

Práctica 2. Modificaciones de la Intensidad

El objetivo de esta práctica es analizar el comportamiento de las operaciones de modificación de la intensidad de los píxeles de una imagen.

Introducción

Las técnicas sobre el dominio espacial operan directamente sobre los píxeles de la imagen. Los procesos en el dominio espacial que se discutirán se denotan mediante la expresión

$$g(x,y)=T[f(x,y)]$$

donde $f(x,y)$ es la imagen de entrada, $g(x,y)$ es la imagen de salida (procesada) y T es un operador sobre f , definido sobre una vecindad específica sobre un punto (x,y) .

La aproximación principal para definir vecindades espaciales sobre un punto (x,y) es usar una región cuadrada o rectangular centrada en (x,y) , como muestra la figura 1.

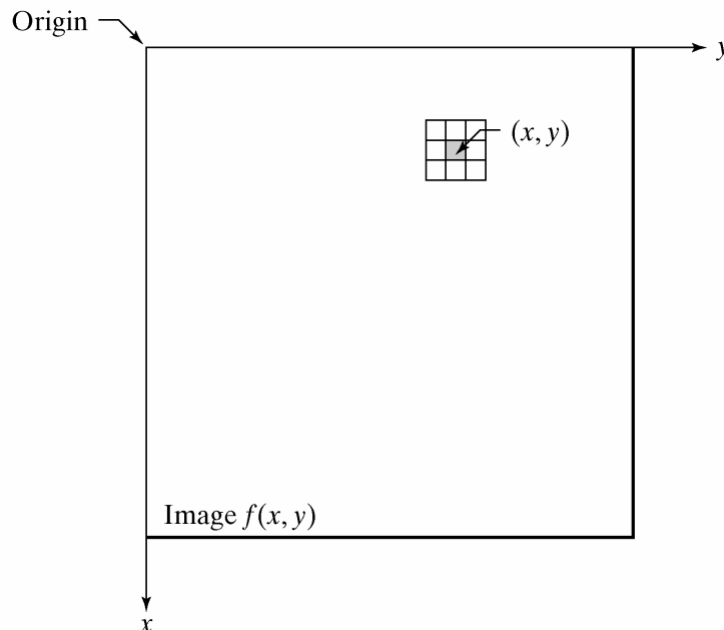


Figura 1: Vecindad espacial de un píxel sobre la cual se definen las transformaciones de intensidad.

El centro de la región se mueve de píxel en píxel comenzando, por ejemplo, en la esquina superior izquierda y, a medida que se mueve, engloba diferentes vecindades. El operador T se aplica sobre cada localización (x,y) para obtener la salida, g , en dicha localización. Sólo los píxeles en la vecindad se usan para calcular el valor de g en (x,y) .

En esta práctica se presentarán varias implementaciones de la ecuación anterior.

Funciones de Transformación de Intensidad

La forma más simple de la transformación T es cuando la vecindad es de tamaño 1x1 (un único píxel). En este caso, el valor de g en (x,y) depende

solamente de la intensidad de f en dicho punto, y T se convierte en una función de transformación de intensidades o niveles de gris. Como dependen sólo de los valores de intensidad, y no explícitamente sobre (x,y) , estas funciones se suelen escribir en forma simplificada como

$$s=T(r)$$

donde r denota la intensidad de f y s la intensidad de g , ambas sobre un punto correspondiente (x,y) de la imagen.

Función imadjust

La función `imadjust` es la herramienta básica para transformaciones de intensidad en imágenes de niveles de gris. Su sintaxis es:

$$g=\text{imadjust}(f, [\text{low_in high_in}], [\text{low_out high_out}], \text{gamma})$$

Como se ilustra en la figura 2, esta función transforma los valores de intensidad de la imagen f a nuevos valores en g . El parámetro `gamma` especifica la forma de la curva y , si se omite, toma el valor 1.

