

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 01 - Aplicación

Primer Semestre 2017

Lunes, 04 de abril del 2017

Horario 07M2

- Duración: 1 hora.
- Está terminantemente prohibido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.)

1) (*5 puntos*) Usted es parte de una red secreta de espionaje y se le encomienda averiguar los contactos con los cuales se comunica el investigado. Para ello, la red ha colocado micrófonos Sonda F999 en lugares claves, como cerca del teléfono, por ejemplo. De esta forma, en la sala de análisis de señales, se obtiene como resultado una señal temporal, que en el presente caso **contiene los tonos de un número telefónico que ha sido marcado**.

- a. En primer lugar, cargar la señal de audio 'grabacion.wav'¹ usando la función **audioread()**, que es el audio grabado mencionado anteriormente. Usar el comando **sound()** para oír la señal completa (haciendo uso de audífonos). Al ejecutarlo, notará que hay un error de grabación (ruido que ha sido introducido). De esta manera, la señal obtenida tiene la forma

$$b[n] = s[n] + p[n],$$

donde $s[n]$ es la secuencia no perturbada y $p[n]$ es el ruido inducido. Asimismo, se dedujo que la función determinista generadora de ruido tiene la forma de ecuación en diferencias:

$$p[n+1] = k p[n](1 - p[n]),$$

donde k hace referencia a la tasa de evolución o crecimiento del sistema. Implementar esta ecuación, considerando los siguientes tres casos:

$$p[0] = 0,6 \text{ y } k = 0,6$$

$$p[0] = 0,6 \text{ y } k = 2,5$$

$$p[0] = 0,6 \text{ y } k = 3,99$$

Para todos ellos, asumir que el sistema parte del reposo. Verificar que cada valor de k ocasiona un comportamiento diferente en el sistema. Para ello, realizar una gráfica de $p[n]$ vs n .

¹El archivo 'grabacion.wav' está almacenado en la carpeta /laboratorio/lab01/07m1

- b. Es necesario filtrar la señal grabada para una mejor diferenciación de los dígitos marcados por el investigado. Para ello, se empleará un filtro FIR promediador, cuya ecuación viene dada por

$$y[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x[n-k].$$

Si, por ejemplo, se escoge $N = 3$, se obtiene el caso especial del filtro promediador causal de 3 muestras. Definir el valor de $N = 25$ para construir el filtro y aplicarlo a la señal grabada usando la función **conv()**. Graficar $y[n]$ usando la función **stem()** con el valor de N señalado. Además, en un mismo gráfico, mostrar las 100 primeras muestras de la señal grabada antes y después de ser filtrada.

- c. Ahora, se quiere determinar el número telefónico marcado. Lea la señal 'referencia.wav'², que es una señal que contiene el tono de marcación de los números de 1 a 4 en secuencia. En primer lugar, separar los segmentos de cada dígito en la **referencia**. Luego aplicar correlación cruzada, para lo cual debe emplear la función **xcorr()** entre cada segmento de la señal de referencia con la señal grabada y de esta manera definir el número que ha sido marcado. Finalmente, incluir su respuesta en los comentarios.
- d. Otro lugar en el cual también se colocó un micrófono es la sala de reuniones, que presenta un valor de reverberancia no despreciable, lo cual favorece la producción de ecos. Si la señal original es $x[n]$, la señal $y[n]$ capturada por el micrófono viene descrita por

$$y[n] = x[n] + \alpha x[n-k],$$

donde k es el retraso en muestras de la señal, y α es la amplificación para el primer eco (por simplicidad asumir que solo se produce un eco). Si la señal emitida por el investigado es

$$x[n] = \sin(0,05\pi n) e^{\frac{-(n-200)^2}{50^2}},$$

con $\alpha = 0,5$ y $k = 400$, generar la señal con ecos $n \in \{0, \dots, 1000\}$ y determinar su autocorrelación $r_{yy}(l)$ de forma gráfica. A partir del resultado, se puede corroborar el valor de α y k usado?

²El archivo 'referencia.wav' está almacenado en la carpeta /laboratorio/lab01/07m1