

Análisis de segmentación de color aplicado en una estación de verificación en una celda de manufactura

Color segmentation analysis applied in a verification station in a manufacturing cell

LOPEZ-ALVAREZ, Yadira Fabiola^{1,2†*}, RODRIGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo^{1,3}, JARA-RUIZ, Ricardo¹ y DELGADO-AGUILERA, Jorge¹

¹Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, Estación Rincón, Rincón de Romos, Aguascalientes, 20400 México

²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Lagos, Lagos de Moreno, Jalisco, 47460 México

³Tecnología Avanzada CIATEQ Aguascalientes, San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 20358 México

ID 1^{er} Autor: *Yadira Fabiola, López Álvarez* / ORC ID: 0000-0002-9041-1908, Researcher ID Thomson: T-1555-2018, CVU CONACYT ID: 375952

ID 1^{er} Coautor: *Martín Eduardo, Rodríguez-Franco* / ORC ID: 0000-0002-6804-4777, Researcher ID Thomson: T-1539-2018, CVU CONACYT ID: 660892

ID 2^{do} Coautor: *Ricardo, Jara-Ruiz* / ORC ID: 0000-0001-7725-4138, Researcher ID Thomson: T-1532-2018, CVU CONACYT ID: 630276

ID 3^{er} Coautor: *Jorge, Delgado-Aguilera* / ORC ID: 0000-0001-7445-0352, Researcher ID Thomson: T-1530-2018, CVU CONACYT ID: 947850

Recibido Junio 30, 2018; Aceptado Septiembre 30, 2018

Resumen

Una estación de verificación dentro de un sistema de manufactura flexible es de vital importancia ya que es la encargada de inspeccionar las piezas procesadas por tal sistema, asegurando la calidad en los productos, observando errores y permitiendo realizar los ajustes necesarios en el proceso. En el presente trabajo se reportan los resultados obtenidos en el desarrollo e implementación de una estación de verificación en una banda transportadora que integra una celda de manufactura. La inspección se realizó por medio de un sistema de procesamiento a partir de la adquisición de imágenes y su posterior análisis, aplicando la segmentación de color. Los resultados obtenidos fueron correlacionados entre los software Python, Matlab y LabVIEW; y procesados posteriormente en Matlab, donde cada una de las imágenes obtenidas contribuyen a determinar el software con mejor intensidad y resolución en el estudio del color de la muestra. Tales resultados sugieren que existe una similitud importante en la intensidad entre las imágenes obtenidas entre Python y LabVIEW, mientras que las imágenes obtenidas en Matlab muestran menos ruido y una menor intensidad en los píxeles de estudio.

Estación de Verificación, Procesamiento de Imágenes, Segmentación

Abstract

A verification within a flexible manufacturing system station is vital since this medium is responsible for inspecting parts processed by such a system, ensuring the quality of products, noting errors and allowing perform the necessary adjustments in the process. In the present work are reported the results obtained in the development and implementation of a verification station in a conveyor belt integrated into a manufacturing cell. The inspection was conducted by means of a system of processing from the image acquisition and analysis, by applying the segmentation of color. The results obtained were correlated between the Python software, Matlab and LabVIEW; and subsequently processed in Matlab, where each of the images contribute to determining the software with better intensity and resolution on the study of the color of the sample. These results suggest that there is an important similarity in intensity between images taken between Python and LabVIEW, while the images in Matlab are less noise and a lower intensity in study pixels.

Verification Station, Processing Images, Segmentation

Citación: LOPEZ-ALVAREZ, Yadira Fabiola, RODRIGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, JARA-RUIZ, Ricardo y DELGADO-AGUILERA, Jorge. Análisis de segmentación de color aplicado en una estación de verificación en una celda de manufactura. Revista de Cómputo Aplicado. 2018, 2-7: 24-28.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: yadira.lopez@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Un sistema de manufactura flexible se define como una celda de máquinas altamente automatizada, consiste básicamente en un grupo o conjunto de estaciones de procesamiento (usualmente máquinas-herramientas), interconectadas por un sistema automatizado de manejo y almacenamiento de materiales, controladas por un sistema integrado por computadora (Groover, 2007), emplea distintos elementos, los cuales son indispensables para su funcionamiento, dichos sistemas cuentan con diversas áreas esenciales en las cuales destacan; máquinas – herramientas CNC (sistema de maquinado), módulos de fresado y módulos de torneado, según el caso en el que se esté trabajando, está también compuesta por una estación de ensamble que tiene como función realizar el trabajo de unir las piezas o materiales procesados en el sistema, esto se hace con la ayuda de las máquinas y/o robots especializados.

