

# Pruebas del algoritmo surf para la elección de imágenes de referencia

<sup>1</sup>Jorge Magaña, <sup>2</sup>José Atoche, <sup>1</sup>Rafael Canche

*1 Instituto Tecnológico Superior de Motul*

[jorge.magana@itsmotul.edu.mx](mailto:jorge.magana@itsmotul.edu.mx)

[rafael.11120004@itsmotul.edu.mx](mailto:rafael.11120004@itsmotul.edu.mx)

*2 Instituto Tecnológico De Mérida*

[jratoche@gmail.com](mailto:jratoche@gmail.com)

## RESUMEN

Uno de los principales problemas de la robótica es la implementación de un sistema de visión artificial para darle la habilidad de tomar decisiones con el procesamiento de imágenes capturadas. El presente artículo demuestra la forma de determinar las condiciones adecuadas para la captura de una imagen de referencia de un objeto, la cual, será emparejada con otras imágenes para detectar dicho objeto utilizando el algoritmo surf. El experimento surge de la necesidad de conocer el comportamiento de los puntos característicos detectados en una imagen de referencia en función de la distancia en que se capturó dicha imagen, determinando la distancia adecuada para realizar la captura de una imagen de referencia y poder lograr la correcta detección del objeto. El experimento se realizó con una caja cerrada, con lámparas led's en la parte superior para la iluminación y con un agujero para una cámara, un fondo es móvil para desplazar de manera vertical el objeto a detectar.

**Palabras claves:** Algoritmo Surf, reconocimiento de objetos, medición de distancia, robótica, imagen de referencia.

## ABSTRACT

Artificial vision system implementing in robotics are considered the main drawback to give it the ability to take decisions based on the image capturing processing. Based on the above, this article tries to determine the right to capture a reference image of an object to detect conditions, which will be matched with other images to detect the object using the algorithm surf. The experiment arises from the need to know the behavior of the characteristic points detected in a reference image based on the distance at which the image is captured, determining the appropriate distance to make capturing a reference image and to achieve the right object detection. The experiment was performed in a closed box, with led's lamps at the top for lighting and a hole for a camera, the background is moving a vertical manner to displace the object to be detected. This article discusses the tests conducted and the results obtained of the experiment.

**Keywords:** Surf algorithm, object recognition, distance measurement, robotics, reference image.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología de visión artificial se ha ido perfeccionando con las diferentes capacidades que tienen los sistemas electrónicos para extraer y analizar información del mundo real, lo cual permitiría a los sistemas robóticos la autonomía total para desplazarse, detectar, ubicar, seleccionar y manipular objetos. La detección y ubicación de objetos es un trabajo de visión por computadora que lleva cerca de 50 años en investigación.

Los sistemas de visión poseen numerosas aplicaciones en las más diversas disciplinas, pero todas apuntando a lo mismo: el procesamiento de los datos de la escena para la percepción de las máquinas de manera autónoma.(Auada, 2011)

La implementación de un sistema de visión artificial permite a los robots, entre otras cosas, detectar y ubicar objetos a través de imágenes digitales adquiridas. La detección y ubicación automática de objetos en imágenes permite un gran avance en el desarrollo de la visión artificial facilitando la interacción de los robots con su entorno.

Existen investigaciones sobre el comportamiento de esquemas clásicos de detección y descripción de puntos de interés entre imágenes, entre los más comunes se encuentran el SIFT, SURF, ORB, (Guerrero, M., 2011; Alban, et. al., 2014; Bauer, J., et. al., 2007).

