

I. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En primera instancia, se realizó una investigación acerca del estado del arte de este problema que se busca resolver. Este tema es extensivamente explicado en *Image inpainting: Overview and recent advances* por Christine Guillemot y Olivier Le Meur [?].

I-A. Definición del problema de inpainting

En primer lugar se procede a definir matemáticamente el problema que en este trabajo se aspira a resolver.

Una imagen I puede definirse de la siguiente manera

$$I(\vec{x}) : R^n \rightarrow R^m \quad (1)$$

Donde I es una función que mapea un pixel $\vec{x} = (x, y)$ a un color R^m . Como la imagen es bidimensional, $n = 2$, y utilizando un esquema RGB se tiene $m = 3$.

En el problema de inpainting se entiende que la imagen I fue degradada por un operador M , lo cual genera una imagen nueva F que tiene la imagen con algunos píxeles cambiados (que pertenecen a una región U conocida). Se suele escribir entonces:

$$F = M(I) \quad (2)$$

Lo que se busca en principio es reconstruir la imagen original I a partir de F conociendo M (qué píxeles fueron removidos y se quieren reconstruir). Este problema en el sentido estricto no tiene solución, se suele decir entonces que no es un problema bien definido con una única solución. Entonces el objetivo es lograr una aproximación de I (llamémosla I') que logre ser lo más parecida posible a I .

Otra consecuencia de este mal condicionamiento del problema es cómo definir el éxito a partir de I' y de F . Dado que se desconoce la imagen original I , que sería el resultado ideal, no existe una métrica cuantitativa que determine la calidad de una reconstrucción dada, y por lo tanto se debe recurrir a evaluaciones subjetivas. En general, lo que se espera como resultado es una imagen que parezca físicamente plausible, y que parezca natural al ojo humano.

I-B. Primeras ideas

Existen una gran variedad de técnicas para afrontar el problema. Dentro de todas ellas se distinguen dos subgrupos principales, que son los métodos basados en difusión, y los métodos basados en ejemplares. Como no existe ninguna ventaja determinante de una variante y la otra en este trabajo práctico se procedió a investigar ambas familias de métodos. Acorde al tipo de imagen puede ser más conveniente un método u otro, incluso en algunos casos se puede usar una mezcla de ambos.

I-B1. Métodos basados en difusión: La primera categoría de métodos se denomina difusión, y la idea fundamental proviene de propagar información con restricciones usando ecuaciones diferenciales parciales. La idea consiste en mediante una ecuación propagar sobre la región U con píxeles cambiados (del exterior al interior) información que permita reconstruirla de una manera acorde. En este método juega

un papel fundamental qué ecuación utilizar para realizar la propagación, en particular sobre qué direcciones propagar más, y sobre cuáles menos. En general este método suele dar resultados de mayor efectividad cuando la imagen tiende a tener patrones homogéneos sin cambios de textura muy abruptos. Más adelante se describirá una variante del método con mayor detalle.

I-B2. Métodos basados en ejemplares: Una segunda categoría de métodos para resolver el problema de inpainting se basa en asumir que la imagen I posee ciertas probabilidades de estacionariedad y auto similaridad entre sus distintas regiones. Partiendo de este supuesto, se procede a rellenar la parte de la imagen que falta a partir del uso de ejemplares, o parches, de la región que se tiene.

Estos métodos, entonces, tienen a grandes rasgos dos criterios a desarrollar:

- cómo elegir por qué sección del contorno se comienza a rellenar, o qué región debe rellenarse a continuación
- cómo elegir el parche con el cual se rellenará dicha región

I-B3. Métodos híbridos: De los dos métodos vistos hasta ahora, basados en difusión o en ejemplares, ninguno es claramente superior al otro para todos los casos, sino que en ciertas circunstancias puede funcionar mejor uno o el otro.

En líneas generales, con los métodos basados en difusión se obtienen buenos resultados para huecos pequeños y esparsamente distribuidos. Lo mismo aplica para estructuras con bordes definidos. Por otro lado, los métodos basados en ejemplares funcionan bien para regiones con texturas o patrones regulares.

Como es razonable esperar que una imagen tenga tanto estructuras como texturas, surge una familia de algoritmos que busca aprovechar las ventajas de ambos métodos según corresponda. Se los conoce, por lo tanto, como métodos híbridos.

A grandes rasgos, existen dos formas de implementar esta idea:

- identificar qué partes de la imagen corresponden a estructuras y qué partes a texturas, rellenar por difusión o por ejemplares según corresponda, y combinar los resultados obtenidos
- combinar ambos métodos mediante el uso de una única función de energía (más allá del alcance de este trabajo)