



Departamento de
electrónica
Universidad de Alcalá

Bioingeniería

Práctica 5

Aplicación de la Transformada Wavelet al filtrado de señales ECG

Grado en Ingeniería de Computadores

Universidad de Alcalá

Curso 4º

Índice de contenidos

Introducción	3
Objetivos	3
Proceso de trabajo	3
Filtrado de la línea basal	3
Suma de interferencia en forma de tono y posterior eliminación de la misma	4
Detección de puntos característicos en los registros ECG por medio de la Transformada Wavelet	5

Introducción

El análisis wavelet utiliza formas de onda de duración finita, oscilantes, de media cero y que tienden a ser irregulares y asimétricas. Estas son las funciones de enventanado denominadas wavelets madre. La señal a analizar se descompone a base de versiones desplazadas y dilatadas de la wavelet madre o wavelet analizante que hayamos decidido emplear, y todo ello por medio de un proceso de correlación entre la señal a descomponer y las mencionadas versiones de la wavelet madre. **Tómese el tiempo necesario en el laboratorio para leer y entender el documento de introducción teórica que se adjunta como Anexo (aproximadamente una hora). Si lo considera necesario, busque información en Internet para ampliar más detalles. Cuando lo haya leído y entendido, continúe con las siguientes secciones.**

Objetivos

Se expone un ejemplo de filtrado Wavelet de las variaciones de la línea base en una señal ECG. Las mencionadas variaciones de la línea base están provocadas fundamentalmente por los artefactos que la respiración provoca en las señales ECG registradas y, por tanto, su componente frecuencial es bastante inferior a la de la señal que nos interesa. El proceso a seguir, en definitiva, consiste en la aplicación de un filtrado paso alto con una frecuencia de corte inferior muy reducida. Para ello, haremos uso de la Transformada Wavelet Discreta (DWT).

Como ampliación se propone sumar una interferencia en forma de tono a la señal ECG, para posteriormente eliminarla mediante un filtrado wavelet sencillo.

Por último, se propone analizar una señal ECG mediante el filtrado Wavelet para detectar las diferentes ondas a diferentes escalas Wavelet.

Proceso de trabajo

Filtrado de la línea basal

El registro de la señal electrocardiográfica se encuentra en el fichero llamado *ecg500.dat*, que contiene 10.000 muestras *float* convertidas a ASCII y que podemos abrir con el bloc de notas para observar su contenido. La velocidad de muestreo con la que se obtuvo la señal fue de 500 muestras por segundo.

Una vez en Matlab y en el directorio donde se encuentran todos los ficheros de esta práctica, podemos cargar el registro de la señal ECG mediante el siguiente comando:

```
>> load ecg500.dat;
```

Antes de filtrar esta señal conviene que echemos un vistazo a la ayuda del script ***lineabase*** y veamos cómo funciona y los parámetros que admite. Para ello:

```
>> help lineabase
```

Se recomienda comenzar a probar con la wavelet 'db7' y con varios niveles de descomposición para determinar subjetivamente cuál es el más adecuado para eliminar las variaciones de la línea base, sin distorsionar la señal ECG. Capture pantallazos de los diferentes resultados para incluirlos en la memoria de la práctica.

Una vez filtrada la señal de la forma más eficiente, pruebe con otros tipos de wavelets y diferentes niveles de descomposición para observar los diferentes resultados que podemos obtener. Capture pantallazos de las diferentes pruebas. Finalmente, se propone modificar el script **lineabase**, de modo que las escalas de tiempo de las diferentes gráficas visualizadas estén etiquetadas en milisegundos, en vez de en número de muestra.

