

Digital Image Processing

المحاضرة السادسة
Image Enhancement
العمليات على البكسلات باستخدام
هستوغرام الصورة

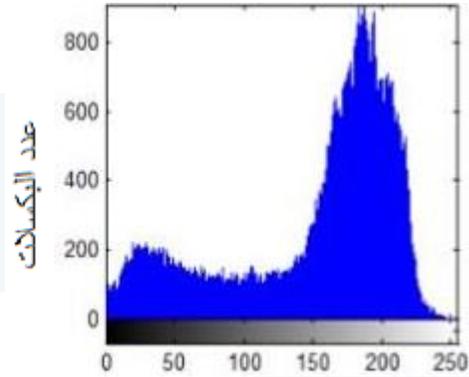
د. عيسى الغنام
2025 الفصل الصيفي

• 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، تعتیب، تقطيع، توابع التحويل النقطية)
- العمليات على البكسلات باستخدام هيستوغرام الصورة

مخطط توزيع قيم السويات الرمادية (الهستوغرام)

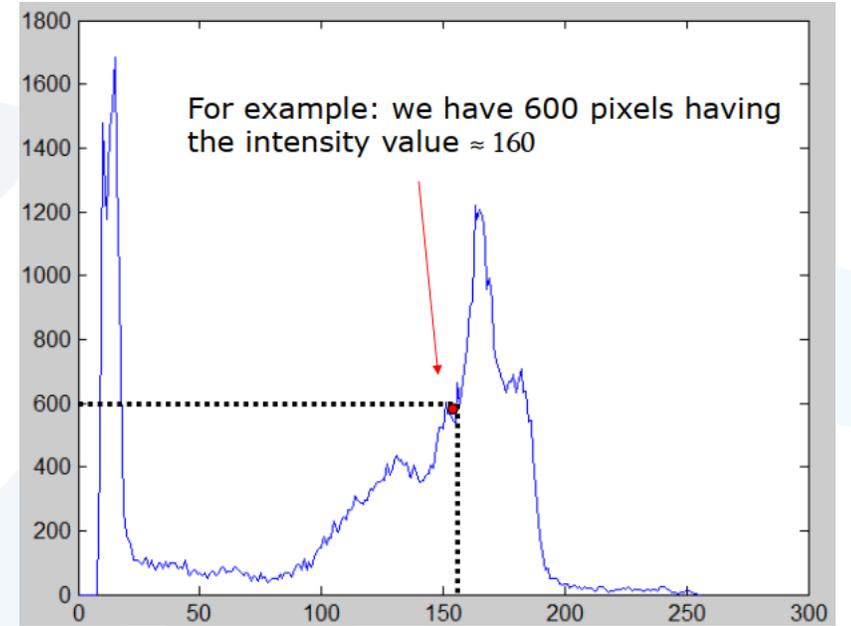
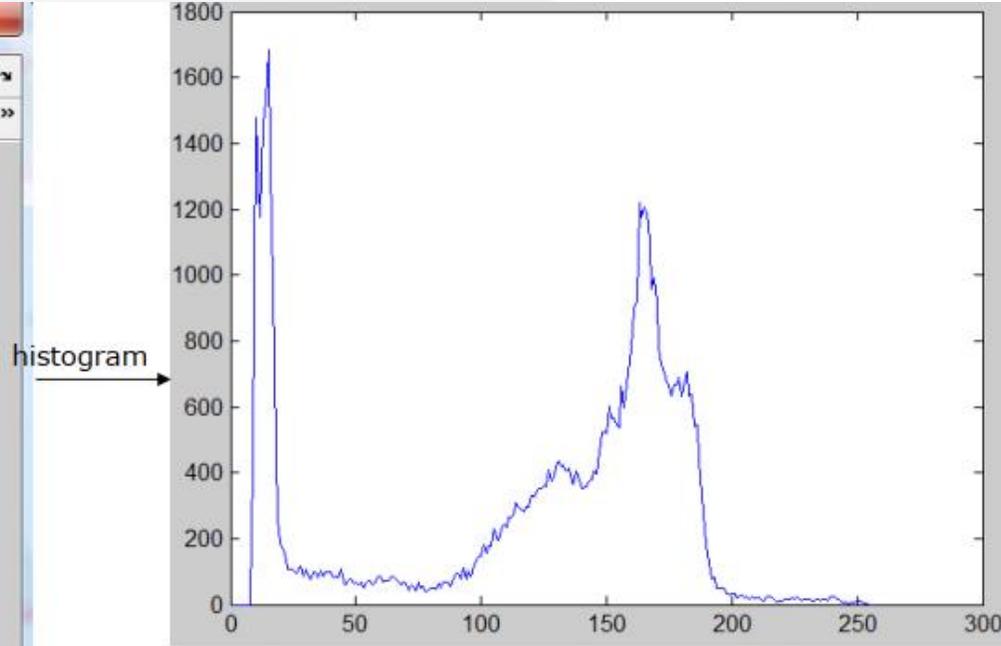
- هو مخطط يظهر توزيع قيم السويات الرمادية في الصور الرقمية
- يقوم بعرض عدد البكسلات الممثلة لكل سوية لونية بين الأسود (0) والأبيض (255)
- الهستوغرام المقابل لكل قيمة دخل:

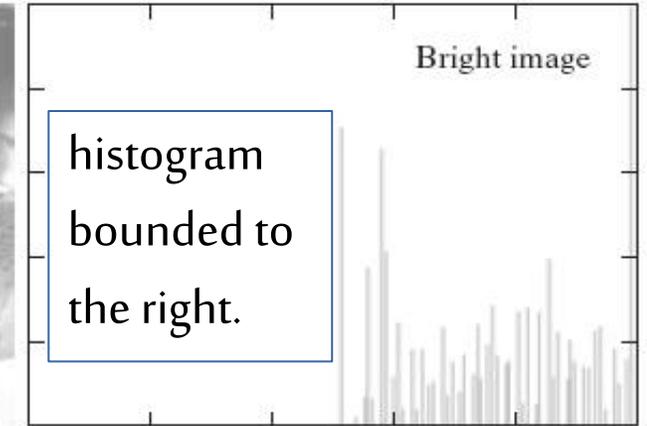
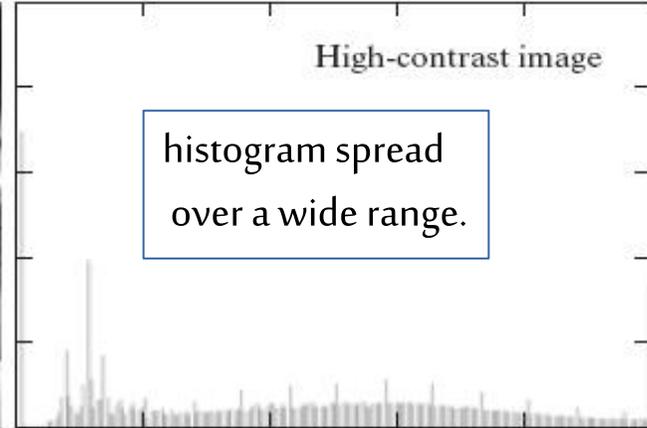
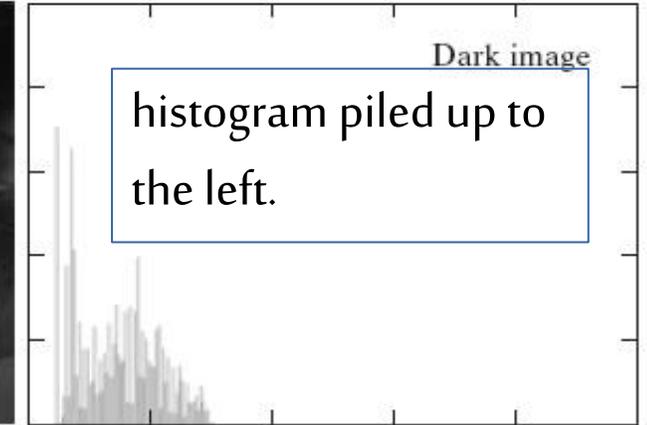
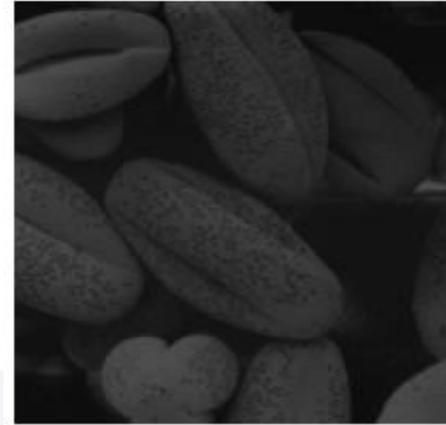
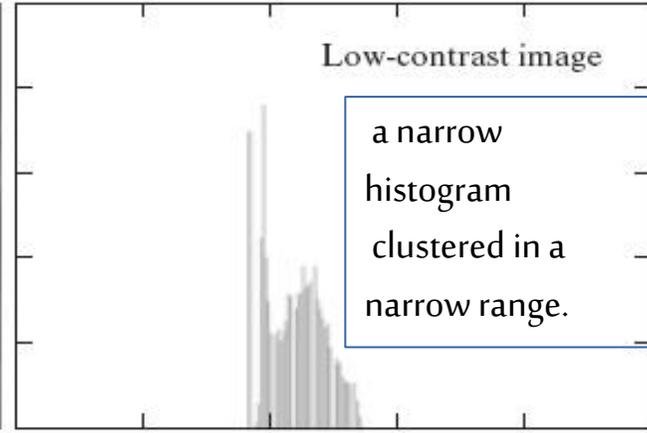
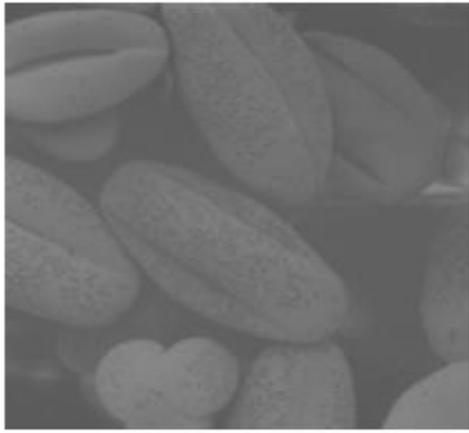


