

Escala de color en una imagen digital

Dayana Gonzalez Vargas and Juan Pablo Sierra

Estudiantes de matemáticas aplicadas y ciencia de la computación.

(Universidad del Rosario)

(Dated: November 27, 2021)

ABSTRACT

El procesamiento de imágenes nos lleva actualmente a darle una nueva transformación a nuestras fotografías digitales, imágenes tomadas de internet y más, donde estas imágenes poseen una base **RGB** de color para cada uno de sus píxeles, en el trabajo visualizaremos tres diferentes escalas de colores y adicionalmente una escala de grises, que se obtienen al realizar un recorrido a partir de funciones paramétricas sobre un cubo de color.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las imágenes digitales se encuentran en todas partes de nuestra vida cotidiana, esto nos lleva a que cada vez es más importante empezar a tratarlas y aprender sobre su edición. Para comprender más el concepto de imágenes digitales y como debe interpretarse podemos empezar mediante la escala de color de esta misma, debido a que una escala de color nos brinda una organización específica de los cambios de colores que puede surgir dentro de una imagen.

Un modelo de escala de color más utilizado en imágenes de ocho bits es **RGB** (rojo, verde, azul), el cual cuenta con tres canales cada uno tiene valores de entre 0 a 255, ya que es un medio de compresión de la intensidad de la luz en colores primarios, los cuales también conformar un cubo de color de coordenadas cartesianas en 3D, por medio del cual podemos generar diferentes funciones para recorrer diversas escalas de colores que tienen como base los colores **RGB**, por lo que presentaremos tres escalas de colores que representan un recorrido en este cubo y además analizaremos una escala de grises, la cual se puede interpretar visualmente como una posible eliminación de características de color principales de una imagen.

RESUMEN ESCALA DE COLOR RGB

Un modelo **RGB** se encuentra conformado por la luz emitida mediante los tres colores primarios rojo, verde y azul, este es un modelo que sigue una síntesis aditiva, es decir, que es la suma de las luces en distintas longitudes, donde la suma de estas diferentes bases de colores primarios pueden conformar diversas escalas de colores que pueda percibir el ojo humano.

La percepción del ojo humano sobre los colores se debe a las células que son sensibles a la luz y son las que reciben las señales de esta, estos están conformados por bastones y conos, donde los conos son los encargados de recibir la información del color y uno de estos es más sensible a la luz, que es generada por los colores que conforman el modelo **RGB**, donde perciben también las diferentes combinaciones de estos colores primarios que tienen distintas frecuencias.

La sensibilidad del color al reflejarse luz sobre alguna superficie junto con la síntesis aditiva se llega a recibir diferentes colores obtenidos por la combinación de los componentes primarios del modelo **RGB**, es decir, que si se quiere representar el color cian, este se obtiene con la suma de los colores verde y azul, donde podemos ver que sería el complemento del color rojo, ya que se consume totalmente este color para poder llegar a reflejar uno nuevo.

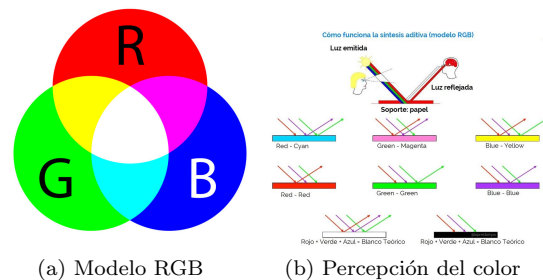


FIG. 1: Modelo RGB

El modelo **RGB** es un espacio euclidiano conformado por un cubo unitario, en el cual se pueden representar todas las posibles combinaciones de colores. Como en este modelo tenemos que esta conformado por los

colores rojo, verde y azul, en el cubo unitario los ejes X , Y y Z coincidirán con los colores primarios donde se reflejara la intensidad de cada uno de estos al dar lugar a un nuevo color. Podemos ver la siguiente figura que nos representa el cubo de color para este modelo **RGB**.