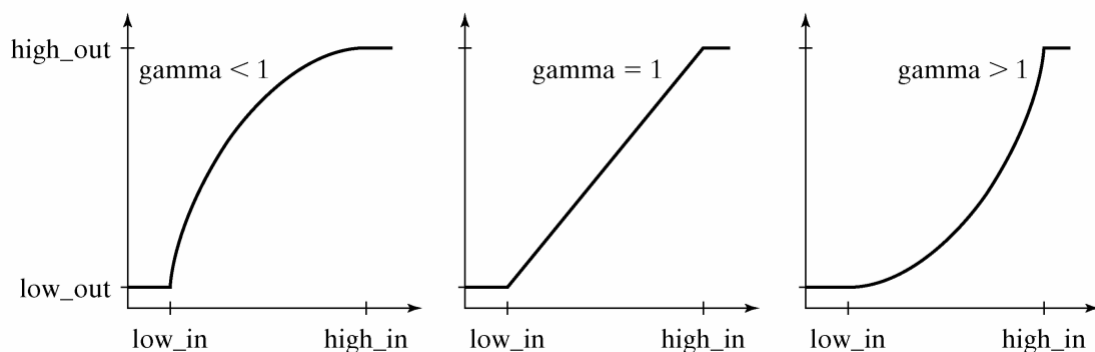


Figura 2: Función transformación de intensidad. Influencia del parámetro gamma.

Ejemplo 1. Uso de imadjust

Se lee la imagen original

```
>>f=imread('ejemplo01.tif');
>>imshow(f);
```

Se obtiene la imagen negativa de f

```
>>g1=imadjust(f, [0 1], [1 0]);
>>figure,imshow(g1);
```

Para realzar una banda de intensidades de interés

```
>>g2=imadjust(f, [0.5 0.75], [0 1]); %expansión de
grises entre 0.5 y 0.75 a [0 1]
>>figure,imshow(g2);
```

Parámetros por defecto: `salida=[0 1]`

Si se hace que $\gamma=2$, la transformación pesa hacia los negativos. Se obtendrá un resultado similar a la figura anterior, pero con más niveles de gris, comprimiendo los valores más bajos en la escala de niveles de gris y expandiendo los valores más altos de la misma.

```
>>g3=imadjust(f, [], [], 2);  
>>figure,imshow(g3);  
>>imwrite(g3,'resultado01.tif'); %guardamos fichero
```

El fichero `resultado01.tif` debemos enviarlo al profesor a la dirección `mjose@dec.usc.es`

