



CENTRO DE ENSEÑANZA TECNICA INDUSTRIAL PRACTICAS DE LABORATORIO

INGENIERÍA CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA DE DESARROLLO DE SOFTWARE	2025-B	19SDS32	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES
ALUMNO		FECHA	EVALUACIÓN

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE COMPUTACIÓN No	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
1	LCS	Detección de Esquinas	2

INTRODUCCIÓN

Las esquinas pueden ser utilizadas en una amplia gama de aplicaciones tales como el seguimiento de objetos en secuencia de video (tracking), para ordenar las estructuras de objetos en visión estereoscópica, como puntos de referencia en la medición de características geométricas de objetos o bien en la calibración de cámaras para sistemas de visión. Algunas de las ventajas de las esquinas sobre otras características obtenidas de una imagen son su robustez al cambio de perspectiva así como a su confiabilidad en su localización ante diferentes condiciones de iluminación.

OBJETIVO (COMPETENCIA)

Considerando que las esquinas definen una característica robusta y evidente de una imagen, su determinación, como será visto más adelante, no es sencilla. Un algoritmo para la detección de las esquinas debe de reunir algunos aspectos importantes tales como:

- Detectar esquinas “importantes” de las “no importantes”.
- Detectar las esquinas en presencia del ruido propio de la imagen.
- Ser rápido en la ejecución para permitir su implementación en tiempo real.

FUNDAMENTO

Algoritmo de Harris

El Algoritmo desarrollado por Harris y Stephens es un algoritmo que como fué comentado se basa en la idea de que una esquina es un punto de la imagen donde su valor del gradiente muestra un valor alto en varias direcciones simultáneamente. Este algoritmo es robusto en diferenciar las esquinas de los bordes los cuales muestran un valor alto del gradiente pero en una sola dirección, además este detector permite localizar las esquinas

de manera robusta a la orientación por lo que no importa la orientación de la esquina.

El cálculo del algoritmo de Harris se basa en desarrollo de la primera derivada parcial en un píxel $I(x, y)$ en dirección horizontal y vertical tal que:

$$I_x(x, y) = \frac{\partial I(x, y)}{\partial x} \quad \text{y} \quad I_y(x, y) = \frac{\partial I(x, y)}{\partial y}$$

Para cada píxel de la imagen (x, y) son calculadas tres diferentes cantidades que serán denominadas $HE_{11}(x, y)$, $HE_{22}(x, y)$ y $HE_{12}(x, y)$, donde:

$$\begin{aligned} HE_{11}(x, y) &= I_x^2(x, y) \\ HE_{22}(x, y) &= I_y^2(x, y) \\ HE_{12}(x, y) &= I_x(x, y) \cdot I_y(x, y) \end{aligned}$$

Estos valores pueden ser interpretados como aproximaciones de los elementos de la matriz de estructuras definida como HE tal que:

$$HE = \begin{bmatrix} HE_{11} & HE_{12} \\ HE_{21} & HE_{22} \end{bmatrix}$$

donde $HE_{12} = HE_{21}$.

El Filtrado de la matriz de estructuras

Para la localización de las esquinas utilizando el algoritmo de Harris es necesario suavizar los valores de cada uno de los elementos de la matriz de estructuras mediante su convolución por un filtro Gaussiano H_σ , tal que la matriz HE se redefine como la matriz E , tal que:

$$E = \begin{bmatrix} HE_{11} * H_\sigma & HE_{12} * H_\sigma \\ HE_{21} * H_\sigma & HE_{22} * H_\sigma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix}$$

Calculo de los valores y vectores propios

La matriz E debido a su simetría puede ser diagonalizada de tal forma que:

$$E' = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

Donde λ_1 y λ_2 son los valores propios de la matriz E , dichos valores son calculados de acuerdo a:

$$\lambda_{1,2} = \frac{\text{tr}(E)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\text{tr}(E)}{2}\right)^2 - \det(E)}$$

Donde $\text{tr}(E)$ implica la traza de la matriz E y $\det(E)$ el determinante de la matriz E . Desarrollando las operaciones de la traza y determinante de la ecuación 7.7 se obtiene:

$$\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}(A + B \pm \sqrt{A^2 - 2AB + B^2 + 4C^2})$$

Función del valor de la esquina (V).

Como puede ser observado en las ecuaciones anteriores la diferencia entre ambos valores propios se establece como:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{\text{tr}(E)}{2}\right)^2 - \det(E)}$$

Donde en todo caso se cumple que $(1/4) \cdot \text{tr}(E) > \det(E)$. En un punto esquina la diferencia entre ambos valores propios es pequeña. El algoritmo de Harris utiliza esta propiedad como significativa e implementa como medida de valor de la esquina la función:

$$V(x, y) = \det(E) - \alpha(\text{tr}(E))^2$$

Lo cual según la ecuación conduce a:

$$V(x, y) = (A \cdot B - C^2) - \alpha(A + B)^2$$

Donde el parámetro α controla la sensibilidad del algoritmo. $V(x, y)$ es definida como la función del valor de la esquina y su valor entre más grande sea mejor caracteriza a un punto esquina en (x, y) . El valor de α es fijo y se encuentra en el intervalo de $[0.04, 0.25]$. Si el valor de α es grande, menos sensible es a los puntos esquinas, por lo que si se desea es configurar el algoritmo de Harris para una mayor sensibilidad el valor de α es 0.04. Por lo anterior es evidente que si α es pequeño una mayor cantidad de puntos esquinas serán encontrados en una imagen determinada. La figura 7.2 muestra el valor de $V(x, y)$ de una imagen. De la imagen puede ser observado como los valores esquina de la imagen experimentan un valor grande de la función $V(x, y)$, mientras en los bordes



CENTRO DE ENSEÑANZA TECNICA INDUSTRIAL PRACTICAS DE LABORATORIO

y regiones homogéneas simplemente el valor será casi cero.

