جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

Computer vision

المحاضرة السادسة

Image Enhancement

العمليات على البكسلات باستخدام هيستوغرام الصورة

د. عيسى الغنام د. إياد حاتم

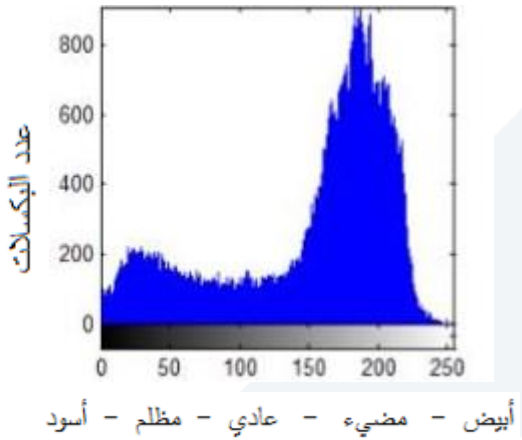
العمليات على البكسلات

- **تعديل قيم البكسل دون إحداث تغيير في حجمه أو موقعه أو البنى المحلية في الصورة**

  - العمليات الحسابية (+,-, *, /)
  - العمليات المنطقية (Not, And, OR, Xor)
  - العمليات على السويات الرمادية (تقليل، تعتيب، تقطيع، توابع التحويل النقطية)
  - العمليات على البكسلات باستخدام هيستوغرام الصورة

مخطط توزع قيم السويات الرمادية (الهيستوغرام)

- هو مخطط يظهر توزع قيم السويات الرمادية في الصور الرقمية
- يقوم بعرض عدد البكسلات الممثلة لكل سوية لونية بين الأسود (0) والأبيض(255)
- الهيستوغرام المقابل لكل قيمة دخل:

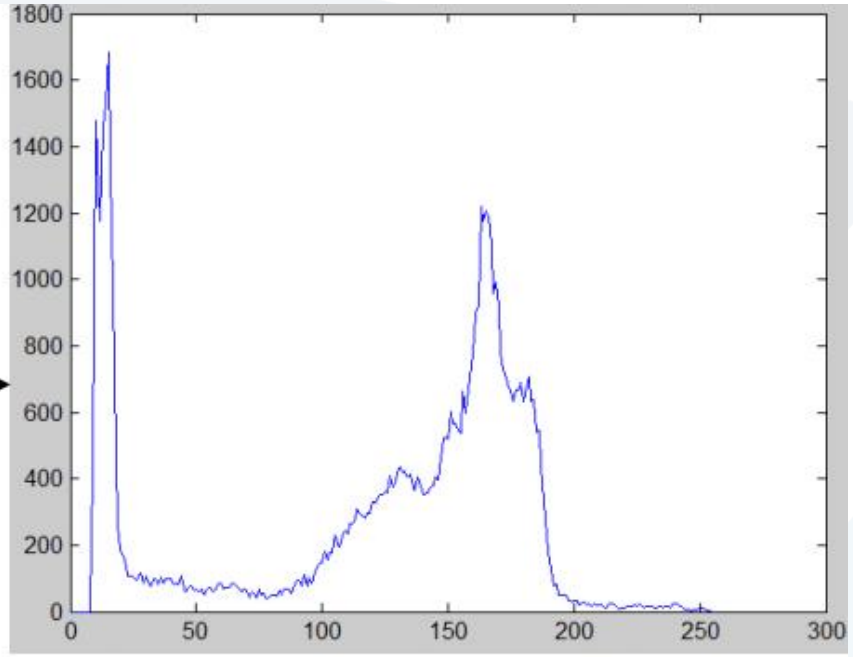


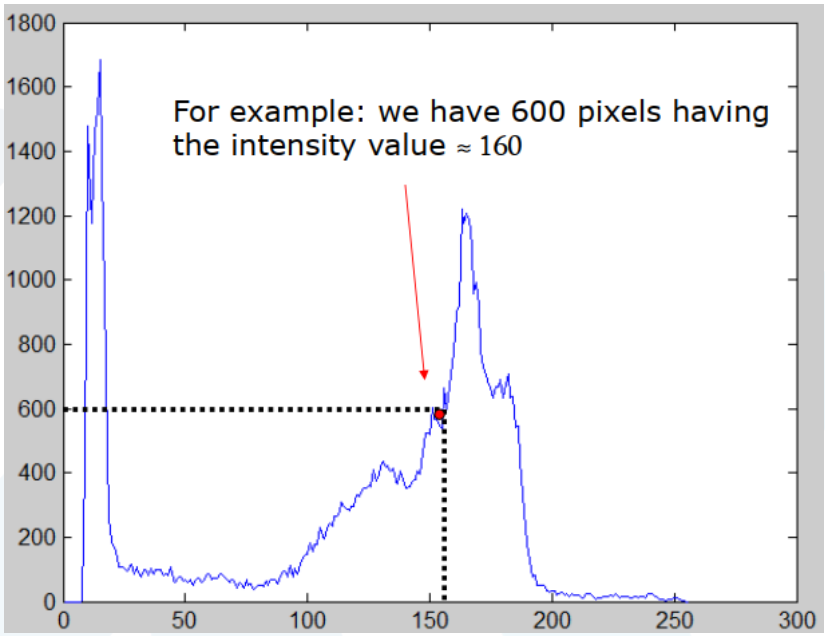
$$h(i) = \text{number of image pixels with i intensity} \; ; \; 0 \leq i < L$$

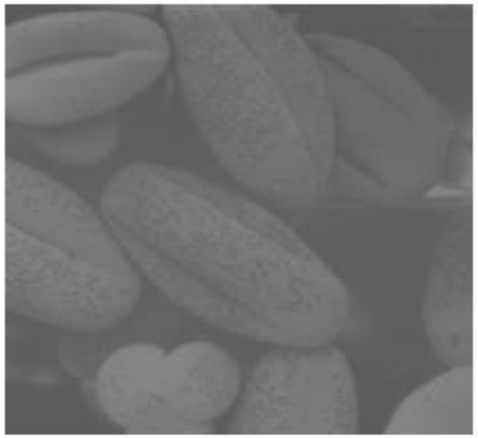
- تكون القيم في هيستوغرام الصور الجيدة موزعةً على كلّ السويات الرمادية ولكن هذا ليس شرطاً

