

Xử lý ảnh và Thị giác máy tính

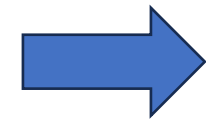
PHÂN BIỆT

XỬ LÝ ẢNH với THỊ GIÁC MÁY TÍNH?

Ảnh



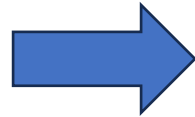
Thị giác



"Núi"

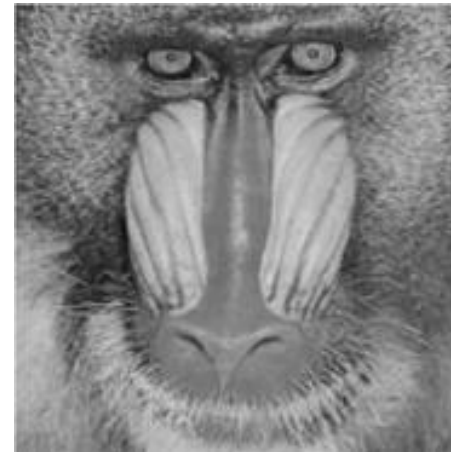
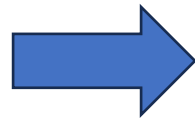
Xử lý ảnh là gì?

- **Xử lý ảnh:** Lọc nhiễu, cân bằng độ sáng, điều chỉnh độ tương phản
- **Ví dụ:** làm sắc nét



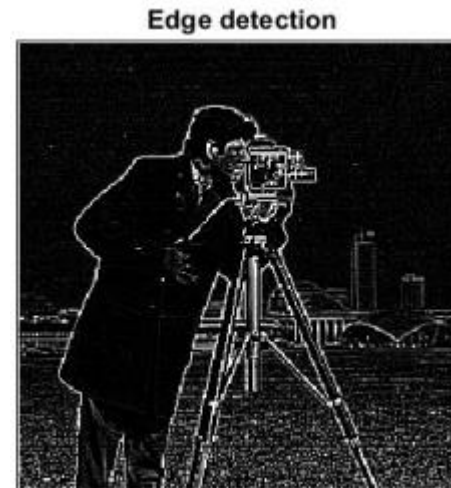
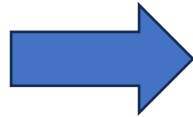
Xử lý ảnh là gì?

- **Chuyển đổi hình ảnh:** Chuyển đổi không gian màu, thay đổi kích thước, cắt xén, nén ảnh
- **Ví dụ:** chuyển sang ảnh xám



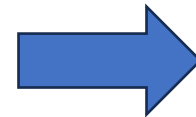
Xử lý ảnh là gì?

- **Trích xuất đặc trưng:** xác định các đặc điểm quan trọng như cạnh, góc, kết cấu...
- **Ví dụ:** trích xuất cạnh, góc



Thị giác máy tính là gì?

- **Thị giác máy tính** liên quan đến việc làm cho máy tính có khả năng hiểu và phân tích hình ảnh/video tương tự như hệ thống thị giác con người
- Ví dụ:



“Núi”

Thị giác máy tính

- Các nhiệm vụ chính bao gồm:
 - **Phát hiện đối tượng**
 - **Phân đoạn ảnh**
 - **Theo dõi đối tượng (tracking)**

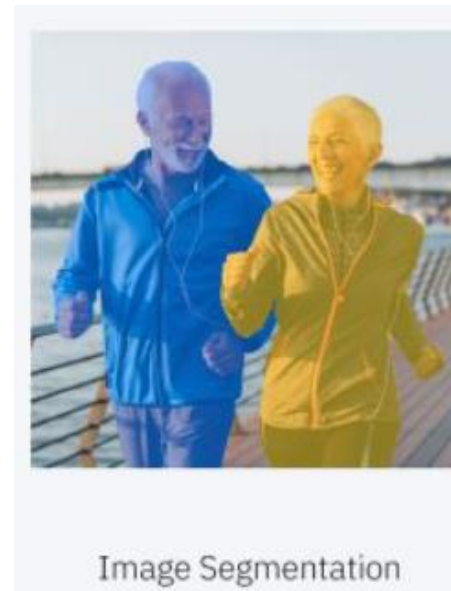
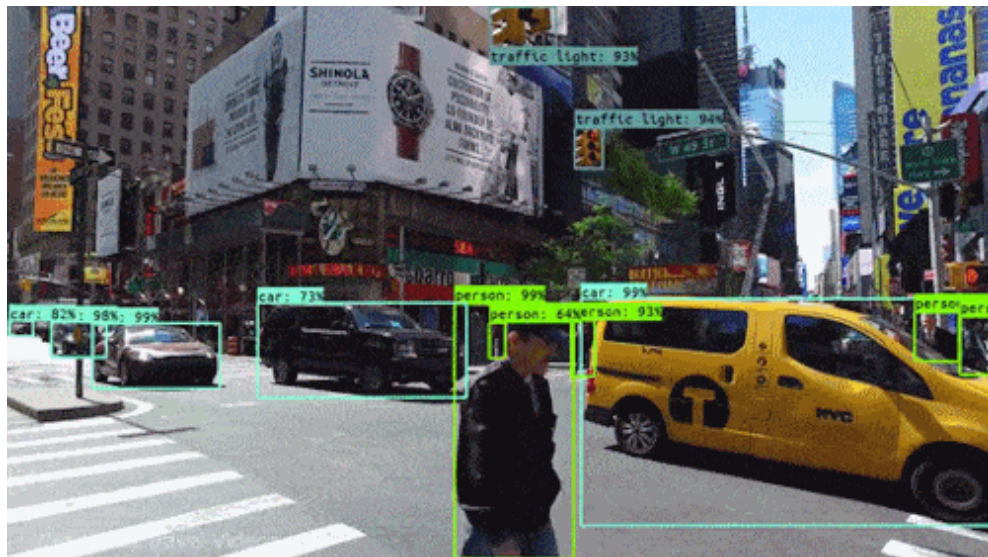


