

22.46 Procesamiento Adaptativo de Señales Aleatorias

Trabajo Práctico 2

Filtrado lineal óptimo

En este trabajo deberán modelar la respuesta al impulso $h(n)$ de un sistema **parlante-habitación-micrófono** con identificación de sistemas, asumiendo régimen estacionario.

Recomendamos que reproduzcan y graben con dos dispositivos diferentes. Por ejemplo, pueden reproducir con una computadora y grabar con un celular. Recomendamos que graben en formato *raw* (sin compresión). Luego pueden sincronizar ambas señales por software.

Utilicen el mejor parlante a mano (con la respuesta en frecuencia lo más plana posible). Los micrófonos de los celulares tienden a tener una respuesta en frecuencia relativamente plana.

Para las reproducciones y grabaciones utilicen $f_s = 48 \text{ kHz}$ (la frecuencia de muestreo nativa de los dispositivos de sonido). Generen diez segundos de audio.

1. Reproduzcan las siguientes excitaciones $x_j(n)$ y graben las señales $y_j(n)$, sin alterar el sistema parlante-habitación-micrófono, para luego poder comparar las estimaciones de $h(n)$ entre sí.
 - a. Una señal de voz (evalúen y justifiquen qué fragmento de voz conviene elegir).
 - b. Una señal de música (evalúen y justifiquen qué fragmento de música conviene elegir).
 - c. Una señal rectangular con $f = 100 \text{ Hz}$.
 - d. Un barrido lineal de frecuencia con $f_0 = 20 \text{ Hz}$, $f_1 = 20 \text{ kHz}$:

$$k = (f_1 - f_0)/T$$
$$u_l(t) = \sin(2\pi f_0 t + 2\pi k t^2/2)$$

- e. Un barrido exponencial de frecuencia con $f_0 = 20 \text{ Hz}$, $f_1 = 20 \text{ kHz}$:

$$k = (f_1/f_0)^{1/T}$$
$$u_e(t) = \sin(2\pi f_0 (k^t - 1)/\ln(k))$$

- f. Ruido blanco gaussiano de media cero.

2. En función del espectro de potencia de las diferentes excitaciones, y sin realizar los puntos sucesivos de este trabajo, ¿cuál de las excitaciones creen que dará la mejor estimación de $h(n)$? Justifiquen.
3. Para la grabación con el barrido lineal de frecuencia, determinen el valor óptimo de M , justificando tal elección. Para ello recomendamos que representen el MSE mínimo J_0 en función de M . Notarán que el cálculo puede dispararse. ¿Cómo pueden reducir el cálculo necesario?
4. Con el valor óptimo de M del punto anterior, y para cada una de las excitaciones y grabaciones, estimen $h(n)$, determinen $\hat{H}(e^{j\omega})$ y calculen el MSE normalizado \mathcal{E} . Comparen los resultados y saquen conclusiones.
5. ¿Cómo se comparan los resultados del punto anterior con los que anticiparon en el punto 2? Comparen y justifiquen.
6. Determinen la estimación $h(n)$ que mejor representa a la habitación, justificando la elección. Con ella filtren el fragmento de música y evalúen, con auriculares, si la señal filtrada se asemeja perceptualmente a la correspondiente grabación.