

Reporte práctica N.7, “Reconstrucción de imágenes”

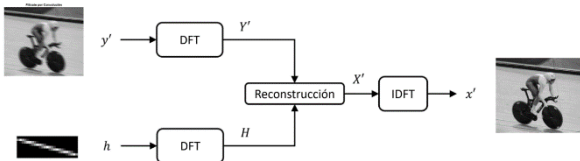
Flores Avalos Rodrigo Emmanuel

Abstract— A lo largo del estudio, se explorarán diversas metodologías y herramientas especializadas para restaurar la calidad de las imágenes afectadas, abordando de manera específica los desafíos asociados con los diferentes tipos de filtrado. Exploraremos cómo estas técnicas permiten restaurar la calidad visual de las imágenes afectadas, destacando la importancia de comprender los fundamentos detrás de los procesos de filtrado y cómo afectan la información visual. Además, se discutirán diferentes métodos y enfoques utilizados en la reconstrucción de imágenes, proporcionando las herramientas necesarias para abordar este desafío.

Objetivo— Que el alumno aplique las técnicas de reconstrucción de imagen para revertir degradaciones causadas por procesos de filtrado.

I. INTRODUCCIÓN

Algunas técnicas de filtrado vistas en temas anteriores se aplican para el mejoramiento de imágenes. Sin embargo, existen procesos de filtrado que no son deseables y son provocados por situaciones tales como ambientes no controlados, sensores no calibrados, movimientos de los objetos, entre otros. Por tal motivo, las técnicas de reconstrucción utilizan la imagen distorsionada para obtener una imagen reconstruida lo más similar posible a la escena original. Muchas de las técnicas de reconstrucción procesan las imágenes en el dominio de Fourier como se muestra en la siguiente figura.



En las técnicas de la presente práctica se considera que se tiene disponible la imagen distorsionada y' y el filtro h con la que se generó. Ambos se transforman a su dominio frecuencial Y' y H , respectivamente, para poder calcular la transformada de Fourier X' de la imagen reconstruida x' . Las dos técnicas expuestas en la presente práctica se describen con las siguientes ecuaciones:

$$X' = \frac{Y'}{H_{cut}} \mid H_{cut}(u, v) \begin{cases} |H(u, v)|, & |H(u, v)| > n \\ n, & |H(u, v)| \leq n \end{cases} \quad (1)$$

Ecuación 1: Filtro Inverso para una imagen usando un redondeo en los valores de la máscara de filtrado H

$$X' = Y' \cdot W \mid W(u, v) = \frac{1}{H} \cdot \frac{|H|^2}{|H|^2 + \frac{1}{SNR}} \quad (2)$$

Ecuación 2: Filtro Wiener para imágenes, este filtro evita el redondeo y/o la indeterminación o cambio a cero para los valores de los píxeles

El filtro inverso permite la reconstrucción a pesar de dificultades tales como el redondeo de los valores de la imagen. Por otro lado, el filtro Wiener reconstruye cuando existe ruido presente en la imagen distorsionada Y' .

II. DESARROLLO

A. Filtro inverso

En el contexto de la reconstrucción de imágenes y los filtros de Fourier, el filtro inverso emerge como un método no ciego que se destaca por su capacidad para contrarrestar las degradaciones introducidas por procesos de filtrado. Este enfoque se basa en el principio de restaurar la imagen original mediante la aplicación de la transformada inversa de Fourier.

Cuando una imagen se somete a un filtrado en el dominio de Fourier, ciertas frecuencias pueden ser atenuadas o eliminadas, dando lugar a pérdida de información. El filtro inverso busca invertir este proceso, restaurando las frecuencias afectadas y recuperando así la imagen original. Este método no ciego requiere un conocimiento previo de la función de transferencia del filtro original, lo que permite adaptar la transformada inversa de Fourier para compensar las alteraciones.

La aplicación práctica del filtro inverso en la reconstrucción de imágenes implica un análisis detallado de la respuesta en frecuencia del filtro original. Al comprender cómo las diferentes frecuencias contribuyen a la información visual, se puede ajustar el proceso de inversión de manera específica y lograr una restauración más precisa.

B. Filtro inverso con ruido gaussiano

La tarea del filtro inverso no está exenta de desafíos, y uno de los más prominentes es la presencia del ruido gaussiano. Este tipo de interferencia, semejante a notas discordantes en una composición musical, puede complicar la reconstrucción al introducir elementos no deseados.