أبيض - مضيء - عادي - مظلم - أسود

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

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

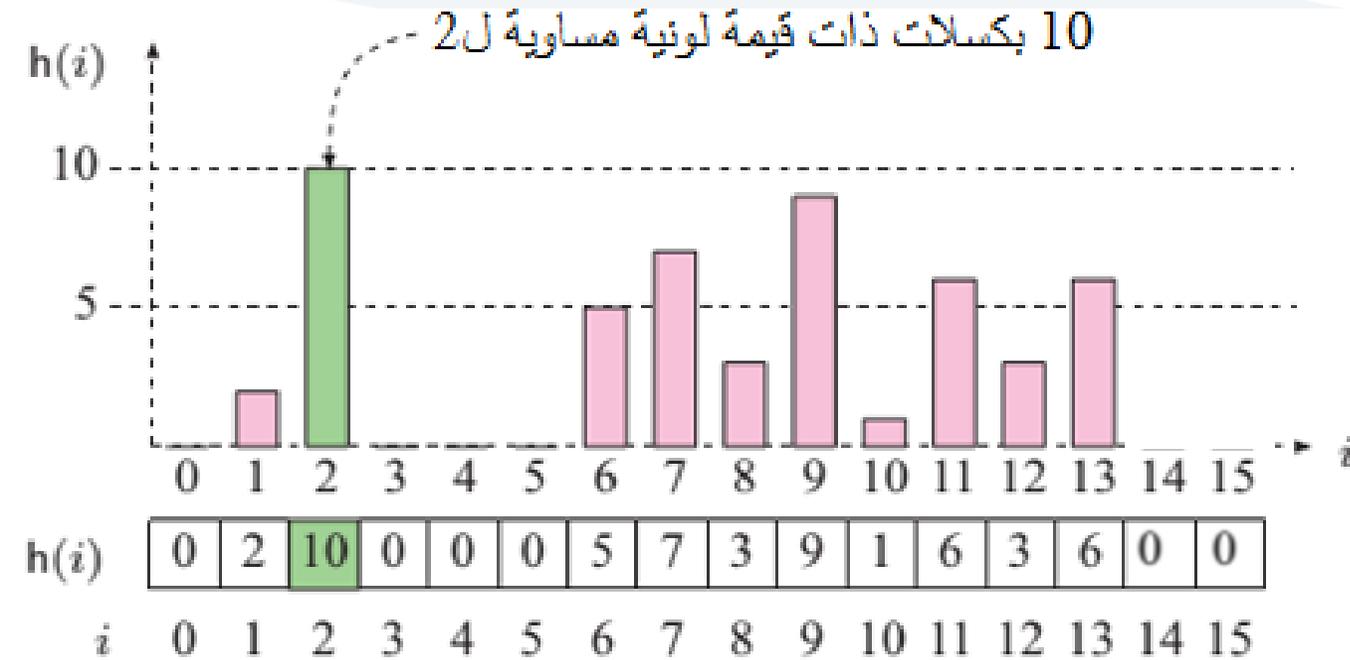




نلاحظ ما يلي:

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

مخطط توزيع قيم السويات الرمادية (الهستوغرام)

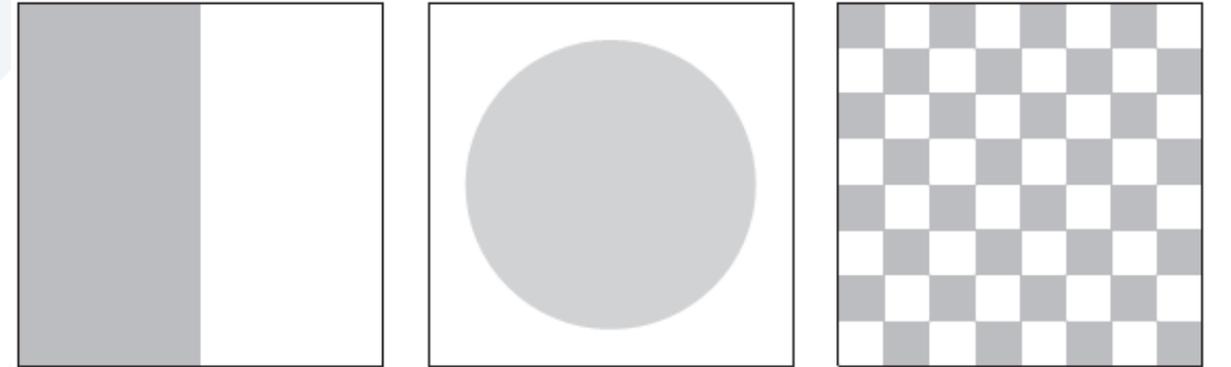


1	1	2	2	6	7	7	7	9	11	11	11	11
2	2	2	2	7	7	7	7	9	10	11	11	12
2	2	2	2	8	8	8	9	9	12	12	13	13
6	6	6	6	9	9	9	9	9	13	13	13	13