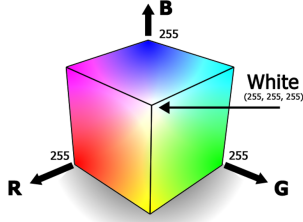


FIG. 2: Cubo de colores RGB

METODOLOGÍA

Cada imagen digital puede ser representada por matrices de píxeles, donde cada uno de sus valores nos va representar el color que va en cierta parte de la imagen. Estas imágenes se pueden dividir en tres componentes donde una refleja los puntos producidos por el color rojo, otro el verde y por último el azul, cada una de estas componentes refleja la intensidad del color entre 0 a 255; donde el valor 0 representa lo más oscuro pareciendo a negro y el 255 representa su máxima intensidad.

Para generar las diferentes escalas que nos representan un recorrido por el cubo de color del modelo **RGB**, iniciamos tomando las tres componentes rojo(R), verde(G) y azul(B) como tres matrices diferentes, para poder manipular mejor el cambio de escala que se iba a realizar. A continuación daremos una breve explicación de las escalas creadas y las funciones que les dan lugar sobre el cubo.

Escala 3D

Esta escala nos resalta más los colores rojos y cian dando un efecto de 3D, esto se debe a que se le hace una función a trozos a solamente una de las componentes, donde entra un parámetro en este caso solo la componente de rojos, donde las intensidades que están por debajo de 85 van a crecer con una función cuadrática, los que se encuentran en el medio entre 85 - 170 van a seguir intactos y los que tienen intensidades superiores a 170 van a oscilando un poco debido a que usamos una función coseno.

$$F(t) = \begin{cases} t^2 & \text{si } t \leq 85 \\ t & \text{si } 85 < t < 170 \\ t \cdot \cos(\frac{t}{2}) & \text{si } t \geq 170 \end{cases} \quad (1)$$

La función a trozos antes mencionada solamente se realiza para modificar la componente de rojo y las

componentes verde y azul toman la densidad de los píxeles anteriores que tenía esta componente.

$$G = R \quad (2)$$

$$B = R \quad (3)$$

$$R = F(R) \quad (4)$$

Al obtener la gráfica sobre el cubo, se puede notar la función a trozos anteriormente explicada, donde las intensidades bajas están tomando tonalidades rojizas, las intensidades medias toman el color gris y las intensidades altas toman el color cian, es decir que en donde se encuentre algún blanco debería tomar el color cian.

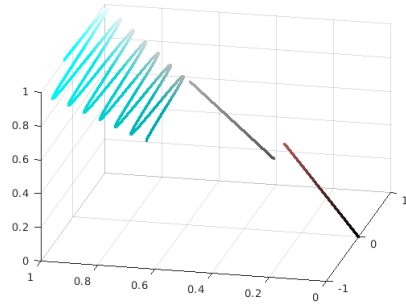


FIG. 3: Escala 3D

Escala valor absoluto

En esta segunda escala se realizaron las siguientes funciones paramétricas sobre la media de las tres componentes para generar las nuevas.

$$R = 3 \cos(t) + t \quad (5)$$

$$G = 2 \sin(t) + t \quad (6)$$

$$B = |t - 100| \quad (7)$$

Lo que va a suceder es que en las componentes R y G llegan a tomar valores mucho más pequeños pero trasladados a los puntos que tome t, lo más interesante de este método es el uso del valor absoluto y la resta dentro de este, ya que genera un estilo de movimiento sobre el eje z como se puede ver en la figura 4. Esto mismo impide que los valores lleguen a valores blancos, dejando los brillos más fuertes en tonos amarillos.

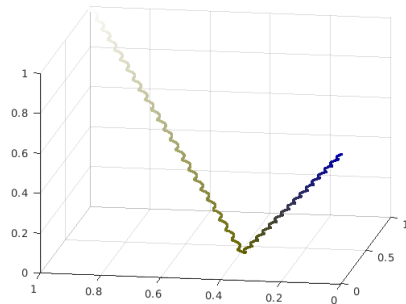


FIG. 4: Escala valor absoluto

Escala Naranja

Para esta tercer escala podemos notar que da un color naranja con un poco de ruido, donde esta escala de color es determinada por las siguientes funciones paramétricas.

