Procesamiento Digital de Imágenes
Operaciones geométricas y locales

Universidad Autónoma de Manizales

Docente: Alejandro Mora Rubio

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
UAM®
VIGILADA MINEDUCACIÓN
Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

Contenido

Operaciones geométricas

Las operaciones geométricas modifican la distribución espacial de los píxeles en una imagen. Un píxel p con coordenadas (x, y), se traslada a las coordenadas (x', y') de acuerdo a la transformación lineal establecida por la matriz T.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \mathbf{T} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Transformaciones afines

Las transformaciones afines son un tipo de operaciones geométricas que preservan los puntos, líneas rectas y planos en una imagen.

Las transformaciones afines se representan de manera general como una matriz A de 3×3, que dependiendo de los valores de sus coeficientes realiza las operaciones de:

- Escalamiento
- Rotación
- Traslación
- Shearing

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

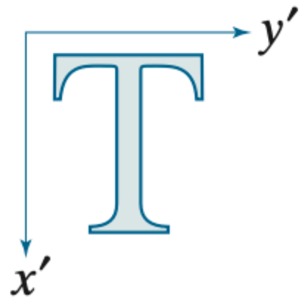
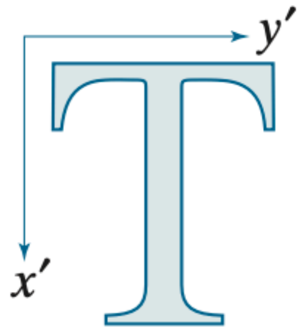
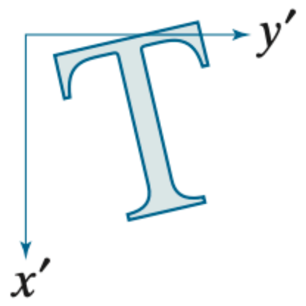
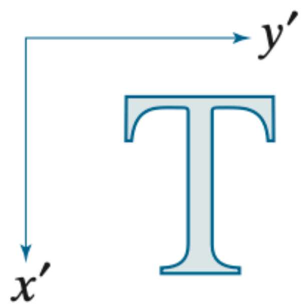
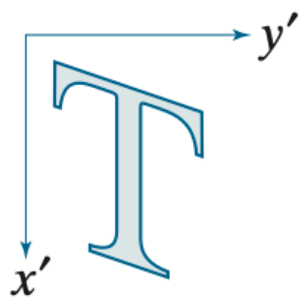
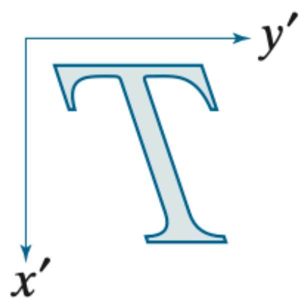
Transformaciones afines

Una característica de las transformaciones afines, y de su representación como matrices, es que se pueden realizar múltiples transformaciones en una sola operación.

Esto se obtiene a partir de la multiplicación previa de las matrices de transformación.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Transformaciones afines

Transformation Name	Affine Matrix, A	Coordinate Equations	Example
Identity	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = x$ $y' = y$	
Scaling/Reflection (For reflection, set one scaling factor to –1 and the other to 0)	$\begin{bmatrix} c_x & 0 & 0 \\ 0 & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = c_x x$ $y' = c_y y$	
Rotation (about the origin)	$\begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = x\cos\theta - y\sin\theta$ $y' = x\sin\theta + y\cos\theta$	
Translation	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = x + t_x$ $y' = y + t_y$	
Shear (vertical)	$\begin{bmatrix} 1 & s_v & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = x + s_v y$ $y' = y$	
Shear (horizontal)	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ s_h & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x' = x$ $y' = s_h x + y$	

