

Introducción y operaciones básicas

Visión por Computador, curso 2023-2024

Silvia Martin Suazo, silvia.martin@u-tad.com

10 de octubre de 2023

U-tad | Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital

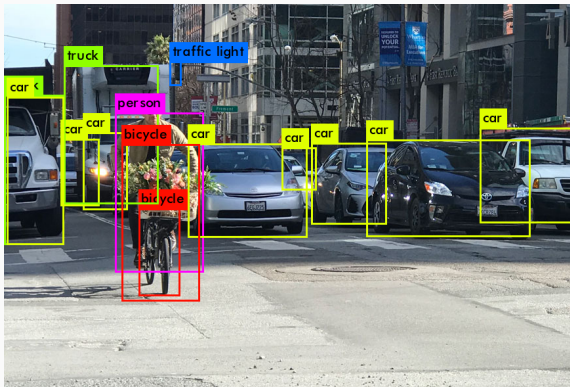


Introducción

¿Por qué procesar las imágenes?

A través del uso de la informática es posible extraer ciertas **características interesantes** de las imágenes digitales.

Gracias al uso de las operaciones que se verán a lo largo del curso será posible obtener información de las imágenes.



[1]

¿Por qué procesar las imágenes?

El procesamiento de las imágenes es la base de aplicaciones como:

- **Conducción autónoma**
- Sistemas de seguridad y control
- Generación de *deep fakes*
- Arte generado por inteligencia artificial

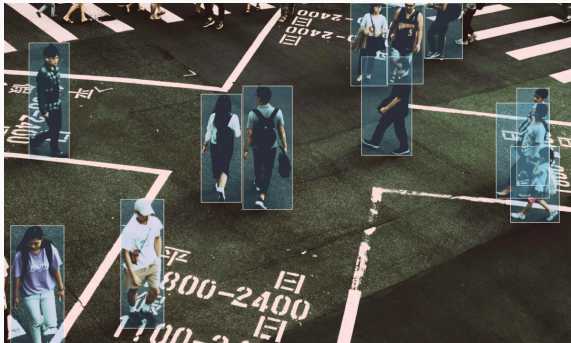


[2]

¿Por qué procesar las imágenes?

El procesamiento de las imágenes es la base de aplicaciones como:

- Conducción autónoma
- **Sistemas de seguridad y control**
- Generación de *deep fakes*
- Arte generado por inteligencia artificial



[3]

¿Por qué procesar las imágenes?

El procesamiento de las imágenes es la base de aplicaciones como:

- Conducción autónoma
- Sistemas de seguridad y control
- **Generación de *deep fakes***
- Arte generado por inteligencia artificial



[4]

¿Por qué procesar las imágenes?

El procesamiento de las imágenes es la base de aplicaciones como:

- Conducción autónoma
- Sistemas de seguridad y control
- Generación de *deep fakes*
- **Arte generado por inteligencia artificial**

TEXT DESCRIPTION

An astronaut Teddy bears A bowl of soup

riding a horse lounging in a tropical resort in space playing basketball with cats in space

in a photorealistic style in the style of Andy Warhol as a pencil drawing



DALL-E 2

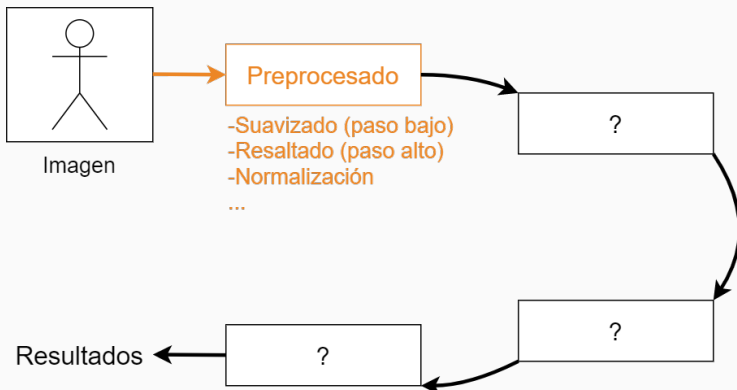


[5]

Metodología del tratamiento de imágenes

Dentro el campo de la **visión por computador**, el proceso de **tratamiento** de imágenes se puede dividir en distintas **fases**.

Aunque esta metodología **no es una obligación**, sí es la aproximación más **común** en el estado-del-arte actualmente.