$$F(t) = t \quad (8)$$

$$H(t) = t \cdot \cos(t) \quad (9)$$

$$J(t) = t \cdot \sin(t) \quad (10)$$

Las anteriores funciones son evaluadas como parámetro en la componente del anterior, es decir, tomamos la componente roja obtenemos la primera componente y este resultado se reemplaza en la función del siguiente componente.

$$R = F(R) \quad (11)$$

$$G = H(R) \quad (12)$$

$$B = J(G) \quad (13)$$

Un comportamiento que vimos al utilizar este filtro es que los tonos muy brillantes se convertían en un rojo puro, esto se puede deber al uso de una única capa pasada por tres funciones, generando que los cambios a ciertos puntos de la imagen sean más drásticos y en la siguiente gráfica sobre el cubo se puede visualizar este cambio.

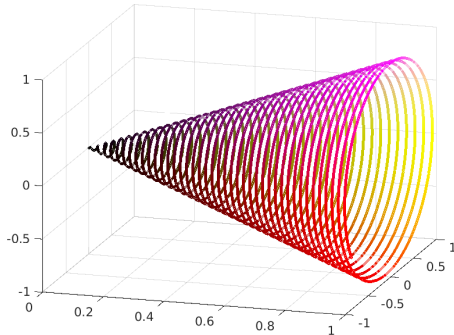


FIG. 5: Escala Naranja

Escala de grises

En esta última volvemos a tomar la media de las tres componentes para tomar las bajas intensidades y acercarnos aun más a negro, las intensidades medias acercarnos a los tonos grises y las intensidades altas las acercamos aun más a los blanco en donde se reflejan las intensidades de 255. Se realizo también una función a trozos pero para los valores de la media (IM) como se ve a continuación;

$$F(t) = \begin{cases} \frac{t}{1.5} & \text{si } t \leq 85 \\ t & \text{si } 85 < t < 170 \\ \frac{t}{1.5} & \text{si } t \geq 170 \end{cases} \quad (14)$$

La media pasa por esta función a trozos y con ella misma podemos definir las nuevas componentes de rojo, verde y azul.

$$R = F(IM) \quad (15)$$

$$G = H(IM) \quad (16)$$

$$B = J(IM) \quad (17)$$

Esta función genera mayor contraste, dejando a los valores blancos aún más blancos y los negros aún más negros, se dejan los tonos medios intactos para no perder tanta textura y que los rasgos de las imágenes no se pierda. Como se puede ver en la figura 6, los tonos medios quedan separados de los bajos y los altos, esto se debe a que los límites de este tipo de dato está entre 0 y 255 muchos valores se ven reducidos a estas cotas gracias a la multiplicación y división que se realiza respectivamente a los tonos altos y bajos de la imagen.

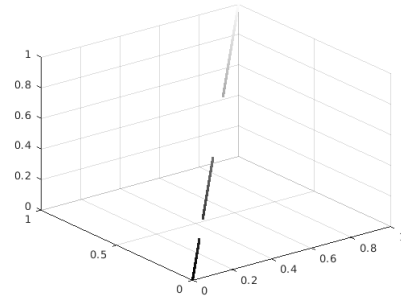


FIG. 6: Escala de grises

PREGUNTAS

1. ¿Utilizando estas escalas de colores cree que es posible hacer un algoritmo que haga que una imagen parezca una caricatura? Aparte del cambio de colores, ¿Qué más se requeriría?

R/. Si, ya que ponemos homogeneizar los diferentes colores que encontramos en una imagen tomando su media, debido a que en una caricatura no se encuentra tanta textura y diversidad de tonos. Además, agregaríamos un filtro que acentuara más los borde de cada objeto que se encuentre en la imagen para darle ese efecto de dibujo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Inicialmente se tomo una imagen que ya estaba por defecto en `matlab`, la cual muestra un tipo de pintura orientado a el arte de verduras, que se conoce como peppers y se mostrara en la siguiente figura.



FIG. 7: Imagen original

Además, mostraremos un histograma de la intensidad de cada una de las componentes en la imagen y esta se puede encontrar en la figura 8.

