



Práctica 13 – Filtro Roberts

Asignatura: Procesamiento de imágenes

Profesor: Dr. Sc. Gerardo García Gil

2020-B

Alumno: Luis Alfonso Pérez Bayardo

Registro: 17110231

Ingeniería en Desarrollo de Software

Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI)

Introducción.

En procesamiento digital de imágenes, los bordes corresponden a cambios locales significativos de intensidad en la imagen analizada, representando un valor alto de la gradiente.

El operador de Roberts es el operador de gradiente más simple. Utiliza las direcciones diagonales para calcular el vector gradiente mediante las máscaras que se muestran a continuación.

Gradiente fila

0	0	0
0	0	1
0	-1	0

Gradiente columna

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

Obtiene buena respuesta ante bordes diagonales. Ofrece buenas prestaciones en cuanto a localización. El gran inconveniente de este operador es su extremada sensibilidad al ruido y por tanto tiene pobres cualidades de detección.

Los operadores de Robert del gradiente cruzado aparecen de considerar máscaras de tamaño 2x2 para estimar la siguiente expresión para el módulo del gradiente.

$$|\nabla f| \approx |x_5 - x_9| + |x_6 - x_8|$$

Fundamento matemático.

El gradiente de una imagen en cualquier punto se define como un vector bidimensional dado por la siguiente ecuación, siendo un vector perpendicular al borde.

$$G[f(x, y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \end{bmatrix}$$

Donde el vector G apunta en la dirección de variación máxima de f en el punto (x,y) por unidad de distancia con la magnitud y dirección dadas por

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}; \quad \Phi(x, y) = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x}$$

Una práctica habitual es aproximar la magnitud del gradiente con valores absolutos.

$$|G| \approx |G_x| + |G_y|$$

Para calcular la derivada se pueden utilizar las diferencias de primer orden entre dos píxeles adyacentes, esto es:

$$G_x = \frac{f(x+\Delta x) - f(x-\Delta x)}{2\Delta x} \quad G_y = \frac{f(y+\Delta y) - f(y-\Delta y)}{2\Delta y}$$

Para obtener el gradiente de una imagen se puede observar en la siguiente relación como podemos obtener los bordes de la misma.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } G[f(x, y)] > T \\ 0 & \text{si } G[f(x, y)] \leq T \end{cases}$$

Donde T es un valor de umbral no negativo, solo los pixeles de borde que excedan el valor de T se consideran importantes.

Operadores de Roberts

La particularidad de este operador es que, diferenciándose de los operadores de Sobel y Prewitt, posee la capacidad de evidenciar puntos de borde pero no así la orientación de éstos.

El operador de Roberts se implementa utilizando las diagonales correspondientes al pixel de interés, a izquierda D_{Iz} y a derecha D_{De}, definidas según:

$$D_{Iz} \equiv f(m, n) - f(m - 1, n - 1)$$

$$D_{De} \equiv f(m, n) - f(m - 1, n + 1)$$

De modo que el operador de Roberts M_{Roberts} consiste en determinar para cada pixel la cantidad:

$$M_{Roberts} \equiv \sqrt{D_{Iz}^2 + D_{De}^2} \rightarrow M_{Roberts} \approx |D_{Iz}| + |D_{De}|$$

Los operadores de Sobel al igual que los operadores de gradiente tienen la tarea de suavizar la imagen de tal manera que se elimina un poco de ruido de la imagen si es que lo tiene, por lo consiguiente se puede desaparecer falsos bordes.

Para dicha tarea existen 2 máscaras de 3x3, una para el gradiente horizontal G_x y una para el gradiente vertical G_y, que se utilizan como operadores de Sobel. A partir de eso las derivadas basadas en los operadores de Sobel son:

$$G_x = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

$$G_y = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)$$

Donde los valores de Z son los pixeles evaluados por las máscaras en cualquier localización de la imagen. Para obtener los valores del gradiente de la imagen se utilizan las expresiones 6, con lo que la magnitud se puede obtener con la expresión 2 y 3. Con esas expresiones obtenemos el valor del gradiente en dichos pixeles, para obtener el siguiente valor, las máscaras se mueven al píxel siguiente, es decir, la nueva posición. Una vez que se ha obtenido la magnitud del gradiente, se puede decir si un píxel es un borde o no, con la expresión 5, obteniendo una imagen binaria en la salida.

$$\begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Región de la imagen 3x3.

Máscara usada para G_x.

Máscara usada para G_y.

El operador de Roberts a diferencia de los dos anteriores, solo marca dos puntos en cada máscara, es más simple y funciona bastante bien para imágenes binarias.

Ejemplo.



Resultados.

