PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS Nº 5

Introducción a la Transformada Ondita

Primera Parte. Ventana de Gabor

1. Realice un algoritmo MatLab que permita ver en *3D* la *Transformada de Gabor* de una señal unidimensional (la amplitud de la misma en función del tiempo y la frecuencia *f*). Los parámetros de entrada a esta función deben ser la señal temporal, su frecuencia de muestreo, la dispersión α de la ventana de Gabor y la cantidad de intervalos temporales de corrimiento de la ventana. Utilice una determinada cantidad de desplazamientos temporales (64 como mínimo, por ejemplo), de manera tal de tener una aceptable resolución temporal.

2. Considere las siguientes señales temporales (determinando la cantidad adecuada de frecuencia de muestreo para cada caso) y realice la *Transformada de Gabor* de cada una de ellas, utilizando lo desarrollado en el ejercicio ***1***.

a) $f(t)=\begin{cases} 3\sin(2\pi 8t) & ,\ 0\le t<1 \\ 2\sin(2\pi 16t) & ,\ 2\le t<2 \\ \sin(2\pi 32t) & ,\ 2\le t<4 \end{cases}$, $N=512$ muestras y un $\alpha=1/256$ para Gabor.

b) $f(t)=u(t-1)-u(t-1.1)$, $N=1024$ muestras y un $\alpha=1/64$ para la Ventana de Gabor

Segunda Parte. Transformada Ondita Continua

3. Comprobar que, para distintas escalas, es lo mismo considerar: ***a)*** $g(t/a)$ con un intervalo $t\in[-5a,5a]$ muestreado a intervalos enteros que *b)* $g(t)$ con el intervalo $t\in[-5,5]$ con un intervalo de muestreo $1/a$. Utilice para su ejemplo, una Ventana de Gabor Gaussiana.

4. Teniendo en cuenta la *Ondita Sombrero Mexicano* $\psi(t)=\left(2/\sqrt{3}\pi^{\frac{1}{4}}\right)\cdot e^{-\frac{t^2}{2}}(1-t^2)$, con $|t|\le 8$ y la *Ondita Morlet* $\psi(t)=e^{-\frac{t^2}{2}}\cos(5t)$, con $|t|\le 8$, realice un muestreo de las mismas dentro de su soporte compacto con $N=17,33,49,65$ y 81 puntos y realice un gráfico de respuesta en ángulo de amplitud de las mismas, a fin de verificar como un cambio en muestreo (escala), hace que se obtengan los diferentes filtros Pasa Banda de la Transformada Ondita.

5. Teniendo en cuenta el filtro *pasa altos de descomposición de Haar* $h'[n]=\delta[n]-\delta[n-1]$ y *pasa bajos de descomposición de Haar* $l'[n]=\delta[n]+\delta[n-1]$, mediante interpolaciones diádicas, se pide verificar que la Ondita Madre que da origen a estos filtros de descomposición de la Transformada Ondita Discreta Clásica tiende a $\psi(t)=u(t)-2u(t-1/2)+u(t-1)$. Trabaje hasta obtener una señal digital interpolada de $N=1024$ puntos.

6. Repita el análisis anterior, pero utilizando un filtro *pasa altos de descomposición Daubechies 4* $h'[n]=-0.1294\delta[n]-0.2241\delta[n-1]+0.8365\delta[n-2]-0.4830\delta[n-3]$ y un filtro pasa bajos de descomposición Daubechies 4 digital de la forma $l'[n] = 0.4830\delta[n] + 0.8365\delta[n-1] + 0.2241\delta[n-2] - 0.1294\delta[n-3]$, tratando de encontrar la versión discreta de la Ondita Continua Daubechies 4 $\psi(t)$. Trabaje hasta obtener una señal digital interpolada de $N = 766$ puntos.

7. Dada la señal $f(t) = \begin{cases} \sin(2\pi \cdot f_{01} \cdot t) & 0 \le t < 512 \cdot T_s \\ 2\sin(2\pi \cdot f_{02} \cdot t), & 512 \cdot T_s \le t \le 1023 \cdot T_s \end{cases}$, con $f_s = 1\,\text{KHz}$, $f_{01} = f_s/16$ y $f_{02} = f_s/8$, utilizando el comando ***cwt** de MatLab* (Transformada Ondita Continua), se pide calcular la Transformada Ondita Continua de $f(t)$ con las *Onditas Sombrero Mexicano y Morlet*, utilizando 12 escalas para la primera y 22 escalas para la segunda. ¿Cuál de ellas describe mejor en tiempo y escala a la señal $f(t)$ y por qué?

