

Visión 3-D de Rugosidades en Superficies, Bajo el principio de Imágenes de Sombras, en Aplicación Textil

Adalberto Gabriel Díaz

RESUMEN

En este trabajo, se presenta un algoritmo de adquisición y procesamiento de imágenes, para obtener información de aspectos topológicos de una superficie 3D, a partir de imágenes 2D, por medio del análisis del nivel de gris de los pequeños levantamientos en la superficie, cuando ésta es iluminada con fuentes de luz en dirección oblicua. En la superficie se aprecian: zonas de brillo correspondientes a las áreas de las superficies de levantamiento con pendientes frente a la fuente de iluminación y zonas de sombra correspondientes a los hundimientos de la superficie. Al obtener varias imágenes de la misma zona, con iluminaciones en lados opuestos y realizar operaciones con ellas, se obtiene información de la geometría y situación de los elementos de relieve, como elevaciones y profundidades de la superficie.

Con este principio se ha desarrollado un novedoso algoritmo para la detección de las situaciones y características de los hilos, en estructuras de tejidos planos, en el proceso de detección de fallos de tejido.

ABSTRACT

In this work, an acquisition and image processing algorithm is presented, to obtain information on the topology aspects of the 3D surface, starting from 2D images, by means of the gray level analysis of small risings in the surface, when it is lighted with obliquely directed sources. In the surface the following can be observed: bright areas correspond to uprising surfaces with slopes facing the lights and shaded areas correspond to sinking surfaces. When several images of the same area are obtained with lighting from various sources, information on the geometry and orientation of the relief elements, such as raisings and depths of the surface, can be computed.

With this principle, a novel algorithm has been developed for the detection of several topological cases and characteristics of threads, in structures of weaves planes, in the process of detection of weave shortcomings.

PALABRAS CLAVES

Iluminación / Sombras / Visión 3D / Inspección textil / Visión de relieve / Fallos textiles

KEY WORDS

Illumination / Shades / 3D vision / Textile inspection / Relief vision / Textile shortcomings

ADALBERTO GABRIEL DÍAZ

(Colombia) Doctor en Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Se desempeña como investigador y profesor del Departamento de Ingeniería de Producción de la Universidad EAFIT.
gdiáz@eafit.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Los conceptos de calidad, en superficies; tales como textiles; involucran aspectos tanto del diseño, como el mismo proceso del tejido. En el proceso de inspección consiste en hacer la verificación y validación de las características y parámetros visuales de calidad, comparándolas con los requisitos especificados, a fin de establecer su conformidad.

El problema de inspección textil, para efectos de control de calidad se hace en la mayoría de las fábricas en forma manual, exigiendo de parte de los inspectores una elevada concentración en la observación, la cual se realiza sobre las grandes extensiones de superficie de tejido; teniendo como consecuencias las relacionadas con el cansancio rápido del inspector, la no identificación de ciertos fallos, imparcialidad en la asignación de puntos ponderados, baja respuesta del inspector, errores humanos, etc.

En este trabajo se presentan algunos algoritmos de soluciones al problema de inspección y detección de fallos en el proceso del entramado textil, dirigido a aquellos aspectos observables visualmente.

2. SUPERFICIES DE RELIEVE

El estudio de los aspectos topológicos, relevantes de una superficie, en un proceso de inspección, corresponde a la obtención de información 3D, para lo cual existen muchos principios y tecnologías que se aplican para estos requerimientos.

La profundidad del objeto en un región de su superficie, está considerada como la distancia entre el punto más distante y el más cercano al centro focal de la cámara.

Considerando el caso de una superficie textil, donde las diferencias de altura debidas al levantamiento de los hilos se hacen despreciables respecto a las dimensiones de la geometría óptica y teniendo en cuenta, que las relaciones dimensionales entre la geometría del sistema óptico y la real profundidad de un punto de la región, respecto a la altura media de su superficie; hace ver que un sistema de visión estero de doble cámara no sea el más apropiado para la

inspección 3D de rugosidades de este tipo de superficies.

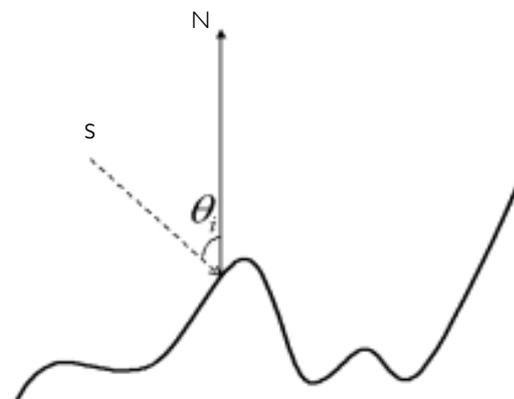
La descripción de la superficie, sobre aquellos aspectos que son claramente visibles con luz incidente y que se manifiestan en un levantamiento topográfico de la superficie, se hace con base en la información del levantamiento de un punto en una función $Z(x, y)$, su normalidad (n_x, n_y, n_z) , o como una superficie gradiente en (p, q) , donde es la rata de cambio en la profundidad en las direcciones (x, y) , o como una superficie inclinada ϕ y su giro θ .

