

Cátedra Procesamiento de Imágenes

Trabajo final integrador

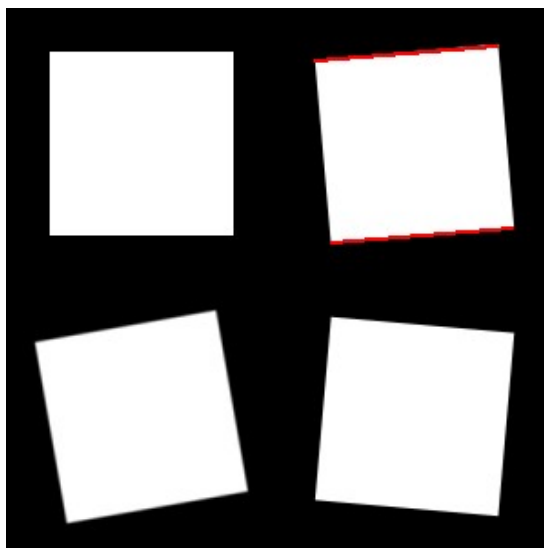
El trabajo final consiste en la resolución de diferentes problemas aplicando herramientas computacionales adquiridas a lo largo del cuatrimestre. Los alumnos deberán presentar en grupos de hasta 5 personas y no menor a 3, los algoritmos implementados para la resolución de dichos problemas, un informe escrito y una exposición oral. Los grupos de 3 integrantes deberán realizar 3 ejercicios y los grupos de 4 o 5 alumnos, la totalidad de los ejercicios. Todos los grupos deberán realizar el ejercicio de Puzzle.

Todos los integrantes de cada grupo deberán participar de la exposición oral (no mayor a 45 min). La presentación escrita y oral deberán contener tanto el enunciado de cada ejercicio, como las herramientas empleadas y los resultados obtenidos. Se calificará la buena administración del tiempo de exposición y la forma de presentación (visual y verbal).

El alumno que en promedio obtenga una nota ≥ 7 (siete) promocionará la materia, en caso contrario ($4 \leq \text{nota} < 7$) deberá rendir un final. La presentación de los TP finales se realizará en fecha y horario a confirmar.

Problema N°1: Detección de bordes orientados

El objetivo de este problema es implementar un algoritmo que permita detectar sólo los bordes marcados en rojo.



Pipeline

1er paso) Seleccionar el operador adecuado para calcular la derivada primera de la imagen. Se recomienda utilizar el operador Sobel o el de Prewitt. Como ejemplo, podríamos usar las siguientes máscaras:

$$\frac{\partial}{\partial x} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad \frac{\partial}{\partial y} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

2do paso) Calcular la matriz de ángulos del gradiente. Debe prestar especial atención a la orientación de los ejes, a la forma de determinar el ángulo alfa (ver figura siguiente), y a la conformación de las máscaras utilizadas para el cálculo de las derivadas.

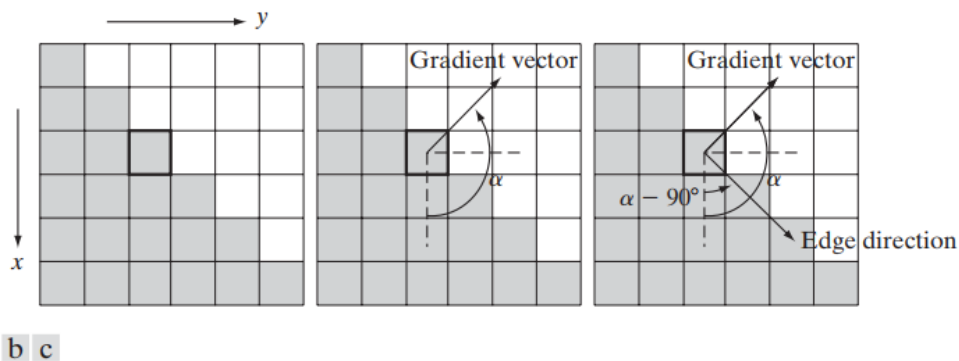


FIGURE 10.12 Using the gradient to determine edge strength and direction at a point. Note that the edge is perpendicular to the direction of the gradient vector at the point where the gradient is computed. Each square in the figure represents one pixel.