Transformaciones basadas en el histograma

A diferencia de las operaciones que se estudiarán más adelante, las transformaciones puntuales se basan en cambiar el nivel de gris de cada píxel de manera aislada.

De esta manera, la lógica de la transformación no se define por la posición o vecindario de cada píxel.

¿Para qué transformar una imagen?

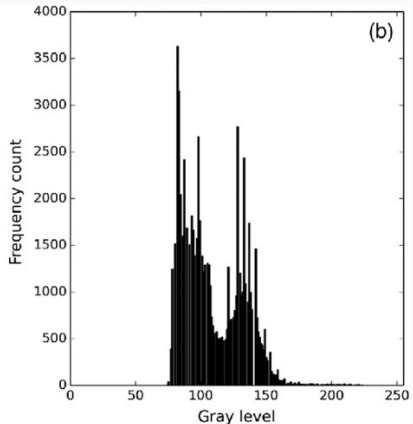
Ciertas imágenes, debido a como han sido tomadas, pueden tener una **mala visibilidad**.

Muchas transformaciones buscan aumentar el **rango dinámico** de la imagen, de tal manera que se consiga un **mayor contraste** que posibilite ver mejor dicha imagen.



¿Qué es el histograma?

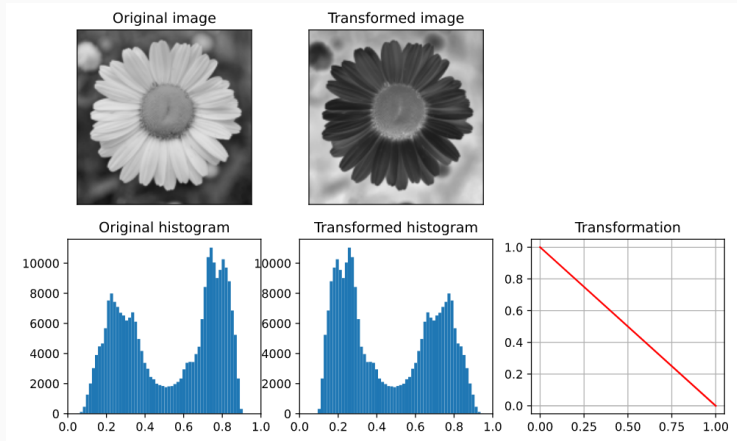
El **histograma** de una imagen digital es un gráfico que representa cómo se distribuyen las frecuencias de la intensidad de píxeles en una imagen.



[6]

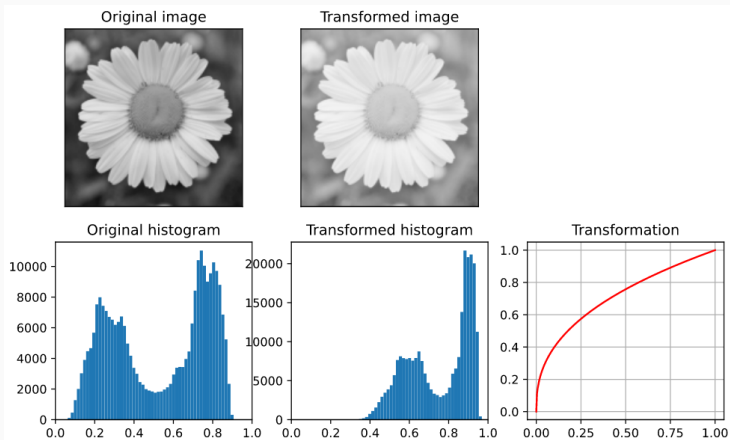
Negativo del histograma

$$H_{neg}(x, y) = 1 - I(x, y) \quad (1)$$



[7]

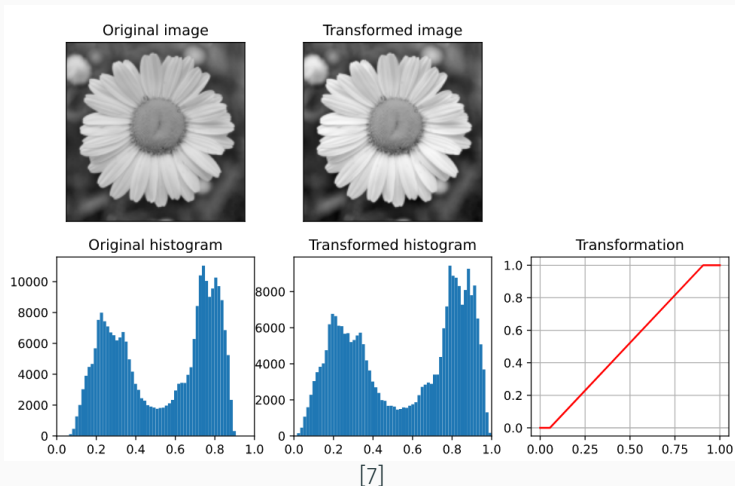
$$H_{\gamma}(x, y) = I(x, y)^{\gamma} \quad (2)$$



