



INTRODUCCIÓN

Los filtros digitales constituyen uno de los principales modos de operar en el campo del procesamiento digital de imágenes, siendo su objetivo eliminar la información no deseada de la imagen. Una de las causas del deterioro de las imágenes digitales es el ruido, siendo el más frecuente el ruido termal, modelizado como ruido blanco gaussiano.

Los primeros filtros suavizaban la imagen utilizando aproximaciones lineales, como puede ser *el Arithmetic Mean Filter (AMF)*, sin embargo, emborronaban la imagen y la textura significativamente. Para evitar este efecto se desarrollaron métodos no lineales menos agresivos y que consiguen eliminar el ruido respetando mejor las zonas de detalle. Un ejemplo de este filtro es *Fuzzy Noise Reduction Method (FNRM)*.

El problema de estos filtros es que consiguen respetar los detalles a costa de reducir en menor medida el ruido. Los filtros híbridos nos permiten suavizar de manera adaptativa según estemos en zona homogénea o borde y así aplicar filtros específicos según la naturaleza del pixel. La teoría de grafos nos permite caracterizar cada pixel y establecer bajo que condiciones es zona homogénea o una zona de detalle.

MODELIZACIÓN DE IMÁGENES

Una imagen se puede modelizar mediante un grafo no dirigido ponderado, para ello se establece una correspondencia biunívoca entre la imagen I y el grafo $G(V, A)$, de modo que:

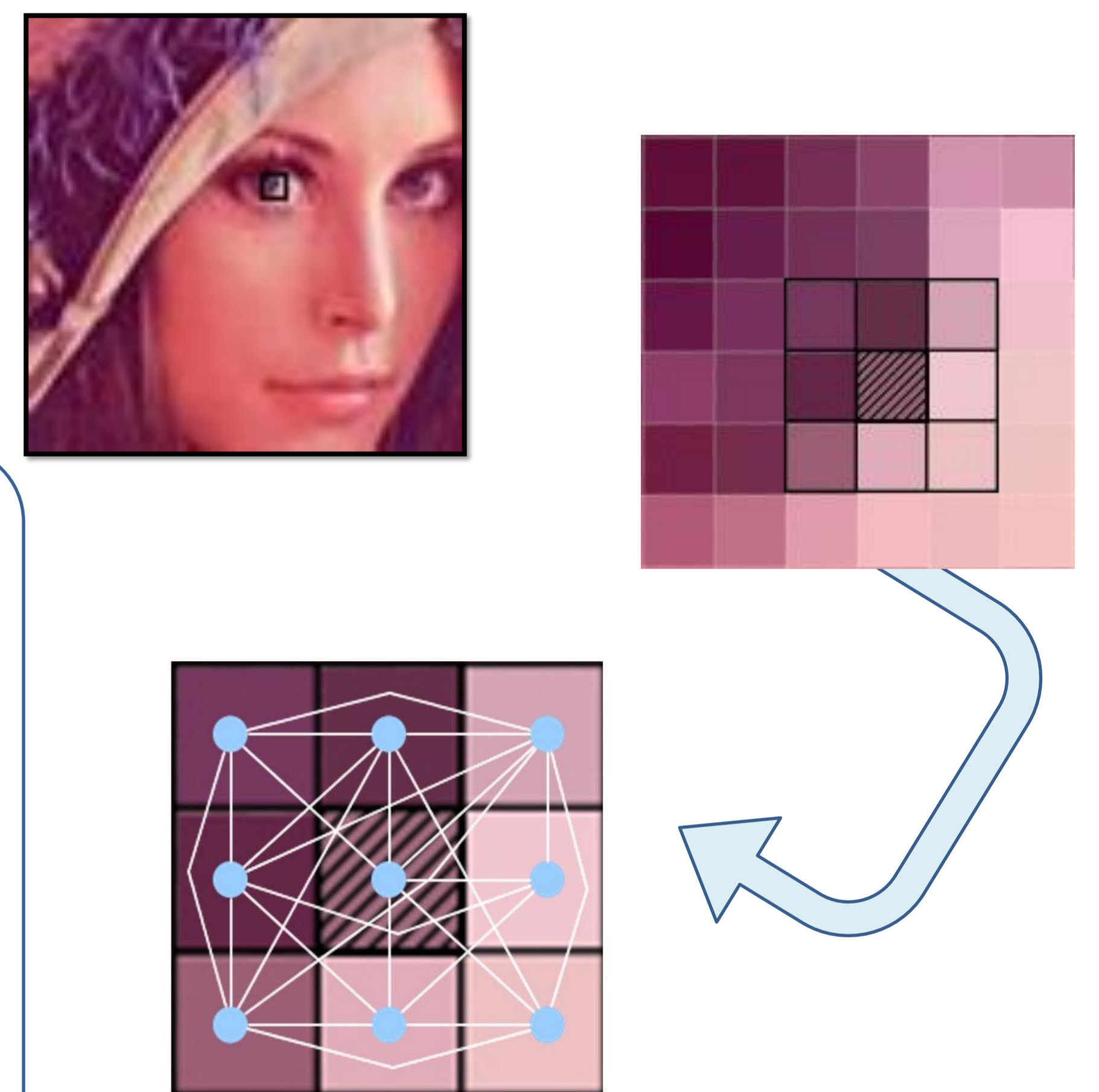
$$(x, y) \in I \longleftrightarrow v_i \in V$$