El área de almacenado tiene como función acumular en un almacén todas las piezas terminadas, este consiste en varias casillas donde al final en estos lugares será colocado el material, otra de las áreas que destacan en un sistema de manufactura es el de inspección o verificación, aquí se emplean elementos que ayudan a poder tener una mejor visualización de las piezas o materiales, todo se basa en el manejo de nuevas herramientas y tecnologías, con ellas pueden trabajarse diferentes condiciones, esto acondicionado al tipo de variable a analizar, entre las que destacan el color, tamaño, forma, entre otros; para lograr esto se utilizan sensores o cámaras, permitiendo mediante códigos creados en una plataforma de programación, implementar un sistema de monitoreo con el propósito de poder detectar cualquier característica sobre las piezas (Sánchez, 2002).

La inspección del material es indispensable dentro de los sistemas de manufactura flexible, ya que son los encargados de verificar si las piezas procesadas o ensambles están correctos, mediante el procesamiento de imágenes, los cuales pueden visualizarse por medio de una computadora a través de una cámara web de inspección y generar señales de salida a controladores o indicadores según sea necesario en la funcionalidad del sistema (Groover, 2007).

Los principales elementos que intervienen en la formación y adquisición de imágenes son los siguientes: el propio objeto de la escena, la cámara empleada, el sistema de iluminación y la computadora central (Sánchez, 2002). Las estaciones de verificación por medio de sistemas de visión, realizan la acción cero deficiencias, porque cada pieza procesada es inspeccionada, cabe mencionar que cada sistema de manufactura tiene diferentes configuraciones de diseño, tamaño, color, etc (Groover, 2007).

La verificación de las piezas se puede realizar mediante diferentes tipos de inspección como: inspección 100% automatizada, sistemas de sensores en línea para inspección durante o después del proceso, inspección avanzada y tecnologías de sensores por ejemplo visión artificial. El procedimiento de cualquier sistema de inspección es principalmente la presentación del objeto, delimitar las características físicas del sistema y calibrar la característica de calidad que será estudiada, mediante señales para indicar si la pieza es correcta o incorrecta y por último la acción en la cual se separan las piezas con error (Groover, 2007). Cabe mencionar que existen múltiples programas que pueden utilizarse en la generación de sistemas de visión, por ejemplo, Matlab, Python, LabVIEW, entre otros.

Segmentación

La segmentación es uno de los procesos más importantes en el procesamiento de imágenes, comprende la fase inicial en el análisis de las imágenes y consiste en descomponer la imagen tal que los datos de interés queden bien distinguidos del resto de información irrelevante. Es por ello que la eficacia del método empleado para tal proceso es vital para que los resultados finales, fruto del procesamiento completo de la imagen, sean correctos (Bermeo, 2012).

El análisis y procesamiento de imágenes que se obtienen dentro de un sistema de manufactura flexible aportan gran información sobre las características del producto final (Ohlander, 1978). Las técnicas de procesamiento y análisis de imágenes han generado gran impacto en muchas áreas de la ciencia, estas técnicas abarcan la segmentación basada en valores de píxeles (Lim, 1990), segmentación basada en el área por crecimiento y división de regiones, en orillas o bordes mediante técnicas locales y globales (Báez, 2004).