Máscara usada para Gx (orientación horizontal):

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Máscara usada para Gy (orientación vertical):

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Imagen 1 original:

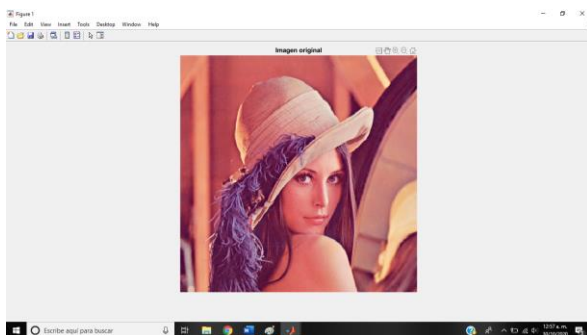


Imagen 1 a escala de grises:

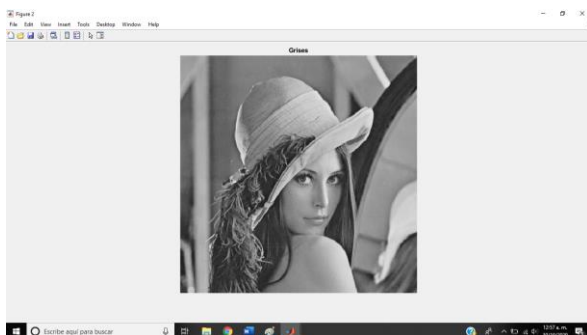


Imagen 1 con filtro Roberts en orientación horizontal:

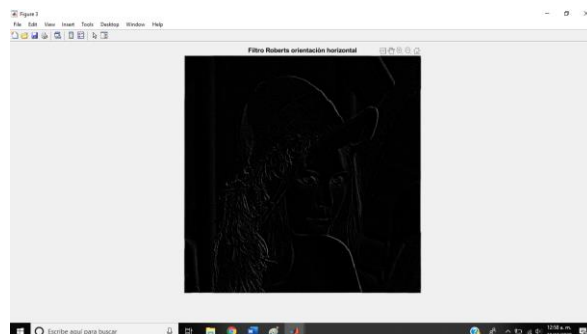


Imagen 1 con filtro Roberts en orientación vertical:

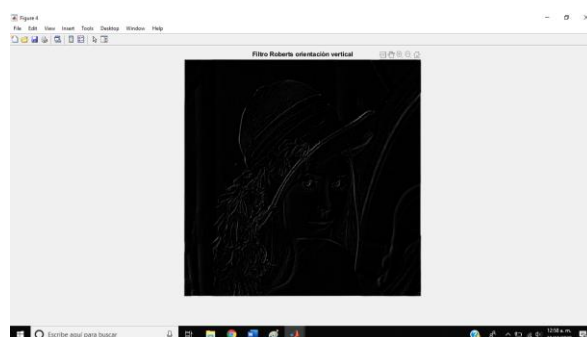


Imagen 2 original:

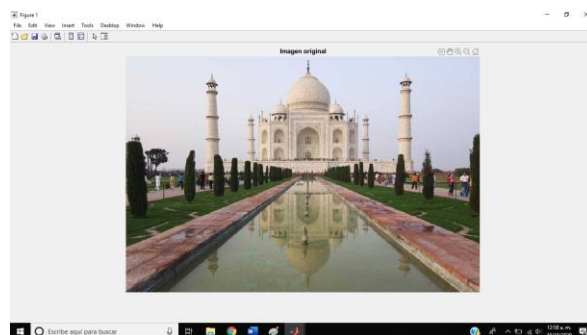


Imagen 2 a escala de grises:

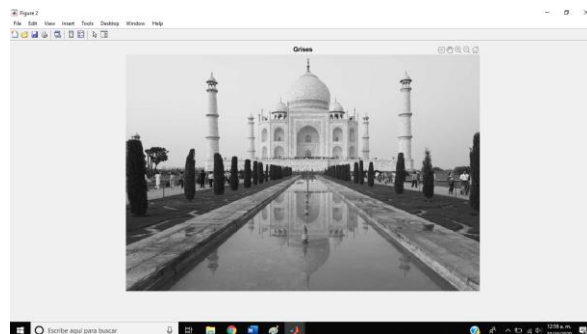


Imagen 2 con filtro Roberts en orientación horizontal:

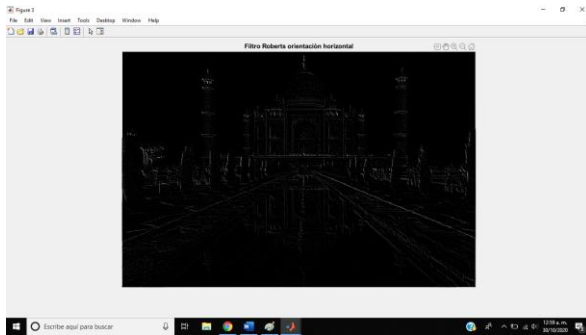
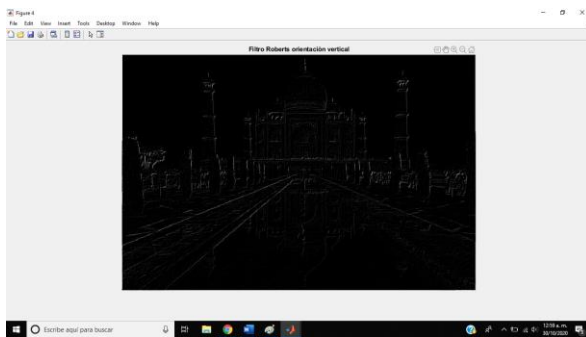


