

Laboratorio 1. Histograma y tomografía.

Juan Camilo Bustamante
Ing. Biomédica.
Universidad de los Andes.

Christian Picón Calderón
Ing. Biomédica.
Universidad de los Andes.
<https://github.com/Cpicon>

En este laboratorio se usó la siguiente imagen como prueba. Esta imagen fue obtenida de la página oficial de uno de los laboratorios más importantes a nivel de investigación en inteligencia artificial. Para visualizar la imagen se usó el método `imshow()` de la clase `matplotlib` [1]



Ilustración 1. Imagen de prueba. Obtenida de www.openai.com.

¿Qué sucede si usa el método `plt.plot()` para mostrar la imagen?

Al intentar usar `plt.plot()` para mostrar una imagen, aparece el error de dimensión. Eso sucede porque la función `plot` espera dos vectores 1-D cada uno o una matriz 2-D [2].

¿Cómo se representa una imagen en una computadora?

Una imagen se define mediante una función bidimensional $f(x, y)$ donde x e y son coordenadas espaciales. La amplitud de f se llama intensidad en cualquier par de coordenadas, esta para una imagen en escala de grises de 8 bit puede estar entre 0 y 255[3]. Entonces, la imagen está representada por una matriz de dos dimensiones para una imagen en escala de grises y una matriz de 3-D para colorear la imagen. En Python, el tipo de estructura utilizada para representar la imagen es guardada numéricamente como un objeto `numpy` llamado `array`.

¿Qué es el tipo de datos?

Python tiene varios tipos de variables, el tipo de datos corresponde a una forma específica de guardar la información en la memoria. Los más comunes son los numéricos y los caracteres en cadena. Puede encontrar muchos otros tipos como booleanos, lo que significa que puede guardar valores lógicos como Verdadero o Falso y son muy utilizados para guardar un resultado u operadores condicionales. Por ejemplo, las imágenes se guardan como una matriz de valores numéricos llamados `uint8`, lo que significa que usa 8 bytes de espacio de memoria para cada celda. Diferencia de la versión `int8`, esta solo tiene en cuenta valores positivos desde 0 a 255 [4].

Las imágenes a color comúnmente son una superposición de las dimensiones RGB. Como se puede ver en la siguiente imagen, se pueden visualizar por aparte cada dimensión de la imagen por separado.

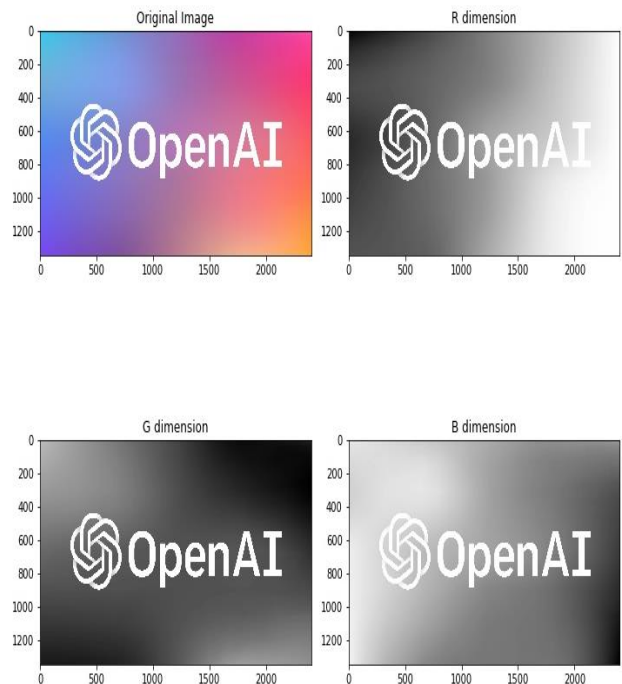


Ilustración 2. Imagen descompuesta en sus respectivos canales. R para el rojo, G para el verde y B para el azul.

