

Procesamiento Digital de Imágenes

Tema : Comparación del rendimiento de las técnicas de mejora de imagen.

Integrantes: Edis Fernandez
 Samuel Torres

OBJETIVO

Comparación del rendimiento de las técnicas de mejora de imagen CLAHE, ecualización de histograma tradicional, y por el método WTHE

RESUMEN

La mejora del contraste en imágenes digitales es un proceso fundamental para diversas aplicaciones científicas y médicas. Sin embargo, los métodos tradicionales de ecualización de histograma suelen provocar sobrecontraste o pérdida de detalles. En este trabajo se compara el rendimiento de técnicas de mejora de imágenes basadas en ecualización de histograma: la ecualización tradicional, la ecualización adaptativa por contraste limitado (CLAHE) y Ecualización de Histograma Ponderada con Umbral (WTHE). El objetivo es evaluar la eficacia de cada método en la mejora del contraste y la preservación de detalles en imágenes con distintos niveles de iluminación y complejidad visual. Para ello, se utilizan métricas cuantitativas como el Entropía, Contraste, PSNR y AMBE, además de evaluaciones cualitativas visuales. Los resultados muestran que, aunque la ecualización tradicional mejora el contraste global, tiende a perder detalles en zonas oscuras o muy brillantes. CLAHE presenta un mejor equilibrio entre mejora de contraste y preservación de detalles locales, mientras que WTHE demuestra una mayor capacidad para mantener la naturalidad de la imagen. Se concluye que, dependiendo del tipo de imagen y del propósito de la mejora, CLAHE y WTHE ofrecen ventajas significativas sobre la técnica tradicional.

METODOLOGÍA

-Preparación de los Datos

Se utiliza una imagen como entrada, la cual se carga desde el disco utilizando la biblioteca OpenCV. Es importante verificar que la imagen esté correctamente cargada antes de proceder con el análisis.

El dataset utilizado se encuentra en: [The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark](#)

METODOLOGÍA

Aplicación de técnicas de mejora de imagen:

- Ecualización de histograma estándar (`cv2.equalizeHist`): mejora el contraste distribuyendo la intensidad de píxeles.
- CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization): mejora localmente el contraste de la imagen, evitando la sobreamplificación del ruido.
- WTHE (Weighted Thresholded Histogram Equalization): una técnica personalizada (implementada externamente mediante `calcula_wthe`) que busca optimizar el realce del contraste.

METODOLOGÍA

```
import numpy as np

def calcula_wthe(image):

    v=0.5
    P1=0.001
    r=1.0

    hist, _ = np.histogram(image.flatten(), 256, [0, 256])
    P = hist / hist.sum() # PDF

    #maximo valor del histograma
    P_max = np.max(P)

    # Calcula Pu
    Pu = v * P_max

    # Aplica la transformacion  $\Omega(P(k))$ 
    P_wt = np.zeros_like(P)
```

```
for k in range(256):
    if P[k] > Pu:
        P_wt[k] = Pu
    elif P1 <= P[k] <= Pu:
        P_wt[k] = (((P[k] - P1) / (Pu - P1)) ** r) * Pu
    else:
        P_wt[k] = 0

# Compute the weighted histogram (transformed)
H_wt = (256 - 1) * P_wt
CDF = np.cumsum(H_wt)
CDF = np.clip(CDF, 0, 255).astype('uint8')

# Map the image using the CDF
result = CDF[image]

return result
```

METODOLOGÍA

Cálculo de métricas de evaluación:

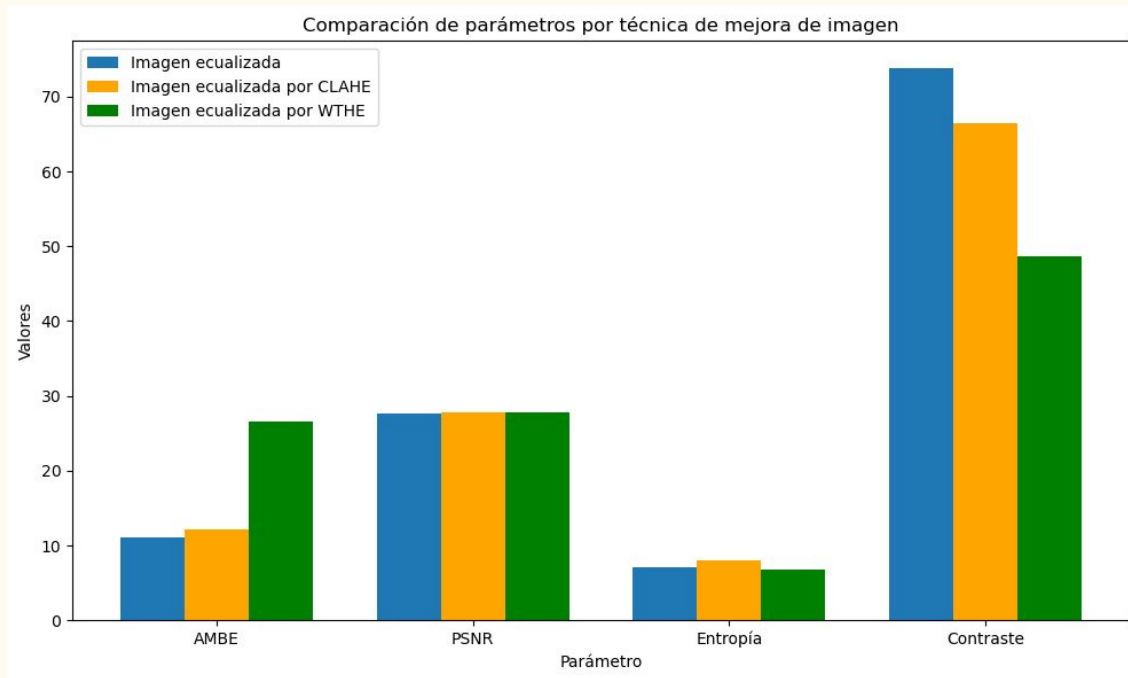
- AMBE (Absolute Mean Brightness Error): mide la diferencia absoluta entre los niveles medios de brillo de la imagen original y la mejorada.
- PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio): evalúa la fidelidad de la imagen mejorada respecto a la original, útil para analizar distorsiones.
- Entropía (Shannon Entropy): mide el contenido de información (complejidad) de la imagen; mayor entropía suele significar mayor detalle.
- Contraste (Desviación estándar): indica la dispersión de intensidades, lo cual se relaciona con la percepción visual del contraste.

METODOLOGÍA

```
def calcula_ambe(image1, image2):  
    """ Error de Brillo Medio Absoluto (AMBE) """  
    return np.abs(np.mean(image1) - np.mean(image2))  
  
def calcula_psnr(image1, image2):  
    """ Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) """  
    mse = np.mean((image1 - image2) ** 2)  
    if mse == 0:  
        return float('inf')  
    PIXEL_MAX = 255.0  
    return 20 * np.log10(PIXEL_MAX / np.sqrt(mse))  
  
def calcula_entropia(image):  
    """ Entropía """  
    return shannon_entropy(image)  
  
def calcula_contraste(image):  
    """ Contraste (Desviación Estándar) """  
    return np.std(image)
```