Resultado con $\gamma = 0.4$ [7]

Estiramiento o stretching

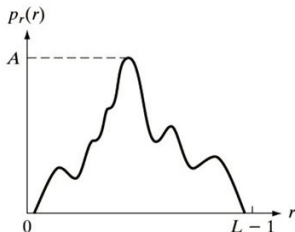
$$H_s(x, y) = \frac{I(x, y) - \min(I)}{\max(I) - \min(I)} \quad (3)$$



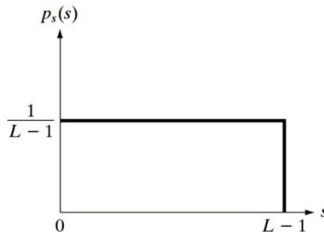
Ecualización del histograma

La transformación de **ecualización del histograma** tiene como objetivo distribuir uniformemente los píxeles de una imagen.

El objetivo es **aumentar al máximo** el rango dinámico de la imagen, de esta manera aumentar el contraste de sus elementos.



Arbitrary PDF

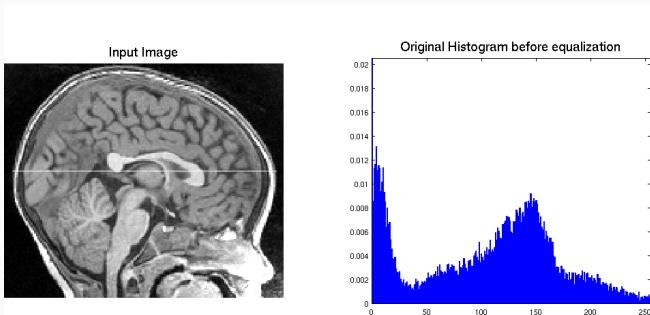


Equalized uniform PDF

[8]

Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma:



[9]

Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma
2. **Transformación en una función de probabilidad (PMF):**

Se puede convertir el histograma de frecuencias en un nuevo histograma donde se asocia una probabilidad a cada barra.

$$H_{PMF} = \frac{H(x)}{N} \quad (4)$$

Donde x es el valor de intensidad y N el número total de píxeles.

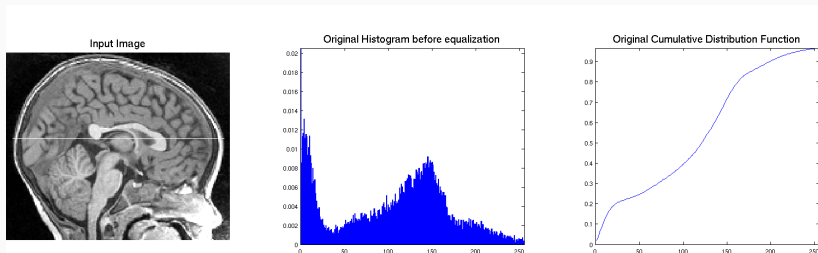
Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma
2. Transformación en una función de probabilidad (PMF)
3. **Transformación del histograma al histograma acumulativo:**

El histograma acumulativo H_k se define como:

$$H_{accum}(x) = \sum_{i=0}^x p_i \quad (5)$$

Donde p_i es la probabilidad de la intensidad i .



Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma
2. Transformación en una función de probabilidad (PMF)
3. Transformación del histograma al histograma acumulativo
4. **Ecualización del histograma acumulativo:**

La transformación T se define como:

$$T(x) = \text{round}((L - 1)H_{\text{acum}}(x)) \quad (6)$$

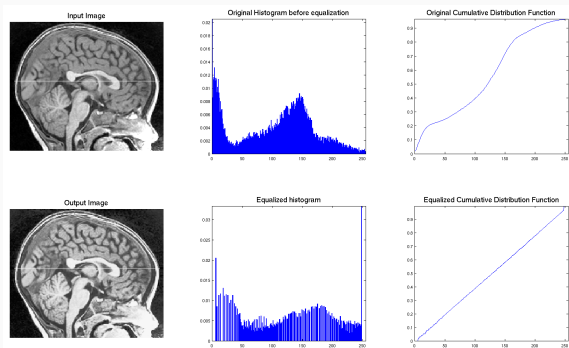
donde L es el número de valores distintos para los píxeles (normalmente 256).

Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma
2. Transformación en una función de probabilidad (PMF)
3. Transformación del histograma al histograma acumulativo
4. **Ecualización del histograma acumulativo:**

La transformación T se define como:

$$T(x) = \text{round}((L - 1)H_{\text{acum}}(x)) \quad (7)$$



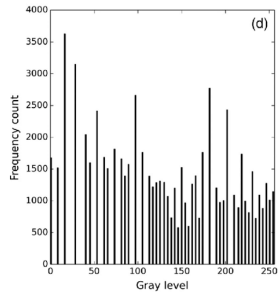
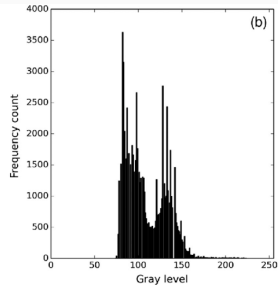
Algoritmo de ecualización del histograma

1. Generación del histograma
2. Transformación en una función de probabilidad (PMF)
3. Transformación del histograma al histograma acumulativo
4. Ecualización del histograma acumulativo
5. **Formación de la nueva imagen:**

El nivel de intensidad de cada píxel ahora viene marcado por la función:

$$p(x, y)_{eq} = T(p(x, y)) \quad (8)$$

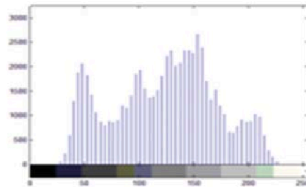
Ejemplos de histogramas ecualizados



Ejemplos de histogramas ecualizados



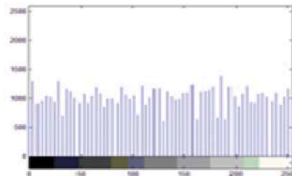
(a)



(b)



(c)

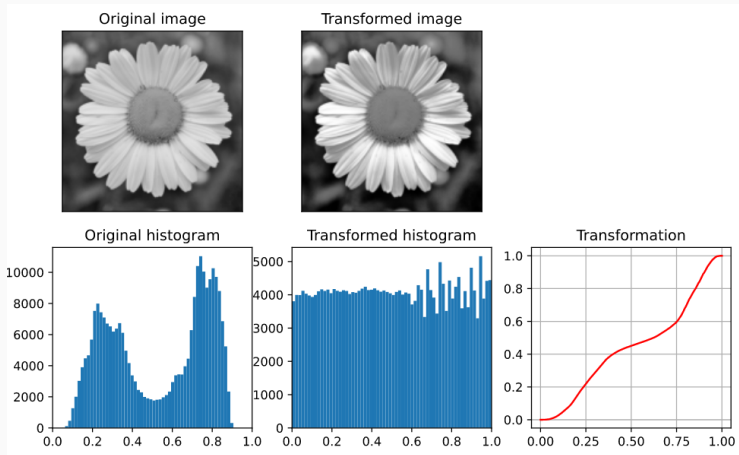


(d)

Figure 2. RMSLIE Image Image a) Original Image b) histogram image for(a) c) HE image for(a) d) histogram image for(c)

[10]

Ejemplos de histogramas ecualizados



[7]



- 02.01-Ecualizacion_Histograma.ipynb

Ecualización adaptativa de histograma (AHE)

Especialmente útil en imágenes con diferencias de contraste según la zona. El ajuste es más preciso pero **computacionalmente costoso**.

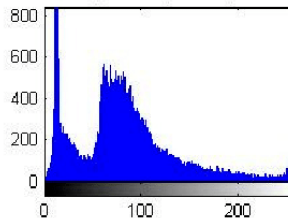
1. División de la imagen en subregiones basándose en una cuadrícula regular o detección de bordes.
2. Cálculo de los histogramas locales
3. Ecualización de los histogramas locales
4. Reunificación de la imagen a partir de los histogramas locales.