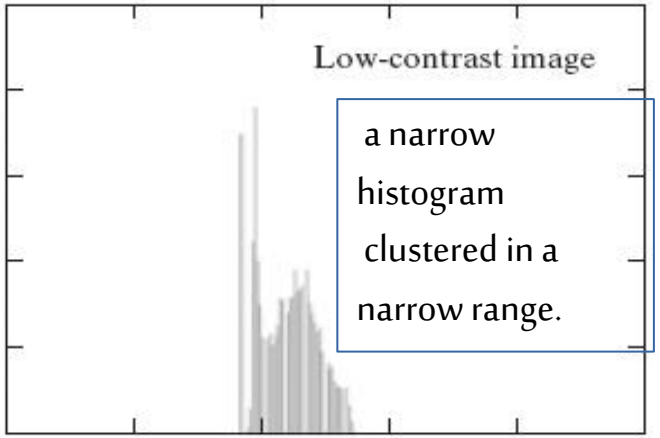
Figure 1
File Edit View Inser Tool: Deskto Windo Help

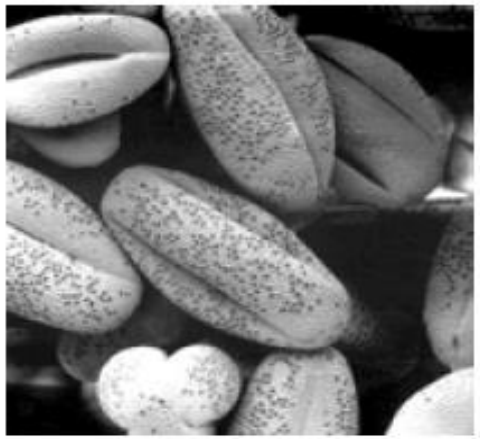
histogram

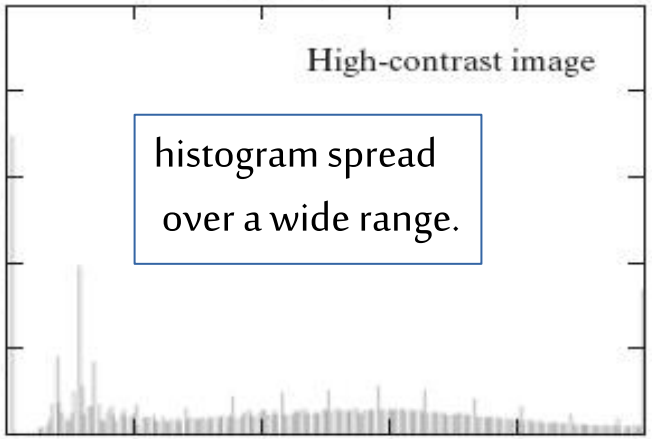

1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
50
100
150
200
250
300

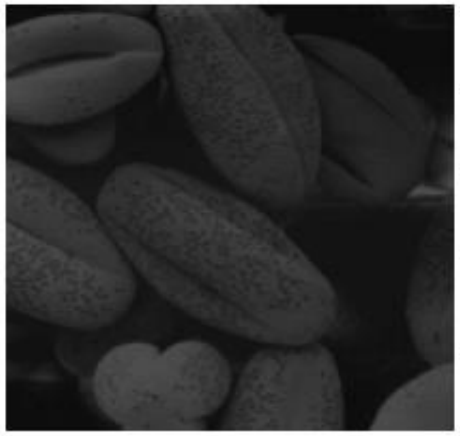

For example: we have 600 pixels having the intensity value ≈ 160
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
50
100
150
200
250
300

