

ESTEREOGRAMAS DE OBJETOS EN MOVIMIENTO MEDIANTE "SPECKLE" MODULADO

N. Bolognini*, R. Duchowicz, L. Scaffardi y M. Trivi**

Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, CC 124, 1900 La Plata

La holografía es una técnica corrientemente utilizada en el registro de imágenes tridimensionales de objetos que se encuentran tanto en reposo como en movimiento. Sin embargo, la realización de estereogramas por técnicas de "speckle", como el propuesto en este trabajo, está justificada al tener en consideración el exceso de información normalmente presente en holografía, así como las limitaciones de la visión.

La utilización de un láser de colorante pulsado coherente y de energía suficiente permite la obtención de estereogramas de objetos en movimiento. El par estereográfico es logrado al registrar simultáneamente dos perspectivas levemente diferentes sobre una película. Mediante un sistema de polarizadores adecuadamente colocados y una pupila compuesta por dos sectores circulares se logra una imagen formada por un registro de "speckle" modulados, que al ser iluminada en la reconstrucción, conservan una selectividad angular que permite visualizar en forma independiente ambas perspectivas de la imagen real.

INTRODUCCION

El muestreo de datos en forma tridimensional (3-D) constituye una herramienta útil en muchos dispositivos ópticos¹. Estos pueden clasificarse en holográficos y no holográficos. Normalmente, la cantidad de información almacenada en un holograma es muy grande. En este trabajo, se propone la utilización de la técnica de estereogramas por "speckle" para el registro de objetos en movimiento. Si bien la holografía es la técnica comúnmente utilizada como herramienta para el análisis y exhibición de dicho fenómeno, la técnica de estereogramas por "speckle" está justificada, si tenemos en cuenta la redundancia de información normalmente presente en holografía y las serias limitaciones de la visión humana^{2,5}.

Las bases del principio estereoscópico están sustentadas en la selección de dos perspectivas diferentes de un mismo objeto 3-D, las cuales son observadas independientemente por cada ojo. Este par de imágenes debe satisfacer la condición de paralaje horizontal, es decir las imágenes deben corresponder a aquellas normalmente obtenidas por visión directa del objeto por el ojo izquierdo y derecho, respectivamente. Dado que ésta es la principal condición para la percepción 3-D, una imagen 3-D es observada aún si otras condiciones, como un enfoque o un factor de escala adecuado, no son totalmente cumplidas.

METODO

Entre los métodos no-holográficos, se ha desarrollado un método óptico para almacenar sobre un mismo registro perspectivas diferentes de una escena 3-D, el que fue utilizado en diversas aplicaciones⁶. Basicamente, utiliza un registro "speckle" como portador, para producir la direccionalidad requerida por difracción. De esta manera, el estereograma posee un mecanismo de reconstrucción intrínseco, y la imagen estereo puede ser observada con casi cualquier fuente extensa de luz blanca. El portador es producido usando luz coherente, y con un sistema formador de imagen cuya pupila consiste de una apertura de doble abanico (dos sectores circulares opuestos por el vértice). Entonces, cada patrón de speckle imagen contiene un restringido rango de componentes espectrales, de manera que cuando los granos de speckle registrados son iluminados con luz blanca, sólo puede ser observado dentro de un ángulo sólido determinado, lo que produce la debida direccionalidad. Cada imagen diferente, correspondiente a diferentes puntos de vista de un objeto 3-D, es registrada con una doble orientación de la pupila abanico. El ángulo de rotación de la pupila debe reproducir las condiciones estereoscópicas, o sea que a cierta distancia cada ojo observe la imagen que le corresponde de la escena a dicha distancia.

Para obtener un par estereoscópico, es necesario registrar dos perspectivas diferentes del objeto en movimiento simultáneamente, en un mismo registro (fig. 1). Un objeto difusor móvil fue iluminado con un pulso desde un láser pulsado. Dos perspectivas diferentes del objeto en movimiento fueron

* Investigador CONICET, docente Universidad Nacional de La Plata

** Investigador CIC

registradas al mismo tiempo. Dichas imágenes fueron obtenidas insertando dos espejos M_1 y M_2 entre el objeto y la lente L . El ángulo α formado por los espejos debe ser seleccionado de manera que cada perspectiva del objeto satisfaga la condición de disparidad. También, mediante la ubicación sobre cada espejo de un polaroid tal como se observa la figura, las imágenes poseen estados de polarización cruzados.

