

## PRÁCTICA 7

### "Descripción de Similitud mediante Correlación Bidimensional Normalizada"

**Objetivo:** Implementación de la correlación bidimensional normalizada. Ilustrar su aplicación como descriptor de similitud.

**Nuevas instrucciones Matlab de utilidad:** `normxcorr2`, `line`

#### PRIMERA PARTE: Implementación de correlación bidimensional normalizada.

1. Lee y visualiza las imágenes de intensidad `Imagen.tif` y `Plantilla.tif` (incluidas en la carpeta `ImagenesPractica/PrimeraParte`). Esta primera parte de la práctica tiene como objetivo localizar la plantilla facilitada en la imagen, aplicando para ello la correlación bidimensional normalizada.
2. Implementa una función que mida para cada píxel de la imagen de entrada `I` la similitud entre los valores de su entorno de vecindad y la plantilla proporcionada `T`. El grado de similitud se cuantificará a través de la correlación cruzada normalizada.

```
NormCrossCorr = funcion_NormCorr2(I, T)
```

Esta función deberá, para cada píxel  $(i, j)$  de la imagen de entrada `I`:

- 2.1. Generar la matriz `IROI` de valores de su entorno de vecindad. Este entorno tendrá las mismas dimensiones que la plantilla y estará centrado en el píxel en cuestión (se asumirá que el número de filas y columnas de `T` es impar). Por tanto, `IROI` y `T` son matrices de igual dimensión.
- 2.2. Calcular la correlación cruzada normalizada entre `IROI` y `T`:

$$CCN = \frac{\sum_x \sum_y \{ [I_{ROI}(x, y) - \text{mean}(I_{ROI})] [T(x, y) - \text{mean}(T)] \}}{\sqrt{\left[ \sum_x \sum_y [I_{ROI}(x, y) - \text{mean}(I_{ROI})]^2 \right] \left[ \sum_x \sum_y [T(x, y) - \text{mean}(T)]^2 \right]}}$$

- 2.3. Asignar el valor calculado al píxel correspondiente de la matriz `NormCrossCorr` de salida:

$$\text{NormCrossCorr}(i, j) = CCN$$

Observaciones:

- El resultado de la correlación normalizada para cada píxel es un valor real entre -1 y 1. Para poder visualizar la matriz de salida `NormCrossCorr` hay que transformar linealmente sus valores al intervalo 0-255 (números enteros) o al intervalo 0-1 (números reales), de tal forma que los puntos más claros de la imagen resultado representan las zonas de la imagen donde ha habido mayor semejanza con la plantilla `T`.
- La matriz de salida `NormCrossCorr` debe tener las mismas dimensiones que la imagen de entrada `I`.
- No calcular el valor de la correlación para los píxeles del contorno de la imagen para los que no se puede establecer un entorno de vecindad `IROI` completo por no existir valores. En estos puntos, asignar ceros en la matriz de salida.
- El valor de la correlación entre la plantilla y la vecindad de cada punto de la imagen debe calcularse implementando la siguiente función:

`ValorCorrelacion = Funcion_CorrelacionEntreMatrices (Matriz1, Matriz2)`

*ValorCorrelacion =*

$$= \frac{\sum_x \sum_y \{ [Matriz1(x,y) - mean(Matriz1)] [Matriz2(x,y) - mean(Matriz2)] \}}{\sqrt{\sum_x \sum_y [Matriz1(x,y) - mean(Matriz1)]^2 \sum_x \sum_y [Matriz2(x,y) - mean(Matriz2)]^2}}$$

Esta función calcula la correlación normalizada entre dos matrices bidimensionales de igual dimensión (debe asumirse).

3. Aplica la función `funcion_NormCorr2` para localizar el punto de la imagen `Imagen.tif` que tiene la mayor semejanza con la plantilla dada por `Plantilla.tif`. Visualiza este punto sobre la imagen original. Utilizando la función de matlab `line`, muestra también la región de la imagen que se corresponde con la plantilla.
4. Repetir el apartado anterior utilizando la función de matlab `normxcorr2`, aplicada con la siguiente configuración:

```
[NI MI]=size(I); % Filas y columnas de la imagen
[NT MT]=size(T); % Filas y columnas de la plantilla
```

```
ncc = normxcorr2(T,I); % Normalized cross correlation

[Nncc Mncc]=size(ncc);

% Observar las dimensiones de ncc. Hay que ajustar su tamaño para hacer
coincidir la información de sus puntos con los píxeles de la imagen I

ncc=ncc(1+floor(NT/2):Nncc-floor(NT/2),1+floor(MT/2):Mncc-floor(MT/2));
```

5. Comparar los valores de correlación obtenidos mediante ambas funciones (función implementada `funcion_NormCorr2` y función de matlab `normxcorr2`), considerando únicamente los valores de correlación calculados con un solapamiento total entre los valores de `I` y `T` (ver código de ayuda a continuación). ¿Cuál es el orden de magnitud de la máxima diferencia que se produce?

```
% Antes de comparar, debemos poner Cero los contornos de ncc donde no
ha habido solapamiento total.
```

```
[NI MI]=size(I); % Filas y columnas de la imagen
[NT MT]=size(T); % Filas y columnas de la plantilla

ncc(1:floor(NT/2),:)=0; ncc(NI-floor(NT/2)+1:NI,:)=0;
ncc(:,1:floor(MT/2))=0; ncc(:,MI-floor(MT/2)+1:MI)=0;
```

## SEGUNDA PARTE: Ilustración de la correlación normalizada como descriptor de similitud.

6. Localiza y visualiza el punto de las imágenes disponibles en `ImagenesPractica/SegundaParte` que tiene la mayor semejanza con cada una de las plantillas facilitadas en la carpeta `ImagenesPractica/SegundaParte/Plantillas`. Las plantillas han sido extraídas de la imagen `*_Plantillas.tif`. Para ello, aplica la correlación normalizada sobre las imágenes de intensidad correspondientes a la imagen y las plantillas. Utilizando la función de matlab `line`, muestra la región que mejor se ajusta con la plantilla (*template matching*) sobre la imagen original. ¿Qué conclusiones sacas?