

### 3.1. Convolución

El procesamiento de área de imagen utiliza como entrada el píxel en la coordenada  $(x, y)$  y los píxeles que están a su alrededor, es decir, un conjunto de píxeles de vecindad, para generar por algún cálculo, el valor del nuevo píxel. Dicho proceso de cálculo se denomina proceso de convolución.

## Proceso de convolución

La convolución discreta es un proceso ampliamente utilizado para procesar imagen, ya sea para alisarla, realzar los contornos o detectarlos y algunos efectos más. El cálculo de la convolución, no es más que la sumatoria de los píxeles vecinos alrededor del píxel con coordenada  $(x, y)$  llamada ventana de convolución, ponderado por la multiplicación de un conjunto de pesos para obtener el nuevo valor del píxel en la misma coordenada. El conjunto de pesos para la ponderación se conoce como mascara de convolución o kernel de convolución; el proceso se presenta en la figura 3.1.

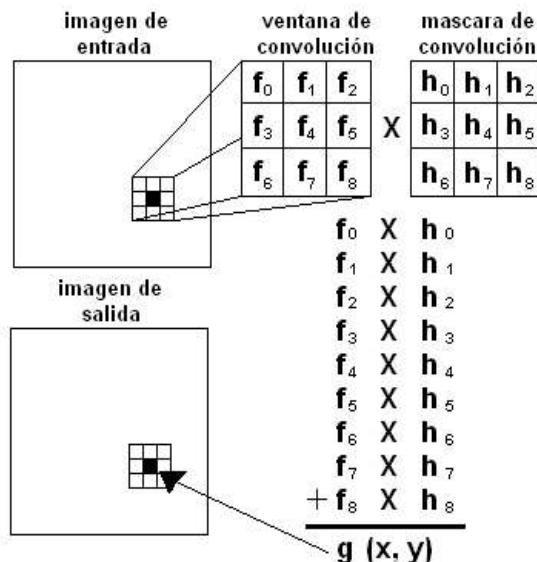
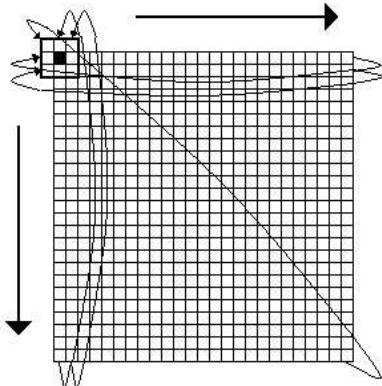


Figura 3.1 Proceso de convolución de una ventana de la imagen y una máscara.

La máscara de convolución tiene que hacer un recorrido por toda la imagen comenzando en la esquina superior izquierda, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo en la imagen que se desea convolucionar con la máscara, el proceso se puede ver en la figura 3.2. De la figura 3.2, se puede observar que el píxel del centro de la máscara, es el que concuerda con el píxel en la coordenada  $(x, y)$ , por lo que, en algunos lugares, la máscara sale de los límites de la imagen, por ello, se considera que la imagen se repite periódicamente, para tomar los píxeles faltantes según corresponda.



**Figura 3.2 Recorrido de la máscara de convolución sobre la imagen**

De las máscaras de convolución se puede decir que su tamaño de área debe ser un número impar, como se ve en las figuras anteriores, la máscara es de tamaño de 3 por 3 píxeles (ancho y alto de la máscara respectivamente); los tamaños más adecuados son de 3 por 3, 5 por 5, 7 por 7, 9 por 9 y 11 por 11 píxeles, se debe tomar en cuenta que a mayor tamaño de área de la máscara de convolución, mayores son las operaciones realizadas (sumas y multiplicaciones), y mayor es el tiempo de cálculo para recorrer toda la imagen en el proceso de convolución. Por ejemplo, para una imagen de 256 píxeles de alto por 256 píxeles de ancho convolucionada con una máscara de 3 por 3 píxeles es de 589524 multiplicaciones e igual número de sumas, luego entonces este número se incrementa al aumentar el tamaño de la máscara de convolución. La ecuación para calcular la convolución discreta de una imagen es

$$g(x, y) = \sum_{i=-O/2}^{i=O/2} \sum_{j=-P/2}^{j=P/2} f(i, j) \cdot h(x - i, y - j) \quad (3.1)$$

en donde  $O$  y  $P$  son la altura y el ancho de la máscara de convolución, en forma matricial la ecuación anterior queda como

$$g = f * h \quad (3.2)$$

donde el símbolo  $*$  (asterisco) denota el proceso de convolución.

### Realizando en proceso de convolución.

Se mencionó que el proceso de convolución puede ser aplicado de muchas formas, varios de ellos son mencionados a continuación y presentados con una imagen real.

1. Desenfocado, nublado o alisado (Blurring).
2. Definición (Sharpening).
3. Detección de contornos (Edge detection).
  - Operador de homogeneidad.
  - Operador de diferencia.
  - Derivada de primer orden.
  - Operadores de gradiente en compás.
  - Derivada de segundo orden.

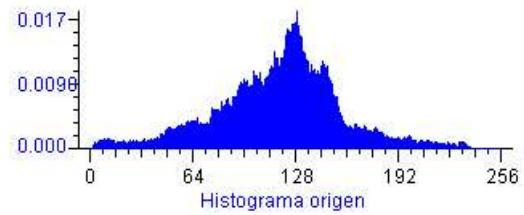
### Desenfocado, nublado o alisado de imagen.

Este proceso se lleva a cabo utilizando filtrado espacial pasa bajas, el cuál remueve los detalles finos de la imagen. Este procedimiento se utiliza mucho en cámaras fotográficas y

de video filmación para sacar de foco a la imagen o des enfatizar el fondo de un objeto dado. En la figura 3.3 se pueden ver los resultados de aplicar un filtro pasa bajas utilizando convolución, mientras más fuerte es el filtro, más detalles en cuestión de contornos se pierden en la imagen.



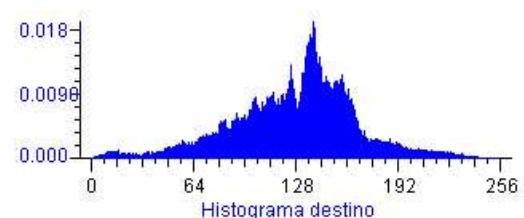
(a)



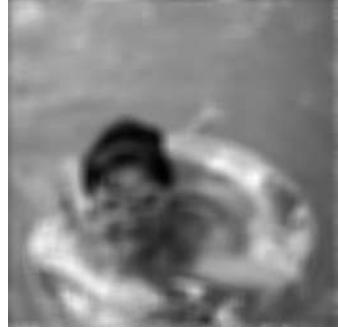
(b)



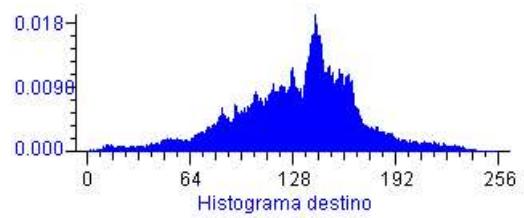
(c)



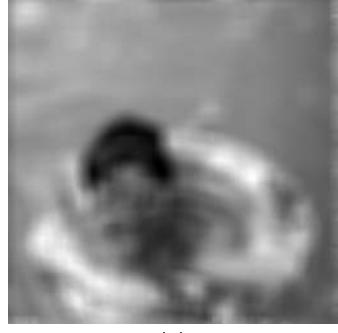
(d)



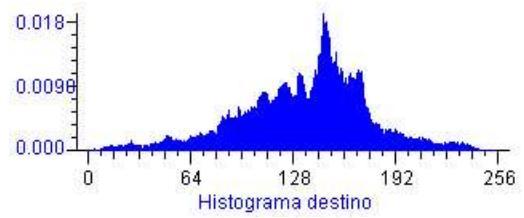
(e)



(f)



(g)

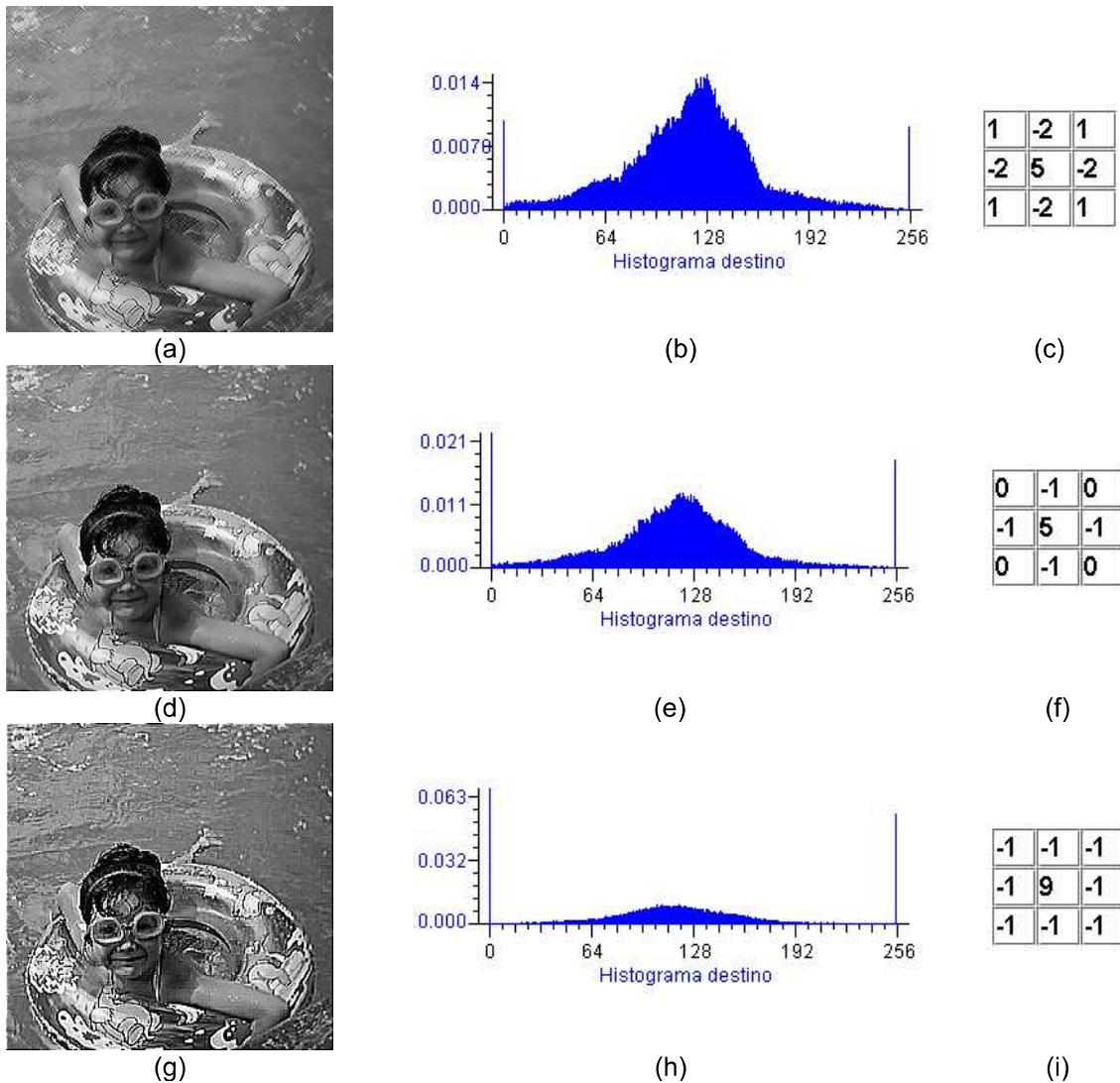


(h)

**Figura 3.3** Imagen convolucionada con filtro pasa bajas a) original, b) su histograma, c) con mascara de 7x7, d) su histograma, e) con mascara de 11x11, f) su histograma, g) con mascara de 15x15 y h) su histograma.

### Definición (Sharpening).

La definición tiene el efecto opuesto a la aberración o desenfocado, se refiere como encrespamiento, se enfatizan los detalles de la imagen. Este proceso incrementa el contraste de la imagen, se pueden ver en la figura 3.4 los resultados.



**Figura 3.4** Definición de imagen, a) suave, b) su histograma, c) la máscara, d) media, e) su histograma, f) la máscara, g) fuerte, h) su histograma y i) la máscara.