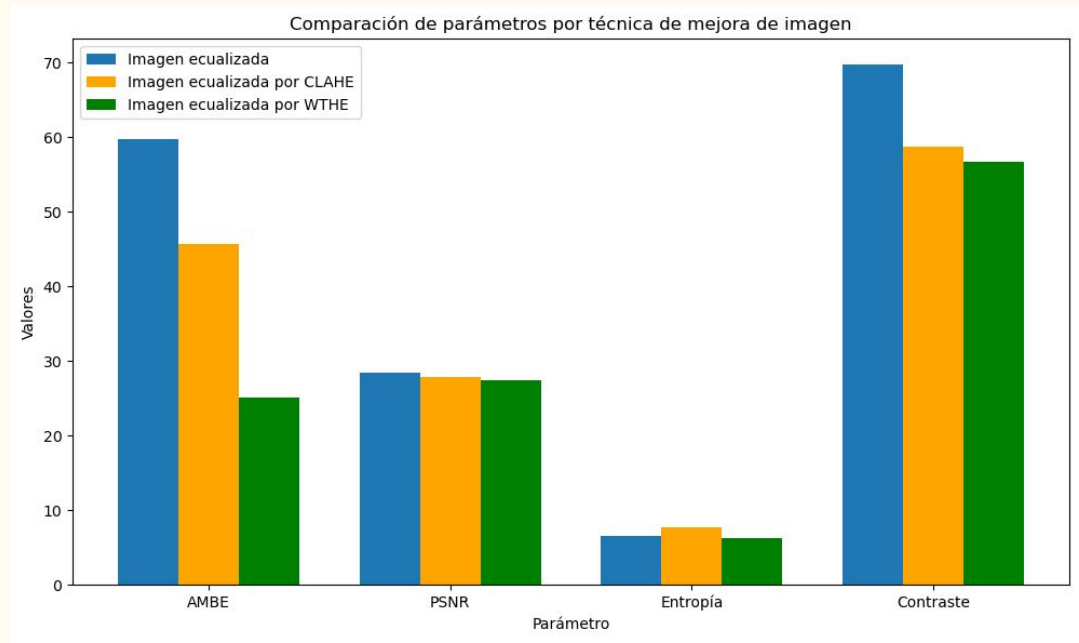

EXPERIMENTOS





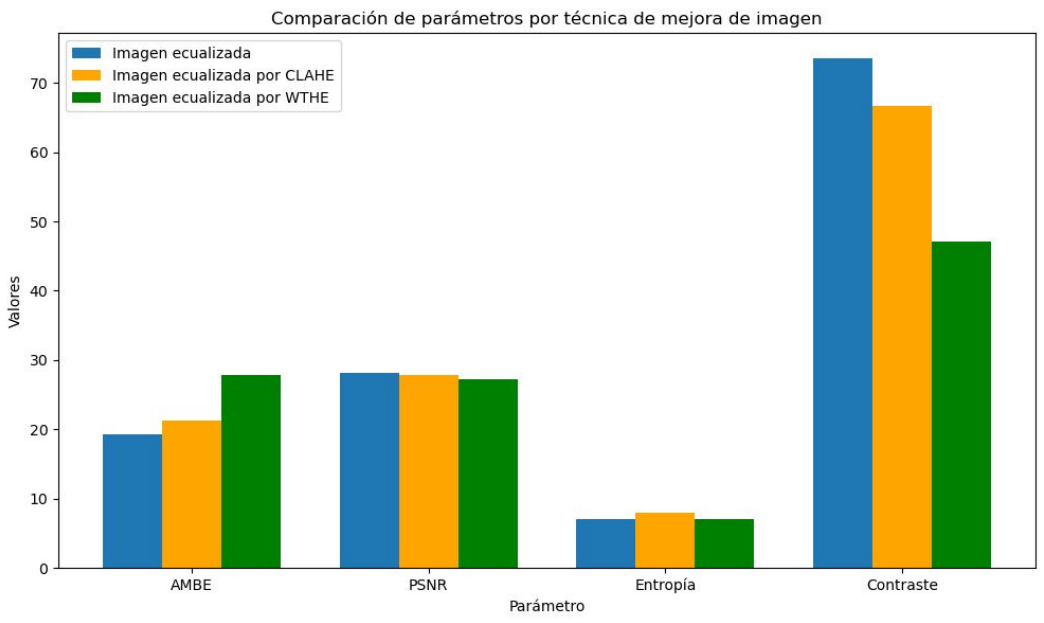
Parámetro	Imagen ecualizada	Imagen ecualizada por CLAHE	Imagen ecualizada por WTHe
AMBE	11.04	12.08	26.50
PSNR	27.68	27.85	27.74
Entropía	7.02	7.96	6.86
Contraste	73.77	66.47	48.67





