

PSEUDOCOLOREADO DE NIVELES DE GRIS EN TIEMPO REAL

S. I. Grosz*, L. M. Zerbino**, y N. Bolognini**

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

El pseudocoloreado consiste en asignar colores arbitrario a los niveles de gris de una imagen blanco y negro. La importancia de esta operación se basa en la mayor eficiencia de la visión humana para distinguir colores que niveles de gris^{1, 3}.

En esta comunicación se propone un nuevo método de pseudocoloreado que emplea cristales fotorrefractivos^{4, 5} e iluminación incoherente o coherente. La imagen pseudocoloreada se obtiene mediante la superposición de una imagen directa (en la longitud de onda λ_1) y una imagen de contraste invertido (en la longitud de onda λ_2). Esta última imagen es producida al leer con λ_2 un cristal BSO polarizado en el cual se registró una imagen del objeto original con λ_1 . Esta imagen induce birrefringencia en el cristal debido al efecto fotorrefractivo y una apropiada orientación de polarizadores produce la inversión de contraste. Los resultados experimentales fueron obtenidos con luz blanca filtrada en $\lambda_1 = 5200 \text{ \AA}$ (registro) y $\lambda_2 = 6350 \text{ \AA}$ (lectura) ($\Delta\lambda = 100 \text{ \AA}$). Se empleó un voltaje de polarización de 6 kV.

DESARROLLO

En esta comunicación se propone un nuevo método de pseudocoloreado que emplea un cristal fotorrefractivo polarizado mediante un voltaje aplicado entre sus caras.

El arreglo experimental utilizado está esquematizado en la Figura 1. La transparencia cuyos niveles de gris se desea pseudocolorear se ubica en el plano π_1 y se la ilumina con luz monocromática (λ_1) de la fuente S_1 mediante la lente L_1 . La lente L_2 conjuga el plano π_1 con los planos π_2 y π_2' mediante los divisores de haz BS_1 y BS_2 . Simultáneamente, la lente L_2 conjuga los planos π_2 y π_2' (por reflexión en el espejo M) con el plano π_3 .

La imagen registrada en el cristal BSO (plano π_2) es leída con luz monocromática (λ_2) proveniente de la fuente S_2 mediante la lente L_3 y el polarizador P_3 . Los polarizadores P_1 y P_2 tienen sus ejes paralelos y la lámina de cuarto de onda forma un ángulo de 45° entre su eje óptico y los de los polarizadores. De esta manera, la imagen reflejada en la cara del cristal BSO no llega al plano π_3 , mientras que la imagen reflejada en el espejo M sí lo hace. La imagen registrada en el cristal induce birrefringencia debido al efecto fotorrefractivo. Así con una orientación apropiada de P_3 , se genera una imagen de contraste invertido en el plano π_3 mediante la lente L_2 cuando se lee la imagen almacenada en el

cristal con λ_2 . De esta manera, la imagen reflejada de contraste directo λ_1 , superpuesta con la imagen fotorrefractiva inducida de contraste invertido, conforman en el plano π_3 una imagen pseudocoloreada de la transparencia original.

Teniendo en cuenta que la birrefringencia inducida depende, a través del campo de cargas espaciales, de la iluminación de registro λ_1 y del voltaje aplicado, la selección de la gama de colores resultantes se hará a partir de una adecuada combinación de tales parámetros.

Puede utilizarse también un dispositivo simplificado que no incluye ni el separador de haz BS_2 ni el espejo M ni el polarizador P_1 . En este caso, la que provee la imagen de contraste directo es la reflexión sobre la superficie del cristal (plano π_4). La

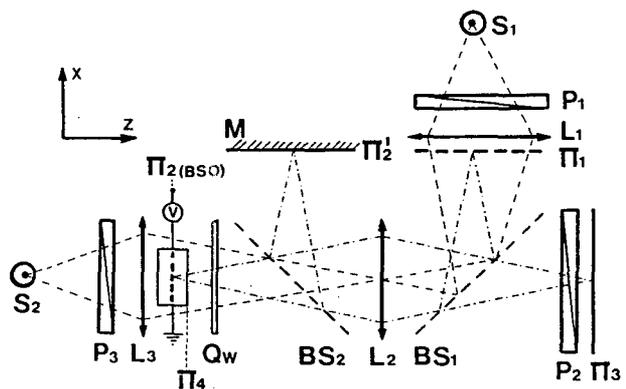


Figura 1: Esquema del dispositivo experimental utilizado para el pseudocoloreado de niveles de gris en tiempo real con cristales BSO.