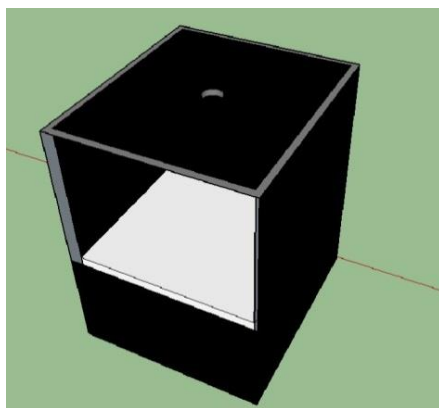
El algoritmo SURF será el utilizado para la detección y ubicación de objetos Este algoritmo responde mejor en el tiempo de cálculo de los descriptores que otros como el SIFT (Bay, et. al., 2006). Para la aplicación a robots se requiere realizar el procesamiento lo más rápido posible por lo que el algoritmo SURF es adecuado en cuanto a velocidad, sin embargo se pierde exactitud al momento de emparejar dos imágenes (Cortijo, R., et. al., 2009). Otra investigación donde se aplicó el algoritmo surf concluyeron que el algoritmo surf es adecuado para la detección de objetos (Ilbay, et. al., 2013).

El algoritmo SURF consta de seis etapas de procesamiento: aproximación del Laplaciano del gaussiano, búsqueda de puntos de interés, eliminación de puntos espurios, obtención de gradientes de orientación y generación de las características SURF. Éstas últimas son las coincidencias que existen entre las dos imágenes comparadas (Maudet, et. al., 2015).

## **2. MÉTODO EXPERIMENTAL**

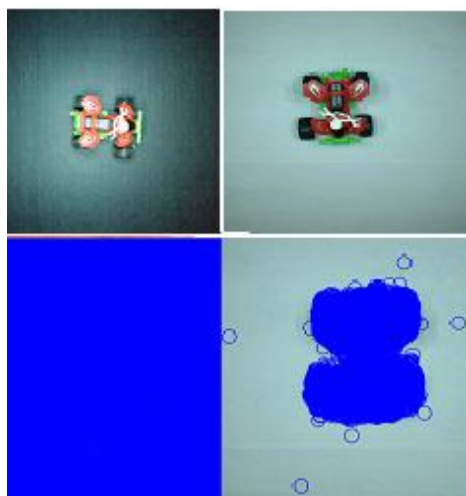
La primera prueba realizada al algoritmo SURF, para conocer los parámetros adecuados e implementar el sistema de visión en un robot manipulador, fue comparar la cantidad de puntos característicos detectados en un objeto muestra a diferentes distancias, buscando establecer el procedimiento más adecuado para la elección de las imágenes de referencia.

El diseño experimental consistió en la construcción de una caja rectangular a base de madera con un fondo movible para realizar las pruebas de distancia. El interior de la caja se pintó de negro y el fondo movible de color blanco, en la Figura 1 se observa el diseño esquemático realizado en SketchUp Make de la caja con fondo blanco.



**Figura 1.** Diseño de prototipo Experimental

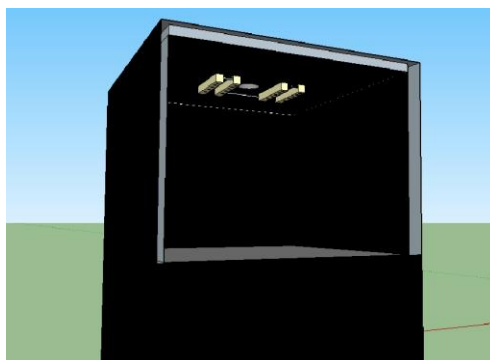
Al tomar la imagen de referencia es importante que el fondo sea blanco, ya que en imágenes con fondo negro el algoritmo detecta infinidad de puntos fuera del objeto. En base a esto se optó por pintar el fondo de color blanco, al procesarlo con el algoritmo surf se observa una mejora en la detección de los puntos característicos del objeto, como se puede apreciar en la Figura 2.



**Figura 2.** Imagen con fondo negro e imagen con fondo blanco.

En la Figura 2 se puede observar a la izquierda la foto del objeto sobre una superficie negra y a la derecha el mismo objeto sobre una superficie blanca. Al emparejar con una imagen de prueba se comprobó que se emparejan más puntos característicos con el fondo blanco. Esto es debido a que en la imagen de referencia con fondo negro obtienen muchos puntos característicos fuera del objeto de interés.