La relación entre el filtro inverso y el ruido gaussiano es compleja. Aunque el método se esfuerza por restaurar la claridad original de la imagen, la presencia del ruido puede resistirse a ser eliminada por completo. En algunos casos, la

* 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, 2023. (e-mail: rfloresa1900@alumno.ipn.mx).

acción de deshacer las distorsiones puede resultar en una amplificación inadvertida del ruido gaussiano, desafiando la capacidad del filtro inverso para lograr una reconstrucción completamente libre de interferencias.

C. Filtro Wiener

Este método, que toma su nombre del estadístico Norbert Wiener, se erige como una herramienta potente para restaurar la claridad visual en situaciones donde las imágenes han sido afectadas por distorsiones.

En esencia, el filtro Wiener abraza la estadística y la teoría de la información para desentrañar las imágenes comprometidas. Su enfoque no solo se basa en la transformada de Fourier, sino que también tiene en cuenta la naturaleza estocástica de las distorsiones y el ruido presentes en las imágenes.

Al contrario de los métodos ciegos, el filtro Wiener es conocido como un método adaptativo, ya que ajusta su respuesta según las características específicas del ruido y la distorsión presentes en la imagen. Este enfoque adaptativo lo convierte en una herramienta versátil y eficaz en una variedad de escenarios de restauración de imágenes.

En el contexto de los filtros de Fourier, el filtro Wiener opera descomponiendo la imagen afectada en el dominio de las frecuencias, similar al filtro inverso. Sin embargo, lo que lo distingue es su capacidad para ponderar las contribuciones de las diferentes frecuencias, considerando la relación señal-ruido de cada componente.

La aplicación del filtro Wiener no solo busca deshacer las distorsiones visuales, sino también minimizar la amplificación del ruido durante el proceso de reconstrucción. Su enfoque equilibrado y adaptativo lo convierte en una opción valiosa cuando se trata de restaurar imágenes comprometidas, especialmente en entornos donde el ruido y las distorsiones son desafíos constantes.

III. RESULTADOS

A. Filtro inverso

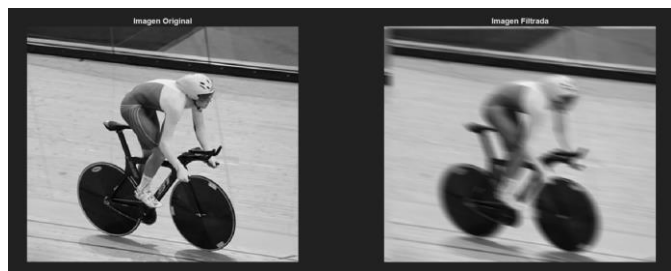


Fig. 1. Modificación de la imagen con un filtro H como filtro de movimiento.

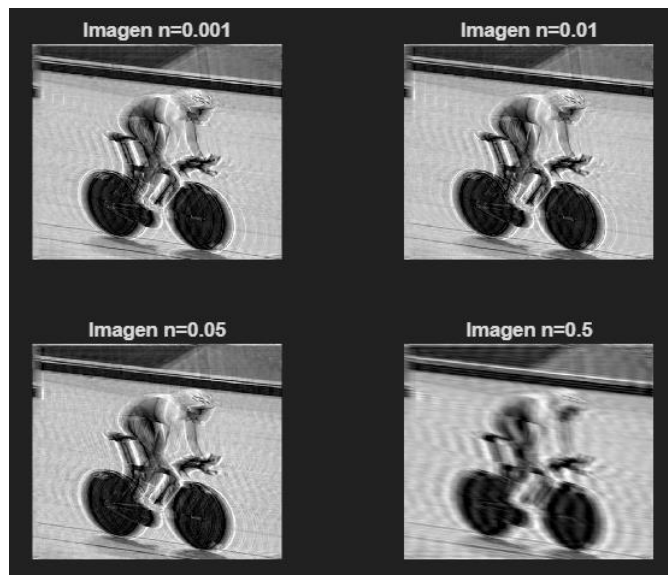


Fig. 2. Filtrado mediante la ecuación (1) del filtro inverso con valores para el umbral $n = \{0.001, 0.01, 0.05, 0.5\}$

