

# Transformaciones geometricas

Tomas Lopez Perez

April 19, 2024

## 1 Introducción

El procesamiento de imágenes digitales constituye una herramienta fundamental en numerosos ámbitos, desde la medicina hasta la ingeniería y la investigación académica. Esta disciplina se centra en mejorar la calidad visual de las imágenes y extraer información significativa de ellas, lo que implica una serie de técnicas y algoritmos sofisticados. Entre estas técnicas se encuentran la mejora de la imagen, la segmentación de la imagen y la transformación de la imagen, todas las cuales desempeñan un papel crucial en la obtención de datos valiosos y comprensibles a partir de imágenes digitales. Uno de los componentes fundamentales del procesamiento de imágenes es el concepto de operaciones puntuales. Estas operaciones realizan un mapeo de los valores de los píxeles sin alterar el tamaño, la geometría o la estructura local de la imagen. A través de este enfoque, las operaciones puntuales permiten ajustar y mejorar características específicas de una imagen, como el brillo, el contraste o la nitidez

## 2 Fundamento teórico

### 2.1 Procesamiento de imágenes

El Procesamiento de imágenes es un campo de investigación muy extenso que involucra diversas áreas del conocimiento, ya que involucra diversos procesos, tales como: la adquisición, transmisión, representación y procesamiento. En términos generales el procesamiento de imágenes se utiliza para modificar una imagen con el fin de mejorar la apariencia visual para un observador y para resaltar conve-

nientemente el contenido de la imagen de cara a la percepción por parte de máquinas, es decir, se hace una manipulación de imágenes con objeto de producir nuevas imágenes que son mejores, en algún sentido. El procesamiento de imágenes comprende distintas técnicas que se utilizan para mejorar, restaurar e inclusive comprimir imágenes ya existentes; la implementación y desarrollo de dichas técnicas agregadas a sistemas ya existentes nos permiten editar imágenes de forma más sencilla y precisa [Alo18]. La Figura 1 muestra el flujo de las etapas del procesamiento digital de imágenes propuestas por Gonzalez en donde se establece como la etapa inicial la adquisición de la imagen digital, lo que se puede hacer mediante algún sistema de sensores que permitan digitalizar la imagen u obtener las imágenes de algún repositorio o colección. El conjunto de imágenes adquiridas conforma inicialmente la base de conocimiento, ya que para algunas aplicaciones basta con tener la información pura, sin embargo en la mayoría de las aplicaciones del procesamiento de imágenes, es necesario enriquecer la base del conocimiento con al menos las etapas de procesado y segmentación, lo cual requiere aplicar una serie de operadores que transformen las imágenes para resaltar características relevantes, en el caso del procesado, o separar los diferentes elementos que componen la imagen, en el caso de la segmentación, de modo que los resultados de estas dos etapas permiten tener una base del conocimiento más amplia y robusta. Respecto a la etapa de representación y descripción. las imágenes procesadas y/o segmentadas son usadas para extraer características más específicas sobre la imagen, tales como cantidad, dimensión, forma, posición, etc. de los objetos de interés en las imágenes, esta información también

puede formar parte de la base del conocimiento, de modo que en la ultima etapa, reconocimiento e interpretación, se puedan obtener respuestas a partir de las imágenes y la información generada por estas

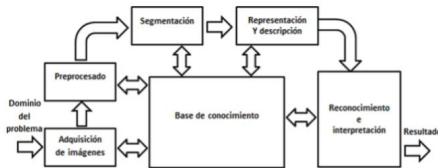


Figure 1: Etapas fundamentales del procesamiento digital de imágenes.

## 2.2 Traslacion

Esta operacion se usa para mover un objeto o grupo de objetos de manera lineal a una nueva ubicacion en el espacio bidimensional. Transladar un objeto una distancia  $t_x$  en  $x$  y una distancia  $t_y$  en  $y$  se expresa como figura 2

$$\begin{aligned} x' &= x + t_x \\ y' &= y + t_y \end{aligned} \Rightarrow \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

Figure 2: Notacion matematica de la Traslacion

## 2.3 Escalado

Es una transformacion que permite cambiar el tamaño o la propocion de un objeto o grupo de objetos. Hay escaldos proporcionales y no proporcionales. Si el escalado no es uniforme se conoce como escalado anisotropico. Escalar un objeto en  $e_x$  segun  $x$  y en  $e_y$  segun  $y$  se expresa como figura 3

$$\begin{aligned} x' &= e_x x \\ y' &= e_y y \end{aligned} \Rightarrow \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_x & 0 \\ 0 & e_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Figure 3: Notacion matematica de la escalado

