

# Reporte práctica N.5, “Filtrado Espacial”

Flores Avalos Rodrigo Emmanuel

**Abstract—** El filtrado espacial, mediante la aplicación de operaciones de convolución, ofrece una herramienta efectiva para ajustar la contribución de diversas frecuencias en una imagen. En este proceso, se emplea la información de los vecinos de cada píxel, utilizando una ventana de tamaño y forma definidos que se desplaza a lo largo de la imagen. La convolución implica calcular la suma ponderada de los valores de píxeles dentro de esta ventana, donde los pesos son determinados por un filtro específico asignado a cada píxel. Este filtro, también conocido como kernel de convolución o máscara, permite la modificación selectiva de la información de la imagen para lograr efectos deseados..

**Objetivo—** Que el alumno aplique las técnicas de filtrado espacial para acentuar o disminuir ciertas características de las imágenes digitales.

## I. INTRODUCCIÓN

**E**L filtrado espacial, más que una técnica, es un maestro versátil en el vasto dominio del procesamiento de imágenes. Su destreza no solo radica en la alteración de frecuencias específicas, sino que también se erige como un pilar fundamental en aplicaciones avanzadas, como la super resolución y el machine learning.

En el reino de la super resolución, el filtrado espacial se convierte en un alquimista digital, permitiendo la ampliación de detalles imperceptibles. Al aprovechar su capacidad para ajustar selectivamente la información visual, se despliega como una herramienta esencial para elevar la resolución de imágenes, revelando matices y texturas previamente ocultos.

En el campo del machine learning, el filtrado espacial emerge como un colaborador indispensable. Su habilidad para procesar información contextual a través de la convolución es un ingrediente crucial en la arquitectura de muchas redes neuronales. La ventana en constante movimiento se convierte en la lente con la que las máquinas absorben patrones complejos, y el filtro, el guía que modela la percepción de la inteligencia artificial.

Así, el filtrado espacial no solo es el artista que transforma imágenes, sino también el aliado estratégico que impulsa aplicaciones tecnológicas avanzadas, demostrando su versatilidad en la convergencia de arte y ciencia.

## II. DESARROLLO

### A. Filtro promedio

Dentro del intrigante mundo del filtrado espacial, el filtro promedio emerge como un instrumento de suavizado que despliega una elegante simplicidad. Este filtro, también conocido como filtro de media o promediador, busca crear una especie de "efecto de difuminado" al ponderar uniformemente los valores de los píxeles en una ventana determinada

Este filtro encuentra su utilidad en diversas aplicaciones. En la reducción de ruido, por ejemplo, el filtro promedio actúa como un filtro suavizante que puede eliminar pequeñas fluctuaciones de intensidad, generando imágenes más limpias y consistentes. Además, en el ámbito del preprocesamiento de imágenes para análisis, el filtro promedio puede ser empleado para simplificar detalles innecesarios, permitiendo un enfoque más claro en las características esenciales.

Sin embargo, su simplicidad también puede ser su limitación, ya que puede perder detalles importantes, especialmente en imágenes con patrones finos o bordes definidos. En la paleta de herramientas del filtrado espacial, el filtro promedio destaca como un aliado confiable para suavizar y refinar, demostrando que a veces, en la sencillez y uniformidad, reside la elegancia digital.

Para una imagen que utiliza una paleta de 256 niveles de grises, podemos lograr una mejora significativa en el contraste mediante la aplicación de la siguiente función de transformación:

### B. Filtro Gaussiano

Este filtro busca difuminar la imagen con una ponderación que sigue la curva característica de la campana gaussiana. El resultado es una especie de difuminado más suave y natural. Los detalles finos se ven preservados en mayor medida en comparación con el filtro promedio, ya que la ponderación gradual permite una transición más gradual entre los píxeles. El filtro gaussiano, por lo tanto, se convierte en una herramienta valiosa para el suavizado sin perder demasiados detalles.