Suma de interferencia en forma de tono y posterior eliminación de la misma

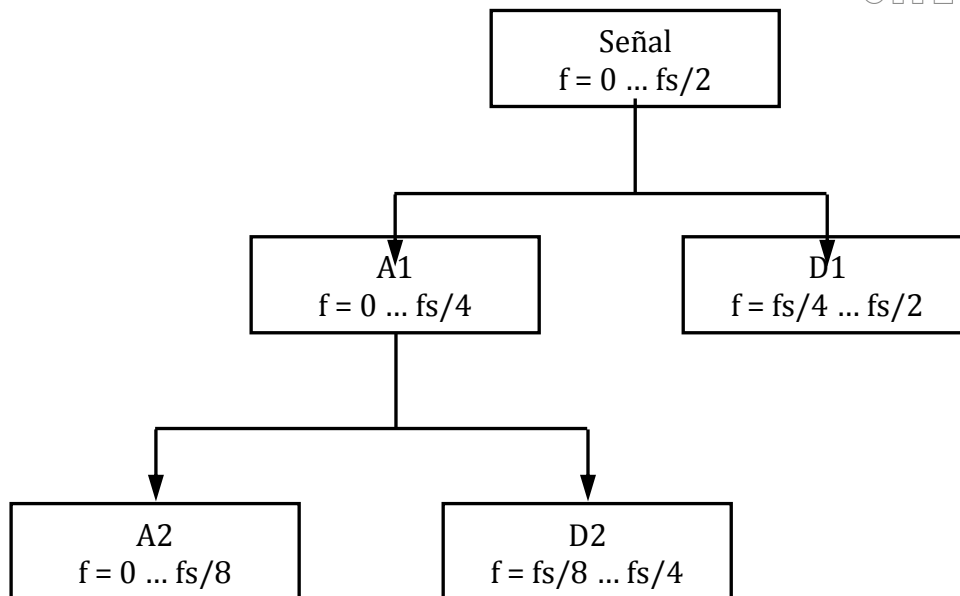
Aunque la forma más adecuada de eliminar un tono interferente a una señal no es precisamente mediante la DWT, proponemos un ejercicio para familiarizarse con más detalles relativos a la misma. Se trata de sumar un tono interferente de 23 Hz y 1 Vpp (1 voltio pico a pico) al ECG original y aplicar una DWT a un nivel adecuado a la señal resultante. Luego, debe reconstruirse y visualizar la última aproximación (A_n) y varios detalles (D_n, D_{n-1}, \dots).

Téngase presente que la señal ECG se muestreó a $f_s = 500$ Hz, con lo cual la máxima frecuencia registrada es de 250 Hz, según el teorema de Nyquist. Por cada nivel de descomposición wavelet que realizamos se aplica un filtrado paso alto y paso bajo de media banda para obtener el detalle D_n y la aproximación A_n , respectivamente. De este modo, para cada uno de los detalles obtenidos existe una frecuencia de corte inferior f_{ci} y otra superior f_{cs} que determinan el espectro de frecuencias contenido en cada detalle. Así, para el primer detalle, D_1 :

$$f_{ci} = f_s / 4 \qquad f_{cs} = f_s / 2$$

Para el detalle de orden n , D_n , los valores de ambas frecuencias son:

$$f_{ci} = f_s / 2^{n+1} \qquad f_{cs} = f_s / 2^n$$



Partiendo de estas premisas, calcule el nivel de descomposición que será más adecuado para obtener con la máxima amplitud el tono de 23 Hz en el detalle Dn correspondiente (**no olvide incluir estos cálculos en la memoria de esta práctica**). Aplique dicho nivel de descomposición a la señal contaminada con el tono y visualice las señales resultantes de la última aproximación An , junto a los tres últimos detalles. Saque las conclusiones pertinentes.

Detección de puntos característicos en los registros ECG por medio de la Transformada Wavelet

En este apartado deberemos de utilizar un registro ECG contaminado con ruido de red (50Hz) y que incluya variaciones en su línea base. Para ello, descargue un registro apropiado de Physionet (<http://www.physionet.org>) y súmele el ruido oportuno, si es necesario.

Experimente con diferentes wavelets, aplicando la DWT con diferentes niveles de descomposición al registro ECG, con objeto de ver qué “Aproximación” o “Detalle” y con qué “Wavelet” resulta más apropiado para detectar cada una de las ondas del ECG. Para saber si se detecta una onda determinada, no se trata de obtenerla con su morfología perfecta en un Dn o An determinados, sino observar alguna oscilación o pico rápido que nos permita precisar su ubicación en el tiempo en el registro original.

Obtenga todas las gráficas que considere oportunas incluir en la memoria para justificar sus propuestas de solución.