3. ILUMINACIÓN

Los objetos que no presentan luz propia, son visibles gracias a la iluminación que se hace sobre ellos. Dependiendo de las propiedades físicas de las superficies y la geometría del sistema, se encuentran regiones (Zhang, 1999), (Darell, 1996) que al ser iluminadas presentan: zonas de reflexión total, conocidas como superficies especulares, si tienen un acabado metálico; zonas de reflexión difusa, conocidas como superficies Lambertianas; o zonas donde la incidencia de la luz corresponde a una porción de la fuente conocida como penumbra, o zonas donde la iluminación es totalmente nula debido a la fuente de luz, conocida como Umbra (Adelson, 1989), (Pentlnd, 1984).

Zona Lambertiana: La intensidad luminosa reflejada en una superficie Lambertiana, manifiesta características de brillo proporcionales a la cantidad de

FIGURA 1
Iluminación sobre una superficie



energía de la luz incidente, la absorción de luminosidad, el área del elemento de superficie, la rugosidad de la superficie dada por la probabilidad de distribución de las pendientes de pequeñas superficies, la posición y dirección de la fuente de luz.

Esta expresión se puede modelar como el producto de la intensidad de la luz A , con el factor de reflexión de la superficie ρ y la posición de las fuentes de luz S , así:

$$I_L = R = A\rho \cos\theta_i \quad (1)$$

$$I_L = A\rho \vec{N} \cdot \vec{S} \quad (2)$$

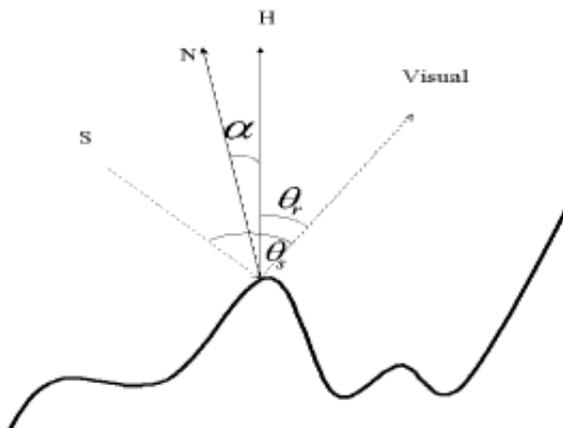
Donde R es la reflectancia y θ_i es el ángulo entre la normal a la superficie y la dirección de la fuente de luz.

Las zonas de specularidad (Zhang, 1999). Son las regiones de la superficie donde el ángulo de incidencia de la luz es igual al ángulo reflejado, definido por un pico y un lóbulo especular de reflexión. Un modelo simple de iluminación es:

$$I_s = B\delta(\theta_s - 2\theta_r) \quad (3)$$

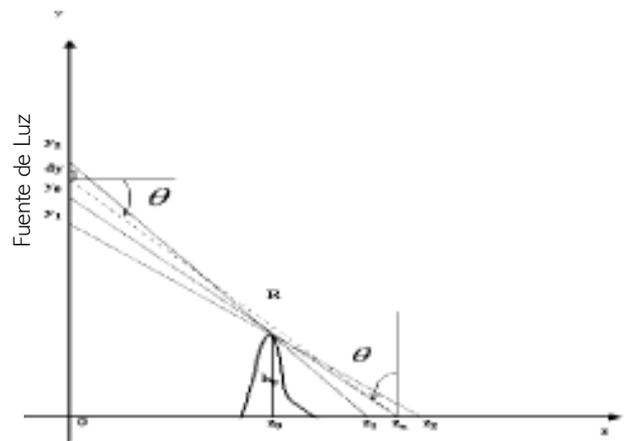
donde I_s es el brillo especular, B es la fuerza de la componente especular, θ_s es el ángulo entre la dirección de la fuente de luz y la dirección del eje de visión, θ_r es el ángulo entre la superficie normal y la dirección del eje de visión. Para superficies rugosas estas zonas son muy pequeñas tendiendo a la desaparición del efecto especular.

FIGURA 2
Geometría de iluminación y visión



Zona de Penumbra: Tiene una iluminación variable en el recorrido de la superficie debido a la porción de la fuente que alcanza a iluminar ese punto (Jiang, 1994) tal como se ilustra en la siguiente figura:

FIGURA 3
Geometría de Umbra y penumbra



La geometría de iluminaciones está definida por: h_o , como la altura del objeto, y es la fuente de luz extendida desde y_1 hasta y_2 , cuya penumbra proyecta desde z_1 hasta z_2 . La iluminación en un punto z_a de la penumbra está dada por la expresión:

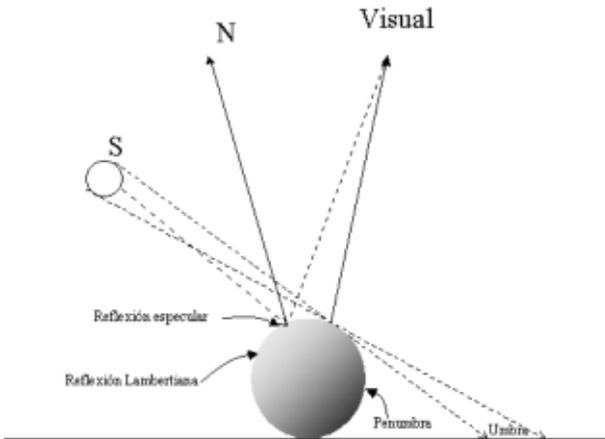
$$I(z_a) = \frac{L_0 z_a}{2} \left(\frac{1}{z_a^2 + y_0^2} - \frac{1}{z_a^2 + y_2^2} \right) \quad (4)$$

Si la fuente de luz tiende a ser puntual para una distancia alejada, su frente de onda es plano y prácticamente la zona de penumbra desaparece.