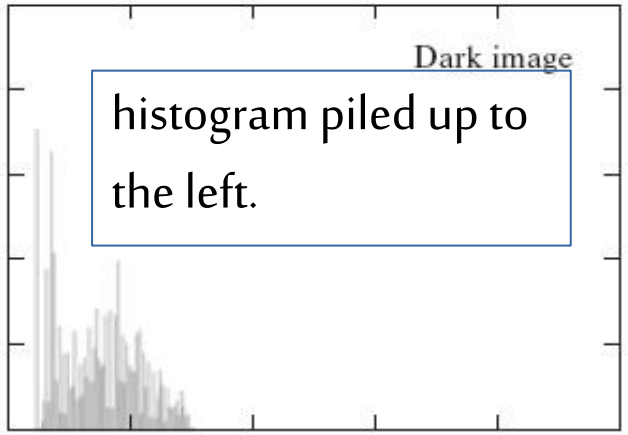


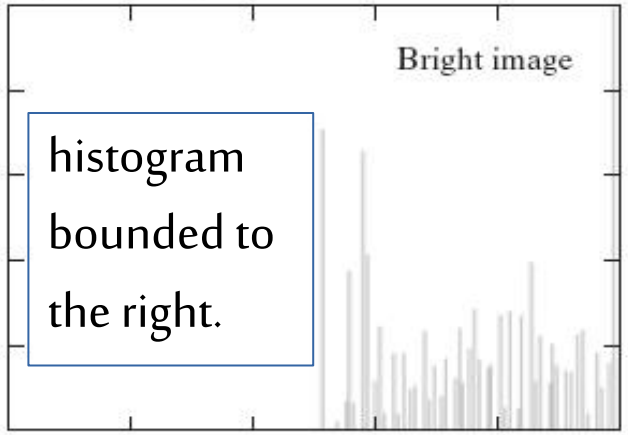








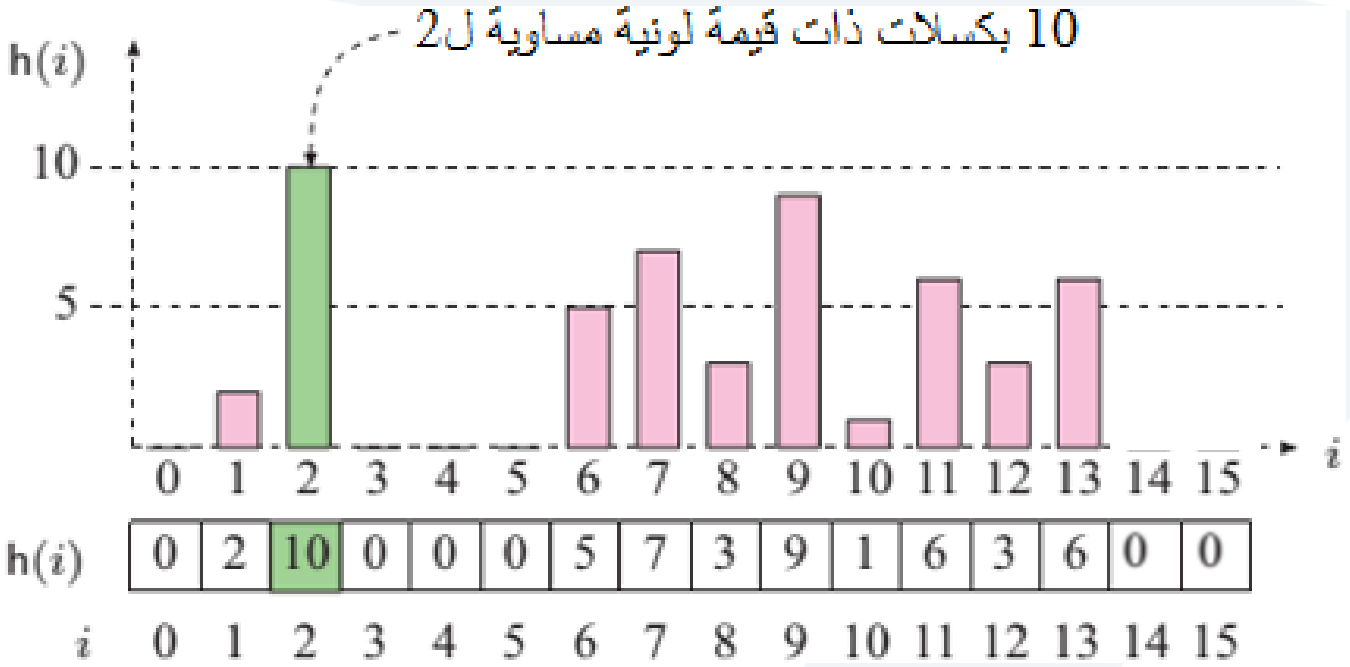




نلاحظ ما يلي:

- الصورة ذات العناصر القاتمة تكون عناصر الرسم البياني لها متجمعة في المستوي الأدنى لمنحنى السويات الرمادية.
- الصورة ذات العناصر الساطعة تكون عناصر الرسم البياني لها متجمعة في المستوي الأعلى لمنحنى السويات الرمادية.
- الصورة ذات التباين القليل سوف يكون منحنيها ضيق وسوف يتمركز حول وسيط مجال سوياتها الرمادية.
- الصور ذات التباين العالي تتوزع عناصر الرسم البياني لها على مجال واسع من المنحني.

مخطط توزع قيم السويات الرمادية (الهيستوغرام)



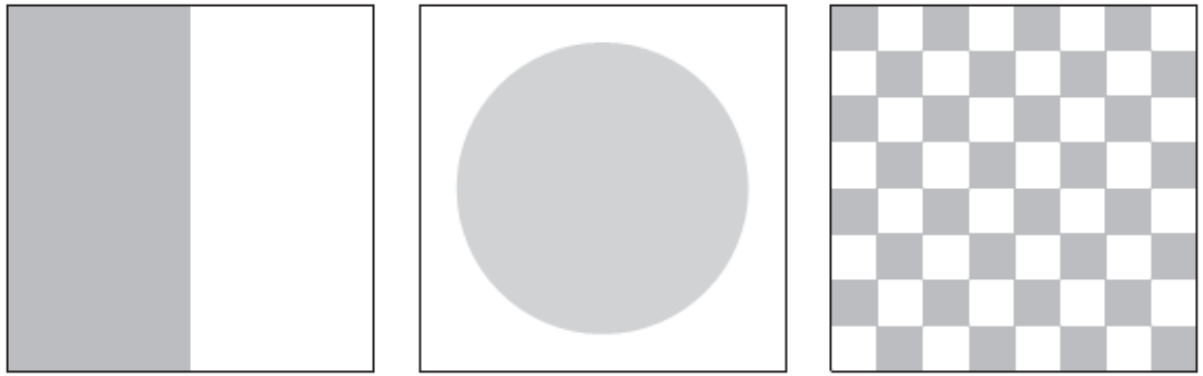
1	1	2	2	6	7	7	7	9	11	11	11	11
2	2	2	2	7	7	7	7	9	10	11	11	12
2	2	2	2	8	8	8	9	9	12	12	13	13
6	6	6	6	9	9	9	9	9	13	13	13	13

- صورة تحتوي على 16 سوية لونية ممكنة

مخطط توزع قيم السويات الرمادية (الهيستوغرام)