Image Classification vs Object Detection

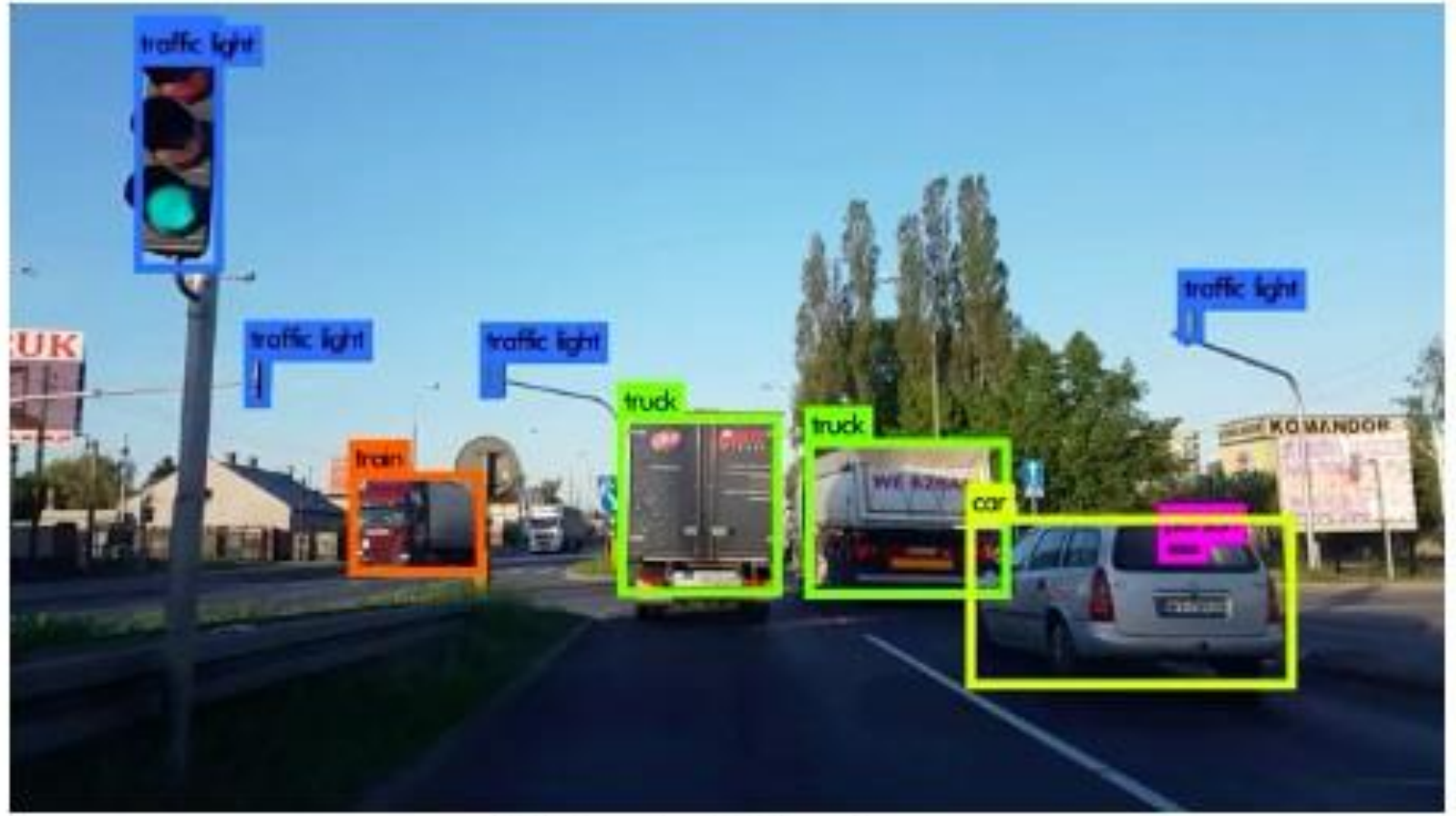
truck



car



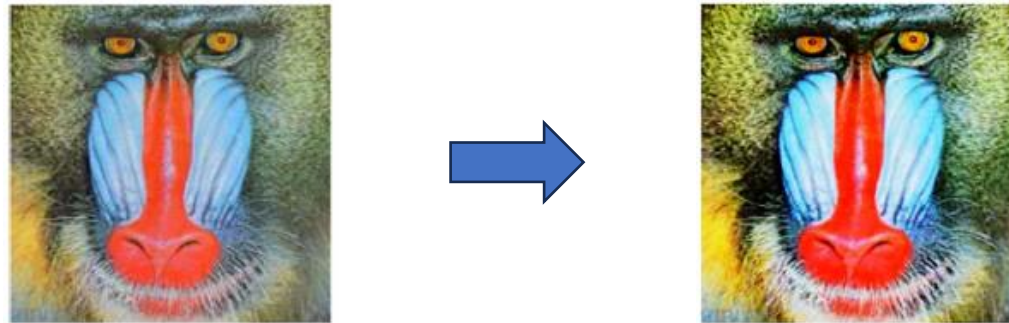
Image Classification



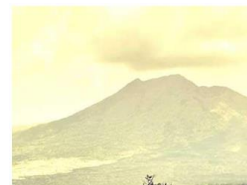
Object Detection

XỬ LÝ ẢNH vs THỊ GIÁC MÁY TÍNH?

- ❑ **Xử lý ảnh** giúp cải thiện và nâng cao chất lượng ảnh.
Raw Image → Refined Image [**thay đổi**]



- ❑ **Thị giác máy tính** là khả năng rút trích ý nghĩa và hiểu được nội dung bức ảnh đang biểu thị [**hiểu**]



→ **"Núi"**

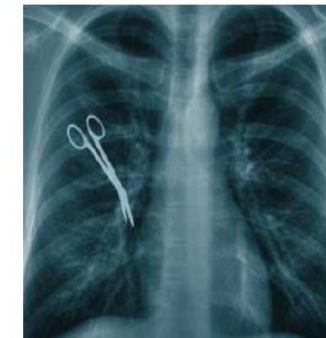
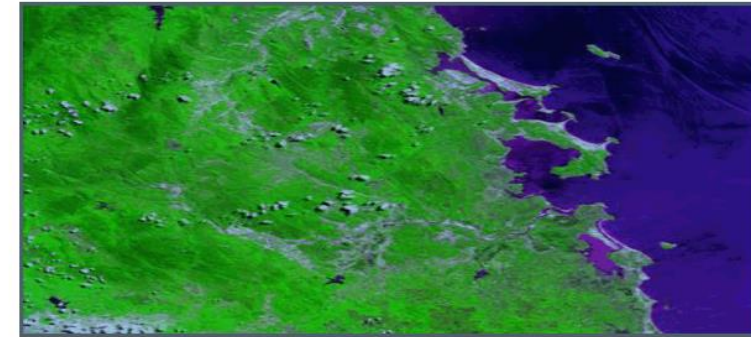
Chương 1. Giới thiệu tổng quan về xử lý ảnh và thị giác máy tính



- ❑ Khái niệm về ảnh tĩnh và video, ảnh màu, ảnh xám, ảnh nhị phân, ứng dụng
- ❑ Hình thành và biểu diễn ảnh
- ❑ Xử lý pixel
- ❑ Khái niệm Histogram

1.1 Các khái niệm cơ bản

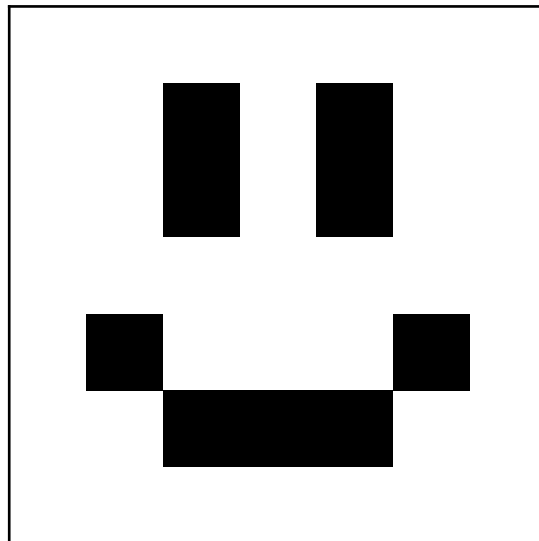
- ❑ Điểm ảnh
- ❑ Ảnh tĩnh và chuỗi ảnh
- ❑ Ảnh màu, ảnh xám, ảnh nhị phân



Điểm ảnh (pixel)

- ❑ Điểm ảnh (pixel) là thành phần nhỏ nhất tạo nên một bức ảnh
- ❑ Mỗi pixel sẽ mang một giá trị biểu diễn độ xám hoặc màu

Ví dụ: **Ảnh nhị phân** có độ phân giải (7x7) → có 49 pixel mang **giá trị 0 hoặc 1**

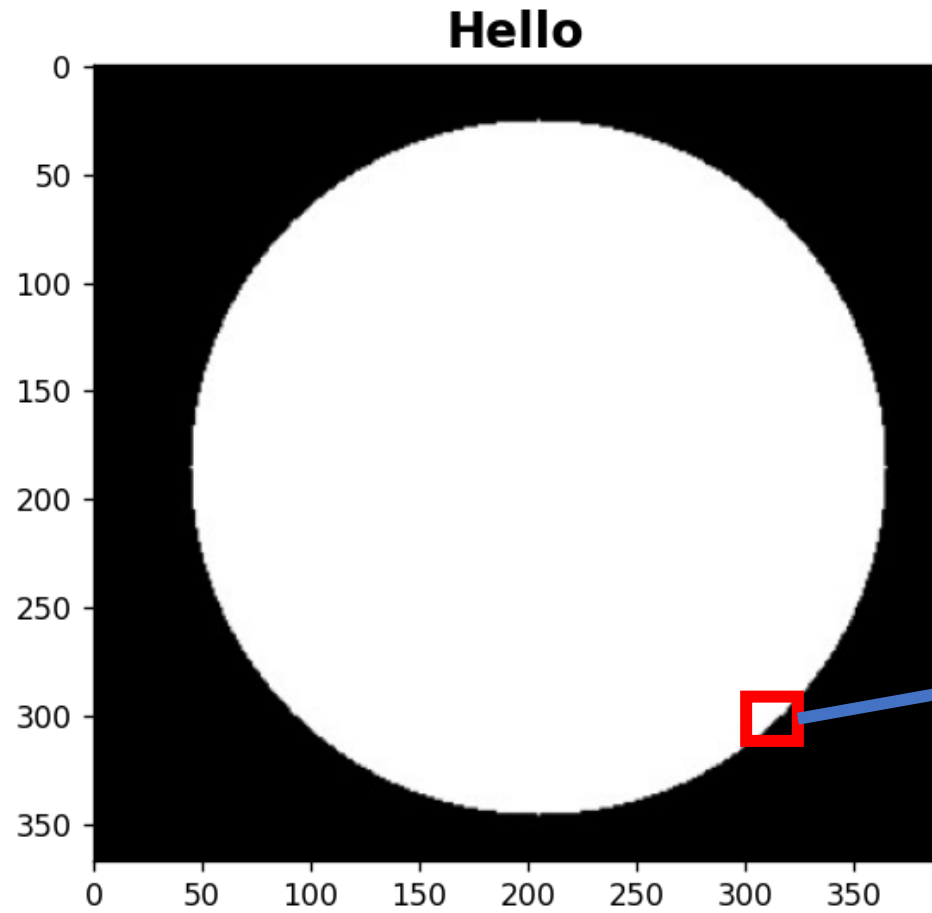


(0,0)

