

## PRÁCTICA 05: Extracción de características

En esta sesión de prácticas va a descomprimir el archivo *GRABACION01.RAR* en su directorio de trabajo en un subdirectorio con el mismo nombre. Este fichero contiene diez archivos con señales de audio con los sonidos de los números del 0 al 9. Se va a proceder a extraer cada señal y utilizar el algoritmo MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficient) para extraer los vectores de características.

Para ello vamos a implementar las siguientes funciones:

- `bancoFiltros = generarBancoFiltros (Fs, longTrama)`  
Diseña el banco de filtros utilizando la función de MATLAB `designAuditoryFilterBank`.

- `[tramasPalabra, inicio, fin] = inicioFinv2 (tramas, numTramasRuido, ventana)`

Nueva versión de la función `inicioFin` implementada en la práctica 4. En esta función se calculan el umbral inferior de energía y el de cruce por cero de las 10 primeras tramas y de las 10 últimas de la señal segmentada, quedándonos con los valores máximos.

- `coefMel = MFCC (tramasPalabra,bancoFiltrosMel)`  
Calcula los coeficientes cepstrales en la escala de Mel. La secuencia de pasos a realizar para cada trama es la siguiente:

1. Calcular el espectro de Fourier del módulo.
2. Aplicar el bando de filtros Mel.
3. Calcular el logaritmo en base 10.
4. Aplicar la transformada discreta del coseno.

*Nota: Esta función ha de devolver la matriz de coeficientes cepstrales traspuesta, pues así es como se proporciona como entrada a la función `audioDelta`.*

- `coefMel = liftering (coefMel, numCepstrum)`  
Aplica un filtrado en el dominio cepstral extrayendo tantos coeficientes como se indica en el segundo parámetro. Se descartan los dos primeros coeficientes, por lo que la extracción comienza a partir del coeficiente tercero del vector de coeficientes cepstrales de cada trama. Se descartan esos dos primeros coeficientes porque es más probable que varíe cuando pronunciamos varias veces la misma palabra.

- `deltaCoefMel = MCCDelta (coefMel,longVentanaDelta)`  
Calcula los coeficientes delta y delta-delta cepstrum. Estos coeficientes representan la evolución temporal de los fonemas en su transición a otros fonemas. Los delta-cepstrum (también llamados coeficientes de velocidad), miden la variación de los coeficientes cepstrum sobre un instante de tiempo. Los delta-delta cepstrum (también llamados coeficientes de aceleración) representan la variación de los

delta-cepstrum en un instante de tiempo. Las expresiones para calcularlos son las siguientes:

$$\begin{cases} \Delta c_{MFCCi}[m] = \sum_{k=-l}^l \frac{k c_{MFCC(i+l)}[m]}{|k|} \\ \Delta \Delta c_{MFCCi}[m] = \sum_{i=-l}^l \frac{k \Delta c_{MFCC(i+l)}[m]}{|k|} \end{cases} \quad 1 \leq m \leq F,$$

donde  $l$  indica el número de tramas vecinas que se tienen en cuenta para calcular estos coeficientes.

Se hará uso de la función `audioDelta` implementada en MATLAB.

- `energia = logEnergia(tramas)`  
Calcula el logaritmo de la energía de cada trama.
- `caracteristicasNorm = normalizacion(caracteristicas)`  
Se calcula con las siguientes expresiones:

$$c_i^{CMVN}[m] = \frac{c_i[m] - \mu_m}{\sigma_m^2},$$

$$\mu_m = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T c_i[m],$$

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (c_i[m] - \mu_m)^2,$$

$$m = 1, \dots, D,$$

Donde  $T$  es el número de tramas y  $D$  es la dimensión del vector de características, que, en esta práctica estará formado por: el logaritmo de la energía, los coeficientes Mel-Cepstrum, los coeficientes delta cepstrum y, finalmente, los delta-delta cepstrum.

## DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

Fichero comprimido con el código implementado.

## SCRIPT PRINCIPAL.M

```
%% PRINCIPAL.m
close all
clear all

%% Parámetros
Fs = 8000;
tiempoTrama = 0.03;
tiempoDesplTrama = 0.01;
a = 0.95;
ventana = 'hamming';
numTramasRuido = 10;
longTrama = round(Fs * tiempoTrama);
longDespTrama = round (Fs * tiempoDesplTrama);
longVentanaDelta = 5; %Nº de tramas utilizadas para calcular los
coeficientes delta y delta-delta
numCepstrum = 12;
patrones = 'GRABACION01'; %Directorio con las señales que se usan de
patrones

%% Lectura de las señales de audio de los patrones
numeros = ['ceros ','unos ','dos ','tres ','cuatro','cinco ','seis
','siete ','ocho ','nueve '];

%Creación del banco de filtros de Mel
bancoFiltrosMel = generarBancoFiltros(Fs,longTrama);

for i=1:size(numeros,1),
    fichero = ['./',patrones,'/',strrep(numeros(i,:), ' ','')];
    load (fichero);
    eval (['senal = ', numeros(i,:), ';']);

    % Preénfasis
    senal = preenfasis(senal, a);

    % Extracción de características en el dominio del tiempo
    tramas = segmentacion(senal,longTrama, longDespTrama);
    [tramasPalabra, inicio, fin] = inicioFinv2 (tramas, numTramasRuido,
    ventana);
    palabra = invSegmentacion (tramas(:,inicio:fin), longDespTrama);
    figure, subplot(1,2,1), plot(senal);
    subplot(1,2,2),plot(palabra);
    obj_senal = audioplayer(palabra,Fs);
    play(obj_senal);
    pause (2);

    %Obtención de los coeficientes cepstrales en la escala de Mel
    coefMel = MFCC (tramasPalabra,bancoFiltrosMel);

    %Liftering
    coefMel = liftering (coefMel, numCepstrum);

    %Obtención de los coeficientes delta cepstrum
    deltaCoefMel = MCCDelta (coefMel,longVentanaDelta);
```

```

%Obtención de los coeficientes delta-delta cepstrum
deltaDeltaCoefMel = MCCDelta (deltaCoefMel,longVentanaDelta);

%Obtención del logaritmo de la Energía de cada trama
energia = logEnergia(tramasPalabra);

%Crear vectores de características
caracteristicas =
[energia;coefMel';deltaCoefMel';deltaDeltaCoefMel'];

%Normalización de los coeficientes cepstrales
VCN= normalizacion(caracteristicas);

eval ([strrep(numeros(i,:), ' ', ''), 'VCN = VCN;']);
ficheroSal = ['.\\',patrones, '\\',strrep(numeros(i,:), ' ', ''), 'VCN'];
eval(['save (ficheroSal ,'',strrep(numeros(i,:), ' ', ''), 'VCN')'']);
end

```

*Nota: En el fichero comprimido GRABACION01.RAR también se han incluido los ficheros obtenidos tras la ejecución del script anterior. De este modo podrá comprobar si está realizando la práctica de forma satisfactoria.*