

FILTRAJE ESPACIAL APLICADO A IMÁGENES

C. Quezada¹, C. Solano²

¹Instituto de Física, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, 37150, México, carla@licifug.ugto.mx

²Centro de Investigaciones en Óptica, León, Guanajuato, 37150, México, csolano@foton.cio.mx

1.1. RESUMEN

El filtraje espacial es un aspecto importante en el procesamiento de imágenes pues permite eliminar el ruido presente en la imagen, así como el aspecto borroso de la misma. El filtraje espacial consiste en modificar la imagen de un objeto alterando directamente el espectro de frecuencias (transformada de Fourier) del mismo. Existen varias técnicas disponibles para realizar el filtraje espacial de una imagen, sin embargo, la más simple consiste en colocar un filtro pasa-baja en el plano de la transformada, con el fin de remover de la imagen las frecuencias espaciales más altas. En el presente trabajo, se realiza el filtraje espacial de la imagen de un objeto arbitrario con la intención de estudiar los principios de dicha técnica. Se emplea el método del filtro pasa-baja y un sistema óptico de una sola lente en la que incide un frente de onda esférico. Se obtiene que obstruyendo el paso de ciertas frecuencias es posible eliminar algunos elementos de la imagen.

1. INTRODUCCIÓN

Este experimento refuerza el conocimiento previo de que la transformada de Fourier de un objeto es la representación de éste en el espacio de frecuencias y pone de manifiesto que al modificar dicha transformada modificamos con ello la imagen del mismo. Para demostrar lo anterior, se iluminó un objeto con un frente de onda esférico, se colocó una lente convergente entre el objeto y la pantalla de observación y se desplazó gradualmente la pantalla hasta encontrar el plano de la transformada. En dicho plano, se colocó un filtro o máscara que permitiera el paso de ciertos órdenes de difracción y finalmente se desplazó gradualmente la pantalla hasta encontrar el plano imagen donde se observó la imagen del espectro modificado. Este procedimiento se realizó con diferentes filtros a fin de analizar los cambios en la imagen. Cabe señalar que sólo se eliminaron algunos detalles de la imagen pues los órdenes de difracción se encontraban demasiado juntos.

2. CONCEPTOS TEÓRICOS

Se empleó el método de filtraje espacial de intensidad, el cual consiste en colocar ciertas obstrucciones en el plano de la transformada de Fourier originando que ciertas frecuencias se eliminen ó reduzcan su amplitud. Se empleó un arreglo óptico que utiliza solamente una lente, dicho arreglo emplea una fuente puntual y el objeto se coloca a una distancia (d_2) de la lente mayor que su distancia focal (f) para obtener una imagen real. Las distancias a las cuales se localiza el plano de la transformada de Fourier (d_{TF}) y el plano imagen (d_{PI}) estarán dadas por las ecuaciones:

$$D_{TF} = D_2^2 / (D_1 + D_2) + F - D_2 \quad (1),$$

$$1/f = 1/d_2 + 1/d_{PI} \quad (2),$$

donde $D_1 = 1/d_1$, $D_2 = 1/d_2$, $D_{TF} = 1/d_{TF}$ y $F = 1/f$. Experimentalmente, d_{TF} y d_{PI} se encuentran desplazando la pantalla hasta encontrar la distancia a la cual se observan óptimamente la transformada y la imagen del objeto. La ventaja de este arreglo óptico es que el tamaño del espectro en el plano de la transformada de Fourier

puede variarse desplazando el objeto ó la lente, de esta forma es posible adaptar el tamaño del patrón de difracción al tamaño del filtro, lo cual es más ventajoso que a la inversa.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del experimento se empleó un láser de He-Ne de 10 mW, un objetivo de microscopio de 20X, una lente convergente de $f = 21.6$ cm y diámetro $\phi = 5$ cm, y una cinta métrica. Inicialmente se alineó y colimó el láser, y posteriormente se procedió a realizar el filtraje espacial de un objeto arbitrario. El objeto consistió en un pelicano sobrepuesto a unas líneas escritas horizontalmente. La imagen obtenida del objeto en el plano PI se observa en la figura 1 y la transformada de Fourier de ésta se observa en la figura 2.



Figura 1. Imagen del objeto arbitrario.



Figura 2. Transformada de Fourier del objeto arbitrario.

El filtraje espacial se realizó de la siguiente forma: se colocó un primer filtro en el plano TF de tal manera que éste obstruyera solamente las frecuencias más altas de la transformada de Fourier del objeto. La imagen obtenida se muestra en la figura 3(a), se observó que dicha imagen todavía tenía buena definición. Enseguida se colocó un segundo filtro de menor diámetro, la imagen obtenida se muestra en la figura 3(b). En dicha imagen se observó que la pérdida en la definición de las líneas del fondo era mayor que la pérdida en la definición de la imagen del pelicano. Finalmente, se colocó un tercer filtro de menor diámetro (figura 3(c)) y se observó que se borraron casi completamente las líneas horizontales apreciándose todavía la silueta del pelicano.

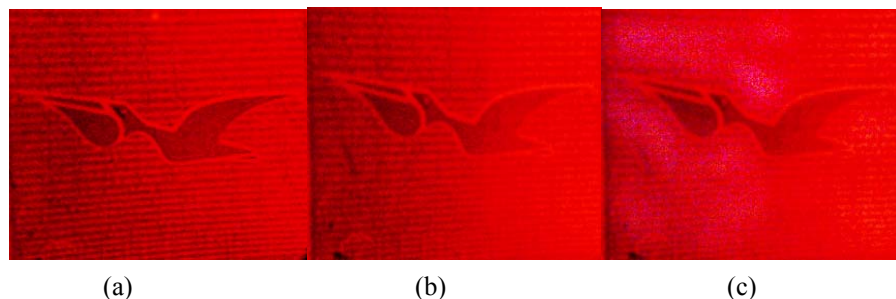


Figura 3. Imagen de un objeto arbitrario (a) al colocar el primer filtro, (b) al colocar el segundo filtro y (c) al colocar el tercer filtro.

4. CONCLUSIONES

Se concluyó que es posible alterar la imagen de un objeto alterando directamente el espectro de frecuencias del mismo. Es importante observar que las frecuencias espaciales altas contribuyen al detalle de las imágenes, esto se puede observar claramente en las figuras 3 y 4, donde se obtuvo un deterioro en la imagen cuando son eliminados más órdenes de difracción en la figura 4 con respecto a la figura 3.

Cabe señalar que la técnica de filtraje espacial puede emplear diversos arreglos ópticos, el empleado aquí es tan solo uno, que resulta de gran utilidad para un aprendizaje fácil y rápido de tan importante técnica de manipulación de imágenes.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- C. Solano, TESIS DE LICENCIATURA. PRINCIPIOS BÁSICOS DE HOLOGRAFÍA, FILTRAJE ESPACIAL E INTERFERÓMETRO FABRY-PEROT, 1979, pp.32-41, 80-97.
- 2.- E. Hecht, ÓPTICA, ADDISON WESLEY, 2000, pp. 255-260.