□ صورة تحتوي على 16 سوية لونية ممكنة

مخطط توزيع قيم السويات الرمادية (الهستوغرام)

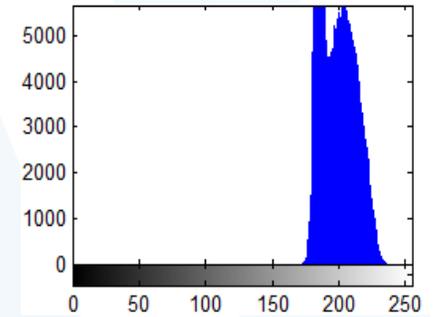
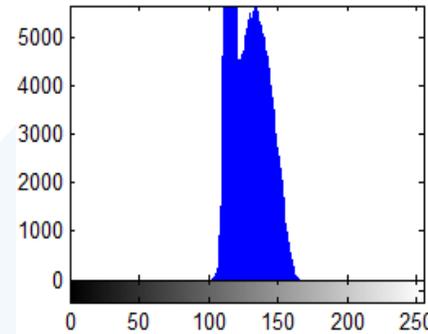
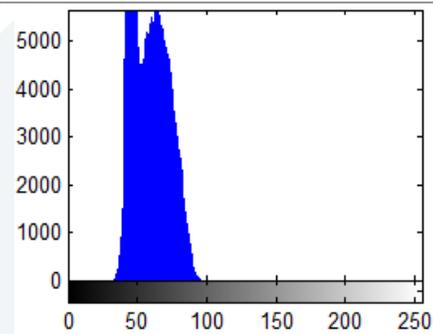
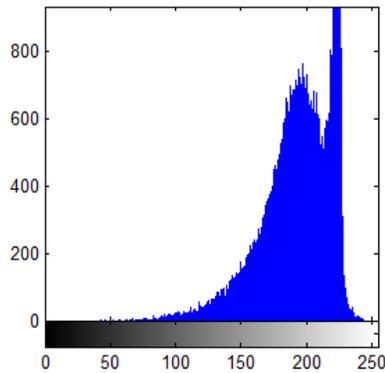
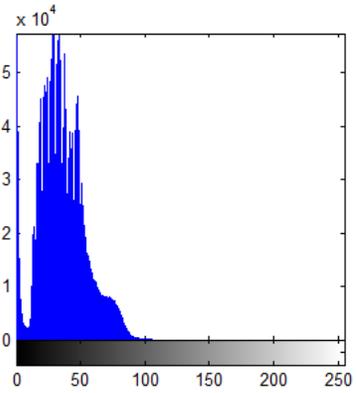
- لا يحتوي هيستوغرام الصورة على أي معلومات عن الإحداثيات المكانية للبكسلات في الصورة ويعود السبب إلى كون الهيستوغرام تابعا إحصائياً
- لا يمكن إعادة بناء الصورة الأصلية انطلاقاً من الهيستوغرام فقط نظراً لفقدان المعلومات المكانية
- إن العمليات التي تؤدي إلى تحريك عنصر من مكان لآخر دون التأثير في السوية 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

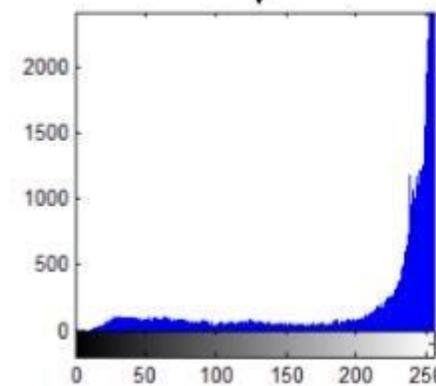
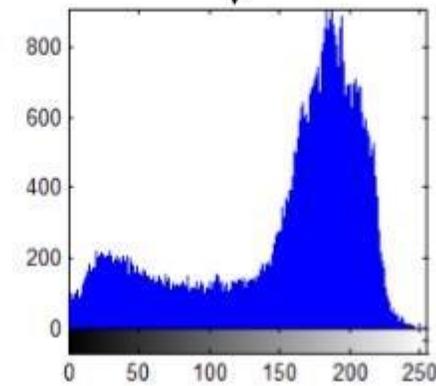
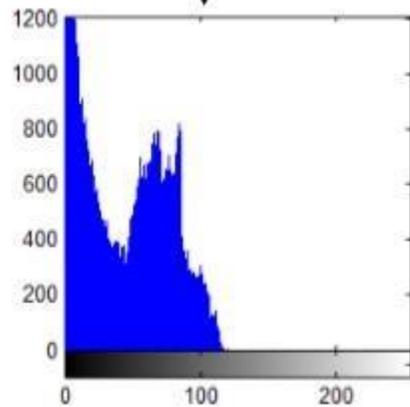
التعرض للضوء أثناء التقاط الصور (السطوع)