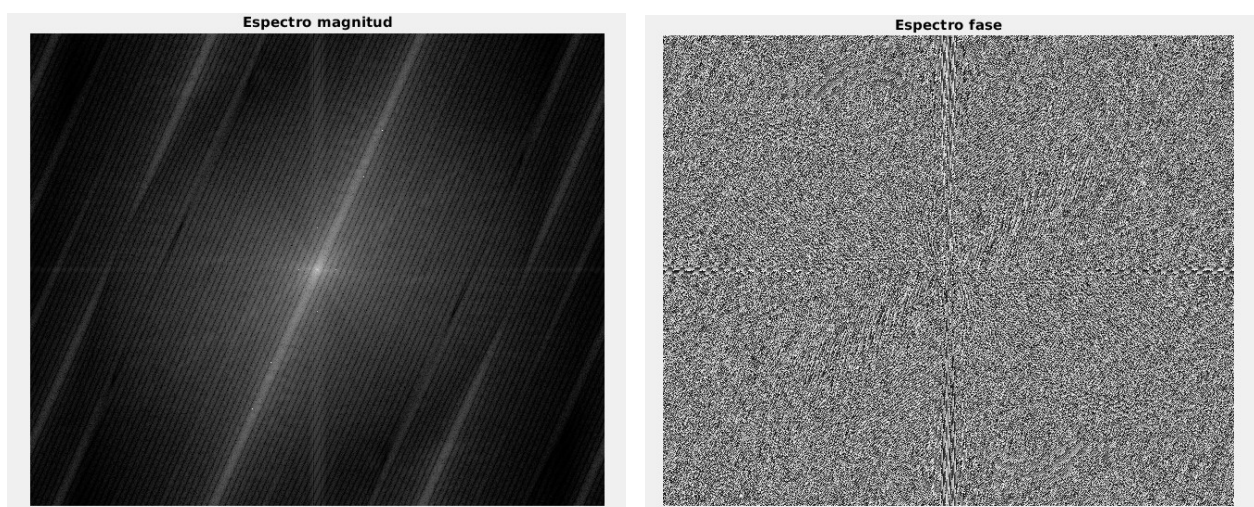
$$\nabla f = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left[\frac{g_y}{g_x} \right]$$

3er paso) Calcular el ángulo de los bordes y segmentar (seleccionar sólo aquellos que cumplan con el criterio de segmentación y descartar el resto).

