



# Tratamiento de imágenes

## Operaciones con el histograma de una imagen

Héctor Alejandro Montes

[hamontesv@uaemex.mx](mailto:hamontesv@uaemex.mx)

<http://scfi.uaemex.mx/hamontes>

# Advertencia

---

No use estas diapositivas como referencia única de estudio durante este curso. La información contenida aquí es sólo una guía para las sesiones de clase y de estudio futuro. Para obtener información más completa, refiérase a la bibliografía dada durante la presentación del curso.

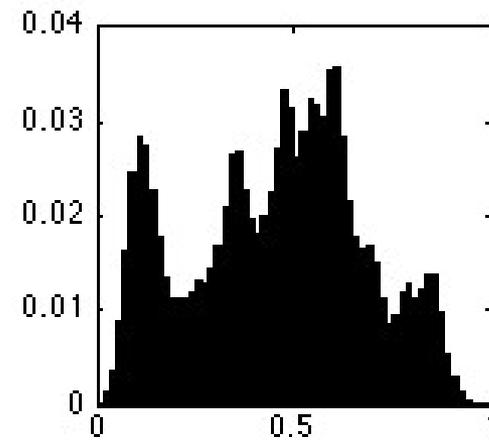
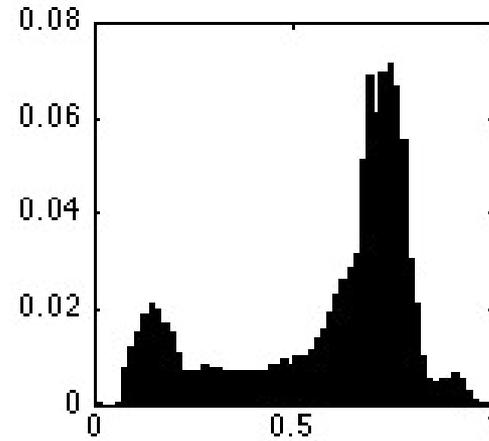
# Histograma

- En estadística: Función *discreta* que cuenta el número de ocurrencias (distribución) de un valor observado