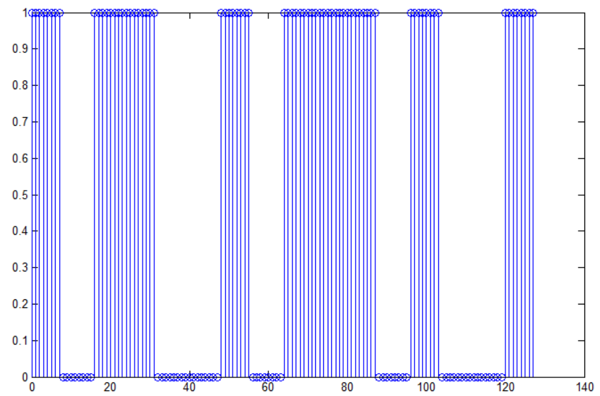
Tercera Parte. Análisis de Multiresolución (Banco de Filtros)

8. Dada la siguiente función de escala (Ondita Padre) $\phi(t) = \frac{1}{2}\text{sinc}\left(\frac{\pi t}{2}\right)$ y considerando $N = 512$ puntos de la misma, se pide diseñar el *Banco de Filtros Pasa Bajos de Descomposición* de las aproximaciones de una señal $f[n]$. Este banco, se determina por escalamientos de la ondita padre, es decir, $\phi_j(t) = 2^{-j+1}\phi(2^{-j+1}t)$, con $j = 1,2,\cdots,M$. Considere $M = 5$ y realice en un mismo gráfico frecuencial, la respuesta en ángulo de estos 5 filtros pasa bajos. Asimismo, el *Banco de Filtros de Pasa Banda de Descomposión*, estarán formados por escalamientos de la ondita madre $\psi(t) = 2\phi(2t) - \phi(t)$, es decir $\psi_j(t) = 2^{-j+1}\psi(2^{-j+1}t)$, con $j = 1,2,\cdots,M$. Al igual que antes, realice un gráfico de estos 5 filtros pasa banda de descomposición.

Cuarta Parte. Análisis de Multiresolución con Ondita Discreta

9. Investigue el comando MatLab ***cwt*** (Transformada Ondita Continua Unidimensional). Evalué la misma con la señal $h[n] = \{8,8,8,8,0,0,0,0\}$, utilizando 10 escalas y la ondita ***Haar***, es decir $\psi[n] = \delta[n] - \delta[n-1]$. Repita este análisis para la señal $x(t) = 3\sin(2\pi f_{01}t)[u(t) - u(t-T_1)] + \sin(2\pi f_{02}t)[u(t-T_1) - u(t-T_2)]$, en donde $f_{01} = 200\,\text{Hz}$, $f_{02} = 50\,\text{Hz}$, $f_S = 500\,\text{Hz}$, $T_1 = 0.1\,\text{s}$ y $T_2 = 0.2\,\text{s}$.

10. Dado el siguiente pulso binario de 128 bits y 8 bits por palabra binaria (en el ejemplo la palabra binaria de 8 bytes es 1011001011101001) y trabajando con la ondita *"Haar"*, se pide que realice una descomposición en *DWT* de este pulso binario hasta el *cuarto nivel*, realizando un gráfico de las funciones detalle y aproximación, verificando que la señal binaria cumple que $x(t) = A_4 + D_4 + D_3 + D_2 + D_1$



11. Agregue *Ruido Gaussiano* de amplitud comparable a la señal binaria del ejercicio anterior y utilizando la Técnica de *Denoising* y *Umbralamiento*, reconstruya la señal libre de ruido.

12. Investigue los comandos ***wavemenu*** y ***wavedemo***, de modo tal de observar las potencialidades de la Transformada Ondita, no solo para señales unidimensionales no estacionarias sino también señales bidimensionales (imágenes).

13. Realice un algoritmo que implemente la *Transformada Ondita Discreta*. Debe recibir como parámetros de entrada la señal discreta a transformar, la respuesta al impulso del filtro pasa bajos de reconstrucción $l'[n]$ y el nivel de descomposición. Se debe entregar una matriz cuyas filas contengan los coeficientes de los detalles y aproximación, un vector conteniendo las longitudes de los detalles y la aproximación y un vector con la concatenación de todos los detalles y aproximación (como lo hace *MatLab*). Pruebe este algoritmo ante diferentes señales (delta de Kronecker por ejemplo).

14. Realice una *Antitransformada Ondita*. Se debe recibir una matriz que contiene los coeficientes de detalles y aproximación, un vector con la longitud de cada uno de los coeficientes de detalle y aproximación y el filtro pasa bajos de reconstrucción $l'[n]$ y entregue los detalles y la aproximación original o bien la señal reconstruida.