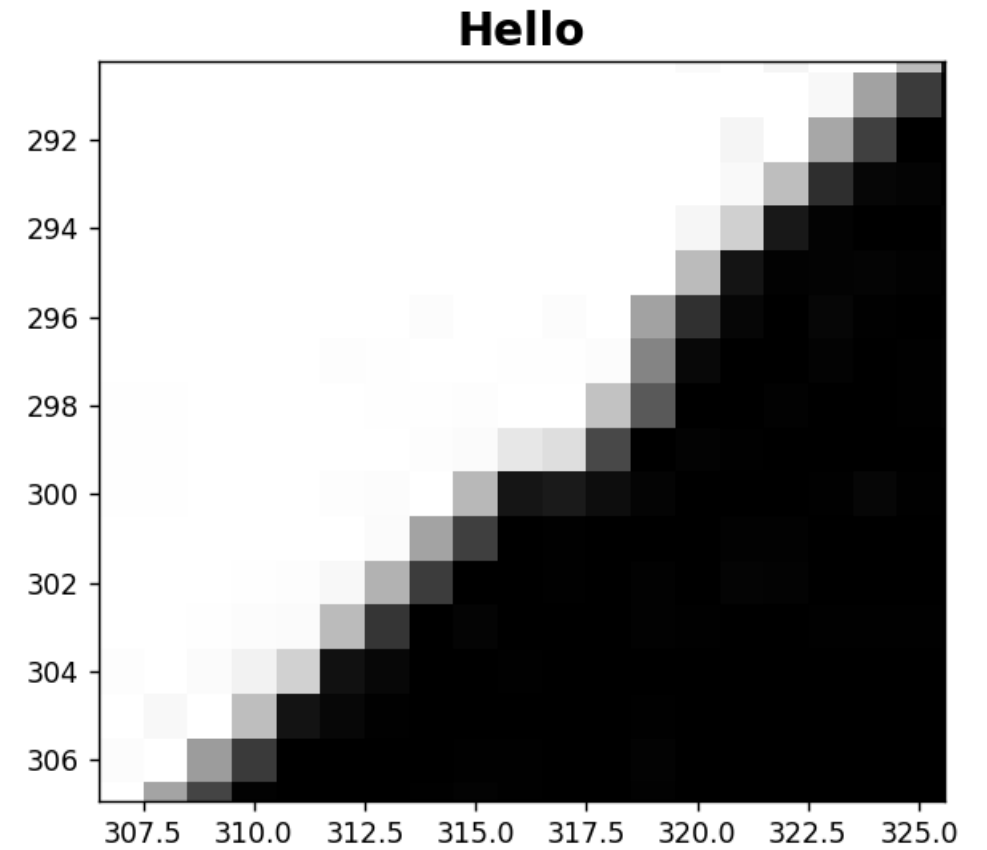
	0	1	2	3	4	5	6
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

	0	1	2	3	4	5	6
0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1
2	1	1	0	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	1	1	1	0	1
5	1	1	0	0	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1

390 x 367



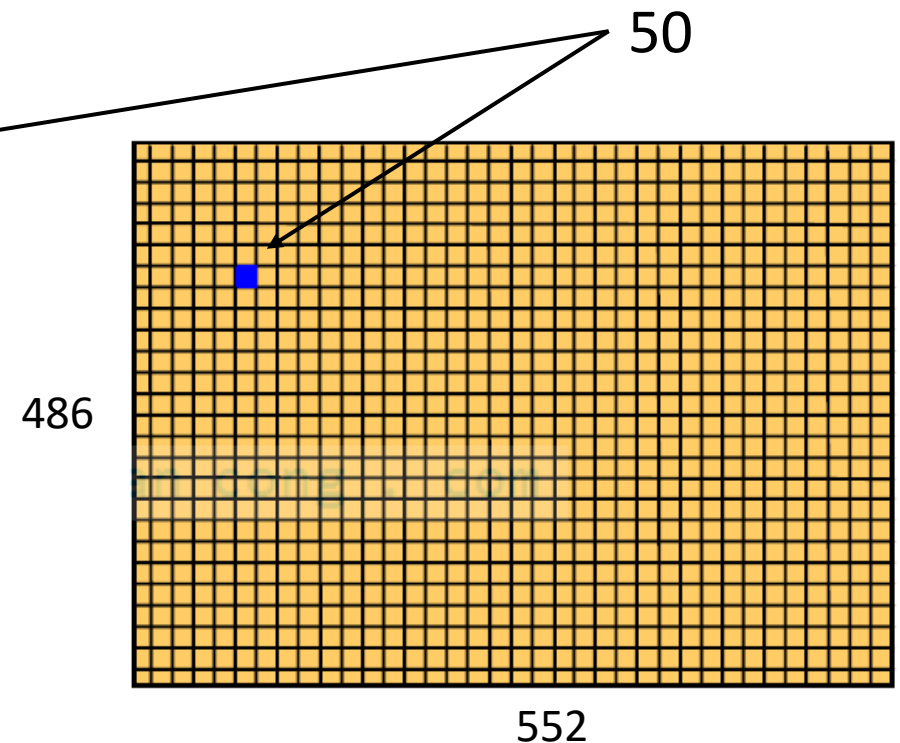
Zoom in



Ví dụ

- ❑ Pixel trong ảnh xám mang giá trị trong khoảng $[0-255]$
 → rất nhiều điểm ảnh xếp chồng lên nhau tạo ra bức ảnh

Dimensions 552 x 486
 Width 552 pixels
 Height 486 pixels



Ảnh tĩnh (still image)

- ❑ **Góc độ biểu diễn ảnh số:** Ảnh tĩnh được tạo thành từ rất nhiều điểm ảnh xếp cạnh nhau dưới dạng một ma trận hai chiều. Kích thước của ma trận này (chiều rộng và chiều cao) xác định độ phân giải của ảnh.
- ❑ **Góc độ toán học:** Ảnh tĩnh là một hàm số biểu diễn giá trị độ chói $I(x, y)$ (hoặc cường độ sáng) của các điểm ảnh trong mặt phẳng tọa độ hai chiều (x, y) .

Ảnh tĩnh (still image)



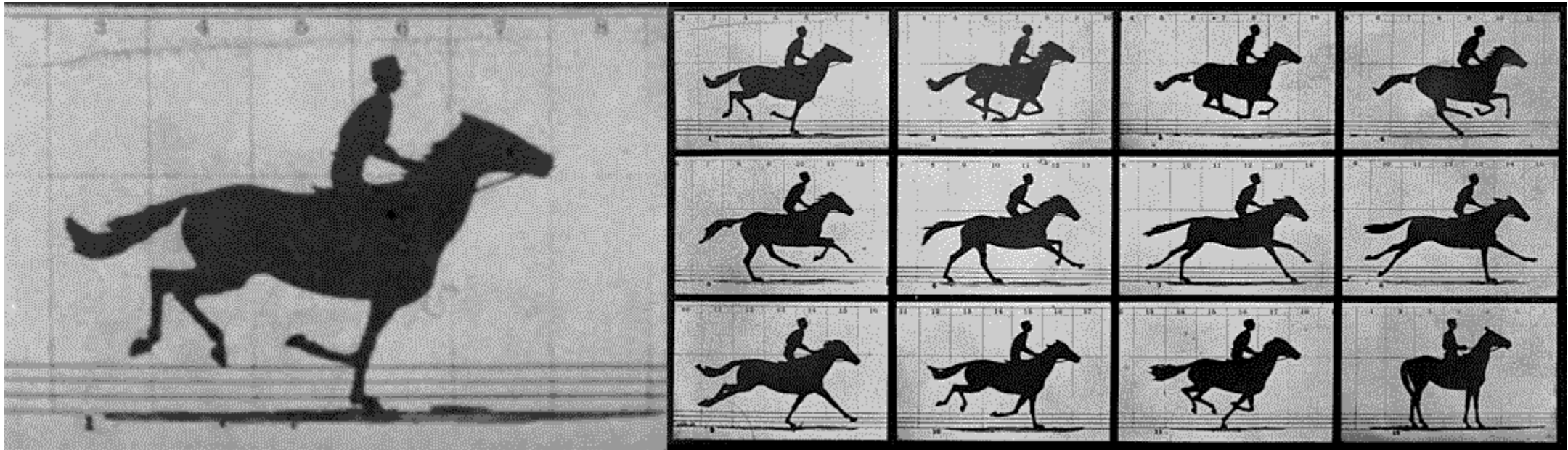
Góc độ biểu diễn ảnh số



0	2	15	0	0	11	10	0	0	0	0	9	0	0	0
0	0	0	4	60	157	236	255	255	177	95	61	32	0	29
0	10	16	119	238	255	244	245	243	250	249	255	222	103	10
0	14	170	255	255	244	254	255	253	245	255	249	253	251	124
2	98	255	228	255	251	254	211	141	116	122	215	251	238	255
13	217	243	255	155	33	226	52	2	0	10	13	252	255	36
16	229	252	254	49	12	0	0	7	7	0	70	237	252	235
6	141	245	255	212	25	11	9	3	0	115	236	243	255	137
0	87	252	250	248	215	60	0	1	121	252	255	248	144	6
0	13	113	255	255	245	255	182	181	248	252	242	208	36	19
1	0	5	117	251	255	241	255	247	255	241	162	17	0	7
0	0	0	4	58	251	255	246	254	253	255	120	11	0	1
0	0	4	97	255	255	255	248	252	255	244	255	182	10	4
0	22	206	252	246	251	241	100	24	113	255	245	255	194	9
0	111	255	242	255	158	24	0	0	6	39	255	232	230	56
0	218	251	250	137	7	11	0	0	0	2	62	255	250	125
0	173	255	255	101	9	20	0	13	3	13	182	251	245	61
0	107	251	241	255	230	98	55	19	118	217	248	253	255	52
0	18	146	250	255	247	255	255	255	249	255	240	255	129	0
0	0	23	113	215	255	250	248	255	255	248	248	118	14	12
0	0	6	1	0	52	153	233	255	252	147	37	0	0	4
0	0	5	5	0	0	0	0	0	14	1	0	6	6	0