La pupila P ubicada sobre la lente, consistente de dos doble sectores circulares, está provista también de láminas polaroid. Dado que los polarizadores tienen sus ejes de polarización cruzados, logramos evitar interferencia de luz proveniente de sectores diferentes. La imagen de cada perspectiva del objeto "congelada" por el pulso láser es formada por un solo sector circular. Consecuentemente, los dos patrones speckle imágenes son almacenados simultáneamente e independientemente sobre la placa H . Mantenemos, de esta manera, la modulación espacial de todo el patrón speckle, preservando la selectividad angular de la luz difractada en la etapa de decodificación. Sin embargo, como la lente es iluminada por luz reflejada en ambos espejos, esto impone una limitación

sobre el tamaño del objeto, es decir, deben ser utilizados pequeños campos objeto.

Como fuente coherente fue utilizado un láser de colorante (Rodamina 6G) excitado por lámpara de flash (Cromatix CMX-4). La longitud de onda de excitación fue 600 nm, con un ancho de pulso de

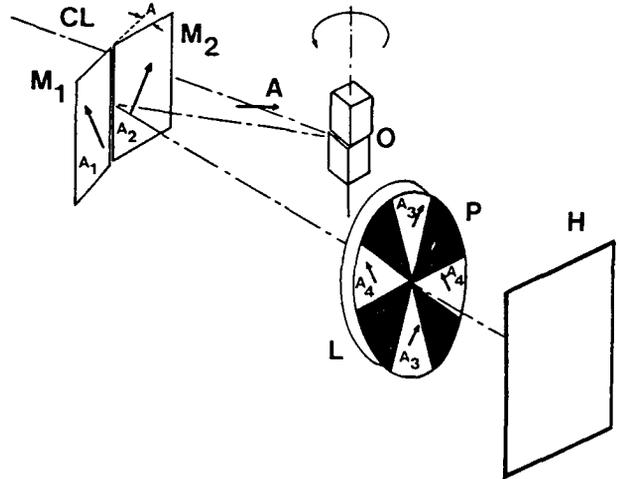


Figura 1: Método para el registro.

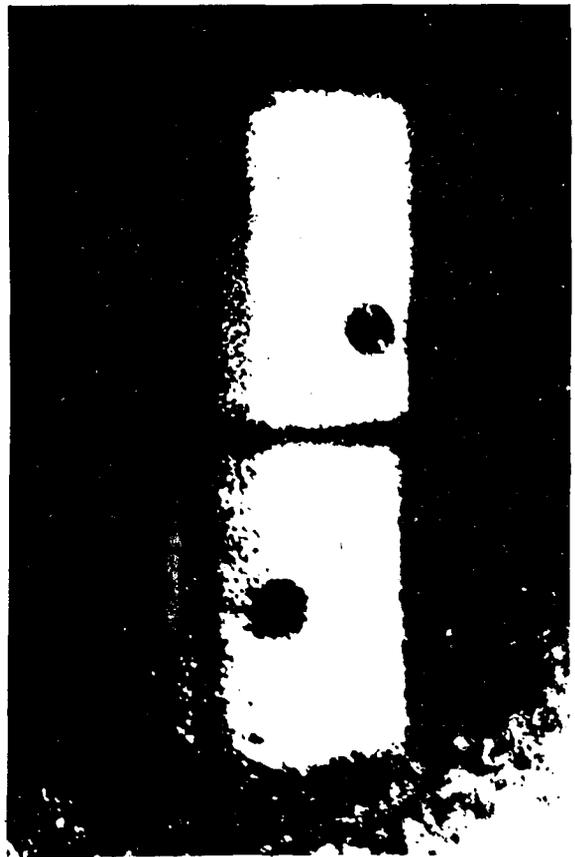
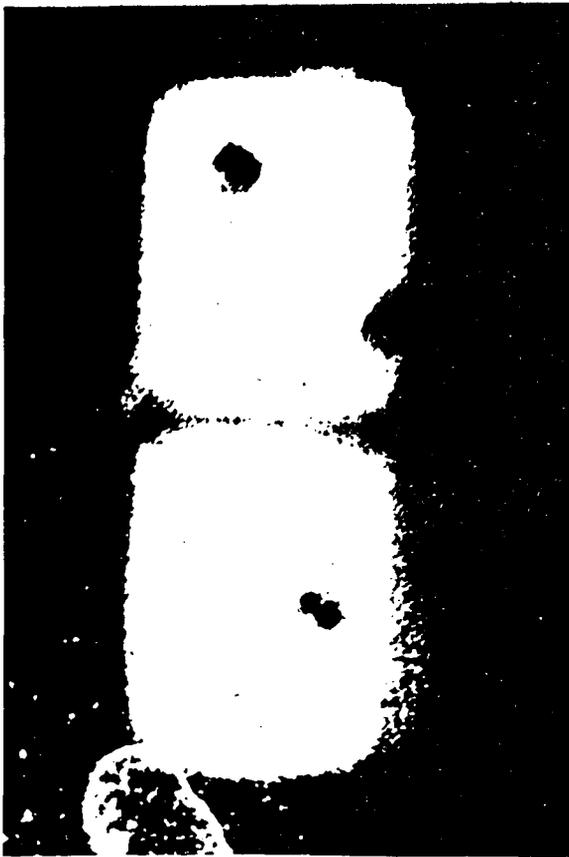