En la tapa de la parte superior se colocaron cuatro lámparas leds para lograr la iluminación requerida para las pruebas, de igual manera se realizó un agujero para poder colocar la cámara y realizar las capturas, en la Figura 3 se puede observar el modelo esquemático realizado en SketchUp Make.



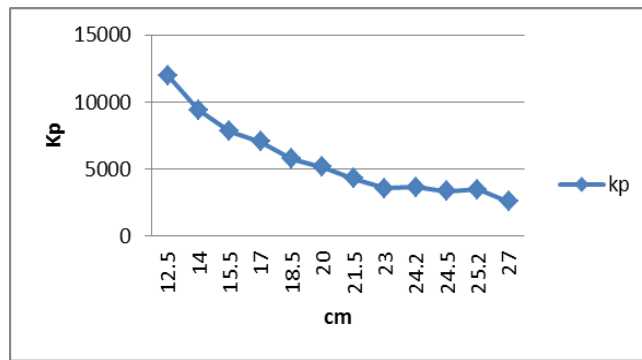
**Figura 3.** Diseño esquemático, parte superior.

Las imágenes fueron capturadas con una cámara de 8MPíxeles y el tamaño de las imágenes de 2448X3264. Para el control de la iluminación se utilizó un dimmer y un luxómetro para poder mantener las condiciones de iluminación sin importar la distancia.

### 3. RESULTADOS

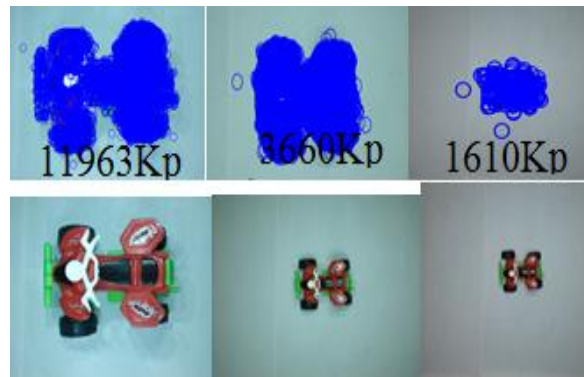
Para el experimento se ajustó la iluminación de 340 a 350lux, que es una condición de iluminación promedio en un ambiente de trabajo, se tomaron 12 fotos al objeto muestra a diferentes distancias de la cámara, sin modificar la escena.

En la Figura 4 se puede observar los resultados de la extracción de puntos característicos sobre la imagen de referencia expresados gráficamente. Mientras se aleja el objeto muestra de la cámara, los puntos característicos disminuyen.



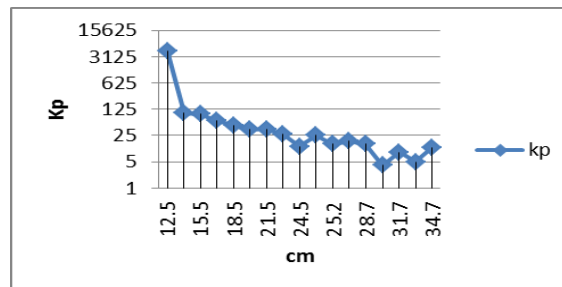
**Figura 4.** Puntos característicos, distancia cámara-objeto.

Para analizar el emparejamiento se utilizaron tres imágenes de referencia, una cercana, una a media distancia y finalmente una a la máxima distancia. Dichas imágenes se muestran en la figura 5, en la segunda fila se observan las imágenes tomadas del objeto sin procesar por el algoritmo surf, la primera imagen se tomó a 12.5cm, la segunda a 24cm y la tercera a 34cm, la primera fila se observan las mismas imágenes con los puntos característicos después de aplicarles el algoritmo surf y se especifica la cantidad de puntos encontrados.



**Figura 5.** Imágenes de referencia.

La primera prueba se realizó utilizando como imagen de referencia la más cercana a la cámara y se emparejó con otras 16 imágenes a diferentes distancias de la cámara.



