

Control de un mini robot de 5 Grados de Libertad usando vision artificial

Fabian Garcia Chavez, Jose Manuel Torres Zavala, José Emiliano Reyes Lemus, Jesús Rafael Tapia Camargo, Juan Manuel Jiménez Rosiles, Emiliano Ortega García, Juan Manuel López Hernández, jmlopez@ugto.mx
 Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

Resumen

El uso de Robots en la industria es cada vez más frecuente sobre todo en procesos repetitivos como la toma de objetos para llevarlos de un proceso a otro en la línea de producción o tomar un objeto que viene en la banda transportadora y posicionarlo en un lugar específico como puede ser una caja para su empaquetado. En este proyecto, se propone la utilización de algoritmos de visión artificial para proporcionar a un mini robot de 5 grados de libertad, la capacidad de visión y por medio de algoritmos de adquisición y procesamiento de imágenes, la identificación y localización de objetos específicos con ayuda de una webcam USB como sistema de visión. Una vez realizada la detección del objeto, el MATLAB enviará los códigos de control necesarios a un sistema con microcontrolador ATMEGA328P para que los actuadores se activen de tal forma que el robot alcance el objeto a manipular y posteriormente posicionarlo en una pequeña bandeja de plástico.

Introducción

En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques de las diferentes etapas del proyecto para llevar a buen fin el trabajo de investigación, en estas etapas se utiliza el Software MATLAB™ y Arduino IDE, el primero lo utilizamos para realizar la adquisición y procesamiento de imágenes y el segundo nos sirve como tarjeta controladora de los actuadores del robot para que realice los diferentes movimientos.

Bloque 1: Uso de una webcam USB2.0 como sistema de visión configurada a una resolución de 640x480 color.

Bloque 2: Uso de las cajas de Herramientas (ToolBox) de adquisición de imágenes y de procesamiento de imágenes para adquirir y procesar la imagen adquirida para la detección de objetos en la escena o imagen.

Bloque 3: Dentro del sistema de MATLAB se establece una comunicación serial USB entre el MATLAB y el sistema con microcontrolador para el envío de señales de control para el robot.

Bloque 4: Estructura del Robot de 5 grados de libertad con actuadores que en nuestro caso son servomotores que proporcionaron los movimientos y la fuerza necesarias para la realización de secuencias de movimiento.

