

CAPITULO V

CONCLUSIONES

V-1 CONCLUSIONES

En los últimos años se han desarrollado un gran número de aplicaciones en óptica que utilizan a los formalismos espacio-fase. Estos formalismos involucran funciones de dominio espacio-frecuencia espacial, que están caracterizadas por ser transformaciones bilineales de una función dada. Este hecho permite registrar y sintetizar la información de una señal en espacio y frecuencia simultáneamente, obteniéndose de este modo una representación espectral local de la señal.

La potencialidad de estos formalismos, se deriva de las propiedades discutidas en el capítulo I, y se manifiesta especialmente en la optimización de los sistemas de procesamiento de imágenes, tanto en el diseño de los sistemas ópticos como para las aplicaciones de los mismos (análisis de texturas, reconocimiento de diagramas, etc.).

Uno de los problemas mas importantes que presenta este tipo de tratamiento, es la gran cantidad de datos que deben ser procesados y almacenados. En consecuencia, un tratamiento digital puro no resulta conveniente en la mayoría de los casos, y es mas apropiado, el empleo de procesadores ópticos, o híbridos óptico-digitales. Por este motivo, en el capítulo II se presentaron algunos procesadores ópticos para la visualización de las funciones espacio-fase. En el caso de señales

unidimensionales, generar ópticamente estas funciones, implica en general, el uso de un sistema óptico astigmático, que permita obtener en un mismo plano la imagen de la señal de entrada, en una dirección, y la transformada de Fourier en la otra.

Se presentó un procesador de luz blanca, que permite obtener una representación del espectrograma local, de una señal unidimensional. El contenido de frecuencias espaciales de la imagen original, puede verse a la salida del procesador como su espectrograma local, con una asignación de falsos colores a cada frecuencia espacial. Este procesador puede modificarse fácilmente,

para obtener el pseudocoloreado de las frecuencias espaciales de la imagen. Ambas operaciones parecen complementarse muy bien en el análisis óptico de texturas. Actualmente se está desarrollando un estudio comparativo entre el espectrograma local y el pseudocoloreado de frecuencias espaciales, ya que la identificación de texturas es un aspecto importante para el procesamiento visual o automático de imágenes.

Con el objetivo de investigar nuevos procesadores ópticos para la visualización de las funciones espacio-fase, se desarrolló un procesador óptico-coherente, que bajo ciertas condiciones actúa como un transformador de Fourier unidimensional. Este es sin dudas el procesador más sencillo desarrollado hasta el momento, dado que no utiliza ningún elemento óptico. La transformada de Fourier, en una dimensión es realizada solamente por la propagación libre del campo difractado por ciertos objetos bidimensionales, que son

generados a partir de las funciones unidimensionales, involucradas en las representaciones espacio-fase.

Otro de los elementos ópticos que podrían utilizarse para representar a las funciones espacio-fase, son las placas zonales, ya que estas combinan la acción de una lente, con el de una red de difracción. Teniendo en cuenta el hecho de que, placas zonales de diferentes geometrías se pueden obtener por superposición de dos frentes de onda (cilíndricos, esféricos o planos), es factible realizarlas empleando un interferómetro de Mach-Zehnder. Placas zonales de geometría elíptica reemplazarían al sistema óptico astigmático de los procesadores presentados en el capítulo II, con la ventaja de ser menos frágiles, fácilmente manipulables, y más económicos por poder ser registradas en película fotográfica común.

Una de las nuevas aplicaciones de las funciones espacio-fase se ha desarrollado en la teoría de la difracción por objetos tridimensionales. En el capítulo III se puso de manifiesto que existe una relación entre los métodos aproximados cuasi-geométricos, para obtener la figura de difracción por objetos volumétricos, y las representaciones espacio-fase de las pupilas de entrada y salida, asociadas a dichos objetos. De este modo, las distribuciones de amplitud difractada pueden hallarse a partir de las funciones espacio-fase de las pupilas del sistema, variando los parámetros geométricos involucrados (por ejemplo, el espesor del objeto). Estas distribuciones de amplitud se obtienen

en forma polar; esto es, el ángulo polar en el espacio-fase está directamente relacionado con el espesor del objeto, mientras que la coordenada radial está relacionada con la variable espacial en el plano de Fraunhofer. En consecuencia, es posible analizar fenómenos típicamente ondulatorios, como la difracción, con simples argumentos geométricos.

Uno de los criterios de calidad de sistemas ópticos, mas usados, es la razón de Strehl, que se calcula como el cociente entre la intensidad de una imagen con aberraciones y la intensidad de la misma libre de ellas. En el capítulo IV se discutió, como la razón de Strehl para un sistema óptico, con errores de enfoque y aberración esférica, puede expresarse como una PSF unidimensional. Se vió además que la AF provee una representación simple de la función de transferencia asociada a la PSF antes mencionada. Por otra parte, se aplicó el concepto de WDF para asociar amplitudes a los rayos paraxiales que cortan al eje óptico. Esta asociación permite dar una interpretación de la razón de Strehl en terminos de la óptica geométrica. Este criterio de calidad puede ser usado, además, para sistemas ópticos con simetría rotacional, calculando la WDF asociada a una pupila generalizada unidimensional. Mientras que para pupilas simétricas este criterio coincide con el que se formula a partir de la función de transferencia óptica. De este modo se puede considerar también a la OTF como amplitud de un rayo. Este es otro de los puntos donde se pone de manifiesto el nexo, que proveen los formalismos espacio-fase, entre la óptica

ondulatoria y la óptica geométrica. Es factible que este tipo de tratamiento pueda generalizarse para sistemas con otro tipo de aberraciones tales como astigmatismo o coma. Esto sería posible, ya que la deformación del frente de onda podría aproximarse en estos casos a un término de fase de variación suave tal como el que se trató en el capítulo I en los ejemplos calculados para la WDF.

Como conclusión final, puede establecerse que los dos métodos desarrollados en esta Tesis, para representar a las funciones espacio-fase, se caracterizan fundamentalmente por su simplicidad y versatilidad. Los mismos permiten que los formalismos espacio-fase sean una forma alternativa, mas sencilla, para el procesamiento de imágenes. Lo que queda manifiesto, en el caso del estudio de la influencia del volumen, en la difracción producida por objetos tridimensionales, y en la formulación de la razón de Strehl en función de rayos geométricos.

W. P. P. P.

Gonnet, La Plata, Febrero '86 - Agosto '88