Las aristas unirán los vértices entre sí, y se asignará a cada arista como peso la distancia euclídea entre las intensidades de los píxeles que conecta.

$$\omega : A \rightarrow \mathbb{R}$$

$$a(i, j) \rightarrow \|I(i) - I(j)\|$$

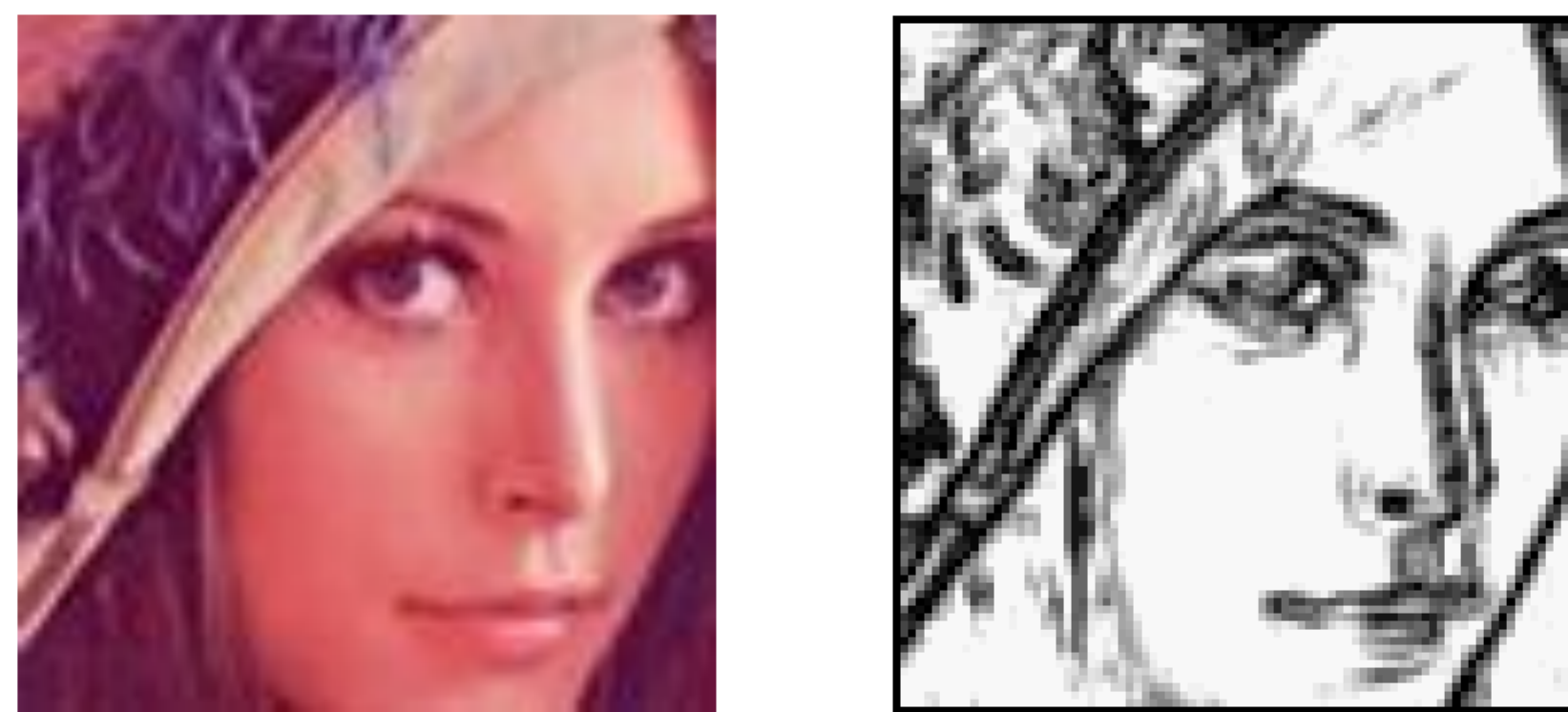
Finalmente, conectaremos todos los nodos que estén a una distancia euclídea menor que un cierto **umbral**. De este modo, a cada píxel de una imagen, tomando sus píxeles vecinos a distancia 1 (ventana 3x3), le asociamos el siguiente grafo.



