

Introducción al Procesamiento de Señales - Año 2013

Práctica con Utilitario 2

Introducción

En la materia Introducción al Procesamiento de Señales se puso énfasis en la utilización de la herramienta informática Matlab como complemento del espacio de práctica, considerando que en primer término la misma brinda grandes ventajas en el aprendizaje de los temas de la materia, y en segundo término el manejo de la herramienta en sí misma es de provecho para un profesional vinculado al procesamiento de señales.

Por otra parte, consideramos que la capacidad de presentar resultados de una manera ordenada, para que puedan ser interpretados por un tercero no debe ser ajena a la formación de todo profesional, y mucho menos de un profesional de la Ingeniería.

Este trabajo con utilitario se enfoca en la utilización del algoritmo FFT (algoritmo rápido de la TDF) para el análisis en frecuencia de señales y para economizar operaciones en el cálculo de la convolución de señales. En particular, dado que en el conjunto de herramientas que provee MATLAB se encuentra la función de cálculo de la FFT, se opta por la utilización de dicho utilitario.

Para ello se provee una serie de funciones en archivos de tipo .p. Estos archivos son archivos .m encriptados de modo que no puede verse su contenido. Desde el punto de vista de su ejecución, son similares a los .m. Una salvedad es que los mismos no permiten definir comentarios de retorno cuando se escribe, por ejemplo, `help nombreArchivo`. En su lugar, para los mismos se define que impriman en pantalla los comentarios de ayuda cuando se los llame con un único parámetro 'h'. Los archivos provistos son:

- sinusoides.p: Señales sinusoidales (Ejercicio 1). Para ver los detalles, en la ventana de comando escribir `sinusoides('h')`
- codigopr.p: Generación de señal tipo código pseudo-aleatorio (Ejercicio 2). Para ver los detalles, en la ventana de comando escribir `codigopr('h')`

El alumno debe resolver las consignas planteadas y entregar:

- Un breve informe con los procedimientos utilizados (por ejemplo listado de comandos), los resultados conseguidos (por ejemplo gráficas de las señales) y las conclusiones obtenidas. Este informe puede ser entregado en formato impreso o enviado por mail a la casilla que se detalla más abajo, respetando la fecha límite.
- **TODOS** los scripts de Matlab utilizados en la resolución, de manera que los resultados obtenidos puedan ser reproducidos por un tercero. Los mismos deben ser comprimidos en un archivo .zip cuyo nombre identifique al alumno que lo realizó, y enviados por mail a la casilla que se detalla más abajo, respetando la fecha límite.

El trabajo es **individual**. En caso de detectarse copias los trabajos serán **desaprobados**.

La fecha límite de entrega es el día 13 de Febrero de 2014 a las 17 hs.

Los scripts de Matlab (y el informe, si se opta por entregarlo en versión electrónica) deben ser enviados a las siguientes dos casillas de correo:

jorge.cogo@ing.unlp.edu.ar
javier.smidt@ing.unlp.edu.ar

El asunto del correo debe contener el texto [ips-lab2]

Consejo

Para insertar gráficos hechos con Matlab en documentos de Word, un método rápido y relativamente seguro es el siguiente:

1. En Matlab ingrese el comando `print -f1 -dpng figurita`, esto generará en el directorio actual el archivo gráfico `figurita.png`. El número que sigue a la opción `-f` es el número de la figura de Matlab que se exportará.
2. Desde Word inserte la figura (Insertar imagen desde archivo). En general es conveniente que la figura no flote sobre el texto.

Ejercicio 1

La función `sinusoides.p` retorna N valores de una señal muestreada cada T_s segundos. Se sabe que dicha señal es la suma de dos sinusoides, cuya frecuencia máxima se sabe que es inferior a 1 kHz