La zona de Umbra: Se da, si el ángulo que forma la fuente de luz y la normal a la superficie es mayor de 90 grados; esta superficie no recibe iluminación directa de la fuente, por lo tanto la superficie no genera ningún tipo de reflexión, siendo ésta una zona sin brillo, en la figura anterior proyecta desde z_0 hasta z_1 .

Resumiendo gráficamente las diferentes zonas de una superficie, al ser iluminadas por una misma fuente de luz se aprecia.

FIGURA 4
Zonas de iluminación de una superficie



Las zonas de reflexión especular se consideran despreciables, al considerar un gradiente alto de relieve de la superficies, es decir un acabado no metalizado. Si además la fuente de luz se encuentra muy distante de la superficie, generándose una iluminación paralela, las zonas de penumbra se pueden considerar también despreciables. Siendo solamente apreciables por el sistema de visión, las zonas reflexión lambertianas y las zona de umbra.

4. GEOMETRÍA DE SOMBRAS

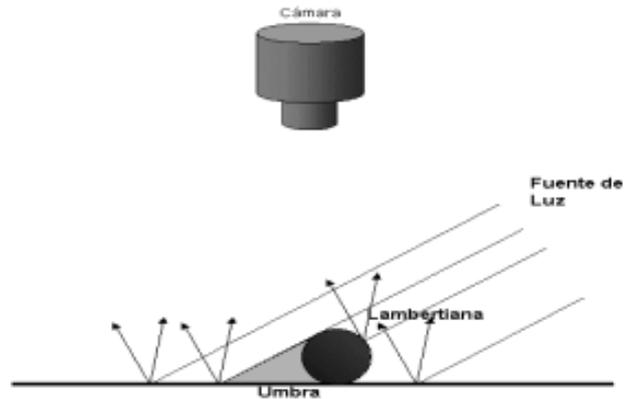
De acuerdo al análisis del sistema de iluminación sobre una superficie, se puede apreciar que la proyección de la Umbra, está relacionada con la altura topográfica de la montaña que la produce, respecto a la altura de la superficie que la recibe, como también el ángulo de altura de la fuente de luz.

La algorítmica del problema, está enfocada en conseguir información 3D acerca del levantamiento de los hilos en un tejido plano, a partir de imágenes 2D iluminadas con fuentes de luz en dirección oblicua.

El principio se define como: “**Visión de relieve por el Principio de Sombras**”, el cual permite modelar en una imagen, muchas de las características topográficas de su superficie (Fazekas, 1999), aplicando algoritmos de procesamiento en imágenes (Jiang,

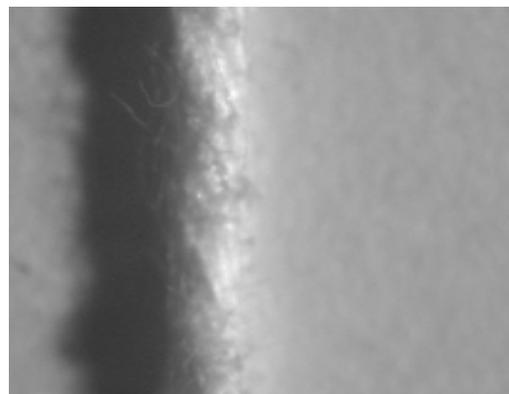
1992) que en su proceso de adquisición fueron iluminadas oblicuamente y donde los levantamientos del relieve se proyectan en sombras.

FIGURA 5
Sistema de visión con efecto de sombras



Al iluminar un hilo sobre una superficie, con lámparas en lados opuestos y en dirección oblicua al eje de la cámara (Abril, 2000); la imagen producida será la distribución de zonas de reflexión (lambertiana) (Pentland, 1984), (Oren, 1995b), (Nayar, 1995) en las superficies que dan de frente a la fuente de luz y zonas de sombras (Umbras) en las superficies profundas al lado opuesto de la fuente de luz (que forman cuencas) por el cambio en el levantamiento topográfico de los hilos.

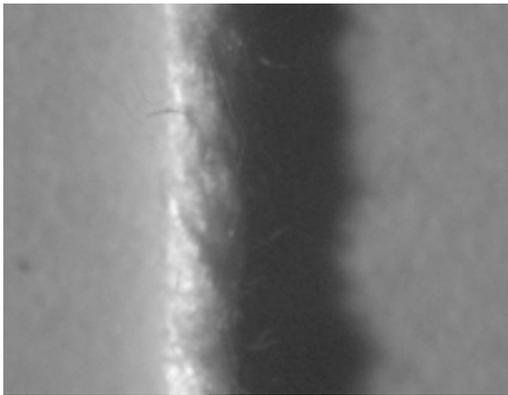
FIGURA 6
Iluminación derecha



Similarmente con otra imagen sobre el mismo objeto (hilo), iluminado desde el lado opuesto; se tienen dos

imágenes con sombras proyectadas por los levantamientos de las superficie, las cuales al operarlas contienen información de la geometría del hilo, tal como su existencia, su diámetro, su levantamiento sobre la superficie.

