

CALIBRACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN PROYECTOR DE PERFILES USADO PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PERFILES PLÁSTICOS EXTRUIDOS

Carlos R. Contreras^{*†}, Jaime E. Meneses

Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales (GOTS), Universidad Industrial de Santander (UIS), Escuela de Física, Carrera 27 Calle 9 Ciudad Universitaria, Bucaramanga, Colombia.

Recibido 25 Noviembre 2013; aceptado 01 Febrero 2015

Disponible en línea: 27 Octubre 2015

Resumen: En el presente trabajo se muestra un procedimiento que permite calibrar y automatizar un proyector de perfiles, con el objetivo de que éste sea implementado para el control de calidad en la fabricación de perfiles plásticos extruidos, los cuales son usados para aislar cables eléctricos de diferentes formas y características. La calibración X-Y del sistema se llevó a cabo usando un patrón de dimensiones conocidas, de tal manera que fuese posible obtener los factores de conversión para pasar de píxeles a milímetros sobre el objeto de estudio y así realizar cualquier medición sobre el mismo. Para automatizar el sistema se desarrolló una interfaz en el lenguaje de programación MATLAB[®], la cual permite, utilizando procesamiento digital de imágenes, no sólo facilitar el procedimiento de calibración sino caracterizar completamente dos tipos de perfiles, uno concéntrico y otro dúplex. Los resultados obtenidos permiten deducir que el procedimiento propuesto es fiable y viable para realizar control de calidad, por ejemplo si se desea calcular la cantidad de material necesaria para fabricar un lote específico de uno de los perfiles mencionados.

Palabras clave: Proyector de perfiles, Calibración y automatización, Procesamiento digital de imágenes.

CALIBRATION AND AUTOMATION OF A PROFILE PROJECTOR USED FOR QUALITY CONTROL IN MANUFACTURING OF EXTRUDED PLASTIC PROFILES

Abstract: In the present paper a procedure that allows to calibrate and to automate a profile projector is shown, in order to be used for quality control in the production of plastic profiles, which are used to insulate electric cables with diverse shapes. The X-Y calibration of the system was made using a pattern with known dimensions, with the purpose to calculate the conversion factors that transform from pixels to millimeters on the object surface. An interface in MATLAB was developed to automate the system. It allows an easy calibration procedure and characterize two types of profiles, one concentric and another duplex, all this by using digital image processing. According with the results, we conclude that the proposed method is reliable and viable to make quality control, specifically to calculate the quantity of material that is required in the manufacturing of a meter of a profile type.

Keywords: Profile projector, Calibration and automation, Digital image processing.

[†] Autor al que se le dirige la correspondencia:

Tel: (+577) 6344000 extensión 2752

E-mail: ricardocp07@gmail.com (Ricardo Contreras).

1. INTRODUCCIÓN

El proyector de perfiles es un dispositivo que mide dimensiones y áreas, por amplificación óptica, y permite la realización de medidas directas sobre una pantalla de proyección. Por cuestiones de exactitud, es importante que el aumento no cambie con la perspectiva; por lo tanto, los lentes tele-céntricos son altamente deseables. El proyector de perfiles es una herramienta robusta usada comúnmente en los departamentos de calidad y ocasionalmente en las áreas de ensamblado. El uso más básico de un proyector de perfiles es identificar un punto o borde en la sombra de proyección del objeto de estudio y desde este punto o borde calcular una longitud. Aumentando la imagen, el operador tiende a cometer menos errores cuando debe decidir dónde empieza un punto o un borde, sin embargo la reducción de estos errores también está relacionada con la habilidad que el operario posea para manipular adecuadamente el proyector.

Los proyectores de perfiles o comparadores ópticos son equipos de medición utilizados en la industria y como todo equipo de medición, debe ser calibrado de manera apropiada y periódicamente (Vo *et al.*, 2011; Luo *et al.*, 2014). La calibración se realiza utilizando objetos patrón longitudinales, de longitudes nominales tales que cubran de forma aproximadamente equidistante el campo de medida de cada uno de los ejes.

