

Reconocimiento de contorno en polea de giro libre bajo técnicas de iluminación

CANO-LARA, Miroslava†*, VERGARA-ESPARZA, Rosalia, JUÁREZ-RÍOS, Higinio y FONSECA-GALLARDO, Ricardo

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carr. Irapuato - Silao, El Copal, 36821 Irapuato, Gto

Recibido 7 de Julio, 2017; Aceptado 8 de Septiembre, 2017

Resumen

Se presenta el reconocimiento de contorno de una pieza mecánica polea de giro libre de un alternador. La polea ha sido expuesta a diferentes modos de iluminación para obtener imágenes digitales. Las imágenes fueron tratadas con procesamiento digital de imágenes y visión por computadora. El resultado muestra la dependencia en el método de iluminación para la obtención adecuada del contorno de la pieza mecánica.

Técnicas de iluminación, detección de contorno, procesamiento digital de imágenes.

Abstract

Presents mechanical part free spinning pulley of an alternator contour recognition. The pulley has been exposed to different lighting modes to obtain digital images. The images were treated with digital image processing and computer vision. The result shows dependency on the lighting method to obtain the contour of the mechanical part.

Lighting techniques, contour detection, images digital processing

Citación: CANO-LARA, Miroslava, VERGARA-ESPARZA, Rosalia, JUÁREZ-RÍOS, Higinio y FONSECA-GALLARDO, Ricardo. Reconocimiento de contorno en polea de giro libre bajo técnicas de iluminación. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-3:29-35

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: miroslava.cano@itesi.edu.mx

Introducción

En una pieza mecánica las propiedades mecánicas y de materiales determinan sus limitaciones en sus aplicaciones. Se requiere que la pieza soporte ciertos esfuerzos estructurales, resistencia al desgaste, fatiga o termofluencia las cuales si son mal calibradas al momento de su fabricación pueden provocar grietas, desgastes o deformaciones en la pieza [1]. Lo cual conlleva a grandes pérdidas económicas en la industria moderna al verse interrumpido el proceso de producción.

Existen diversas técnicas para la supervisión y control de calidad de piezas como los ensayos destructivos y no destructivos. En particular, los ensayos no destructivos como la interferometría, procesamiento de imágenes, visión artificial e inteligencia artificial son las metodologías más empleadas en la industria para reducir tiempo y costo en su producción [2-4].

Al aplicar técnicas de procesamiento digital de imágenes mejoran y/o realzan características inherentes de la imagen original, por lo tanto estas técnicas se pueden utilizar para obtener una mejor visualización de la imagen original y obtener una mejor extracción de características de una pieza mecánica [5]. El procesamiento digital de imágenes proporciona precisión en la manufactura, el monitoreo del proceso, detección de contorno y forma, representación 3D, reconstrucción computacional de una pieza mecánica, entre otros [6-7].

El objetivo del presente trabajo consistió en utilizar técnicas de procesamiento digital de imágenes para analizar la superficie de una polea de giro libre e identificar su contorno y geometría para detectar una posible falla en su manufactura.

Marco Teórico

A partir de una imagen se pueden obtener una serie de propiedades ya sean digitales o analógicas como las enlistadas a continuación: representación de la imagen, las dimensiones en las que está compuesta al igual que su tamaño y el de su lienzo, caracterización estocástica de la imagen, la percepción de la luz, los fenómenos visuales, una visión monocromática, la visión del color, la fotometría, la relación de colores, los espacios de colores.

El análisis que se puede realizar en una imagen digital se ha incrementado debido al desarrollo tecnológico de las cámaras digitales y el proceso de extracción de una imagen mediante programación. La supervisión de la calidad de una pieza mecánica se realiza empleando procesamiento digital de imágenes, donde se puede identificar diversos parámetros de interés como el dimensionamiento, bordes, textura, reconstrucción de pieza, entre otros [4,7].

