

Proyecto DIP

M. Camila Leyva Escalante, Laura Peñaloza López, Daniel F. Lasso Mora.

Ingeniería biomédica, Universidad Autónoma de Manizales.

Manizales, Colombia.

mariac.leyvae@autonoma.edu.co

laura.penalozal@autonoma.edu.co

danielf.lassom@autonoma.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

El procesamiento digital de imágenes (DIP) de acuerdo a Domínguez, A. [1] es el conjunto de técnicas y procesos para descubrir o resaltar la información que contiene una imagen usando como herramienta principal una computadora, teniendo en cuenta que una imagen digital se compone de píxeles que es la menor unidad de una imagen los cuales se encuentran dispuestos en filas y columnas de manera que se agrupan en tuplas.

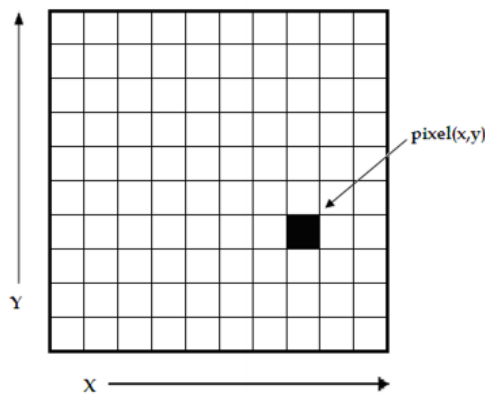


Fig. 1 Distribución de píxeles en una imagen.

Ahora bien, una de las principales técnicas para el procesamiento digital de imágenes es el filtrado de imágenes que a grandes rasgos son operaciones que se aplican a los píxeles de una imagen para optimizarla, enfatizar cierta información o conseguir un efecto especial en una imagen según se requiera [2].

Asimismo en las imágenes se pueden aplicar transformaciones que consisten en modificar el contenido de las mismas con un objetivo concreto, como por ejemplo prepararla para un posterior análisis. Existen principalmente dos tipos de transformaciones: basadas en los niveles de intensidad o en la aplicación de alguna operación geométrica sobre la imagen [3], en el caso de que estas se usen con el fin de optimizar una imagen se conocen como mejoras.

En el presente documento se encuentra la descripción de 3 filtros, 3 transformaciones y 3 mejoras que se aplicaron

sobre una imagen como también las ventajas y las dificultades que fueron halladas en el procesamiento digital realizado sobre la imagen de la figura 2 con el objetivo de simular ciertas condiciones visuales a grandes rasgos. Los filtros se aplicaron mediante el proceso de convolución y las transformaciones se basaron en aquellas que aplican cierta función sobre el valor de intensidad de cada píxel individualmente, adicionalmente, las mejoras se enfocaron según la aplicación en la que se podría usar el proceso.

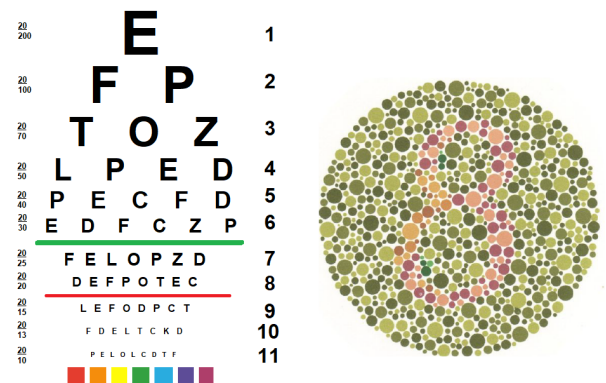


Fig. 2 Imagen usada en el proyecto.

II. DESCRIPCIÓN DE LOS FILTROS

Los filtros se aplican sobre una imagen de diferentes maneras, en el caso del presente proyecto se aplicaron mediante convolución que a grandes rasgos es la modificación de una imagen con el objetivo de que estas mejoren o se resalten ciertas características, con la finalidad de obtener información relevante [4].

Para esto se requiere de una matriz cuadrada en 2D llamada kernel que contiene algún valor en sus posiciones, donde estos definen el comportamiento del filtro [5]. Es necesario que la matriz se convierta de las 2 dimensiones originales a 3 dimensiones, pues las imágenes generalmente se encuentran en 3 dimensiones que corresponden al ancho, al alto y a las capas de color.

A continuación se describen los 3 kernels utilizados en el proyecto que se eligieron buscando un comportamiento replicable para diferentes tamaños.

A. Sharpen kernel

El sharpen kernel realiza los bordes de la imagen que se está tratando. Su construcción se basó en una matriz en la que el centro toma el valor de la multiplicación de las dimensiones de la matriz y las demás posiciones tienen un valor de -1, es decir, por ejemplo un kernel de 3*3 se representa de la siguiente manera:

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Fig. 3 Sharpen kernel 3*3 en 2D.