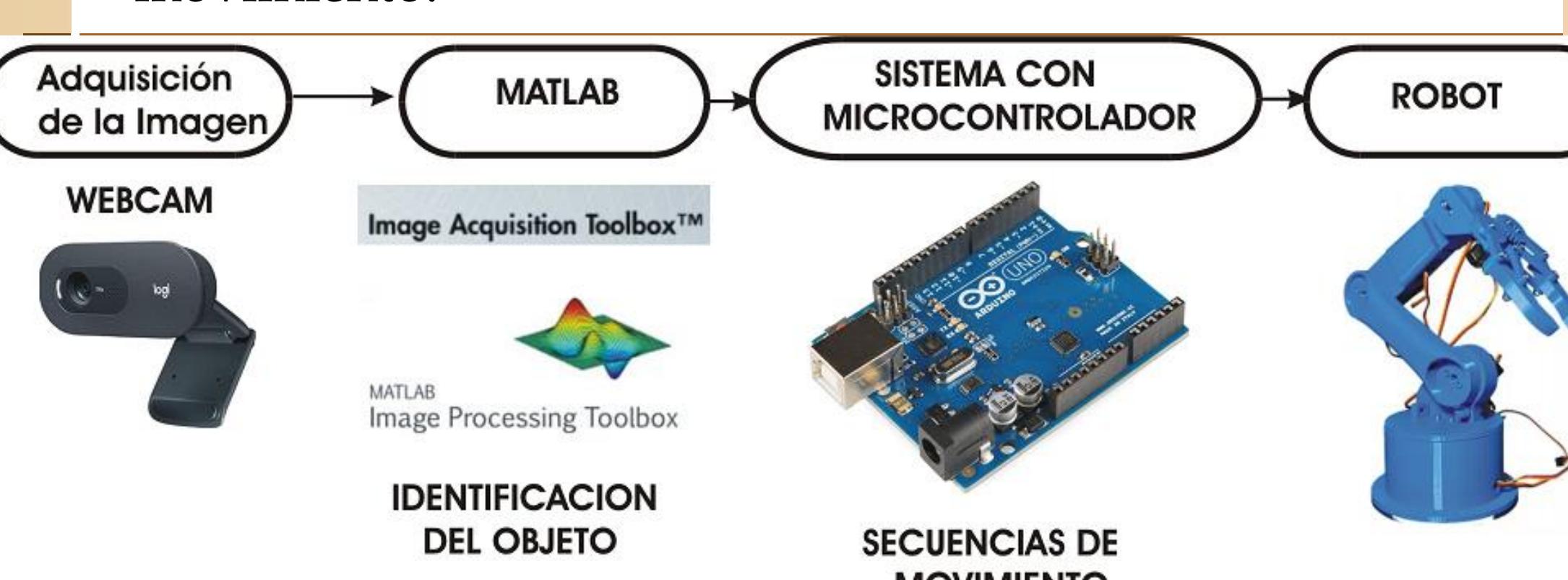


Figura 1. Diagrama a bloques del proyecto.

El robot fue adquirido por el laboratorio de procesamiento de señales del DEM perteneciente al Campus Irapuato-Salamanca para su uso en prácticas de mini robótica y se cuenta con 4 unidades, cada unidad consta solo de la estructura impresa en 3D y de los actuadores que en nuestro caso son servomotores que pueden ser controlados por cualquier sistema con microcontrolador. En este proyecto usamos el sistema con microcontrolador ATmega328p (Mosquera,2019) por su uso amigable con el programador y por su bajo costo.

En la figura 2, se muestra el robot con las dimensiones físicas.

