

## Guía II - Cancelación de una interferencia senoidal con LMS

Se tiene una señal de ECG (archivo señal ECG1) a la que se le superpone una señal de interferencia con una fase determinada y frecuencia de 60 Hz. A estas dos señales también se le puede agregar ruido gaussiano y blanco de potencia determinada. La señal total observada es:

$$d(n) = s(n) + i(n) + v(n) \quad (1)$$

donde  $s(n)$  es la señal de ECG<sup>1</sup>,  $i(n) = A \sin(\omega n + \theta)$  y  $v(n)$  es ruido blanco de potencia  $\sigma_v^2$ , donde  $\omega$  es la frecuencia angular correspondiente para una frecuencia de 60 Hz con un muestreo de 8192 Hz<sup>2</sup>, y  $\theta$  es una fase arbitraria para la interferencia. También se dispone de una señal de referencia para la interferencia de forma:

$$r(n) = B \sin(\omega n) \quad (2)$$

Asuma que  $B = 0.1A$  y que:

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \left( \frac{A^2}{2\sigma_v^2} \right) = 20\text{dB} \quad (3)$$

1. Implemente un LMS para cancelar esa interferencia y poder observar la señal de ECG lo mejor posible. Pruebe con diferentes valores de step-size y largo de los filtros y para fases de la señal de interferencia igual a  $\pi/4$  y  $\pi/2$ .
2. Compute para cada instante de tiempo la distancia entre la señal de ECG original y la que surge luego de cancelar la interferencia, para uno de los step-size y largo de filtro del punto anterior.
3. Realice una corrida donde a la mitad de la simulación la frecuencia de la interferencia y la referencia cambian en forma abrupta a 70 Hz. Qué observa?
4. Implemente un filtro notch digital a la frecuencia nominal de 60 Hz de forma tal que solo elimine esa frecuencia y no altere la forma de la señal original de ECG. Trate de cancelar la interferencia por medio de esta estructura suponiendo que la frecuencia de la señal de interferencia está fija y que varía según el punto anterior. Considere también un ambiente sin ruido y otro con ruido con SNR de 20 dB. Compare sus resultados con los que surgen de aplicar un LMS.
5. En la práctica la señal de referencia raramente es una señal limpia. Suponga que la señal de referencia esta contaminada con ruido blanco gaussiano de forma tal que en dicha señal de referencia la SNR vale:

$$\text{SNR}_{\text{ref}} = 10 \log_{10} \left( \frac{B^2}{2\sigma_w^2} \right). \quad (4)$$

Analice el efecto de esta cantidad en la performance final del esquema de cancelación. Implemente una posible solución para minimizar el efecto de dicho ruido en la señal de referencia.

---

<sup>1</sup>La señal ECG sin ruido se encuentra en el archivo señalECG1.mat. Las otras señales deberá generarla el alumno.

<sup>2</sup>Si lo desea el alumno puede decimar la señal en forma apropiada, para aliviar la carga computacional. Para este tipo de señales una decimación a frecuencias en el orden de 500 Hz (y aún menos) es usual y no introduce pérdidas de información.

Aclaración: Los puntos mencionados arriba son una guía para analizar distintos efectos. Aunque se pedirá la realización de todos ellos, cada alumno es libre de incluir en el informe final otras situaciones que considere interesantes. Es más, se considerará positivamente la realización de otras pruebas siempre y cuando las mismas sean razonable y estén debidamente justificadas. Se evaluará también la presentación, calidad y prolijidad del informe así como cualquier análisis y conclusiones que enriquezcan al mismo. Recuerde citar las referencias bibliográficas que use para la realización del trabajo. Las simulaciones se pueden realizar en cualquier software que desee el alumno.