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



التعرض للضوء أثناء التقاط الصور (السطوع)

Underexposed



Overexposed

يوجد نوعان من المشاكل المصاحبة
لاتقاط الصور والمرتبطة بالتعرض
للإضاءة هما

- التعرض المفرط
- والتعرض 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

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 هистоغرامها

□ في الصورة كاملة التباين يكون المجال الفعال مساوٍ لكامل مجال السويات اللونية الممكنة أي:

$$[rmin, rmax] = [0, L-1]$$

□ للحصول على صورة كاملة التباين من صورة عادية يجب توسيع هистоغرام 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

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

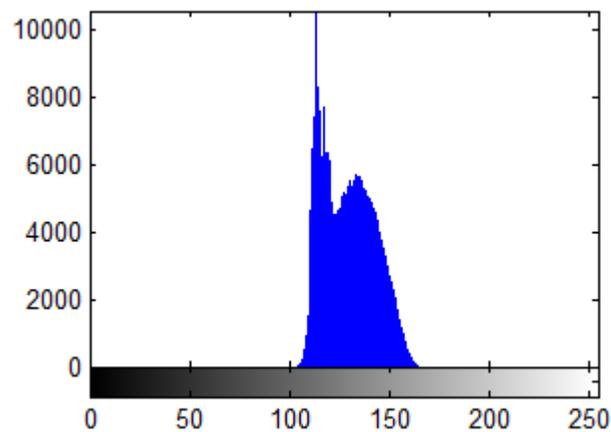
- للحصول على صورة كاملة التباين من صورة عادية يجب توسيع هيستوغرام الصورة histogram stretching-normalizat

Mapping process:

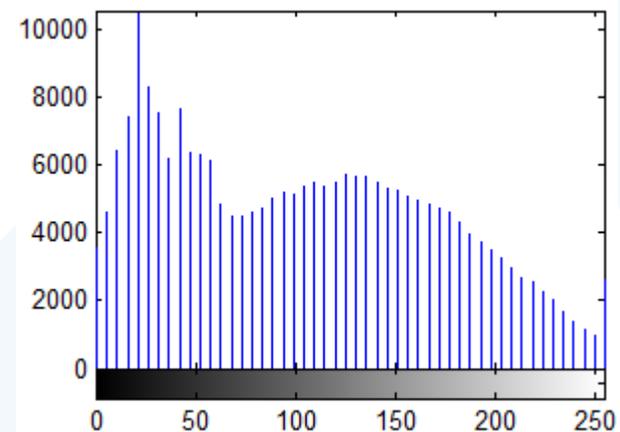
r_{min}	→	0
⋮	⋮	⋮
r_{max}	→	L-1

$$S = \frac{r - r_{min}}{r_{max} - r_{min}} \cdot (L - 1)$$

**What if $r_{min} = 0$
& $r_{max} = L-1$?**



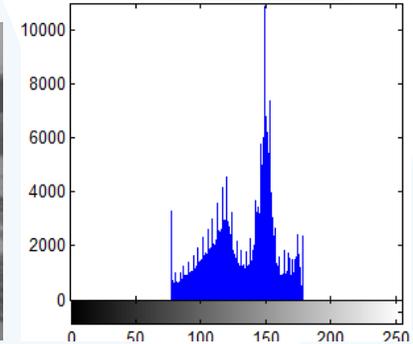
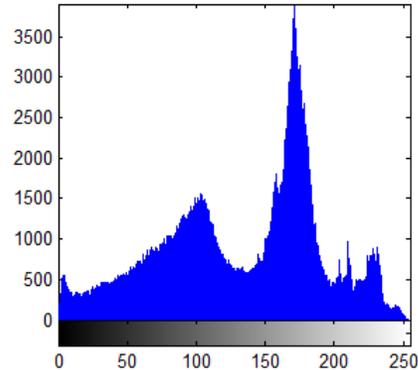
الصورة الأصلية