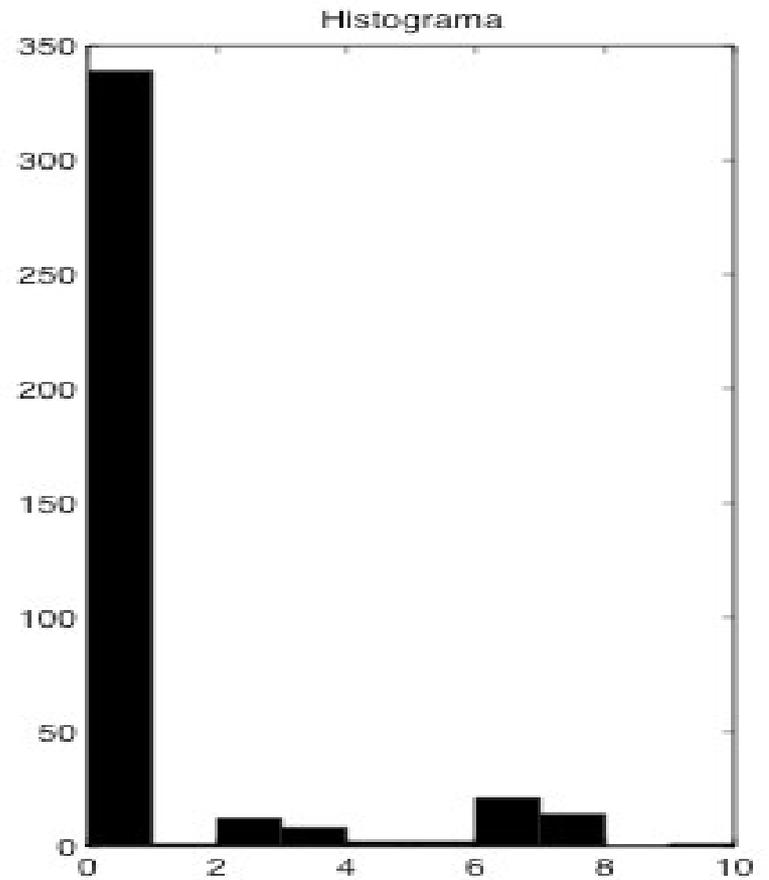
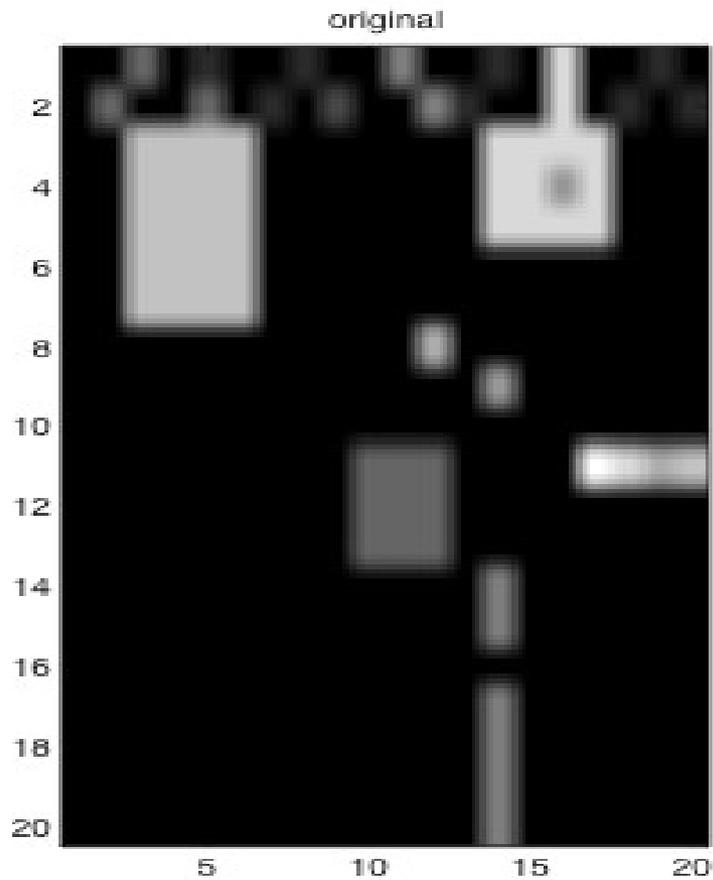
$$H(r_k) = n_k$$

- En una imagen:
  - $r_k$  es el valor o nivel de gris del canal  $k$
  - $n_k$  es el número de píxeles que tienen nivel de gris  $r_k$

# Histograma



# Histograma



# Normalización del histograma

---

- Histograma normalizado:

$$H_n(r_k) = n_k / n$$

$n$  es el total de píxeles en la imagen

- Hace que los valores del histograma queden en el intervalo  $[0, 1]$

# Usos del histograma

---

- El histograma es la **base de muchas técnicas** de Procesamiento de Imágenes
- Su manipulación puede ser muy **efectiva** para el **realce/mejora** de la imagen
- Es fácil de calcular y **proporciona información estadística útil**

# Histograma y contraste

---

- Según su histograma, podemos clasificar las imágenes como:
  - **De bajo contraste** (low-contrast): Los valores están claramente agrupados en una región del histograma
    - **Oscuras (dark)**: La mayoría de los valores están en la parte baja del histograma
    - **Claros (bright)**: La mayoría de los valores están en la parte alta del histograma
  - **De alto contraste** (high-contrast): Los valores están extendidos a lo largo de todo el histograma (histograma uniforme).