FIGURA 7
Iluminación izquierda

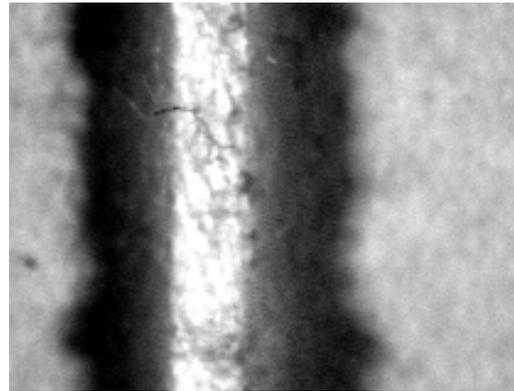


4.1.1 Suma de imágenes

La suma de las dos imágenes con sombras, las cuales han sido iluminadas en sentido opuesto es:

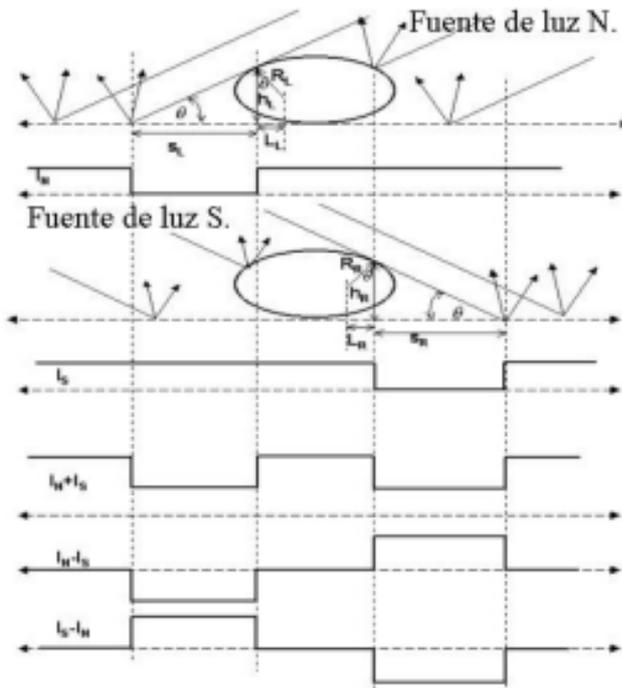
$$I_N + I_S .$$

FIGURA 9
Imagen suma



El análisis grafico de la geometría de iluminación de estas imágenes es el siguiente:

FIGURA 8
Geometría de sombras en tejidos



Considerando que genéricamente los hilos no son siempre redondos (elípticos) se puede apreciar, unas zonas de sombras laterales proyectadas desde los puntos de tangencia entre los respectivos rayos de luz y la superficie del hilo que están relacionadas con su altura y una zona brillante (lambertiana), visible entre las dos zonas de sombras y cuyo ancho da una idea del calibre del hilo.

La geometría bajo la proyección de la elipse para iluminación derecha e izquierda es la siguiente:

$$L_R = R_R \cdot \text{sen}(\theta) ; \quad L_L = R_L \cdot \text{sen}(\theta) \quad (5)$$

$$h_R = R_R (1 + \cos \theta) ; \quad h_L = R_L (1 + \cos \theta) \quad (6)$$

$$h_R = S_R \cdot \text{tg}(\theta) ; \quad h_L = S_{LR} \cdot \text{tg}(\theta) \quad (7)$$

Igualando las dos geometrías se tiene

$$R_R = \frac{S_R \cdot \text{tg}(\theta)}{1 + \cos \theta} ; \quad R_L = \frac{S_L \cdot \text{tg}(\theta)}{1 + \cos \theta} \quad (8)$$

En (5)

$$L_R = \frac{S_R \cdot \text{tg}(\theta)}{1 + \cos \theta} \text{sen}(\theta) ; L_L = \frac{S_L \cdot \text{tg}(\theta)}{1 + \cos \theta} \text{sen}(\theta) \quad (9)$$

La zona lambertiana tendrá un ancho proyectado al eje x.

$$Lam = L_L + d + L_R \quad (10)$$

de donde

$$d = Lam - (S_R + S_L) \frac{tg(\theta) \cdot sen(\theta)}{1 + cos(\theta)} \quad (11)$$

El ángulo θ , es fijado por la altura de las lámparas, S_R , S_L y Lam , las cuales son medidas en la imagen que proyectan. Entonces se puede calcular directamente el valor d , como la distancia de separación de los centros de la elipse, concluyendo que:

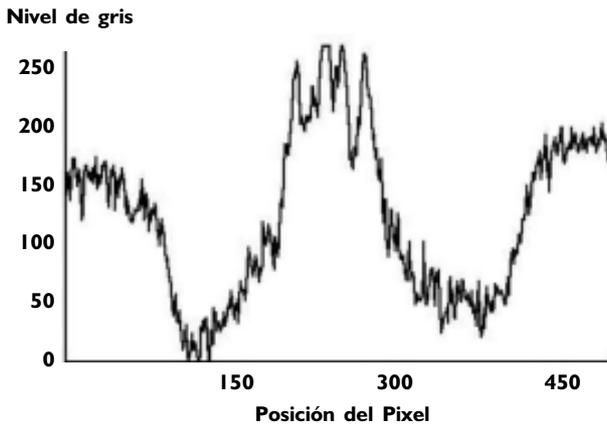
si $d = 0$, implica que el hilo es redondo

si $d > 0$, el hilo es elíptico horizontal

si $d < 0$, el hilo es elíptico vertical.

Un corte del perfil horizontal a la imagen anterior muestra los resultados de este análisis.

