

DETRAMADO Y ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES CON CÁMARA OSCURA

E. N. Hogert
Inti, Buenos Aires

M. A. Rebollo*
*Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850,
1063 Buenos Aires*

N. G. Gaggioli*
Departamento INEND, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Libertador 8250, 1429 Buenos Aires

En el presente trabajo se muestra que la Cámara Oscura es un instrumento con el cual no solo se pueden obtener excelentes imágenes, sino también realizar algunas operaciones de procesamiento de imágenes, tales como el detramado y el almacenamiento de imágenes.

En la Reunión del año anterior¹ se mostró que es posible realizar filtrado direccional utilizando una Cámara Oscura en la cual la abertura tiene forma alargada. Basándonos en este principio y de una manera extremadamente simple, es posible eliminar líneas de una fotografía tramada conservando la información original.

Otra aplicación del filtrado direccional es la extracción de información de una placa fotográfica en la cual se han almacenado objetos convenientemente codificados.

I. INTRODUCCION

En un trabajo anterior, se mostró que la Cámara Oscura (CO), el más viejo y simple instrumento óptico, puede ser usado como un buen sistema para filtrado direccional de imágenes¹.

En esta comunicación se muestra como puede ser utilizada para el detramado de imágenes tramadas y el almacenamiento de imágenes codificadas, ilustrando esto con algunos resultados experimentales.

II. DESCRIPCION DE LAS PROPIEDADES FUNDAMENTALES

Aplicando la teoría escalar de la difracción, es posible encontrar la Función Transferencia Óptica para las condiciones óptimas de funcionamiento de la CO. Para esta situación, es posible aproximar la respuesta impulsiva por un cono cuya base tiene un radio igual a 0.9 del radio de la sombra geométrica².

Para el procesamiento de imágenes con CO se utilizan aberturas rectangulares con un lado mucho mayor que el otro. En este caso la abertura se comporta en forma casi geométrica en la dirección mayor y como se describió en el párrafo anterior en la otra dirección. La respuesta bidimensional resultante está dada por:

$$h(x, y) = (1/IL) \Lambda(y/I) \text{rect}(x/2L) \quad (1)$$

donde "I" es el lado más corto y "L" el más largo.

Debido a la forma de la respuesta impulsiva, es obvio que la imagen de una línea será distinta si ésta es perpendicular o paralela a la abertura.

III. IMAGEN DE UNA RED SINUSOIDAL

Cuando las líneas de la red son perpendiculares al lado mayor de la abertura, su imagen es la convolución de una senoide con un rectángulo, por lo que aparece reducido su contraste. En el caso en que las líneas sean paralelas se obtiene una buena imagen pues la convolución se realiza con un triángulo muy angosto.

Consideremos ahora, como varía el contraste de la red sinusoidal cuando las líneas son perpendiculares al lado mayor de $h(xy)$. En este caso el análisis se reduce a la convolución entre una senoide y un rectángulo, consecuentemente trabajaremos en una sola dimensión.

Sea $h(x)$ la respuesta impulsiva de la CO,

$$h(x) = (1/2L) \text{rect}(x/2L) \quad (3)$$

Sea $O(x)$ la distribución de intensidad en la transparencia:

$$O(x) = a + b \cos(2\pi x / \tau) \quad (4)$$

*Investigador del CONICET

cuyo contraste es $M_o = b / a$ y τ su período

De las ecuaciones (2), (3) y (4) se deduce que la CO produce una imagen dada por:

$$I(x) = a + b \operatorname{sinc}(2\pi L / \tau) \cos(2\pi x / \tau) \quad (5)$$

donde el contraste es ahora $M_i = (b / a) \operatorname{sinc}(2\pi L / \tau)$, es decir, depende de la relación L / τ .

IV. TRAMADO Y DETRAMADO DE IMAGENES

Consideremos ahora una fotografía modulada por una red de Foucault; el objeto tramado puede ser expresado por:

$$o(x) = s(x) [\operatorname{rect}(2x / p) \otimes (1 / p) \cdot (x / p)] \quad (6)$$

donde $s(x)$ representa al objeto y la expresión entre corchetes es la trama.

Su transformada de Fourier es,

$$O(u) = S(u) \otimes [(p / 2) \operatorname{sinc}(\pi u p / 2) \cdot (u p)] \quad (7)$$

La Figura 1 muestra el espectro del objeto tramado. Si la respuesta impulsiva de la CO es tal que el lado más largo cumple con la desigualdad $1 / \Delta u \gg 2L \gg p$, donde Δu es el ancho del espectro $S(u)$ del objeto, la CO elimina la trama reproduciendo al objeto. La Figura 1 muestra también el espectro filtrado y la Figura 2 ilustra un resultado experimental.