En el presente trabajo se muestra un procedimiento que permite la calibración y la automatización de un proyector de perfiles, con el objetivo de que éste sea implementado para el control de calidad en la fabricación de perfiles plásticos extruidos.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema que se implementó está formado por un proyector de perfiles Mitutoyo QS-L2010ZB con una cámara CMOS a color de 1/2 pulgada y 2 megapíxeles y un computador de escritorio DELL PRECISION con el cual se controló la interfaz de procesamiento. Ver [Fig. 1](#)



Fig. 1. Sistema implementado. Fuente: <http://www.mitutoyo.co.uk>

3. CALIBRACIÓN DEL SISTEMA

La calibración del sistema se llevó a cabo utilizando una rejilla de difracción de una línea por milímetro, ver [Fig. 2](#), la cual se ubicó en dirección horizontal y vertical en el campo de observación del sistema con el propósito de calcular los respectivos factores de conversión. El procedimiento de calibración permite encontrar los factores de conversión que se utilizan para pasar de píxeles sobre el objeto de estudio a unidades métricas con el objetivo de realizar aplicaciones de carácter metrológico.



Fig. 2. Patrón de calibración ubicado en dirección horizontal.

Para encontrar el factor de conversión en dirección horizontal se calculó la imagen binaria (González, 2004; Russ, 1999; Otsu 1979) del patrón de calibración, ver [Fig. 3](#). Posteriormente se realizó un procedimiento para detectar los

bordes de la imagen binaria (Louban, 2009, Soille 2003), ver Fig. 4. Por último seleccionando una región apropiada de la Figura 4, que contuviese tres bordes, fue posible calcular el respectivo factor de conversión ya que se puede medir la distancia en píxeles que hay entre tres bordes y su distancia equivalente en unidades métricas, que corresponde a 1 mm.

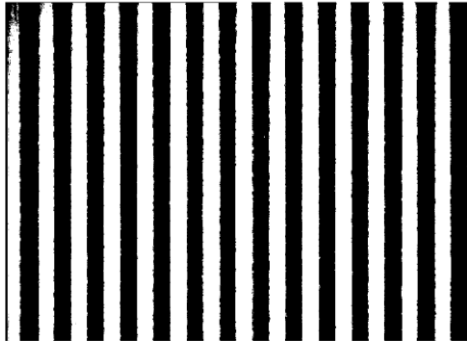


Fig. 3. Imagen binaria del patrón de calibración.

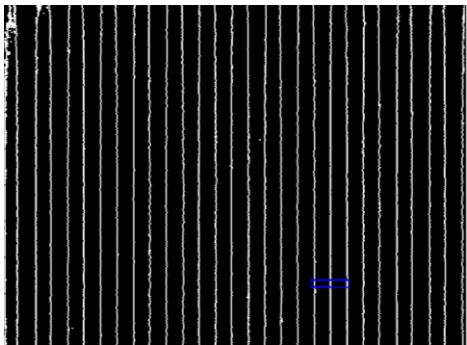


Fig. 4. Bordes del patrón de calibración.

El cómputo del factor de conversión en dirección vertical se realizó siguiendo un procedimiento similar al descrito anteriormente, pero esta vez se trabajó con la imagen del patrón de calibración ubicado en dirección vertical. Los factores de conversión obtenidos fueron:

$$F_x = F_y = 2.22 \times 10^{-5} \text{ mm/píxel.} \quad (1)$$

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

La calibración del sistema fue evaluada analizando dos tipos de muestras, concéntrica y dúplex. En la Fig. 5 se muestra la imagen adquirida de la muestra concéntrica. En la Fig. 6 se muestra su imagen binaria, a partir de ésta se

puede calcular el área de la sección transversal de la muestra, con esta última y con la densidad del material, que en este caso es 1340 kg/m³, se calcula el consumo, es decir la cantidad de material que se necesita para fabricar un metro de perfil plástico. La Fig. 7 muestra los bordes de la muestra, mientras que la Fig. 8 muestra los bordes de la imagen en una escala métrica. Los valores que caracterizan a la muestra concéntrica se muestran en la Tabla 1.

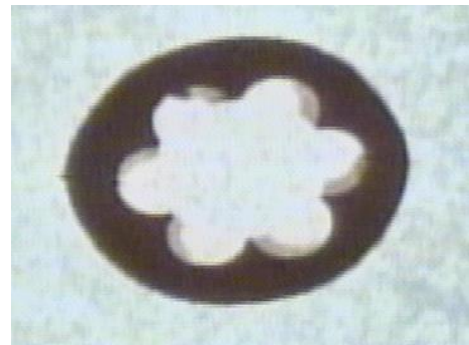


Fig. 5. Muestra concéntrica.



Fig. 6. Imagen binaria de la muestra concéntrica.



Fig. 7. Bordes de la muestra concéntrica.