Transformaciones afines

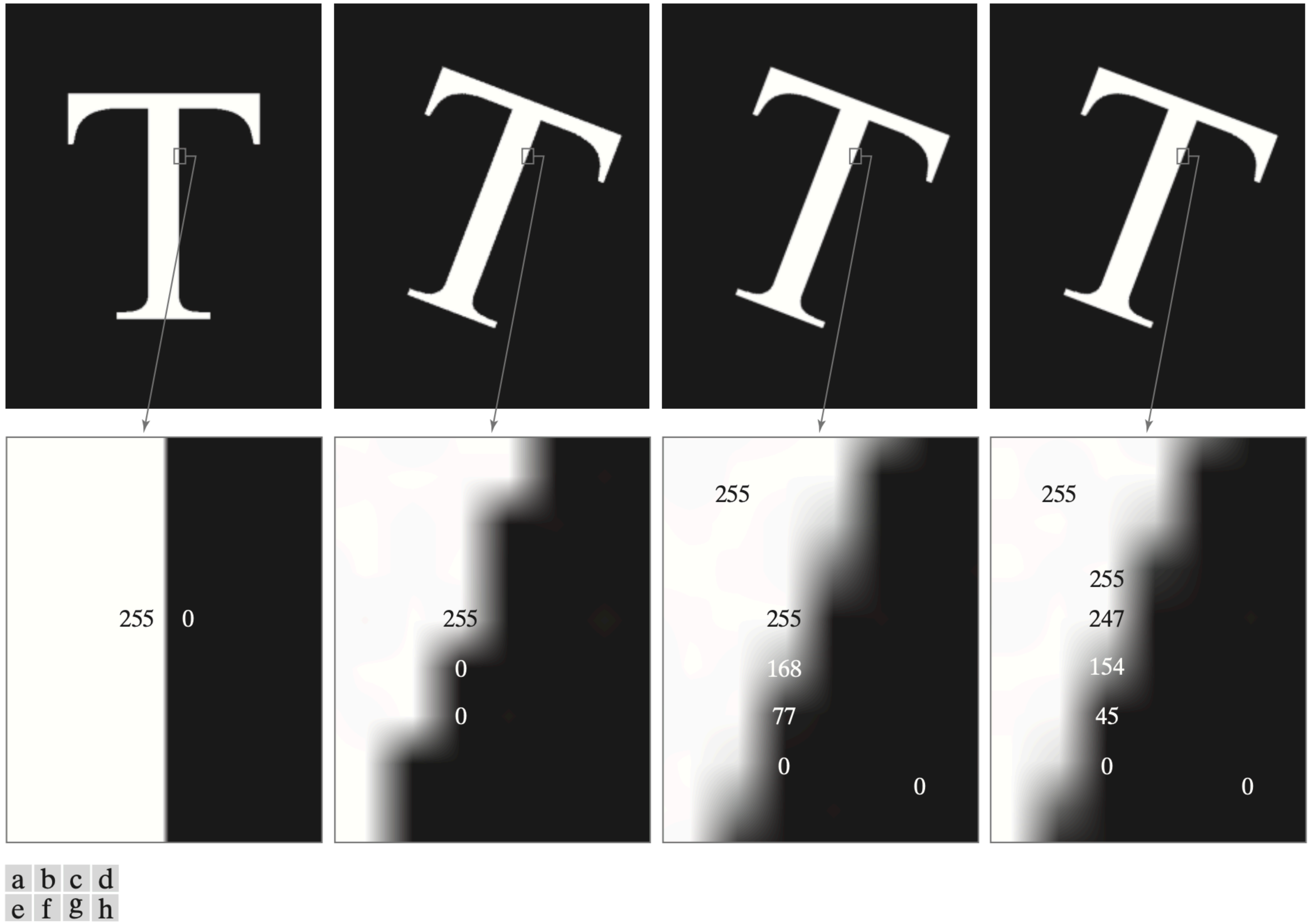