Tratamiento digital de imágenes

Si bien, una imagen digital es una representación gráfica de un objeto o forma, es un arreglo en 2D de valores que representan intensidad luminosa. La función de intensidad luminosa bidimensional se representa por $f(x,y)$, donde f es el brillo en el punto (x,y) , “ x ” y “ y ” representan las coordenadas espaciales del pixel.

$$f = f(x,y) \quad (1)$$

Cada región de la imagen es representada por un punto o pixel, cuyo valor en nivel de gris es de un conjunto finito de valores. La intensidad luminosa se puede caracterizar por dos componentes: la cantidad de luz incidente en la escena visualizada (iluminación) y la cantidad de luz reflejada por el objeto de la escena (capacidad reflectora). De esta manera la ec. 1 puede ser representada como:

$$f(x,y) = i(x,y) \times r(x,y)$$

donde $i(x,y)$ es la iluminación, $r(x,y)$ es la reflectancia y $f(x,y)$ es el producto de la iluminación por la reflectancia.

Para procesar una imagen se debe discretizar espacialmente y en intensidad luminosa. El muestreo de la imagen en la coordenada espacial (x,y) y la digitalización de la intensidad luminosa es la cuantificación del tono de gris (imagen monocromática). En una imagen cada región es representada por un punto o píxel, cuyo valor en nivel de gris es de un conjunto finito de valores.

El conjunto de valores es representado por una matriz de $m \times n$ valores discretos que corresponden a los tonos de gris de cada uno de los píxeles obtenidos por el proceso de muestreo, donde m es la fila y n la columna (ver fig. 1).

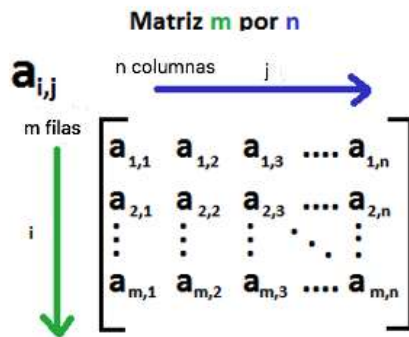


Figura 1 Representación matricial ($m \times n$).

Los tipos de imágenes digitales son binarias, escala de grises, a color y compleja. Una imagen a color que es obtenida de la cámara fotográfica es representada de manera RGB (red, green, blue) y está formada por tres números en el rango de 0 a 255. Es decir, por un arreglo de tres matrices cada una denotando la intensidad de cada color [5-6]. Un píxel de una matriz de una imagen en RGB se representa por:

$$I(M, N, P) \quad (3)$$

Donde I es la imagen, M y N los valores de la matriz y P el valor del color asignado de 1 para color rojo, 2 como color verde y 3 como color azul.

En la fig. 2, se presentan 2 imágenes que contienen 3 objetos de color verde, azul y rojo. La primera imagen fue adquirida a color, la segunda en escala de grises, donde se observa la tonalidad que adquiere al procesarla en escala de grises [8].

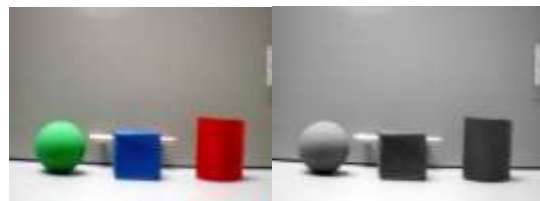


Figura 2 Imagen de piezas a color (izq.) Procesamiento de imagen a escala de grises (der.)

Procesamiento de imagen

La visión computacional y el procesamiento de imágenes son áreas muy ligadas. La primera trata de obtener los atributos y descripciones para tratar de interpretar la imagen automáticamente. Analiza los datos que son transferidos a la computadora para determinar, analizar o generar características del entorno que fue digitalizado en la imagen. La segunda hace referencia al tratamiento de los datos obtenidos de una matriz. Esta orientada a mejorar la calidad de las imágenes para su posterior interpretación [9].