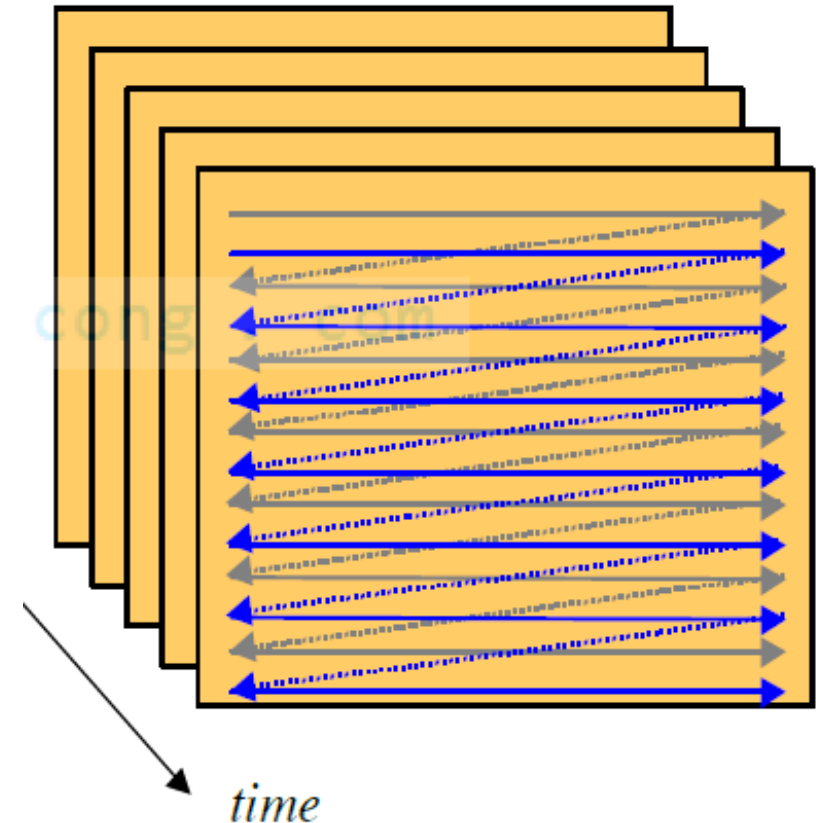
Chuỗi ảnh (video)

- Ảnh động (video): chuỗi các ảnh tĩnh thay đổi theo thời gian



Chuỗi ảnh (video)

- ❑ Tần số và độ phân giải
 - ❑ NTSC (US, Nhật): 525 dòng, 30 khung hình/giây
 - ❑ PAL (EU): 625 dòng, 25 khung hình/giây
 - ❑ Phim: 24 khung hình/giây
 - ❑ HDTV: tỉ lệ 16:9, 720 dòng, 60 khung hình/giây



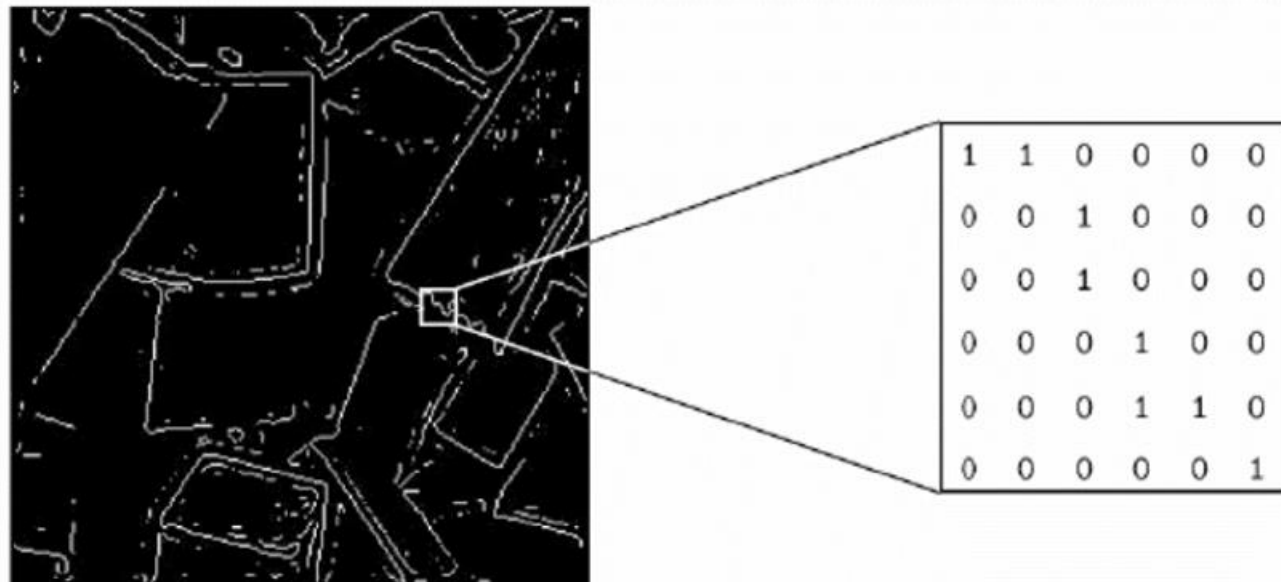
Các loại ảnh

- ❑ Ảnh nhị phân (binary image): 1 bit/pixel
- ❑ Ảnh xám (grayscale image): 8 bits/pixel
- ❑ Ảnh màu (color image): 16-24 bits/pixel

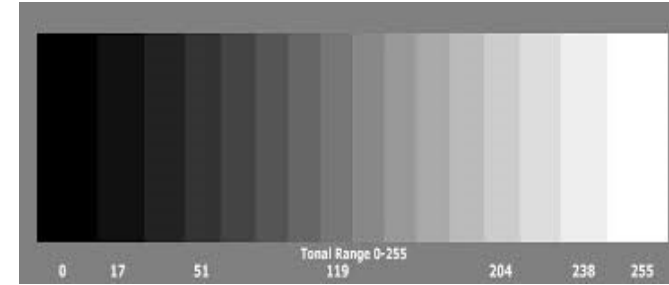


Ảnh nhị phân

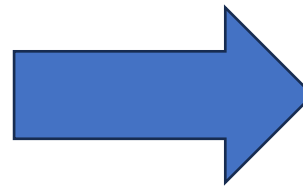
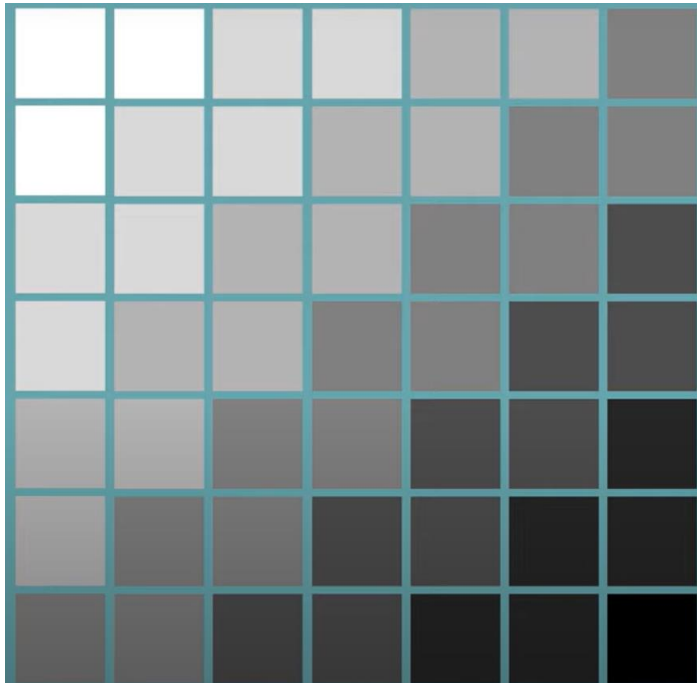
- ❑ Là ảnh chỉ gồm 2 màu đen và trắng tương ứng giá trị 0 tương ứng màu đen và 1 (hoặc 255) tương ứng màu trắng
- ❑ Sử dụng một ngưỡng (threshold) để chuyển 1 ảnh xám về dạng nhị phân



