# Análisis de imágenes digitales: Origen y disminución del ruido

Gaston Alexis García Carli

*Estudiante de Ingeniería en Computación*
*Universidad Nacional del Sur, Avda. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina*
*Ale-406@hotmail.com*
Diciembre 2014

*Resumen*: el objetivo de este trabajo es una mejor comprensión acerca del origen del ruido en una imagen digital, y como mediante la ecuación de Fourier y ecuación de Wavelet de Haar; este se puede reducir notablemente. Para esto, es necesario considerar la ecuación de Fourier en dos dimensiones utilizando el filtro Wiener y la ecuación de Wavelet con una función base capaz de aproximar el histograma de una imagen (función de Haar). En un contexto más físico, se presentara una breve descripción acerca de los sensores CMOS presentes en la mayoría de las cámaras digitales modernas.

*Palabras clave*: Fourier, Wavelet, CMOS Sensors, Noise Reduction.

## I. INTRODUCCIÓN

El ruido o noise (en inglés) se encuentra presente en absolutamente todas las imágenes digitales existentes,

Se considera ruido a la aparición aleatoria de señales que no pertenecen a la imagen original, es decir en otras palabras, la aparición de pixeles o conjunto de pixeles de un color que no corresponde con el de la imagen.

Esto a menudo es muy notable en imágenes tomadas en entornos de poca luminosidad.

El Sensor fotográfico presente en las cámaras digitales, no es más que un conjunto de millones de fotodiodos, ubicados de una forma específica, formando lo que se conocen como pixeles, sobre los cuales se coloca un filtro Bayer o filtro de color, lo fotodiodos se encargan de censar la presencia o ausencia de luz y mediante el filtro Bayer separan los fotodiodos de cada pixel por color.

Mediante la Transformada de Fourier y Wavelet se intenta reducir el ruido digital y se logra que la imagen posea un aspecto más agradable a la vista. A continuación se realizara una comparación entre las dos transformadas.

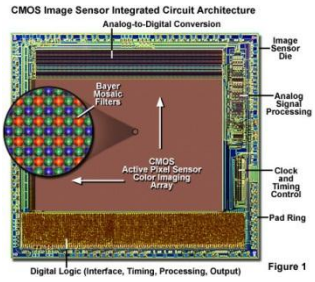


Figura 1. Sensor CMOS: descripción de arquitectura y filtro Bayer

## II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SENSOR CMOS

El origen del ruido proviene del sensor, ya que este nos entrega por cada pixel una señal digital.

El sensor de tipo CMOS a diferencia del CCD, posee un amplificador de señal por cada pixel, lo cual acelera notablemente el procesamiento de la imagen y disminuyen el ruido y el consumo de energía. Otra diferencia seria que el sensor CCD nos otorga a la salida una señal análoga, mientras que en los CMOS la señal es puramente digital; la gran desventaja es que en el CCD al tener salida análoga se pueden mejorar los amplificadores y procesadores de imagen, siendo en los CMOS, el cual está todo integrado en él.

En toda cámara digital existe lo que se denomina “ISO” o “sensibilidad de imagen”, este ajuste nos permite en condiciones de poca luz obtener imágenes más claras y de menor exposición, produciendo a

nivel electrónico que se aumente la amplificación de la señal de cada pixel; esto nos trae una desventaja bastante notable de ruido y la disminución del rango dinámico.

Esta imagen en formato crudo o RAW, se almacena en el buffer y continúa a la siguiente etapa que es la de procesamiento.

En esta etapa uno de los tantos filtrados que se realizan es el de reducción de ruido.

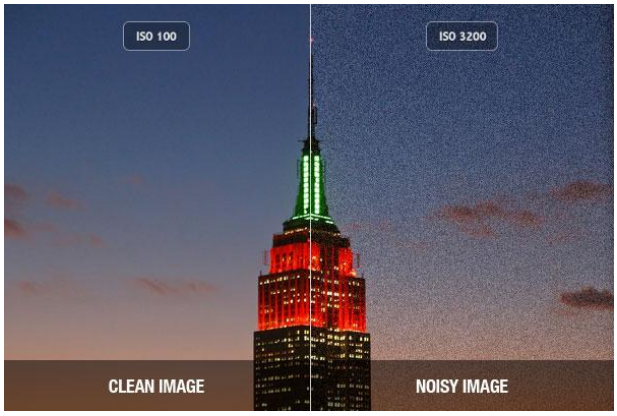


Figura 2. Comparación de dos valores diferentes de ISO en imagen de poca luminosidad

## III. Transformada de Fourier, Wavelet y filtros

### A. *Transformada de Wavelet*

Las wavelets son funciones que cumplen ciertas propiedades matemáticas y se usan para representar datos y otras funciones. Para analizar (y aproximar) funciones usando wavelets se usa algún prototipo de función base o wavelet madre. En nuestro caso utilizaremos la función base de escalado de Haar, esta es muy útil a la hora de filtrar el ruido de una imagen; se compone de:

$$c_{m,n} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\Psi_{m,n}(x)dx$$

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, si : 0 \le x < 1 \\ 0, e.o.c. \end{cases} \qquad \Psi(x) = \begin{cases} 1, si : 0 \le x < 0.5 \\ -1, si : 0{,}5 \le x < 1 \\ 0, e.o.c. \end{cases}$$

### B. *Transformada de Wiener Fourier*

Para el procesamiento de imágenes se utiliza la trasformada de Fourier Discreta en dos dimensiones

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)e^{-j2\pi(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})}$$

Esquema de aplicación de la transformada a una imagen en la Figura 3, en otros informes se explica detalladamente cada paso en la transformada y anti transformada, en este informe nos detendremos en el paso que se encuentra en el centro, que es el filtrado, lo que se abordara en los párrafos siguientes.