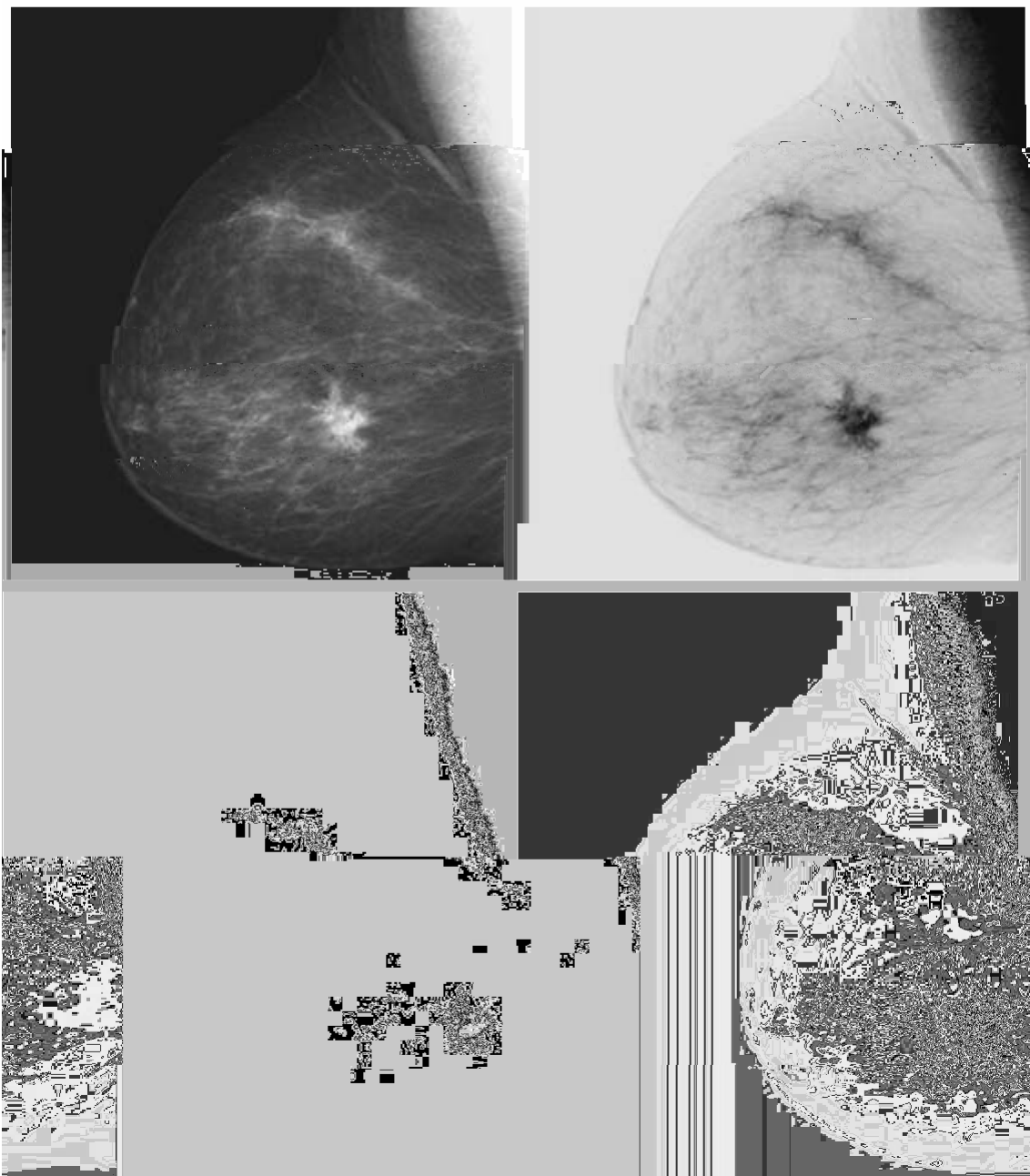


Figura 3: Ejemplo de uso de la función `imadjust`

Transformaciones de realce de contraste

La función mostrada en la figura 4 se denomina transformación de estrechamiento de contraste porque comprime los niveles de entrada menores que m a un rango más estrecho de niveles oscuros en la imagen de salida. Además, comprime los valores por encima de m a una banda más estrecha de niveles claros en la salida. El resultado es una imagen con mayor contraste.

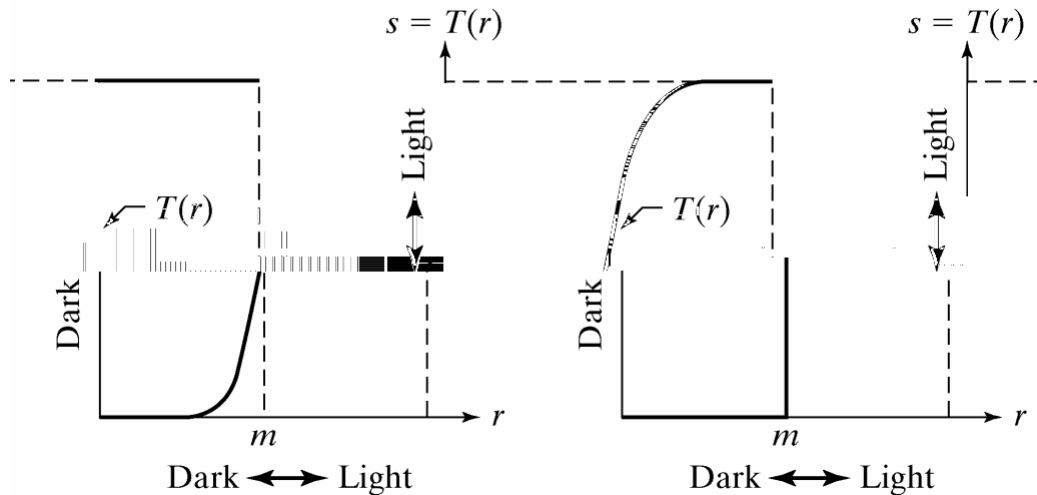


Figura 4: Función de realce del contraste

La función representada en esta gráfica tiene la forma

$$s = T(r) = 1 / (1 + (m/r)^E)$$

donde r representa las intensidades de la imagen de entrada, s los valores correspondientes de intensidad en la imagen de salida, y E controla la pendiente de la función (en el ejemplo, $E=20$). Esta ecuación se implementa en MatLab para una imagen completa como

```
g=1./(1 + m./double(f)+eps)).^E)
```

La función desarrollada para calcular el realce de contraste es `intrans` y su formato es:

```
g=intrans(f,'stretch', M, E)
```

donde M y E son los parámetros de la ecuación anterior. El valor por defecto para M es el valor medio de la imagen de entrada, f : `mean2(im2double(f))` y el valor por defecto para E es 4.

Ejemplo 2: Realce de contraste

Se lee la imagen original

```
>>f=imread('ejemplo02.tif');  
>>imshow(f);
```

Se realiza el contraste de la imagen

```
>>g=intrans(f, 'stretch', mean2(im2double(f)),0.9);  
>>figure,imshow(g);
```

Se puede probar con distintos valores de α , que es la pendiente de la gráfica, para ver cómo afecta a la imagen resultante.