# Operaciones con el histograma

---

- El histograma se puede modificar utilizando *funciones de mapeo*:
  - Expansión Lineal (*Stretch*)
  - Compresión (*Shrink*)
  - Desplazamiento (*Slide*)
  - Ecuación

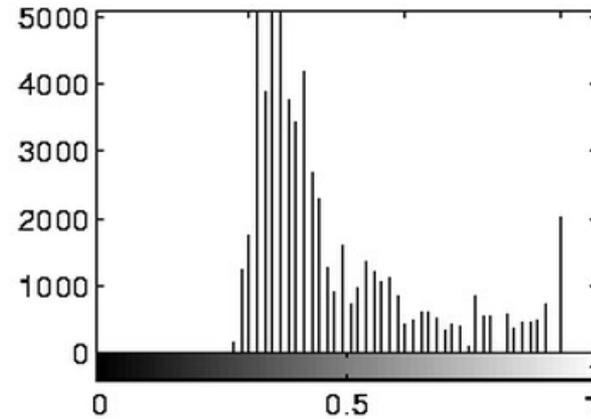
# Expansión lineal (*stretch*)

- Consiste en hacer que el *mínimo* y el *máximo* de los valores presentes en la imagen, correspondan con *dos puntos seleccionados* del histograma (usualmente los extremos: 0 y  $2^B-1$ )

$$\text{stretch}(I(x, y)) = \left[ \frac{I(x, y) - \text{min}}{\text{max} - \text{min}} \right] [\text{MAX} - \text{MIN}] + \text{MIN}$$

- Es una forma de “*estirar*” el histograma escalando los valores intermedios sobre *todo* el rango de valores disponibles

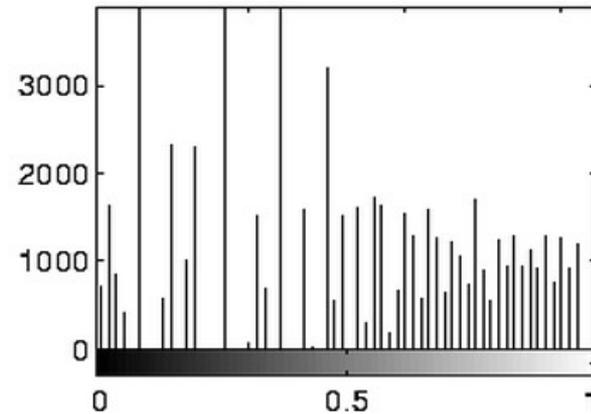
# Expansión lineal (*stretch*)



equalized image



equalized histogram



# Expansión lineal (*stretch*)

---

- La selección de los **puntos inferior y superior** puede realizarse de varias formas:
  - Valores mínimo y máximo de la imagen
  - Valores de ciertos percentiles estadísticos
  - Valor de la media más 1, 2 o 3 desviaciones estándar

# Compresión y Desplazamiento

- Compresión (*shrink*):

$$\mathit{shrink}(I(x, y)) = \left[ \frac{\mathit{shrink}_{max} - \mathit{shrink}_{min}}{max - min} \right] [I(x, y) - min] + \mathit{shrink}_{min}$$

- Desplazamiento (*slide*):

$$\mathit{slide}(I(x, y)) = I(x, y) + \mathit{OFFSET}$$

# Ecuación o linearización del histograma

---

- Busca producir una imagen con un histograma uniforme, lo que resulta en un *aumento del contraste*
- El objetivo es generar una imagen con valores proporcionales a su *valor* y a su *frecuencia* en la imagen original.
- Además de considerar los *extremos* del histograma y también considera *su forma*
  - Ver [Umbaugh2005] p. 357

# Algoritmo de Ecuación

## Example 8.2.6

We have an image with 3-bits per pixel, so the possible range of values is 0 to 7. We have an image with the following histogram:

Gray level value	Number of pixels (histogram values)
0	10
1	8
2	9
3	2
4	14
5	1
6	5
7	2

STEP 1: Create a running sum of the histogram values. This means the first value is 10, the second is  $10 + 8 = 18$ , next  $10 + 8 + 9 = 27$ , and so on. Here we get 10, 18, 27, 29, 43, 44, 49, 51.

