

Procesamiento Digital de Imágenes

Guía de Trabajos Prácticos 3

Filtrado en el dominio espacial

1. Objetivos

- Revisar los conceptos de transformaciones lineales y no lineales, convolución y correlación.
- Analizar las similitudes y diferencias entre las operaciones de convolución y correlación bidimensionales.
- Comprobar los efectos de la aplicación de diferentes tipos de filtros lineales y no lineales en el dominio espacial.

2. Conceptos

Modelo de la operación de realce en el dominio espacial:

$$g(x, y) = T[f(x, y)], \quad \text{con} \begin{cases} f(x, y) : & \text{imagen de entrada} \\ T : & \text{transformación (lineal o no lineal)} \\ g(x, y) : & \text{imagen de salida} \end{cases}$$

La sumatoria de convolución:

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b h(s, t) f(x - s, y - t)$$

Alternativa: definir la máscara de filtrado w (versión rotada de h) y operar con la sumatoria de correlación:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) = w(x, y) \circledast f(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t)$$

- Kernel de convolución $h(s, t)$: matriz (filtro) que es utilizado para realizar la convolución. (tamaños habituales: 3×3 y 5×5)
- Máscara de filtrado $w(s, t)$: matriz que se utiliza para realizar la correlación. Corresponde a un kernel de convolución rotado 180° .
- Consideraciones respecto a las condiciones de frontera.

3. Trabajos Prácticos

Antes de comenzar, le recomendamos estudiar el funcionamiento de las siguientes funciones de openCV (<https://docs.opencv.org/>):

- `dst = cv.filter2D(src, ddepth, kernel[, dst[, anchor[, delta[, borderType]]]])`
- `dst = cv.copyMakeBorder(src, top, bottom, left, right, borderType[, dst[, value]])`
- `kernel_Gauss = cv.getGaussianKernel(ksize, sigma[, ktype])`
- `dst = cv.blur(src, ksize[, dst[, anchor[, borderType]]])`
- `dst = cv.boxFilter(src, ddepth, ksize[, dst[, anchor[, normalize[, borderType]]]])`
- `dst = cv.GaussianBlur(src, ksize, sigmaX[, dst[, sigmaY[, borderType]]])`
- `dst = cv.medianBlur(src, ksize[, dst])`
- `dst = cv.bilateralFilter(src, d, sigmaColor, sigmaSpace[, dst[, borderType]])`

Ejercicio 1: Filtros pasa-bajos

1. Genere diferentes máscaras de promediado, utilizando filtro de promediado o caja (box filter) y el formato cruz.
Aplique los filtros sobre una imagen y verifique los efectos de aumentar el tamaño de la máscara en la imagen resultante.
Ayuda: `mask = np.ones((3,3),np.float32)/9`
2. Genere máscaras de filtrado gaussianas con diferente σ y diferente tamaño. Visualice y aplique las máscaras sobre una imagen. Compare los resultados con los de un filtro de promediado del mismo tamaño.
3. Utilice el filtro de mediana sobre una imagen con diferentes tamaños de ventana. Compare los resultados con los filtros anteriores para un mismo tamaño.
4. Los filtros pasa-bajos pueden utilizarse para localizar objetos grandes en una escena. Aplique este concepto a la imagen 'hubble.tif' y obtenga una imagen de grises cuyos objetos correspondan solamente a los de mayor tamaño de la original.

Ejercicio 2: Filtros pasa-altos

1. Defina máscaras de filtrado pasa-altos cuyos coeficientes sumen 1 y aplíquelas sobre diferentes imágenes. Interprete los resultados.
2. Repita el ejercicio anterior para máscaras cuyos coeficientes sumen 0. Compare los resultados con los del punto anterior.

Ejercicio 3: Filtros de acentuado

1. Obtenga versiones mejoradas de diferentes imágenes mediante el filtrado por máscara difusa. Implemente el cálculo como

$$g(x, y) = f(x, y) - PB(f(x, y))$$

2. Una forma de enfatizar las altas frecuencias sin perder los detalles de bajas frecuencias es el filtrado de alta potencia. Implemente este procesamiento como la operación aritmética:

$$g(x, y) = Af(x, y) - PB(f(x, y)), \quad \text{con } A \geq 1.$$

* Investigue y pruebe métodos alternativos de cálculo en una pasada.

Ejercicio 4: Trabajos de aplicación

1. Proponga una combinación de técnicas para realzar los detalles de la imagen `esqueleto.tif`. Recuerde que esta tarea es subjetiva y depende de que pretende realzar. Justifique cada una de las elecciones en la elaboración de su propuesta.
2. Aplique un filtro pasa-bajos de su elección y el filtro bilateral a las siguientes imágenes: `mariposa02.png`, `flores02.jpg` y `lapices02.jpg` (en escala de grises). Compare los resultados y explique sus apreciaciones.

- Utilice la función implementada en la guía anterior para visualizar perfiles de grises, eligiendo la misma fila o columna para la imagen original y las que han sido filtradas. Compare los resultados visualizándolos simultáneamente.
- [Opcional] Implemente una función que le permita extraer perfiles de grises de las 3 imágenes, de cualquier longitud y en cualquier dirección (a partir de clicks del mouse o mediante el ingreso de coordenadas) y que realice el plot de los perfiles superpuestos en diferentes colores.