

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE TEXTURA LOCALES EN MUESTRAS MATERIALES UTILIZANDO UN SISTEMA CAM INTERFEROMÉTRICO

Garzón J.⁽¹⁾, Plata A.⁽²⁾, Suárez M.⁽²⁾

Centro de Ciencia Básica.
Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín^[1]

Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales.
Universidad Industrial de Santander^[2]

RESUMEN

Se presenta un método para determinar algunos parámetros estadísticos de textura en muestras metalográficas utilizando técnicas óptico digitales basadas en un sistema CAM (*Computer-Assisting-Microscopy*) interferencial con iluminación monocromática. El método utiliza un microscopio metalográfico con un objetivo interferométrico tipo Mirau, sincronizado con un transductor piezoeléctrico y una cámara CCD. La idea básica consiste en comparar determinadas variables estadísticas calculadas a partir de la intensidad de modulación de los interferogramas de luz cuasi-monocromática en diferentes materiales. Este método tiene la ventaja de caracterizar el material en cuanto a la absorción y la capacidad de reflejar radiación de determinada longitud de onda.

ABSTRACT

A method to determine some statistical parameters of texture of material samples is presented, using an optic digital technical, which is based on a system CAM (*Computer-Assisting-Microscopy*) interferencial with monochrome illumination. The method uses a metallurgical microscope with an interferometric objective type Mirau, synchronized with a piezoelectric transducer and a camera CCD. The basic goal consists on comparing certain statistical variables calculated starting from the modulation intensity of the fringe patterns of quasi-monochrome light in different materials. This method has the advantage of characterizing the material as for the absorption and the capacity of reflecting radiation of certain wave longitude.

INTRODUCCIÓN

Un método importante para la descripción de materiales consiste en cuantificar su contenido de textura. Nosotros hemos centrado nuestro interés en calcular algunos parámetros estadísticos utilizando un sistema CAM. Interferométrico. En éste experimento se calcula la matriz de intensidad de modulación del interferograma de luz cuasi-monocromática, producido con un objetivo de microscopio tipo Mirau sobre una muestra plana y uniforme compuesta de material dieléctrico y metálico, A esta matriz se le calcula la matriz de co-ocurrencia del nivel de gris para detectar la presencia de un patrón de textura eligiendo un operador de posición apropiado.

^[1] PBX(094) 4159020. E-mail: jgarzonr@uis.edu.co

^[2] E-mail: aplata@uis.edu.co

INTERFERENCIA ÓPTICA

Cuando dos ondas parcialmente coherentes U_1 y U_2 se superponen, la intensidad promedio es^[1]:

$$I(x,y) = \langle |U_1 + U_2|^2 \rangle = a(x,y) + b(x,y)\cos[\phi(x,y)] \quad (1)$$

El segundo término del lado derecho representa la interferencia óptica y las funciones $a(x,y)$ y $b(x,y)$ (intensidad de modulación) representan irradiancias que surgen de las reflexiones y transmisiones del objeto.

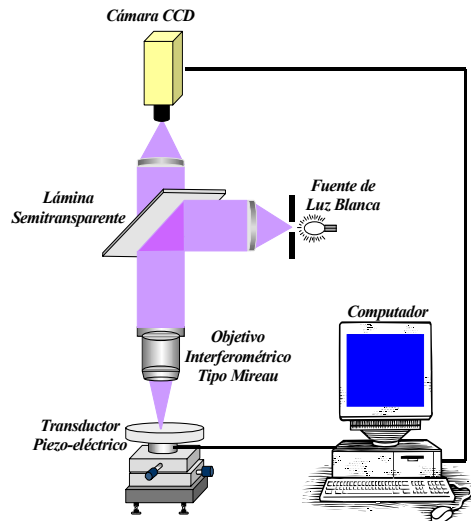
DESCRIPTORES ESTADÍSTICOS DE TEXTURA

Un método simple para describir la textura es trabajar con los momentos del histograma de una imagen, en nuestro caso, la imagen es la matriz $b(x,y)$. Este método no contiene información de las posiciones relativas entre píxeles. Para obtener esta información, definimos un operador de posición P (un píxel a la derecha y un píxel a la izquierda) que actúa, sobre $b(x,y)$, para producir una matriz A , cuyo elemento a_{ij} es el número de veces que aparecen puntos con el nivel de gris z_i en relación con los puntos de nivel de gris z_j . Luego se forma la matriz C (matriz de co-ocurrencia) dividiendo cada a_{ij} por el total de pares de puntos de la imagen que satisfacen P , por lo que cada elemento c_{ij} es un estimativo probabilístico de que un par de puntos que satisfacen P tengan valores (z_i, z_j) . Como C depende de P se puede determinar la presencia de un patrón de textura. Entonces, el análisis de C , establece la categoría de la textura de la región sobre la que se calculo C .