# Algoritmo de Ecuación

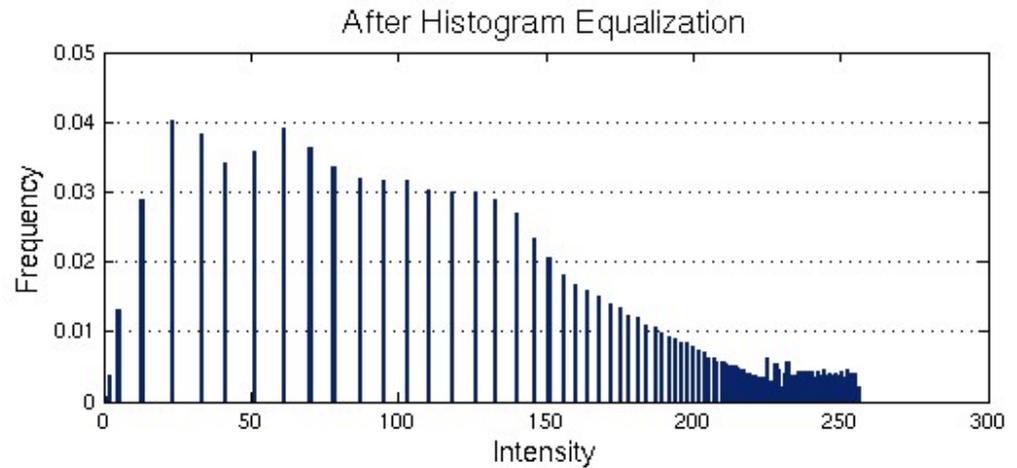
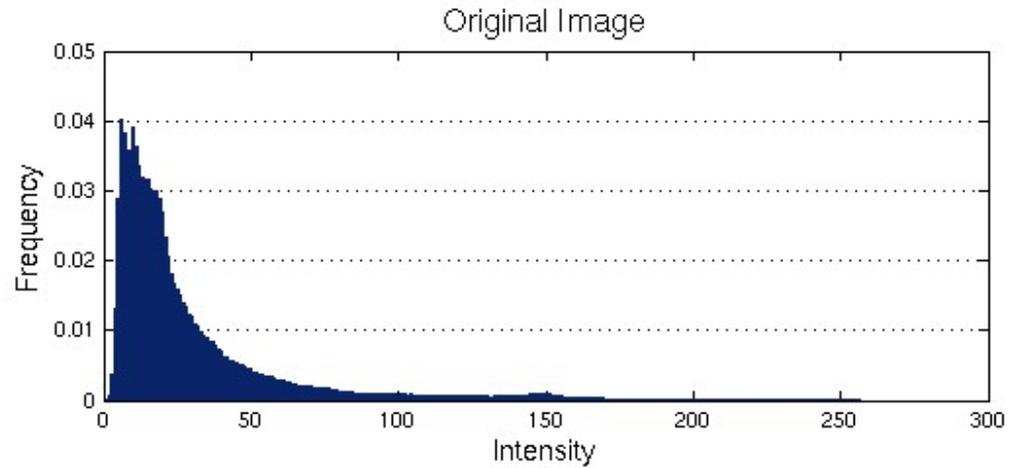
STEP 2: Normalize by dividing by the total number of pixels. The total number of pixels is:  $10 + 8 + 9 + 2 + 14 + 1 + 5 + 0 = 51$  (note this is the last number from Step 1), so we get:  $10/51, 18/51, 27/51, 29/51, 43/51, 44/51, 49/51, 51/51$ .

STEP 3: Multiply these values by the maximum gray level values, in this case 7, and then round the result to the closest integer. After this is done we obtain: 1, 2, 4, 4, 6, 6, 7, 7.