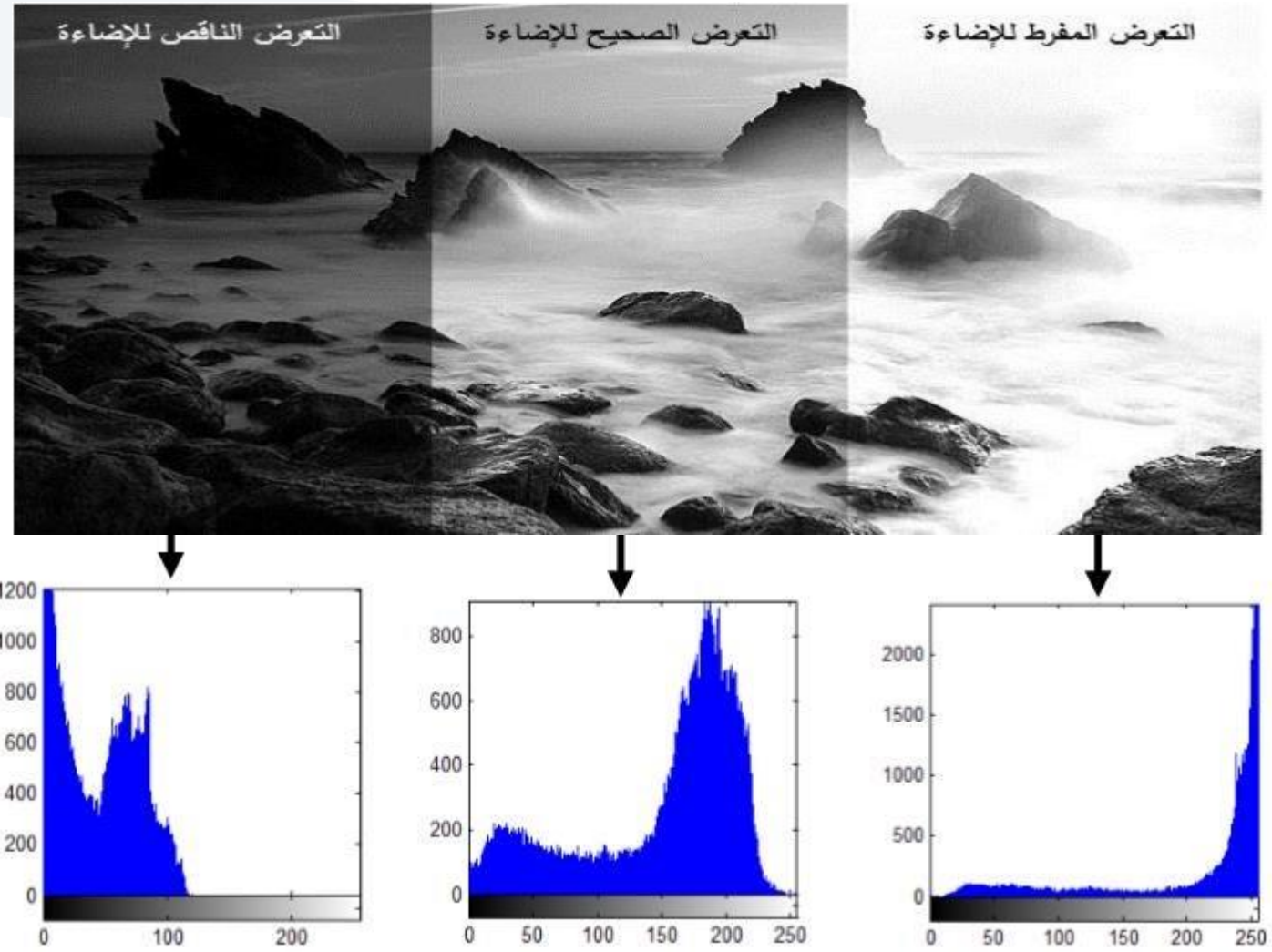
- لا يحتوي هيستوغرام الصورة على أي معلومات عن الإحداثيات المكانية للبكسلات في الصورة ويعود السبب إلى كون الهيستوغرام تابعاً إحصائياً
- لا يمكن إعادة بناء الصورة الأصلية انطلاقا من الهيستوغرام فقط نظرا لفقدان المعلومات المكانية
- إن العمليات التي تؤدي إلى تحريك عنصر من مكان لآخر دون التأثير في السوية اللونية الخاصة به لا تؤثر على الهيستوغرام
- تؤثر بعض عمليات معالجة الصورة على الهيستوغرام الخاص بها وبعضها لا

هناك هيستوغرام مميز لكل صورة، لكن لا يوجد صورة مميزة لكل هيستوغرام



التعرض للضوء أثناء التقاط الصور (السطوع)

Underexposed



Overexposed

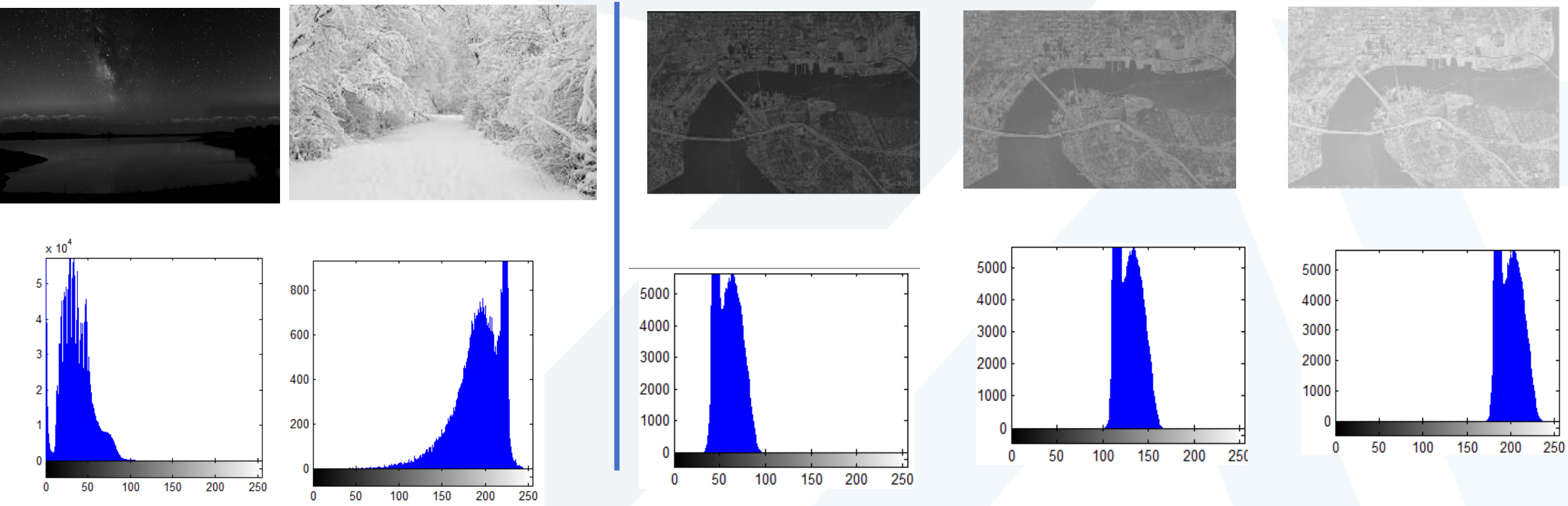
يوجد نوعان من المشاكلّ المصاحبة لالتقاط الصور والمرتبطة بالتعرّض للإضاءة هما