FIGURA 10
Corte perfil imagen suma



La prueba experimental, se ajustó con un ángulo de iluminación de las lámparas considerando su mejor desempeño en 38 grados, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

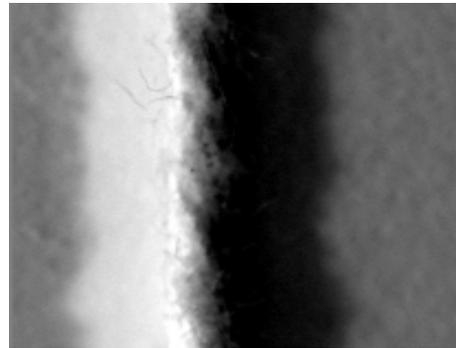
- Las sombras S_r y S_L son aproximadamente de 140 píxeles.
- La zona Lam es aproximadamente de 80 píxeles.
- El cálculo d es aproximadamente de 5 píxeles.
- La altura del hilo h_r y h_L se calculó en 110 píxeles.
- Como d es muy pequeño se puede considerar que el hilo es casi redondo con un diámetro de 110 píxeles.

4.1.2 Resta de imágenes

En la resta de las imágenes, se puede apreciar que las sombras del término positivo se convierten en zonas de brillo, mientras que las sombras del término negativo toman un valor de nivel negativo. Se corrige el rango de brillo sumando un valor medio de la imagen.

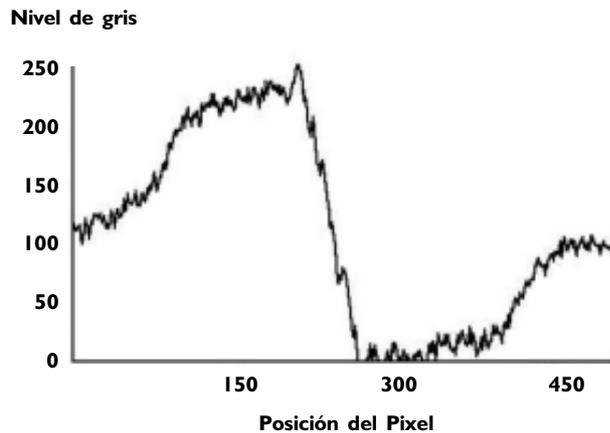
Se puede apreciar, que en el sitio donde existe un hilo, se presenta una zona con pendiente en los niveles de grises orientadas en el sentido de la resta.

FIGURA 11
Imagen resta



En esta imagen, se ve que hay información de características de simetría, tanto del hilo como las alturas de las regiones laterales del hilo, las cuales por ahora no son muy relevantes; como también hay información del levantamiento del hilo manifestado en el ancho de la proyección de la sombra. El análisis de esta imagen de sombras permite adquirir información sobre el levantamiento de los hilos (Freeman, 1990).

FIGURA 12
Perfil de imagen resta



4.2 Imagen Estructural del Tejido

El problema de inspección del entramado del tejido, consiste en extraer la estructura real del tejido. Para ello, se ha planteado una algorítmica a partir del análisis procesamiento de imágenes de sombras, descrito anteriormente.

Dado que las características de los tejidos planos, se extienden a lo largo de las direcciones de recorrido de los hilos, perpendiculares entre trama y urdimbre; el proceso se desarrolla a partir de la captura de 4 imágenes aproximadamente simultáneas sobre la misma área del tejido. Esto se hace en secuencias muy rápidas y consecutivas, cada una en 1/30 de segundo, para que no haya cambio de imagen; las cuales son obtenidas con una iluminación de luz blanca en dirección oblicua, en disposición de cuadratura en cada uno de los puntos cardinales: norte, sur, oeste, este; equidistantes del centro óptico de la cámara y con el mismo ángulo de elevación (parámetro de optimización). La resolución de la imagen debe ser tal, que se pueda identificar el diámetro de los hilos más delgados.

Experimentalmente se muestran a continuación unas imágenes típicas obtenidas un trozo de tela con un fallo llamado cordón.