Ohta *et. al.*, señalan que de acuerdo a los eigenvectores de cada una de las imágenes analizadas surgen tres características ortogonales de color llamadas atributos de color, estas son componentes importantes en la información de las características de los objetos analizados y mediante la representación matricial del sistema RGB (*Red, Green and blue*) a otro sistema matricial para la representación de la intensidad del pixel analizado (Ohta, 1980), dicha intensidad y matriz de transformación estará determinada mediante las ecuaciones:

$$I_1 = \frac{R+G+B}{3} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{R-B}{2} \quad (2)$$

$$I_3 = \frac{2G-R-B}{4} \quad (3)$$

Donde R, G y B corresponden a los tres niveles de color, con sus siglas en inglés (*Red, Green, Blue*). Otra característica importante dentro de la segmentación y análisis de imágenes son los algoritmos de agrupamiento, estos, varían de acuerdo con la eficacia de la agrupación, entre ellos se puede mencionar el algoritmo de *K-means* que es utilizado para determinar las agrupaciones espectrales presentes en un conjunto de datos, aceptando una cantidad de clústeres que se ubican en los datos; localizando el centro de dichos clústeres, a cada pixel de la imagen se le asigna un clúster cuyo vector medio arbitrario es el más cercano, el procedimiento continua hasta que no se presenten diferencias en la ubicación de los vectores medios (Anil, 2010).

Este trabajo muestra los resultados obtenidos en el análisis de la intensidad de las imágenes obtenidas con Python, Matlab, LabVIEW, para su aplicación en una estación de verificación de un sistema de manufactura.

Metodología

Para la obtención de las imágenes se utilizó una cámara web convencional; dichas imágenes fueron capturadas mediante Python, Matlab, LabVIEW y posteriormente procesados en Matlab. La intensidad de las imágenes se analizó por sus atributos de color mediante el sistema propuesto por Yuichi Ohta (Ohta, 1980).

Se utilizaron piezas color rojo, las cuales forman parte de un proceso dentro de una celda de manufactura, mediante la parte central de cada una de las imágenes se obtuvieron sus niveles RGB y posteriormente se determinó la intensidad según las ecuaciones (1), (2) y (3). Se implementó también, el algoritmo de *K-means* para el agrupamiento de la información de la imagen por color y su posterior análisis por canal (RGB).

Resultados

Para el análisis de la intensidad mediante el método propuesto por Yuichi Ohta, los resultados se muestran en la Tabla 1.

Software	RGB	Intensidad
LabVIEW	R=176 G=79 B=18	I ₁ =80.33 I ₂ =79 I ₃ =-25
Matlab	R=148 G=40 B=15	I ₁ =67.66 I ₂ =66.55 I ₃ =-20.75
Python	R=184 G=63 B=44	I ₁ =97 I ₂ =70 I ₃ =-25.50

Tabla 1 Análisis de intensidad de piezas en RGB
Fuente: Elaboración propia, 2018

La Tabla 1, muestra el valor del pixel central de la imagen obtenida en cada uno de los software empleados para la adquisición de las imágenes mediante las ecuaciones (1), (2) y (3), en estas se puede ver que cada uno corresponde a un nivel de color, también se muestra la intensidad I_1 para cada imagen, la primer intensidad que corresponde a la obtenida con Python presenta mayor valor, sin embargo, las intensidades con mayor proximidad se presentan en las imágenes obtenidas con LabVIEW y Python, mientras que el pixel estudiado en Matlab, muestra menor intensidad.

Si se considera que la contribución de cada intensidad mostrada en la tabla 1, forma parte de una intensidad total que constituye a la imagen, la mayor intensidad total obtenida por los sistemas de adquisición de datos, estará obtenida por Python, por otro lado, también se puede observar que, aunque la distribución dista de ser igual en cada una de las intensidades de las imágenes obtenidas, su similitud puede ser observada.

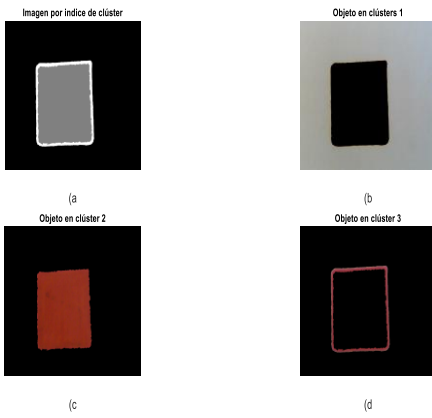


Figura 1 Clúster de la imagen obtenida en LabVIEW
Fuente: *Elaboración Propia, 2018*

La Figura 1, muestra el análisis de la imagen obtenida en LabVIEW, (a imagen por índice de clúster, (b imagen con clúster 1, (c imagen con clúster 2, (c imagen con clúster 3, en esta se puede ver que la segmentación de imágenes con el método de *K-means* facilita la interpretación del color y del contorno de la pieza estudiada, proporcionando el color directo de la pieza analizada, también, es factible la segmentación del color y la forma de la pieza, seccionando la parte de la imagen de color roja.