- التعرّض المفرط
- والتعرّض الناقص

- تؤثر طبيعة المشهد الذي يتم تصويره على الهيستوغرام الناتج كتصوير منظر ثلجي أو جسم داكن اللون
- تسبب المشكلتين فقداناً في المعلومات لا يمكن استعادتها
- تظهر على شكل تراكم للقمم العالية في أحد جانبي المخطط وقلتها أو انعدامها في الجانب الآخر

التعرض للضوء أثناء التقاط الصور (السطوع)

تؤدي زيادة أو نقصان السطوع في الصورة إلى انزياح مخطط الهيستوغرام نحو اليمين أو اليسار على التوالي



تباين الصورة

- يحدد الفرق بين القيمة الدنيا والقصوى لمجموعة قيم السويات الرمادية الموجودة فعلياً في الصورة
- يمكن بسهولة قراءة تباين الصورة [rmin,rmax] من خلال هيستوغرامها
- في الصورة كاملة التباين يكون المجال الفعال مساوٍ لكامل مجال السويات اللونية الممكنة أي:

$$[r_{min}, r_{max}] = [0, L-1]$$

- للحصول على صورة كاملة التباين من صورة عادية يجب توسيع هيستوغرام الصورة (histogram stretching-normalization) باستخدام تابع تطبيع

التباين

- (الفرق بين القيمة الدنيا والقصوى لهذه السويات)
- في الصور كاملة التباين يكون المجال الفعال موزعا على كامل السويات اللونية

$$[r_{min}, r_{max}] = [0 \, , L-1]$$

- للحصول على صورة كاملة التباين من صورة عادية يجب توسيع هيستوغرام الصورة histogram stretching-normalizat

Mapping process:

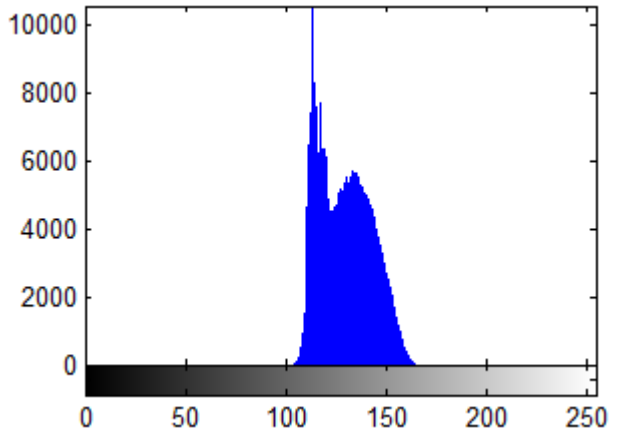
rmin → 0

rmax → L-1

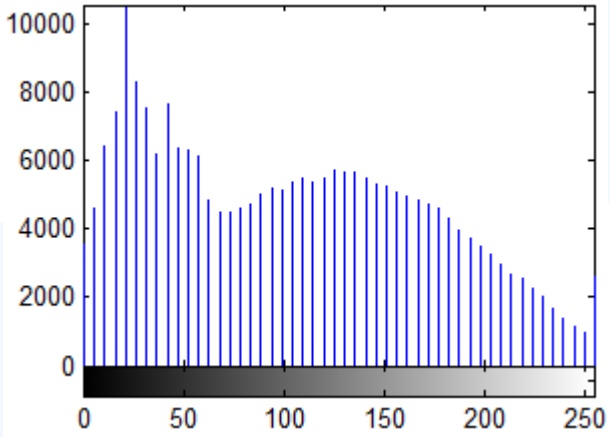
$$s = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} .(L-1)$$

What if rmin = 0 & rmax =L-1 ?

التباين



الصورة الأصلية

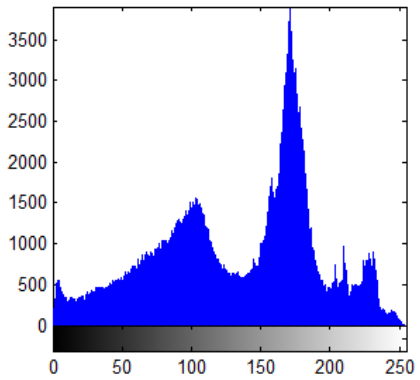


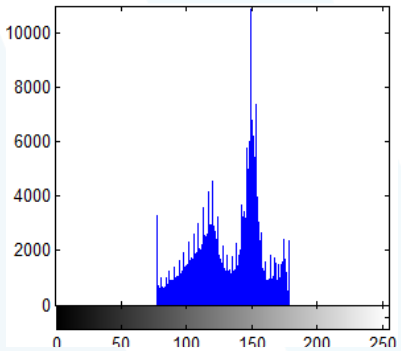
الصورة كاملة التباين

تقليص المجال الديناميكي

يمكن تقليص المجال الديناميكي للصورة من المجال [rmin,rmax] إلى المجال [smin,smax]