Este filtro encuentra aplicaciones en una variedad de campos, desde la eliminación de ruido en imágenes hasta la preparación de imágenes para análisis de bordes. Además, es utilizado en algoritmos de detección de características, donde la suavidad controlada puede resaltar mejor ciertos patrones.

\* Instituto Politécnico Nacional IPN, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME Culhuacán, Maestría en ciencias de Ingeniería en Microelectrónica, Procesamiento de Imágenes, Prácticas de Laboratorio, 2016. (e-mail: rfloresa1900@alumno.ipn.mx).

Sin embargo, como cualquier herramienta, el filtro gaussiano no es la solución perfecta para todos los casos. En imágenes con detalles muy finos o bordes abruptos, aún puede introducir cierto grado de difuminado no deseado. Aun así, en el concierto del filtrado espacial, el filtro gaussiano despliega su armoniosa influencia, aportando un toque de suavidad calculada a la paleta digital.

### *C. Emborronamiento*

En el mundo del filtrado espacial, el emborronamiento de regiones en una imagen emerge como una estrategia hábil y ética para proteger la privacidad y confidencialidad de datos sensibles. Este enfoque, también conocido como desenfoque selectivo o difuminado de regiones, se utiliza para ocultar información específica dentro de una imagen, preservando la integridad visual mientras se resguarda la privacidad.

La idea fundamental es aplicar un filtro de desenfoque o suavizado solo a las áreas de interés que contienen datos sensibles, como caras, números de identificación u otros detalles identificativos. Esto se logra mediante la aplicación de técnicas de máscaras o selección de regiones de interés antes de aplicar el filtro de desenfoque.

Este proceso no solo protege la privacidad de individuos o datos confidenciales en una imagen, sino que también mantiene la apariencia general de la escena o contexto. La aplicación selectiva del desenfoque permite que la información no sensible permanezca visible y comprensible, preservando la utilidad y el propósito de la imagen.

El emborronamiento de regiones encuentra aplicaciones en diversos campos, desde la difusión de imágenes en informes gubernamentales hasta la protección de datos en la investigación científica. En situaciones donde la divulgación de ciertos detalles podría comprometer la privacidad o la seguridad, esta técnica se convierte en una herramienta valiosa para equilibrar la transparencia y la protección de datos.

Sin embargo, es importante destacar que la efectividad del emborronamiento de regiones depende de la precisión en la identificación y selección de las áreas sensibles. Una aplicación cuidadosa y precisa es esencial para evitar revelar accidentalmente información confidencial.

### *D. Mejoramiento de la Nitidez con Máscara Unsharp*

Dentro del fascinante reino del filtrado espacial, el Mejoramiento de la Nitidez, también conocido como máscara "unsharp", se presenta como un maestro en la exaltación de los detalles y la claridad en las imágenes. A diferencia de otros filtros que buscan suavizar, este filtro tiene la ambiciosa tarea de resaltar y definir los bordes, creando una sensación de agudeza visual.

El proceso comienza con la creación de una versión desenfocada de la imagen original, a menudo mediante la aplicación de un filtro gaussiano. Luego, esta versión

desenfocada se resta de la imagen original, generando lo que se conoce como la máscara "unsharp". La lógica detrás de este enfoque radica en que la máscara resultante resalta las transiciones de intensidad, destacando los bordes y detalles.

Esta máscara se utiliza entonces para modificar la imagen original, incrementando la intensidad de los píxeles en áreas donde la transición es pronunciada. Este proceso de realce acentúa los detalles finos y crea una apariencia de nitidez mejorada, dando a la imagen una sensación de claridad y definición.

El Mejoramiento de la Nitidez es valioso en diversas aplicaciones, desde la fotografía digital hasta la mejora de imágenes médicas. En fotografía, se utiliza comúnmente para realzar detalles sutiles y hacer que los bordes destaquen, mejorando la calidad visual de la imagen. En el ámbito médico, puede ser empleado para mejorar la visualización de estructuras anatómicas en imágenes radiológicas.