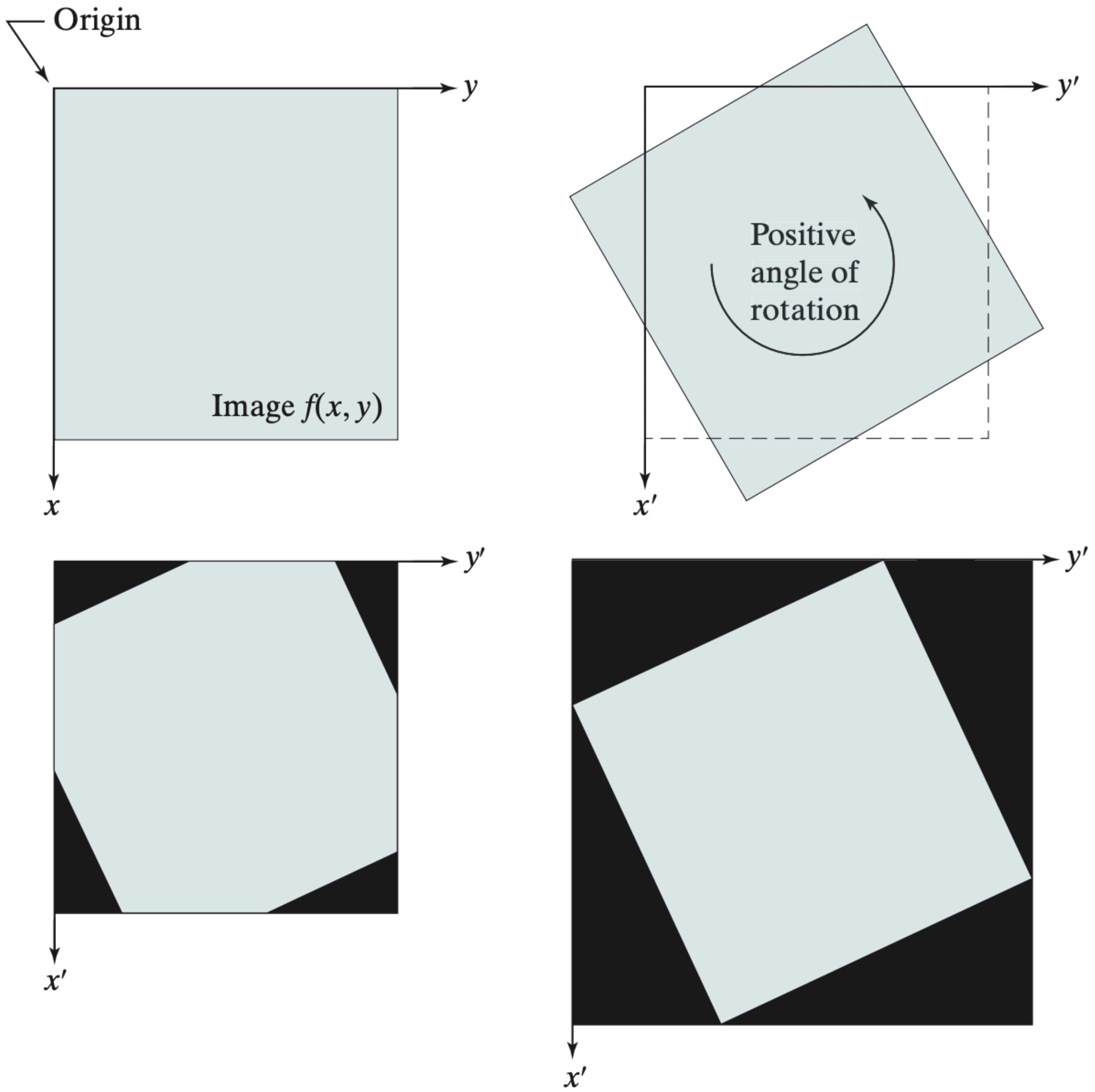
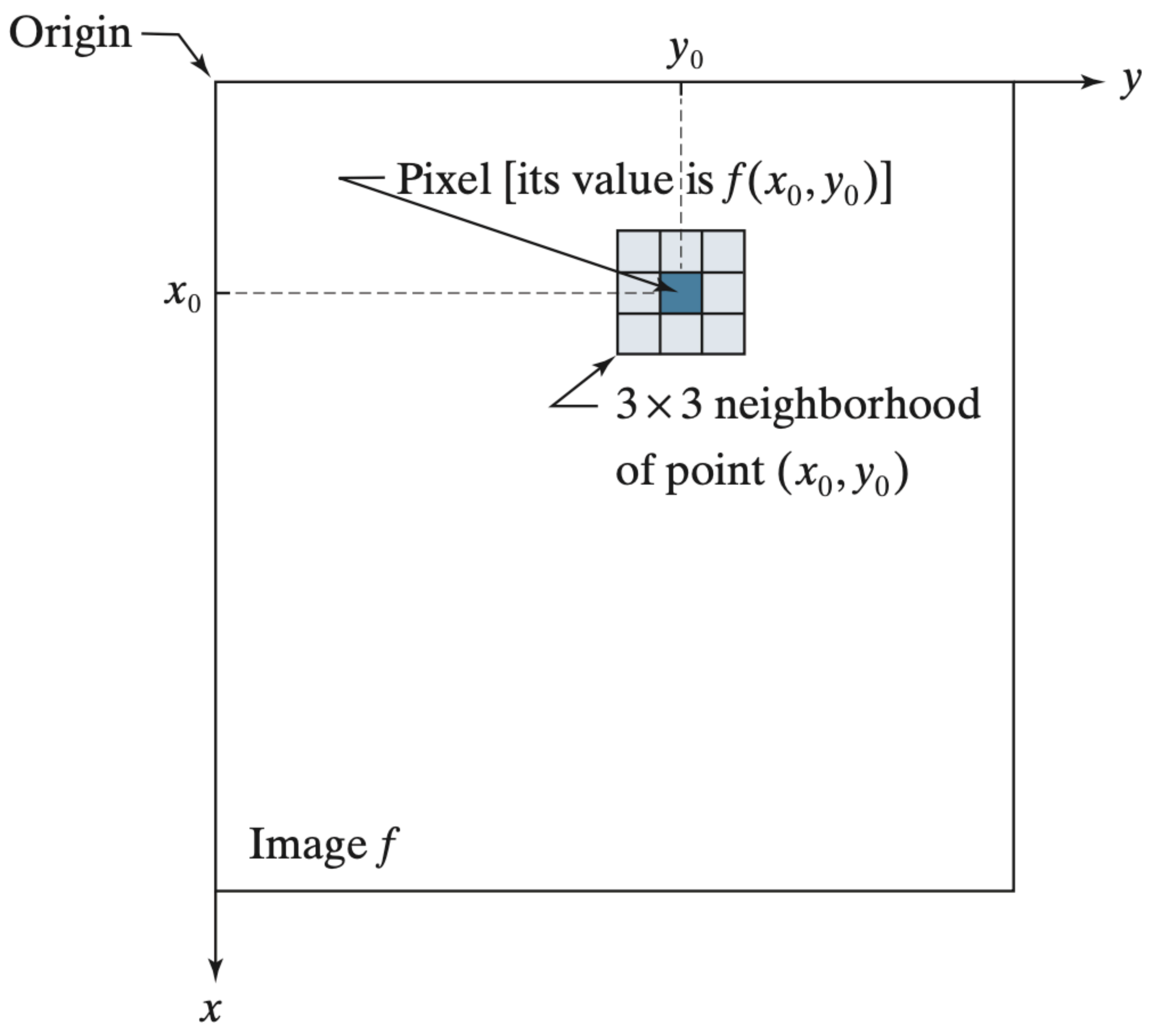