FIGURA 13
Tejido con iluminación Norte

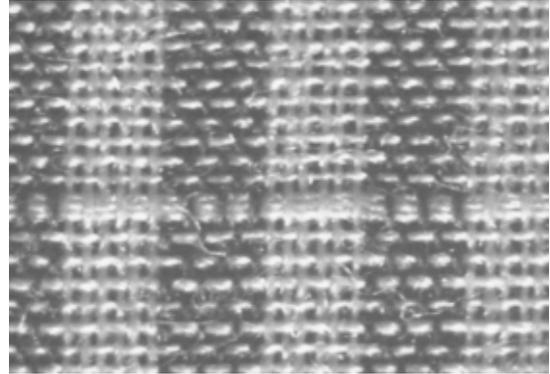


FIGURA 14
Tejidos con iluminación Sur

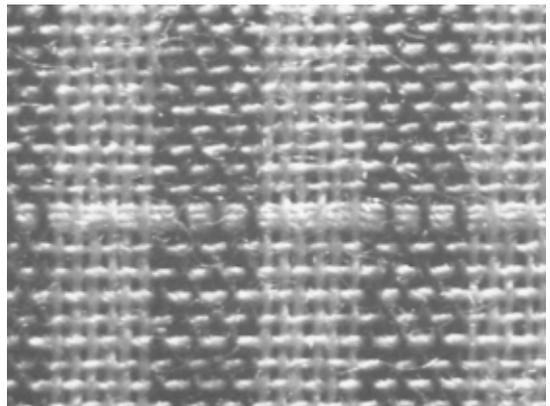


FIGURA 15
Tejido con iluminación Oeste

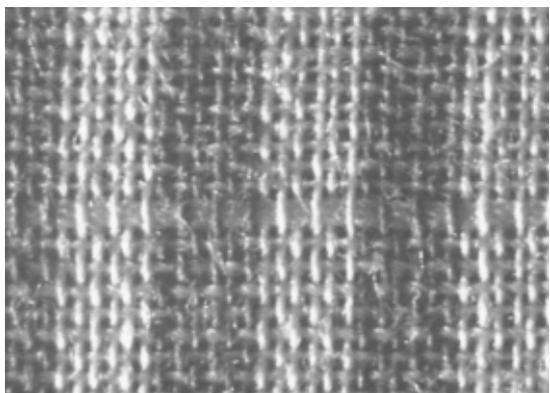


FIGURA 16
Tejidos con iluminación Este

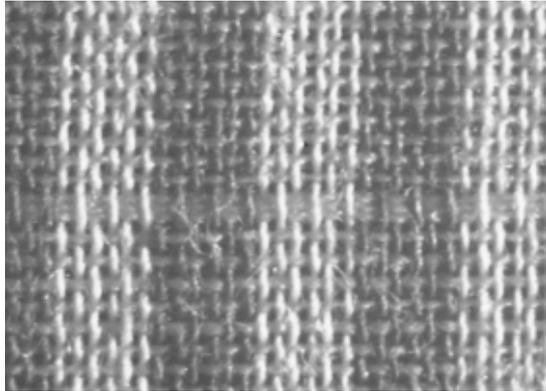
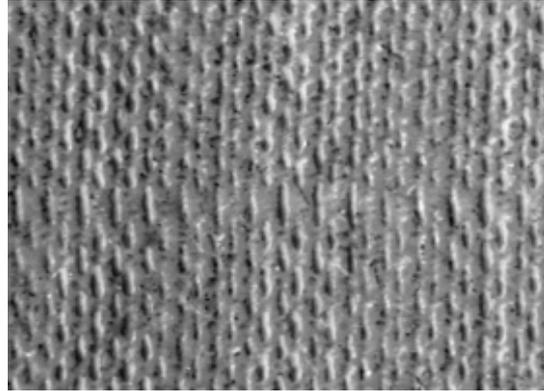


FIGURA 18
Imagen resta O-E



4.2.1 Imagen resta S-N : hilos de trama

Al restar las imágenes S-N, se aprecia la distribución de los hilos de trama, de alguna forma independiente de la componente de color:

4.2.3 Imagen estructural

Una imagen compuesta de las anteriores, muestra la estructura del tejido, separando en un alto nivel la componente de acabado.

FIGURA 17
Imagen resta S-N

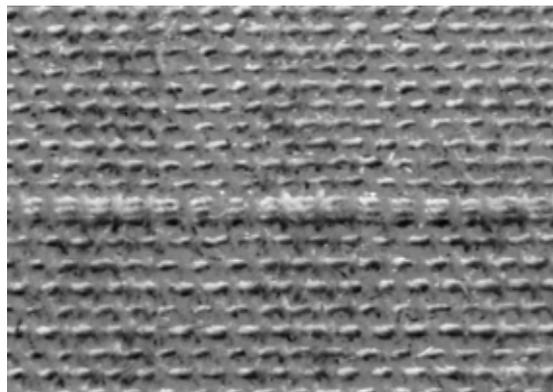
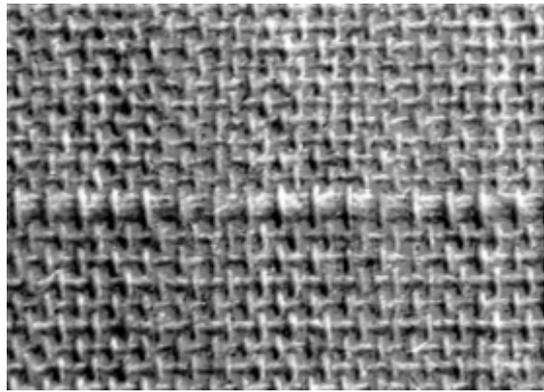


FIGURA 19
Imagen estructural



4.2.2 Imagen resta O-E : hilos de urdimbre

La imagen resta O-E, muestra los hilos de urdimbre, con cierta independencia del color.

La estructura del tejido independientemente del color hace visible la textura regular del tejido y deja observar el arreglo del patrón que define el tejido como también la existencia de posibles fallos debidos al proceso de tejido.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de la algorítmica de imágenes de sombras propuesto, han permitido llegar a concluir lo siguiente:

A partir de la obtención y procesamiento de imágenes de sombras con operaciones de suma y resta de imágenes, se tiene una metodología, para obtener información de pequeños levantamientos topográficos de las superficies.

