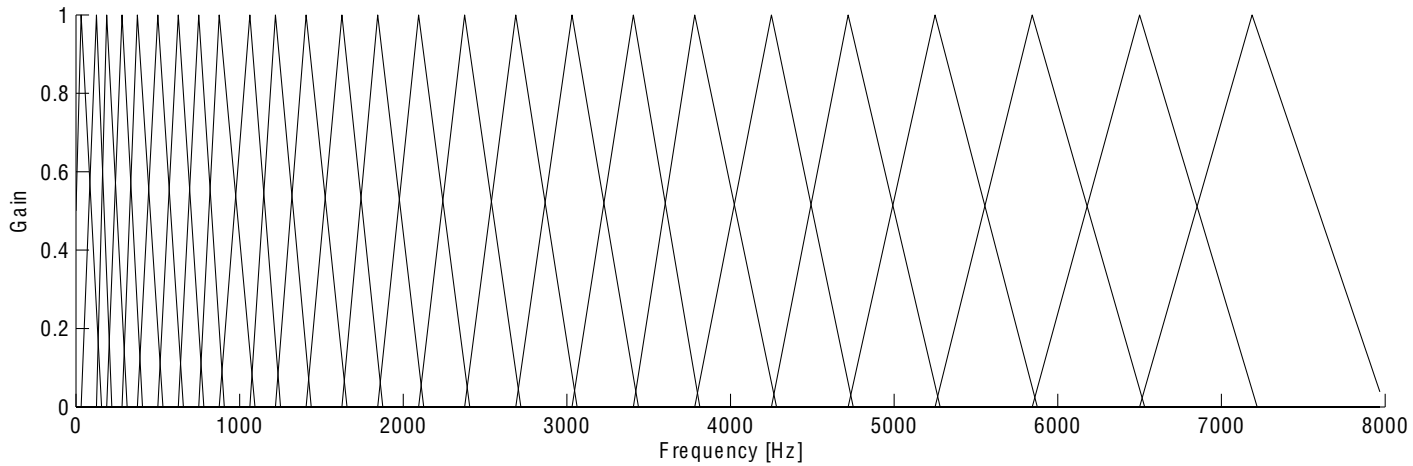




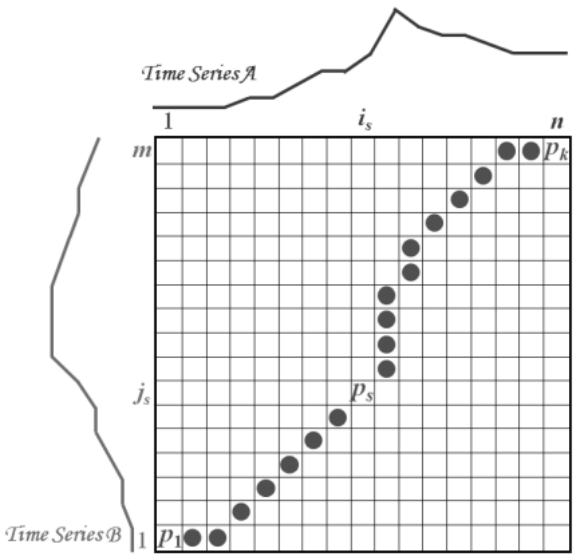
1. Respuesta en frecuencia. Predicción lineal. Wiener-Hopf.
2. Parámetros del sistema y factor de ganancia. Levinson-Durbin.
3. $H(z)$. Máximos locales.