Tipos de compresiones de imágenes.

Hay varias formas de guardar la información de la imagen. Pero, comúnmente, tienen que comprimirse para reducir el espacio de memoria utilizado. Para consultar qué algoritmo de compresión se utilizará, debe agregarse la extensión en la parte final del nombre del archivo. Estas extensiones pueden tener formato jpeg, png, tiff o Dicom. Básicamente, hay dos tipos para comprimir la información. La compresión puede ser con o sin pérdida. Sin pérdida es un tipo de algoritmo que mantiene la calidad de la imagen y el archivo puede descomprimirse a su calidad original. Por otro lado, con pérdida elimina los datos definitivamente [5].

PNG es un tipo de compresión sin pérdidas. Es un tipo de imagen que está separada por capas, por lo que el usuario puede obtener capas específicas o modificar el archivo. Es de alta calidad [5].

JPEG tiene un tamaño de archivo bastante pequeño para la calidad que muestra. JPEG es un formato con pérdida que ofrece una tasa de compresión más alta que PNG en la compensación por la calidad [5].

TIFF es un tipo de formato comprimido para manejar imágenes y datos dentro de un solo archivo. La capacidad de almacenar datos de imagen en un formato sin pérdida hace que un archivo TIFF sea un archivo de imagen útil, porque, a diferencia de los archivos JPEG estándar, un archivo TIFF que utiliza compresión sin pérdida (o ninguno) puede editarse y volverse a guardar sin perder calidad de imagen [6].

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) es un estándar para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de información en imágenes médicas. Permite establecer el protocolo de comunicaciones de red entre entidades que pueden leer, aceptar estos protocolos como dispositivos médicos [7].

¿Qué es una imagen de histograma?

Un histograma de imagen actúa como una representación de la intensidad en una imagen digital. Cuenta los píxeles para cada valor. Hay 256 intensidades posibles diferentes para una imagen en escala de grises de 8 bits. Muestra la distribución de píxeles entre esos valores de escala de grises. También se pueden tomar histogramas de imágenes en color que cuentan cada espacio por separado y trazan una sola figura [8]. En las siguientes imágenes se muestran diferentes histogramas para la misma imagen.

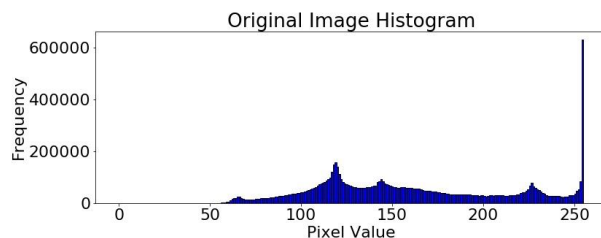


Ilustración 3. Histograma de la imagen a color, teniendo en cuenta todas las dimensiones en un solo vector.

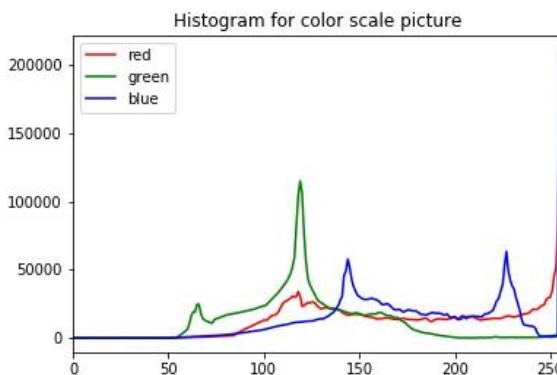


Ilustración 4. Histograma de la imagen a color, pero visualizando cada dimensión por separado.

Como se puede observar en las imágenes anteriores, visualizar el histograma de una imagen como en la ilustración 3, no tiene sentido ya que esto no nos dice nada sobre la distribución de tonalidad en promedio de la imagen original. Una forma conveniente es visualizar el histograma para cada canal y así notar las distribuciones de tonalidad para cada color. Sin embargo, en el momento de desear obtener un histograma promedio de la distribución de probabilidad de la imagen es mejor pasar dicha imagen a escala de grises y así visualizar su respectivo histograma.