La aplicación de este algoritmo sobre imágenes de tejidos planos permiten obtener imágenes que revelen la estructura de entrelazado de los hilos, independizando la componente de acabado en el proceso de tintorería y estampado, además de revelar los posibles fallos del proceso de tejido.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, Héctor, Millán, M.S. and Torres, Yesid (2000). "Objective automatic assessment of pilling in fabrics by image analysis". *Opt. Eng.* 39(6) 1477-1488.
- Adelson, E. H., Pentland, A. P., and Kuo, J. The Extraction of Shading and Reflectance. <<http://www-bcs.mit.edu/people/adelson/conference/extraction89.html>> Association for Research in Vision and Ophthalmology, Spring, 1989., *Inv. Opth. and Vis. Sci. (supp)*. V. 30. 262 p.
- Bahners, T. Ringens, W, Schollmeyer, E. (1997). "On-Line Inspection of Textile Geometries". *SPIE*. vol 2088.
- Baykut A., Atalay A., Ercil A., Guler M. (1998). Real Time Defect Inspection of Textured Surfaces <<http://www.bupam.boun.edu.tr/publication/98/realtime.htm>>, accepted for publication in *Real Time Imaging Journal*.
- Blanchard, Nathalie; Prévost, Donald and Sheng, Yunlong (2000). "Optical Correlator for Textile Web Defect Detection". En: *SPIE*. V. 4089.
- Birkan Aras, Aybýn Ertüzün ve Aytül Erçil (1998). "Defect Detection in Textile Images using Higher order Statistics". Submitted to ICIP 98 (IEEE International Conference on Image Processing). Chicago.
- Chan, C; Pang ,G.. (2000). "Fabric defect detection by Fourier analysis" En: *IEEE transactions on Industry Applications*. V. 36. No 05. p.1267.
- Cheng, H. (1995). "Don't Forget Traditional Media" *American Society of Training and Development (ASTD) Newsletter*, Winter 1995.
- Chetverikov, Dmitry (1995). "Pattern Orientation and Texture Symmetry"; *Computer Analysis of Images and Patterns*. Springer lecture notes in Computer Science. V. 970. pp. 222-229.
- Chetverikov, Dmitry (2000). "Structural Defects: General Approach and Application to Textile Inspection". *Proc. 15th ICPR*. Barcelona 2000.
- Chetverikov, Dmitry; Gede, Krisztián (1997). "Textures and structural defects"; *Computer Analysis of Images and Patterns*, volume Lecture Notes in Computer Science. V.1296. pp.167-174.
- Darrell R., Hougen and Narendra, Ahuja <<http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/dblp/db/indices/a-tree/a/Ahuja:Narendra.html>> (1996). *Shape from Appearance: A Statistical Approach to Surface Shape Estimation*. *ECCV (1)* <<http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/dblp/db/conf/eccv/eccv1996-1.html>>. pp. 127-136.
- Díaz, Adalberto G. (2001a). "Vision 3-D with Images 2D, by Mediate the Analysis of Shades for the Illumination Angle with the Surface"; *proc. SPIE*. Vol 44. pp.19-242.
- Díaz, Adalberto G. (2001b). "Extracción de características de entramados de hilos para la clasificación de patrones de fallos de texturas en tejidos planos". En: *Congreso internacional en Inteligencia Computacional*, Universidad Nacional de Colombia, Agosto de 2001.

- Díaz, Adalberto Gabriel (2001c). "Inspección de Calidad por medio de Procesamiento de Imágenes". En: Congreso de Ingeniería de Producción, Universidad EAFIT; Octubre 2001.
- Escofet, J.; Navarro, R.; Millán, M.S. (1998). "Detection of local defects in textile webs using Gabor filters"; *Opt. Eng.* 37(8) 2297-2397 (August 1998).
- Escofet, J.; Millán, M.S.; Rallo, M. (2001); "Specification and identification of woven patterns based on Fourier techniques". *SPIE*. V. 4419. p. 62.
- Fazekas, Z.; Komuves, J.; Renyi I. And Surjan, L. "Automatic Visual Assessment of Fabric Quality". En: ISIE'99 - Bled, Slovenia.
- Freeman, W. T.; Adelson, E. H. and Pentland, A. P. (1990). Shape-from-shading Analysis with Shadelets and Bumples.
<<http://www-bcs.mit.edu/people/adelson/conference/bumples90.html>> Association for Research in Vision and Ophthalmology, Spring, 1990., *Inv. Opth. and Vis. Sci.* (supp), 31, p. 410.
- Galceran E., Vicente (1960). *Tecnología del tejido*. Tarrasa.
- Huart, J.; Postaire, J.-G. (1994). "Integration of computer vision on to weavers for quality control in the textile industry". *SPIE* vol. 21183/155.
- Hung, D.; Whang, C. and Cheng, H. (1996). "A New Model for Representing and Retrieving Structural Patterns". En: 5th International Conference on Intelligent Systems Proceeding, pp.98-10.
- ICONTEC (1976). "Telas Definición de defectos". Norma Colombiana, No 1046.
- Jiang, Caxia; Ward, Matthew O. (1992) "Shadow Identification". En: Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
- Jiang, Caxia; Ward, Matthew O. (1994) "Shadow Segmentation and Classification in a Constrained Environment". En: *CVGIP: Image Understanding*. Vol. 59. No 2. pp. 213-225.
- Juran, J.M., Gryna, F.M. (1995). *Análisis y planeación de la calidad*. 3ed. Mc. Graw Hill. 437 p.
- Karayiannis, Y.A.; Stojanovic, R.; Mitropoulos, P.; Koulamas, C.; Stouraitis, T.; Koubias, S.; Papadopoulos, G. (1999). "Defect detection and classification on web textile fabric using multiresolution decomposition and neural networks" En: ICECS'99. Proceedings of ICES'99. 6th IEEE International conference on electronics, Circuits and Systems.
- Konik, H.; Laget, B. Redortier, B.; Calonnier, M. (1996) "Automatic vision system for an objective cotation of textile surfaces". *Proc. SPIE. Machine Vision Applications in Industrial Inspection IV*. vol. 2665.
- Magno, Massimo (1999). *Modèle mécanique du comportement de structure souple aux échelles mésoscopique et macroscopique : application aux matériaux fibreux*. Thèse de doctorat en sciences de l'ingénieur de l'Université de Haute-Alsace.
- McIntyre, J.E. and Daniels, P.N. (1995). Editores. *Textile Terms and Definitions*. The Textile Institute 10th Ed.
- Millán, M.S. ; Escofet, J.; Abril, Héctor C.; Navarro, R. (1999). "Automatic quality control of textile webs by image processing". En: *SPIE*. V. 3572.
- Miller, Edward (1992). *Textiles*. London: B. T Batsford Book.
- M. Mirmehdi <<http://www.cs.bris.ac.uk/~majid/>>, R. Marik, J. Kittler, and M. Petrou (1996). *Structural Defect Detection in Random Macro Textures* <<http://www.cs.bris.ac.uk/Tools/Reports/Abstracts/mirmehdi-mmkp96.html>>. En: *Proceedings of Signal Processing VIII, Theories and Applications*. V. III. pp. 1499-1502.
- M. Mirmehdi <<http://www.cs.bris.ac.uk/~majid/>>, R. Marik, M. Petrou, and J. Kittler (1996). *Iterative Morphology for Fault Detection in Stochastic Textures* <<http://www.cs.bris.ac.uk/Tools/Reports/Abstracts/mirmehdi-mmpk-el96.html>>.