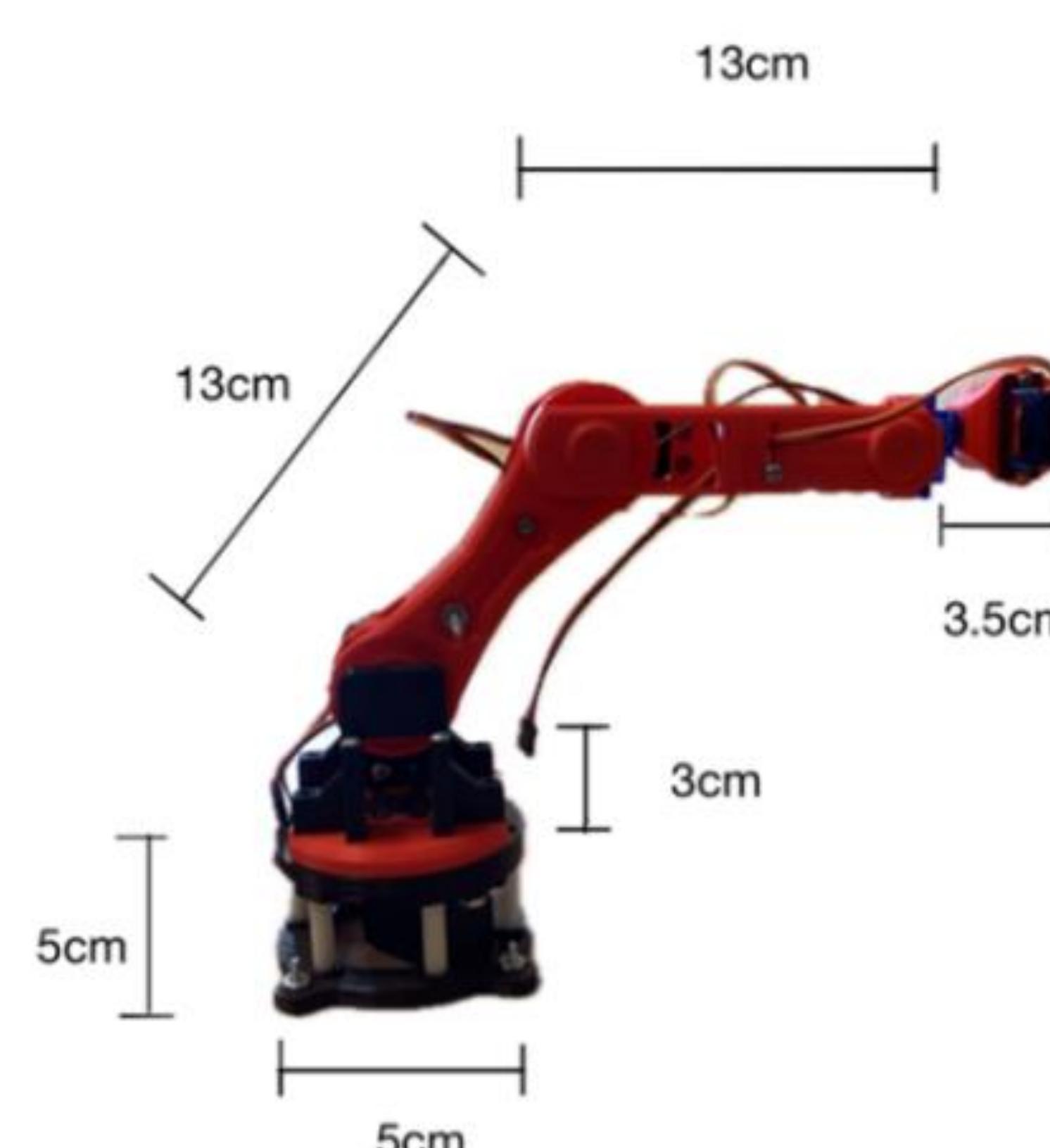


Figura 2. Dimensiones del robot a utilizar.

Métodos comunes de segmentación

El término de segmentación significa en visión artificial partición de una imagen en pixeles que contengan las mismas características como color, textura, etc., dentro de los métodos básicos de segmentación podemos mencionar (Gonzalez, Woods, 2008) (pratt, 2007):

- 1.- Segmentación por Umbral (Thresholding) en la cual divide la imagen en regiones basadas en valores de intensidad de los pixeles.
- 2.- Segmentación Basada en Regiones en la cual agrupa pixeles en regiones basadas en criterios de homogeneidad.
- 3.- Segmentación Basada en Bordes en la cual se aplican detectores para mostrar los bordes de los objetos que se encuentran en la escena como el algoritmo por contornos activos[] utilizado en este proyecto.
- 4.- Segmentación por Agrupamiento (Clustering) dentro de este método, se aplican algoritmos de agrupamiento como K-means para agrupar pixeles en diferentes regiones

Segmentación por Contorno Activo

El algoritmo de segmentación por contorno activo (Kass, Witkin, Terzopoulos, 1987) se basa en las siguientes ecuaciones, tenemos una Energía total de la curva (Esnake) como la suma de la energía interna y la energía externa.

$$E_{\text{snake}} = \int_0^1 [E_{\text{int}}(c(q)) + E_{\text{ext}}(c(q))] dq$$

La energía interna E_{int} es un parámetro intrínseco de la curva y a grandes rasgos es modelada como una lámina (segunda derivada de la curva) que se encuentra entre cada 3 puntos de la curva. Cuando existe un objeto dentro de la curva, el comportamiento de ligá provoca que los puntos o snakes tiendan a moverse y cerrarse en el centroide de la curva o centro de masa de los puntos.

La energía externa E_{ext} es definida por las características externas de la curva como el gradiente de la imagen $\nabla I(c(q))$ el cual corresponde a la localización del contorno del objeto. Este gradiente significa la detección en un cambio de intensidad entre pixeles adjuntos que en imágenes se le conoce como el contorno de un objeto. Entonces la ecuación de la energía total se transforma en la segunda derivada de la curva en conjunto c .

$$E(c) = \beta \int_0^1 |c''(q)|^2 dq + \lambda \int_0^1 |\nabla I(c(q))| dq$$

Resultados

Se realiza el código necesario para que la webcam adquiera una imagen de 640x480 donde se observa el objeto a manipular, el MATLAB la recibe y la procesa obteniendo primero el contorno del objeto para posteriormente usar los contornos activos para encontrar las coordenadas del centroide de la curva final y así obtener la identificación espacial del objeto. En la figura 3 se muestra el robot junto con la computadora portátil donde se realiza la adquisición de la imagen, procesamiento con MATLAB y el envío de señales de control al sistema con microcontrolador ATmega328p.