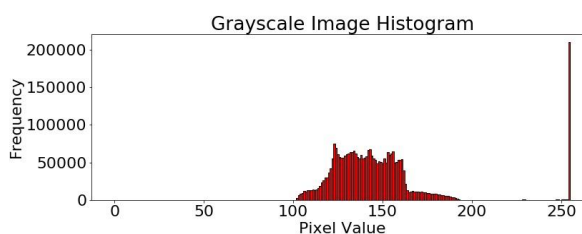


Ilustración 5. Histograma de la imagen de prueba en escala de grises.

Histograma a una imagen en escala de grises.

La función que convierte la imagen RGB en imagen en escala de grises utilizada aquí es ``cv2.cvtColor ([img], cv2.COLOR_RGB2GRAY)`` que recibe como parámetro la imagen y la conversión. En este caso, esta función calcula el promedio ponderado de cada píxel dimensional

superpuesto después de la siguiente función [9]:

$$\text{RGB}[A] - \text{Gray}: \leftarrow -0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$$

Asimismo, es importante notar que la función `plt.hist()` recibe como parámetro el vector de datos al cual se desea realizar el conteo y en número de contenedores (*bins*) en los cuales se incluirán los datos. El número de contenedores afecta el ancho de las barras en la grafica como se puede notar en las siguientes graficas. Por ejemplo, cuando el número de contenedores llega al máximo no se puede detallar definitivamente el tamaño de los contenedores [10].

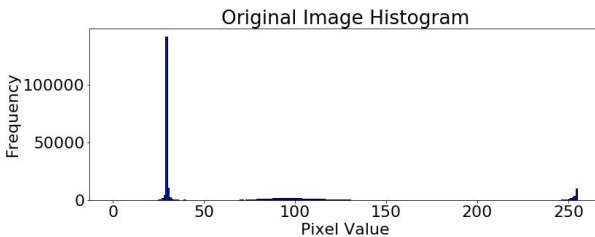


Ilustración 6. Histograma con 256 contenedores (bins), correspondiente al número total de diferentes valores contenidos en una imagen de 8 bits.

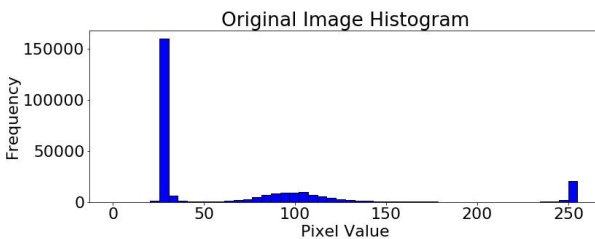


Ilustración 7. Histograma con 50 contenedores (bins).

Segmentación.

En la segunda sección de este laboratorio, se procedió a descargar una imagen de una tomografía neuronal para, a través de un proceso de segmentación, identificar la zona afectada por un accidente cerebrovascular (ACV). En la siguiente imagen se aplicó un procedimiento de conversión a binario de la imagen por medio de un umbral, con ello, utilizar esta imagen binaria como máscara sobre la imagen original.

