

MAS 450/854: formación de imágenes holográficas – material de prácticas

PRÁCTICA 8: TRANSFERENCIA DE ARCO IRIS

Introducción:

Dado que una imagen holográfica se desplaza del plano del holograma, esta se vuelve cada vez más borrosa y con un aspecto más espectral. Esto se puede interpretar como la *dispersión* espectral de una placa de la zona de Fresnel fuera de eje, o como la *mezcla* espectral de una variedad de perspectivas de un objeto, que difieren debido al paralaje de la imagen. Si el haz de iluminación está inclinado verticalmente, esa mezcla se da entre visiones de una perspectiva vertical que difiere. Si se puede eliminar de la imagen el paralaje vertical, esta borrosidad queda descartada y la imagen se vuelve nítida (al menos en segundo orden). Por consiguiente, el principio central de una transferencia “de arco iris” es la eliminación de paralaje vertical en la imagen real proyectada que sirve como un objeto para el H2, que se convierte en el holograma “de transmisión de luz blanca”, más conocido como holograma “de arco iris”.

La eliminación de paralaje vertical se consigue utilizando únicamente una franja horizontal estrecha del holograma maestro, el H1, para proyectar la imagen real al H2. En primer lugar, se “abre” el H1 utilizando cinta adhesiva, quizás de color negro. Para reducir la luz que se desaprovecha, se reemplaza la lente esférica que diverge su haz de proyección / iluminación por una lente cilíndrica (con su eje vertical al marco) que distribuye el haz a un abanico horizontal al marco que rellena justamente la rendija de apertura.

El haz de referencia debe estar inclinado desde abajo para anticipar la iluminación superior. Generalmente, esto es un problema debido a la opacidad de las tablas sobre las que normalmente residen los montajes del holograma (aunque los hológrafos inteligentes han tenido éxito a la hora de distribuir periscopios de espejo para que se den haces superiores). Preferimos llevar a cabo el experimento de forma diferente, de tal forma que el haz de referencia se puede realizar horizontalmente oblicuo, paralelo al plano de la parte superior de la tabla y evitar así la necesidad de emplear espejos después del filtro espacial. Esto quiere decir que la apertura de franja del H1 es ahora vertical, está iluminada por un haz verticalmente superpuesto. Por consiguiente, las referencias a “arriba”, “abajo”, “la parte izquierda de la imagen”, etc., se vuelven bastante confusas, a menos que se impongan reglas semánticas estrictas. Me ha resultado útil adoptar un sistema de coordenadas, cuyo centro es el objeto o el holograma, que es invariable ante las rotaciones del experimento. Cuando se haga referencia a las ubicaciones o direcciones, tal y como aparecerán en el holograma final presentado y encuadrado (en oposición a las direcciones en la tabla), refiérase a ellas, por ejemplo, como “izquierda del marco” o “arriba del marco”. Le animamos a experimentar con sus propios nombres idiosincráticos de coordenadas con centro en el objeto, si es que su imaginación le lleva por ese camino.

La lectura óptica de dicho holograma de paralaje horizontal únicamente depende mucho de las leyes de difracción y de enfoque, por lo que el diseño expuesto debe prepararse previamente con un mayor cuidado que en el caso de transferencias de apertura total o del plano de la imagen. En particular, la separación del H1 y el H2 durante la exposición de la transferencia es generalmente mayor que la utilizada para la transferencia de apertura total, acercándose a la distancia de visión que se pretende. Para este experimento, utilizará la

misma placa maestra que en la práctica anterior, que se construyó para producir el espaciado deseado. Si todo esto funciona, su holograma de arco iris será óptimo para alguna distancia de visión apropiada, probablemente una distancia cercana a los 500 mm. Aunque su placa maestra no funcione demasiado bien, siga adelante y espere otra oportunidad para generar una placa maestra con la ayuda de cálculos más precisos.