Ảnh xám

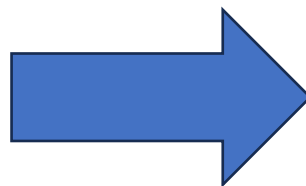


- Ảnh xám: mỗi pixel của ảnh có giá trị là **cường độ** đơn sắc (monochromatic **intensity**). Mức độ xám (gray level) bắt đầu từ mức độ 0 là đen sau đó xám dần và trắng ở mức độ cao nhất thường là 0 (hoặc 255)



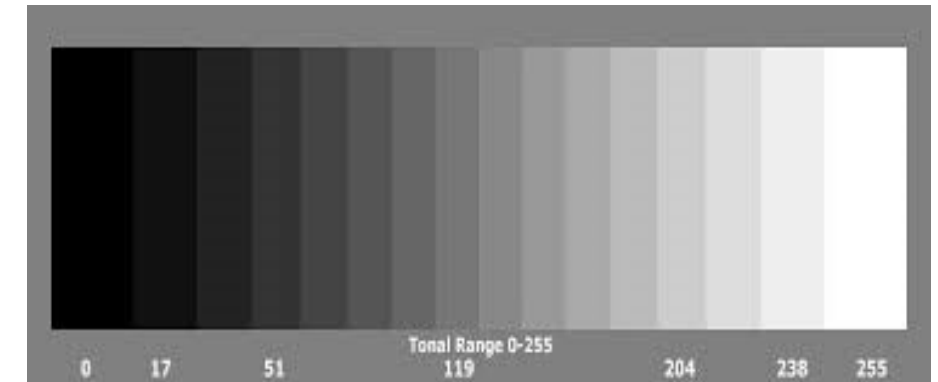
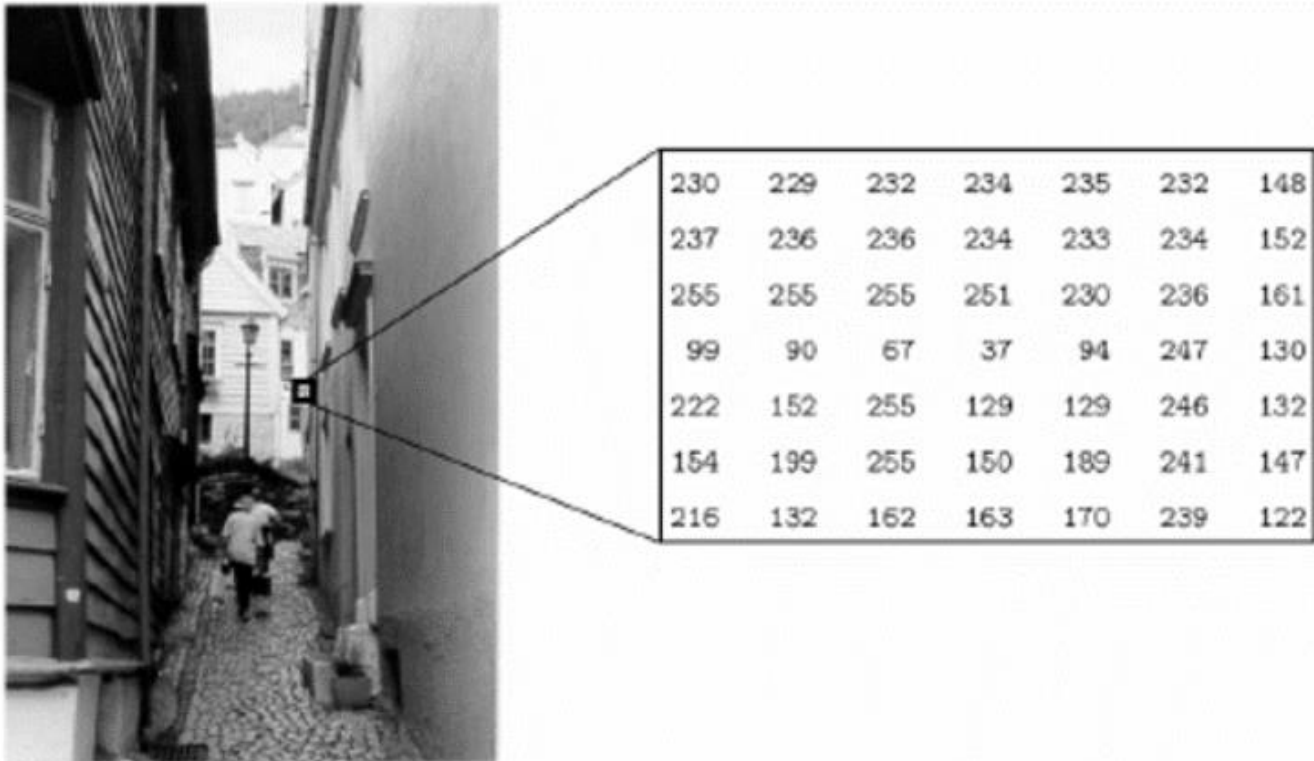
255	255	218	218	179	179	128
255	218	218	179	179	128	128
218	218	179	179	128	128	77
218	179	179	128	128	77	77
179	179	128	128	77	77	38
179	128	128	77	77	38	38
128	128	77	77	38	38	0

Ví dụ



0	2	15	0	0	11	10	0	0	0	0	9	9	0	0	0
0	0	0	4	60	157	236	255	255	177	95	61	32	0	0	29
0	10	16	119	238	255	244	245	243	250	249	255	222	103	10	0
0	14	170	255	255	244	254	255	253	245	255	249	253	251	124	1
2	98	255	228	255	251	254	211	141	116	122	215	251	238	255	49
13	217	243	255	155	33	226	52	2	0	10	13	252	255	255	36
16	229	252	254	49	12	0	0	7	7	0	70	237	252	235	62
6	141	245	255	212	25	11	9	3	0	115	236	243	255	137	0
0	87	252	250	248	215	60	0	1	121	252	255	248	144	6	0
0	13	113	255	255	245	255	182	181	248	252	242	208	36	0	19
1	0	5	117	251	255	241	255	247	255	241	162	17	0	7	0
0	0	0	4	58	251	255	246	254	253	255	120	11	0	1	0
0	0	4	97	255	255	255	248	252	255	244	255	182	10	0	4
0	22	206	252	246	251	241	100	24	113	255	245	255	194	9	0
0	111	255	242	255	158	24	0	0	6	39	255	232	230	56	0
0	218	251	250	137	7	11	0	0	0	2	62	255	250	125	3
0	173	255	255	101	9	20	0	13	3	13	182	251	245	61	0
0	107	251	241	255	230	98	55	19	118	217	248	253	255	52	4
0	18	146	250	255	247	255	255	255	249	255	240	255	129	0	5
0	0	23	113	215	255	250	248	255	255	248	248	118	14	12	0
0	0	6	1	0	52	153	233	255	252	147	37	0	0	4	1
0	0	5	5	0	0	0	0	0	14	1	0	6	6	0	0

Ví dụ



Grayscale

Ảnh màu

- ❑ Mỗi ảnh sẽ có 3 kênh màu (color channel), phổ biến nhất là RGB (Red-Green-Blue). Ảnh RGB có thể tạo ra tối đa 16.777.216 màu
- ❑ YUV, HSL, YCbCr

RGB Calculator

rgb(255, 0, 0)

#ff0000

hsl(0, 100%, 50%)

R:

G:

B:



49	55	56	57	52	53
58	60	60	58	55	57
58	58	54	53	55	56
83	78	72	69	68	69
88	91	91	84	83	82
69	76	83	78	76	75
61	69	73	78	76	76

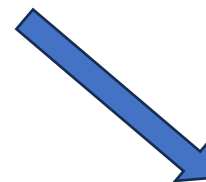
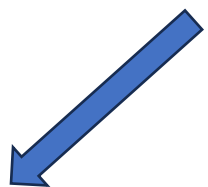
Red

64	76	82	79	78	78
93	93	91	91	86	86
88	82	88	90	88	89
125	119	113	108	111	110
137	136	132	128	126	120
105	108	114	114	118	113
96	103	112	108	111	107

Green

66	80	77	80	87	77
81	93	96	99	86	85
83	83	91	94	92	88
135	128	126	112	107	106
141	129	129	117	115	101
95	99	109	108	112	109
84	93	107	101	105	102

Blue



Red



Green



Blue

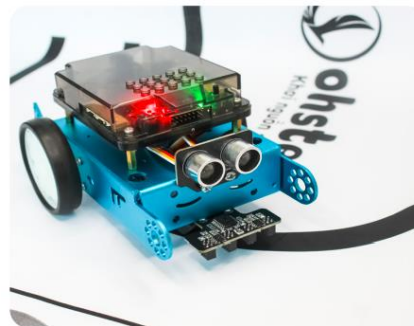
Ứng dụng

Xử lý ảnh

- ❑ Sinh học, y học: lọc nhiễu, làm sắc nét ảnh y tế (X quang, cộng hưởng từ)
- ❑ Lọc nhiễu, phát hiện biên, tức tiền xử lý