1. Determine el valor máximo de T_s que se puede utilizar sin que se produzca efecto de replicado.
2. Con un adecuado valor de T_s , elija un valor de N (por ejemplo 1024). Mediante la utilización de la FFT, trate de determinar las frecuencias y amplitudes de las sinusoides involucradas. Grafique el módulo de dicha FFT, interpretando adecuadamente el eje de frecuencias. ¿Cuál es la resolución en frecuencia con la que se pueden determinar las incógnitas? Piense en el paso de frecuencia que utiliza para graficar. Para la determinación de las amplitudes, tenga en cuenta qué papel juega el valor de N utilizado.
3. Determine el valor de N que debe utilizarse si se quieren estimar los valores de las frecuencias de las sinusoides con una resolución de 0,5 Hz. Con este valor, estime los valores de las frecuencias involucradas. Grafique. ¿Cómo depende este valor del T_s elegido?
4. Adicione “ruido” a la señal mediante el comando

```
xn = x+randn(size(x));
```

donde x es la señal devuelta por `sinusoides.p`. Compare en el dominio temporal la señal con y sin ruido. Grafique ambas señales. Compare gráficamente en el dominio frecuencial las transformadas de las señales con y sin ruido, ¿se pueden determinar las frecuencias de las sinusoides en este caso? ¿Qué ocurre al aumentar/disminuir N ?

En todos los casos que considere pertinentes ilustre sus resultados con una gráfica adecuada. Recuerde indicar correctamente valores y variables en cada eje, e incluir un título o un epígrafe que identifique a la figura.

Ejercicio 2

La función `codigopr.p` genera muestras de una señal tipo código “Gold”. Estos códigos son una variedad de las señales denominadas “pseudo-aleatorias”. Estas señales son señales determinísticas periódicas (se generan mediante una fórmula) que tienen propiedades similares a señales aleatorias (como el ruido). Se utilizan por ejemplo en el sistema GPS y en sistemas de comunicaciones denominados CDMA.

1. Utilizando la relación entre la correlación de señales y la convolución de señales, y aceptando que esta relación se mantiene para las versiones “circulares” (convolución circular y correlación circular), implemente una función `correlfft.m` que permita obtener la correlación circular de dos señales, utilizando el comando `fft`. Tenga en cuenta que en los casos que veremos, el resultado de la correlación será una señal real, y por errores numéricos puede aparecer una componente imaginaria no deseada. Descarte esta componente imaginaria tomando la parte real del resultado obtenido. **Ayuda:** $r_{xy}^{\circ}[m] = \{x \otimes \bar{y}^{-}\}[m]$, donde $r_{xy}^{\circ}[m]$ denota la correlación circular entre x e y y $\bar{y}^{-}[n]$ denota $y[n]$ conjugada y reflejada circularmente.
2. Para verificar que las características de la señal se asemejan al ruido, ejecute los comandos siguientes

```
x = codigopr(1,1,'code1',0);
y = randi([0,1],size(x)); y(y==0) = -1;
```

utilizando la función previamente creada, calcule la autocorrelación (correlación consigo misma) de cada una de las señales y compárelas gráficamente. También puede ser de utilidad calcular la intercorrelación de x e y .

3. Genere señales correspondientes a los tres códigos posibles, y calcule la autocorrelación de cada una y las intercorrelaciones entre ellas. Vea que comparando auto e inter correlaciones es posible distinguir entre los códigos. Analice que ocurre al cambiar el valor de N_m . Incluya en el informe alguna gráfica representativa de cada situación.
4. Genere una nueva señal que sea una versión desplazada circularmente de alguno de los códigos (puede serle de utilidad el comando `circshift`). ¿Cómo resulta la correlación de esta señal con el código sin desplazar? Vea que observando la correlación se puede determinar el valor de desplazamiento. Analice qué ocurre al aumentar el valor de N_m . También vea qué sucede al cambiar el valor de N_p .
5. Con todo lo aprendido previamente, trate de determinar a qué código y con qué desplazamiento se corresponde la señal “incógnita”. Para validar su resultado, genere una señal que corresponda al código hallado, desplácela por el valor hallado y compárela (en el tiempo) gráficamente con la señal incógnita (deberían solaparse).
6. Adicione ruido a la señal incógnita mediante el comando

```
xincn = xinc+randn(size(xinc));
```

Verifique que se puede seguir determinando la señal incógnita en estas condiciones. Analice qué ocurre al aumentar el valor de N_p . Compare temporalmente la señal con y sin ruido adicionado.

7. Adicione más ruido a la señal incógnita mediante el comando

```
xincn = xinc+4*randn(size(xinc));
```

Analice lo mismo que en el inciso previo.

En todos los casos que considere pertinentes ilustre sus resultados con una gráfica adecuada. Recuerde indicar correctamente valores y variables en cada eje, e incluir un título o un epígrafe que identifique a la figura.