

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 05 - Aplicación

Primer Semestre 2017

Martes, 20 de junio del 2017

Horario 07M2

- Duración: 1 hora.
- Está permitido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.)

1. Las esquinas son características importantes en análisis de imágenes y su detección es requerimiento a métodos más complicados como seguimiento de objetos, registro de imágenes, entre otros. Uno de los algoritmos más usados es el **detector de esquinas de Harris**, cuyo desempeño se muestra en la figura 1, el cual puede adaptarse para detectar de bordes.

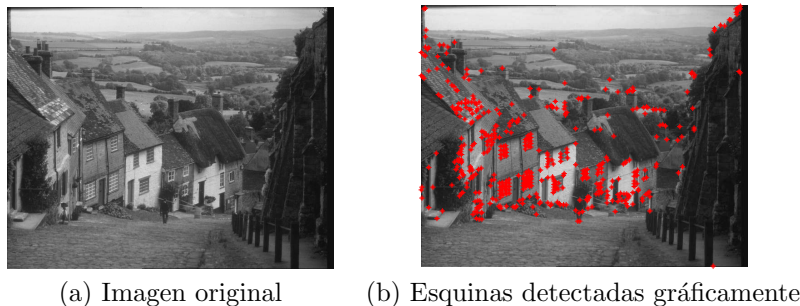


Figura 1: Detección de esquinas.

- a. Leer la imagen `goldhill_color`¹ y convertir a escala de grises. Aplicar las máscaras de Sobel Hs_x y Hs_y para calcular las derivadas direccionales I_x e I_y . Mostrar las derivadas direccionales de la imagen convertida a escala de grises en una sola ventana. (**Revisar `imread`, `im2double`, `rgb2gray`, `conv2`, `imshow`, `subplot`**)

$$Hs_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad Hs_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

- b. Aplicar un filtro gaussiano de orden 5×5 , $\sigma^2 = 1,5$ y media 0 a $A = I_x \circ I_x$, $B = I_y \circ I_y$ e $C = I_x \circ I_y$ (el operador \circ simboliza multiplicación punto a punto). Mostrar los resultados de las 3 imágenes resultantes en una sola ventana. ¿Qué información puede observar en las imágenes mostradas? (**Revisar `fspecial`, `conv2`, `imshow`, `subplot`**)

¹Imagen en formato PNG dentro de la carpeta `lab05/07m2/aplicacion`.

- c. La expresión mostrada a continuación es una función que permite medir el *cornerness* de un punto en una imagen, es decir, si un punto es una esquina o no:

$$E = A \circ B - C \circ C - k(A + B) \circ (A + B)$$

Esto es debido a que E depende de las variaciones de intensidad en la imagen de manera que si en un punto, la intensidad varía en las direcciones x e y , se tendrá una esquina y E tendrá un valor positivo alto. Esto puede visualizarse en la figura 2, donde los puntos blancos (valores más altos en la imagen) representan las esquinas.

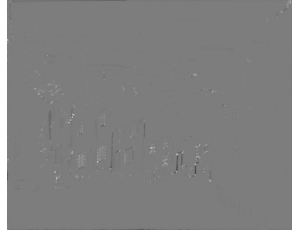


Figura 2: Mapa o medida de *cornerness* E .

Los valores que puede tomar k son $k_1 = 0,04$ y $k_2 = 0,06$. Calcular el resultado de E para ambos valores de k , normalizar ambos entre 0 y 255, y mostrar el valor normalizado en una sola ventana. ¿Qué se puede afirmar sobre el efecto que el valor de k tiene sobre E ? (**Revisar imshow, subplot**)

- d. La medida de esquinas E tiene la característica de tomar valores muy altos o muy bajos cuando en un punto la intensidad varía de forma significativa solo en una dirección (x o y). Por ello, para **detección de bordes**, se ha propuesto usar la transformación T_{edge} :

$$T_{edge}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } E(x, y) \neq u, \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

De esta manera, los bordes son detectados tal y como se muestra en la figura 3:



(a) Imagen original

(b) Bordes detectados

Figura 3: Detección de bordes de Harris.

Determinar los valores de u para las medidas E generadas en el apartado anterior (Sugerencia: verificar posicionalmente qué valor tiene E en regiones donde no hay esquinas o bordes usando el cursor), y generar los T_{edge} correspondientes. ¿Cuál es el efecto del valor de k en el esquema de detección propuesto? (**Revisar imshow, subplot**)

- e. Para detección de esquinas, se ha propuesto usar la transformación T_{corner} :

$$T_{corner}(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{si } E(x, y) < t, \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

De esta manera, las esquinas son detectadas tal y como se muestra en la figura 4:

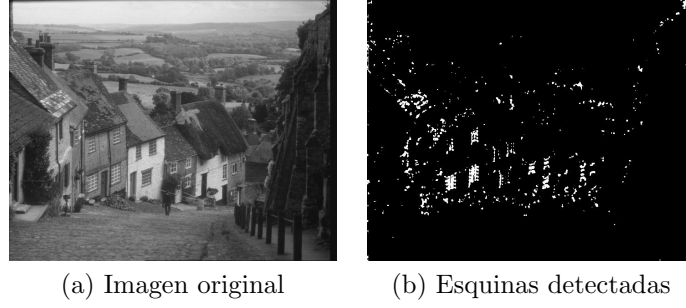


Figura 4: Detección de esquinas de Harris.

Para ello, se debe notar que E tiene una distribución unimodal. Calcular los histogramas de las medidas E que se calcularon en el apartado c y mostrar ambos en 2 gráficas separadas en una misma ventana. Aplicar el algoritmo de **umbralización unimodal de Rosin** para calcular el valor de t correspondiente para cada E calculado:

Algoritmo 1 Cálculo del umbral para una distribución unimodal

Entrada:

Datos a umbralizar \mathbf{F} ,

Resultado:

Umbral \mathbf{T}

```

1:  $h \leftarrow \text{histograma}(\mathbf{F})$ 
2:  $[h_{\max}, k_1] \leftarrow \text{buscarMáximo}(h)$ 
3:  $[h_{\text{empty}}, k_{\text{empty}}] \leftarrow \text{buscarÚltimo}(h)$ 
4:  $d_{\max} \leftarrow 0, k_0 \leftarrow 0$ 
5:  $m \leftarrow \frac{h_{\max} - h_{\text{empty}}}{k_1 - k_{\text{empty}}}$ 
6:  $b \leftarrow h_{\text{empty}} - k_{\text{empty}}m$ 
7: for  $k = k_1 + 1$  to  $k_{\max}$  do
8:    $d \leftarrow |mk - h(k) + b|$ 
9:   if  $d > d_{\max}$  then
10:     $d_{\max} \leftarrow d$ 
11:     $k_0 \leftarrow k$ 
12:   end if
13: end for
14:  $T \leftarrow k_0$ 

```

Calcular los umbrales las medidas E calculadas y aplicarlos para obtener T_{corner} . Mostrar ambos en una sola ventana. ¿Cuál es el efecto del valor de k ? ¿Se han logrado recuperar esquinas usando la umbralización propuesta por Rosin? (**Revisar imhist, imshow, subplot**)