**Figura 5.** Emparejamiento con imagen de referencia tomada a 12.5cm de la cámara.

Se puede observar en la Figura 5 que al emparejar la imagen tomada más cerca de la cámara (a 12.5cm de la cámara) con otras imágenes a distancia más alejadas, la cantidad de Kp emparejados disminuye hasta obtener a una distancia de 34.7cm solamente 12Kp. Se puede observar que la tendencia es que los Kp emparejados correctamente disminuyen con forme se aleja el objeto muestra de la cámara.

Si tomamos la imagen más alejada de la cámara (a 34.7cm de la cámara) como referencia para realizar el match,

como se observa en la Figura 6, el número de Kp aumenta conforme la distancia en que se tomaron las fotos se acerca.

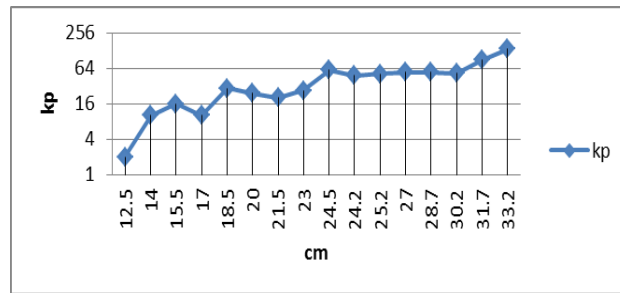


Figura 6. Emparejamiento con imagen de referencia tomada a 34.7cm de la cámara.

Una tercera prueba realizada es elegir la imagen tomada a una distancia intermedia del total de fotos tomadas, a una distancia de 24cm aproximadamente.

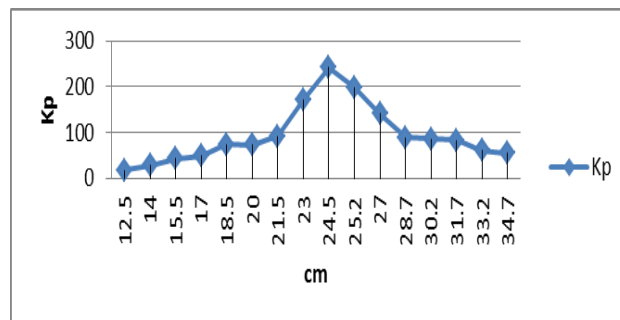


Figura 7. Emparejamiento con imagen de referencia tomada a 24cm de la cámara.

En la Figura 7 se observa la tendencia a aumentar los Kp conforme las imágenes se acercan a la misma distancia de la imagen de referencia.

Para probar el algoritmo en la detección del objeto fuera de la caja experimental, se tomaron 31 fotos, con el objeto a detectar a una distancia de 24cm de la cámara. En la Figura 8 se presentan ejemplos de fotos donde se detectó el objeto, la Figura muestra imágenes que se emparejaron con la mayor cantidad de puntos característicos (11 y 18 Kp).

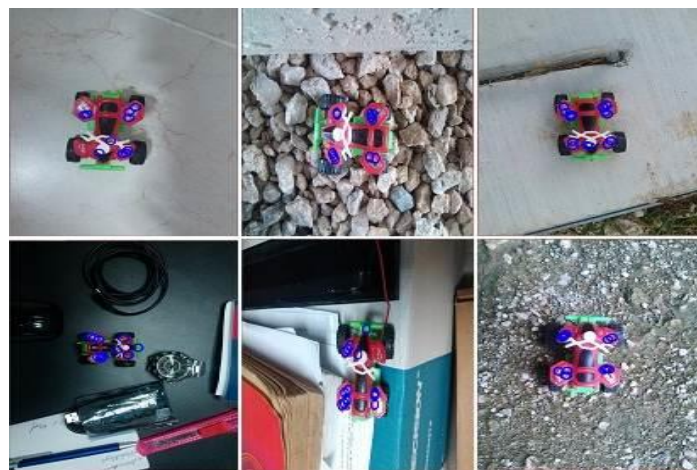


Figura 8. Fotos con el objeto detectado correctamente.