B. Motion kernel

En el caso del motion kernel se buscaba generar un efecto de movimiento en la imagen gracias a que la matriz toma valores en la diagonal principal que corresponden al inverso del tamaño que tiene el kernel, Por ejemplo si el kernel tiene un tamaño de 5*5, cada celda de la diagonal principal toma el valor de $\frac{1}{5} = 0.2$, mientras que en las demás celdas se tienen ceros, como se puede observar en la figura 4.

$\frac{1}{9}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 4 Motion kernel 9*9 en 2D.

C. Blur kernel

Como el nombre lo dice, el blur kernel realiza un difuminado en la imagen lo cual genera que al ver la imagen se perciba borrosa. Este kernel toma en cada una de las celdas el mismo valor para que la suma de todas de como resultado 1, es decir, toma el valor inverso de la cantidad de celdas. Por lo que un blur kernel de dimensiones 5*5 será así:

$\frac{1}{25}$	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

Fig. 5 Blur kernel 5*5 en 2D.

III. DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFORMACIONES

A. Log transform

La transformación logarítmica es un método de transformación de los píxeles de la imagen en donde cada valor se reemplaza con cierto logaritmo [6]. La forma general en la que se aplica en imágenes es:

$$S = T(r) = C * \log(1+r)$$

Donde “S” y “r” son respectivamente el valor del píxel de salida y el de entrada. Su objetivo es reducir o eliminar la asimetría de los datos originales. En otras palabras, la transformación logarítmica reduce o elimina la asimetría de los datos originales, que en este caso, corresponden al valor de la intensidad de color de cada píxel, es decir, fue usado para comprimir y estrechar el rango de color de la imagen.

B. Histogram matching

Es la transformación de una imagen para que su histograma coincida con un histograma específico de otra imagen (template). Se puede utilizar para normalizar dos imágenes cuando estas fueron adquiridas con la misma iluminación local (como sombras) sobre la misma ubicación, pero por diferentes sensores, condiciones atmosféricas o iluminación global.

En este proyecto, se alteró una imagen de tal manera que su histograma se pareciera al de otra imagen que se puede ver en la figura 6, así, mezclando la primera imagen con la paleta de colores de la otra.

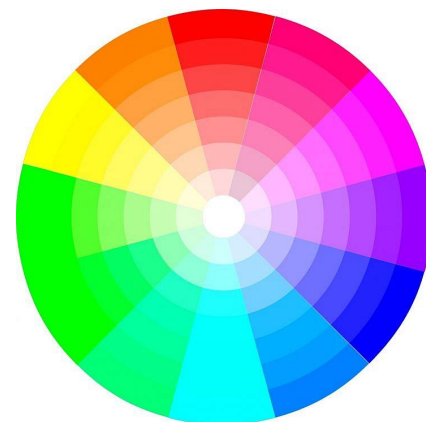


Fig. 6 Template para histogram matching del proyecto.

C. *Sustraer color*

Es una transformación en la cual se “elimina” una capa de color de una imagen RGB puesto que los valores de intensidad de color de los píxeles que sean menores o iguales a 255 en una imagen sin normalizar se reemplazaran por 0, generando así una imagen totalmente diferente en términos de color.

IV. DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS

A. *Contrast enhance*

El contraste es un factor importante que se crea por la diferencia de luminancia reflejada en dos superficies adyacentes. En otras palabras, el contraste es la diferencia en las propiedades visuales que hace que un objeto se distinga de otros objetos y del fondo.

En la percepción visual, el contraste está determinado por la diferencia en el color y el brillo del objeto con otros objetos. Así se aplicó esta técnica, que consiste en retocar el contraste de la imagen, o la diferencia de color y luz entre partes de ella, para mejorar su percepción por parte del ojo humano [7].

B. *Histogram equalization*

Es un método de ajuste de contraste que utiliza el histograma de la imagen. Este método generalmente aumenta el contraste global de las imágenes, especialmente cuando está representada por un rango estrecho de valores de intensidad. Mediante este ajuste, las intensidades se pueden distribuir mejor en el histograma utilizando la gama completa de intensidades de manera uniforme. Esto permite que las áreas de menor contraste local obtengan un mayor contraste [8].

En este, se usó un mapeo no lineal para organizar los valores de intensidad del histograma de la imagen, de tal manera que siga una distribución uniforme, lo que genera una mejora de la imagen [5].

C. *Power-law*

La forma general de la función de transformación de la ley de potencia (Gamma) es: $S = c * r^\gamma$. Donde, “S” y “r” son los valores de píxel de entrada y salida, respectivamente; “c” y “ γ ” son las constantes positivas, cabe resaltar que “c” suele tener un valor igual a 1 puesto que de ser mayor a dicho valor la imagen necesitará ser reescalada. Al igual que la transformación logarítmica, las curvas de la ley de potencia con $\gamma < 1$ mapean un rango estrecho de valores de entrada oscuros en un rango más amplio de valores de salida. Con un comportamiento similar, para $\gamma > 1$, obtenemos el resultado opuesto.