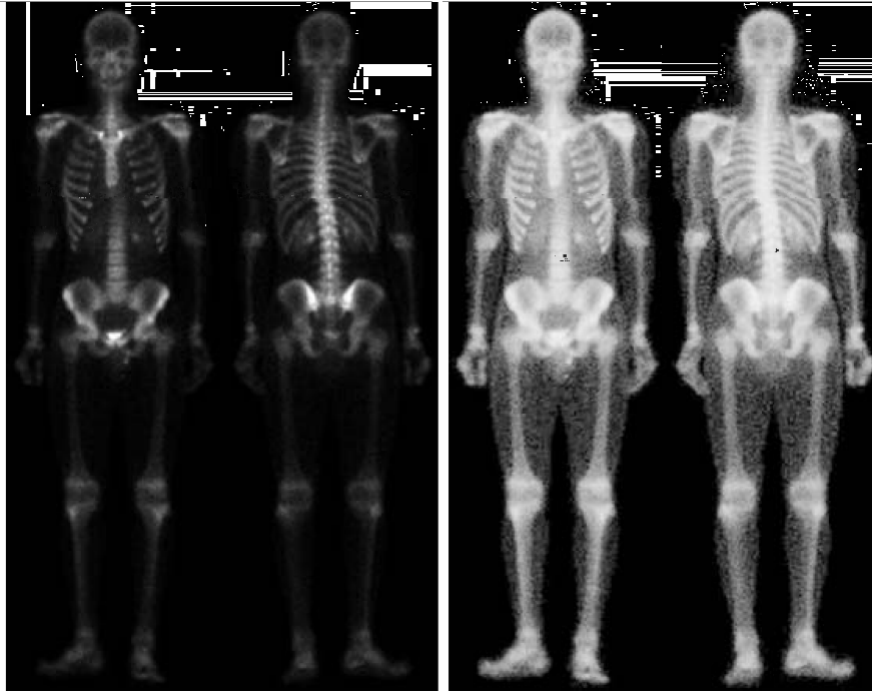


Figura 5: Ejemplo de realce del contraste.

Procesamiento del Histograma

Las funciones de transformación de intensidad basadas en la información extraída de los histogramas de intensidad juegan un papel básico en procesamiento de imágenes, en áreas tales como realce, compresión, segmentación y descripción. El objetivo de este apartado es obtener, dibujar, y usar histogramas para realce de imágenes.

Generación y representación gráfica de histogramas

El histograma de una imagen digital con L niveles posibles de intensidad en el rango $[0,G]$ se define como una función discreta

$$h(r_k)=n_k$$

donde r_k es el k -ésimo nivel de intensidad en el intervalo $[0,G]$ y n_k es el número de píxeles de la imagen cuyo nivel de intensidad es r_k .

Muchas veces es útil trabajar con el histograma normalizado, que se obtiene dividiendo todos los elementos $h(r_k)$ por el número total de píxeles en la imagen, n :

$$p(r_k)=h(r_k)/n=n_k/n$$

para $k=1,2,\dots,L$. Usando la teoría de la probabilidad, podemos ver que $p(r_k)$ es una estimación de la probabilidad de ocurrencia del nivel de intensidad r_k . La función que se usa en MatLab para obtener el histograma es **imhist**, que tiene la siguiente sintaxis:

```
h=imhist(f,b)
```

donde **f** es la imagen de entrada, **h** es su histograma, y **b** es el número de intervalos (subdivisiones de la escala de intensidad) usados para formar el histograma, cuyo valor por defecto es 256.

Ejemplo 3. Representación del histograma y del histograma normalizado para la imagen del ejemplo 1.

Se lee la imagen original

```
>>f=imread('ejemplo01.tif');  
>>imshow(f);
```

Se obtiene el histograma de **f**

```
>>imhist(f);
```

Se obtiene el histograma normalizado de **f** (numel calcula el número de puntos de **f**)

```
>>p=imhist(f)/numel(f);  
>>figure,plot(p);
```

Ecualización del histograma

La ecualización del histograma genera una imagen cuyos niveles de intensidad son igualmente probables y, además, cubren el rango $[0,1]$. El resultado neto de este proceso es una imagen cuyo rango dinámico ha sido incrementado, que tenderá a poseer un mayor contraste. Esta transformación se representa como

$$\mathbf{s}_k = T(r_k) = \sum_{j=1}^k \frac{n_j}{n}$$

Esta función se implementa mediante **histeq**, con la siguiente sintaxis:

```
g=histeq(f,nlev)
```

donde **f** es la imagen de entrada y **nlev** es el número de niveles de intensidad para la imagen de salida. Si **nlev=L**, se implementa la función de transformación $T(r_k)$. Si **nlev<L**, la función intenta distribuir los niveles de forma que aproximen un histograma plano. El valor por defecto para **nlev** es 64.

