

TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DIGITAL PARA REDUCCIÓN DE VOLUMEN HOLOGRÁFICO

César Antonio Hoyos Peláez
Universidad de Antioquia
cantonio.hoyos@udea.edu.com
Medellín, Antioquia

Resumen

Uno de los grandes problemas al trabajar con holografía es el almacenamiento masivo de información, pues esto dificulta procesos de envío y recepción. El manejo eficiente de datos holográficos ya ha sido abordado mediante diferentes técnicas de compresión digital y óptica. En este proyecto, presentaremos dos técnicas de compresión utilizando el lenguaje de programación Python.

1. Introducción

La compresión digital es una rama de la computación y óptica que se basa en algunos principios de estas ciencias para realizar un proceso de reducción de volumen holográfico, esto permite al usuario una mayor facilidad en la manipulación de los datos. La holografía

permite el registro de amplitud y fase de un campo óptico. La intensidad también conocida como holograma, en general se compone de franjas de interferencia que normalmente no son visibles al ojo humano debido a su alta frecuencia; por lo general, el holograma es almacenado en un medio de registro digital. Este medio registra la interferencia entre una onda de referencia y una onda transmitida o reflejada por un objeto. En este proyecto presentamos dos técnicas de compresión: cuantización y escalado óptico[1].

2. Metodología

2.1. Generación de Hologramas y obtención del DCO

Hay dos formas de generar hologramas computacionalmente:

2.1.1. Generación de un holograma simulando un sistema experimental

La primera forma de generar hologramas, es simulando un sistema experimental de holografía de Fourier fuera de eje[3]. En primer lugar se carga el objeto $2D$ y se multiplica por una máscara de fase aleatoria, el resultado de esta operación es lo que se conoce como objeto difuso. Luego, se crea una ventana de un tamaño relativamente grande al objeto tal que en un lado pueda poner el objeto y en el otro extremo a la misma distancia del centro pueda ubicar la fuente puntual. Al realizar una transformada de Fourier se obtiene el holograma.

Si se realiza una transformada de Fourier sobre el holograma se obtiene el campo objeto con términos redundantes, estos términos deben ser filtrados. Finalmente, una tercera transformada de Fourier lleva al DCO(dato de campo óptico)[1].

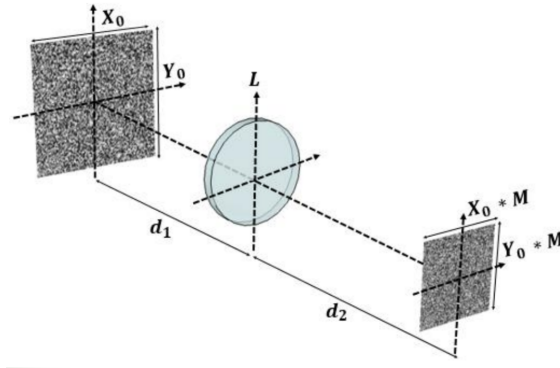


Figura 1: Técnica de compresión Escalado óptico

2.1.2. Generación de hologramas digitalmente

El siguiente método para generar hologramas digitalmente tiene mayores ventajas que el anterior, ya que se puede cargar objetos de mayor tamaño dado que no deben ser ubicados en una ventana que contiene una fuente puntual.

En primer lugar se debe obtener el objeto difuso, a este se le introduce en una ventana del doble de su tamaño para evitar réplicas periódicas, después se le hace una transformada de fourier inversa obteniendo así el DCO.

2.2. Técnica de compresión óptica: Escalado Óptico

El proceso de escalado óptico representado en la figura 1 consta de un sistema óptico virtual que utiliza una lente convergente para escalar o magnificar el dato filtrado. En esta misma figura, d_1 representa la distancia objeto y d_2 la distancia imagen. Es necesario que haya una demagnificación (es decir $M < 1$) para que haya una reducción de volumen holográfico[1].

Al fijar los parámetros en la simulación, se toma la ventana que contiene el campo objeto se utiliza propagador de fresnel para propagar una distancia d_1 , se multiplica por la fase de la lente y se propaga una distancia d_2 . Al realizar una transformada de Fourier sobre lo obtenido se consigue el DCO escalado. Después, se aplica el proceso de escalado inverso, que consta en invertir las distancias de propagación y realizar el mismo proceso. Finalmente se hace una reconstrucción[2].

2.3. Técnica de compresión digital: Cuantización

El proceso de cuantización de una imagen es un proceso de redondeo entre los diferentes valores de dos arreglos veamos: Para 8 bits se tiene 256 valores de intensidad:

$$[0, 1, 2, 3, \dots, 254, 255] \quad (1)$$

Para 4 bits se tiene 16 valores de intensidad posibles, pero el intervalo es el mismo que en el de 8 bits, es decir, de 0 a 255:

$$[0, 17, 34, 51, \dots, 238, 255] \quad (2)$$

Lo importante es crear un algoritmo tal que los valores de la lista (1) se conviertan en valores de la lista (2), esto es aplicado sobre la amplitud y fase del DCO. En este caso el DCO mantiene su tamaño original. Para conocer el número de divisiones para reducir la profundidad de bits se usa la siguiente expresión $s = 2^{bits}[4]$.