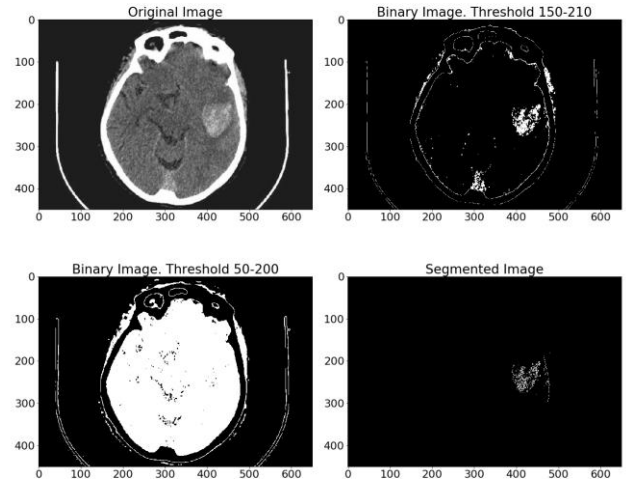


Ilustración 8. Izquierda superior, imagen original. Derecha superior, imagen binaria con un umbral definido entre 150 y 210. Izquierda inferior, imagen binaria con un umbral definido entre 50 y 200. Derecha inferior, imagen segmentada al aplicar la máscara binaria.

En la ilustración anterior se puede detallar que, al variar los valores del rango en el umbral, la máscara resultante es diferente. Para la imagen segmentada se encontró que los valores más aproximados para limitar el ACV corresponden entre 150 y 210. Además, es importante recalcar que en este caso fue posible segmentar la región afectada ya que la distribución de tonalidades (Ver Ilustración 7.) se encuentra prácticamente diferenciada en tres regiones, es decir, que el tejido en su mayoría presenta uniformidad de tonos. Sin embargo, normalmente para tejidos con distribuciones de tonalidades completamente uniformes, es decir, que no hay regiones uniformes en la imagen, en cambio existen múltiples tonalidades para varias regiones, esta técnica no resulta factible para la segmentación [11].

Tomografía.

En la última sección del laboratorio se procedió a trabajar con tomografías de tres pacientes, las cuales fueron erróneamente mezcladas. A continuación, se puede observar las primeras 25 imágenes para cada paciente.

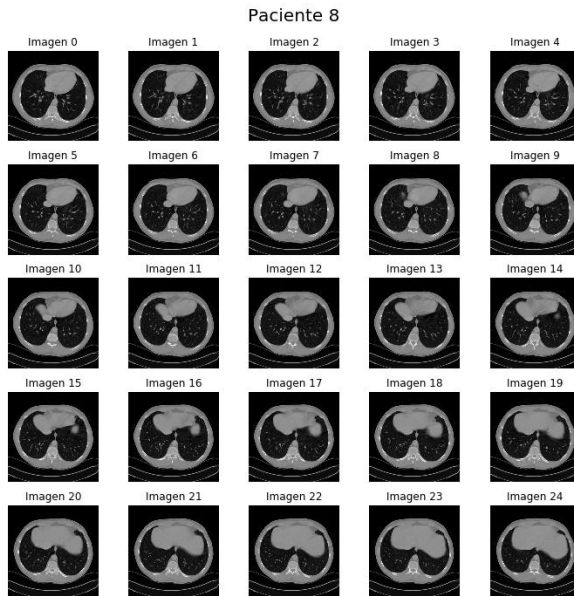


Ilustración 9. Tomografía del paciente 8.

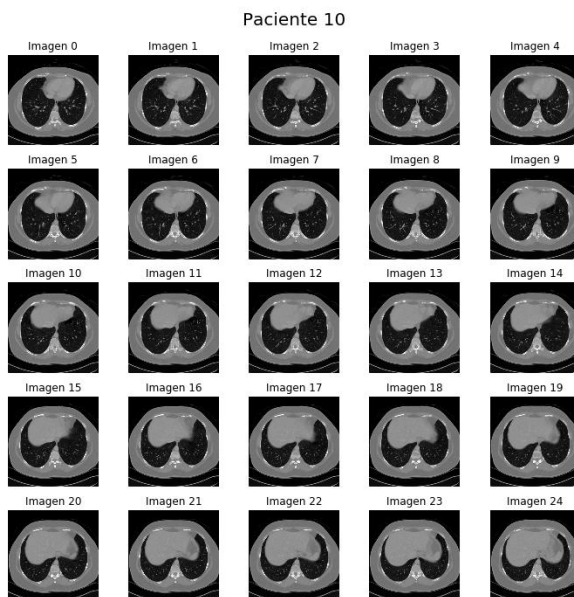


Ilustración 10. Tomografía del paciente 10.

