

# Algoritmo de Harris (Detector de Esquinas)

Carachure Mundo Angel  
Asunción

## Objetivos :

- Detectar esquinas mediante algoritmos de Harris.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio en el procesamiento de imágenes consiste a grandes rasgos en el mejoramiento de la información para interpretación humana y el procesamiento de los datos para la percepción autónoma[1].

Los sistemas de visión computacional están impulsando el desarrollo de nuevas tecnologías, ya que tienen como finalidad obtener información del entorno como lo hace el sistema visual humano, pero esto resulta ser una tarea compleja.[2]

Dentro de las aplicaciones que se tienen en visión computacional son: el seguimiento de objetos, la reconstrucción 3D, Registro de imágenes, Navegación de robots, entre otras. Por lo tanto, las esquinas resultan contener una gran cantidad de información en una imagen, ya que son puntos invariantes y estructurales. Su detección resulta ser una tarea importante, existen diferentes tipos de detectores de esquina como lo son: el detector de SUSAN o el detector FAST, entre estos destaca el detector de Harris, el cual, probablemente es el más comúnmente usado, debido a su elevada invarianza ante la escala, rotación, cambios de iluminación y la cierta robustez que se tiene ante el ruido, otra característica es que su costo computacional se vuelve elevado. [3]

## II.MARCO TEORICO

En 1988, Harris y Stephens proponen un detector de esquinas basado en el detector de puntos propuestos por Moravec y de la función de autocorrelación.

El detector de Harris está basado en una matriz  $C(x, y)$  que se calcula sobre una subventana  $p \times p$  para cada punto de interés en la posición  $(x, y)$

$$C(x, y) = \begin{matrix} \sum I_x^2 & \sum I_x I_y \\ \sum I_x I_y & \sum I_y^2 \end{matrix}$$

Donde  $I_x$ ,  $I_y$  son las derivadas parciales en  $x$  y  $y$ , es decir son los gradientes de la imagen en la dirección horizontal y vertical

respectivamente. Sean  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  los valores propios de la matriz  $C(x, y)$ , la función de autocorrelación  $R$  tendrá un pico si ambos valores propios son altos. Esto significa que desplazamientos en cualquier dirección producirán un incremento significativo, indicando que se trata de una esquina.

$$R = \lambda_1 \lambda_2 - k(\lambda_1 + \lambda_2)$$

El parámetro propuesto por algunos autores que han tenido buenos resultados es que sea  $k=0.04$

Donde:

$\lambda_1 \lambda_2$  = son las operaciones determinante de la matriz  $C$

$\lambda_1 + \lambda_2$  = son la traza de la matriz  $C$

$k$  = es un factor de sensibilidad

Con esto se puede determinar tres casos principales:

1. si  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son chicas, indica que la función de autocorrelación local es plana. Por lo tanto, indica que la zona de imagen tiene una intensidad aproximadamente constante.
2. Si  $\lambda_1$  es grande y  $\lambda_2$  chico o viceversa, indica que la función de autocorrelación local es en forma de borde, los cambios locales son en una sola dirección causando pocos cambios en  $C(x, y)$ .
3. Si  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son altos, la función de autocorrelación local alcanzó su punto máximo, lo que indica que existe una esquina (picos bruscos).

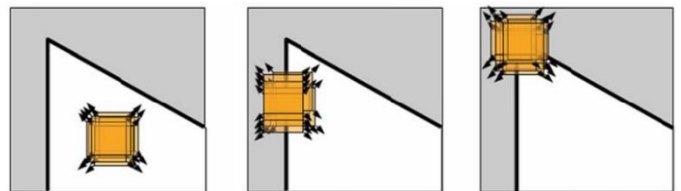


Fig1. Tipos de regiones detectada. De izq. a derecha: plana, borde y esquina.

El detector de esquinas de Harris es capaz de detectar esquinas o puntos aislados, en la imagen, existe una variación de intensidad en todas las direcciones esto permite medir los cambios cuando deslizamos una ventana horizontal y una vertical alrededor del punto de interés[4][5].