V. ALMACENAMIENTO DE IMAGENES

En un trabajo anterior¹ se mostró que la CO con una abertura rectangular actúa como un eficiente filtro direccional. Ello permite ver segmentos paralelos inmersos en una distribución aleatoria de otros segmentos.

De este modo, es posible almacenar varias imágenes en la misma placa fotográfica después de haberlas convenientemente codificado.

Esta codificación debe ser tal que los objetos deben estar formados por segmentos paralelos (Fig. 3a).

Cada objeto debe tener sus segmentos paralelos constitutivos rotados un ángulo α_i (Fig. 3b). De este modo se registra el conjunto de N objetos.

Un cálculo de la relación S/R en el plano imagen y consideraciones acerca de la función característica de la emulsión fotográfica conducen a un límite de almacenamiento del orden de 20 imágenes.

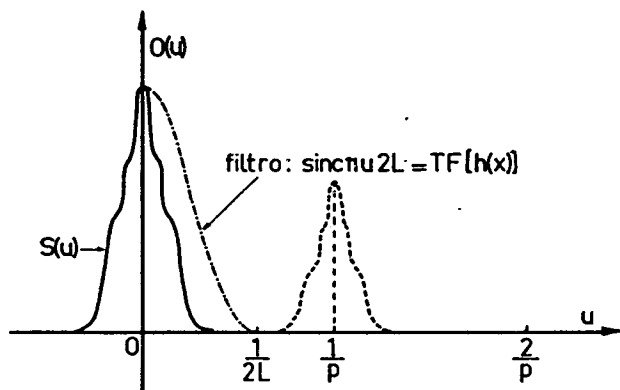


Figura 1: Espectro del objeto tramado y detramado

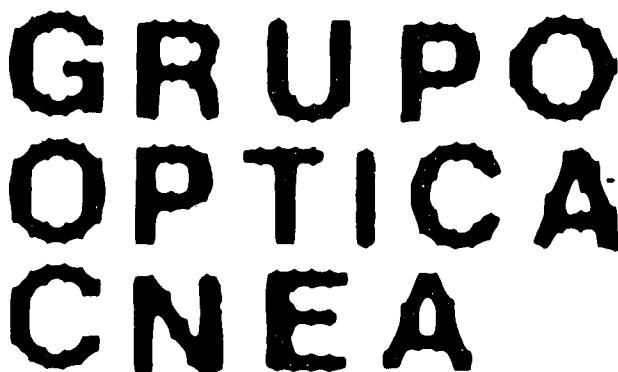


Figura 2a: Objeto.

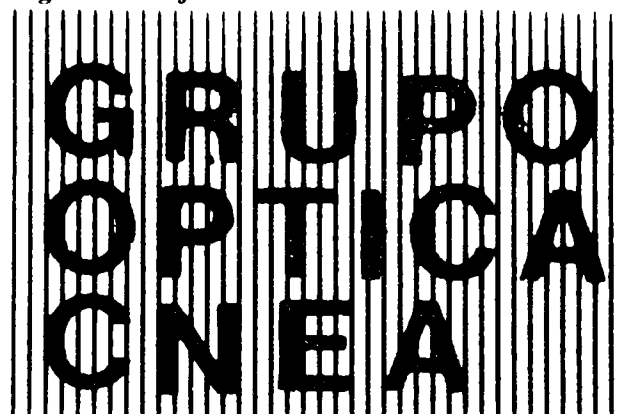


Figura 2b: Objeto tramado.

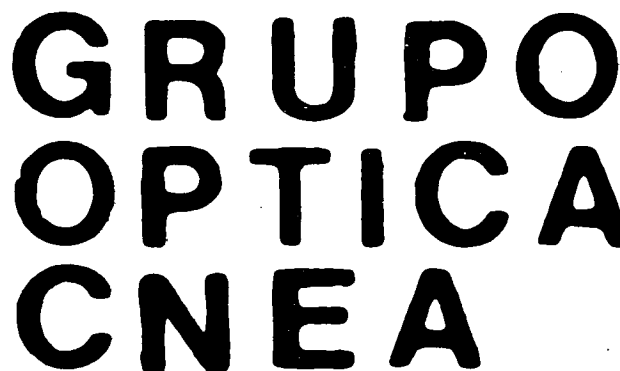


Figura 2c: Imagen detramada.