METODOLOGÍA (DESARROLLO DE LA PRACTICA)

Implementación del algoritmo de Harris

% Implementación del algoritmo de Harris

% para la detección de esquinas en una imagen

%Se obtiene el tamaño de la imagen Ir a la cual se %le extraerán las esquinas

(PASO 1).

[m n]=size(Ir);

%Se inicializan las Matrices U y S con ceros

U=zeros(size(Ir));

S=zeros(size(Ir));

%Se crea la matriz de coeficientes del Pre-filtro %suavizador

h=ones(3,3)/9;

%Se cambia el tipo de dato de la imagen original a %double

Id=double(Ir);

%Se filtra la imagen con el filtro h promediador

If=imfilter(Id,h);

%Se generan las matrices de coeficientes para %calcular el gradiente horizontal Hx y vertical Hy

Hx=[-0.5 0 0.5];

Hy=[-0.5;0;0.5];

%Se calculan los gradientes horizontal y vertical

Ix=imfilter>If,Hx);

Iy=imfilter>If,Hy);

%Se obtienen los coeficientes de la matriz de estructuras

HE11=Ix.*Ix;

HE22=Iy.*Iy;

HE12=Ix.*Iy; %y HE21

%Se crea la matriz del filtro Gaussiano

Hg=[0 1 2 1 0; 1 3 5 3 1; 2 5 9 5 2; 1 3 5 3 1; 0 1 2 1 0];

Hg=Hg*(1/57);

%Se filtran los coeficientes de la matriz de estructuras con %el filtro Gaussiano

```
A=imfilter(HE11,Hg);  
B=imfilter(HE22,Hg);  
C=imfilter(HE12,Hg);
```

%Se fija el valor de alfa a 0.04 (Muy sensible)
alfa=0.04;

%Se obtiene la magnitud del valor de la esquina
Rp=A+B; %Resultado parcial
Rp1=Rp.*Rp; %Resultado parcial

%Valor de la esquina (matriz Q)
Q=((A.*B)-(C.*C))-(alfa*Rp1);

%Se fija el valor del umbral
th=1000;

%Se obtiene la matriz U (PASO 2).
U=Q>th;

%Se fija el valor de la vecindad
pixel=10;

%Se obtiene el valor mas grande de Q, de una vecindad definida por la variable píxel (PASO 3).

```
for r=1:m  
for c=1:n  
if(U(r,c))
```

%Se define el limite izquierdo de la %vecindad
l1=[r-pixel 1];

%Se define el limite derecho de la %vecindad
l2=[r+pixel m];

%Se define el limite superior de la %vecindad
l3=[c-pixel 1];

%Se define el limite inferior de a de la vecindad

l4=[c+pixel n];

%Se definen posiciones teniendo en cuenta que su valor es relativo a r y c.



CENTRO DE ENSEÑANZA TECNICA INDUSTRIAL PRACTICAS DE LABORATORIO

```
datxi=max(I1);  
datxs=min(I2);  
datyi=max(I3);  
datys=min(I4);
```

```
%Se extrae el bloque de la matriz Q  
Bloc=Q(datxi:1:datxs,datyi:1:datys);
```

```
%Se obtiene el valor máximo de la vecindad  
MaxB=max(max(Bloc));
```

```
%Si el valor actual del píxel es el %máximo entonces en esa posición se coloca un 1 en  
%la matriz S.
```

```
if(Q(r,c)==MaxB)
```

```
S(r,c)=1;
```

```
end  
end  
end  
end
```

```
%Se despliegue la imagen original Ir
```

```
imshow(Ir);
```

```
%Se mantiene el objeto grafico para que los demás %comandos gráficos tengan  
efecto sobre la imagen Ir %desplegada
```

```
hold on
```

```
%Se grafican sobre la imagen Ir las esquinas %calculadas por el algoritmo  
de Harris en las %posiciones donde existen unos en la matriz S
```

```
for r=1:m  
for c=1:n  
if(S(r,c))
```

```
%Donde hay un uno se añade a la imagen Ir un símbolo +
```

```
plot(c,r,'+');  
end  
end  
end
```



CENTRO DE ENSEÑANZA TECNICA INDUSTRIAL PRACTICAS DE LABORATORIO

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

REFERENCIAS

1. Pérez Vázquez, J. (s.f.). *Procesamiento digital de imágenes con MATLAB*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://personales.upv.es/jperezv/docs/PIDigital.pdf>
2. MathWorks. (s.f.). *Procesamiento de imágenes en MATLAB*. Recuperado de <https://la.mathworks.com/help/images/what-is-image-processing.html>
3. Sánchez, A. (2021). *Introducción al procesamiento de imágenes con MATLAB*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <https://www.unam.mx/procesamiento-imagenes-matlab>

Elavoro	Observaciones	Evaluacion
DR. Gerardo García Gil		