- En: IEE Electronic Letters, 32(5):443-444, February 1996.
- Mitropulos, P.; Koulamas, Cm.; Stojnovic, R.; Koubias, S.; Papadopoulos, G.; Karayanis,G; (1999). "Real-Time Vision for Defect Detection and neural classification of web Textile Fabric". IS &T/SPIE Conference on Machine Vision Applications in Industrial Inspection VII. San Jose de California; SPIE Vol. 3652.
- Murino, Vittorio. (1998). "Structured Neural Networks for Pattern Recognition". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part B: Cybernetics. Vol 28. No 4.
- Ngan, Phillip M.; Coombs, Bernard D. (1994). "Segmentation of Intensity Basins Gray- Scale Images" En: Computers and Biomedical Research. No. 27. pp 39-44.
- Oren, M. and Nayar, S. (1995a). "A theory of Specular Surface Geometry" *The Proceedings of the Fifth Int. Conf. om Computer Vision (ICCV 95), Boston, June 1995.*
- Oren, M. and Nayar, S. (1995b). Generalization of the Lambertian Model and Implications for Machine Vision <file://ftp.cs.columbia.edu/pub/oren/diffuse_reflectance.ps.Z>. (1.3Mb). The International Journal of Computer Vision, Vol. 14:3.
- Oren, M. and Nayar, S. (1995c). "Visual Appearance of Matte Surfaces". <file://ftp.cs.columbia.edu/pub/oren/science.ps.Z>(0.7Mb). En: Science. Vol. 267. 24 February 1995.
- Oren, M. and Nayar, S. (1994). "Generalization of Lambert's Reflectance Model". <file://ftp.cs.columbia.edu/pub/oren/oren-nayar_siggraph94.ps.gz>. (1.1Mb). ACM Computer Graphics Proceedings (SIGGRAPH 94).
- Özdemir, S., Baykut, A., Meylani, R., Erçil A. and Ertüzün, A. (1998). "Comparative Evaluation of Texture Analysis Algorithms for Defect Inspection of Textile Products". Proceedings ICPR 98 (International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition). Aug. 14-17, 1998, Brisbane, Australia. pp.1738-1740.
- Özdemir, S., Baykut, A., Meylani, R., Erçil A. and Ertüzün, A. (1997). "A Study on the Texture Analysis Algorithms in the Context of Defect Detection of Textile Products". Proceedings SIU 97 (5th National Signal Processing and Applications Conference), Kuşadası, Turkey, May 1-3 1997. pp.557-563. (in Turkish).
- Pentland, A.P. (1984). "Local shading analysis". En: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. V. 6. No. 2. pp. 170-188.
- Stojnovic, R.; Mitropulos, P.; Koulamas, S.; Koubias, S.; Papadopoulos, G.; Karayanis,G; (1999) "Automated detection and neural classification of local defects in textile Web". Image Processing and its Applications, Conference Publication N0 465, IEE
- Syeda-Mahmood, T.F. (1999). "Detecting Perceptually Salient Texture Regions in Images". En: Computer Vision and Image Understanding. V. 76. No. 1. pp 93-108.
- Tekstil ürünlerinin yapay sinir ağı ile yüzey kalite kontrolü (1998). "Surface Quality Control of Textile Products Using Neural Networks". Proceedings of IEEE SIU'98. V. 2. pp. 560-565.
- Thomas,T. and Cattoen , M. (1994). "Automatic inspection of simply patterned material in the textile industry". Proc. SPIE, Machine Vision Applications in Industrial inspection II. V. 2183.
- Zhang, Ruo; Tsai, Ping-Sing; Cryer, James Edwin, and Shah, Mubarak. " Shape from Shading: ASurvey". En: IEEE Transactions on Patern Analysis and Machine Inteligence. vol 21. No 8, August 1999. pp. 690-705.

CAMBIAMOS !



Pensando en ofrecerle el mejor servicio

Nuestras Líneas de Atención al Cliente

424 8487 - 263 3484 - 295 6896

018000 111210 / 111313

www.adpostal.gov.co