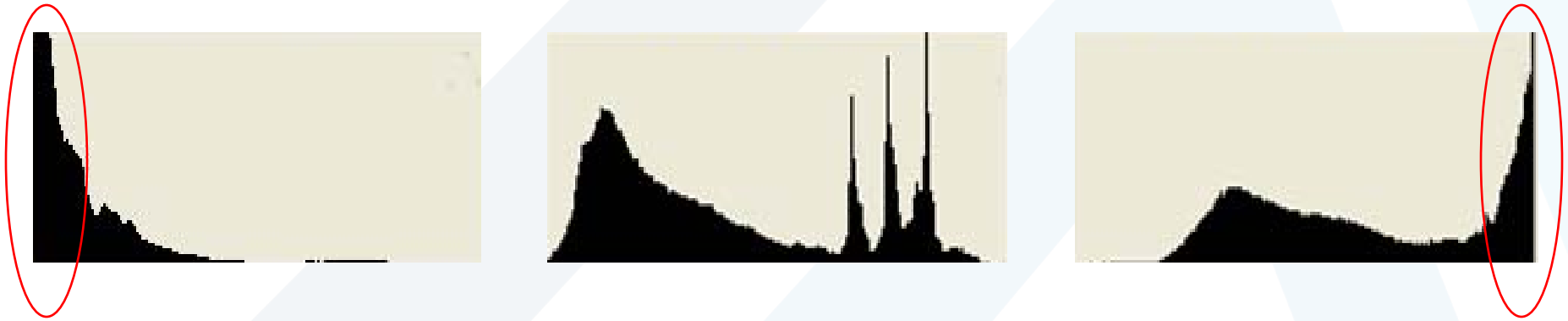
$$s = \frac{s_{max} - s_{min}}{r_{max} - r_{min}} .(r - r_{min}) + s_{min}$$





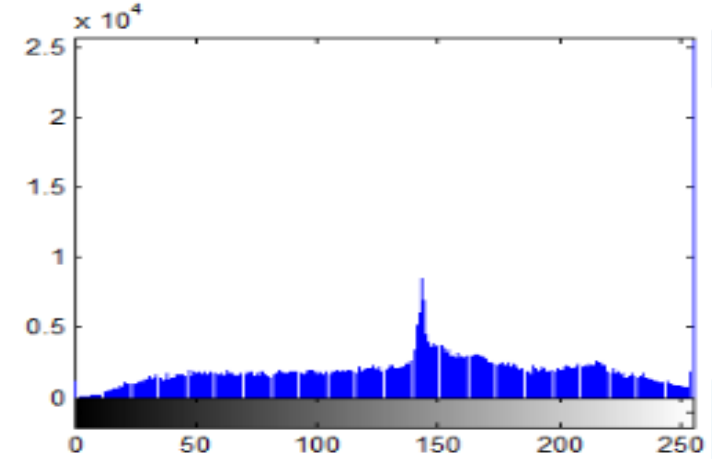
كشف عيوب الصور
التشبع Saturation

- عملياً تكون الحسّاسات المستخدمة في الكاميرات الرقمية ذات مجال تباين أقل من مجال الشدّة الضوئية الموجود في المشهد الملتقط
- قيم الإضاءة التي تقع خارج مجال تباين الحساسات تعطى قيمة الحد الأدنى أو الأعلى من المجال

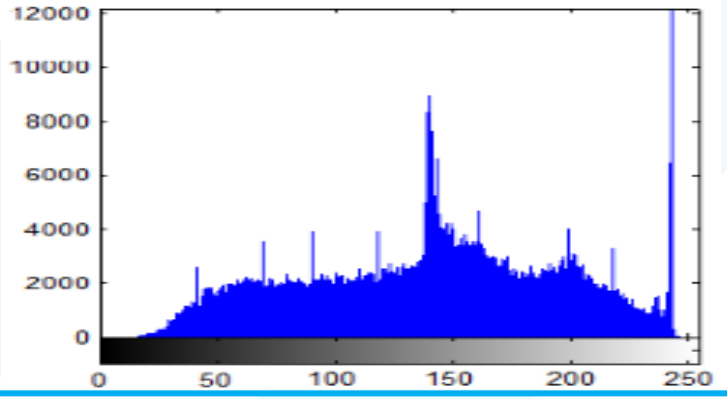


كشف عيوب الصور
Gaps and Spikes
الثغرات والنبضات الحادة

- نادراً ما تظهر الثغرات والنبضات الحادة في الصور الأصلية إلا أنها شائعة الوجود في الصور التي تمت معالجتها



- يؤدي زيادة التباين في الصورة إلى تباعد قيم الشدّة اللونية



- يؤدي خفض التباين في الصورة إلى دمج مجموعة من قيم الشدّة الضوئية في قيمة واحدة

الهيستوغرام الطبيعي

- الهيستوغرام العادي تابع متقطع يعطى بالعلاقة $h(r_k) = n_k$
  - r_k هو مستوي السوية الرمادية k
  - n_k هو عدد البيكسلات التي تمتلك السوية الرمادية k .
- لجعل المنحني طبيعياً نقسم جميع قيمه على عدد الكلي لبكسلات الصورة n.
- تصبح معادلة المنحني بالشكل

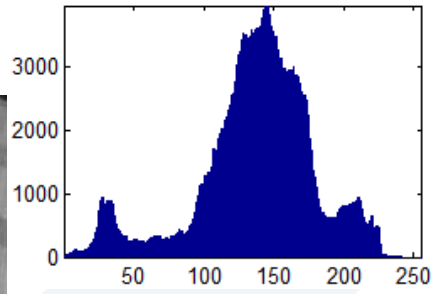
$$p(r_k) = n_k/n, \qquad k = 0, 1, \ldots, L-1$$

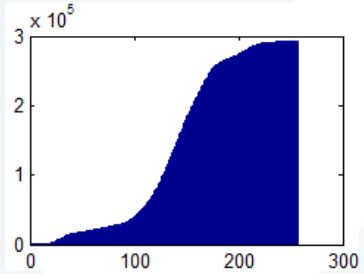
- Normalized histogram: $p(r_k)=n_k/n$
  - sum of all components = 1