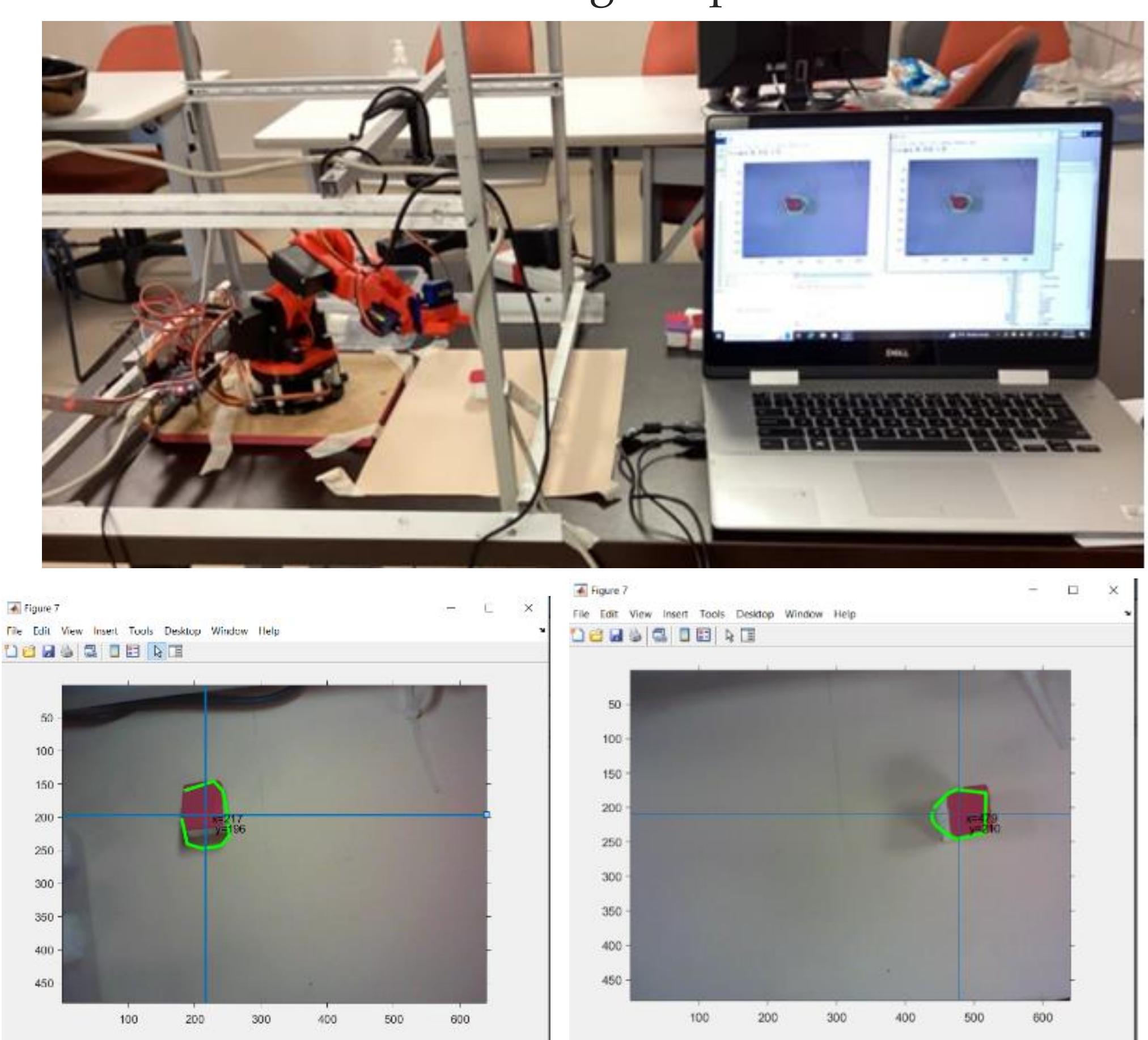


Fig. 3: Vista del robot y de la computadora portátil donde se puede apreciar el resultado de la detección

CONCLUSIONES

En este proyecto de investigación se usaron técnicas modernas de visión artificial como los contornos activos que como su nombre lo indica, a partir de una curva inicial de puntos posicionados por el usuario cerca de los bordes de la imagen a procesar el algoritmo produce que estos puntos se mueven por energías internas que tienen que ver con los modelos intrínsecos de la curva que en nuestro caso es por modelo de lámina rígida lo que ocasiona que a cada iteración se vayan acercando los puntos convergiendo al centroide de la curva cerrada. Se posicionó un contenedor de plástico para alojar los objetos manipulados, en la figura 3 abajo izquierda el objeto es localizado en las coordenadas (251,185) mientras que en la imagen de al lado se observa que el objeto identificado se encuentra en las coordenadas (479,210).

Referencias

- R. Gonzalez, R. E. Woods, (2008), *Digital Image Processing*, (3^a ed.), Prentice Hall.
- William K. Pratt, (2007), *Digital Image Processing*, (4^a ed.), Wiley interscience.
- M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos, (1987), *Snakes, active contours models*, Int. J. on Computer Vision, 1(4):321-331.
- Ruben Beiroa Mosquera, (2019), Aprender Arduino, electrónica y programación, (1^a ed.), Edit. Alfaomega Marcombo.