B. Filtro inverso con ruido

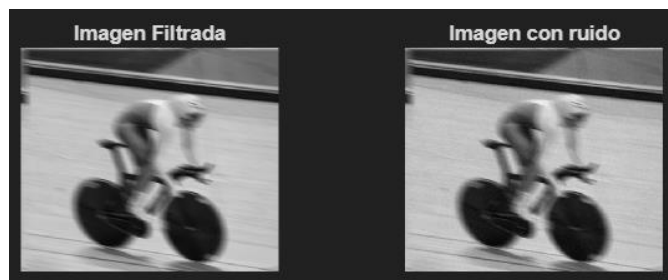


Fig. 3. Modificación de la imagen con un filtro H como filtro de movimiento y adicionada con ruido gaussiano con parámetros de media 0 y varianza 0.0001

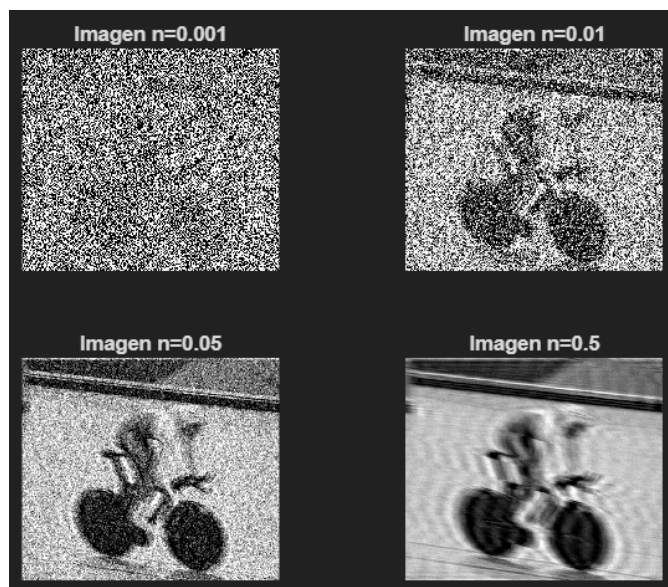


Fig. 4. Filtrado mediante la ecuación (1) del filtro inverso con valores para el umbral $n = \{0.001, 0.01, 0.05, 0.5\}$ pero hecha sobre una imagen con filtro gaussiano por lo que se logra apreciar el ruido gaussiano al hacer el filtrado de la imagen con el filtro inverso.

C. Filtro Wiener



Fig. 5. Filtro Wiener para la imagen emborronada

IV. CONCLUSIONES

En la exploración de los métodos de reconstrucción de imágenes en el dominio de Fourier, el filtro inverso emerge como un director de orquesta, descomponiendo y reconstruyendo imágenes con precisión. Sin embargo, su destreza se ve desafiada al enfrentarse al ruido gaussiano, un obstáculo que puede resistirse a su intento de restauración, a veces incluso amplificando la interferencia no deseada.

En este escenario de dualidad entre claridad y discordia visual, el filtro inverso para eliminar el ruido gaussiano se presenta como una herramienta ambivalente. Aunque busca desentrañar la melodía original, la presencia persistente del ruido gaussiano plantea interrogantes sobre la capacidad completa de este método para lograr una reconstrucción libre de interferencias.

En contraste, el filtro Wiener se destaca como un maestro adaptable en la restauración visual. Su enfoque estadístico y capacidad para ajustarse a las características específicas del ruido y la distorsión hacen de este método una opción valiosa. Al considerar la relación señal-ruido de cada componente en el dominio de Fourier, el filtro Wiener busca no solo deshacer las distorsiones, sino también minimizar la amplificación del ruido, equilibrando así la restauración de la imagen.

En conclusión, estos métodos, cada uno con su singular enfoque, arrojan luz sobre la complejidad y desafíos de la reconstrucción de imágenes en el dominio de Fourier. Mientras el filtro inverso revela su magia al descomponer y reconstruir, la presencia del ruido gaussiano plantea preguntas sobre su capacidad total. El filtro Wiener, por otro lado, se erige como un líder adaptativo, ofreciendo una solución equilibrada al desafío constante de preservar la calidad visual en entornos afectados por distorsiones y ruido. En conjunto, estos métodos reflejan el continuo esfuerzo por desvelar la verdad visual oculta en las complejidades de las imágenes afectadas.

REFERENCIAS

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