DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Procesamiento y Análisis de Imágenes

Violeta Chang

violeta.chang@usach.cl

Créditos por slides: José M. Saavedra

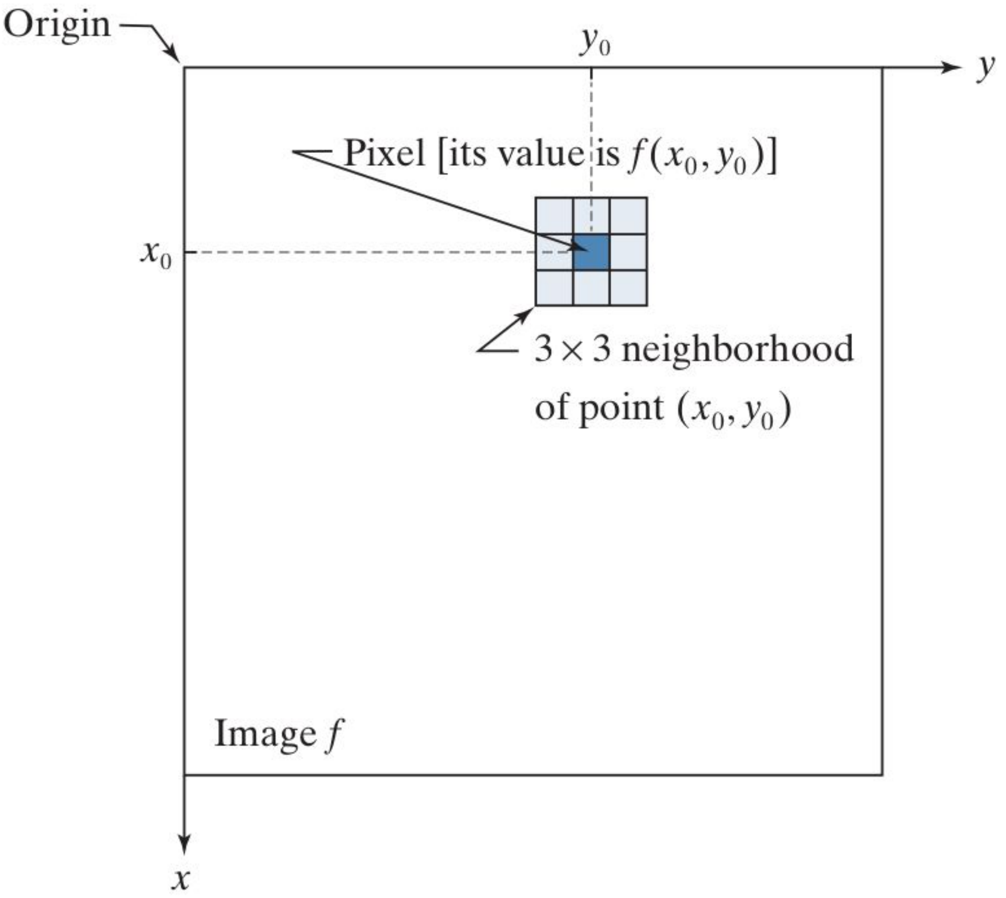
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Actividad de diagnóstico

- ¿Cómo definirías una imagen digital en escala de grises?

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

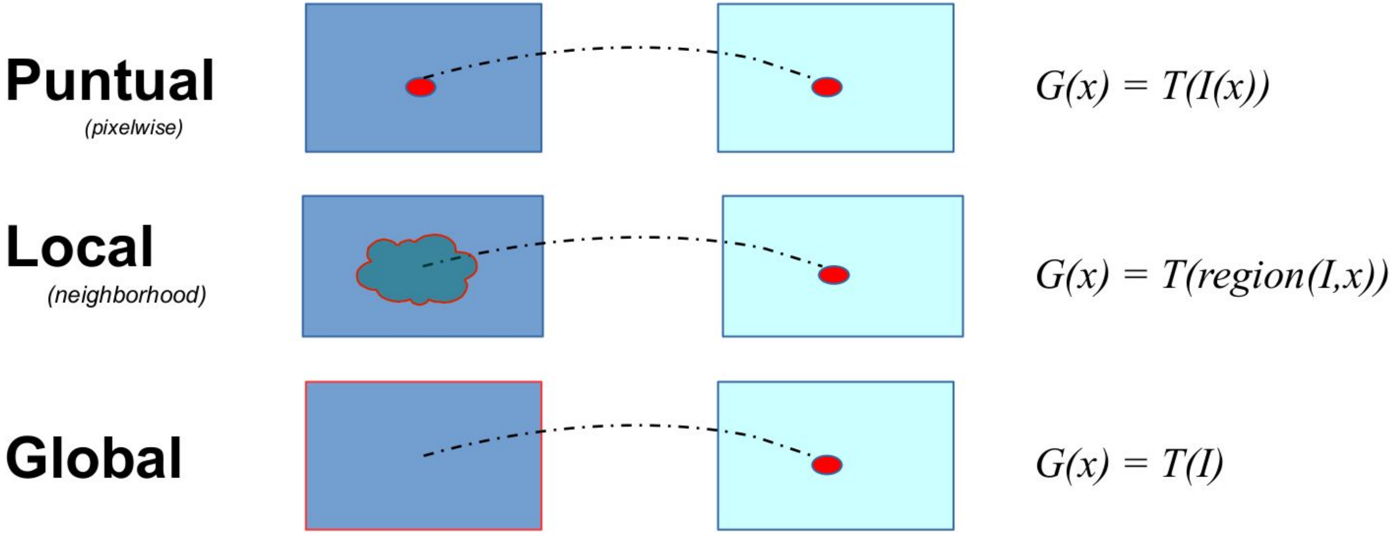
TIPOS DE OPERACIONES



Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

OPERACIONES

- **Una operación *T*** sobre una imagen *I* permite generar otra imagen *G* procesando los pixeles de *I*.
- **Tipos de Operación**



OPERACIONES DE PUNTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

OPERACIONES DE PUNTO

- **Negativo (imagen negativa)**

$$G(\mathrm{x}) = M - I(\mathrm{x})$$

M = máximo valor del espectro (255 en grises, 1 en b/w)