### III.DESARROLLO Y RESULTADOS

Para el desarrollo de este trabajo se implementaron los siguientes pasos

#### 1. Elección de ventana.

Durante este paso se eligió el tamaño de la ventana que es de 5x5, en el cual se van a ir calculando su matriz  $C(x,y)$  (matriz de autocorrelación)

#### 2. Matriz de autocorrelación y la primer derivada

El detector de Harris hace uso de la primer derivada para el cálculo de la matriz de autocorrelación y en la práctica esta es filtrada por una máscara Gaussiana, haciendo que dicho detector sea estable en presencia de ruido.

#### 3. Cálculo de la función de autocorrelación $R$ y definición de umbral .

Posteriormente , una vez calculado la matriz de autocorrelación para cada ventana 5x5 , se va calculando la función de autocorrelación  $R$  , y este valor resultante va ir rellenando una nueva matriz (matriz de ceros) , una vez que se rellena toda la matriz de ceros mediante la función de autocorrelación. Los valores máximos de la métrica  $R$  son aquellos puntos, según el presente criterio, que pueden ser considerados como esquinas o cercanos a ellas. Debido a ello, Harris propone el uso de umbralización para seleccionar los valores más altos de la métrica, para así , seleccionar esquinas apropiadamente[3].



Fig.2 original

Primeramente se tiene la figura original , la cual vamos a analizar con la transformada Hough para posteriormente aplicarle el detector de esquinas de Harris



Fig.3 Transformada Hough con umbral de 48

En la figura 3, se puede observar la aplicación de la transformada de Hough a la imagen original con un umbral de 48.

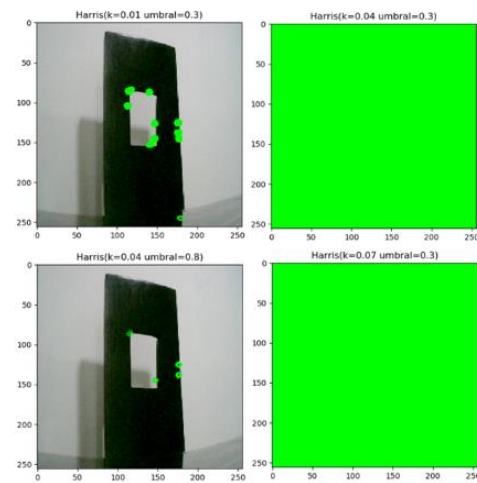


Fig.4 Transformada Harris con diferentes umbrales y valores de sensibilidad de correlación  $K$ , aplicados a la transformada Hough con umbral de 48.

Posteriormente, aplicamos la transformada de Harris con diferentes valores de umbrales y valores de sensibilidad  $K$  , a la figura 3 .

Para la primer imagen, se visualiza que se detecta varias esquinas , incluso detecta esquinas donde hay bordes, esto con un parámetro de ( $k=0.01$  y  $\text{umbral}=0.3$ ), en la literatura se propone para buenos resultados tener el valor de sensibilidad de correlación  $k=0.04$ , por lo que realizamos las siguientes pruebas.

Se puede observar, en la segunda imagen de izquierda a derecha con parámetros de Harris( $k=0.04$   $\text{umbral}=0.3$ ) , se detectan muchas esquinas, ya que al tener un umbral bajo , la mayoría de las intensidades de la imagen se van a catalogar como una esquina.

En cambio, en la tercera imagen con parámetros de Harris( $k=0.04$   $\text{umbral}=0.8$ ) podemos visualizar que al tener un umbral de Harris elevado, se van a catalogar menos las esquinas , ya que solo las intensidades que estén por arriba del umbral van a ser esquinas. También es importante señalar que detecta esquina donde hay un borde.