### *E. Aclaramiento de imágenes usando el operador Laplaciano*

El operador Laplaciano se basa en la segunda derivada de la imagen, buscando realzar las regiones donde hay cambios abruptos en la intensidad.

Este operador funciona convolucionando la imagen con un kernel Laplaciano, que captura las discontinuidades en la intensidad de la imagen. El resultado revela las áreas donde la intensidad cambia rápidamente, lo que suele corresponder a bordes y detalles finos. Este enfoque tiene un efecto de realce que puede aclarar la imagen al resaltar estos cambios.

Sin embargo, el operador Laplaciano también tiene el potencial de resaltar el ruido presente en la imagen, ya que amplifica las variaciones de intensidad, incluyendo aquellas indeseadas. Por esta razón, es común suavizar la imagen antes de aplicar el operador Laplaciano para minimizar el impacto del ruido.

El Aclaramiento de imágenes con el operador Laplaciano se utiliza en una variedad de campos, desde la mejora de fotografías hasta el procesamiento de imágenes médicas. En fotografía, puede ayudar a realzar los bordes y detalles, proporcionando una apariencia más definida y visualmente atractiva. En medicina, puede ser empleado para destacar estructuras anatómicas en imágenes radiológicas, mejorando la capacidad de diagnóstico.

Este enfoque es una herramienta valiosa en el arsenal del procesamiento de imágenes, aunque su aplicación requiere consideración cuidadosa para evitar resultados indeseados. En manos expertas, el Aclaramiento de imágenes con el operador Laplaciano se convierte en una técnica eficaz para resaltar lo esencial y llevar la claridad a nuevos niveles en el emocionante escenario del filtrado espacial.

### F. Aplicación del gradiente para aclaración de imágenes

Dentro de las técnicas avanzadas de filtrado espacial, la aplicación del gradiente para la aclaración de imágenes es una estrategia hábil que busca resaltar los bordes y detalles fundamentales. Para llevar a cabo esta tarea, se emplean diversos operadores de gradiente, como el gradiente normal, el operador Robert y el operador Sobel, cada uno aportando su singularidad al proceso de aclarado.

El gradiente normal, en su forma más básica, se basa en el cálculo de las derivadas parciales de la imagen con respecto a las coordenadas espaciales  $x$  e  $y$ . La magnitud de este gradiente revela las regiones donde la intensidad de la imagen cambia rápidamente, identificando así los bordes. Este enfoque proporciona una visión general del cambio de intensidad en la imagen.

Por otro lado, el operador Robert es un filtro simple pero efectivo que se centra en la detección de bordes mediante la aplicación de pequeños kernels. Estos kernels, al ser convolucionados con la imagen, realzan las transiciones abruptas de intensidad, revelando con nitidez los bordes. Su simplicidad lo hace eficiente en términos computacionales.

El operador Sobel, más complejo, utiliza kernels más grandes y tiene en cuenta la orientación del gradiente. Esto le permite destacar no solo los bordes, sino también la dirección en la que ocurren. Esta capacidad adicional de discernir la orientación del cambio de intensidad agrega información valiosa al proceso de aclarado.

La aplicación de estos operadores de gradiente para la aclaración de imágenes es especialmente útil en la mejora de detalles visuales, ya que resaltan los bordes y transiciones importantes. Este enfoque encuentra aplicaciones en campos como el procesamiento de imágenes médicas, donde la claridad de las estructuras anatómicas es crucial, o en fotografía digital para resaltar contornos y texturas.

Es importante tener en cuenta que, al igual que con otras técnicas de filtrado, el uso de operadores de gradiente debe ser equilibrado para evitar el riesgo de resaltar demasiado el ruido presente en la imagen. Con un enfoque cuidadoso y adaptado a las características específicas de la imagen, la aplicación del gradiente para aclarar imágenes ofrece una herramienta potente en la paleta de técnicas de procesamiento de imágenes..

