

Estudio y Simulación del Efecto de Speckle

JAIME DÍEZ GONZÁLEZ-PARDO

Universidad de Cantabria
Fotónica

16 de diciembre de 2018

Resumen

Se ha simulado un espejo formado por pequeños espejos más pequeños con forma hexagonal y diferente fase cada uno, para tratar de estudiar el fenómeno de Speckle. En una primera parte se han simulado tres espejos diferentes: uno formado por un único espejo sin fase, otro formado por pupilas del tamaño del espejo grande, y otro en el que las pupilas eran más pequeñas que el espejo grande. Para los dos primeros casos se ha obtenido la mancha de Airy, con algunas diferencias. Sin embargo en el tercer caso se ha obtenido un patrón de Speckle. Por último se ha tratado de recomponer una imagen a la que se le ha aplicado diferencias aleatorias en su fase a partir del fenómeno de Speckle.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la interferometría Speckle consiste en el análisis del patrón de intensidades producidas por diferentes frentes de onda coherentes pero con diferencias de fases.

El caso más claro de este fenómeno se encuentra a la hora de tratar de observar las estrellas. Los frentes de onda esféricos emitidos por la estrella y que llegan a la Tierra en forma de frentes de onda planos de igual fase, debido a la gran distancia de la Tierra a la estrella, sufre un cambio de fase diferente en cada uno de sus puntos debido al efecto de la atmósfera en el frente de onda. Esto produce que al tratar de observar la imagen de la estrella, se obtenga el patrón propio al Speckle.

Una de las formas de corregir dicho efecto es mediante la utilización de pequeños espejos que forman una lente mayor para capturar la imagen, a los cuales se les induce una determinada inclinación que altera la fase del frente de onda corrigiendo el patrón.

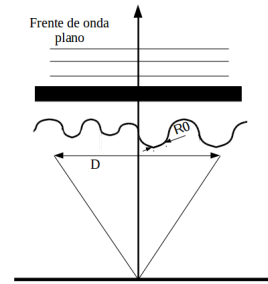


Figura 1: Esquema del sistema simulado para estudiar el efecto Speckle. En la imagen D corresponde al tamaño de la lente o Espejo del telescopio y $R0$ a la aproximación del frente de onda aleatorio en la cuál el frente de onda es constante y se puede aplicar la corrección.

Para el caso de un foco puntual, si no hubiese cambios en la fase se debería obtener la mancha de Airy. Para el efecto de Speckle se pueden obtener también diferentes aproximaciones a este patrón en función de D y r_0 :

$$\begin{aligned} D/r_0 >> 1 &\rightarrow \text{Imagen} \neq \text{Airy} \\ D/r_0 << 1 &\rightarrow \text{Imagen} = \text{Airy} \end{aligned} \quad (1)$$

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El estudio del efecto Speckle producido por diferencias en la fase del frente de onda se ha realizado mediante una simulación a partir del código [1] escrito por el alumno en el lenguaje Python.

Para crear cada uno de los espejos o pupilas se ha utilizado una clase llamada Espejo que crea los espejos teniendo en cuenta el tamaño del campo, el tamaño del espejo o pupila, forma del espejo, curvatura e inclinación. La forma utilizada para las pupilas pequeñas ha sido la de un hexágono, ya que ésta te permite poder cubrir todo el espacio sin dejar huecos, la forma del espejo grande ha sido circular En

el apéndice A se muestra como se ha obtenido la matriz para el espejo grande.

3. RESULTADOS

TEXTO

4. DISCUSIÓN

TEXT

5. CONCLUSIONES

TEXTO

A. OBTENCIÓN DEL ESPEJO

Para $(\sqrt{k^2 + j^2} = r_{k,j}) < R$:

$$Espejo_{k,j} = 1 \cdot e^{i \cdot crv \cdot r_{k,j}} \cdot e^{i \cdot (tip \cdot r_k + tilt \cdot r_j)} \quad (2)$$

Para $(\sqrt{k^2 + j^2} = r_{k,j}) = R$:

$$Espejo_{k,j} = 0,5 \cdot e^{i \cdot crv \cdot r_{k,j}} \cdot e^{i \cdot (tip \cdot r_k + tilt \cdot r_j)} \quad (3)$$

Siendo (k, j) las coordenadas (x, y) de la matriz, $r_{k,j}$ el radio de esas coordenadas respecto al centro de la matriz, R el radio del espejo, crv la curvatura, tip la inclinación respecto al eje X y $tilt$ la inclinación respecto al eje Y .

REFERENCIAS

- [1] Jaime Díez González-Pardo. Resonadorsim. <https://github.com/Jaimedgp/Last-Course-University/tree/master/Fotonica/Speckle>. Script: Main.py.