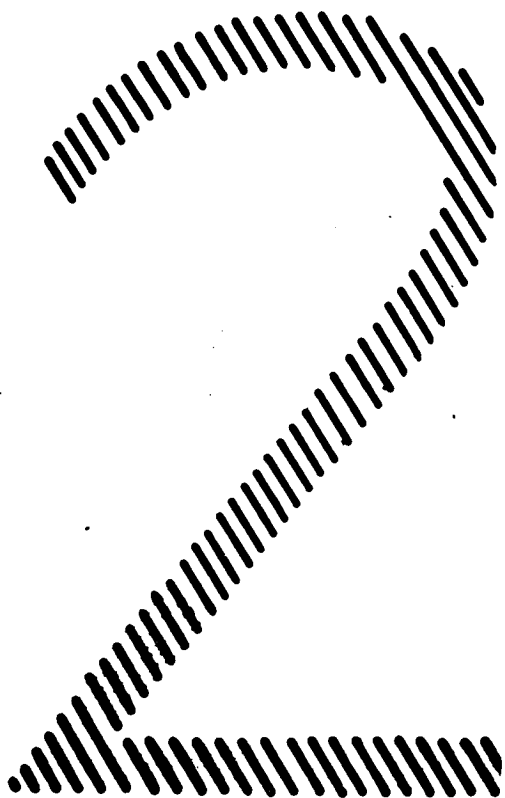


Figura 3a: Uno de los objetos almacenados.

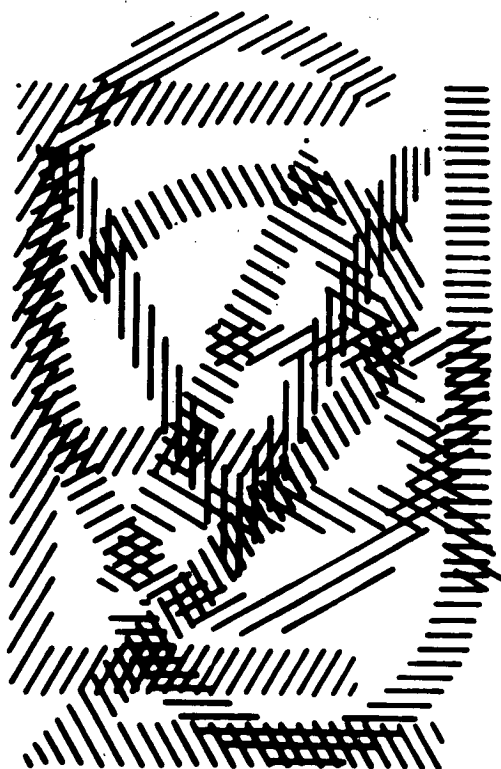


Figura 3b: Conjunto de 6 objetos almacenados.

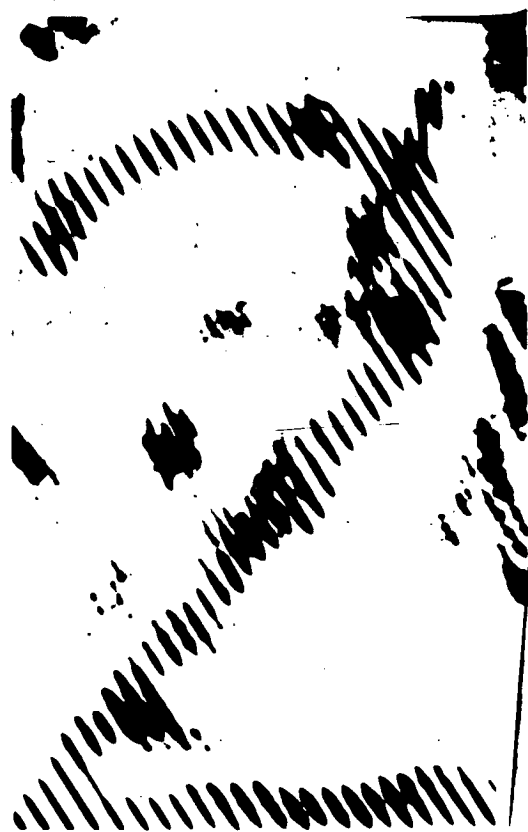


Figura 3c: Una imagen restituida de 3b.



Figura 3d: Otra imagen restituida.

REFERENCIAS

1. E. N. Hogert et al. "Directional Image Processing Using a Pin-Hole Camera", Appl. Opt. (A publicar).
"Filtrado direccional de imágenes con la Cámara Oscura", Com. 0516, 73a Reunión AFA, Mar del Plata 16-21/10/88.
2. M.A. Rebollo et al. "Formación de Imágenes con una Cámara Oscura. Determinación de los parámetros óptimos"
Informe Técnico. Grupo de Optica. Dpto. INEND, CNEA. (1989)
3. K. Sayanagui; "Pin-Hole Imagery", JOSA 57, 1091 (1967).
4. R. E. Swing and D. P. Rooney, "General Transfer Function for the Pin-Hole Camera", JOSA 58, 629 (1968).