

DISCRIMINACION DE LAS PARTES DINAMICAS DE UNA IMAGEN MEDIANTE CRISTALES FOTORREFRACTIVOS

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

Centro de Investigaciones Opticas, Comisión de Investigaciones Cientificas de la Provincia de Buenos Aires, CONICET, C.C.124, 1900 LaPlata.

La detección de las áreas que varían temporalmente en una imagen es muy importante en diversas aplicaciones del procesamiento óptico. El tiempo de respuesta fotorrefractivo del cristal BSO brinda la posibilidad de obtener una aproximación a la derivada direccional de una imagen en movimiento. El efecto se logra al superponer una imagen de contraste directo con una de contraste invertido proveniente del cristal y eliminar así en el resultado final las partes estáticas de la escena. El sistema óptico empleado en el registro y en la reconstrucción utiliza luz incoherente. Esto último es muy importante ya que el modo operativo puede asimilarse a un "novelty filter" (el cual opera por conjugación de fase y emplea luz coherente) pero con las ventajas propias de un procesador incoherente.

INTRODUCCION

La detección de las áreas que varían temporalmente en una imagen es muy importante en diversas aplicaciones del procesamiento óptico. El empleo de medios fotorrefractivos de registro es muy adecuado en este caso (1).

Así, basado en el mecanismo de intercambio de energía entre dos haces (objeto y referencia) que forman un holograma en un cristal fotorrefractivo, se ha implementado, un dispositivo conocido como "novelty filter" (filtro renovador). En él, una imagen está codificada espacialmente en uno de los haces. El cristal se orienta de forma tal que este haz transfiera, por acoplamiento, la mayor parte de su energía (y la imagen) al haz de referencia luego de atravesar el cristal. Si una parte de la imagen cambia en el tiempo, el intercambio de energía se ve perturbado momentáneamente y la parte del haz que ha experimentado la modificación, se transmite directamente, sin intercambio con el haz de referencia.

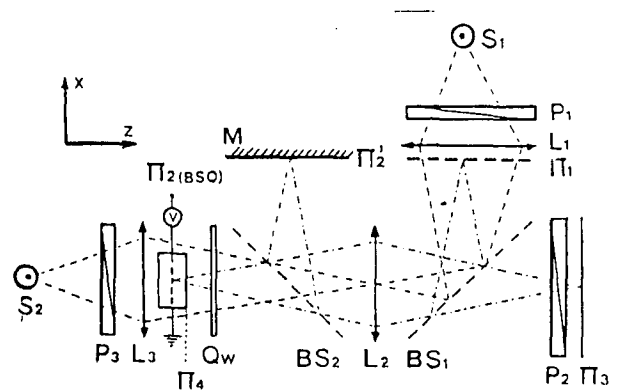
Esta parte dinámica de la imagen puede observarse con un monitor de video. Se han eliminado así las partes estáticas de la imagen. Otra versión de este filtro dinámico emplea conjugación de fase (2).

Se propone en esta comunicación un método que permite resaltar las partes dinámicas de una imagen y simultáneamente eliminar las partes estáticas, empleando un sistema óptico con iluminación incoherente.

Se destacan los aspectos operativos sin detallar la descripción de los cálculos teóricos que fundamentan el método.

DESCRIPCION DEL METODO

El arreglo experimental utilizado está esquematizado en la Figura.



La escena dinámica de entrada ubicada en el plano Π_1 es iluminada con luz incoherente de la fuente S_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 de salida Π_3 .

Supóngase que la escena de entrada es estática. La imagen registrada en el cristal BSO (plano Π_2) es leída con luz 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 Q_w forma un ángulo de 45°

* Becaria de la CICBA.

** Investigador del CONICET.

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 si 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. De esta forma, en el caso estático, la imagen reflejada en el espejo M de contraste directo, superpuesta con la imagen fotorrefractiva inducida de contraste invertido, conforman en el plano Π_3 una imagen uniforme. Es decir la superposición incoherente de la escena con contraste directo e invertido proporcionan en la salida un nivel uniforme de intensidad.

Considérese el caso de una escena de entrada en el plano Π_1 que consta de una parte estática y una parte que varía en el tiempo.

Según lo descrito más arriba, la parte estática en el plano de salida Π_3 , contribuirá con un nivel de intensidad uniforme. Es decir se han eliminado de la escena las partes que permanecen estáticas.

La parte dinámica de la imagen es leída mediante la fuente S_2 , pero debido al proceso fotorrefractivo que requiere de un tiempo finito de registro (*), tendrá un retraso temporal respecto a la parte dinámica de la imagen de contraste directo que refleja el espejo M. De esta forma, al superponerse ambas en el plano de salida Π_3 , se obtiene una buena aproximación de la derivada temporal de la imagen, sobre un fondo uniforme.

La ecuación diferencial que describe el comportamiento del campo de cargas inducidas E_{ce} en el cristal fotorrefractivo resulta:

$$\frac{\partial E_{ce}}{\partial t} = - C I(x,t) .$$

$$\cdot \left[E_{ce}(x,t) - \frac{1}{B} \int_0^B E_{ce}(x,t) dx + E_{ox} \right]$$

(*) Del orden de 10-50 mseg. para potencias de registro de 1-5 mvatios. para $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$.

donde B es el ancho del cristal en la dirección x, E_{ox} es el campo externo aplicado, $I(x,t)$ representa una escena unidimensional que evoluciona en el tiempo. La constante C contiene los parámetros del sistema (eficiencia cuántica del cristal, absorción, movilidad, tiempo de relajación y la energía fotónica de registro).

Es evidente que hay una cantidad de parámetros muy importante a ajustar, intrínsecos del cristal, así como del sistema óptico, los cuales permiten "sintonizar" la imagen de salida.

El conocimiento detallado de $E_{ce}(x,t)$ permitirá calcular la intensidad luminosa emergente (imagen reconstruida) del cristal y su estado de polarización.

CONCLUSIONES

El método propuesto facilita discriminar las partes dinámicas de una imagen independientemente del grado de coherencia de la luz empleada. Esto último es muy importante ya que el modo operativo puede asimilarse a un "novelty filter" pero con las ventajas propias de un procesador incoherente.

Se concluye que el tiempo de respuesta fotorrefractivo del cristal BSO brinda la posibilidad de obtener una imagen que evoluciona en el tiempo. El efecto se logra al superponer una imagen de contraste directo con una de contraste invertido, "retrasada", proveniente del cristal. Las partes estáticas se corresponden con un nivel de intensidad uniforme en la salida.

REFERENCIAS

1. J.A.Khoury, G.Hussain, R.W.Eason, Opt. Comm. Z1, 138 (1989).
2. D.Z.Anderson, D.M.Lininger, J.Feinberg, Opt. Lett. 12, 123 (1987).