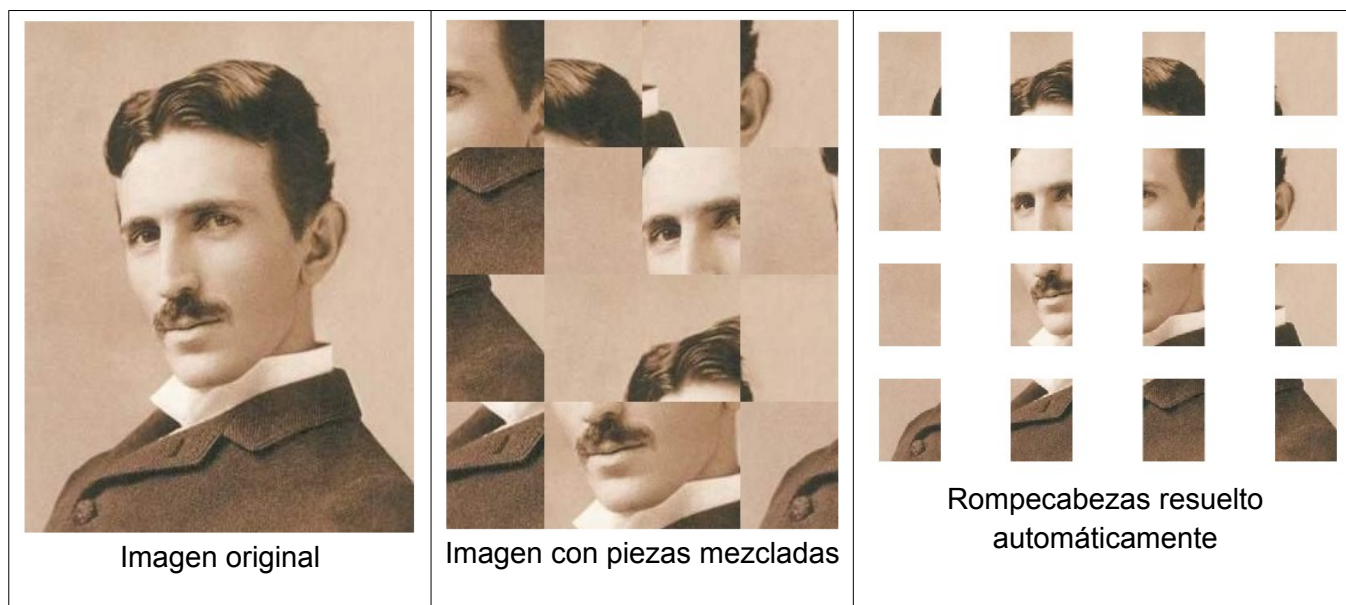
Problema N°2: Restauración de imágenes degradadas

El objetivo de este ejercicio es restaurar una imagen degradada de la cual conocemos su espectro de magnitud (centrado y con compresión de rango dinámico) y su espectro de fase (centrado). La imagen fue contaminada con ruido y degradada con una PSF específica. Deberá emplear las herramientas apropiadas para obtener la imagen original. Se le suministrará 2 archivos txt con la información necesaria.



Problema N°3: Rompecabezas (puzzle)

El objetivo de este ejercicio es seleccionar una imagen color, subdividirla en 16 matrices (cada una será un pieza del rompecabezas). Luego deberá mezclar dichas piezas y comenzar a unir las, una por una y de manera **automática**, hasta formar la imagen original. Deberá probar que el algoritmo trabaje apropiadamente con diferentes imágenes.



Para manipular cada una de las piezas se recomienda utilizar celdas y un espacio de color $L^*a^*b^*$ (ver ejercicio 4, explicación sobre espacio de colores). Para pasar de RGB a $L^*a^*b^*$ puede utilizar el comando **rgb2lab**.

Problema N°4: Segmentación basada en color

La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) ha definido diferentes espacios de color, entre ellos uno denominado **CIE $L^*a^*b^*$** , para comunicar y expresar el color objetivamente. El **espacio de color $L^*a^*b^*$** (también referido como **CIELAB**), es uno de los espacios de color más populares. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias y expresar con precisión sus resultados a otros en términos numéricos.

El color es una percepción e interpretación subjetiva. Dos personas mirando un mismo objeto pueden expresar el mismo color con una gran variedad de palabras diferentes. Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de **matiz** (color), **luminosidad** (brillo) y **saturación** (vividez). Al crear escalas para éstos atributos, podemos expresar en forma precisa el color.