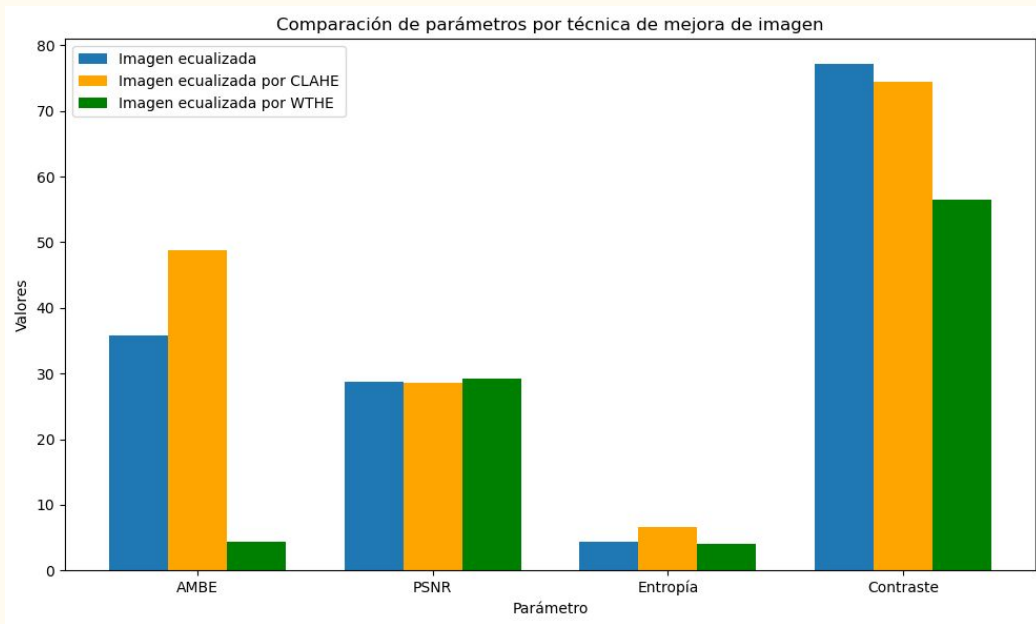
Parámetro	Imagen ecualizada	Imagen ecualizada por CLAHE	Imagen ecualizada por WTHE
AMBE	59.81	45.77	25.18
PSNR	28.41	27.83	27.37
Entropía	6.56	7.76	6.31
Contraste	69.72	58.77	56.70





Parámetro	Imagen ecualizada	Imagen ecualizada por CLAHE	Imagen ecualizada por WTHE
AMBE	19.24	21.33	27.78
PSNR	28.08	27.87	27.22
Entropía	7.10	7.95	6.99
Contraste	73.48	66.61	47.07





Parámetro	Imagen ecualizada	Imagen ecualizada por CLAHE	Imagen ecualizada por WTHE
AMBE	35.76	48.73	4.29
PSNR	28.73	28.56	29.26
Entropía	4.36	6.69	4.11
Contraste	77.11	74.47	56.55

CONCLUSIÓN

En este estudio se compararon tres técnicas de mejora de imagen basadas en ecualización de histograma: HE, CLAHE y WTHE. A través de un análisis tanto visual como cuantitativo, se comprobó que la ecualización tradicional (HE), si bien mejora significativamente el contraste global, puede introducir artefactos y pérdida de detalles. CLAHE, por su parte, ofrece un mejor compromiso entre realce y preservación de detalles locales, siendo especialmente eficaz en imágenes con texturas. Finalmente, WTHE se destacó por su capacidad de mantener un equilibrio visual mediante un enfoque más controlado, evitando distorsiones y conservando la naturalidad de la imagen. En conjunto, los resultados evidencian que CLAHE y WTHE superan a la técnica tradicional en escenarios donde se requiere una mejora más equilibrada, destacándose como alternativas más robustas y adaptables para aplicaciones exigentes de procesamiento de imágenes.