Ejemplo 4. Ecualización del histograma

Se lee la imagen original (imagen microscópica de polen). Las propiedades de esta imagen son que es oscura y tiene un bajo rango dinámico, como se puede ver en su histograma.

```
>>f=imread('ejemplo03.tif');  
>>imshow(f);
```

Se obtiene el histograma de f

```
>>figure,imhist(f);
```

Se obtiene el histograma ecualizado de f y se muestra la imagen resultante

```
>>g=histeq(f,256);  
>>figure,imshow(g);  
>>figure,imhist(g);
```

Se guarda el resultado y se envía al profesor

```
>>imwrite(g,'resultado02.tif');
```

El fichero `resultado02.tif` debemos enviarlo al profesor a la dirección `mjose@dec.usc.es`

En la imagen resultante son evidentes las mejoras en intensidad promedio y contraste, lo que también se ve en su histograma. El incremento en contraste es debido al esparcimiento del histograma sobre la escala de intensidades. El incremento en la intensidad global es debido al hecho de que el nivel medio de gris del histograma de la imagen ecualizada es mayor que en la original. Aunque no se produce un histograma plano, tiene las características de incrementar el rango dinámico y los niveles de intensidad de la imagen.

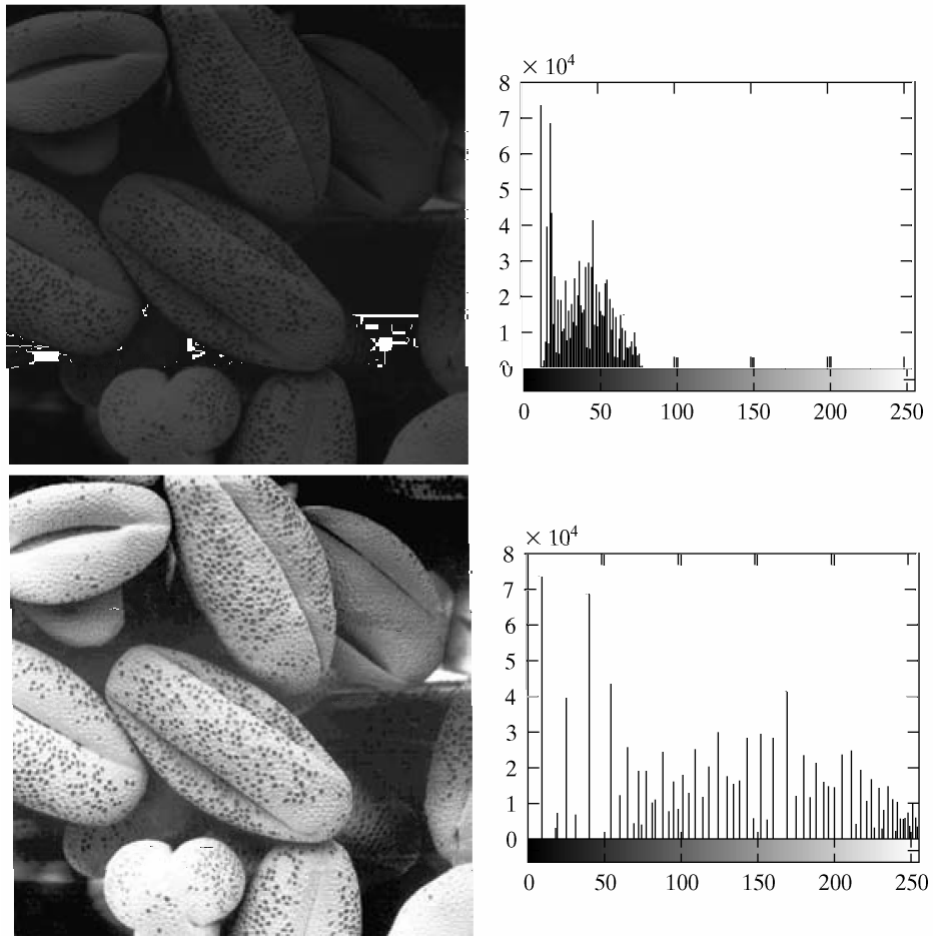


Figura 6: Ejemplo de ecualización del Histograma.