FIGURE 2.40 (a) A 541 × 421 image of the letter T. (b) Image rotated −21° using nearest-neighbor interpolation for intensity assignments. (c) Image rotated −21° using bilinear interpolation. (d) Image rotated −21° using bicubic interpolation. (e)-(h) Zoomed sections (each square is one pixel, and the numbers shown are intensity values).



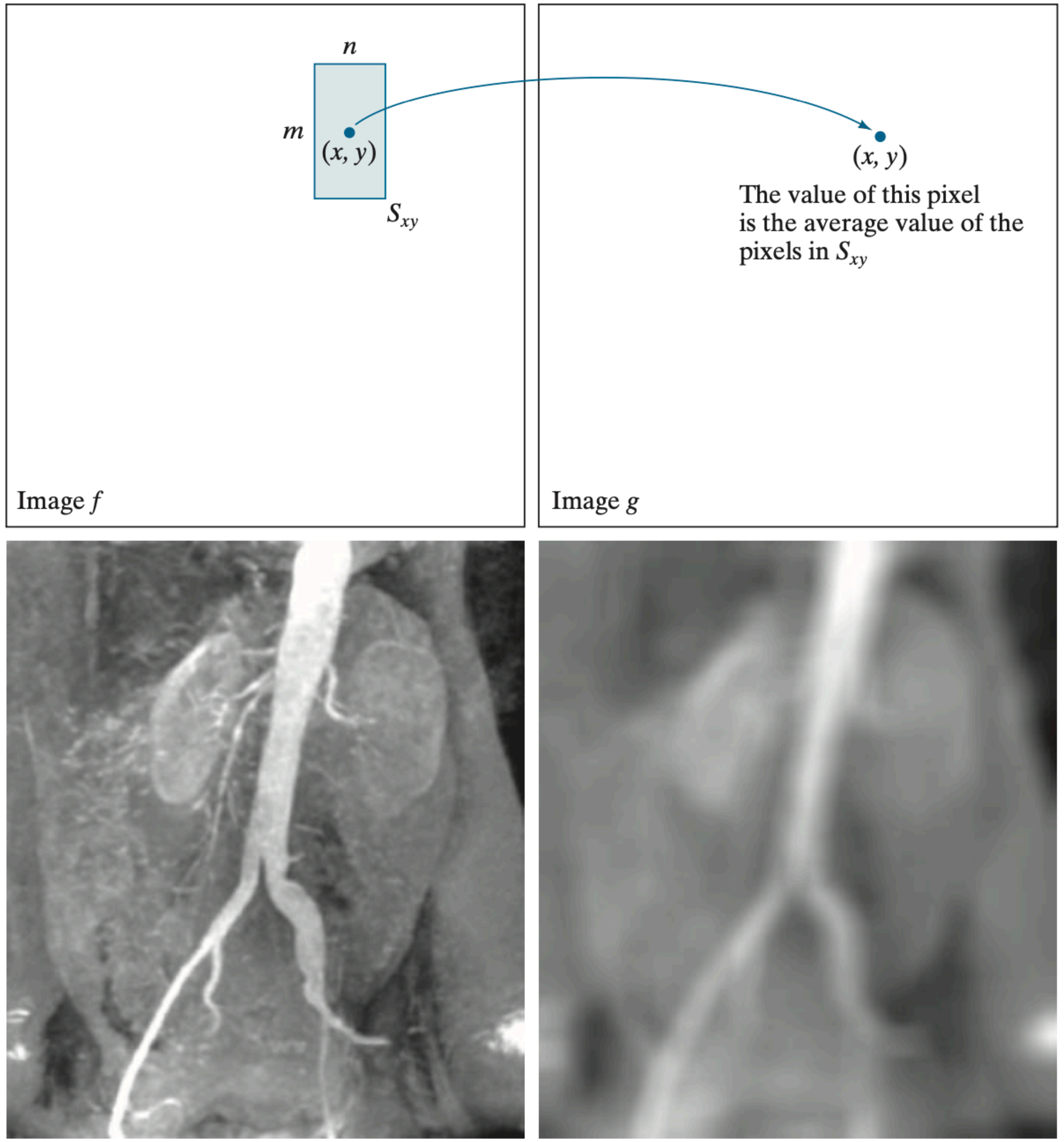
Operaciones locales