Imagen 2 con filtro Roberts en orientación vertical:



Código.

```
close all;
clc, clear;

% a=imread('a_Acné-leve.jpg');
% a=imread('a_Lenna.png');
%
a=imread('a_LennaSalYPimienta.jpg');
% a=imread('a_salYPimienta.jpg');
a=imread('a_tajMahal.jpg');
s=size(a);
m=s(1);
n=s(2);
figure(1); imshow(a); title('Imagen original');

c=rgb2gray(a);
figure(2); imshow(c);
title('Grises');

d=c;
```

```
e=c;
ar=double(c(:,:,1));
mascaraHorizontal=[0 -1; 1 0];
mascaraVertical=[-1 0 ; 0 1];
for i=2:m-1
    for j=2:n-1
        ventanaH=ar(i:i+1,j-1:j);
        ventanaV=ar(i-1:i,j-1:j);

        prodH=ventanaH.*mascaraHorizontal;

        prodV=ventanaV.*mascaraVertical;
        d(i,j,:)=sum(sum(prodH));
        e(i,j,:)=sum(sum(prodV));
    end
end
```

```
% d=c;
% e=c;
% ar=double(c(:,:,1));
% for i=2:m-1
%     for j=2:n-1
%         d(i,j,:)=-ar(i-1,j-1)+ar(i,j);
%         e(i,j,:)=-ar(i+1,j-1)+ar(i,j);
%     end
% end
```

```
figure(3); imshow(d); title('Filtro Roberts orientación horizontal');
figure(4); imshow(e); title('Filtro Roberts orientación vertical');
```

Conclusiones.

Los objetivos de la práctica fueron cumplidos con éxito. Se logró realizar un software capaz de obtener una imagen con efecto de filtrado Roberts de una imagen de entrada, con lo que se puede observar, en la imagen resultante, la detección de los bordes de los objetos presentados en la imagen, en la dirección en la que se realiza el filtro, en este caso, en diagonal de derecha a izquierda y de izquierda a derecha, ambos de arriba hacia abajo. Esto, desarrollando un código independiente.

Para el desarrollo de este programa, se hizo uso de las herramientas imshow() y figure() para

mostrar las imágenes, y `size()` para obtener las dimensiones de la imagen. Este programa implementa un algoritmo de recorrido de píxeles a lo largo y ancho de la imagen para tomar el valor de cada píxel y el de sus vecinos a 1 capa parcialmente (sólo un lado por cada dimensión, por lo que sólo se toman en cuenta a 4 píxeles) para realizar la convolución dada por la máscara, según el caso, obteniendo el valor del píxel en cuestión.

Se observa que en las máscaras de Roberts, sólo tienen peso los píxeles situados en posición diagonal. Se observa que el operador de Roberts, a diferencia de los dos anteriores (Sobel y Prewitt), sólo marca dos puntos en cada máscara, es más simple y funciona bastante bien para imágenes binarias. También se observa una mejor detección de puntos, pero una peor detección de líneas.

Este filtro tiene diversas aplicaciones, por ejemplo, recorte y separación de objetos en una imagen, usado en astronomía, medicina, física, inteligencia artificial, etc.; eliminación de ruido de la imagen, entre otras.

Referencias.

A. LIU, W. M. (2012). Image Quality Assessment Based on Gradient Similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, 21(4), 1500-1512.

VII Jornadas de Matemática Aplicada DMA-IMPA Universidad Politécnica de Valencia 22-23 de noviembre de 2006 páginas 9-20 Detección de bordes con precisión subpíxel en imágenes digitales: Interpolación lineal frente a esquemas de tipo no lineal.

Visión por Computador Imágenes digitales y aplicaciones, 2da edición, Gonzalo Pajares Martínez, Jesús M. de la Cruz García, Rama.

Patnaik, S. and Yang, Y.M. (2012). *Soft Computing Techniques in Vision Science* 395. Springer.

http://www4.ujaen.es/~satorres/practic as/practica3_vc.pdf

<https://www.famaf.unc.edu.ar/~pperez1 /manuales/cim/cap4.html>

<http://www.boletin.upiita.ipn.mx/index. php/ciencia/669-cyt-numero-55/1293- extraccion-de-bordes-operadores-sobel-prewitt-y-roberts>