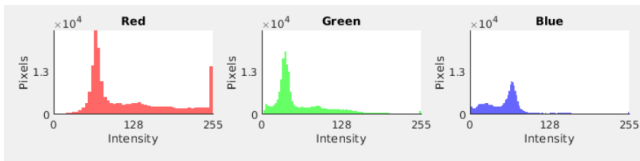


FIG. 8: Histograma de intensidad original

Para esta imagen decidimos pasarle las cuatro escalas de colores anteriormente explicadas para ver el resultado aplicativo. Iniciamos con la escala 3D, para la cual ya dividimos las tres componentes de colores en matrices distintas y al pasarlo por esta escala obtuvimos el siguiente resultado.

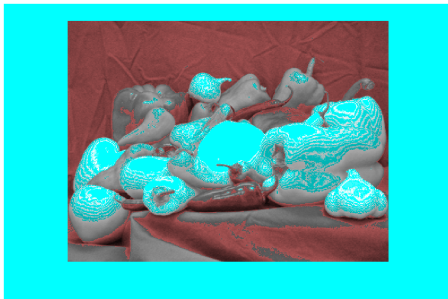


FIG. 9: Escala 3D

Como se menciona anteriormente en la sección de metodología, la escala de 3D está poniendo identificando los colores con mayor intensidad poniendo en color cian, es decir, que los colores que se veían en la imagen original claros ahora son color cian. Los colores con menor intensidad toman el color rojo y los medios continúan en una tonalidad gris.

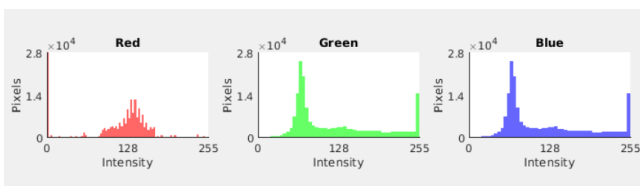


FIG. 10: Histograma de intensidad escala 3D

Ahora, comparando ambos histogramas de intensidad podemos darnos cuenta que la intensidad de las

nuevas componentes verdes y azules toman los mismos valores que la componente roja inicial, donde podemos ver como es un modelo aditivo los dos colores se unen para formar el color cian y el histograma de la componente roja cambió mucho con respecto a la inicial ya que esta es la función a trozos que se definió anteriormente. Proseguimos analizando la escala del valor absoluto, que se evidenciará en la siguiente figura.



FIG. 11: Escala valor absoluto

En esta segunda escala de color podemos notar que los colores con mayor intensidad empiezan a tomar colores más acercados al amarillo; esto se debe por el valor absoluto que se evidenció en la sección anterior y los colores verdes y rojos empiezan a verse un poco opacos pero aún se perciben.

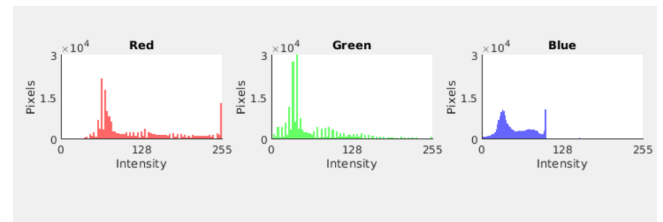


FIG. 12: Histograma de intensidad escala valor absoluto

Comparando los histogramas tenemos que la intensidad que se daba de la componente azul ahora es menor que la original, dando paso a la creación del color amarillo para los puntos con menores intensidades. Continuaremos con la escala naranja que se ve en la siguiente figura.

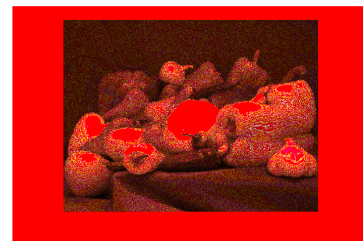


FIG. 13: Escala Naranja

Notemos que en esta escala los puntos que tienen mayor intensidad en la imagen original empiezan a tomar un color más rojizo y los demás puntos pareciera que

tuvieran un ruido y esto se debe al comportamiento que tiene esta función de cono donde más pequeña es la intensidad más oscuro sera el color y muestra también una oscilación.