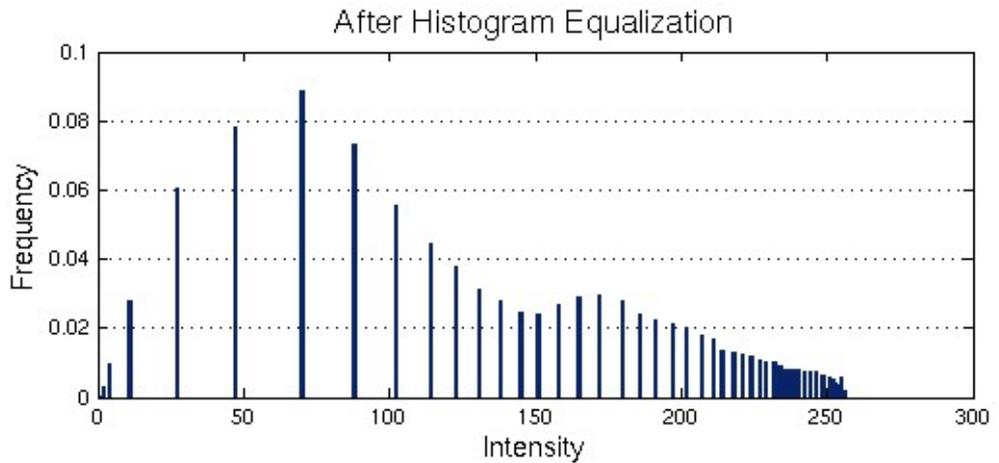
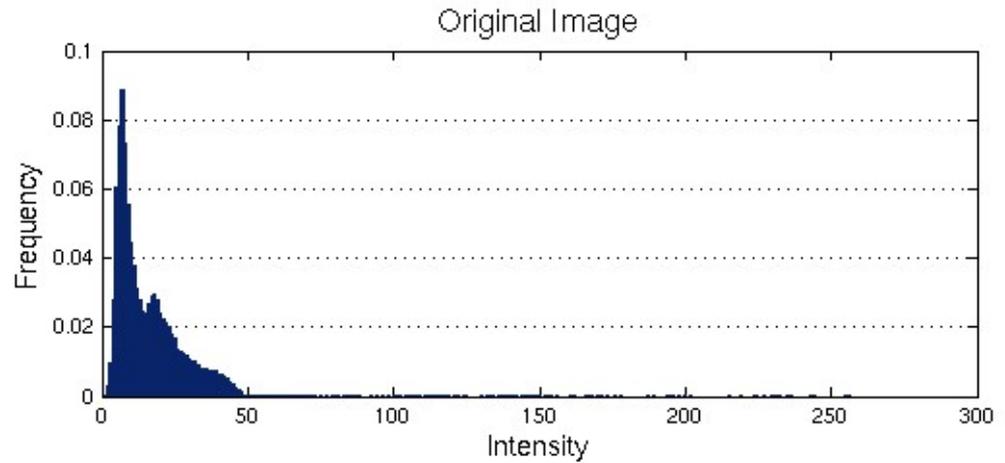
STEP 4: Map the original values to the results from Step 3 by a one-to-one correspondence. This is done as follows:

Original gray level value	Histogram equalized values
0	1
1	2
2	4
3	4
4	6
5	6
6	7
7	7