* Becario de la CIC

** Investigador del CONICET. Docente Universidad Nacional de La Plata

simplificación trae aparejada, por una parte, que la ecualización dependa del coeficiente de reflexión del cristal y, por otra parte, que se manifieste un desenfoque debido a la falta de coincidencia entre los planos π_2 y π_4 . El arreglo de polarizadores del dispositivo de la Figura 1 garantiza justamente la eliminación de esa imagen parásita desenfocada que estaría superpuesta a la imagen enfocada que se forma en plano π_3 .

Se realizaron experiencias con iluminación monocromática espacialmente incoherente tanto para el registro como para la lectura. Las fuentes S_1 y S_2 eran lámparas de luz blanca con filtros de color centrados en $\lambda_1 = 5200 \text{ \AA}$ y $\lambda_2 = 6328 \text{ \AA}$ ($\Delta\lambda = 100 \text{ \AA}$). El cristal BSO de dimensiones $L_x = L_y = 10\text{mm}$, $L_z = 3\text{mm}$ provisto por SUMITOMO se sometía a un voltaje externo de aproximadamente 6 kV. En el plano π_1 se colocaron transparencias que contenían diferentes niveles de gris. La resolución espacial anisotrópica de los cristales BSO para diferentes orientaciones de una red^{6,7} se puso de manifiesto en la degradación del pseudocoloreado y la falta de nitidez de las fronteras de las áreas con diferente transmitancia, a medida que las transparencias se rotaban de manera que las redes formarían ángulos cada vez menores con la dirección del campo externo aplicado. Cuando las redes objeto se orientaron en dirección perpendicular al campo externo las imágenes pseudocoloreadas presentaron su mayor contraste y mejor calidad en la gama del rojo al verde.

También se obtuvieron resultados altamente satisfactorios con transparencias conteniendo distribuciones bidimensionales de áreas con diferente transmitancia.

Evidentemente la operación de pseudocoloreado

realizada es independiente del grado de coherencia de la luz empleada y podrían esperarse resultados similares utilizando iluminación coherente.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten prever la utilidad de esta técnica de pseudocoloreado. Sus principales ventajas son su funcionamiento en "tiempo real", la posibilidad de elegir la gama de colores mezcla y el hecho de no necesitar un procesamiento previo de las transparencias objeto.

Este trabajo ha sido realizado en el marco del PID N° 3147200/88 del CONICET.

REFERENCIAS

1. F. T. S. Yu, X. X. Chen and T. H. Chao., *J. Optica* 15, 55 (1964).
2. J. A. Mendez and J. Bescós, *J. Optics* 14, 69 (1983).
3. R. Arizaga, N. Bolognini, H. J. Rabal, E. E. Sircire and M. Garavaglia. *Opt. Commun.* 43, 12 (1982).
4. P. Gunter and H. J. Eichler. *Springer Proc. Phys* 18, 206 (1987).
5. A. Marrakchi, A. R. Tanguay Jr., J. Yu and D. Psaltis. *Opt. Engineering* 24, 124 (1985).
6. L. M. Zerbino and N. Bolognini. "Intrinsic spatial properties in BSO crystals". *Proc. of the "Optical Computing" realizado en Toulon, Francia, 1988. A ser editado por SPIE.*
7. S. I. Grosz, L. M. Zerbino y N. Bolognini. 73ª Reunión de la Asociación Física Argentina. Mar del Plata, Argentina, 1988.