Thị giác máy tính:

- ❑ Người máy, tự động hóa
- ❑ Giám sát kiểm soát, quân sự



xBot di chuyển theo line

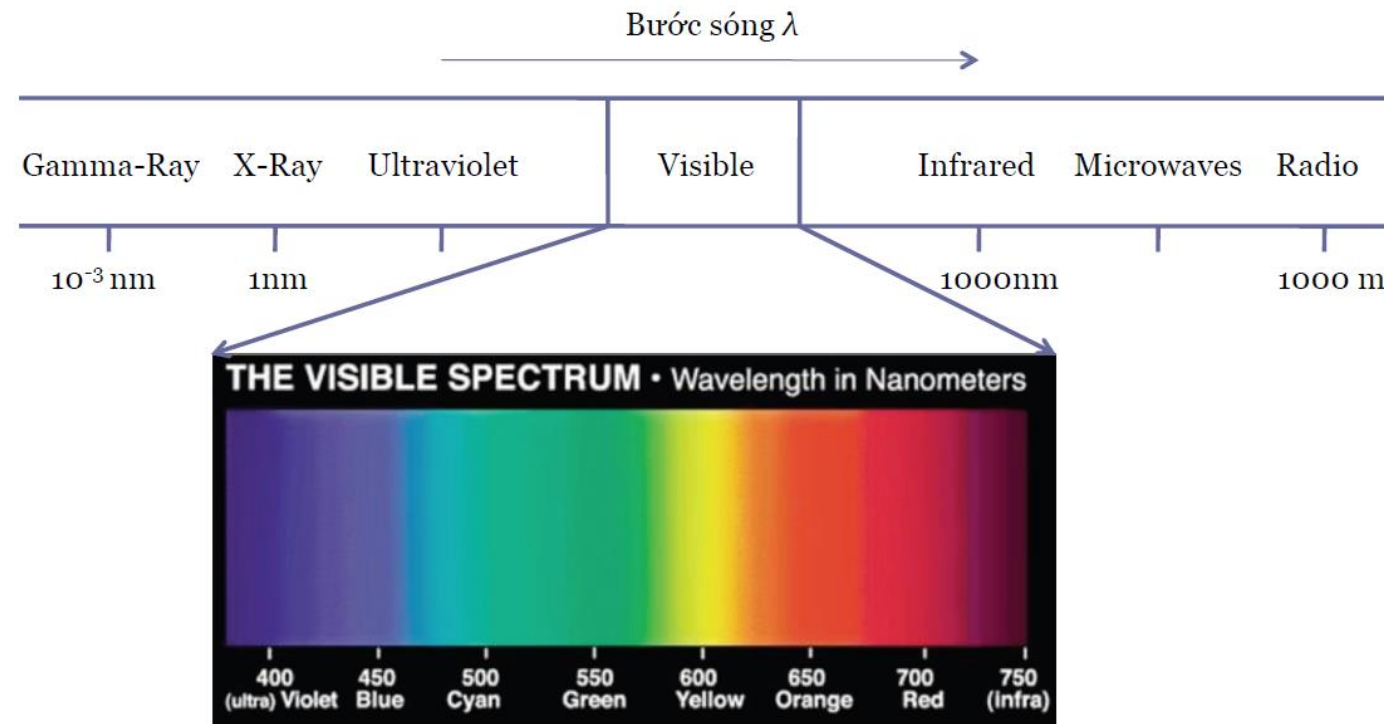


1.2 Hình thành và biểu diễn ảnh

- ☐ Hình thành ảnh và màu sắc ở mắt người
- ☐ Các hệ thống màu
- ☐ Biểu diễn ảnh số

Ánh sáng và sóng điện từ

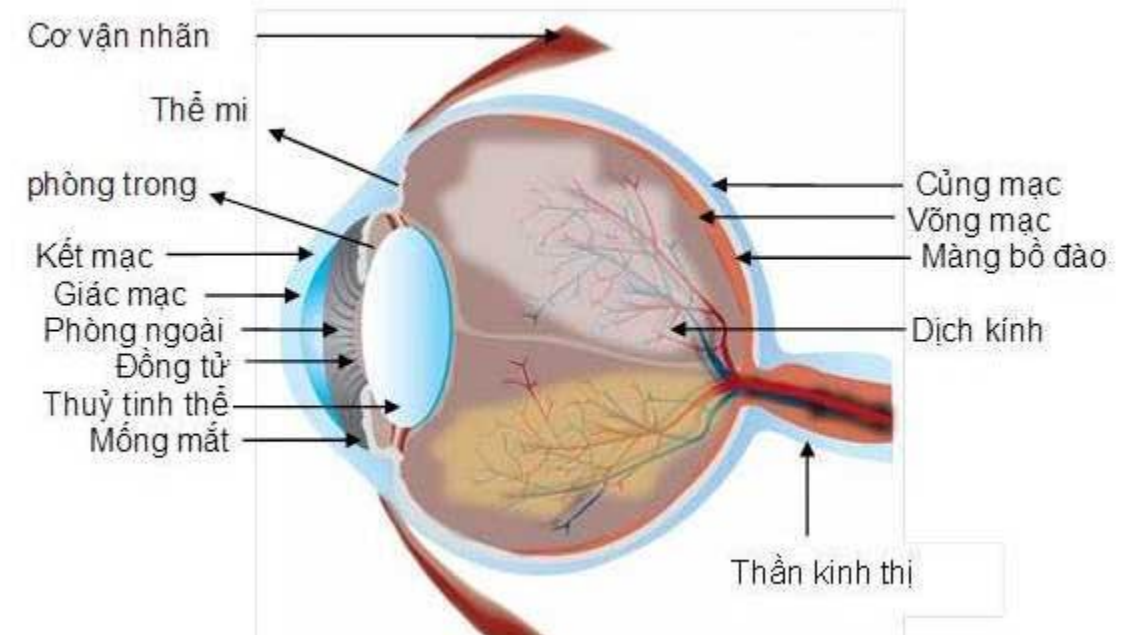
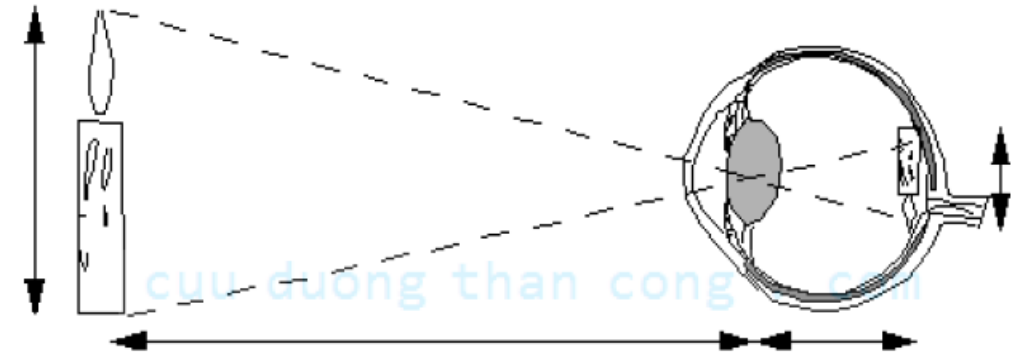
- ❑ Các vật **hấp thụ, truyền, và phản xạ ánh sáng**. Khi ánh sáng phản xạ từ các vật rồi đi vào mắt người



Hệ thống thị giác

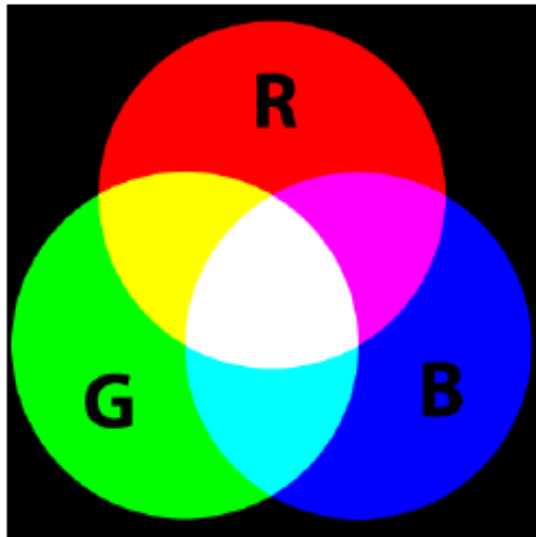
- ❑ Tế bào que
 - ❑ Có từ 75-150 triệu
 - ❑ Cảm nhận độ chói, cung cấp khả năng nhìn đêm
 - ❑ Độ phân giải cao

- ❑ Tế bào nón
 - ❑ Có từ 6-7 triệu
 - ❑ Ba loại tế bào cảm nhận màu đỏ, xanh lục, xanh lam (RGB)

