



## Simulador de Aberraciones Ópticas Primarias en Java

A. Arias<sup>1</sup>, D. Aristizabal<sup>1</sup>, R. Castañeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de física – Universidad Nacional de Colombia, AA 3840 Medellín, Colombia

Recibido 23 de Oct. 2007; Aceptado 6 de Mar. 2009; Publicado en línea 30 de Abr. 2009

### Resumen

Se desarrolla un software que añade aberraciones ópticas (esférica, coma, astigmatismo y distorsión) a imágenes que son importadas por un usuario. La funcionalidad del software es lograda mediante la implementación de la librería JAI (Java Advanced Imaging). La operación del programa es sencilla y agradable visualmente. El usuario escoge los porcentajes de participación de las aberraciones que acompañarán la imagen original e igualmente puede mejorar la calidad de la imagen original por medio de la modificación del brillo y contraste. Desde el punto de vista de la óptica, el software simula una lente con las aberraciones seleccionadas que opera sobre una imagen importada, tomada como objeto, y puede entregar imágenes alrededor del plano de mejor enfoque. Las aberraciones son inducidas por la adición de fases envueltas con formas definidas (estas fases pueden ser visualizadas por el usuario), a la fase de la imagen importada. Además, se ha construido un tutorial en internet acerca de la operación del software y la teoría de aberraciones ópticas desde la difracción.

**Palabras claves:** Java, librería JAI, aberraciones ópticas, difracción.

### Abstract

In this report we developed software that it adds primary optical aberrations to imported images by user. The software functionality is achieved by means of the implementation of the library JAI (Java Advanced Imaging). The program's operation is simple and visually nice. The user chooses the percentages of participation of aberrations that will accompany the original image and equally the user could improve the quality of original image by mean of the modification of shine and contrast. From optical view point, the software simulates a lens with choosed aberrations that it operates on imported image, taken as the object, and it can to deliver images around the best focus plane. The aberrations are induced by by the addition of phases with definied shapes (these phases can be visualized by the user), to the phase of the imported image. An online tutorial has been constructed about the software's operation and the optical aberrations theory from the diffraction.

**Key Words:** Java, JAI library, optical aberrations, diffraction.

©2009 Revista Colombiana de física. Todos los derechos reservados.

### 1. Introducción

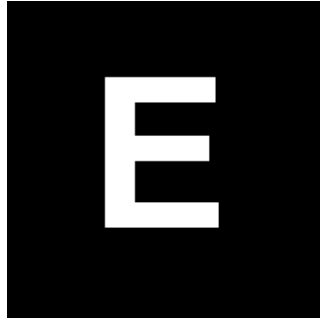
El estudio de las aberraciones ópticas desde la difracción ha tomado importancia en los últimos quince años con la evolución de instrumentos como los aberrómetros aplicados a la visión. Esta aplicación interactiva permite observar el efecto de las aberraciones primarias sobre imágenes extendidas con iluminación coherente. La web [augustoariasgalle-go.googlepages.com](http://augustoariasgalle-go.googlepages.com) suministra un pequeño tutorial sobre aberraciones ópticas y operación del software.

### 2 Consideraciones teóricas

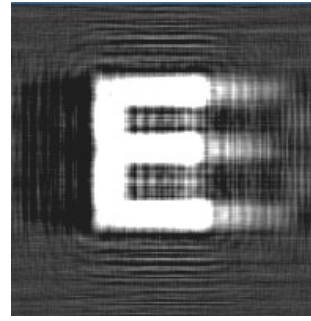
La formación de imágenes por lentes se puede modelar apoyándose en los procesos ópticos de difracción y transferencia (ver Fig. 1).

La difracción es la propagación del campo óptico en los medios vecinos a la lente, es decir, entre los planos O - L, y L - I. Esta propagación puede ser computada utilizando el método de la transformada de Fresnel (FTM), el cual consiste en adicionar una fase cuadrática (inducir un frente de onda esférico divergente al campo propagado) y luego

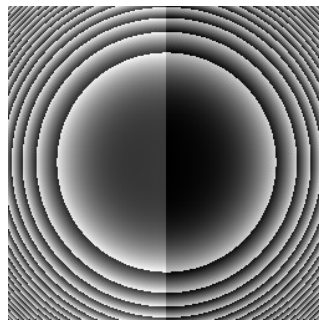




**Fig.3** Imagen seleccionada y mejorada



**Fig.4** Imagen con aberración esférica y distorsión horizontal positiva (con mejoras).



**Fig.5** Fase envuelta adicionada a la imagen

### 3. Operación del programa, resultados y conclusiones

El Simulador de aberraciones ópticas VI sigue el procedimiento mostrado en la Fig. 2 para producir imágenes aberradas, de acuerdo con las consideraciones anteriores sobre  $d_0$ ,  $d_i$  y  $f$ . El instructivo de operación del usuario es: elección de la imagen (en formatos como: \*.jpg, \*.bmp, \*.gif, \*.tiff, \*.png), luego se escoge la longitud de onda y los coeficientes (en  $\mu\text{m}$ ) de participación de cada aberración. Los coeficientes están limitados de forma tal que no se produzca aliasing en el muestreo de la fase. Luego de realizar los cálculos y se dispone a visualización del usuario la imagen aberrada y la fase calculada (que se construye como una imagen). Ver ejemplos en la Fig. 3, 4 y 5.

En conclusión, la librería JAI y la programación orientada a objetos, permiten manipular correctamente las imágenes de forma cómoda mediante las instancias de varias clases. Los resultados (no expuestos en este informe) se ajustan a los reportados en [1], aplicados a un sistema lineal isoplanático. Incluir todas las aberraciones basadas en polinomios de Zernike, y reproducirlas con luz no coherente, es una tarea que se realizará próximamente.

### Conclusiones

Nuestro método nos permite calcular los valores propios y funciones propias de cualquier tipo de superficie, y puede ser extendido a tres dimensiones. Lo cual puede ser usado para calcular frecuencias de resonancia de estructuras complejas.

### Referencias

- [1] Born, M., y E. Wolf, *Principles of Optics*, Pergamon, Oxford, 1970.