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

OPERACIONES DE PUNTO

- **Blending**

$$G(\mathrm{x}) = \alpha I_1(\mathrm{x}) + (1-\alpha) I_2(\mathrm{x})$$

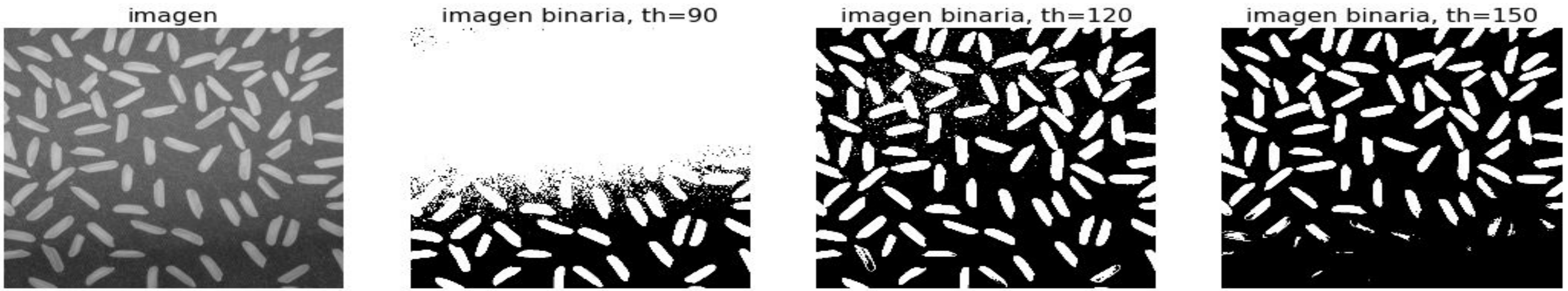
OPERACIONES DE PUNTO

- **Blending**

Warping + Blending

OPERACIONES DE PUNTO

- **Binarización (Thresholding)**



BINARIZACIÓN

- Objetivo : Separar el objeto de interés del fondo de la imagen
- Entrada : Imagen en escala de grises
- Salida : Imagen Binaria
- Imagen Binaria : Imagen con sólo dos tonos de gris presentes (negro y blanco $\rightarrow$ 0 y 255)
- Valor UMBRAL θ

BINARIZACIÓN

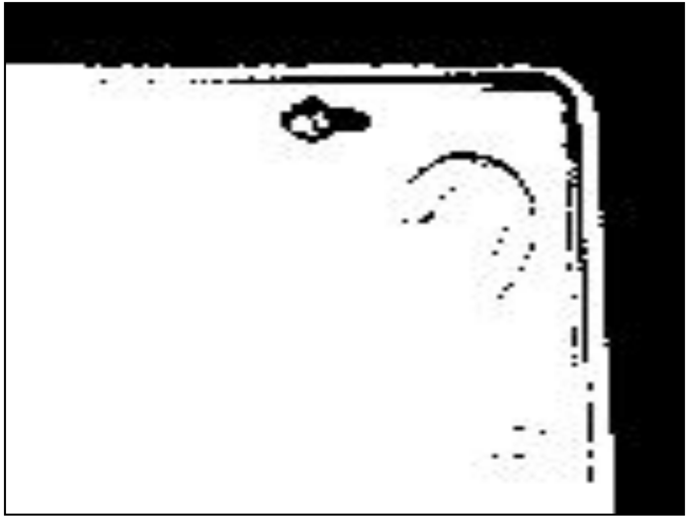
$$G_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{si } \mathrm{I}_{ij} \leq \theta \\ 1 & \text{si } \mathrm{I}_{ij} > \theta \end{cases}$$

entonces

$$\left[I_{ij} \right]_{1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M} \xrightarrow{\mathit{BINARIZACIÓN}} \left[G_{ij} \right]_{1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M}$$