MÉTODO DE FILTRADO

La modelización de la imagen propuesta nos permite caracterizar cada píxel de la imagen en función del cardinal de la componente conexa que contiene al píxel central.

- Cardinal alto implica zona homogéneas (zonas blancas de la imagen en grises)
- Cardinal bajo implica zona de detalle. (zonas oscuras en la imagen en grises)



Finalmente, esta caracterización nos permitirá realizar un filtrado adaptativo utilizando AMF y FNRM en función de la clasificación del pixel, aplicando AMF cuando el pixel pertenezca a una zona, y FNRM cuando estemos en un borde. De este modo se propone, para cada pixel p la siguiente combinación lineal:

$$SSLGD_p = \beta AMF_p + (1 - \beta)FNRM_p$$

Donde el parámetro β del modelo es calculado en función del cardinal de la componente conexa del píxel p .

CONCLUSIÓN

La teoría de grafos nos permite modelizar una imagen de manera sencilla mediante un grafo ponderado no dirigido. Esta modelización nos permite caracterizar un píxel en zona de borde o zona homogénea y utilizar esa información para filtrar la imagen de una manera adaptativa.

Este tipo de filtro permite eliminar eficientemente el ruido Gaussiano, sin emborronar los detalles de la imagen, combinando filtros lineales y no lineales en función de la naturaleza de cada píxel.

RESULTADOS



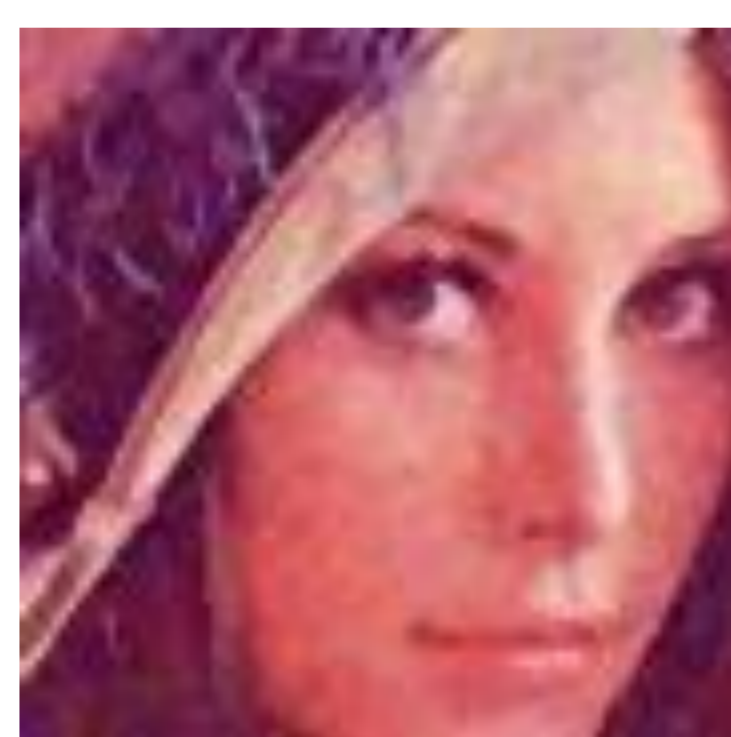
Imagen Ruidosa



AMF



FNRM



Método propuesto



Imagen Ruidosa



AMF



FNRM



Método propuesto

[1] K.N. Plataniotis, A.N. Venetsanopoulos, Color Image processing and applications (Springer-Verlag, Berlin, 2000).
 [2] Schulte, S., De Witte, V., Kerre, E.E.: A fuzzy noise reduction method for colour images. IEEE Transactions on Image Processing, 16, 1425-1436 (2007).