

# Procesamiento de Imágenes Médicas

## Actividad 1: Manipulación de imágenes, DICOM y color

Alejandro Veloz

El siguiente documento describe las actividades a realizar durante la experiencia 1 del laboratorio. Las fechas asociadas a esta experiencia son las siguientes:

Comienzo del trabajo	17-04-2025
Entrega informe	02-05-2025

### 1. OBJETIVOS

Los objetivos de esta actividad son los siguientes:

- Familiarizarse con las bibliotecas NumPy, SciPy, y Matplotlib.
- Familiarizarse con el manejo básico de imágenes digitales.
- Familiarizarse con el estándar DICOM, utilizado para transmitir, almacenar, recuperar, imprimir, procesar y mostrar información relativa a las imágenes médicas.
- Aprender a utilizar la biblioteca pydicom.

### 2. TRABAJO COMPLEMENTARIO

Las siguientes son actividades que se recomienda realizar para desarrollar las actividades del laboratorio.

1. Instale la plataforma de desarrollo Anaconda, disponible en forma gratuita en <https://www.anaconda.com/products/individual>. También puede usar Google Colab o Visual Studio Code.
2. Estudie y haga los ejercicios de las siguientes secciones del documento “Scipy Lecture Notes” (<http://scipy-lectures.org/index.html>):
  - Sección 1.4. [NumPy: creating and manipulating numerical data](#).

- Sección 1.5. [Matplotlib: plotting](#).
  - Secciones 1.6.1, 1.6.3, 1.6.5, 1.6.6 y 1.6.10. [Scipy : high-level scientific computing](#).
3. Leer el siguiente material de referencia:
- Documento “Why Does the DICOM Standard Exist?” (<https://innolitics.com/articles/dicom-i-facilitating-interoperability/>).
  - Parte 1 “Introduction and Overview” del estándar DICOM (<http://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/html/part01.html>).
  - Documentación de la biblioteca PyDicom (<https://pydicom.github.io/pydicom/stable/>).
4. Instale la biblioteca PyDicom.

### 3. ACTIVIDADES

#### 3.1. DICOM.

Se trabajará con dos conjunto de datos. El primero consiste en un grupo de imágenes de CT de distintos pacientes (data\_1). El segundo consistente en un conjunto de imágenes de CT compuesto por cortes de un mismo paciente (data\_2). Los datos están disponibles en el Google Drive, junto a este documento.

Durante el transcurso de la experiencia realice las siguientes actividades (todas las actividades tienen el mismo puntaje):

1. Desarrolle un programa que genere un archivo CSV con los nombres y fechas de nacimiento de los pacientes de las imágenes contenidas en el directorio data\_1.
2. Desarrolle un programa que muestre en una sola figura todas las imágenes del directorio data\_1. Cada imagen debe estar identificada por el nombre del paciente.
3. Desarrolle un programa que anonimice todas las imágenes del directorio data\_1.
4. Implemente un programa que permita visualizar un corte coronal y sagital de las imágenes del directorio data\_2.
5. Implemente un programa que permita visualizar un corte oblicuo coronal- sagital de las imágenes del directorio data\_2.
6. El proceso de *downsampling* consiste en re-muestrear una imagen. La forma más simple de realizar este proceso es conservar uno de cada  $n \in \mathbb{N}$  pixels de la imagen. La imagen p5.dcm tiene un tamaño de  $512 \times 512$  pixels. Realice el proceso de *downsampling*, conservando uno de cada 4 pixeles de la imagen. Muestre la imagen original y la de tamaño reducido. Comente sobre la diferencias de estas imágenes.
7. Visualice las imágenes del directorio data\_2 usando widgets de Matplotlib<sup>1</sup> o ipywidgets.<sup>2</sup> Agregue opciones para aplicar operaciones de mejora de contraste, en base a la transformación  $\gamma$  (Ec. 3.2-3, sección 3.2.3, página 110) y usando una función de transformación definida

<sup>1</sup>[https://matplotlib.org/stable/api/widgets\\_api.html](https://matplotlib.org/stable/api/widgets_api.html)

<sup>2</sup><https://ipywidgets.readthedocs.io/en/stable/>

por tramos (Figura 3.10(a), página 116). Visualice los histogramas de las imágenes resultantes, junto a los histogramas de las imágenes de entrada. Comente en qué situaciones el contraste mejora, versus cuándo empeora.