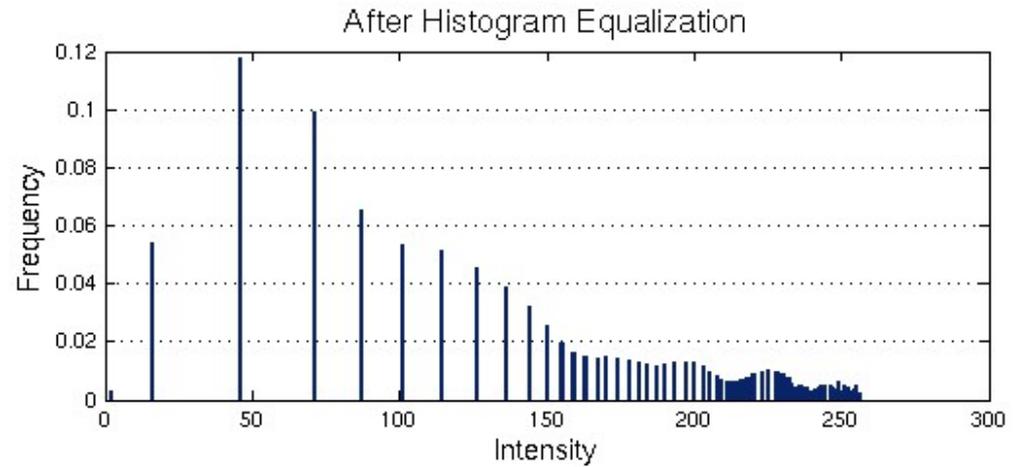
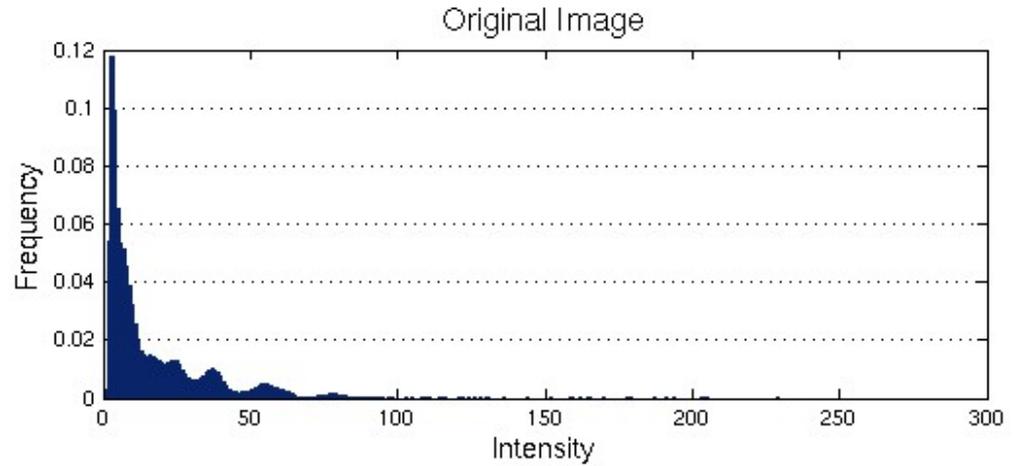
# Ecuación



# Ecuación

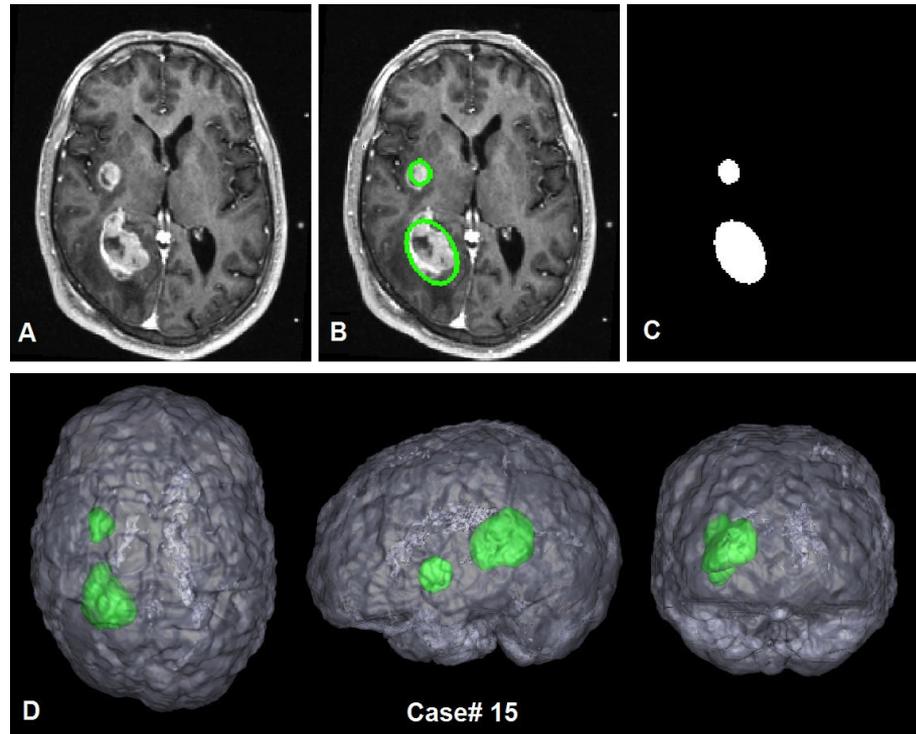


# Ecualización



# Thresholding/Umbralización

- Es el método mas simple de *segmentación*
  - *Segmentar*: dividir una imagen en regiones con propiedades similares