BINARIZACIÓN

Imagen Original



Umbral θ = 150

BINARIZACIÓN

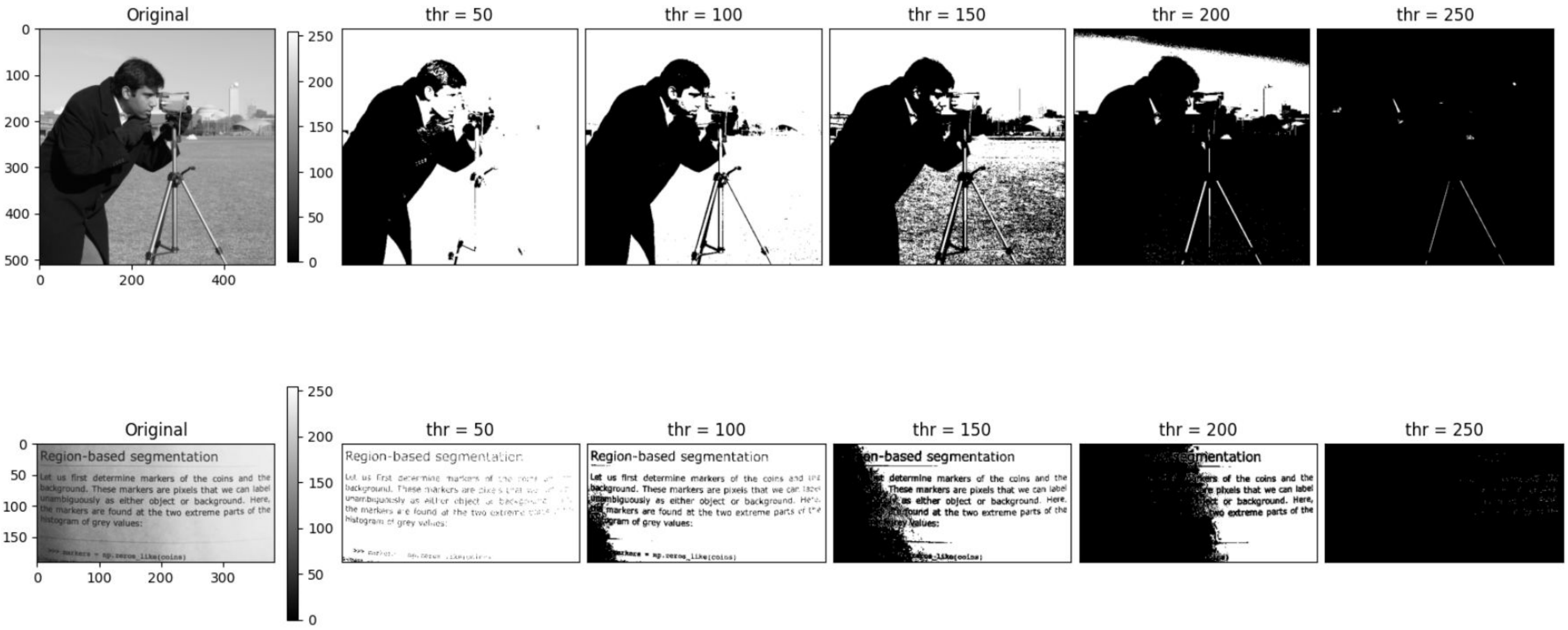
Imagen Original

Umbral $\theta = 200$

BINARIZACIÓN

Imagen Original

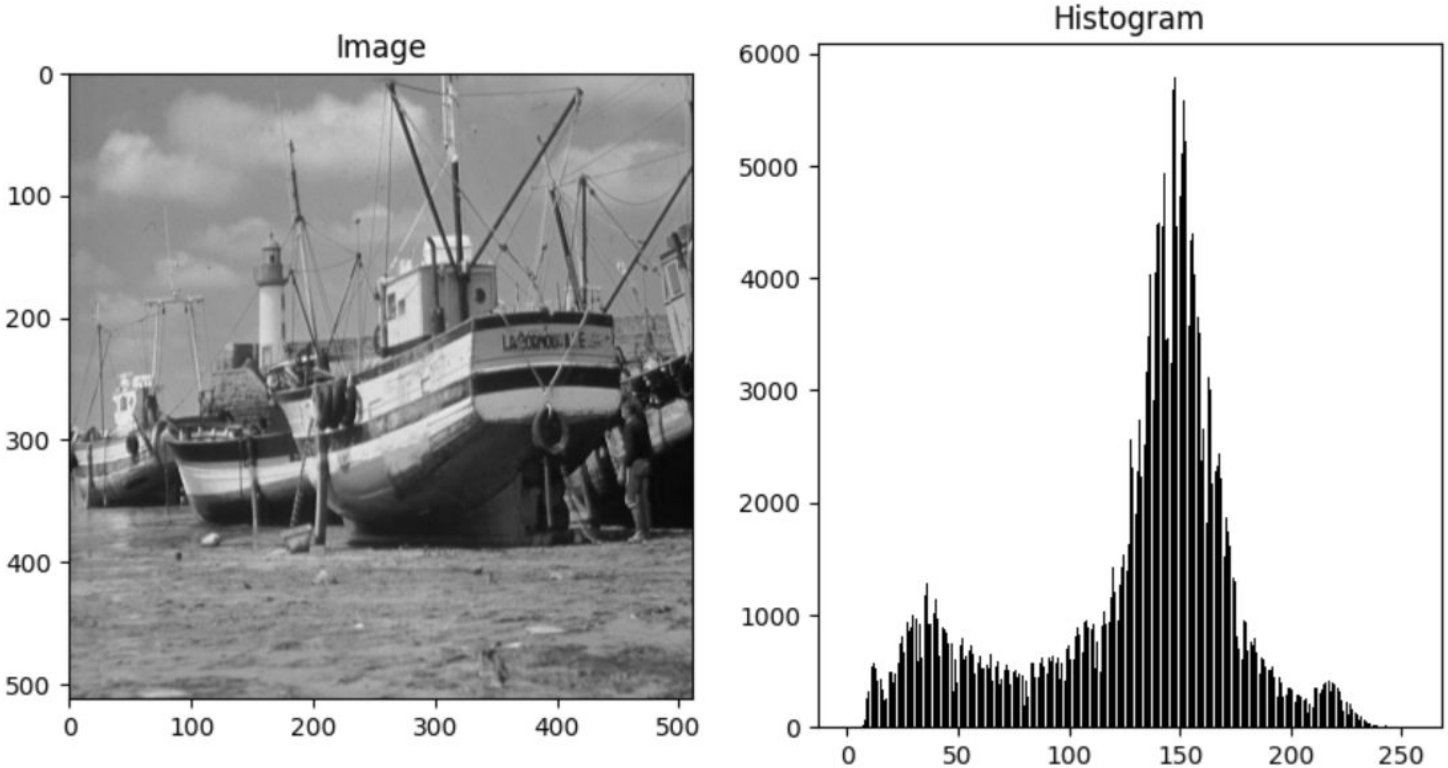
Umbral θ = 250


Original
thr = 50
thr = 100
thr = 150
thr = 200
thr = 250
Original
thr = 50
thr = 100
thr = 150
thr = 200
thr = 250

BINARIZACIÓN

- ¿Cómo encontrar el valor umbral adecuado?
- Usando el histograma de la imagen
- Existen varios métodos globales y locales

Recordatorio: Histograma



USANDO ISODATA

- Técnica iterativa cuyo proceso consiste en:
  - Umbral inicial θ_0
  - Valores promedio $p_{objeto,\ 0}$ y $p_{fondo,\ 0}$
  - Siguiente umbral θ_1 : promedio de p's
- Cuándo detenerse?