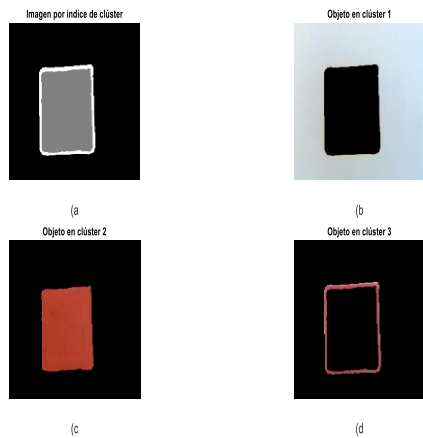


Figura 2 Clúster de la imagen obtenida en Matlab
Fuente: *Elaboración Propia, 2018*

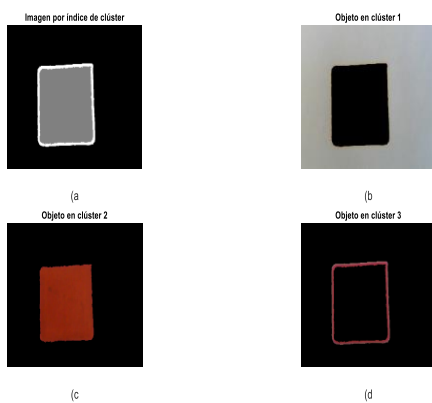


Figura 3 Clúster de la imagen obtenida en Python
Fuente: *Elaboración Propia, 2018*

Para el caso de las Figuras 2 y 3, se muestran también el análisis de las imágenes obtenidas en Matlab y Python, (a imagen por índice de clúster, (b imagen con clúster 1, (c imagen con clúster 2, (c imagen con clúster 3, se puede apreciar que la imagen (d, segmenta el color a utilizar, seccionando la parte de la imagen de color roja, en los tres análisis por método de *K-means* se obtuvo la imagen segmentada por color en el clúster 2.

Para el caso del análisis del perfil de cada de las imágenes obtenidas con los tres software ya mencionados se graficó su comportamiento, los resultados se muestran en las Figuras 4,5 y 6. Para el caso del perfil de la imagen estudiado en LabVIEW y Python, Figuras 4 y 6 respectivamente, se puede ver que cada uno de los niveles de color presentan picos de ruido, lo que resulta en un trabajo computacional adicional al tener que filtrar dichos parámetros. Por su parte, la Figura 5, muestra el comportamiento del perfil de la imagen obtenida en Matlab, en ella se puede apreciar una disminución en los picos de ruido, presentes en cada nivel de color.

En cuanto a los niveles de intensidad mostrados en el análisis del perfil, se puede ver también, que las imágenes obtenidas con LabVIEW y Python presentan un valor similar de intensidad en cada nivel de color, mientras que la imagen con Matlab, Figura 5 muestra una intensidad más amplia.

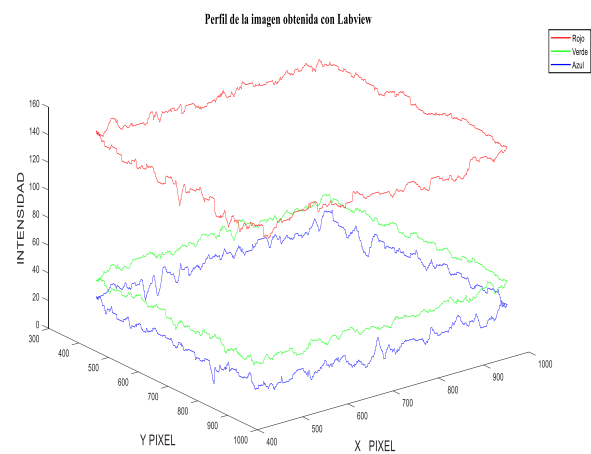


Figura 4 Perfil de la imagen obtenida en LabVIEW utilizando clúster
Fuente: *Elaboración Propia, 2018*

