

	Procesamiento Digital de la Información GITT-Grado en Ingeniería en Tecnologías de las Telecomunicaciones Departamento de Teoría de la Señal, Sistemas Telemáticos y Computación Universidad Rey Juan Carlos - Curso 2023/24
--	---

Laboratorio de Habla 2

Herramientas Básica de Procesamiento Digital de Audio

Objetivos de Aprendizaje

1. Ser capaz de generar y manipular señales en Julia.
2. Ser capaz de realizar distintos análisis de la señal de voz en Julia.
3. Ser capaz de generar diferentes tipos de espectrogramas en Julia

Consejos para la Solución

1. Utiliza las convenciones de Julia para escribir código. Puedes encontrarlas en:

https://web.mit.edu/julia_v0.6.2/julia/share/doc/julia/html/en/manual/style-guide.html

2. Si copias el texto de los enunciados como parte (comentada) de un fichero de Julia podrás ejecutarlo y obtener un fichero que entregar.
3. Mi consejo es que intentes “crear una historia” que haga amena la lectura del entregable.
4. Recuerda que en la puntuación de entregables cuenta tanto el contenido como la presentación.
5. Esta práctica se puede hacer con Julia básico o usando paquetes de procesado de señal, entre los cuales se encuentran **SampledSignals.jl**, **PortAudioStream.jl**, **SignalAnalysis.jl**, **DSP.jl** ó **AuditoryStimuli.jl**, además de **WAV.jl**. Estos paquetes permiten hacer cálculos mucho más potentes basado en el concepto de flujos de datos de una fuente y de bloques de procesado, pero implican una mayor complejidad conceptual y conocimientos operativos, que se alcanzarán empleando más tiempo para su estudio.
6. Un paquete que merece la pena investigar es **Unitful.jl** que pone unidades del SI en todas las cantidades. Su propósito es el mismo que el de aquellas: que las señales y constantes que construimos tenga un sentido físico.

Ejercicio 1: Creación y Manipulación Básicas de Señales

Objetivo

Familiarizarse y profundizar en algunos de los apartados de *4.1 Introducción al Procesado de Audio*.

Actividades

1. Genere una onda sinusoidal de duración 1s., amplitud $A = 1$ y frecuencia de muestreo $f_s = 1000\text{Hz}$. Varíe la frecuencia fundamental del tono $f_0 = [100, 200, 300]\text{Hz}$ y reproduzca los comandos usando una primitiva adecuada en Julia.
2. Represente la onda sinusoidal del punto 1 para $f_0 = [5, 10]\text{Hz}$, compruebe gráficamente el valor del periodo (T_0). Represente también el módulo de la FFT y compruebe el valor de f_0 .
3. Represente el módulo de la FFT de la señal *ejemploEj3T4.mat* que fue muestreada a $f_s = 11000\text{Hz}$, identifique f_0 y las frecuencias formantes.

	Procesamiento Digital de la Información GITT-Grado en Ingeniería en Tecnologías de las Telecomunicaciones Departamento de Teoría de la Señal, Sistemas Telemáticos y Computación Universidad Rey Juan Carlos - Curso 2023/24
--	---

Consejo: Puede usar una librería como `MAT.jl` para leer matrices de MatLab.

4. Represente en el dominio temporal y en el dominio espectral los fragmentos de una señal de voz contenidos en *ejemploEj4AT4.mat* y *ejemploEj4BT4.mat*. Identifique qué fragmento es sonoro y qué fragmento es sordo ($f_s = 11000$ Hz).

Ejercicio 2: Extracción de Características de la Señal de Voz

Objetivo

Familiarizarse con los conceptos básicos del apartado 4.2. Procesamiento Digital del Sonido

Actividades

1. Visualización

- a. Lea el fichero de audio *confront.wav* y reproduzcalo. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo original?
- b. Haga lo mismo al doble y a la mitad de la frecuencia de muestreo.
- c. Visualice la señal de voz.

2. Enventanado: localización del análisis

- a. Obtenga y represente en el tiempo las ventanas rectangular y de Hamming de una duración de 20ms.
- b. Observe sus perfiles. ¿Qué ventana introduce menos distorsión en el dominio temporal?
- c. Calcule el espectro de frecuencia de dichas ventanas, usando la FFT y compare los módulos de los espectros de ambas ventanas representándolos lado a lado.
- d. Varíe la longitud de las ventanas (p.ej. a 10ms y 30 ms) y observe el efecto de los espectros de las ventanas (anchura del lóbulo principal y nivel de los lóbulos secundarios).

3. Energía localizada y tasa de cruces por cero

- a. Seleccione el segmento de la señal entre las muestras 15500-19500. Obtenga la evolución de la energía con el tiempo utilizando ventanas Hamming de diferente longitud, mediante una función $\text{energia}(s,h)$ en donde h es la ventana de Hamming y s es el segmento de la señal que se considera.
- b. Observe el efecto del tamaño de la ventana. ¿Qué ocurre si el tamaño de la ventana es muy pequeño o si es muy grande?
- c. La función *zcr.m* estima la tasa de cruces por cero. Tradúzcala a Julia como $\text{zcr}(s,L)$ en donde s es la señal y L la longitud de ventana usada para el cálculo.
- d. Use las funciones energía y tasa de cruces por cero para determinar qué partes de la señal son sonoras y cuáles son sordas creando una función $\text{vozSS}(s,h)$ que tome una señal y una ventana y devuelva la energía y la tasa de cruces por cero, además de pintar la evolución de la energía y de la tasa de cruces por cero.

4. Estimación del “pitch”: autocorrelación y espectro

- a. Obtenga dos tramas de la señal original (sig), trama 1: muestras 14200-14475 y trama 2: muestras 9200:9475.
- b. Encuentre o cree una función para hallar la autocorrelación entre dos señales

$[c,k] = \text{xcorr}(\text{trama})$

	Procesamiento Digital de la Información GITT-Grado en Ingeniería en Tecnologías de las Telecomunicaciones Departamento de Teoría de la Señal, Sistemas Telemáticos y Computación Universidad Rey Juan Carlos - Curso 2023/24
--	---

En c se almacenarán los valores de la autocorrelación y en k los valores de los desplazamientos. Determine si se trata de tramas sonoras o sordas. En el caso de que alguna de las tramas sea sonora, estime el pitch o frecuencia fundamental.

- c. Obtenga el espectro de frecuencia de ambas tramas con una función `spectrum(trama, fs)` en donde fs es la frecuencia de muestreo y use los espectros para saber si se trata de tramas sonoras o sordas. En el caso en que alguna de las tramas sea sonora, estime su “pitch” o frecuencia fundamental.
- d. Compare y comente las estimaciones obtenidas por ambos métodos.

5. Espectrogramas

- a. Obtenga un espectrograma de banda ancha (longitud de ventana $N=128$ muestras) y otro de banda estrecha ($N=1024$ muestras) para la señal de audio. Para ello, cree una función `spectrogram(s, N, fs)`.
- b. ¿Cuál de los dos espectrogramas tiene mayor resolución en frecuencia? ¿Cuál tiene mayor resolución temporal?

Ejercicio 3: Reflexión

Es deseable que cualquier actividad que curse conlleve un aprendizaje. Este aprendizaje será más profundo y satisfactorio si usted es capaz de darse cuenta de él y enunciarlo.

Objetivo

Aprender a descubrir y ser consciente de los resultados de aprendizaje propios.

Actividad

Escriba un párrafo listando qué conocimientos y destrezas ha adquirido en esta práctica.