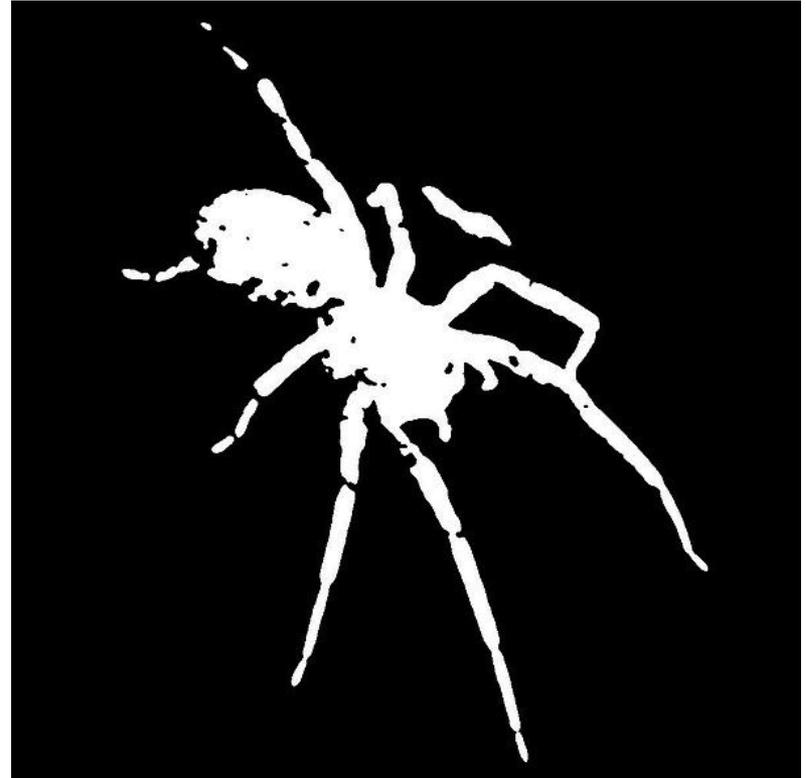
# Thresholding

---

- La propiedad más simple que los píxeles de una región tienen es su *intensidad*
- Una manera natural de segmentar es separar las regiones claras de las oscuras utilizando *thresholding*
- Thresholding **crea imágenes binarias** a partir de imágenes en escala de gris

# Thresholding

---



# Thresholding

- Procedimiento:
  - Calcular el *histograma* de la imagen de entrada
  - Calcular el valor del *threshold* o *umbral*  $T$
  - Si  $f$  es la imagen de entrada y  $(x,y)$  es la posición de un píxel, calcular los valores de la imagen de salida  $g$ :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{si } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- Existen varios métodos para calcular  $T$

# Thresholding: ejemplo

## Example 8.2.6

We have an image with 3-bits per pixel, so the possible range of values is 0 to 7. We have an image with the following histogram:

Gray level value	Number of pixels (histogram values)
0	10
1	8
2	9
3	2
4	14
5	1
6	5
7	2

# Métodos de thresholding

- **Basados en la forma del histograma:** Considera los picos, valles y curvaturas
- **Basados en *clustering*:** una muestra de los niveles de gris se clusterizan en *fondo* y *frente* de los objetos o se modelan como mezcla de dos Gaussianas
- **Basados en entropía:** pueden utilizar la entropía de las regiones de fondo y frente, la entropía entre la imagen original y la imagen binarizada, etc.
- **Basados en los atributos de los objetos:** buscan una medida de similitud entre los niveles de gris y las imágenes binarizadas (forma, coincidencia de orillas, etc.)
- **Métodos espaciales:** utilizan distribuciones de probabilidad y/o correlación entre píxeles
- **Métodos locales:** adaptan el valor de *threshold* en cada pixel a las características locales de la imagen