الصورة كاملة التباين

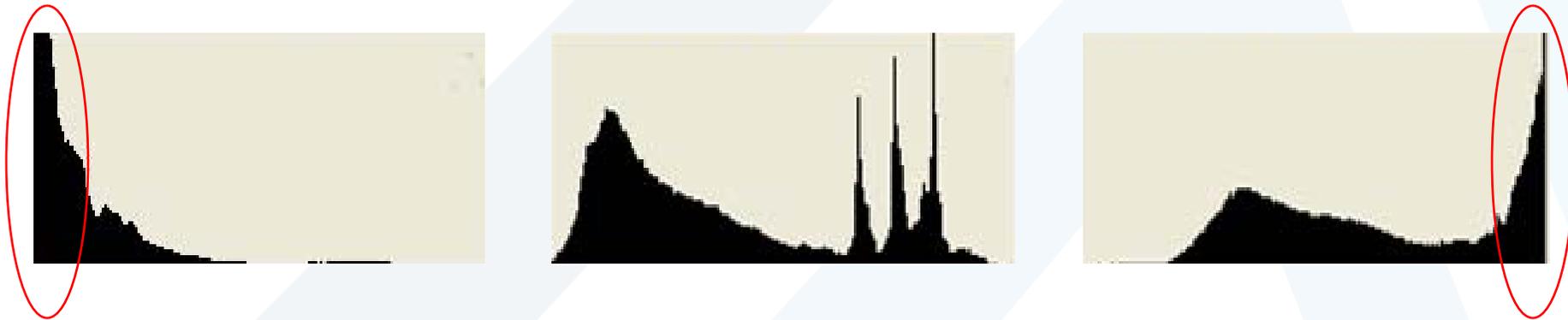
يمكن تقليص المجال الديناميكي للصورة من المجال $[r_{min}, r_{max}]$ إلى المجال $[S_{min}, S_{max}]$

$$S = \frac{S_{max} - S_{min}}{r_{max} - r_{min}} \cdot (r - r_{min}) + S_{min}$$



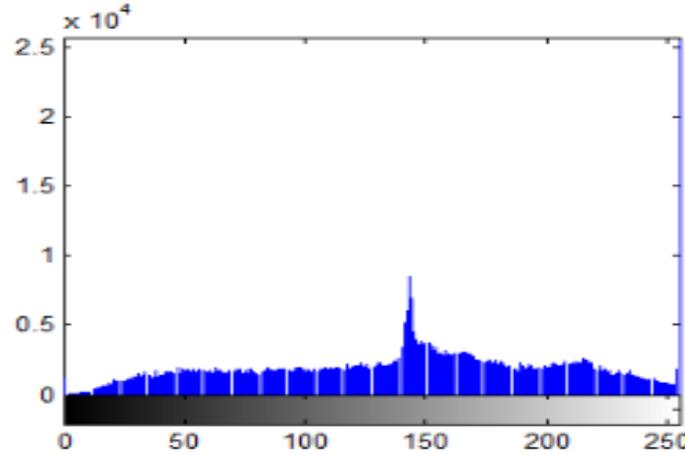
□ عملياً تكون الحساسات المستخدمة في الكاميرات الرقمية ذات مجال تباين أقل من مجال الشدة الضوئية الموجود في المشهد الملتقط

□ قيم الإضاءة التي تقع خارج مجال تباين الحساسات تعطى قيمة الحد الأدنى أو الأعلى من المجال

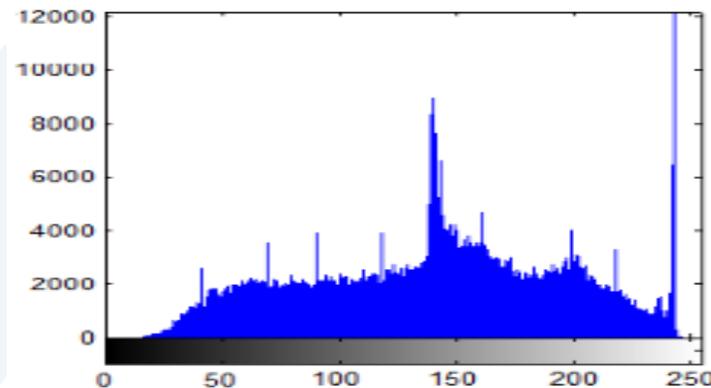


كشف عيوب الصور Gaps and Spikes الثغرات والنبضات الحادة

□ 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 الشدة اللونية



■ يؤدي خفض التباين في الصورة
إلى دمج مجموعة من قيم الشدة
الضوئية في قيمة واحدة

• الهستوغرام العادي تابع متقطع يعطى بالعلاقة $h(r_k) = n_k$

• r_k هو مستوى السوية الرمادية k

• n_k هو عدد البيكسلات التي تمتلك السوية الرمادية k .

• لجعل المنحني طبيعياً نقسم جميع قيمه على عدد الكلي لبيكسلات الصورة n .