Resultados: comparación de las diferentes técnicas.

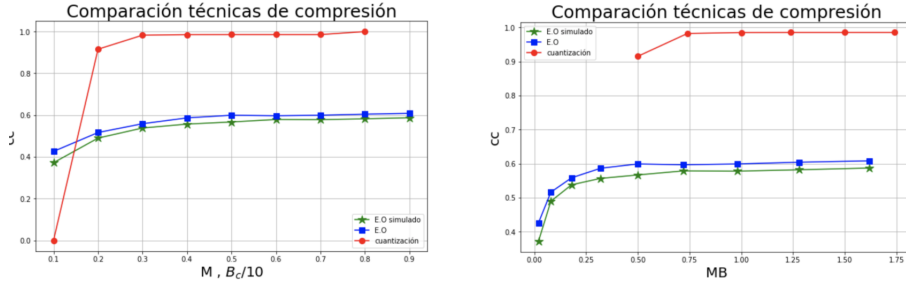


Figura 2: Gráficas coeficiente de correlación en términos de la magnificación y el volumen de datos

3. Resultados

En la figura 2 se puede notar en primera parte que la técnica de cuantización es la mejor para comprimir imágenes en términos de conservar la imagen original. Además, se puede ver que el escalado óptico permite una mayor reducción de volumen que la técnica de cuantización. Para mejorar el coeficiente de correlación entre imágenes en el escalado óptico, se deben cargar objetos con un tamaño mayor en el lenguaje de programación python.

En la figura 3 se combinan las dos técnicas para comprimir imágenes. Podemos notar que las imagenes superiores solo estan magnificadas, mientras las imagenes inferiores se le añade cuantización al escalado óptico. Aunque las imagenes se ven visiblemente hay una clara diferencia de volumen entre ellas.

4. Conclusiones

- Los datos presentados muestran que el mejor método para comprimir imágenes, en términos de conservar la resolución de esta, es el método de compresión por cuantización de imágenes.
- La técnica de compresión escalado óptico es la que presenta mayor reducción en el volumen de holográfico. Sin embargo, a mayor reducción de volumen holográfico se pierde la resolución del objeto de entrada.
- En la cuantización se presenta un ruido aleatorio debido al muestreo que se hace al cambiar la profundidad de bits.
- La demagnificación en la técnica de E.O es proporcional a la pérdida de resolución en la imagen.

5. Referencias

[1]Trejos S 2017 Procesamiento de múltiples datos y compresión de información por medio de técnicas ópticas análogo-digitales, Universidad de Antioquia.

[2]Gómez EM 2019 Reducción de volumen de información holográfica usando métodos ópticos-digitales, Universidad de Antioquia.

[3]Vélez A, Barrera JF, Trejos S, Tebaldi M, Torroba R 2016 Optical field data compression by optodigital means J. opt 18 125701.

Resultados: combinación E.O y cuantización

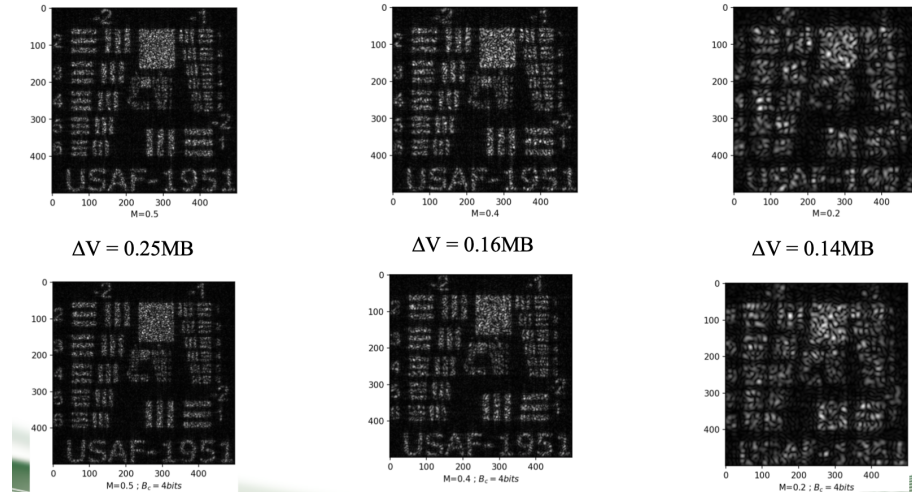


Figura 3: Combinación técnica E.O y cuantización.

[4]Pandey N, Henelly B 2011 Quantization noise and its reduction in lensless Fourier digital holography J.opt 134120.