Ecualización adaptativa de histograma (AHE)

Original Image



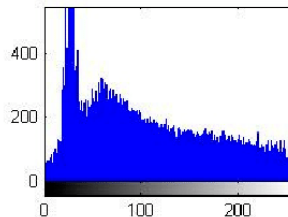
Original Image Histogram



Adaptive Histogram Equalization Image



AHE Image Histogram



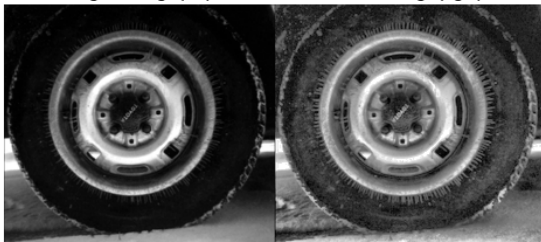
[11]

Ecualización adaptativa de histograma por contraste (CLAHE)

Es análogo a la ecualización adaptativa de histograma, pero con una limitación al aumento de contraste en cada región de la imagen. De esta forma se controla la **introducción de ruido**.

$$new_cumulative = \min \left(1.0, \frac{cumulative}{1.0 - limit} \right) \quad (9)$$

Original Image (left) and Contrast Enhanced Image (right)



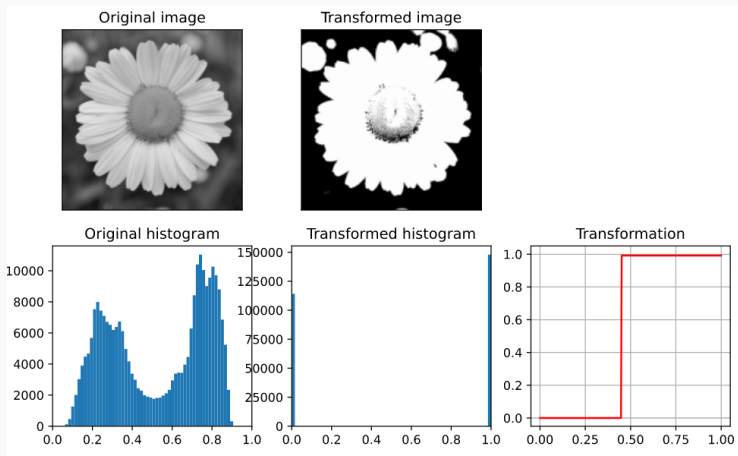
[12]

Se divide la imagen en dos clases marcadas por un límite T .

- Si el valor del pixel es menor a T , el pixel pertenece a la clase 0.
- En caso contrario pertenece a la clase 1

De esta forma se segmentan los objetos en la imagen.

Segmentación o tresholding



Ejemplo con $T = 0.45[7]$

- [1] Kevin Rexis Velasco (Towards Data Science).
Image processing.
[Online; accessed August, 2022].
- [2] Bosch.
Semantic segmentation image.
[Online; accessed August, 2022].
- [3] Super Annotate.
Person detection image.
[Online; accessed August, 2022].
- [4] Rodrigo Alonso (ABC).
Deep fake image.
[Online; accessed August, 2022].

- [5] Aditya Ramesh, Prafulla Dhariwal, Alex Nichol, Casey Chu, and Mark Chen.
Hierarchical text-conditional image generation with clip latents.
arXiv preprint arXiv:2204.06125, 2022.
- [6] Alexander Toet and Tirui Wu.
Efficient contrast enhancement through log-power histogram modification.
Journal of Electronic Imaging, 23(6):063017, 2014.
- [7] Basics of Image Processing.
Histogram transformations.
[Online; accessed September, 2023].

- [8] Jessie Tate (Slide Player).
Histogram equalization image.
[Online; accessed August, 2022].
- [9] Arthur COSTE (University of Utah).
Cumulative histogram equalization image.
[Online; accessed August, 2022].
- [10] N Senthilkumaran and J Thimmiaraja.
A study on histogram equalization for mri brain image enhancement.
In Proc. of Int. Conf. on Recent Trends in Signal Processing, Image Processing and VLSI, Association of Computer Electronics and Electrical Engineers, 2014.

- [11] Showkat Malik, Tariq Lone, and Syed Quadri.
Contrast enhancement and smoothing of ct images for diagnosis.
03 2015.
- [12] MathWorks.
Ecualización adaptativa de histograma limitada por el contraste.
[Online; accessed September, 2023].