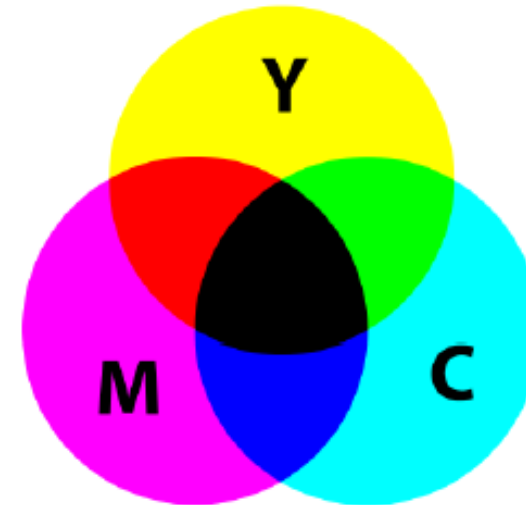


Các mô hình màu

- ❑ Một màu bất kỳ là sự tổng hợp từ 3 màu cơ bản
 - ❑ RGB (TV, PC, digital camera, màn ảnh) – quy tắc cộng
 - ❑ CMYK (mực in, hội họa) – quy tắc trừ



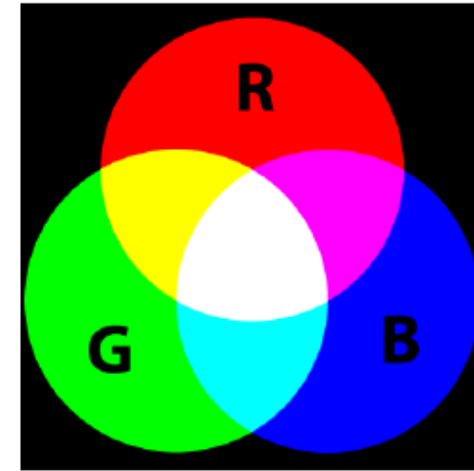
RGB



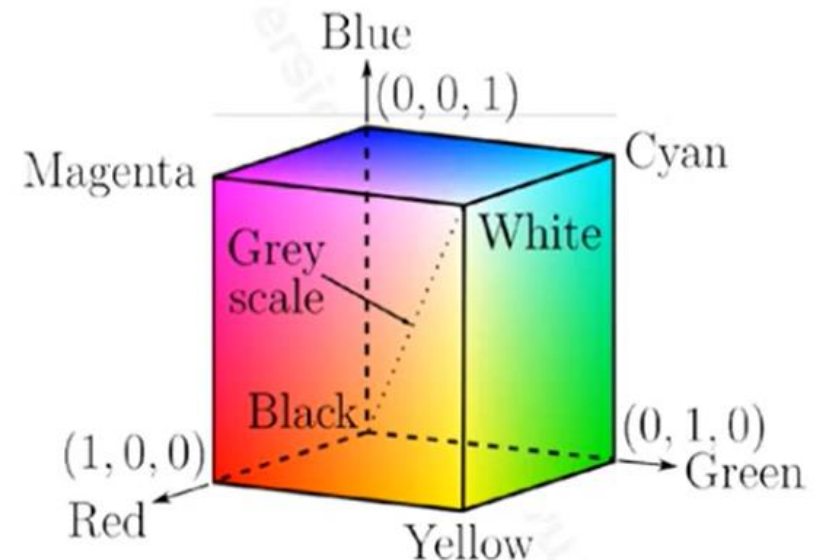
CMYK

Các mô hình màu

- ❑ Red, Green, Blue tại 3 trục nhận giá trị $[0, 255]$. Mô hình RGB có thể biểu diễn hơn 16 triệu màu. Trong đó, R (255, 0, 0), G (0, 255, 0) và B (0, 0, 255)
- ❑ CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) với $C = 255 - R$, $M = 255 - G$, và $Y = 255 - B$.



RGB

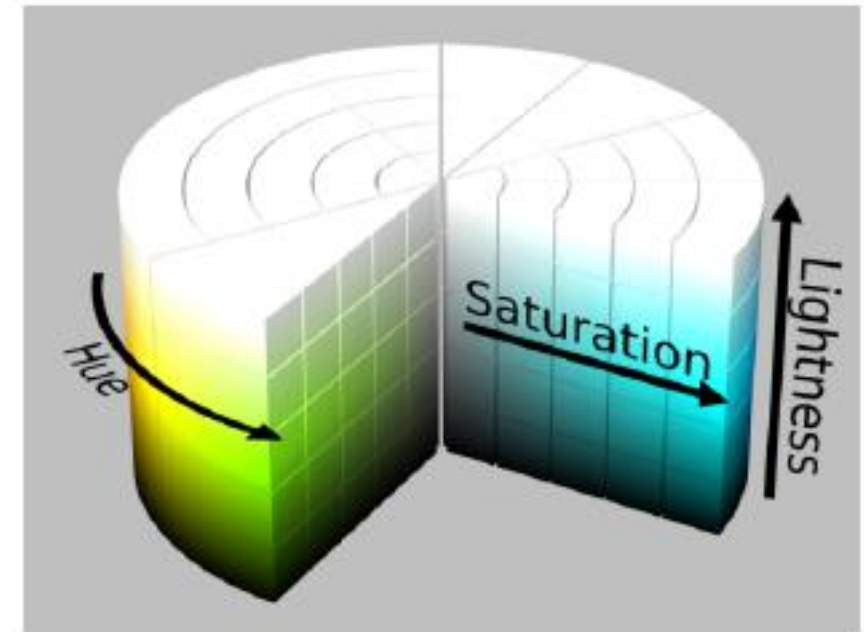


Mô hình màu RGB

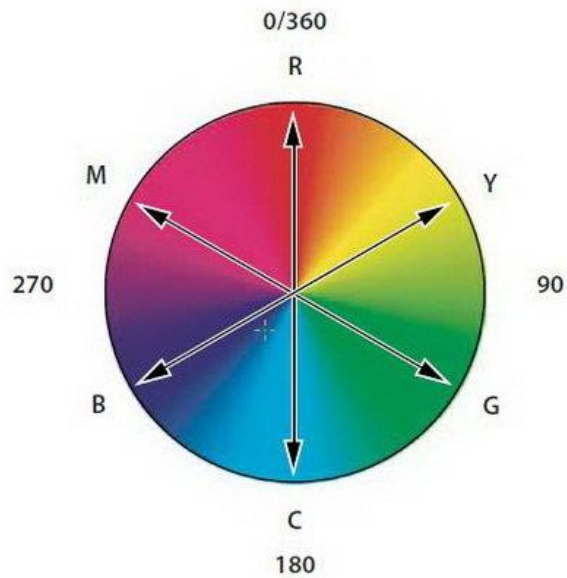
#FFCCCC	#FFC0C0	#FF9999	#FF8080	#FF6666	#FF4040	#FF3333	#FF0000
#FFE5CC	#FFE0C0	#FFCC99	#FFC080	#FFB266	#FFA040	#FF9933	#FF8000
#FFFFCC	#FFFFC0	#FFFF99	#FFFF80	#FFFF66	#FFFF40	#FFFF33	#FFFF00
#FFF5E5	#FFF5E0	#FFF5CC	#FFF5C0	#FFF5B2	#FFF5A0	#FFF599	#FFF580
#E5FFCC	#E0FFC0	#CCFF99	#C0FFA0	#B2FF66	#A0FF40	#99FF33	#80FF00
#CCFFCC	#C0FFC0	#99FF99	#80FF80	#66FF66	#40FF40	#33FF33	#00FF00
#E5FFE5	#E0FFE0	#CCFFCC	#C0FFC0	#B2FFB2	#A0FFA0	#99FF99	#80FF80
#CCE5CC	#C0E0C0	#99CC99	#80C080	#66B266	#40A040	#339933	#008000
#CCFFE5	#C0FFE0	#99FFCC	#80FFC0	#66FFB2	#40FFA0	#33FF99	#00FF80
#CCFFFF	#C0FFFF	#99FFFF	#80FFFF	#66FFFF	#40FFFF	#33FFFF	#00FFFF
#E5FFFF	#E0FFFF	#CCFFFF	#C0FFFF	#B2FFFF	#A0FFFF	#99FFFF	#80FFFF
#CCE5E5	#C0E0E0	#99CCCC	#80C0C0	#66B2B2	#40A0A0	#339999	#008080
#CCE5FF	#C0E0FF	#99CCFF	#80C0FF	#66B2FF	#40A0FF	#3399FF	#0080FF
#CCCCFF	#C0C0FF	#9999FF	#8080FF	#6666FF	#4040FF	#3333FF	#0000FF

Độ sáng, sắc độ và độ bão hòa

- ❑ Độ sáng (**Brightness**): phụ thuộc vào độ rọi của môi trường xung quanh
- ❑ Đặc trưng màu (Chrominance)
 - ❑ Sắc độ (**Hue**): sắc độ đặc trưng cho màu sắc chủ đạo được cảm nhận
 - ❑ Độ bão hòa (**Saturation**): đặc trưng cho độ thuần khiết tương đối