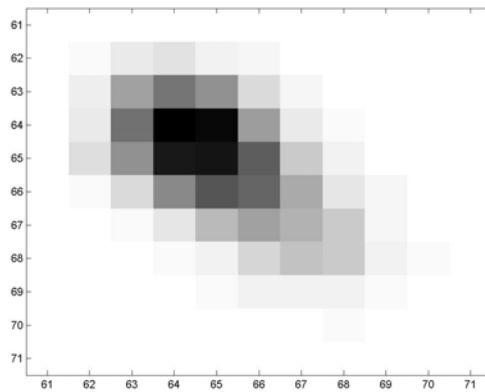
Un conjunto de descriptores^[2] útiles incluye el calculo de la máxima probabilidad (M.P.), el elemento momento diferencia de orden k (M.D.), el elemento momento diferencia inverso de orden k (M.D.I), la entropía (E.), y la uniformidad (U.), así como la media (M.), la desviación estándar (D.E.) y el coeficiente de variación (C.V.) para la intensidad de modulación.

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Para la obtención de $b(x,y)$, se utilizó el dispositivo mostrado en la Fig. 1.(a). Que consta de un microscopio Nikon por reflexión, con un objetivo interferométrico tipo Mirau de 20X (campo de observación: $309 \times 232 \mu\text{m}$), un transductor piezo-eléctrico donde se posiciona la muestra para realizar corrimientos de fase^[3] de $0, \pi/2, \pi, \text{ y } 3\pi/2$, y un sistema de adquisición de imágenes sincronizado con cada corrimiento de fase.



(a)



(b)

FIGURA 1. (a). Dispositivo Experimental. (b) Matriz de textura para una muestra de cobre iluminada con una fuente de longitud de onda de 657.6 nm.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

La matriz $b(x,y)$ fue calculada para tres longitudes de onda, utilizando muestras planas de cobre y vidrio. La matriz C fue calculada utilizando el operador P definido en la sección 3. La figura 1 (b), muestra el patrón de textura (matriz C) para la muestra de cobre iluminada con luz de 657.6 nm. La tabla 1 presenta el resumen de los resultados obtenidos para diferentes longitudes de onda aplicadas a las muestras de cobre vidrio sobre un campo de observación de $30.7 \times 30.7 \mu\text{m}$.

Longitud de Onda	$\lambda = 657.6 \text{ nm.}$		$\lambda = 528.9 \text{ nm.}$		$\lambda = 490.2 \text{ nm.}$	
	Vidrio	Cobre	Vidrio	Cobre	Vidrio	Cobre
M	23.9	66.11	16.36	37.34	7.28	16.48
D. E	1.29	1.75	1.4	1.95	1.88	2.11
C. V.	5.4 %	2.6%	8.7%	5.24%	2.58%	12.8%
Características de C.	Max: 35 Min: 18	Max: 71 Min: 61	Max: 21 Min: 8	Max: 41 Min: 29	Max: 14 Min: 1	Max: 23 Min: 9
	Dim. 18×18	Dim. 11×11	Dim. 14×14	Dim. 13×13	Dim. 14×14	Dim. 15×15
M. P.	12.34%	7.6%	9.0%	6.42%	5.21%	4.45%
M. D. k=1	9.07 e-3	5.34 e-2	7.05 e-3	4.33 e-2	9.07 e-3	2.83 e-2
M.D.I. k=1	5.27 e-3	1.02 e-2	5.95 e-3	1.94 e-2	-5.03 e-4	1.66 e-2
E.	1.34	1.52	1.49	1.61	1.72	1.78
U.	6.29 e-2	4.05 e-2	4.47 e-2	3.36 e-2	2.54 e-2	2.23 e-2

Tabla 1. Parámetros estadísticos de textura para muestras materiales iluminadas con diferente longitud de onda

CONCLUSIONES

Podemos concluir que los descriptores estadísticos de textura proporcionan un conjunto de valores característicos que permiten clasificar y distinguir un material de otros. Una región desconocida se determinaría por la exactitud con la cual sus descriptores concuerdan con los almacenados en la memoria de una base de datos.

REFERENCIAS

- [1].B. E. A. SALEH and M. C. TEICH. “*Fundamentals of Photonics*”. J. W. Goodman Editor. (1991).
- [2].GONZALEZ RAFAEL, WOODS RICHARD. “*Tratamiento Digital de Imágenes*”. Addison-Wesley Iberoamericana S.A. Wilmington, Delaware, E.U.A. 1996.
- [3].F. CHEN, G. M. BROWN, M. SONG. “Overview of Three-Dimensional Shape Measurement using Optical Methods”. *Opt. Eng.* 39(1), pp. 10-22. (2000).