
IPD 414 - Tarea #3: Estimación espectral y filtrado de señales estocásticas

Seminario de Procesamiento de Señales - 2015-2

Profesor: Matías Zañartu, Ph.D.

Fecha de entrega: Lunes 18 de Enero, en clases.

La presente tarea es **INDIVIDUAL**. Para cada una de las siguientes preguntas, discuta sus métodos y supuestos. Presente gráficos, código de MATLAB, y archivos de audio, cuando corresponda. Los archivos de audio de las señales están disponibles en la web de la asignatura.

Problema 1. (15 puntos)

Utilizando la señal entregada por el archivo de audio “prob1.wav”, simule, compare y explique los efectos producidos por los siguientes métodos no paramétricos de estimación espectral:

1. Periodograma
2. Periodograma modificado con ventanas: Hamming, Hanning, Bartlett, y Blackman.
3. Método de Bartlett.
4. Método de Welch.

Problema 2. (15 puntos)

Utilizando las señales entregada por los archivos “prob2a.wav” y “prob2b.wav”

1. Grafique $\hat{S}_{xx}(\omega)$ de estas señales con el método no paramétrico que mejor se ajuste al caso.
2. Determine si se trata de un sistema AR, MA o ARMA, defina un criterio para su elección y determine el número de polos (p) y ceros (q) de cada sistema.
3. Presente los espectros $\hat{S}_{xx}(\omega)$ paramétricos.
4. Suponga un sistema de $10 \times p$ polos y $10 \times q$ ceros y grafique el resultado de la densidad de potencia correspondiente.

Problema 3. (70 puntos)

Considere una señal de voz con ruido $x[n] = s[n] + v[n]$ obtenida mediante el micrófono principal de un teléfono (x1). Adicionalmente se grabó en forma simultánea un segundo micrófono en la parte posterior del teléfono (x2), el cual entregó una señal correlacionada con el ruido $v[n]$, pero con alguna presencia también de la señal de voz $s[n]$. Tenga presente que se suele estimar que una señal de voz se mantiene estacionaria en intervalos que fluctúan entre 5ms y 25ms. Se desconoce qué tan estacionario es el ruido en este caso.

- i. Realice un análisis espectral exhaustivo de la señal y el ruido, utilizando las herramientas paramétricas y no-paramétricas estudiadas en clase. Grafique sus mejores estimadores espectrales en detalle. Evalúe la relación señal/ruido en este caso. Utilice estos estimadores o métodos de análisis para resolver las siguientes preguntas.

-
- ii. Diseñe un filtro LTI determinístico (IIR o FIR) que permita reducir los efectos del ruido en función al análisis espectral de la señal y el ruido. Explique sus consideraciones de diseño, detalles del filtro (diagrama de polos y ceros, respuesta de frecuencia, fase, respuesta a impulso, etc.). Evalúe la señal resultante en términos de la reducción de ruido y distorsión de la señal. Proponga métodos y métricas para dicha evaluación. Genere un archivo de audio con la señal resultante.
 - iii. Implemente un filtro Wiener FIR por muestras. Si el tiempo de cálculo supera lo razonable, extienda su implementación a cuadros lo más pequeños posible. Describa el método utilizado para estimar los parámetros necesarios para el diseño del filtro. Compare sus resultados con el filtro determinístico utilizando las mismas métricas. Genere un archivo de audio con la señal resultante.
 - iv. Implemente un filtro Wiener en frecuencia sin overlap. Proponga un tamaño de cuadro razonable para este caso. Implemente también una técnica de suavizado espectral entre cuadros y evalúe sus efectos en el filtro resultante. Evalúe la señales resultantes de ambos casos y el tiempo de ejecución con la implementación de Wiener por muestras. Genere un archivo de audio con la señal resultante.
 - v. Implemente un filtro adaptivo NLMS por muestras. Evalúe la convergencia del filtro para algunos factores μ y compárelos en función de sus implementaciones anteriores. Evalúe también la señales resultantes y el tiempo de ejecución con respecto a las implementaciones anteriores. Genere un archivo de audio con la señal resultante.
 - vi. Implemente un filtro adaptivo NLMS por cuadros. Evalúe la convergencia del filtro para algunos factores μ y compárelos en función de sus implementaciones anteriores. Evalúe también la señales resultantes y el tiempo de ejecución con respecto a las implementaciones anteriores. Genere un archivo de audio con la señal resultante.