• تصبح معادلة المنحني بالشكل

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

▶ Normalized histogram: $p(r_k) = n_k/n$

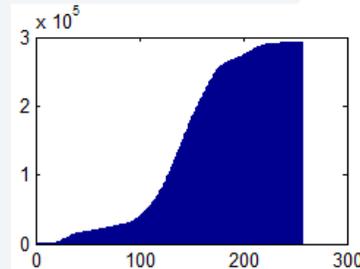
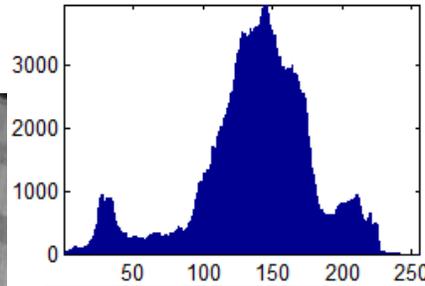
▶ sum of all components = 1

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

على الهستوغرام

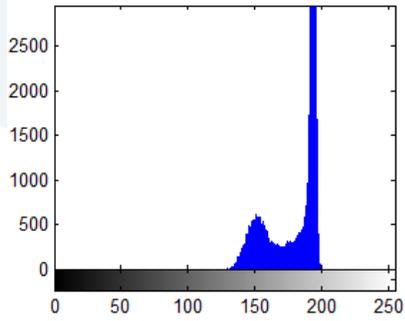
$$H(i) = \sum_{j=0}^i h(j) \quad ; \quad 0 \leq i \leq L - 1$$

□ إن $H(i)$ تابع متزايد تبلغ قيمته العظمى:



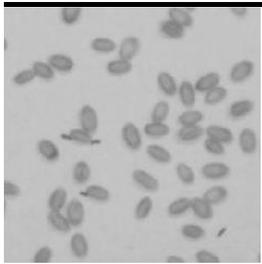
$$H(L - 1) = \sum_{j=0}^{L-1} h(j) = M.N$$

الاختيار المناسب لقيمة العتبة باستخدام الهستوغرام



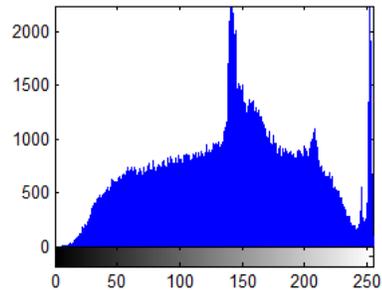
□ قد تتجمع قيم البكسلات الخاصة بالكائنات والخلفية على شكل مجموعتين أساسيتين واضحتين تظهران على شكل قمتين في مخطط الهستوغرام

□ يمكن الفصل بسهولة بين الكائنات والخلفية في الصورة عن طريق اختيار عتبة th



الصورة الناتجة عن التعتيب

الصورة الأصلية



□ عندما يكون هستوغرام 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.

$$p = \text{imhist}(f, b) / \text{numel}(f)$$

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

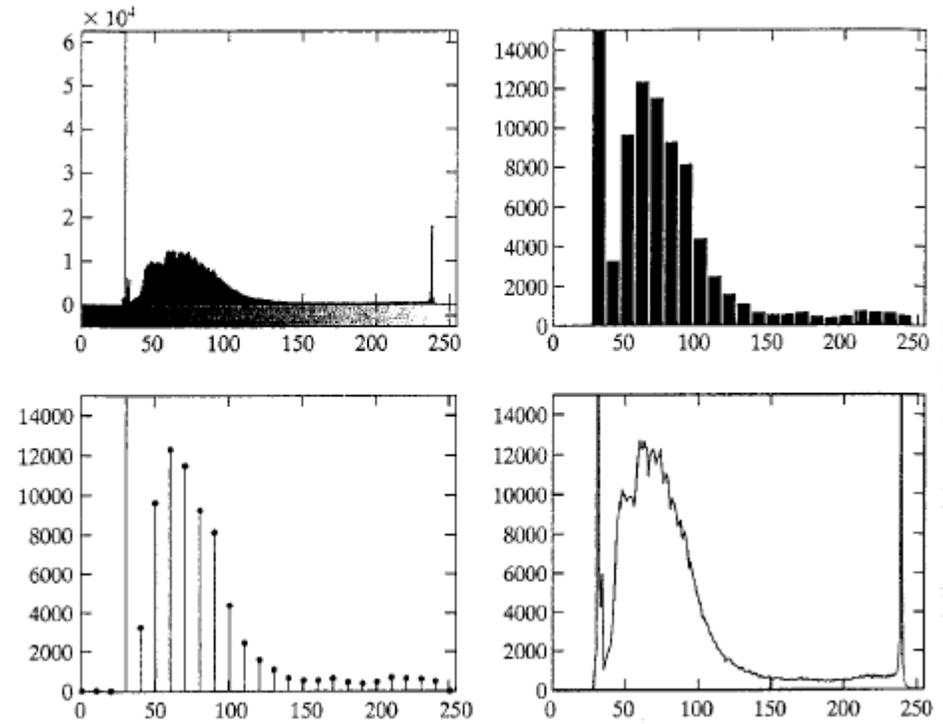
```
>> h = imhist(f);
```

```
>> bar (h);
```

```
>> plot (h);
```

```
>> stem (h);
```

a b
c d
FIGURE 3.7
Various ways to plot an image histogram.
(a) `imhist`,
(b) `bar`,
(c) `stem`,
(d) `plot`.



```
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])
```

```
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
```

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

```
# 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')
```

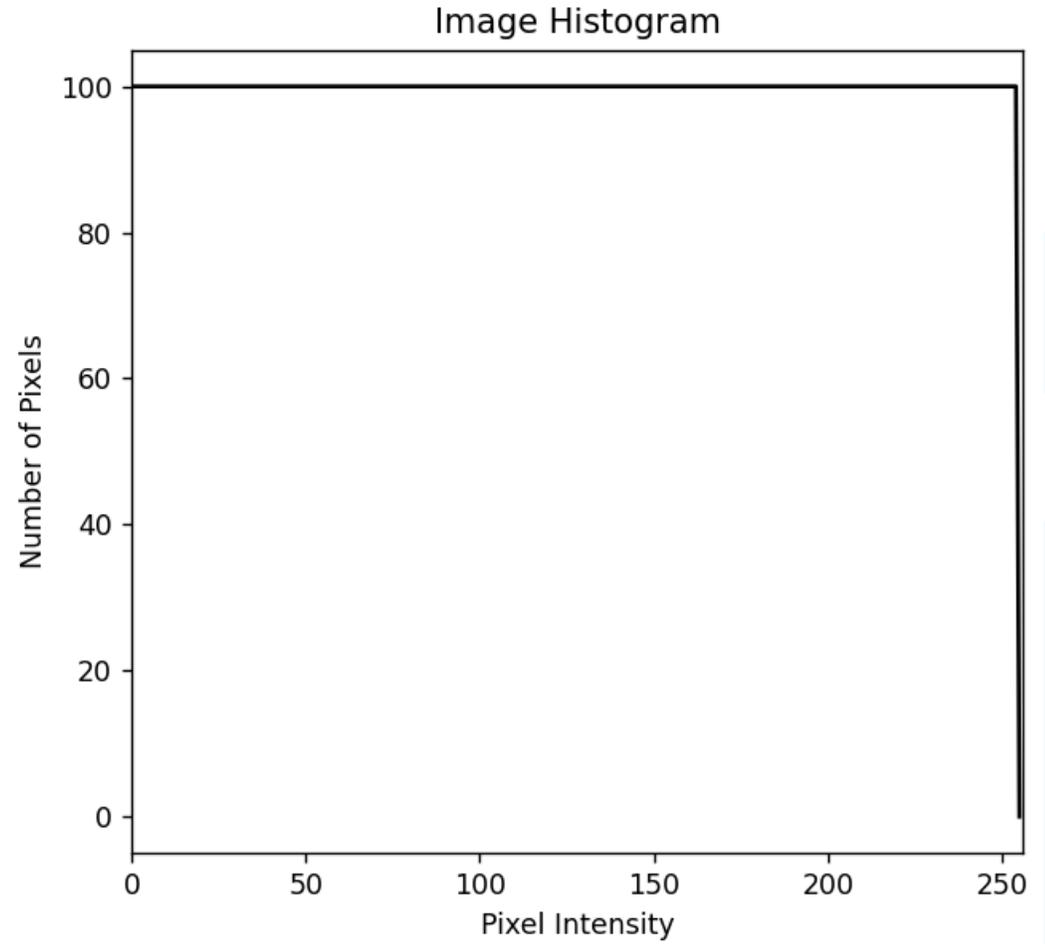
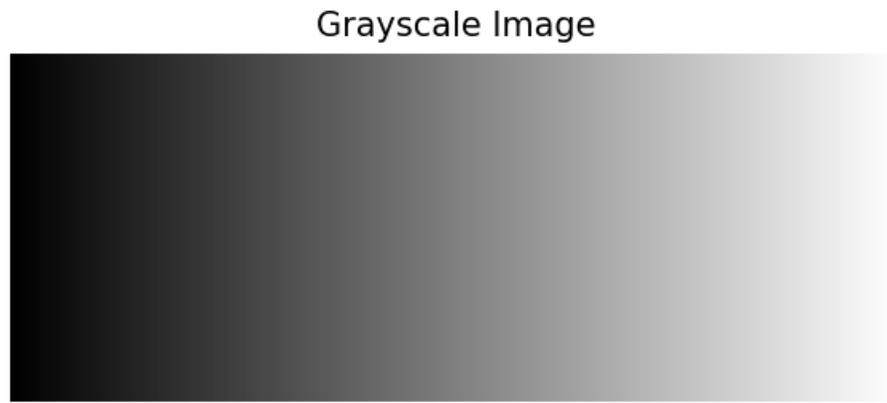
```
plt.xlabel('Pixel Intensity')
```

```
plt.ylabel('Number of Pixels')
```

```
plt.xlim([0, 256]) # Ensure x-axis covers the full range
```

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

Figure 1



نهاية المحاضرة