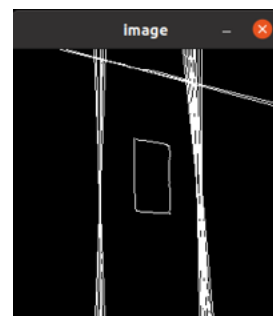


Fig.5 Transformada Hough con umbral de 84

Posteriormente, se le aplica a la figura original , la transformada Hough con un umbral de 84 y podemos ver en la figura5, que no se detectan todas las líneas, solamente 3, las del contorno exterior.

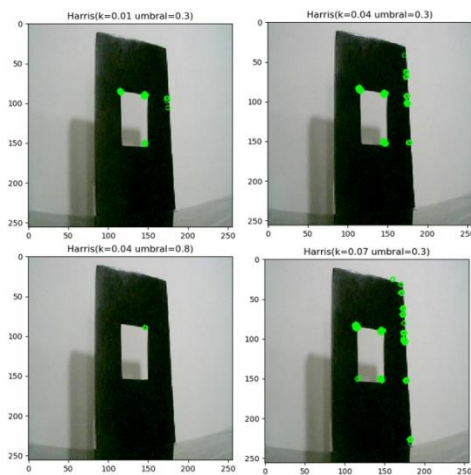


Fig.6 Transformada Harris con diferentes umbrales y valores de sensibilidad de correlación K, aplicados a la transformada Hough con umbral de 84.

En seguida se aplica el detector de Harris con diferentes parámetros de k y umbral, a la figura 5 .

Se puede observar que para la primera imagen de izquierda derecha, la que tiene parámetros de Harris( $k=0.01$  umbral=0.3) casi se logra identificar correctamente las esquinas dentro de la silla , aunque faltó la detección de una esquina.

En la segunda imagen de izquierda a derecha se logra observar que los bordes que se encuentra alrededor de la silla , se catalogan como bordes, esto para los parámetros ( $k=0.04$  umbral=0.3)

En la tercer imagen se logra apreciar solamente una esquina, esto ya que el umbral del detector de esquina esta muy elevado , lo cual solamente aquellos picos altos de la función de correlación R, van a ser detectados como esquinas.

Para la cuarta imagen, se puede notar que se logra correctamente la detección de esquinas dentro de la silla , pero también se detectan como esquinas los bordes de la silla.

En general es importante mencionar que a pesar que fueron los mismos parámetros para la figura 3 y figura 5 , los resultados fueron diferentes, ya que para la figura 3, cuando se tenía un umbral de hough de 48 , este detectaba gran cantidad de líneas por lo que al aplicar Harris con ( $k=0.04$  umbral=0.3) , se logra apreciar que detecta gran cantidad de esquinas, cosa que no es correcta. En cambio con la figura 5, con un umbral de Hough de 84 , y con parámetros de de Harris ( $k=0.04$  umbral=0.3), se logra apreciar mejor la detección de esquinas, por lo que es importante ajustar los umbrales de la transformada Hough y

posteriormente ajustar los umbrales del detector de esquinas Harris.

## II. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta practica se pudieran detectar las esquinas mediante el algoritmo de Harris, es importante mencionar que para hacer una buena detección de esquinas , estas dependían de que tan bien se detectaban las líneas con la transformada de hough , ya que cuando se detectaban demás líneas estas afectaban a la detección de esquina de Harris.

## III. REFERENCIAS

- [1] Acevedo, M. (2017). Sistema Inteligente para el Reconocimiento de Patrones. Instituto Politécnico Nacional
- [2] Zheng, J. (2020). Visión computacional para instrumentación y navegación asistida usando métodos opto-digitales. Instituto Politécnico Nacional.
- [3] Chahuara, H. (2017). Implementación del Detector de Esquinas de Harris en la Plataforma Jetson TK1. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [4] Rodríguez, B. (2011). Obtención de parámetros Biométricos a partir del estudio de los vasos vasculares retinianos. Instituto Politécnico Nacional.
- [5] Ramirez, F. (2010). Visión artificial para detección automática de fallas estructurales en botellas de vidrio. Instituto Politécnico Nacional.