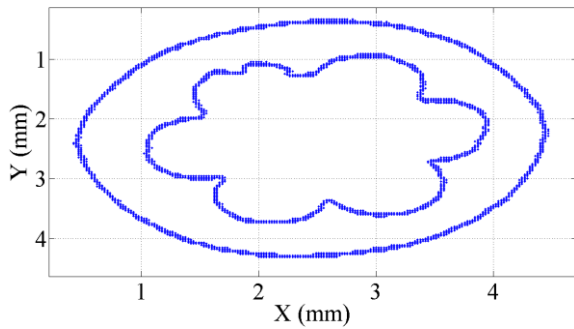


Fig. 8. Bordes de la muestra concéntrica con escala métrica.

Tabla 1. Características de la muestra concéntrica

Consumo (g/m)	Área (mm ²)	Espesor mín. (mm)	Espesor máx. (mm)	Espesor prom. (mm)
8.823	6.584	0.393	0.959	0.616

En la [Fig. 9](#) se muestra la imagen adquirida de la muestra dúplex. La [Fig. 10](#) muestra los bordes de la imagen en una escala métrica. Los valores que caracterizan a la muestra dúplex se muestran en la [Tabla 2](#).



Fig. 9. Muestra dúplex.

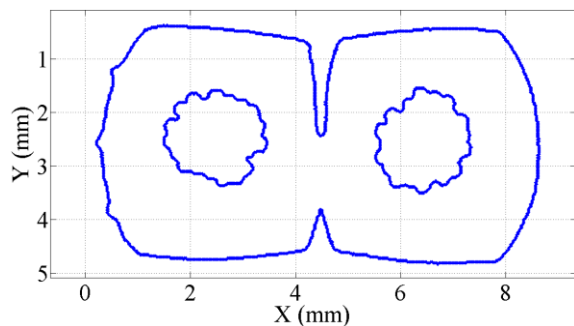


Fig. 10. Bordes de la muestra dúplex con escala métrica.

Tabla 2. Características de la muestra dúplex

Consumo (g/m)	Área (mm ²)	Espesor mín. (mm)	Espesor máx. (mm)	Espesor prom. (mm)
36.859	27.506	0.928	1.576	1.276

5. CONCLUSIONES

Se desarrolló un procedimiento que permite calibrar y automatizar un proyector de perfiles utilizado en el control de calidad en la fabricación de perfiles plásticos extruidos, los cuales son usados para aislar cables eléctricos de diferentes formas y características. La calibración X-Y del sistema se llevó a cabo usando un patrón de dimensiones conocidas, de tal manera que fuese posible obtener los factores de conversión para pasar de píxeles a milímetros sobre el objeto de estudio y así caracterizar dos tipos de muestras, concéntrica y dúplex. Los resultados obtenidos muestran que el procedimiento es viable, sin embargo se hace necesario realizar un estudio del error que se introduce al utilizar el mismo, dicho estudio se puede llevar a cabo implementando patrones de calibración que pueden ser suministrados por el Instituto Nacional de Metrología (INM).

AGRADECIMIENTO

La presente investigación fue realizada con recursos de COLCIENCIAS y del SENA según proyecto titulado: Diseño y desarrollo de dispositivos de reconstrucción 3D aplicados a la exploración corporal, No. 110250226846 ante COLCIENCIAS y No. 8186 ante la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander.

REFERENCIAS

- González, R. C. (2004). *Digital Image Processing USING MATLAB*. Upper Saddle River, NJ.: Prentice Hall.
- Louban, R. (2009). *Image processing of Edge and Surface Defects*. Berlin: Heidelberg, Springer.
- Luo, H., Xu, J., Hoa Binh, N., Liu, S., Zhang, C. and Chen, K. (2014). A simple calibration procedure for structured light system. *Optics and Lasers in Engineering*, **57**: 6-12.

- Moro, M. (2000). *Metrología: introducción, conceptos e instrumentos*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, **9**: 62-66.
- Russ, J. C. (1999). *The Image Processing Handbook*, 3rd ed., Boca Raton, FL: CRC Press
- Soille, P. (2003). *Morphological Image Analysis: Principles and Applications*, 2nd ed., New York: Springer-Verlag.
- Vo, M., Wang, Z., Luu, L. and Ma, J. (2011). Advanced geometric camera calibration for machine vision. *Optical Engineering*, **50**: 110503-110503.

SOBRE LOS AUTORES

Carlos R. Contreras

Físico, Magister en Física y estudiante de Doctorado en Ciencias Naturales Físicas de la Universidad Industrial de Santander. Es profesor de Cátedra de la misma institución desde 2007. Forma parte del grupo de Óptica y Tratamiento de Señales desde 2006.

Jaime E. Meneses

Físico y Magister en Física de la Universidad Industrial de Santander, Doctor en Sciences Pour L'ingénieur de la Université de Franche Comté. Es profesor titular de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.