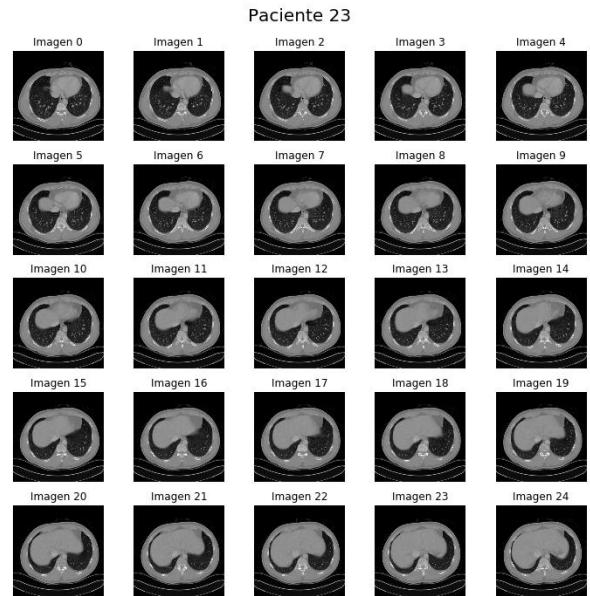


Ilustración 11. Tomografía del paciente 23.

El código correspondiente a este laboratorio puede ser encontrado en el repositorio <https://github.com/Cpicon/ProcesamientoImagenes> en la carpeta correspondiente al laboratorio 1.

Referencias:

- [1] “matplotlib.pyplot.imshow,” matplotlib.pyplot.imshow - Matplotlib 3.1.1 documentation. [Online]. Available: https://matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.imshow.html. [Accessed: 19-Aug-2019].
- [2] “matplotlib.pyplot.plot,” matplotlib.pyplot.plot - Matplotlib 3.1.1 documentación. [Online]. Available: https://matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.plot.html. [Accessed: 19-Aug-2019].
- [3] R. C. González and R. E. Woods, Digital image processing, 3rd ed. New York, NY: Pearson, 2008.
- [4] “Data types,” Data types - NumPy v1.13 Manual. [Online]. Available: <https://docs.scipy.org/doc/numpy-1.13.0/user/basics.types.html>. [Accessed: 19-Aug-2019].
- [5] “Encoding images - Revisión 4 - GCSE Computer Science - BBC Bitesize,” BBC News. [Online]. Available: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zqyrq6f/revision/4>. [Accessed: 18-Aug-2019].
- [6] “TIFF File Format Summary,” TIFF: Summary from the Encyclopedia of Graphics File Formats. [Online]. Available: <https://www.fileformat.info/format/tiff/egff.htm>. [Accessed: 18-Aug-2019].
- [7] Softneta, “DICOM Library - About DICOM format,” DICOMLibrary. [Online]. Available: <https://www.dicomlibrary.com/dicom/>. [Accessed: 18-Aug-2019].
- [8] Informatics departament, “Intensity Histogram,” Image Analysis - Intensity Histogram. [Online]. Available:

- <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/histogram.htm>.
[Accessed: 18-Aug-2019].
- [9] "Color conversions," OpenCV. [Online]. Available:
https://docs.opencv.org/3.1.0/de/d25/imgproc_color_conversions.html. [Accessed: 18-Aug-2019].
- [10] "matplotlib.pyplot.hist," matplotlib.pyplot.hist - Matplotlib
3.1.1 documentation. [Online]. Available:
https://matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.hist.html. [Accessed: 20-Aug-2019]J. R. Martínez de dios,
"TÉCNICAS DE SEGMENTACIÓN I." [Online].
Available:
http://www.esi2.us.es/~jdedios/asignaturas/Master_1.pdf .
[Accessed: 19-Aug-2019]