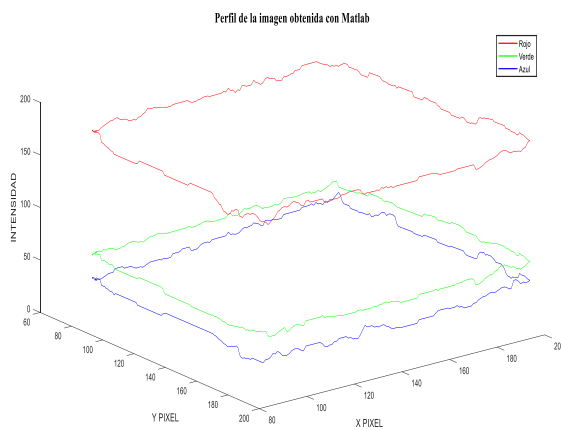


Figura 5 Perfil de la imagen obtenida en Matlab utilizando clúster

Fuente: *Elaboración Propia*, 2018

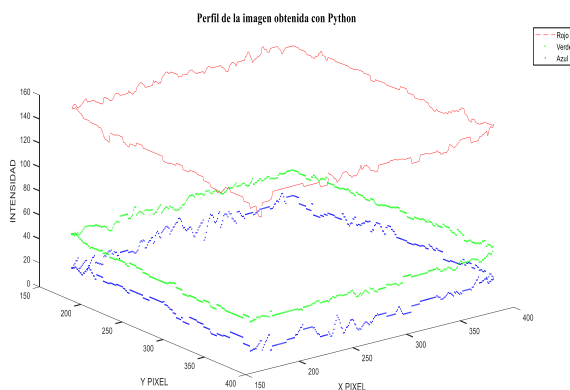


Figura 6 Perfil de la imagen obtenida en Python utilizando clúster

Fuente: *Elaboración Propia*, 2018

Conclusión

Este estudio hace una comparación entre sistemas para la adquisición y procesamiento de imágenes permitiendo determinar el software que dará mejores resultados, su uso y aplicación dependerán del objetivo de cada trabajo (Bermeo,2012). Las diferentes técnicas de segmentación, por su parte, permiten realizar un análisis en cuanto a intensidad de las imágenes (Lim, 1990), y segmentación por color, incluso, se puede realizar una interpretación de los resultados en cuanto a forma, debido a que, en este caso, la banda transportadora utilizada no interfiere en el color de la pieza, este estudio puede eficientar los sistemas de calidad basados en visión utilizados en sistemas de manufactura flexible. Se recomienda en base a los resultados obtenidos, tener una interfaz para adquirir las imágenes a procesar mediante Matlab o Python teniendo en cuenta que estos resultados pueden cambiar según en sensor utilizado.

Para posteriores investigaciones y con relación a la aplicación de segmentación en sistemas de manufactura se propone trabajar con características físicas de piezas maquinadas por el mismo sistema de manufactura.

Referencias

Anil Z Chitade, S.k. katiyar, 2010, *Colour based image segmentation using k-means clustering*, International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(10), 5319-5325.

Báez Rojas J.J., Guerrero M.L., Conde Acevedo J., Padilla Vivanco A., Urcid Serrano G., (2004), *Segmentación de imágenes a color*, REVISTA MEXICANA DE FÍSICA **50** (6) 579–587.

Bermeo Campos N. L., Cespedes O. A., 2012, *Tratamiento de imágenes y aplicaciones*, ISBN: 3659002941, 9783659002946.

Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. Ciudad de México: Prentice Hall.

Lim Y.W., Lee S.U., (1990), *I Pattern Recognition*, **23** 935.

Ohlander R., Prince K., Reddy D.R. (1978), *Computer Graphics and Image processing* 8313.

Ohta Yu-Ichi, KanadeTakeo, Sakai Toshiyuki, (1980), *Computer Graphics and Image Processing* 13222.

Sánchez, J. A. (2002). *Avances en robótica y visión por computador*. España: Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha.