



# Title: Sistema de visión artificial para la clasificación de objetos en tiempo real mediante Raspberry Pi y cámara Web

**Authors:** SERRANO-RAMÍREZ, Tomás, LOZANO-RINCÓN, Ninfa del Carmen, MANDUJANO-NAVA, Arturo, and SÁMANO-FLORES, Yosafat Jetsemani

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2021-01  
BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 15  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



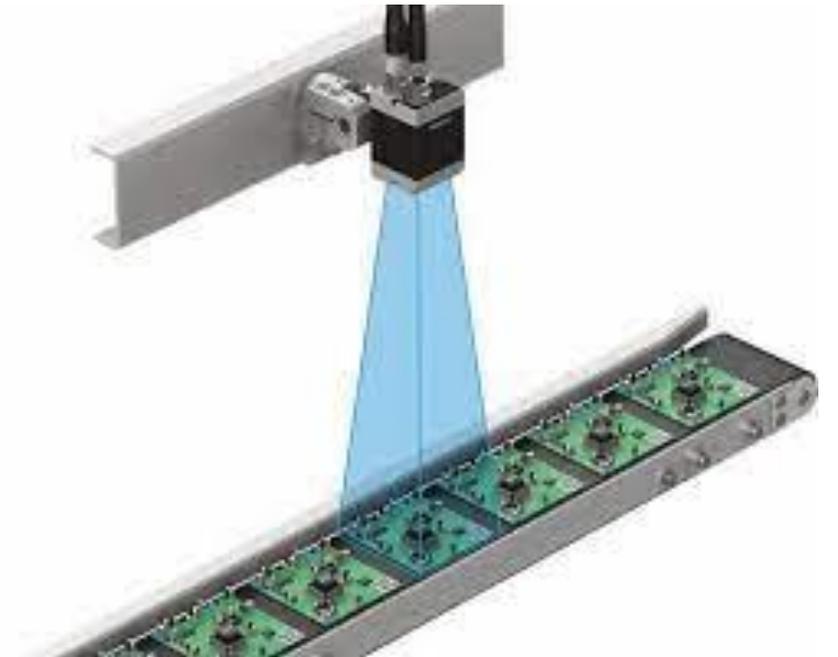
ECORFAN®



# Introducción

*Uno de los pilares de la industria 4.0 es la visión artificial, la cual está revolucionando la forma en que se llevan a cabo los sistemas de automatización y de control de calidad en los procesos de manufactura. Tareas como la identificación, selección, medición y detección de partes o componentes se han vuelto un ejemplo cotidiano de las aplicaciones en dicha rama.*

*En el ámbito industrial aún es mandatorio el uso de costosas cámaras, específicamente elaboradas para las tareas de visión artificial, con hardware y software especializado que sirve para hacer parte o la totalidad del procesamiento, de las señales adquiridas en el sitio. Esto compensa las modestas prestaciones de los equipos de cómputo o sistemas embebidos a los que es enviada la información desde la cámara.*



ECORFAN®

# Introducción

*Hoy en día los papeles han cambiado, con la disponibilidad de computadoras y sistemas embebidos de mayores prestaciones, tamaño reducido y costo competitivo, permitiendo el uso de cámaras ordinarias y desplazando en gran medida el procesamiento, de la cámara al sistema embebido o la computadora. Todo esto sin comprometer la velocidad y la respuesta en tiempo real.*

*El sistema propuesto se ajusta a dicho enfoque, empleando:*

- *Cámara Webcam, con una resolución de 1.3 Mega píxeles y transmisión de datos vía USB 2.0.*
- *Sistema embebido Raspberry Pi 3B+, procesador de 1.4 GHz y 64 bits, memoria ram de 1GB ddr2, cuatro puertos USB 2.0, HDMI, WiFi, Bluetooth, 40 pines de entrada y salida GPIO entre otras características.*

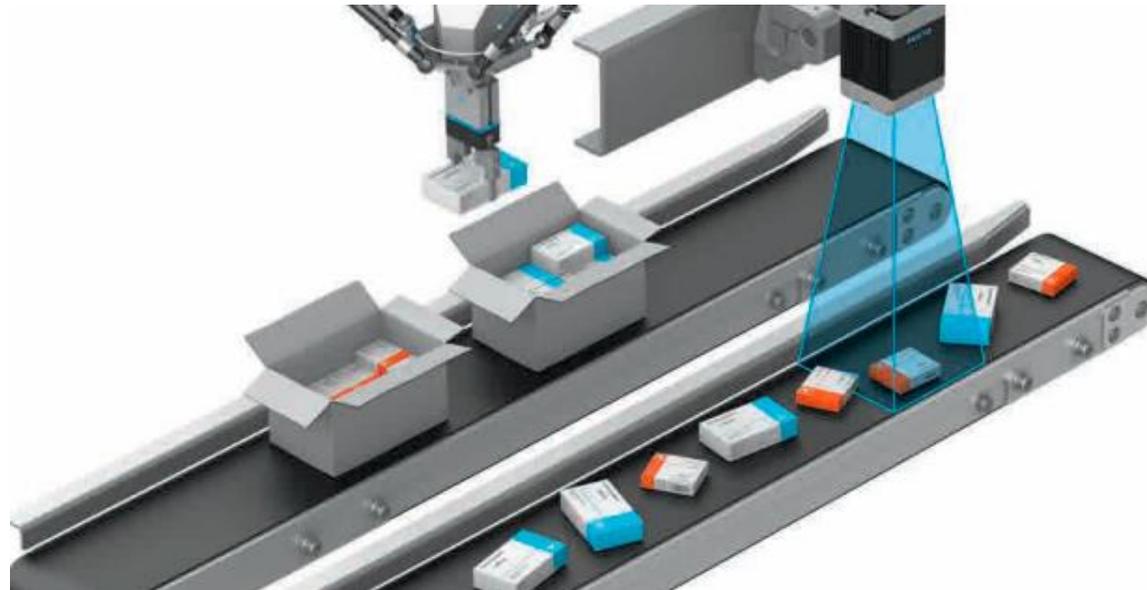


ECORFAN®



# Objetivo

*El objetivo de esta investigación es implementar un clasificador en tiempo real empleando una cámara web convencional y la tarjeta Raspberry Pi 3B+, el cual distinga un tipo de pieza específica inmersa entre otros tipos, para posteriormente etiquetarla, no importando su tamaño o posición. En este caso se escogió de manera arbitraria la clasificación de tuercas hexagonales, las cuales se encontrarán inmersas entre tornillos y rondanas de diferentes tamaños, simulando un problema clásico de clasificación en un ambiente industrial*



ECORFAN®

# *Desarrollo del Sistema de clasificación*



ECORFAN®

*A continuación, se describe la metodología necesaria para la implementación del sistema de visión artificial para la clasificación de objetos en tiempo real. Esta conlleva tres pasos sucesivos: el primero corresponde la captura de la base de datos de imágenes con el objeto a clasificar, el segundo implica el entrenamiento y generación del algoritmo predictivo mediante la base de datos y el clasificador Haar Cascade. Por último, se realiza la prueba de detección en tiempo real, así como la medición del error de clasificación.*

- *Obtención de la base de datos de imágenes*
- *Entrenamiento y generación del algoritmo predictivo.*
- *Prueba de medición en tiempo real y medición del error.*

# Obtención de la base de datos de imágenes

## IMÁGENES POSITIVAS

*El clasificador Haar Cascade requiere una base de datos de imágenes separada en dos grandes grupos: el primero corresponde a las imágenes positivas, en las cuales se encuentra el objeto a reconocer (clase tuerca), tratando de variar el tamaño del objeto, la posición y de ser posible los fondos similares a los encontrados en los escenarios de clasificación.*



ECORFAN®

# Obtención de la base de datos de imágenes

## IMÁGENES NEGATIVAS

*El segundo grupo compete a las imágenes negativas, las cuales corresponden a todos los objetos y fondos que no pertenecen a la clase tuerca y las cuales pueden presentarse en los futuros escenarios de clasificación, incluyendo posibles falsos positivos tales como tuercas y tornillos de diferentes tamaños y tipos.*



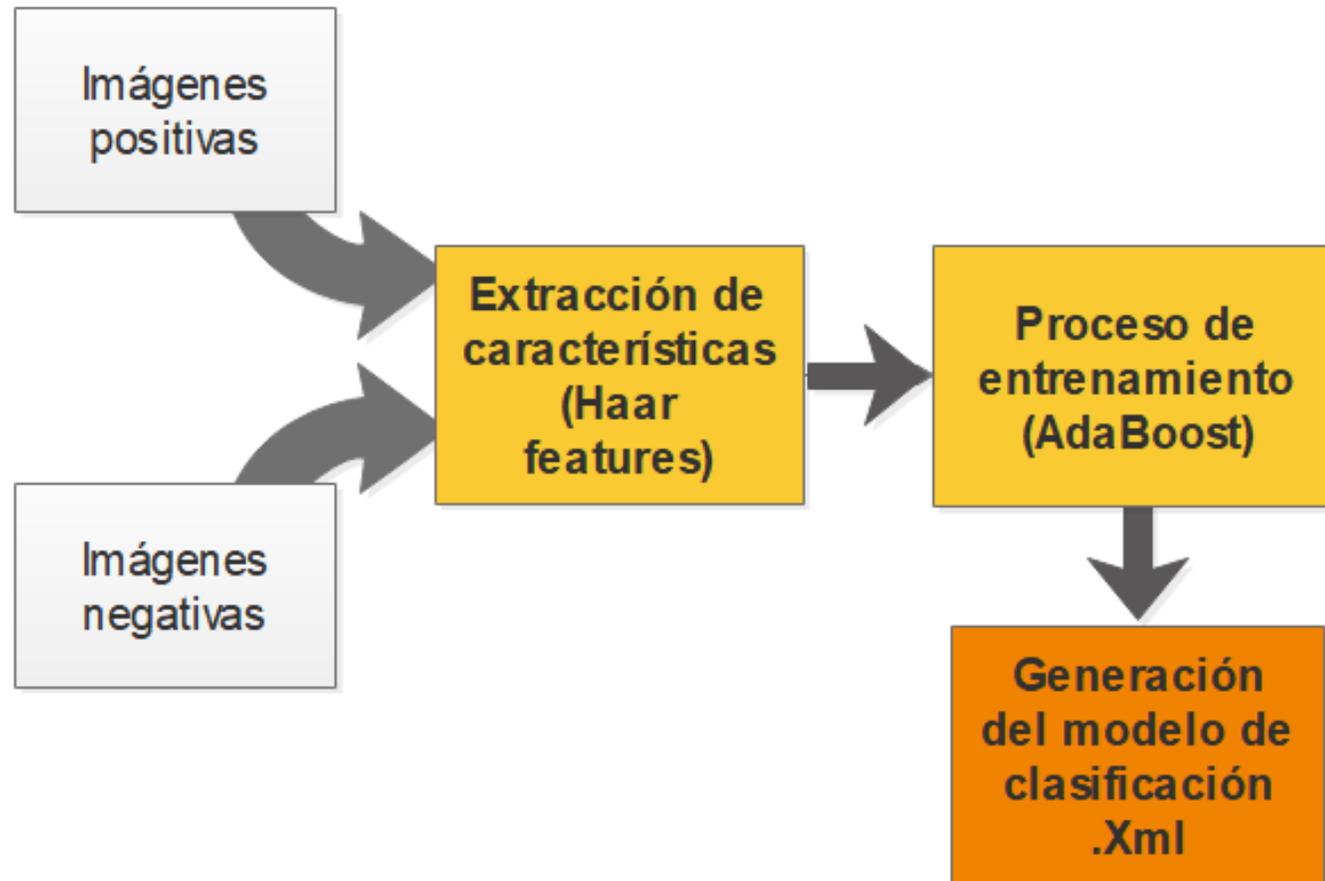
ECORFAN®

# Entrenamiento y generación del algoritmo predictivo



ECORFAN®

## DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO



# Entrenamiento y generación del algoritmo predictivo



ECORFAN®

## DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE DETECCIÓN

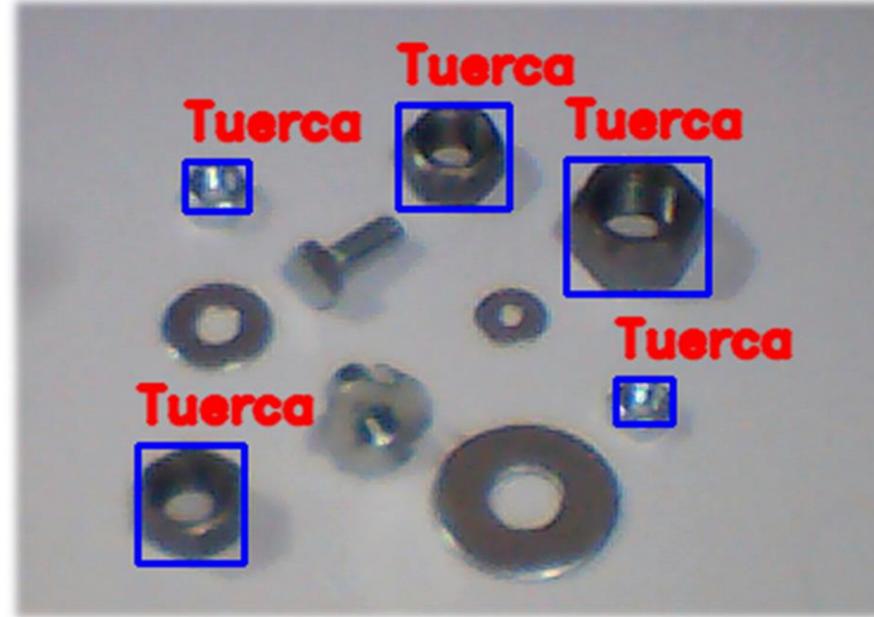
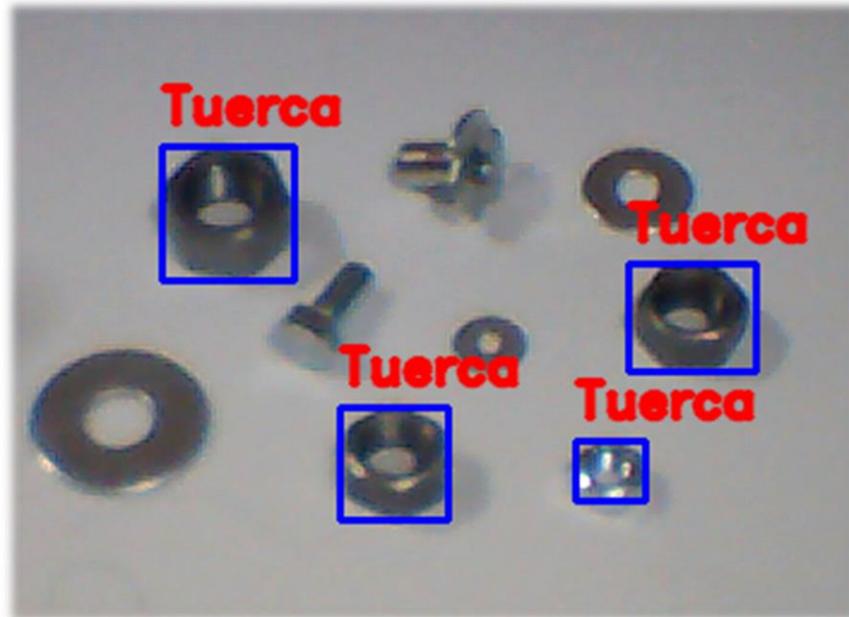