$$\theta_i = \theta_{i-1}$$

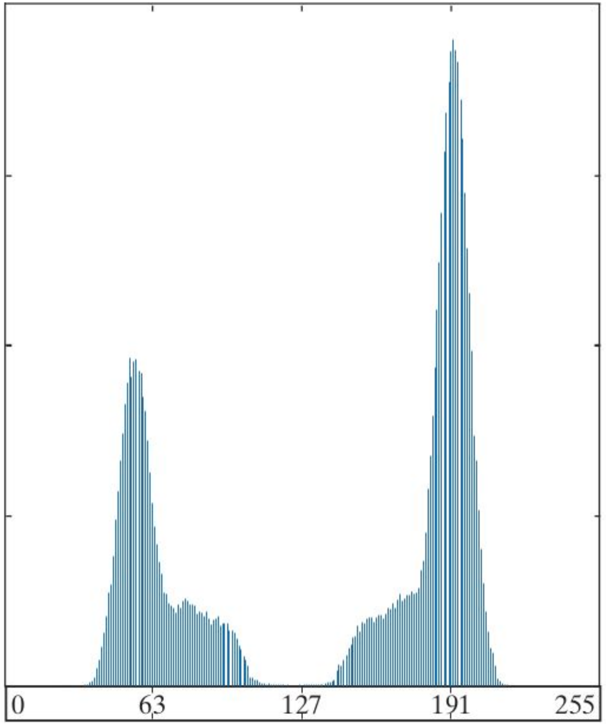
USANDO ISODATA

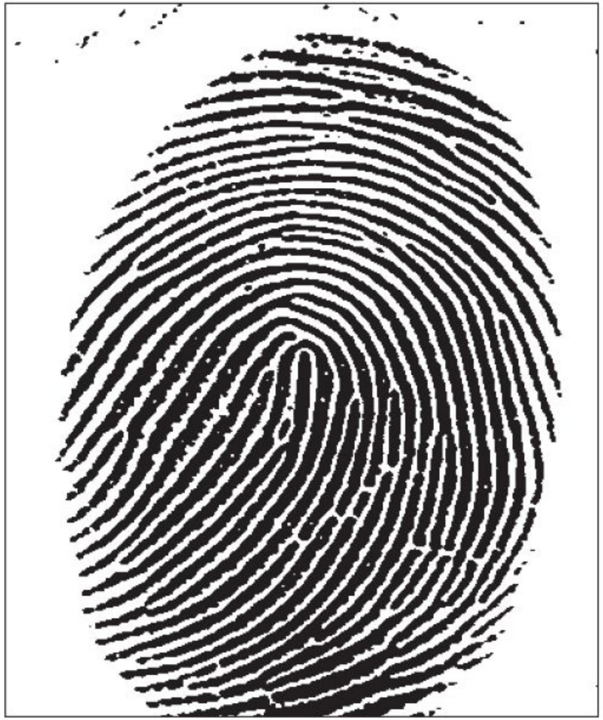
Umbral $\theta = 162$

USANDO ISODATA

Umbral $\theta = 168$

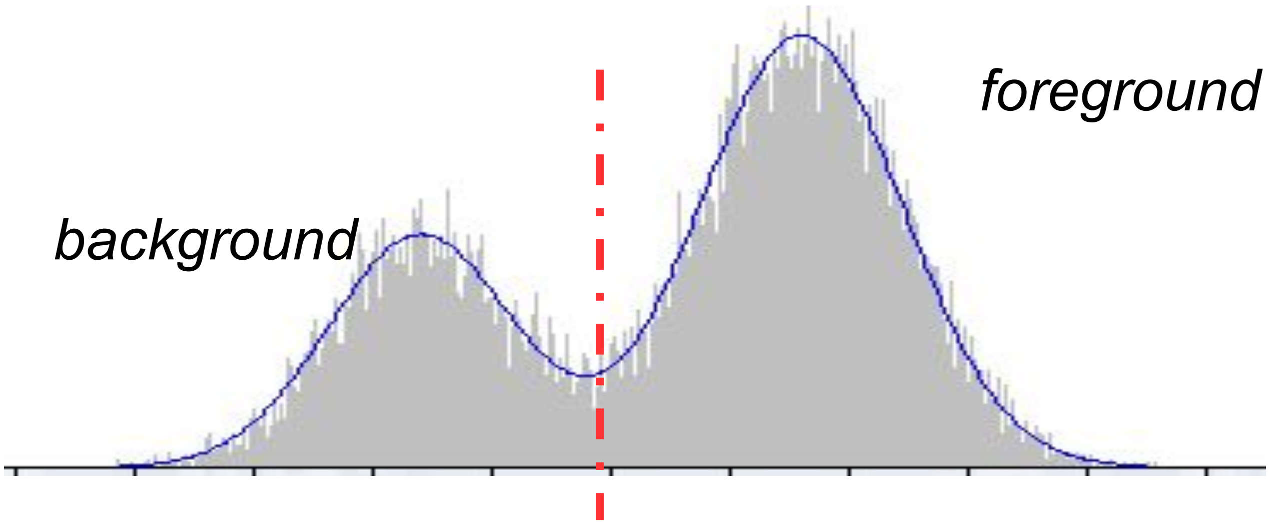
USANDO ISODATA





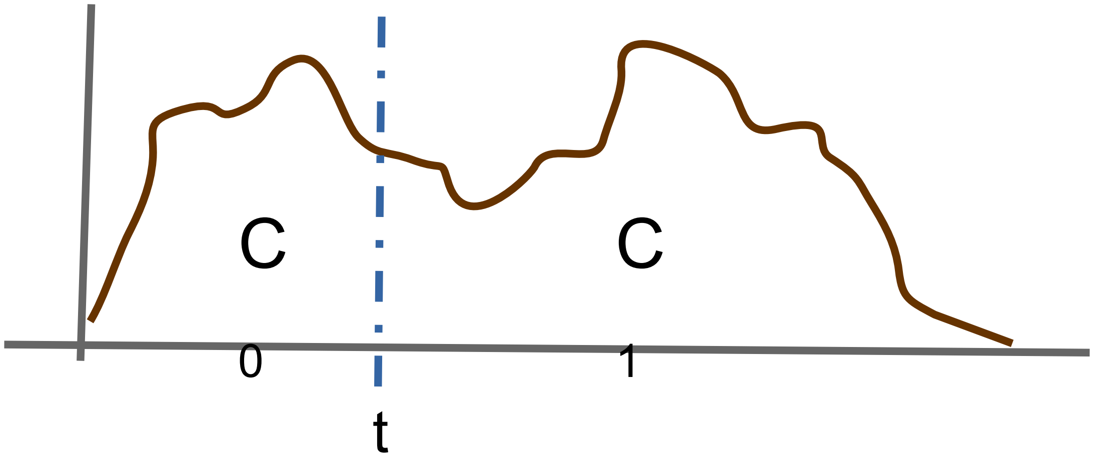
ALGORITMO DE OTSU

- <u>**Supuesto**</u>**: Histograma bimodal (2 clases {C_0,C_1})**
- **Umbral [*threshold*]**: Aquel valor que permita minimizar la dispersión intra-clase y maximizar la dispersión entre clases.



ALGORITMO DE OTSU

- **Objetivo**
  - Maximizar varianza entre clases



ALGORITMO DE OTSU

- $\lambda_1\ \lambda_2\ \lambda_3\ \ldots\ \lambda_L$: tonos de gris admisibles
- Probabilidad $P\nu$ que (i,j) tenga λ_ν es:

$$P(I_{ij} = \lambda_\nu) = P_\nu = \frac{\text{Nro. de puntos de la imagen con tono } \lambda_\nu}{\text{Nro. total de puntos de la imagen}}$$

- Tomando $\theta = \lambda_l$, resultan dos conjuntos inducidos por este valor

$$^l\Omega_1 = \{ I_{ij} : I_{ij} \leq \lambda_l \} \quad \text{y} \quad ^l\Omega_2 = \{ I_{ij} : I_{ij} > \lambda_l \}$$

ALGORITMO DE OTSU

- Probabilidad que un punto esté en uno de los conjuntos ${}^{l}\Omega_1$ o ${}^{l}\Omega_2$ es:

$$P\left({}^{l}\Omega_1\right) = \sum_{\nu=1}^{l} P_\nu \quad , \quad P\left({}^{l}\Omega_2\right) = 1 - P\left({}^{l}\Omega_1\right)$$

- Consideraciones:
  - Diferentes de cero
  - Diferencia absoluta de valores medios mayor posible

ALGORITMO DE OTSU

- Función objetivo que cumple con consideraciones:

$$J_l = P\left({}^l\Omega_1\right) P\left({}^l\Omega_2\right) \left\{ \sum_{v=1}^{l} \frac{P_v \lambda_v}{P\left({}^l\Omega_1\right)} - \sum_{v=l+1}^{L} \frac{P_v \lambda_v}{P\left({}^l\Omega_2\right)} \right\}^2$$