Figura 2: Imágenes reconstruidas desde un estereograma.

$\Delta t = 0.8 \mu s$. La energía por pulso fue cercana a 1 mJ. El objeto (dos dados) fue montado sobre una plataforma que giraba a 50 revoluciones por segundo.

Este trabajo fue realizado bajo la asistencia del PID N° 0812 del CONICET.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La figura 2 muestra las imágenes reconstruidas desde un estereograma y corresponden a los dos puntos de vista registrados de un objeto rotante 3-D. La etapa de decodificación o reconstrucción fue realizada con una fuente extensa incoherente. Cada punto de la fuente produce una distribución de luz similar, pero desplazada, la cual suma su contribución en intensidad, resultando una distribución de luz uniforme. La vista (b) presenta una pupila efectiva mas reducida que la vista (a). Sin embargo, el efecto no es detectado por el observador al fusionar las imágenes.

La calidad de la imagen 3-D reconstruída bajo estas condiciones experimentales es similar a la obtenida en condiciones estáticas. Sin embargo, el ancho temporal del pulso impone un límite a la velocidad angular del objeto móvil si se desea obtener una buena eficiencia de difracción en la etapa de reconstrucción. La técnica presentada muestra ser adecuada para el registro y reconstrucción de imágenes 3-D de objetos en movimiento, fundamentalmente, cuando sólo es necesaria percepción de profundidad.

REFERENCIAS

1. J. Ebbeni and A. Monfils, Eds., Three-dimensional imaging, Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng. 402 (1983)
2. H. J. Rabal, E. E. Sicre, N. Bolognini, R. Arizaga and M. Garavaglia, "Stereograms Through a Speckle Carrier", Appl. Opt. 22, 881 (1983)
3. M. Trivi, N. Bolognini, E. E. Sicre, H. J. Rabal and Garavaglia, "Color Storage and Gray Level Pseudocoloring using a Speckle Carrier", Appl. Opt. 23, 341 (1984)
4. M. Trivi, H. J. Rabal, N. Bolognini, E. E. Sicre and M. Garavaglia, "Three-Dimensional Display Through Speckle Stereograms", Appl. Opt. 25, 3776 (1986)
5. M. Trivi and N. Bolognini. "Three-Dimensional Display Through Stereograms: a Single Exposure Method", Appl. Opt. In press.
6. M. Trivi, E. E. Sicre, H. J. Rabal and M. Garavaglia. "Three-Dimensional Display Through Speckle Pattern Recording: Information Content and Storage Requirements", Appl. Opt. 26, 2703 (1987)