Escena de procesamiento

Para realizar la inspección de calidad de la pieza mecánica es necesario identificar su color, el tamaño, la forma de los detalles, etc. A su vez, es importante considerar los siguientes puntos:

- Iluminación
- Cámara fotográfica
- Entorno

- Adquisición de imagen
- Tratamiento de imagen

Para la iluminación de la escena se debe de considerar las propiedades ópticas, la estabilidad temporal, la respuesta espectral y la uniformidad de luminosidad en la superficie. Donde para adquirir una imagen, se debe de contar con una iluminación óptima tal que aumente el contraste entre el fondo y el objeto de interés. La selección adecuada de iluminación es importante para el procesamiento de imagen, y de esta manera los algoritmos de procesamiento pueden ser reducidos. En la escena, la falta de homogeneidad en la intensidad luminosa puede producir que una cierta cantidad de píxeles aparezcan con bajo contraste.

En las técnicas de iluminación existen las direccionales, difusas, a contra luz y estructuradas, así como combinación de ellas que dependen de cada caso específico. Al ser adquirida la imagen, el tratamiento digital de la imagen permite mejorar su calidad manteniendo la realidad original. Se puede realizar procesamiento de brillo, contraste, tono, luminosidad, saturación, umbral, el cual puede ser obtenido por medio de máscaras y filtros digitales.

Metodología de Investigación

Material de estudio

Se empleó la pieza F-563248.01 polea de giro libre de un alternador, la cual fue proporcionada por la empresa Schaeffler Automotive Aftermarket. La empresa Schaeffler al inspeccionar sus piezas identificaron que si existe algún daño pueden producir una falla en el funcionamiento del mecanismo del embrague de la polea, y no podrá suprimir las vibraciones del sistema.

El interés de esta pieza radica en identificar que no tenga fracturas o desgastes los cuales implicarían un desacoplamiento al usar la polea de giro libre. La fig. 3 muestra la polea del alternador donde se observa la base, borde superior y la rosca la cual contiene 5 canales.



Figura 3 Polea de giro libre de un alternador F-563248.01.

Las imágenes que se obtengan de la pieza mecánica contendrán variables de tipo discreto y de carácter bidimensional.

Escena experimental

Se emplearon 4 escenas donde la iluminación de la habitación fue controlada con lámparas fluorescentes T-s Holophane de 127V (escena con iluminación superior) o lámparas led de 3 diodos de 3.7V a 20mA (escena con iluminación lateral). En la región de la detección de imágenes digitales fue puesto un fondo negro, blanco o naranja en la pieza mecánica, según la escena empleada. Las condiciones de fondo e iluminación elegidas en cada escenario fueron para adquirir las imágenes con la propiedad de presentar pocas irregularidades entre la pieza y el fondo. Las imágenes fueron adquiridas con una cámara digital Panasonic DMC-FH24 y fueron procesadas en Matlab para obtener los bordes de la pieza de interés.

Resultados

La determinación de la forma y contorno de la polea se obtiene por medio del procesamiento de imágenes aplicando algoritmos matemáticos a través de software. Las 4 escenas de iluminación empleadas fueron:

- Superior/fondo negro/ posición 1
- Reflexión
- Lateral
- Superior/fondo naranja/ posición 2

Al adquirir la imagen se le realiza un preprocesado para mejorar la calidad y se pasa a segmentación donde se particiona la imagen en áreas con técnicas de umbralización, discontinuidades, uso del color, los cuales pueden realizarse con procesamiento de imágenes y algoritmos computacionales que convierte la imagen digital inicial en otra de mayor relevancia.

Procesamiento en Escena 1

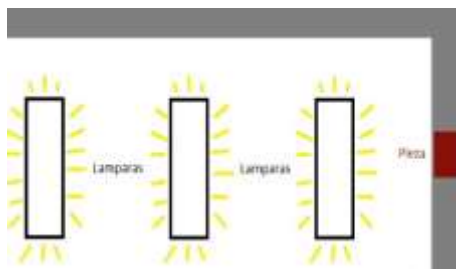


Figura 4 Escena 1. Iluminación superior con posición de pieza de frente.

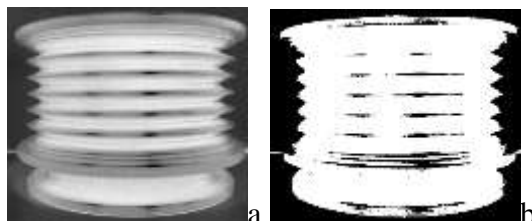


Figura 5 a). Imagen en negativo con iluminación de lámparas fluorescentes. b). Imagen procesada con presencia de saturación.

En esta escena, se iluminó la pieza de la parte superior con lámparas fluorescentes (ver fig. 4). La imagen tomada en forma de negativo puede ser visualizada con mayor nitidez. Al procesar la imagen se puede observar el perfil de la figura con pérdidas en los bordes debido a la iluminación saturada.

Procesamiento en Escena 2

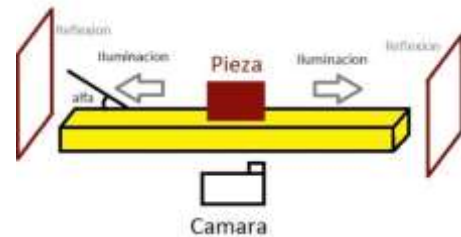


Figura 6 Escena 2. Iluminación con reflexión.

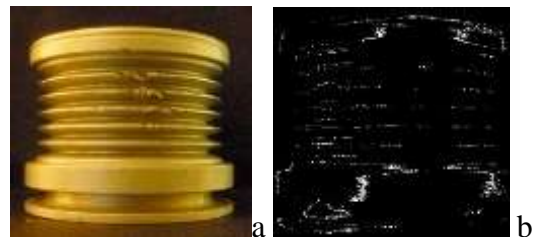


Figura 7 a). Imagen digital de pieza con defecto e iluminada a 15° con lámpara led. b). Imagen procesada con pérdida del contorno de la pieza.

En la escena 2, (ver fig. 6) emplea iluminación lateral con lámparas led a 15°. El fondo negro consiguió que la iluminación fuera constante, pero al procesar la imagen se presentó ruido que limitó obtener un contorno adecuado de la pieza, ya que existe ruido en la parte inferior.

Procesamiento en Escena 3

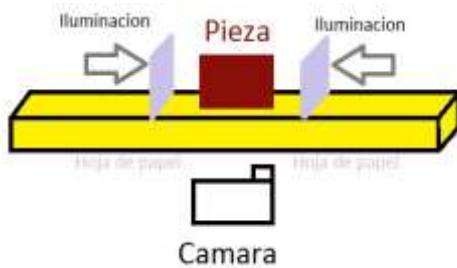


Figura 8 Escena 3. Iluminación lateral

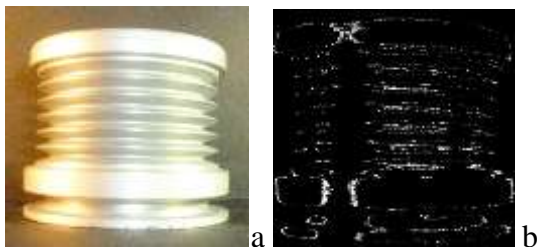


Figura 9 a). Imagen digital de pieza con iluminación de lámparas led. b). Imagen procesada con pérdida de región de contorno.

En la fig. 8 se presenta la escena 3 donde se emplea iluminación directa con las lámparas led. Se utilizó una cortina de papel blanco sobre las lámparas para disminuir la intensidad lumínica. En la fig. 9 se observa que continua con zonas brillantes y sombras, al procesar la imagen de la pieza se pierden bordes en la región que tiene exceso de brillo.

