LFEAII - Ótica Coerente

Pedro Miguel Pombeiro Curvo (ist1102716)

Salvador Baptista Torpes (ist1102474)

Sofia Tété Garcia Ramos Nunes (ist1102633)

Estêvão Moreira Gomes (ist1102650)

23/24

1 Teórica

1.1 Transformada de Fourier Ótica

A transformada de fourier ótica de um objeto é formada num dado ponto do espaço sempre que a luz provenínente do ojeto passa por uma lente: a transformada do objeto corresponde à difração que este provoca à lus quando é atravessado: Quanto maior a frequência espacial de um determinado padrão do objeto, menor as fendas espaciais por onde a luz passa e por isso maior a difração que este provoca, ou seja, maior o ângulo de difração - assim, a luz que atravessa padrões do objeto com frequência espacial maior é difratada mais do que a luz que atravessa padrões do objeto com frequência espacial menor - assim, na imagem de fourier, quanto mais longe radialmente estiver a luz do centro, maior a frequência espacial do padrão que a originou.

A transformada de fourier é uma estrutura que se forma naturalmente sempre que um objeto não opaco se deixa atravessar por luz, provocando a difração da mesma em diferentes intensidades e ângulos consoante as diferentes frequências espaciais do objeto. O objetivo deste trabalho é estudar os padrões da TF de diferentes objetos através do uso de um sistema ótico que, com uma lente, consegue colocar a transformada num plano onde se encontra um filtro de fourier - este plano é ampliado e fotografado para análise das transformadas de fourier dos objetos.

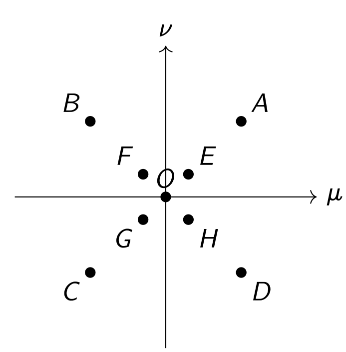
1.2 Coordenadas no Espaço de Fourier

Na montagem experimental utilizada temos duas lentes: uma lente de ampliação e uma lente de fourier: a lente de fourier é colocada depois do objeto e tem como objetivo colocar a transformada de fourier do objeto num plano perto da lente de modo a que depois o possamos observar; No plano focal da lente de fourier, ou seja, onde se pode observar a transformada de fourier do objeto, colocamos um filtro de fourier que possui 3 círculos ajustáveis para poder tapar o ponto central mais intenso. Por fim, seguidamente ao filtro de fourier, colocamos a segunda lente, uma lente de ampliação: esta lente é colocada de modo a que a imagem de fourier no filtro fique no plano focal da lente de ampliação. Colocamos ainda, depois da lente de ampliação, a câmara CCD que irá captar a imagem final - a distância entre a câmara CCD e a lente de ampliação é menor que a distância focal da mesma lente ao filtro de fourier, de modo a que a imagem final seja ampliada.

Assim, o filtro de fourier encontra-se no plano focal da lente de fourier. É no filtro de fourier que conseguimos observar a transformada de fourier do objeto formada pela lente de fourier. A relação entre as coordenadas no espaço de fourier (μ, ν) e as frequências espaciais do objeto que estamos a observar (ν_x, ν_y) é dada pelas seguintes equações:

$$\begin{cases} \mu = \lambda f \nu_x \\ \nu = \lambda f \nu_y \end{cases}$$

Onde f é a distância focal. Se tivermos um objeto do qual estamos a ver a transformada de fourier então ν_x e ν_y são as, respetivamente, a frequência do objeto ao longo do eixo x e do eixo y. Podemos perceber que, à medida que a frequência espacial aumenta numa dada direção, a coordenada no espaço de fourier aumenta na mesma direção - pontos correspondentes a maiores frequências espaciais encontram-se mais afastados do centro do filtro de fourier.



Note-se que na figura acima o ponto O corresponde ao centro do filtro que contém normalmente luz intensa e indesejada. Os pontos A, B, C e D correspondem a frequências espaciais mais altas que as dos pontos E, F, G e H uma vez que estão mais afastados do centro, ou seja, têm valores de μ e ν maiores.

1.3 Redes de Difração

Uma rede de difração tem múltiplas frequências espaciais próprias: todas as combinações periódicas de riscas formam uma frequência espacial diferente: a frequência própria mais alta de uma rede difração é aquelas que corresponde ao padrão com todas as riscas. Por outro lado, a menor frequência corresponde ao padrão com apenas a primeira e a última risca: assim, a imagem de fourier de uma rede de difração é um conjunto concêntrico de pontos, sendo que à medida que nos afastamos do centro, a frequência espacial responsável pelo ponto é maior.

1.4 Relação Matemática

As transformadas de fourier óticas que observamos são descritas matematicamente pela transformada de fourier de um conjunto de funções 2D. Se a nossa imagem for descrita pelo gráfico de uma função $f(x,y)$, então a sua transformada de fourier é dada por:

$$\mathcal{F}(f(x,y))(\mu,\nu) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(x,y)e^{-2\pi i(\mu x+\nu y)}dxdy$$

O imagem de fourier é então o gráfico da função $\mathcal{F}(f(x,y))(\mu,\nu)$ no plano (μ,ν).

Em adição, como já vimos anteriormente, a relação entre as coordenadas no espaço de fourier (μ,ν) e as frequências espaciais de um padrão do objeto na direção x e y (ν_x,ν_y) é dada por:

$$\begin{cases} \mu = \lambda f \nu_x \\ \nu = \lambda f \nu_y \end{cases}$$

2 Procedimento Experimental