

# Inpainting: Revisión de métodos y algoritmos

Daniel Acuña U.

**Abstract**—La restauración de imágenes es una antigua práctica que ha ido tomando mayor relevancia en la actualidad con la aparición de las fotografías y redes sociales. El inpainting consiste en completar partes de una imagen dañada y la eliminación de zonas no deseadas. En este artículo se muestran los principales métodos de inpainting utilizados, analizando sus ventajas y desventajas.

**Index Terms**—Inpainting, Image Processing.

## I. INTRODUCTION

**L**a reconstrucción de partes de una imagen de forma indetectable se conoce como Impainting. El inpainting puede ser utilizado para reconstruir zonas dañadas o quitar objetos indeseados como se observan en la figura [1]. Frente a diversas investigaciones referentes al tema podemos clasificarlas en dos grandes grupos.



Noisy Image(Image denoising) Image with black spot(image inpaintir



Fig. 1. Ejemplo de imágenes mejorables con inpainting.

El primer grupo es inpainting basado en difusión de la imagen. Este tipo de inpainting rellena agujeros de la imagen mediante el uso de ecuaciones diferenciales parciales. Es un método que funciona bien cuando los agujeros son pequeños y/o el contorno del agujero consiste en estructuras sencillas como líneas y curvas bien delimitadas.

El segundo grupo es inpainting basado en reconocimiento de similitudes en la imagen. Consiste en considerar otras regiones de la imagen, reconocer patrones de su textura mediante una descripción estadística y luego replicarla en la zona que se desea reconstruir de una nueva forma o copiarla y pegarla directamente.

En este artículo se muestran los principales métodos de inpainting utilizados, analizando sus ventajas y desventajas.

## II. MÉTODOS

### A. Difusión por Ecuaciones diferenciales parciales

El concepto fue introducido por Bertalmio [2]. Utiliza un modelo anisótropo que propaga los lapacianos de la imagen en el contorno del agujero hacia el interior como:

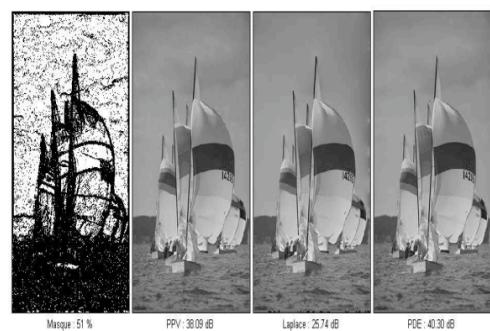
$$\frac{\partial I}{\partial t} = \lambda_1 I_{v1v1} + \lambda_2 I_{v2v2} \quad (1)$$

Donde  $I_{v1v1}$  y  $I_{v2v2}$  corresponden a los lapacianos de la imagen considerando las direcciones  $v1$  y  $v2$  determinados por la forma local de la imagen. Los pesos  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  se determinan por los flujos de calor de la imagen en las direcciones respectivas. La ecuación es aplicada en cada canal por separado. El algoritmo numérico que determina las intensidades de la imagen al interior del agujero se conoce como [3]:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \nabla(\Delta I)\Delta I^T \quad (2)$$

que al hacerse nulo determina los lapacianos constantes de la imagen (no varían en esas direcciones). En otras palabras, la información de la imagen disponible en el contorno del agujero se propaga hacia el interior conservando las direcciones isotrópicas.

Este tipo de inpainting ha ido desarrollándose y obteniendo algunas variaciones. En el artículo [4] implementaron este método para reconstruir la imagen de un barco con el 50% de información como se muestra en la figura.



(a) Image restauration of Boat with 50% of the total information

Fig. 2. Imagen reconstruida por difusión.

Una ventaja es la rapidez y que no requiere bases de datos. Una desventaja es que para regiones muy grandes con texturas distintas a los bordes el método no funciona bien [5].



Fig. 3. Imagen mal reconstruida por difusión.

### B. Multi-resolution Image

Se trata de un algoritmo recursivo [6]. Se divide el pedazo de imagen dañado en rectángulos de  $n \times n$ . Cada rectángulo es caracterizado estadísticamente por la varianza y el promedio de sus colores. En consideración de sus parámetros estadísticos, si se comporta similar se promedia con la vecindad y si no, ese rectángulo se vuelve a sub-dividir. En la condición final se promedia con la vecindad. Una ventaja es respecto al uso de derivadas parciales es que funciona con regiones más grandes, sin embargo es más lento debido a su recursividad.