8. Implemente la ecualización (Ec. 3.3-8, página 126) y especificación de histogramas (Ec. 3.3-12, página 130). Explique los resultados (no es necesario usar widgets).

### 3.2. FILTRADO ESPACIAL

1. Implemente la operación de convolución (sección 3.4.2, página 148, ecuación 3.4-1). Luego, en base a ésta, implemente los filtros de suavizado, incluyendo el filtro Gaussiano, (sección 3.5.1, página 152) y agudizado (sección 3.6, página 157). Aplique estos filtros al volumen de CT de una misma persona. Compare con el resultado obtenido usando la función `scipy.ndimage.convolve` (para un filtro).

*Ayuda:* La siguiente sentencia permite construir la versión rellenada con ceros de la imagen

```
pad_len = (mask.shape[0] - 1) // 2
img_padded = np.pad(img, ((pad_len, pad_len), (pad_len, pad_len)),
                      'constant', constant_values=0)
```

donde `mask` es contiene la máscara del filtro (se asume que es cuadrada, con largo impar), e `img` es la imagen original.

2. Usando la implementación de la convolución del punto anterior, aplique los filtros de suavizado y agudizado de manera combinada, según se explica en la sección 3.7 (página 169), en la imagen `xray.dcm`. Explique la pertinencia de los pasos aplicados.
3. Calcule la razón señal-ruido (SNR) antes y después de aplicar un filtro de suavizado. Discuta respecto de los resultados. Utilice la siguiente fórmula para calcular la SNR:

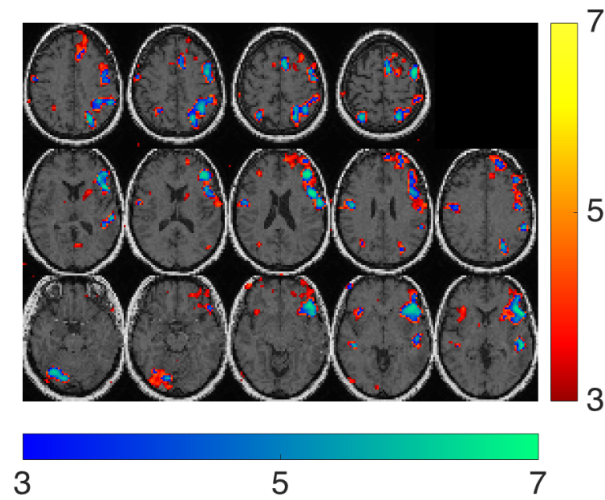
$$SNR = \frac{\mu_{sig}}{\sigma_{sig}},$$

donde  $\mu_{sig}$  y  $\sigma_{sig}$  son el promedio y la desviación estándar, respectivamente, de las intensidades de una región de interés homogénea, seleccionada manualmente.

**Nota:** La operación de convolución, los filtros, y los métodos de mejora de contraste debe implementarlos Ud., sin utilizar librerías específicas de procesamiento de imágenes.

### 3.3. VISUALIZACIÓN DE MAPAS DE ACTIVACIÓN

Desarrolle un programa que permita visualizar un mapa como el siguiente:



Dispone de los archivos *anat.nii*, *zmap\_voice.nii.gz* y *zmap\_nonvoice.nii.gz*. Note que los archivos están en formato *.nii*, los cuales pueden ser leídos usando la librería *nibabel*.

#### 4. INFORME

- En la fecha estipulada debe enviar su actividad al correo `alejandro.veloz@uv.cl`, en formato jupyter, con una descripción detallada de las actividades realizadas.
- El informe debe incluir una explicación de lo realizado, incluyendo todos los programas correspondientes.
- Los archivos subidos no deben contener datos entregados por el profesor. El archivo debe llamarlo: `apellido_nombre.ipynb`. El no respetar esta instrucción significará un descuento de 20 puntos.
- Suba también una versión *.pdf* del archivo *.ipynb* generado durante la experiencia (con las salidas de cada celda visibles). El no respetar esta instrucción significará un descuento de 20 puntos.
- Los informes enviados con retraso serán penalizados con 10 puntos por día de retraso.