Procedimientos experimentales:

1. Realice un esquema de la geometría de transferencia según las instrucciones de su ayudante técnico. Ésta es similar al caso de apertura total, excepto en la sustitución de una lente cilíndrica en el haz de proyección y la eliminación de la lente colimada. Fije los soportes de las placas maestra y de transferencia como hizo anteriormente, haciendo todo lo posible para seleccionar una parte de la imagen que le proporcione una separación entre el H1 y el H2 de unos 350 mm. (14”).
2. Retire el objetivo del microscopio del haz de proyección y pruebe la placa maestra con el haz puro no divergente ajustando el espejo de dirección o el divisor de haces. Observe la imagen real proyectada sobre una cartulina blanca en el plano del H2, tomando nota de la cantidad de movimiento entre los puntos de la imagen a diferentes profundidades. Seleccione una perspectiva vertical (de la parte superior del marco a la parte inferior de éste) que le agrade y estudie el juego de la perspectiva horizontal (de la parte izquierda del marco a la parte derecha de éste).
3. Inserte una lente cilíndrica en el lugar donde se encontraba antes el objetivo del microscopio. El eje largo debería ser horizontal a través del haz, para distribuir el haz de forma vertical e iluminar la franja del H1. Es posible que haya diferentes lentes que puedan probarse para llenar la placa con un haz razonablemente uniforme sin llegar a sobrellenarla de forma tan excesiva que se desperdicie luz. A menudo, utilizamos tubos de ensayo de diferentes diámetros que se rellenan con aceite, xileno, etc., así como varillas de vidrio y lentes. Manipule la lente con cuidado y elija un área de trabajo limpia sobre la lente, de tal forma que se produzca un haz de proyección suave y uniforme. Estudie la imagen real que se ha producido ahora sobre la cartulina blanca. ¿El plano que está enfocado es el mismo que en el primer paso? ¿Qué son las rayas brillantes? Verifique que esta imagen incluye la visión de perspectiva que deseaba y tape con cinta adhesiva negra el área de la placa no utilizada para bloquear la luz parásita. (Se puede aumentar la anchura de la utilizando una lente cilíndrica débil cruzada (eje vertical) en la parte superior de la lente fuerte y los suficientemente alejada como para superponerse a sus focos, si es que hay tiempo).
4. Introduzca un haz de referencia desde la distancia más lejana posible. Si la placa maestra “hace sombra” excesivamente a la placa de transferencia, es posible que sea necesario cortar algún trozo de la placa que no se utilice, para así acercar más el borde del soporte de la placa a la raya. El H2 debería “estar frente por frente” del H1 (su perpendicular debería apuntar cerca de la rendija iluminada y *no* dividir los ángulos del objeto y del haz de referencia), con el lado de la emulsión hacia fuera (si durante el proceso la emulsión se contrae de forma drástica, se debería girar la perpendicular unos grados en dirección al haz de referencia). Marque la “esquina superior derecha”, por ejemplo con una raya o arañazo en la emulsión.

5. Ajuste el ratio del haz, de tal forma que las rayas sean solamente visibles contra el haz de referencia al ser vistas sobre una cartulina blanca. Realice una exposición para proporcionar un holograma bien blanqueado, procese tal y como le describe su ayudante técnico (si tiene tiempo, pruebe diferentes procesos sobre diferentes placas, especialmente para comprobar los efectos de la contracción).

6. Estudie el holograma procesado y secado con una luz láser para ver las imágenes real y virtual de la rendija del H1. Sitúe sus ojos en la imagen real de la rendija del H1 para observar la imagen del objeto en el H2. Ilumine el H2 con una fuente del tipo puntual de luz blanca y observe la imagen real dispersa de forma espectral de la rendija del H1. De nuevo, sitúe sus ojos en esa imagen real y observe la imagen del objeto. Calcule el tamaño de la zona de visión del “arco iris” que se ha producido. Compruebe cualquier distorsión de la imagen, a medida que se mueve hacia arriba y abajo y hacia delante y atrás para disfrutar la tridimensionalidad de la imagen del holograma. Calcule la profundidad de campo (sin mancha) de la imagen que ve.