

Procesamiento Digital de Imágenes

Guía de Trabajos Prácticos 6

Restauración de imágenes

1. Objetivos

- Comprender la dinámica de los modelos de ruido y parametrizar su comportamiento.
- Formular sistemas espaciales y frecuenciales de filtrado de ruido.
- Experimentar con el desempeño de las diversas opciones de filtros de medias y de orden, y sus efectos en cascada.
- Estudiar los efectos de restauración que realizan los filtros de deconvolución.
- Aplicar transformaciones geométricas afines a imágenes.

2. Trabajos Prácticos

Ejercicio 1: Modelos de ruido

1. Genere imágenes con diferentes tipos de ruido, y estudie la distribución obtenida analizando el histograma.
2. Genere un patrón de grises constantes y sume el ruido generado previamente. Varíe los parámetros del ruido y verifique los efectos en el histograma de porciones de grises constantes.

Ejercicio 2: Filtros de medias

1. Implemente los filtros de la media geométrica y de la media contra-armónica.
2. Genere una imagen ruidosa a partir de ‘**sangre.jpg**’ (en escala de grises), contaminándola con mezcla de ruido impulsivo y gaussiano.
3. Aplique los filtros y verifique la restauración mediante la comparación del ECM entre la imagen filtrada y la limpia vs. el ECM entre la imagen degradada y la limpia.

Ejercicio 3: Filtros de orden

1. Los siguientes casos listan secuencias de procesamientos cuyos efectos sobre una imagen degradada son, en principio, similares:
 - a) Filtro de mediana y filtro del punto medio.
 - b) Filtro de la media-alfa recortado.
2. Implemente los filtros mencionados y aplíquelos a la misma imagen degradada del ejercicio anterior.
3. Indique en cuál de los casos se logra una mayor remoción del ruido.
4. Compare con el resultado del filtrado de medias del Ejercicio 2.

Ejercicio 4: Eliminación de ruido periódico

1. La imagen `'img_degradada.tif'` está altamente degradada por interferencia sinusoidal. Muestre la imagen junto a su espectro de Fourier y analice la información del ruido.
2. Localice los picos fundamentales del ruido.
3. Implemente un filtro rechazabanda o un filtro notch que elimine las zonas centrales de frecuencias del ruido (y su conjugado).
4. Una solución alternativa (algunas veces más efectiva, pero menos formal) consiste en construir un filtro notch *ad-hoc* para el espectro bajo análisis. El método consiste simplemente en hacer cero las frecuencias del ruido (sean zonas circularmente simétricas o no)¹.
5. Compare cualitativamente la imagen de salida obtenida con la imagen original `'img.tif'` y cuantitativamente mediante el cálculo del error cuadrático medio.
6. Obtenga la imagen de sólo ruido mediante la aplicación de un filtro pasabanda o un filtro notch pasante.
7. Repita el ejercicio para las imágenes `'noisy_moon.tif'` y `'HeadCT_degradada.tif'`.

Ejercicio 5: Restauración de desenfoque por movimiento

Se tiene la imagen `'huang3_movida.tif'` que ha sido degradada por desenfoque debido a movimiento lineal uniforme. Restaure la imagen mediante filtrado pseudo-inverso, asumiendo que la función de degradación se puede estimar por modelado como:

$$H(u, v) = \frac{1}{\pi(ua+vb)} \sin[\pi(ua+vb)] e^{j\pi(ua+vb)}$$

Ejercicio 6: Reducción de ruido en imágenes color

En este ejercicio se explorarán adaptaciones a imágenes color de los filtros de orden estudiados para imágenes en escala de grises.

1. Explique por qué los filtros de orden estudiados para imágenes en tonos de gris no resultan adecuados para imágenes color.
2. Considere una vecindad S_{xy} del pixel (x, y) y defina una distancia acumulada:

¹Dependiendo de la interferencia, quizá convenga filtrar "bandas" del espectro

$$R_{ij} = \sum_{(s,t) \in S_{xy}} \rho(\mathbf{f}(i, j), \mathbf{f}(s, t))$$

donde $(i, j) \in S_{xy}$ y $\rho(\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2)$ es una medida de “distancia” entre los vectores \mathbf{f}_1 y \mathbf{f}_2 (por ejemplo alguna métrica inducida por la norma-p). Construya un filtro de orden que asigne al pixel (x, y) el menor de los valores que toma R_{ij} dentro de la vecindad S_{xy} . ¿Cómo interpreta esta operación de filtrado?

3. Aplique el filtro desarrollado en el punto anterior a una imagen color contaminada con ruido impulsivo. Comente el resultado.
4. A fin de mejorar el desempeño del filtro anterior, proponga una modificación que permita discriminar cuáles pixeles filtrar y cuáles no. Aplique nuevamente el filtro y compare los resultados con el punto anterior.
5. Proponga otras medidas de distancia y explique qué esperarías destacar con su uso.

Ejercicio 7: Aplicación

Para las imágenes `FAMILIA_a.jpg`, `FAMILIA_b.jpg`, y `FAMILIA_c.jpg`, identifique el tipo de ruido que afecta a cada una y calcule los parámetros estadísticos para dichos ruidos. Restaure las imágenes.