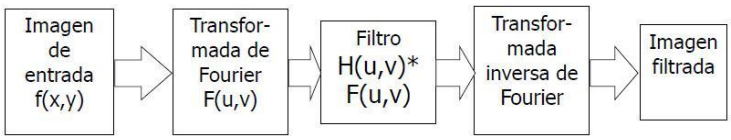


Figura 3.

### *C. Filtros*

Son un mecanismo de cambio o transformación de una señal de entrada a la que se le aplica una función, conocida como función de transferencia, para obtener una señal de salida. Su objeto es mejorar o destacar algún elemento de las imágenes, de manera que sea posible realizar las etapas posteriores de segmentación y clasificación. A continuación trataremos el filtro Wiener.

*Filtro Wiener*

El método consiste en considerar la imagen y ruido como un proceso aleatorio, y el objetivo es encontrar un estimador "´f" de la imagen no corrupta "f" de tal manera que el error promedio al cuadrado entre ellas sea mínimo.

$$e^2 = E\{(f - \acute{f})^2\}$$

## IV. CONCLUSIÓN

- Similitudes:
  - Transformaciones lineales
  - Funciones base localizadas en frecuencia
- Diferencias:
  - En la transformada de Fourier las funciones bases son los senos y cosenos; mientras que en las wavelets las funciones son más complejas y se pueden tener diferentes tipos de funciones base.
  - Las funciones de base wavelets están localizadas espacialmente y en frecuencia, mientras que en las de Fourier solo lo están en frecuencia.

A continuación se mostraran resultados obtenidos mediante el filtrado de imagen con filtro Wiener Fourier y con transformada de Wavelet de Haar:

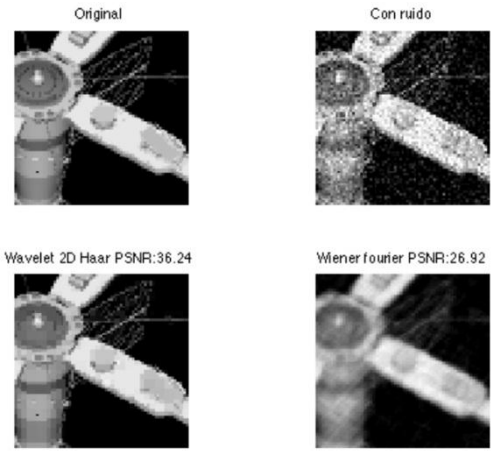


Figura 4.

En la Figura 4 se tomó una imagen de ejemplo, luego a esta se le aplico ruido gaussiano de forma intencional.

A partir de la imagen con ruido se realizó el filtrado por separado, dándonos como resultado el filtrado por wavelet (Izquierda) y filtrado por Wiener Fourier (Derecha).

Como resultado se puede observar que mediante wavelet el filtrado es más preciso y mantiene el blur (difuminado de imagen) bastante bajo, logrando una imagen casi idéntica a la original.

Por la otra parte mediante Wiener Fourier el filtrado dio como resultado la eliminación del ruido, pero como efecto secundario la imagen termino con blurring con lo que se ha perdido la totalidad de los detalles que contenía la originalmente.

Para finalizar se puede decir que aunque el ruido no se pueda eliminar y los avances tecnológicos permitan a los sensores mejorar la calidad de las imágenes, para este tipo de aplicaciones el filtrado por Wavelet es mucho más preciso y eficiente, si se busca que la imagen mantenga los detalles; caso que se desee una fotografía con menor ruido y blurring, será más conveniente utilizar Wiener Fourier. Cabe destacar que el objetivo planteado fue disminuir el ruido, y por los dos métodos se llegó a reducirlo notablemente; aunque dependiendo del resultado deseado se utilizara la más adecuada de dichas transformadas.

## REFERENCIAS

[1] Prof. Elena Martínez, “Curso de procesamiento Digital de Imágenes” en http://turing.iimas.unam.mx/~elena/PDI-Mast/Tema_5_CDE.pdf

[2] Curso online, “Introducción a la Transformada Wavelet” en http://www.exa.unicen.edu.ar/escuelapav/cursos/wavelets/apunte.pdf

[3] G. James, *Matemáticas Avanzadas para Ingeniería*, Pearson Educación, 2002.

[4] Sitio web Wikipedia, “Procesamiento digital de imágenes” en http://es.wikipedia.org/wiki/Procesamiento_digital_de_im%C3%A1genes

[5] Sitio web Wikipedia sobre ruido digital, “Ruido en la fotografía digital” en http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_en_la_fotograf%C3%ADa_digital