- F.O. debe maximimarse respecto de l:

$$l = \underset{l'}{\arg\max}\, J_{l'}$$

https://www.youtube.com/watch?v=q1VgxohcCG4

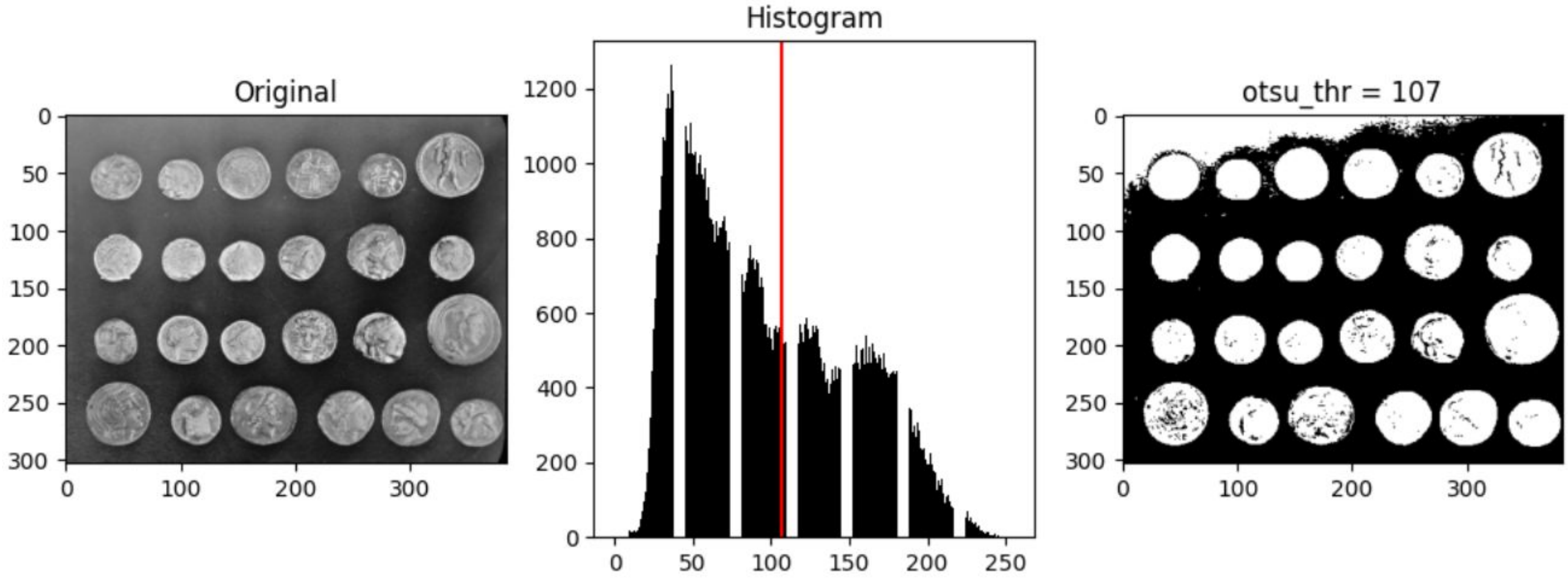
ALGORITMO DE OTSU

Umbral $\theta = 148$

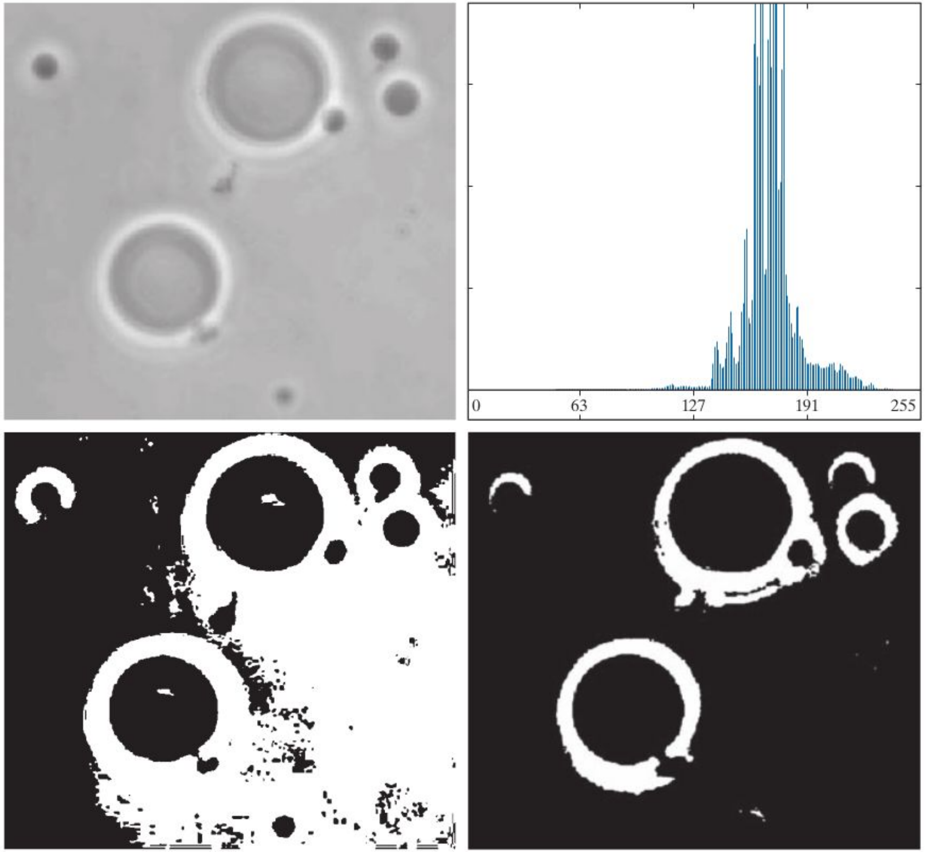
ALGORITMO DE OTSU

Umbral $\theta = 190$

ALGORITMO DE OTSU

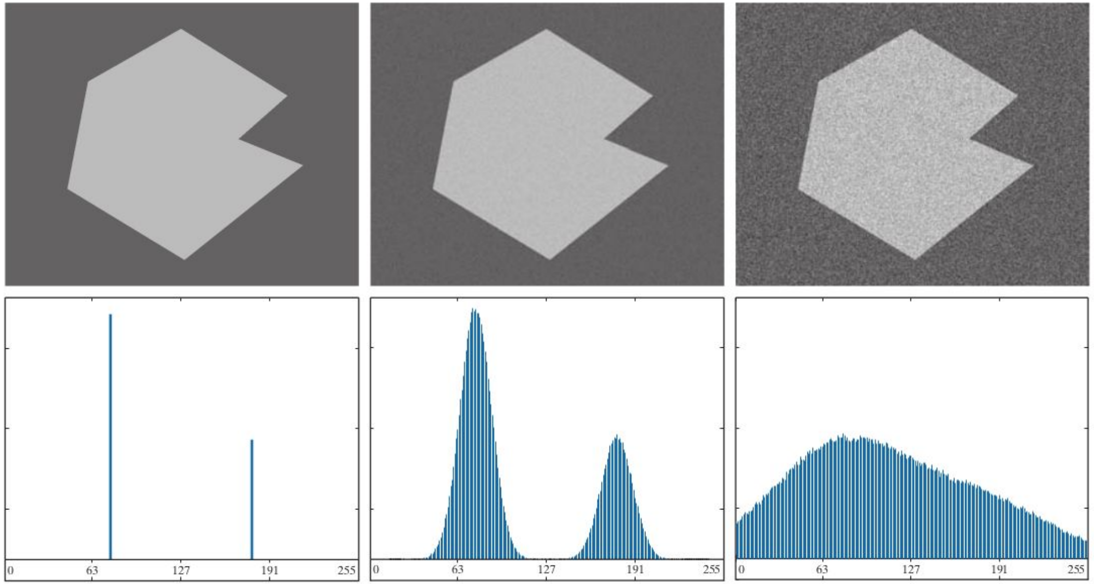


ISODATA VS OTSU



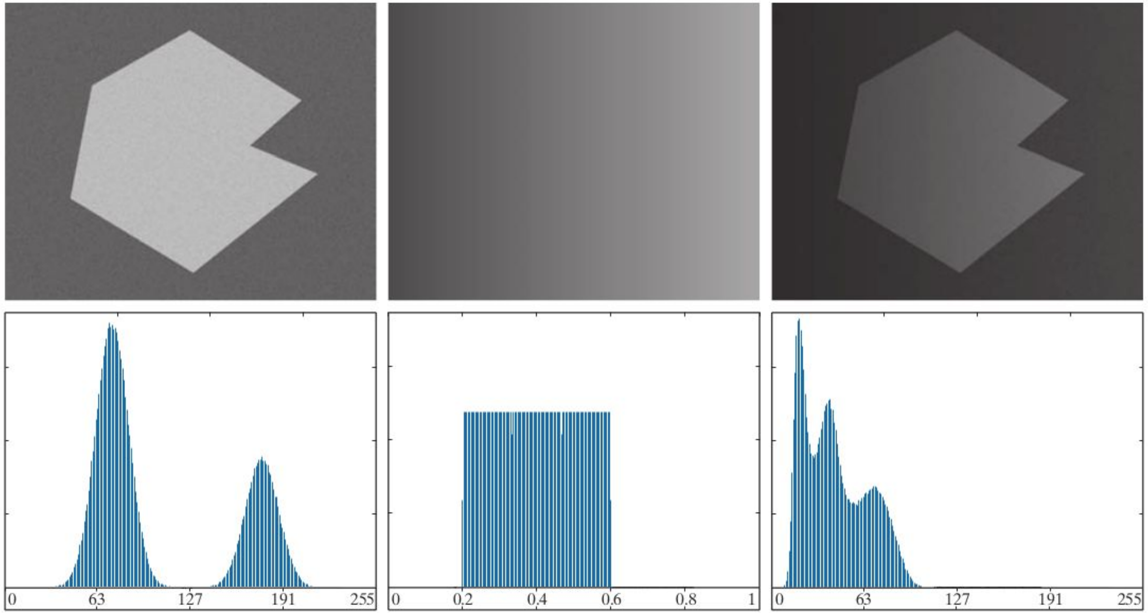
. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

- El ruido así como iluminación no-uniforme juega un rol importante en los algoritmo de binarización (thresholding).



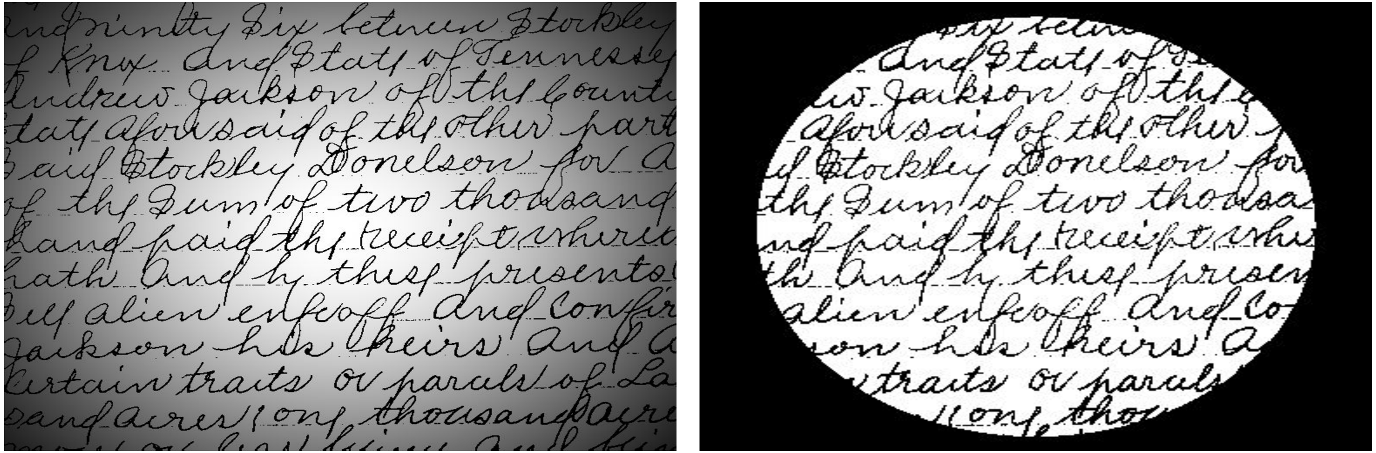
. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

- El ruido así como iluminación no-uniforme juega un rol importante en los algoritmo de binarización (thresholding).



. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

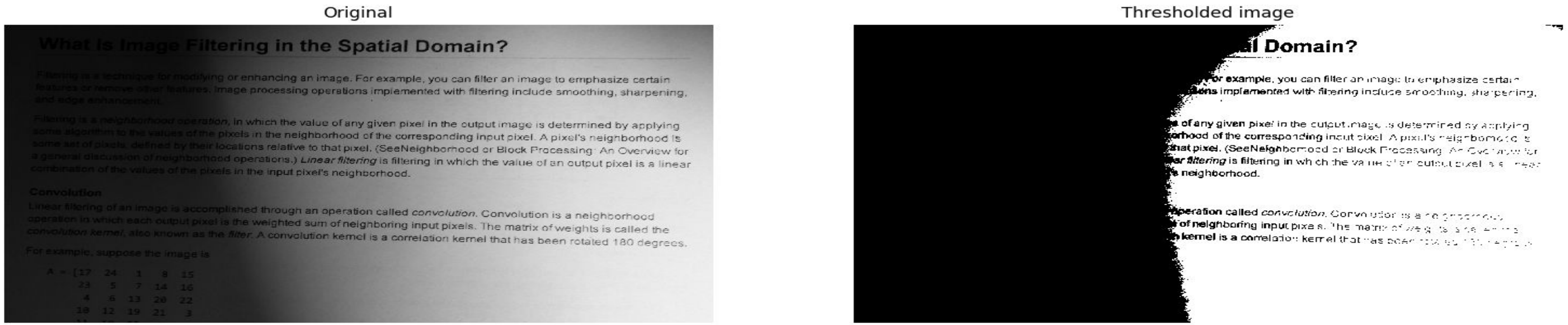
- El ruido así como iluminación no-uniforme juega un rol importante en los algoritmo de binarización (thresholding).



Binarización con Otsu

. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

- El ruido así como iluminación no-uniforme juega un rol importante en los algoritmo de binarización.

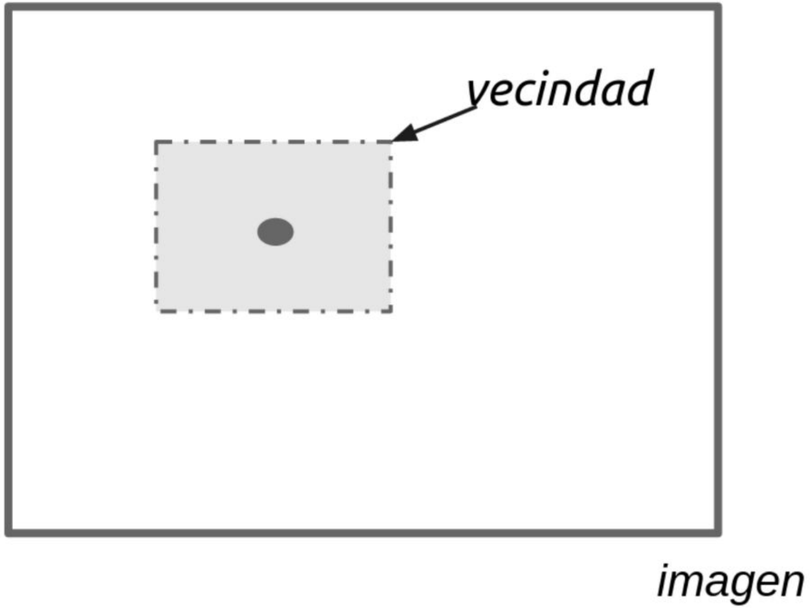


Binarización con Otsu

BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

- Cambia umbral según la vecindad de cada pixel
- Cuál es el umbral para cada vecindad?
  - Ej: valor promedio de tonos de gris
- En general, se toman en cuenta propiedades locales (varianza y media de la vecindad)

. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



Propiedades Locales

σ_p : Varianza local

μ_p : Media local

$$T_p = a\mu_p + b\sigma_p$$

$$G(\mathrm{p}) = \begin{cases} 1 & I(\mathrm{p}) > T_p \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

Variantes

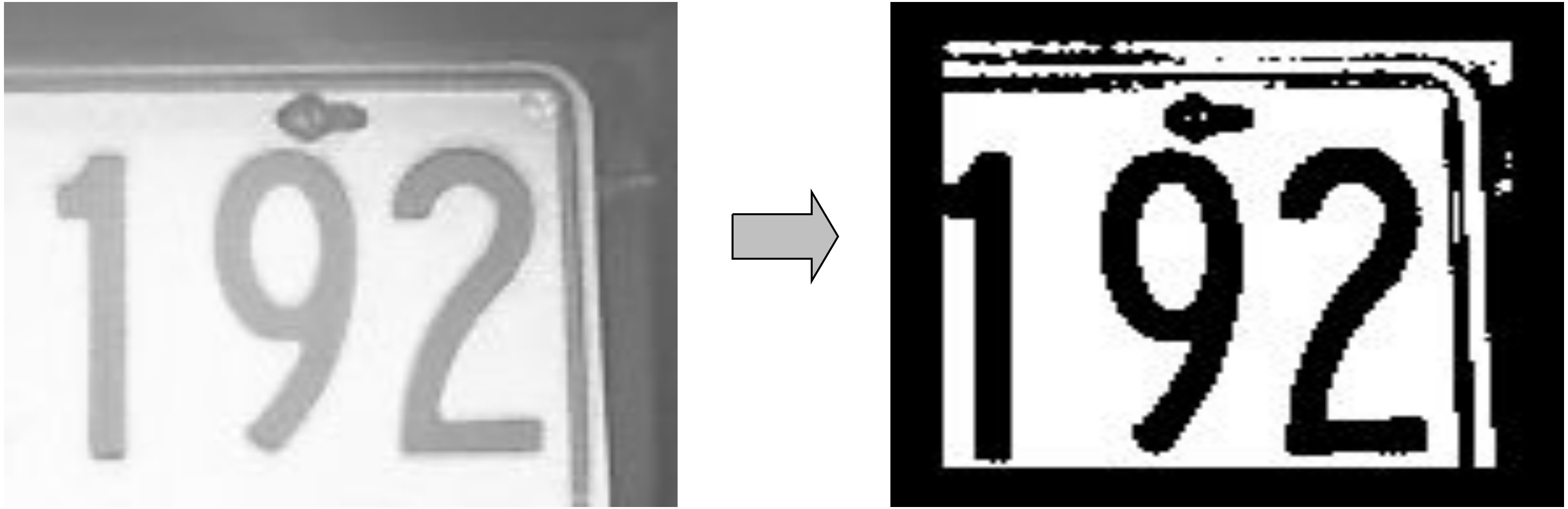
- b = 0

$$G(\mathrm{p}) = \begin{cases} 1 & I(\mathrm{p}) > T_p - C \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

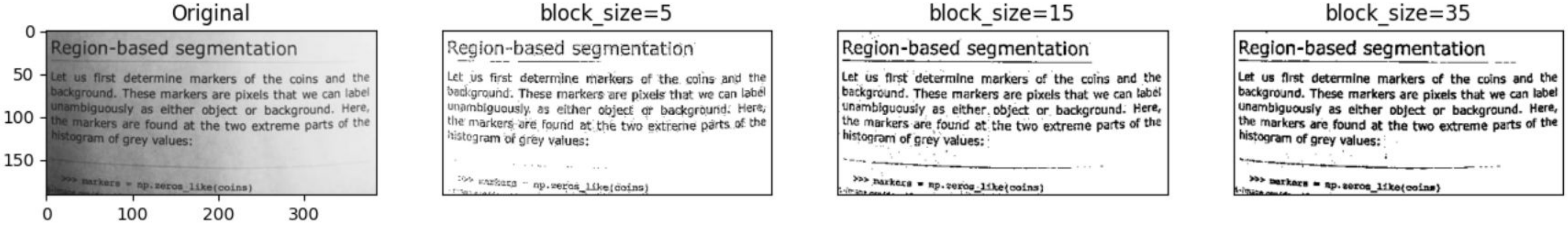
C es una constante que típicamente varía entre -20 y 20.

BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

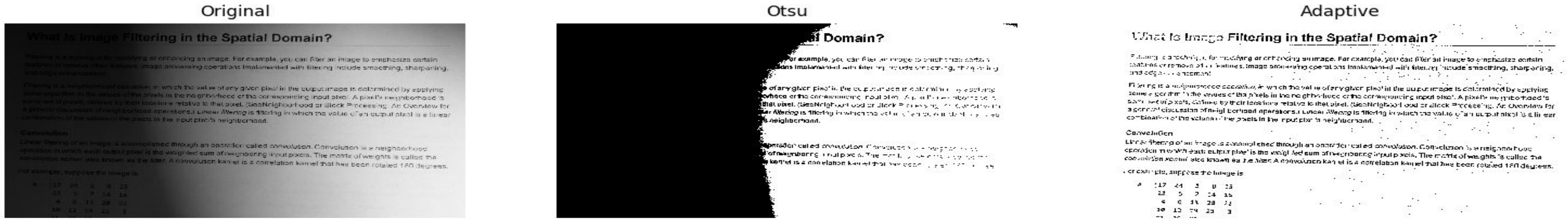
BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



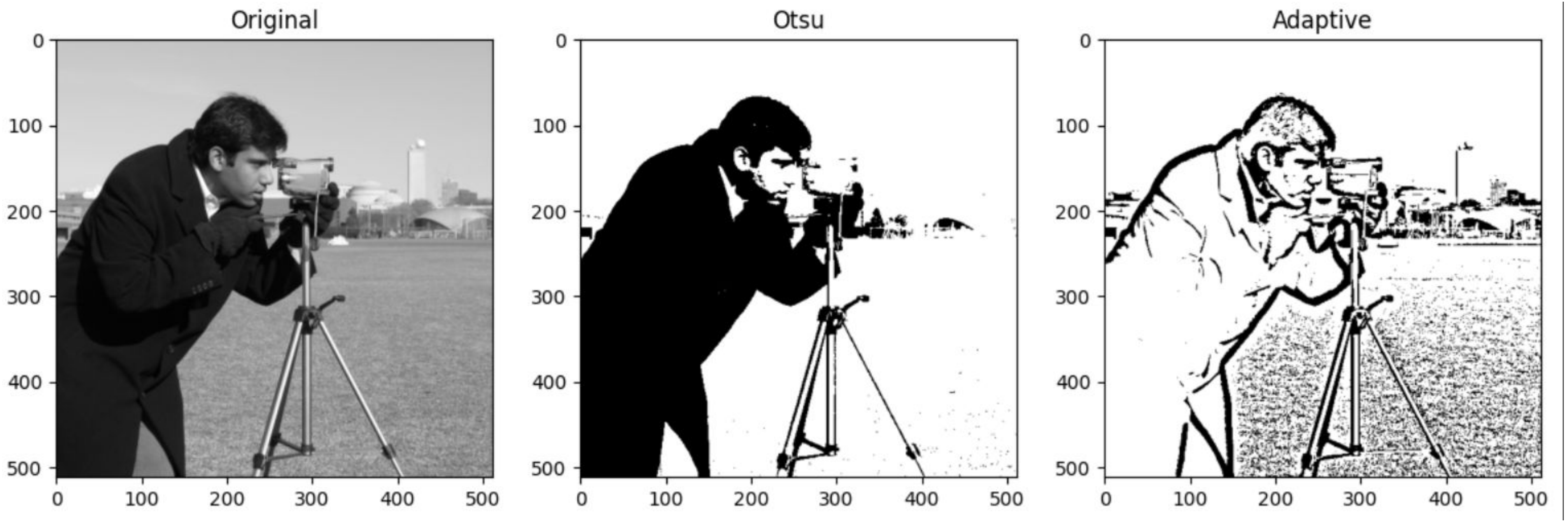
BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

- Para procesamiento de documentos:
  - Niblack's Thresholding

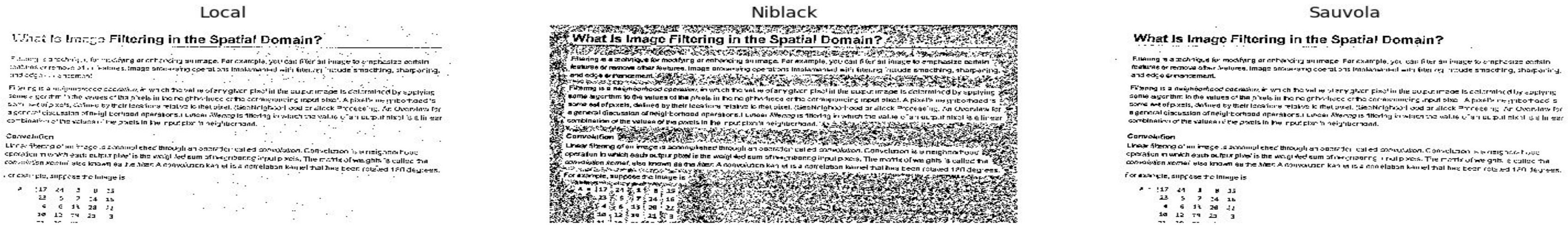
$$T_p = \mu_p + b\sigma_p \qquad b = -0.2$$

  - Sauvola's Thresholding

$$T_p = \mu_p \left[1 + b\left(\frac{\sigma_p}{R} - 1\right)\right]$$

$b = 0.5 \quad R = 128$

. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA



. BINARIZACIÓN ADAPTATIVA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Evaluación formativa

- ¿Qué método utilizarías para binarizar la siguiente imagen y por qué?

Actividad de cierre

- ¿Qué aprendiste en la clase de hoy?