Al aplicar una operación local sobre el píxel p con coordenadas (x_0, y_0), el nuevo valor de intensidad es el resultado de aplicar una operación sobre la región S_{xy} que incluye a p y sus vecinos.



Operaciones locales

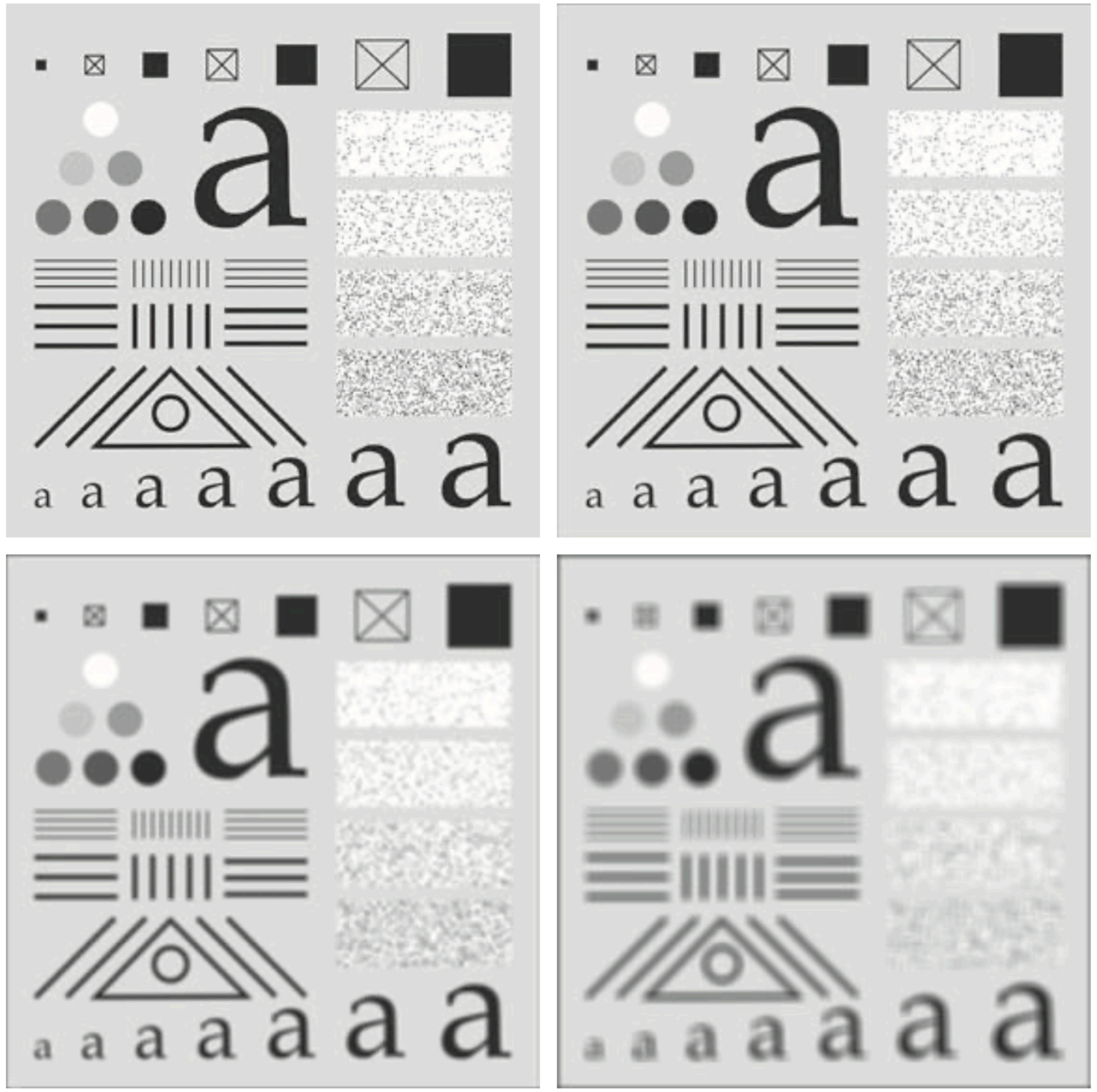
Un ejemplo con la operación de promedio sobre una región de 41×41 píxeles. Resultado: imagen borrosa (blur) con menos detalles.