## 2.4 Inclinacion

Un objeto se puede sesgar tanto en sentido horizontal como sentido vectical. Sesgar un objeto en sentido horizontal se espresa como figura 4

$$\begin{aligned} x' &= x + ay \\ y' &= y \end{aligned} \Rightarrow \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Figure 4: Notacion matematica de la inclinacion

## 2.5 Rotacion

Esta transformacion geometrica se usa para mover un objeto o grupo de objetos alrededor de un punto. Rotas un objeto un angulo  $\alpha$  en sentido horario se expresa como figura 5

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \alpha - y \sin \alpha \\ y' &= x \sin \alpha + y \cos \alpha \end{aligned} \Rightarrow \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Figure 5: Notacion matematica de la rotacion

# 3 Metodologia

En este proyecto, se implementará transformaciones geométricas a imágenes digitales en MATLAB. Las transformaciones incluirán traslación, rotación, inclinación y escalado. Estas operaci ones permitirán modificar la posición, orientación y tamaño de las imágenes de entrada, lo que puede ser útil en diversas aplicaciones como procesamiento de imágenes médicas, visión por computadora, diseño gráfico, entre otros.

## 3.1 Objetivo

Desarrollar algoritmos eficientes para realizar traslación, rotación, inclinación y escalado de imágenes en MATLAB.

### 3.2 Diseño de la metodología

Se diseñarán algoritmos para cada tipo de transformación (traslación, rotación, inclinación y escalado) utilizando las funciones de procesamiento de imágenes de MATLAB. Se ajustarán los parámetros de entrada, como los ángulos de rotación, los vectores de traslación, los factores de escalado, etc.

### 3.3 Implementación

En MATLAB, utilizando la notación científica en las operaciones, podemos realizar la implementación de diversas transformaciones de imágenes. En todos los casos, seguimos un proceso estándar: recorreremos la imagen mediante dos bucles, uno para las filas y otro para las columnas, asegurándonos de que el píxel calculado permanezca dentro del rango válido. Luego, aplicamos las fórmulas correspondientes a cada operación.

Cada función que implementamos recibe diferentes parámetros, los cuales ajustamos según sea necesario para realizar las modificaciones deseadas en la imagen. Finalmente, aplicamos la interpolación 10 para completar los píxeles que puedan haberse perdido durante la rotación o el escalado.

- **Traslación**

- Código: 6
- Función: Figura 2

- **Escalado**

- Código: 7
- Función: Figura 3

- **Inclinación**

- Código: 8
- Función: Figura 4

- **Rotación**

- Código: 9
- Función: Figura 5

```
function imgTranslation = traslacion(img, tx, ty)
for y = 1:size(img,1)
    for x=1:size(img,2)
        xNew = x + tx;
        yNew = y + ty;
        if xNew >= 1 && xNew <= size(img, 2) && yNew >= 1 && yNew <= size(img, 1)
            imgTranslation(yNew,xNew,:) = img(y,x,:);
        end
    end
end
end
```

Figure 6: Traslacion

```
function imgEscalado = escalado(img, ex, ey)
for y = 1:size(img,1)
    for x=1:size(img,2)
        xNew = uint16(x * ex);
        yNew = uint16(y * ey);
        if xNew >= 1 && xNew <= size(img, 2) && yNew >= 1 && yNew <= size(img, 1)
            imgEscalado(yNew,xNew,:) = img(y,x,:);
        end
    end
end
end
```

Figure 7: Escalado

## 4 Resultados

### 4.1 Traslación

- Para la imagen de Flores se utilizan los parámetros:
  - tx = 120;
  - ty = 0;
- Para la imagen del cubo se utilizan los parámetros:
  - tx = 12;
  - ty = 6;

### 4.2 Escalado

- Para la imagen de Flores 1 se utilizan los parámetros:
  - ex = 0.222;
  - ey = 0.222;
- Para la imagen del flores 2 se utilizan los parámetros:
  - ex = 1.2;
  - ey = 1.2;

```

function imgSesgado = sesgado(img, a)
for y = 1:size(img,1)
    for x=1:size(img,2)
        xNew = uint16(x + (a*y));
        yNew = y;
        if xNew >= 1 && xNew <= size(img, 2) && yNew >= 1 && yNew <= size(img, 1)
            imgSesgado(yNew,xNew,:) = img(y,x,:);
        end
    end
end
end

```

Figure 8: Sesgado

```

function imgRotacion = rotacion(img,a)
centro_x = size(img,1) / 2;
centro_y = size(img,2) / 2;
for y = 1:size(img,1)
    for x=1:size(img,2)
        x_adjusted = x - centro_x;
        y_adjusted = y - centro_y;
        xNew = uint16(x_adjusted * cos(a) - y_adjusted * sin(a) + centro_x);
        yNew = uint16(x_adjusted * sin(a) + y_adjusted * cos(a) + centro_y);
        if xNew >= 1 && xNew <= size(img, 2) && yNew >= 1 && yNew <= size(img, 1)
            imgRotacion(yNew,xNew,:) = img(y,x,:);
        end
    end
end
end