Procesamiento en Escena 4

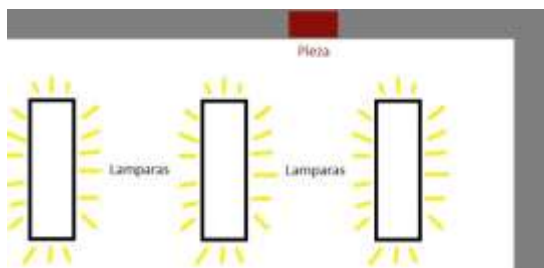


Figura 10 Escena 4. Iluminación superior con pieza en posición lateral.

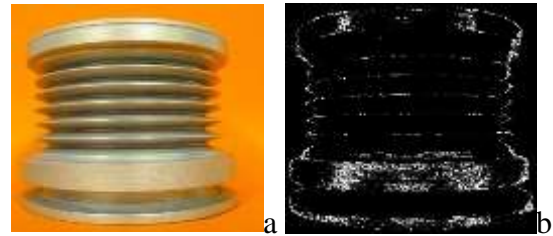


Figura 11 a). Imagen digital de pieza con fondo naranja. b). Imagen procesada con la presencia de los contornos mejorados.

En la fig. 10, la escena emplea iluminación superior con lámparas fluorescentes. Se observa una nueva posición de la pieza para mejorar la respuesta de la imagen procesada. En la fig. 11 se presentan los resultados obtenidos al emplear un fondo de color naranja en la pieza.

Las pruebas experimentales constatan que al emplear colores diferentes que la polea se puede identificar el valor en intensidad del fondo que será diferente al valor de intensidad de la pieza. De esta manera es más sencillo modificar los parámetros de los cuales esta conformada la imagen digital.

La fig. 11 (a) al emplear el fondo naranja (hoja doblada) y con la pieza a 5cm del fondo, el borde de la base no está presente y la sombra de la pieza es menor, además muestra una iluminación homogénea y el reflejo es disminuido.

Conclusiones

En este trabajo se muestra que el procesamiento de imágenes no solo depende del código usado y de los filtros digitales, sino también de las características físicas a las que son expuestas las piezas. Las 4 escenas muestran que el factor de iluminación aporta una dependencia importante en el procesamiento de la imagen digital.

Por último se observó que la escena 4 fue la que mostró los contornos de la polea de giro libre con mejor calidad, esta técnica es adecuada para implementarla en el control de calidad de piezas mecánicas.

Agradecimientos

Este proyecto fue realizado con el apoyo Schaeffler Automotive Aftermarket Mexico S. de R.L. de C.V.

Referencias

Hibbeler, R. C. Mecánica de materiales. Pearson Educación, 2006.

Jaume Tort Guzmán, Adquisición y procesado de imágenes para el control de calidad en piezas de mecanizado, Universitat Politècnica de Catalunya. 2007.

IES-SEP, La Garrotxa. Visión Artificial, Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales. 2012.

Giraldo Montero C. Dimensionamiento de piezas usando el sistema de visión de la celda de manufactura flexible en la facultad de ing. mecánica. Universidad Tecnológica de Pereira. 2007.

Pratt William K. Digital Image Processing. Third Edition. John Wiley & Sons, 2001.

Parker J.R., Algorithms for Image Processing and Computer Vision. Wiley & Sons, 1997.

Jaramillo G.E., Branch Bedoya J.E. DORIS: Sistema para la recuperación de imágenes de piezas mecánicas y de automoción utilizando descriptores de textura. Revista Avances en sistemas e informatica Vol. 5. 2008.

Rey Arias C. A. Diseño e implementación de un sistema integrado de clasif y control de calidad utilizando un manipulador tipo delta y mano robótica antropomórfica. 2014.

R.C. González, R.E. Woods. Digital Image Processing. Pearson Prentice Hall, 2008.