Introducción al filtrado espacial

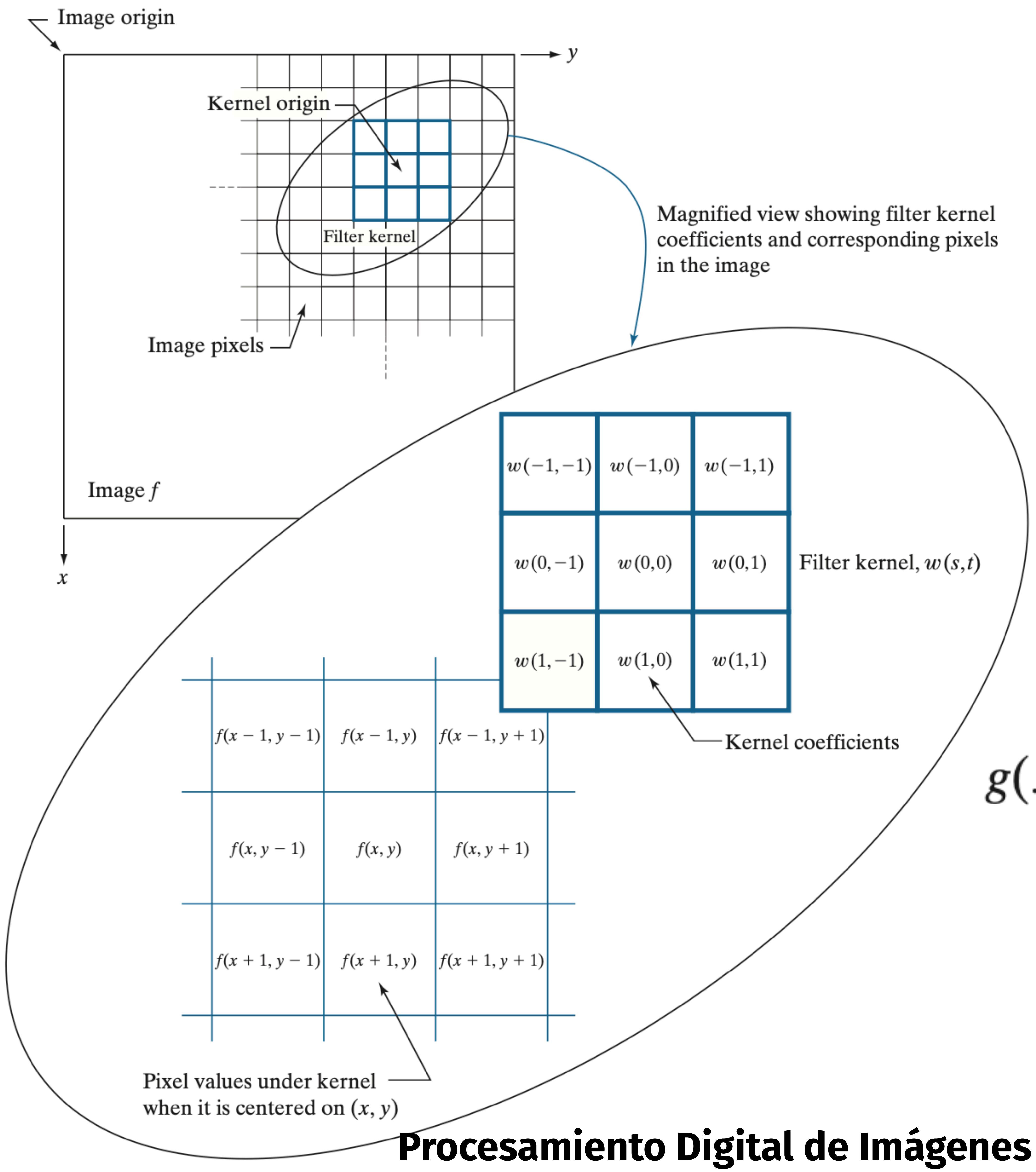
El término *filtro* viene del procesamiento de señales en frecuencia, donde “filtrar” una señal se refiere a dejar pasar, modificar o rechazar determinado componente de frecuencia.