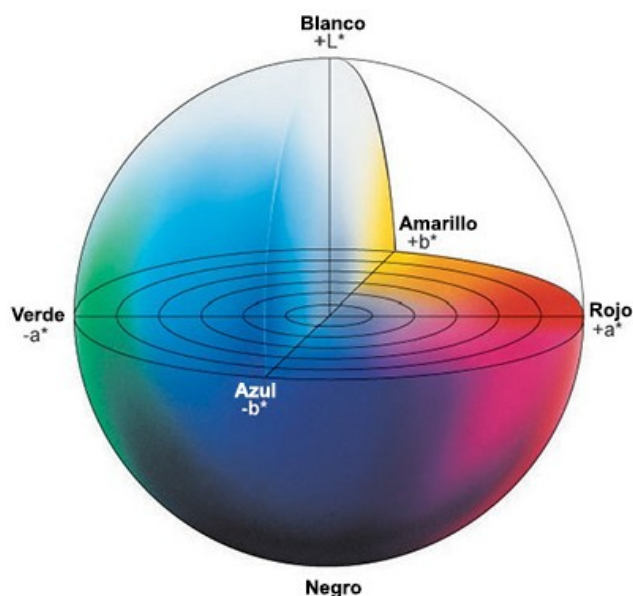
El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. Como se muestra a continuación, L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas.

L^* = luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica **rojo**, -a indica **verde**)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica **amarillo**, -b indica **azul**)

Los instrumentos utilizados para medir el color de objetos pueden cuantificar éstos atributos fácilmente. Ellos determinan el color dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L^* , a^* , y b^*



Aunque a simple vista dos colores parezcan iguales, al ser evaluados por un instrumento pueden encontrarse diferencias sutiles. En la industria el color de una muestra debe cumplir con un cierto estándar, es por ello que identificar diferencias de color antes de la producción masiva es muy importante. La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se la conoce como Delta (Δ). Los ΔL^* , Δa^* y Δb^* pueden ser positivos (+) o negativos (-). La diferencia total ΔE^* , sin embargo, siempre es positiva.

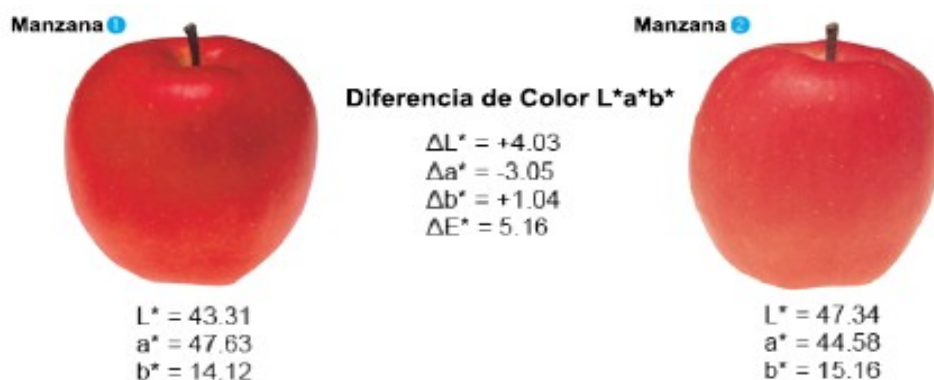
ΔL^* = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)

Δa^* = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)

Δb^* = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

ΔE^* = diferencia total de color = $[\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$

A modo de ejemplo, comparemos dos manzanas:



Al mirar los valores $L^*a^*b^*$ de cada manzana podemos determinar objetivamente si las manzanas igualan en color. Para nuestro ejemplo, los valores nos dicen que la manzana #2 es más clara,

menos roja y más amarilla que la manzana #1. A partir de los valores calculados para $\Delta L^* = +4.03$, $\Delta a^* = -3.05$ y $\Delta b^* = +1.04$, podemos obtener la diferencia total de color $\Delta E^* = 5.16$. Los instrumentos de medición de color pueden detectar diferencias no visibles por el ojo humano y mostrar esas diferencias en forma numérica o en un gráfico de reflectancia espectral.

Problema: El objetivo de este ejercicio es generar una imagen con fondo uniforme (amarillo) y figuras geométricas (círculos, elipses, cuadrados, rectángulos) de diferentes tamaños y color (rojo, verde, azul, negro). Luego, aplicando algoritmos de segmentación adecuados, deberán clasificar y contar los objetos que hay de cada color. Se recomienda pasar del espacio de color RGB al $L^*a^*b^*$ para realizar la segmentación.