```

Figure 9: Rotacion

```

function imagen_interpolada = interpolacion(imagen_rgb)

canal_rojo = imagen_rgb(:,:,1);
canal_verde = imagen_rgb(:,:,2);
canal_azul = imagen_rgb(:,:,3);

canal_rojo = interpolacionInterp1(canal_rojo);
canal_verde = interpolacionInterp1(canal_verde);
canal_azul = interpolacionInterp1(canal_azul);

imagen_interpolada = cat(3, canal_rojo,canal_verde, canal_azul)

end

```

Figure 10: Interpolacion

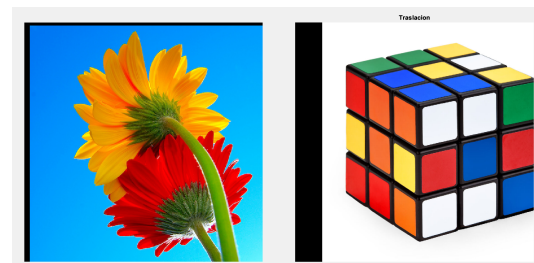


Figure 11: Traslacion

### 4.3 Inclínación

- Para la imagen de Flores se utilizan los parámetros:

–  $a = 0.4$ ;

- Para la imagen del cubo se utilizan los parámetros:

–  $a = 0.1$ ;

### 4.4 Rotacion

- Para la imagen de Flores se utilizan los parámetros:

–  $a = 45$ ;

- Para la imagen del cubo se utilizan los parámetros:

–  $a = 10$ ;

## 5 Conclusiones

En este estudio hemos explorado cómo distintas operaciones matemáticas pueden influir en el aspecto de una imagen digital. Al aplicar transformaciones geométricas como traslación, rotación, inclinación y escalado a diferentes imágenes, hemos observado cómo cada una de estas operaciones afecta de manera única la apariencia y la estructura de la imagen. Nuestros análisis revelan que cada operación tiene un comportamiento distinto sobre la imagen. Por ejemplo, la traslación desplaza la imagen en una dirección específica, mientras que la rotación la gira alrededor de un punto de referencia. La inclinación distorsiona la forma de la imagen, mientras que el escalado cambia su tamaño sin modificar su orientación. Estos hallazgos destacan la importancia de comprender cómo las operaciones matemáticas pueden afectar las imágenes digitales. Además, muestran cómo estas transformaciones pueden ser útiles para corregir imperfecciones en las imágenes, mejorar su visualización o adaptarlas a diferentes contextos de aplicación. En conclusión, este estudio nos ha permitido

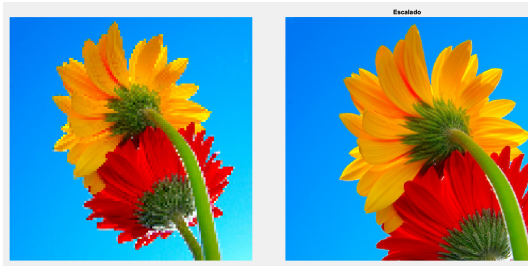


Figure 12: Escalado

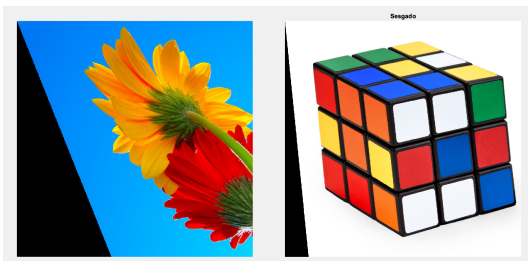


Figure 13: Inclinacion

comprender mejor la relación entre las operaciones matemáticas y las imágenes digitales, y nos ha proporcionado una visión más amplia de las posibilidades y aplicaciones de estas transformaciones en el procesamiento de imágenes.

## References

- [Alo18] Adan Antonio Alonso-Ramírez. *Implementación de la transformada de Hough en tecnología GPU*. 2018.

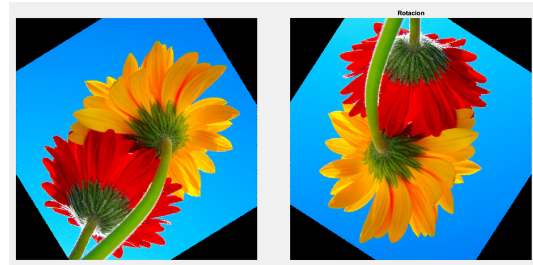


Figure 14: Rotacion