الهيستوغرام التراكمي

- يعد أداة بسيطة وقوية للحصول على معلومات إحصائية ولتطبيق بعض عمليات معالجة الصور التي تعتمد على الهيستوغرام

$$H(i) = \sum_{j=0}^{i} h(j) \quad ; \quad 0 \le i \le L-1$$

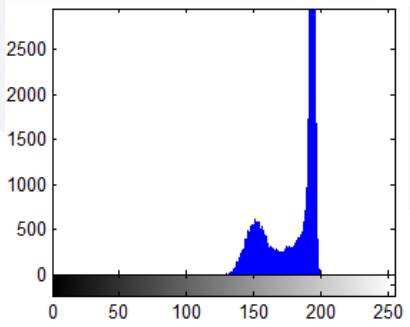




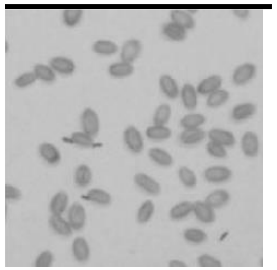
- إن H(i) تابع متزايد تبلغ قيمته العظمى:

$$H(L-1) = \sum_{j=0}^{L-1} h(j) = M.N$$

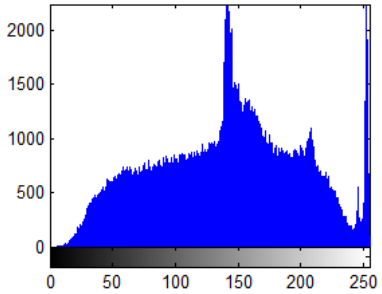
الاختيار المناسب لقيمة العتبة باستخدام الهيستوغرام



الصورة الناتجة عن التعتيب



الصورة الأصلية



- قد تتجمع قيم البكسلات الخاصة بالكائنات والخلفية على شكل مجموعتين أساسيتين واضحتين تظهران على شكل قمتين في مخطط الهيستوغرام
- يمكن الفصل بسهولة بين الكائنات والخلفية في الصورة عن طريق اختيار عتبة th
- عندما يكون هيستوغرام الصورة معقد وقيم البكسلات غير معزولة بشكل واضح تصبح عملية التعتيب العادية غير مجدية وتستخدم عمليات أخرى لعزل الكائنات

Histogram in MATLAB

h = imhist (f, b)

Where f, is the input image, h is the histogram, b is number of bins (tick marks) used in forming the histogram (b = 255 is the default)

A bin, is simply, a subdivision of the intensity scale. For example, if we are working with uint8 images and we let b= 2, then the intensity scale is subdivided into two ranges: 0 – 127 and 128 – 255.

the resulting histograms will have two values: h(1) equals to the number of pixels in the image with values in the interval [0,127], and h(2) equal to the number of pixels with values in the interval [128 255].

Histogram in MATLAB

We obtain the normalized histogram simply by using the expression.

p = imhist (f, b) / numel(f)

numel (f): a MATLAB function that gives the number of elements in array f (i.e. the number of pixels in an image).

Other ways to display Histograms

Consider an image f. The simplest way to plot its histogram

is to use imhist with no output specified:

>> imhist (f);

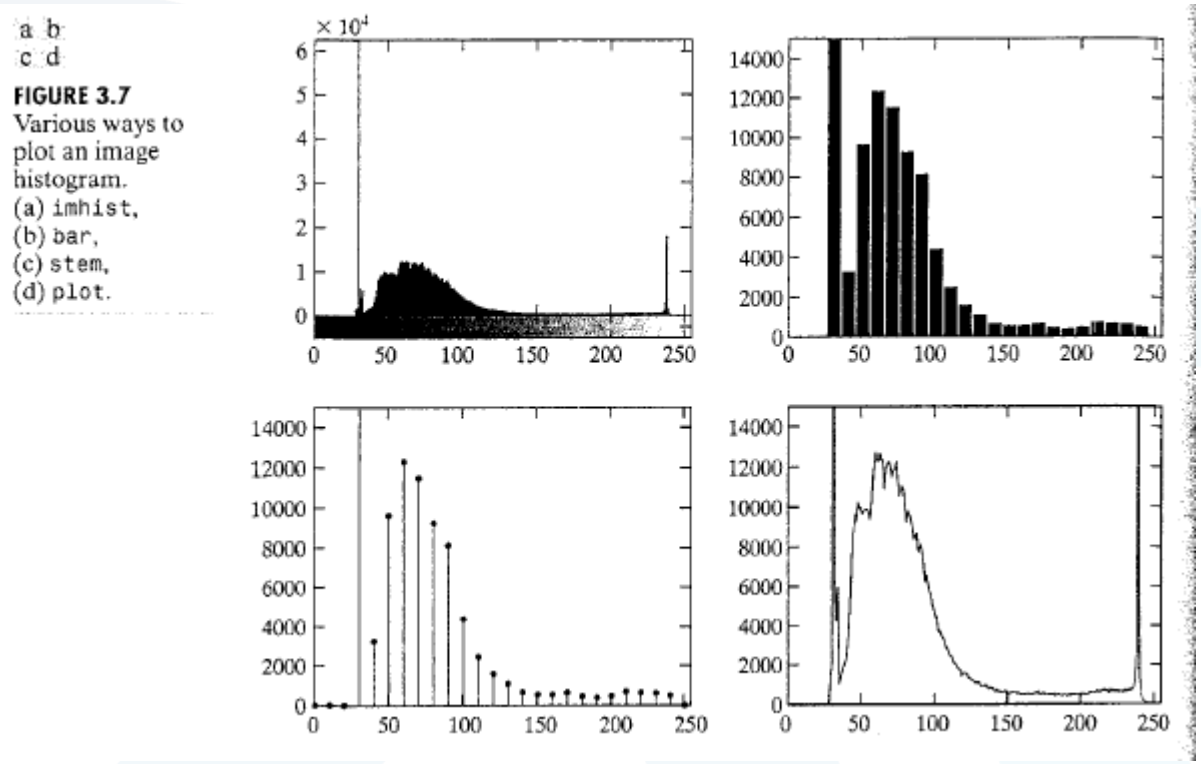
Figure 3.7(a) shows the result

>> h = imhist(f);