De las 31 fotos tomadas, una detectó un punto característico fuera del objeto de interés. En la Figura 9 se puede apreciar la foto con los dos puntos detectados.



Figura 9. Foto con Kp fuera del objeto a detectar.

La Figura 10 muestra las dos fotos que no detectaron el objeto aunque el objeto se encontraba en ella.

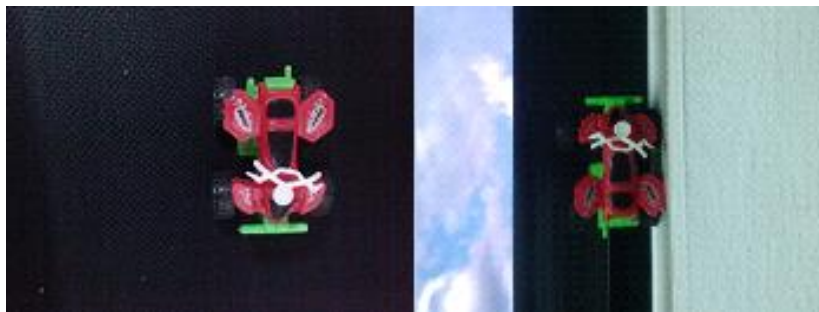


Figura 10. Fotos que no detectaron el objeto.

#### 4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos recabados, se puede observar en la Figura 8, que la mejor opción al elegir la distancia del objeto a la cámara, es la de capturar la imagen en el punto medio del rango de distancia al que se desea trabajar, por lo tanto para tener un alcance de 48cm aproximadamente es necesario tomar como imagen de referencia en el punto medio.

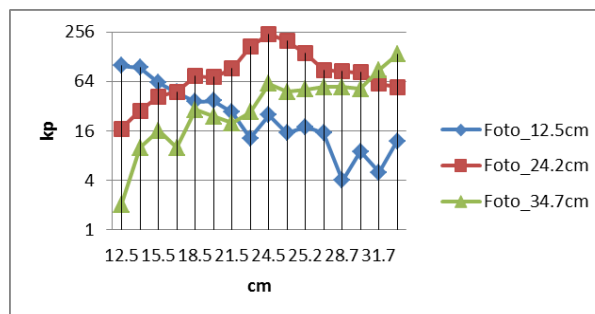


Figura 8. Comparación de kp-distancia

Al aplicar el algoritmo surf a las fotos con la imagen de referencia tomada a 24cm de distancia de la cámara, se logró la detección del objeto en el 93.5% de las fotos, en una foto se detectó un kp fuera del objeto probablemente por la variación de la luz.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Auada, A. F. (2011). *Mobile Robotics And Automated Systems Lab*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2015, de <https://www.cyberlordslasalle.org/index.php/en/publications>
- Bay, H., Tuytelaars, T., & Gool, L. V. (2006). SURF: Speeded Up Robust Features. *In Computer Vision-ECCV 2006*, (págs. 404-417). Springer Berlin heidelberg.
- Cortijo, R., Maria, A., & Quevedo, M. Á. (2009). Comparativa de detectores de características visuales y su aplicación al SLAM. *In X Workshop de agentes físicos*, 55-62.
- Ilbay, M. Ñ., Córdova, L. T., Raura, G., & Gualotuña, T. (2013). Análisis de Eficiencia en Algoritmos de Reconocimiento de Imágenes Digitales Aplicables a Dispositivos Móviles Bajo la Plataforma ANDROID. *Doctoral dissertation, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática.*
- Maudet, S. F., Donato, A. L., & Campos, A. N. (2015). Algoritmo de Identificación de Etiquetas en Botellas de Vino. *ASAI 2015, 16° Simposio Argentino de Inteligencia Artificial.*, (págs. 73-79).