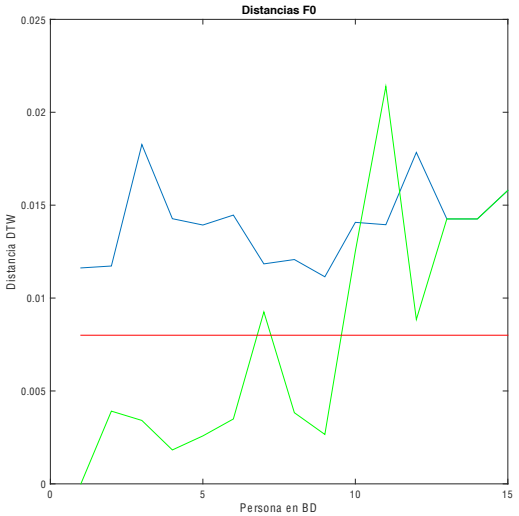
MFCC

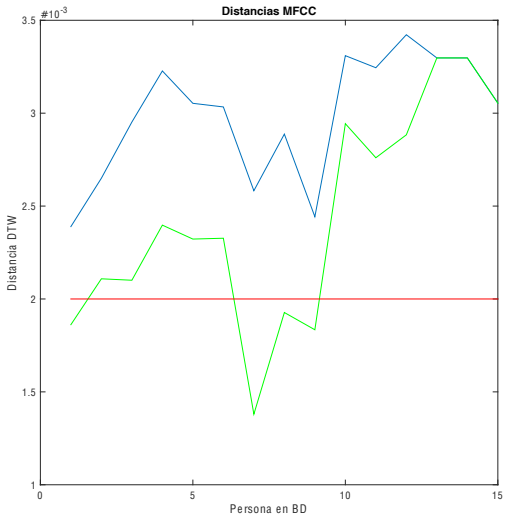
1. Ventana. DFT.
2. Filtros triangulares.
3. $F_{mel} = 1000 \log_2 \left(1 + \frac{F_{Hz}}{1000}\right)$
4. IDFT.



DTW


Time Series A
1
i_s
n
m
p_k
j_s
p_s
Time Series B
1
p_1


Distancias F0
Distancia DTW
Persona en BD
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
0
5
10
15

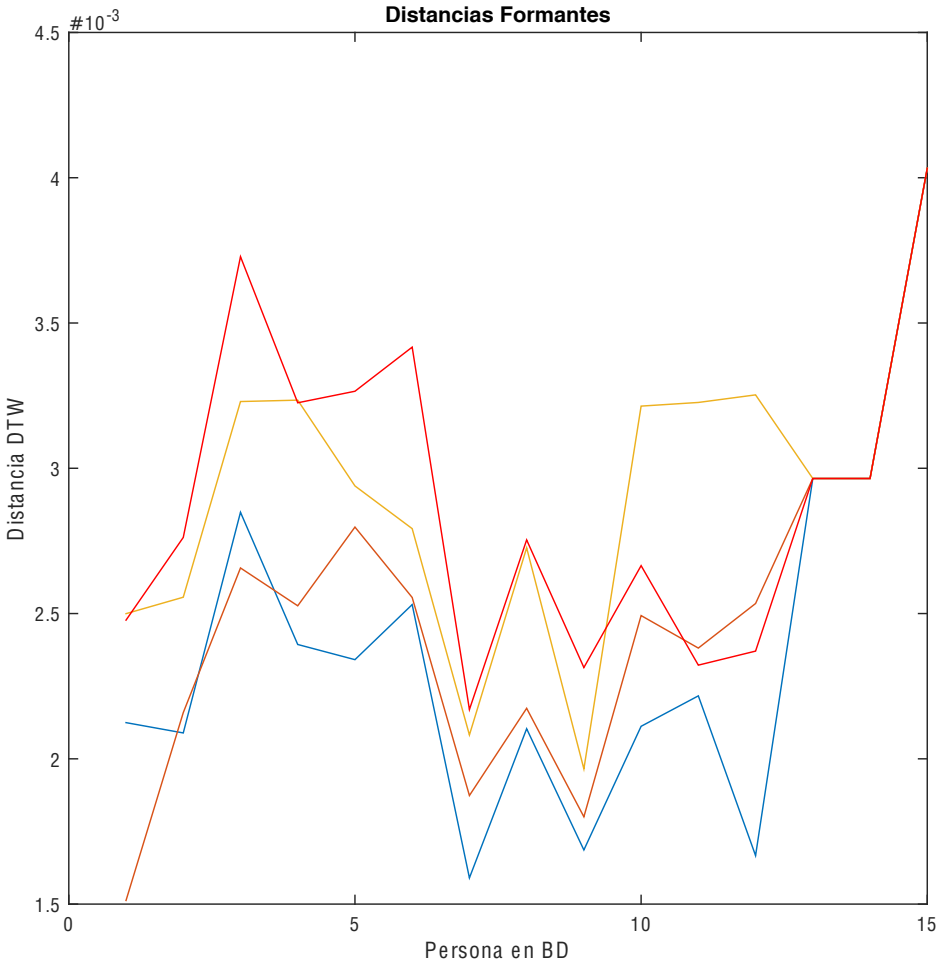

Distancias MFCC
#10^-3
Distancia DTW
Persona en BD
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0
5
10
15

Resultados

Intento / Persona	F_0	Formantes	MFCC
1	OK	OK	OK
2	OK	ERROR	OK
3	OK	OK	OK
4	OK	ERROR	OK
5	ERROR	OK	OK
6	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK
8	OK	ERROR	OK
9	ERROR	ERROR	ERROR
10	ERROR	OK	OK

Resultados

DTW - Formantes



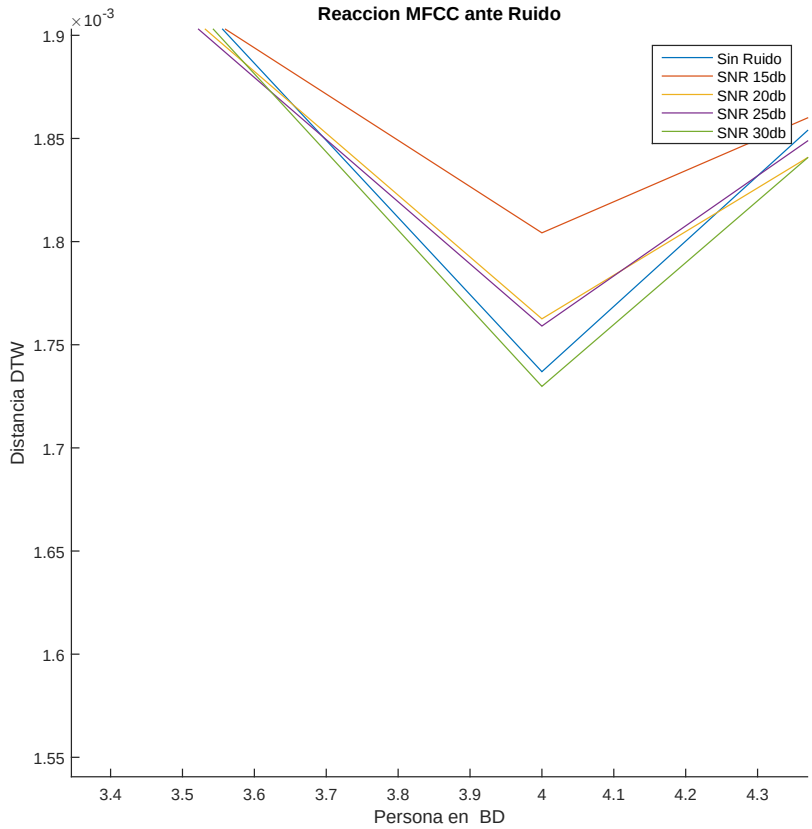
Resultados

		Valor real	
		V	F
Valor predicto	V	8	2
	F	1	9

Sensibilidad: $\frac{VP}{(VP+FN)} = \frac{8}{8+2} = 0.8$

Especificidad: $\frac{VN}{(VN+FP)} = \frac{9}{9+1} = 0.9$

Resultados



Ruido blanco:

$\mu = 0, \sigma = 0.5$

$SNR = 45[dB]$

9/10 aciertos.

Ruido ambiente:

$SNR = 30[dB]$

10/10 aciertos

$SNR = 25[dB]$

7/10 aciertos

Conclusiones

1. F_0 por si sola no es un buen método de verificación pero complementa.
2. Las *formantes* son poco precisas. Suelen arrojar falsos negativos.
3. Los MFCC son los que arrojan los mejores resultados para la verificación.
4. Todos los métodos son poco robustos al ruido, para que la verificación sea correcta, se necesita una relación señal/ruido de al menos 30 dB.
5. Ante la distorsión de la voz de una persona que se encontraba pregrabada en la base de datos, la verificación se muestra inestable.

Preguntas

¿Preguntas?