Este fue aplicado ya que la percepción humana del brillo sigue una función de potencia aproximada, esto significa que somos más sensibles a los cambios en la oscuridad en

comparación con los brillantes, sin embargo, las cámaras no funcionan así. A diferencia de la percepción humana, las cámaras siguen una relación lineal, esto significa que si la luz que incide sobre la cámara aumenta 2 veces, la salida también aumentará 2 pliegues, por esto, su mejora consiste en anular los efectos generados por la pantalla y mostrar la imagen tal cual es [9].

V. VENTAJAS Y DIFICULTADES

A lo largo del procesamiento digital de la imagen mencionada, se tuvo como ventaja el uso de herramientas digitales como el lenguaje de programación python trabajado en google colab y sus funciones destinadas para el desarrollo del mismo, puesto que permite realizar pruebas de fallo y error por llamarlo de alguna manera, hasta lograr el objetivo que haya sido planteado para realizar el procesamiento.

Siguiendo con el mismo razonamiento, estas herramientas permiten realizar mezclas de los procedimientos, lo cual genera un rango más amplio de trabajo que además se puede implementar en varios dispositivos sin cambios en la programación o con mínimos cambios.

Por otro lado, el amplio rango de posibilidades a la hora de procesar una imagen con python puede convertirse en una dificultad, pues las imágenes pueden ser tratadas de diferentes maneras que en ocasiones pueden no ser compatibles, debido a que las principales librerías manejan distintos formatos, como algunas diferentes arreglos numéricos y otras a manera de objetos, es decir, imágenes como tal.

VI. POSIBLES APLICACIONES

Este proyecto se visualizó como un simulador de condiciones visuales, el cual también podría llegar a usarse como medio diagnóstico de las enfermedades comunes de los ojos, tales como la miopía, hipermetropía, astigmatismo, entre otras. Es por esto, que se cargan imágenes a las cuales se aplican distintas mejoras las cuales son pensadas para que alcancen su mejor calidad posible, o en este caso, en donde el paciente determine la mejor imagen para él y así mismo dar un dictamen sobre este.

Por otra parte, las transformaciones simuladas presentan las distintas condiciones en las que las imágenes pueden llegar a verse. Un ejemplo de esto es una imagen que se encuentra un tanto opaca, es decir, como si se tuviera una pantalla en los ojos que no deja ver bien la intensidad de los colores, en este caso específico se habla de log-transform. También encontramos a la transformación de histogram matching, la cual muestra una imagen con sus colores variados y diferentes a la imagen original, llegando a diagnosticarse cómo daltonismo (visión de color mala o deficiente y la incapacidad para ver la diferencia entre ciertos colores), ó el dicromatismo (defecto grave en el cual falta uno de los

tres mecanismos básicos del color).

Por último encontramos los filtros, los cuales simulan una imagen bastante marcada en sus bordes con el uso de la función Sharp. Igualmente, es posible observar una imagen suficientemente movida, en otras palabras, que no es posible de enfocar, a partir de la función Motion, como pasa en el astigmatismo ó en tal caso, que no es posible distinguir lo que se está viendo ya que se encuentra demasiado borroso, como ocurre con el filtro Blur.

VII.REFERENCIAS

[1] Alejandro, D. “*Procesamiento digital de imágenes*”, Perfiles Educativos, núm. 72, 1996, [archivo PDF], disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/132/13207206.pdf>

[2] Soto, P., “*Convolución Matricial Aplicado al Procesamiento de Imágenes*”, Instituto Tecnológico de Costa Rica, [archivo PDF], disponible en: https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/uploads/presentacion_pablosoto.pdf

[3] Herrera, J., Guijarro, M., Guerrero, J., “*Operaciones de Transformación de Imágenes*”, Conceptos y Métodos en Visión por Computador, capítulo 4, (pp.61-76), 2016.

[4] Giménez, F., Monsoriu, J.A, Alemany, E., “*Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes*”, Universitat Politècnica de Valencia, Modelling in Science Education and Learning, Vol. 9(2), 2016.

[5] “PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES”, notas de clase de 109095, Universidad Autónoma de Manizales, 2021-03

[6] TheAILEarner, (2019), “*Log Transformation*”, [en línea], recuperado de: <https://theailearner.com/2019/01/01/log-transformation/>

[7] University of Tartu, “*5. Image enhancement: contrast enhancement, part I*”, [en línea], recuperado de: <https://sisu.ut.ee/imageprocessing/book/5>

[8] Wikipedia, (2021, octubre), “*Histogram equalization*”, [en línea], disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_equalization

[9] TheAILEarner, (2019), “*Power Law (Gamma) Transformations*”, [en línea], recuperado de: <https://theailearner.com/2019/01/26/power-law-gamma-transformations/>