En el filtrado espacial se modifica una imagen al reemplazar el valor de intensidad de cada píxel en función de los valores del píxel y sus vecinos.



Ejemplo de un filtro pasabajas usando regiones de diferentes tamaños.

Introducción al filtrado espacial



Un filtro espacial lineal realiza una operación de suma de productos entre una imagen f y un *filtro*, o *kernel*, w.

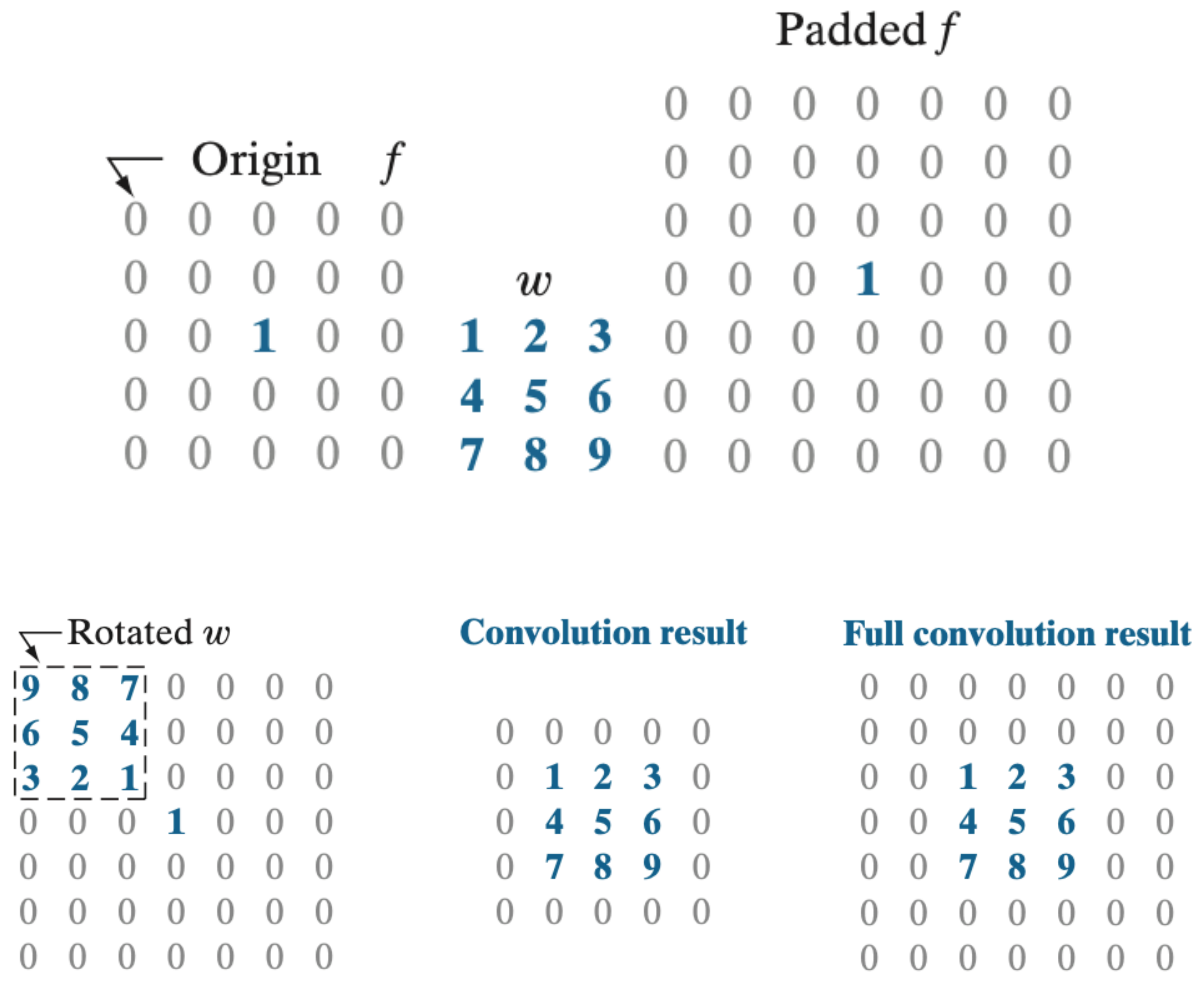
Usualmente, los *filtros* o *kernels* son matrices cuadradas con un número impar de filas y columnas, y mucho menor a las dimensiones de la imagen.

$$g(x,y) = w(-1,-1)f(x-1,y-1) + w(-1,0)f(x-1,y) + \ldots$$
$$+ w(0,0)f(x,y) + \ldots + w(1,1)f(x+1,y+1)$$

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} w(s,t)f(x+s,y+t)$$

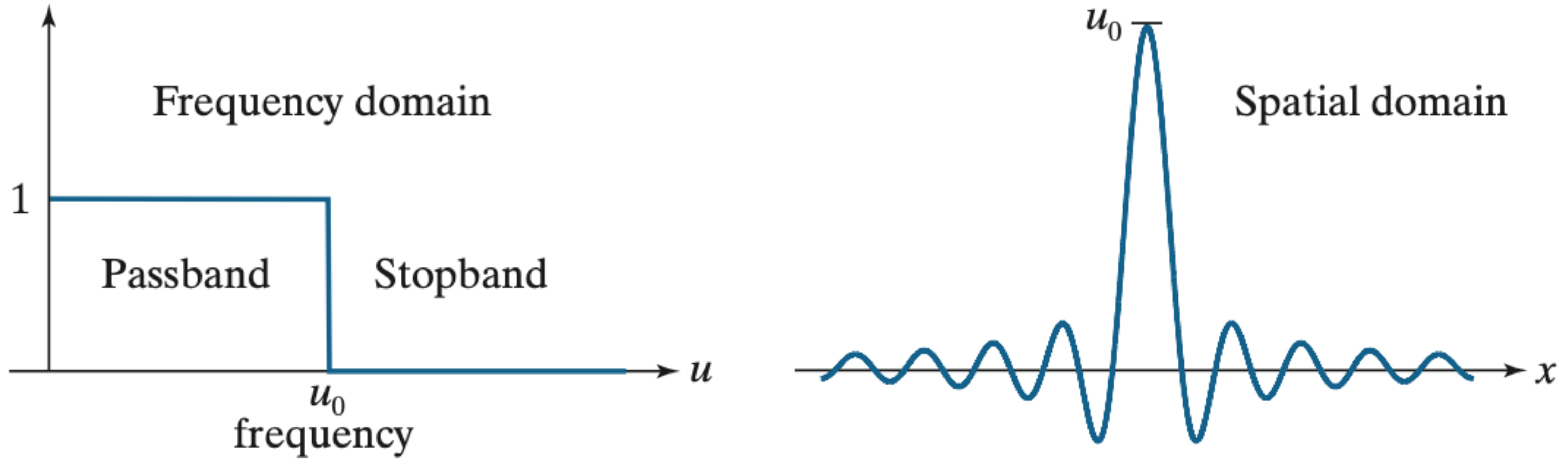
Introducción al filtrado espacial

La operación de *convolución* se refiere a desplazar el *kernel* por todos los píxeles de la imagen calculando la suma de productos. Dada la naturaleza de la operación, la imagen resultante es de una menor dimensión que la original, para evitar esto usualmente se aplica *padding* alrededor de la imagen antes de realizar la operación.



Introducción al filtrado espacial

Vale la pena hacer la relación entre el dominio de la frecuencia y el dominio espacial, la multiplicación en frecuencia se convierte una *convolución* en el espacio, por lo que podemos obtener el mismo resultado en cualquiera de los dos dominios.



Función de transferencia de un filtro pasabajas y su representación en el dominio espacial Transformada y transformada inversa de Fourier

Introducción al filtrado espacial

El filtro de promedio o suavizado (*smoothing*) se usa para reducir transiciones bruscas de intensidad en la imagen. Algunas de las aplicaciones son:

- Reducción de ruido aleatorio
- Reducción de *aliasing*
- Eliminación de detalles “irrelevantes”
- Suavizado de falsos contornos (número de bits insuficiente)

$$\frac{1}{9} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

***Box kernel* para suavizado de imágenes**

Referencias

- Digital Image Processing 4th ed. - R. Gonzalez, R. Woods