>> bar (h);

>> plot (h);

>> stem (h);



```
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

dummy_img = np.zeros((100, 255), dtype=np.uint8)
for i in range(100):
    for j in range(255):
        dummy_img[i, j] = int((j / 255) * 255) # Simple horizontal gradient
cv2.imwrite('your_image.jpg', dummy_img)
print("Dummy image 'your_image.jpg' created. You can now run the main code.")
image_path = 'your_image.jpg'
img = cv2.imread(image_path, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
if img is None:
    print(f"Error: Could not load image from {image_path}. Please check the path and file existence.")
    exit() # Exit the script if image loading fails
hist = cv2.calcHist([img], [0], None, [256], [0, 256])
```

```
# --- 3. Calculate the histogram ---
# Parameters:
# - [img]: The image to calculate histogram for (needs to be in a list).
# - [0]: The channel index (0 for grayscale).
# - None: No mask (use the whole image).
# - [256]: Number of bins (256 for 8-bit image values 0-255).
# - [0, 256]: Range of pixel values (0 to 255).
```

```
plt.figure(figsize=(10, 5)) # Adjust figure size for better viewing

# Subplot 1: Original Grayscale Image
plt.subplot(1, 2, 1) # 1 row, 2 columns, first plot
plt.imshow(img, cmap='gray')
plt.title('Grayscale Image')
plt.axis('off') # Hide axis ticks and labels for cleaner image display

# Subplot 2: Histogram
plt.subplot(1, 2, 2) # 1 row, 2 columns, second plot
plt.plot(hist, color='black') # Plot histogram, black color for clarity
plt.title('Image Histogram')
plt.xlabel('Pixel Intensity')
plt.ylabel('Number of Pixels')
plt.xlim([0, 256]) # Ensure x-axis covers the full range

# Adjust layout to prevent titles/labels from overlapping
plt.tight_layout()

# Show the Matplotlib plot window
plt.show()
```

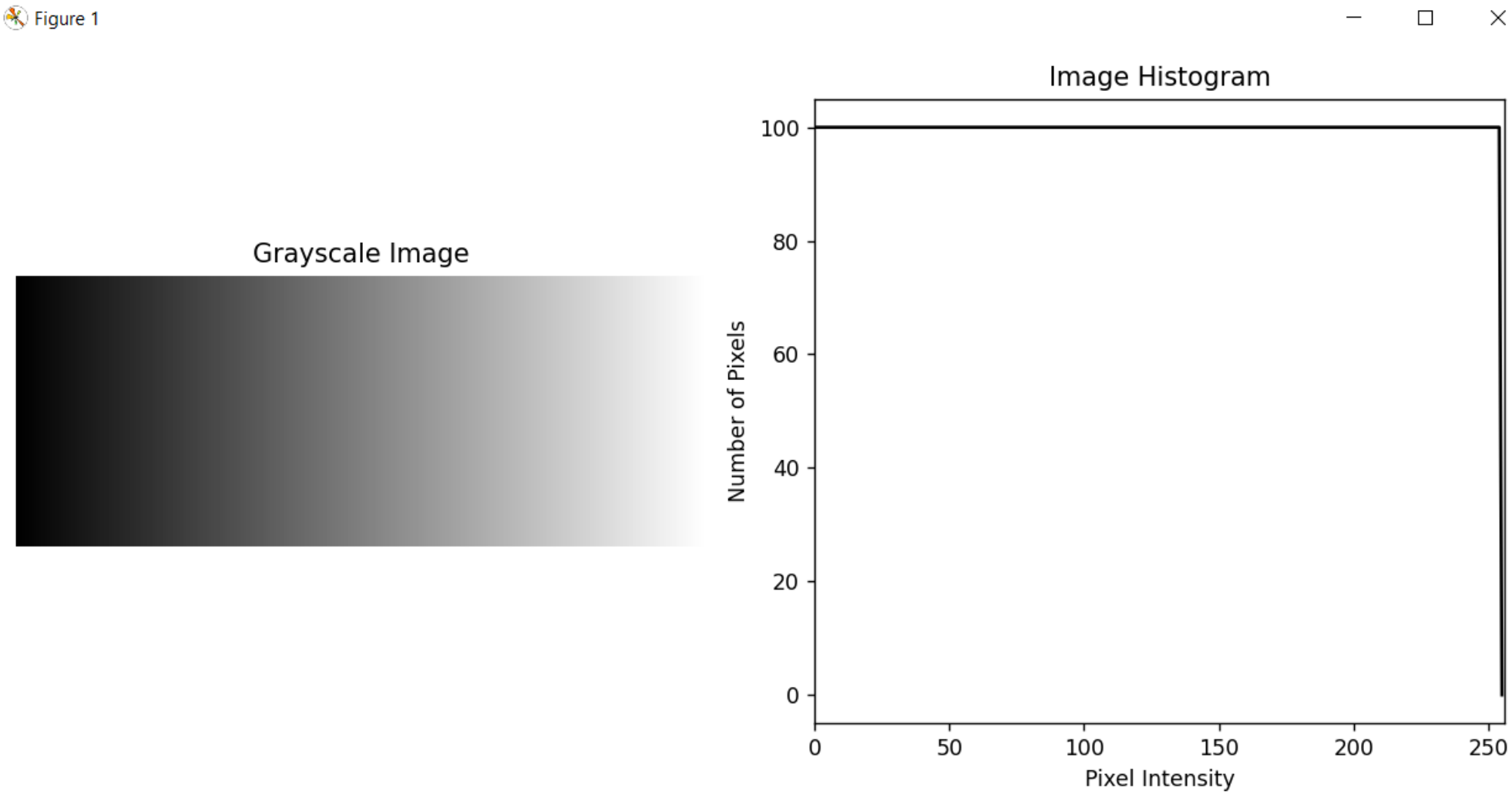


Figure 1
Grayscale Image
Image Histogram
Number of Pixels
Pixel Intensity
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200
250

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

نهاية المحاضرة