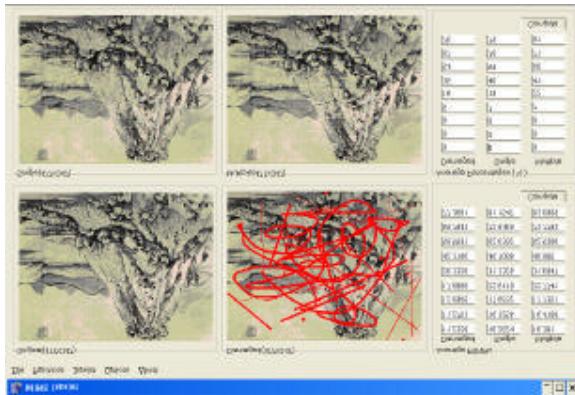


Fig. 4. Imagen reconstruida por algoritmo Multi-resolution. [6]

### C. Búsqueda de imágenes similares

En este método se compara la imagen dañada con otras imágenes similares sin considerar el área que se desea reconstruir. El área se reconstruye copiando y pegando el área correspondiente de la mejor imagen encontrada. Una ventaja es que permite reconstruir grandes áreas con texturas complejas. Una desventaja es que requiere de una base de datos considerablemente grande y de calidad.

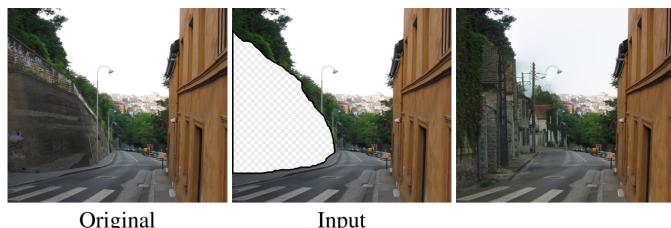


Fig. 5. Imagen reconstruida por [7]

### D. Combinaciones de Métodos

Existen un grupo de algoritmos [8] [9] [10] que realizan inpainting bajo dos conceptos: reconstruir textura y reconstruir estructuras. De este modo se cumplen las desventajas de cada método. La ventaja de estas combinaciones es que se obtiene un sistema más robusto de inpainting, sin embargo es más costoso computacionalmente y más lento.

## III. CONCLUSION

En este artículo se describen a grandes rasgos tres principales métodos de inpainting: Difusión por Ecuaciones diferenciales parciales, Multi-resolution Image y Búsqueda de imágenes similares. Se logra identificar sus ventajas y desventajas relativas a los demás métodos.

El tipo de algoritmo recomendado a utilizar dependerá del contexto en que se requiera aplicar, principalmente si debe ser instantáneo como puede ser una transmisión en vivo o se cuenta con mayor tiempo de procesamiento. Se menciona además una familia de métodos mixtos de inpainting que pueden ser la alternativa de conseguir mayores ventajas de las que posee cada método por separado.

## REFERENCES

- [1] P. Patel, A. Prajapati, and S. Mishra, "Review of different inpainting algorithms," *International Journal of Computer Applications*, vol. 59, pp. 30–34, 12 2012.
- [2] V. C. M. Bertalmio, G. Sapiro and C. Ballester, "Image inpainting, siggraph 2000," vol. 13, 06 2000, pp. 417–424.
- [3] C. Guillemot and O. Le Meur, "Image inpainting : Overview and recent advances," *Signal Processing Magazine, IEEE*, vol. 31, pp. 127–144, 01 2014.
- [4] M. C. E. G. E. D. J. L. Oumar Niang, Abdoulaye Thioune, "Partial differential equation-based approach for empirical mode decomposition: Application on image analysis." *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 21, pp. 1057–1149, 09 2012.
- [5] H. Grossauer, "A combined pde and texture synthesis approach to inpainting," vol. 3022, 05 2004, pp. 214–224.
- [6] T. Shih, L.-C. Lu, Y.-H. Wang, and R.-C. Chang, "Multi-resolution image inpainting," 08 2003, pp. I – 485.
- [7] J. Hays and A. A. Efros, "Scene completion using millions of photographs," *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2007)*, vol. 26, no. 3, 2007.
- [8] R. T. Pushpalwar and S. H. Bhandari, "Image inpainting approaches - a review," in *2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC)*, 2016, pp. 340–345.
- [9] M. Ishi, "A review on image inpainting to restore image," *IOSR Journal of Computer Engineering*, vol. 13, pp. 08–13, 01 2013.
- [10] P. A. Domadia and P. K. Gautam, "An effective and efficient techniques of image inpainting: A review," *International Journal of Computer Applications*, vol. 112, pp. 29–32, 2015.