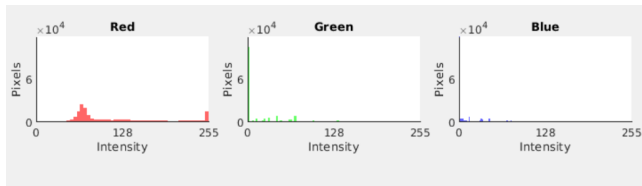


FIG. 14: Histograma de intensidad escala naranjo

Comparando los histogramas podemos darnos cuenta que la intensidad en las componentes verde y azul en el valor 0 es alta para la mayoría de píxeles y para las demás toma valores muy bajos, donde estos valores se están casi anulando entonces tiene mucho sentido que los valores con mayor intensidad tomen solo colores rojos. Por último analizaremos la escala de grises realizada que se presenta en la siguiente figura.

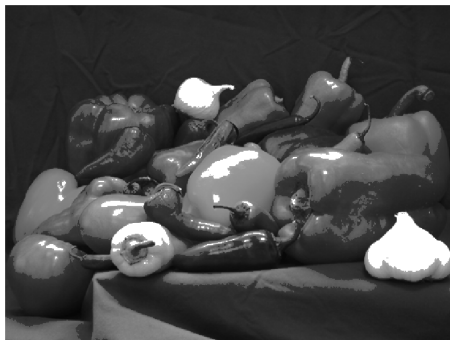


FIG. 15: Escala Naranja

Notemos que este resalta muy bien los colores con bajas intensidades con el color negro, con medias intensidades con el color gris y las más intensidades con los colores blancos.

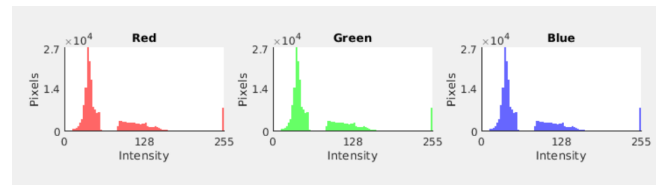


FIG. 16: Histograma de intensidad escala naranjo

El histograma de todas las componentes es muy similar por lo cual al juntarse y reflejarse sobre una imagen si debe dar alguna escala de grises. Demostraremos como quedo la interfaz en `matlab` en donde se pueden observar todo lo que hemos venido hablando en el documento.

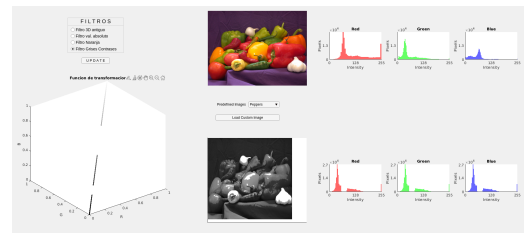


FIG. 17: Interfaz

CONCLUSIONES

- Podemos mediante la manipulación de la escala **RGB** encontrar diferentes colores que puedan hacer resaltar más una imagen y omitir algún defecto que esta tenga.
- Podemos buscar métodos algebraicos más complejos y además buscar algoritmos que puedan sectorizar mejor los puntos de color en una imagen.
- Como las imágenes pueden ser representadas por señales con valores numéricos, esto pueden ser ampliado no solo al filtrado de imágenes sino también a otras áreas como el procesamiento de señales o para esconder información.

[1] Imágenes tomadas de:

- Fig1: M. (2020, 22 octubre). *Síntesis Aditiva y Síntesis*. La Prestampa. <https://laprestampa.com/el-proceso-grafico/disenio/sintesis-aditiva-y-sustractiva/>
- Fig2: *Modelo de color RGB*. (2019, 7 abril). HiSoUR Arte Cultura Historia. <https://www.hisour.com/es/rgb-color-model-24867/>

- [2] Alonso Pérez, M. (2009). *Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n-Dimensiones*. <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/362/1/AlonsoPeMA.pdf>
- [3] G. (2021, 12 agosto). *Espacios de color RGB - Win32 apps*. Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/es-es/windows/win32/wcs/rgb-color-spaces>