# Pruebas

*A continuación, se muestra una captura de pantalla de sistema de visión artificial propuesto en funcionamiento. La imagen corresponde a una señal de video de 1.3 Mega píxeles a 30fps, procesada en tiempo real. Se observa que la clasificación de las tuercas fue correcta, sin falsos positivos o negativos.*



ECORFAN®



# Pruebas

*Se implementó una base de datos con 100 imágenes para prueba, cada imagen se cuenta con su ground truth. El objetivo es utilizar dicha base de datos para probar el desempeño del sistema de visión, implementado la matriz de confusión con los porcentajes de clasificación en los parámetros: verdadero positivo VP, verdadero negativo VN, falso positivo FP y falso negativo FN. Esto es posible debido a que el algoritmo Haar Cascade es del tipo supervisado.*

	Predicción Positivos	Predicción Negativos
Positivos reales	TP =0.85	FP =0.20
Negativos reales	FN =0.15	TN =0.80

**Tabla 1** Matriz de confusión.

$$Exactitud = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

$$Exactitud = 0.825$$
$$Tasa de error = 0.175$$



ECORFAN®



ECORFAN®

## *Conclusiones*

*Se desarrolló con éxito un sistema de visión artificial para la clasificación de objetos en tiempo real mediante Raspberry Pi y cámara Web, fue desarrollado con éxito.*

*Las ventajas a considerar se describen a continuación:*

- *Bajo costo*
- *Buen desempeño*
- *Implementación con software libre*
- *Funcionamiento en tiempo real*
- *Sistema embebido*
- *Cámara web convencional*
- *Portátil*

## *Conclusiones*

*El sistema se implementó en software libre mediante Python y OpenCV, con las ventajas que esto conlleva en portabilidad, costos y capacidad de depuración. Aunado a esto, la utilización de la tarjeta Raspberry Pi 3B+ y una cámara web convencional como hardware, le brindan al sistema un costo asequible (no superior a los 100 dólares) aunque con buena potencia de cómputo, logrando un funcionamiento fluido y en tiempo real. Además, tiene la ventaja de ser portátil y de tamaño reducido, pudiendo llegar a ser una seria competencia ante las costosas cámaras industriales para aplicaciones de visión por computadora.*



ECORFAN®



ECORFAN®

# Agradecimientos

*Los autores agradecen a la Universidad  
Politécnica de Guanajuato por su apoyo en la  
realización de esta investigación.*



## *Referencias*

Viola, P. and Jones, M. (2001) Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In Proceedings, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.

.

Viola, P and Jones, M (2004) Robust real-time face detection. International Journal of Computer Visio, vol. 57, no. 2, pp. 137-154

.

Setjo, C H, Achmad B and Faridah. (2017) Thermal image human detection using Haar-cascade classifier", Proc. – 2017 7th Int. Annu. Eng. Semin. Ina. 2017, no. January 2020, 2017.

Priadana, A and Habibi, M. (2019) Face detection using haar cascades to filter selfie face image on instagram, 2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology ICAIIT, pp. 6-9.

Tian X, Feng H and J Chen. (2020) An Industrial Production Line Dynamic Target Tracking System Based on HAAR and CAMSHIFT, International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence Vol. 34, No. 11, 2059037.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))