### G. Filtrado no lineal (Filtro de mediana)

Dentro de la rica paleta de técnicas de filtrado espacial, el filtrado no lineal con el filtro de mediana se destaca como una herramienta poderosa y efectiva, especialmente cuando se trata de preservar detalles finos y reducir el impacto del ruido en una imagen.

A diferencia de los filtros lineales, como el filtro promedio que pondera uniformemente los píxeles en una ventana, el

filtro de mediana opera de manera no lineal. En lugar de calcular una media aritmética, este filtro selecciona el valor mediano de los píxeles dentro de la ventana.

Imagina una ventana deslizándose a lo largo de la imagen. En cada posición, en lugar de promediar los valores de los píxeles, el filtro de mediana organiza los valores en orden ascendente y selecciona el valor que se encuentra en la posición central. Este enfoque tiene la ventaja de ser robusto ante valores extremos o píxeles atípicos, ya que el valor mediano no se ve afectado por valores que se desvían significativamente de la norma.

El filtrado no lineal con el filtro de mediana es particularmente eficaz en la reducción de ruido impulsivo o "sal y pimienta". Este tipo de ruido introduce píxeles extremadamente brillantes u oscuros en la imagen, y el filtro de mediana es capaz de eliminar estos valores atípicos sin afectar significativamente los detalles estructurales de la imagen.

Además de la reducción de ruido, el filtro de mediana se utiliza comúnmente en aplicaciones donde la preservación de bordes y detalles es crucial, como en la mejora de imágenes médicas o en la restauración de fotografías antiguas. Su capacidad para mantener la claridad de los detalles, mientras suaviza el ruido, lo convierte en una herramienta valiosa en el kit de procesamiento de imágenes.

## III. RESULTADOS

### A. Filtro promedio



Fig. 1. Reducción de un ruido Gaussiano mediante la convolución con el filtro promedio.

## B. Filtro Gaussiano



Fig. 2. Exposición de imágenes a convoluciones específicas con coeficientes binomiales de orden 0.

## C. Emborronamiento de imágenes

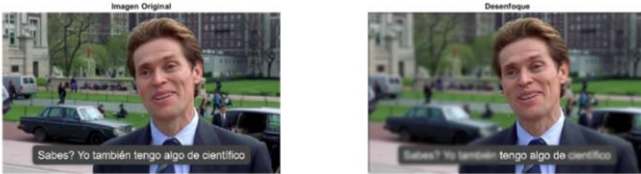


Fig. 3. Emborronamiento del fondo de una imagen.

## D. Mejoramiento de la nitidez (Unsharp)



Fig. 4. Mejoramiento de la nitidez mediante máscaras Unsharp.

## E. Aclaramiento de imágenes usando el operador laplaciano

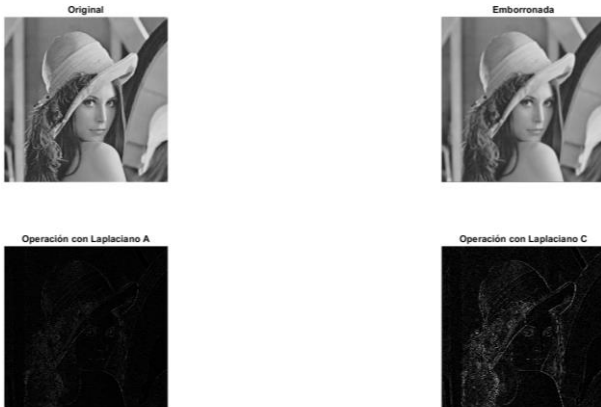


Fig. 5. Obtención de los coeficientes laplacianos de una imagen.



Fig. 6. Aclaración de una imagen mediante el cambio en el coeficiente y en su intensidad.

## F. Aplicación del gradiente para corregir imágenes

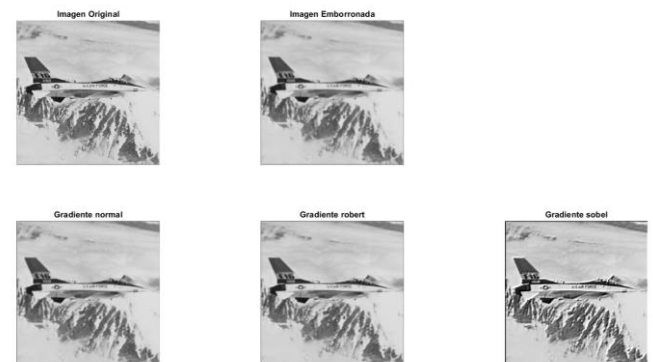


Fig. 7. Se aprecia una corrección de nitidez basándose en el gradiente normal, el gradiente Robert y el gradiente sobel.

## G. Filtrado no lineal

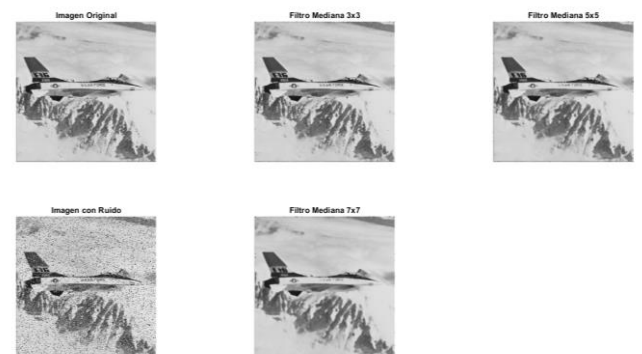


Fig. 8. Se aprecia un cambio en la información de la imagen para denegar el ruido en una imagen mediante e cambio del tamaño en el kernel

## IV. CONCLUSIONES

En el fascinante universo del filtrado espacial, diversas técnicas y operadores han sido explorados para transformar imágenes de maneras impactantes y artísticas. Desde el

suavizado hasta el realce de detalles, cada herramienta despliega su propia magia en el lienzo digital.

Los filtros promedio y gaussiano, con sus enfoques de suavizado, actúan como pinceles digitales que difuminan y suavizan, brindando a las imágenes un toque de elegancia y uniformidad. Por otro lado, el filtro de mediana, como un orfebre digital, se destaca en la reducción de ruido, preservando detalles finos y rescatando la claridad visual.

En el escenario del realce, el Mejoramiento de la Nitidez con la máscara "unsharp" se presenta como un virtuoso que aporta una agudeza visual única a las imágenes. Su capacidad para resaltar bordes y detalles lo convierte en una herramienta imprescindible para quienes buscan llevar la calidad visual al siguiente nivel.

El Aclaramiento de imágenes con el operador Laplaciano se revela como un director de orquesta que, mediante la detección de cambios abruptos de intensidad, da vida a bordes y detalles esenciales. Su aplicación precisa aporta claridad y definición sin igual.

El uso del gradiente, con el gradiente normal, el operador Robert y el operador Sobel, despliega una sinfonía de realce de bordes, cada uno aportando su melodía única a la imagen. Esta técnica encuentra su lugar en la mejora de detalles, desde la fotografía digital hasta la medicina.

En conclusión, el filtrado espacial es un lienzo digital lleno de posibilidades artísticas y prácticas. Desde la suavidad hasta la nitidez, desde el realce hasta la reducción de ruido, cada técnica y operador contribuye a la riqueza visual de las imágenes. La clave radica en elegir sabiamente, adaptando estas herramientas a las características específicas de cada imagen, y en manos expertas, logran desplegar su máximo potencial, transformando imágenes ordinarias en obras maestras digitales..

#### REFERENCIAS

- [1] G. C. Rafael, W. E. Richard "Digital Image Processing", 3rd ed. vol. 1, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008, pp. 7–36.