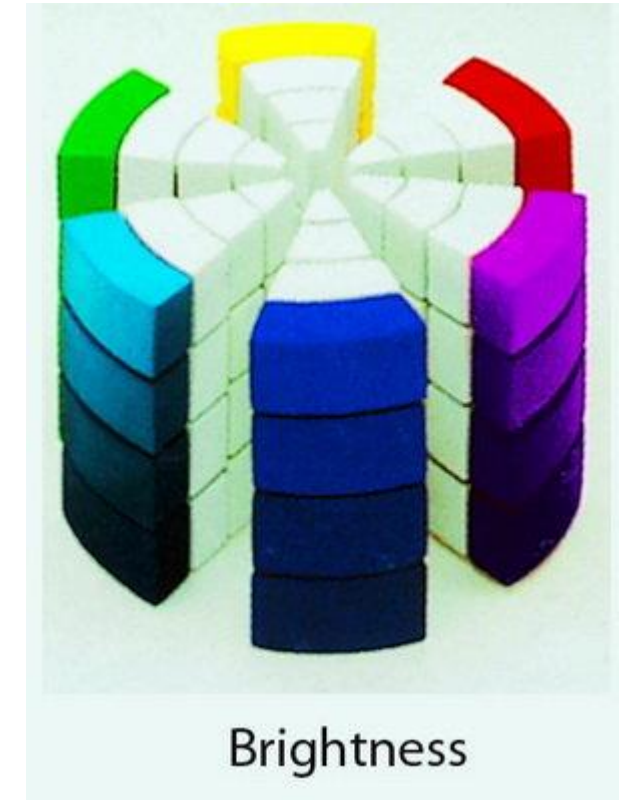
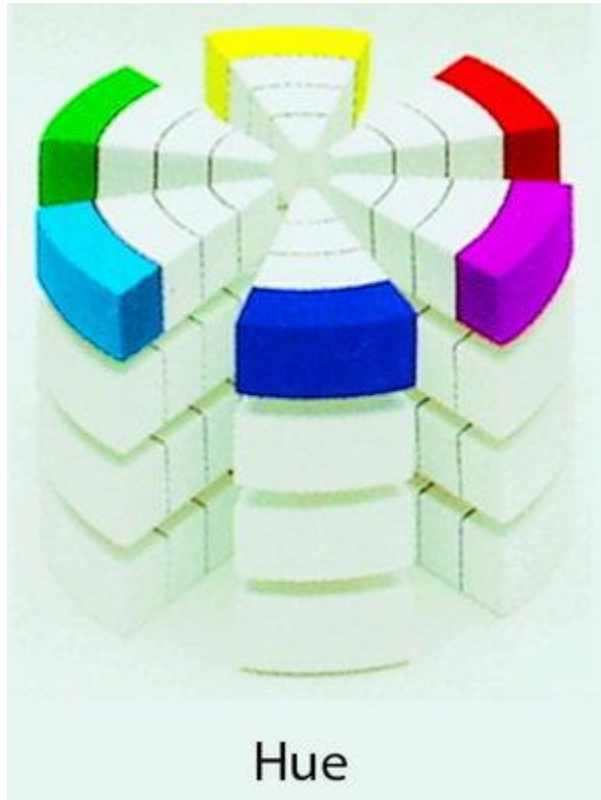
HSV



Hue: chính là tên của màu. Các sắc màu khác nhau được biểu diễn trên vòng tròn màu và có giá trị từ 0° đến 360°

Saturation: độ bão hòa càng cao thì màu càng rực rỡ, thấp thì màu sẽ đục

Brightness (độ sáng): giá trị càng lớn độ sáng càng cao, từ 0 đến 100%



Biểu diễn ảnh số

- ❑ Ảnh là một mảng hai chiều gồm M hàng và N cột với $f(x,y)$ là giá trị mức xám tại tọa độ $(x,y) \rightarrow$ độ phân giải (resolution) là $M \times N$
- ❑ Quan hệ giữa các pixel là quan hệ về mặt không gian (spatial) – tọa độ
- ❑ Chú ý kiểu dữ liệu uint8 [0-255] hay double [0-1]

N

M

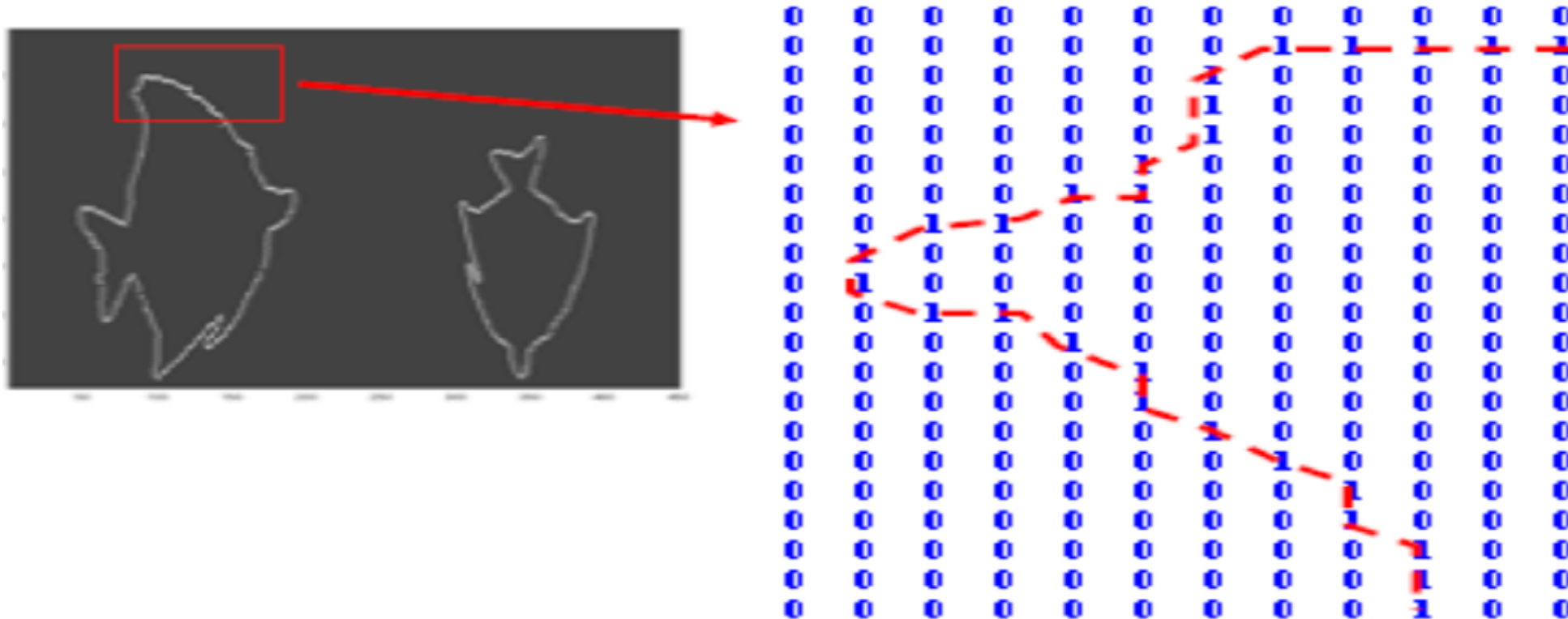


Image

Dimensions	310 x 308
Width	310 pixels
Height	308 pixels

1.3 Quan hệ pixels

- ❑ Quan hệ neighbors
- ❑ Quan hệ lân cận (adjacency)



Quan hệ neighbors

Cho pixel p có tọa độ (x,y) :

- ❑ $N_4(p)$: 4-neighbors of p
- ❑ $N_D(p)$: diagonal neighbors of p
- ❑ $N_8(p)$: 8-neighbors of p

$$N_8(p) = N_4(p) + N_D(p)$$

$F(x-1, y-1)$	$F(x-1, y)$	$F(x-1, y+1)$
$F(x, y-1)$	$F(x, y)$	$F(x, y+1)$
$F(x+1, y-1)$	$F(x+1, y)$	$F(x+1, y+1)$

Quan hệ lân cận (adjacency)

Hai pixels được gọi là liên kết (adjacency) khi:

- ❑ Là neighbors
- ❑ Cùng thỏa mãn mức xám theo một tiêu chí nào đó từ một tập tham chiếu V

0	1	1
0	1	0
0	0	1

4-adjacency, $V = \{1\}$

0	1	1
0	1	0
0	0	1

8-adjacency, $V = \{1\}$

0	1	1
0	1	0
0	0	1

m-adjacency, $V = \{1\}$



Ví dụ

□ Binary image

□ $V = \{1\}$. Tìm quan hệ 4-adjacency, 8-adjacency

0	1	0	1
0	0	1	0
0	0	1	0
1	0	0	0

Ví dụ

Tìm các mối quan hệ 4-adjacency và 8-adjacency, biết
 $V = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$

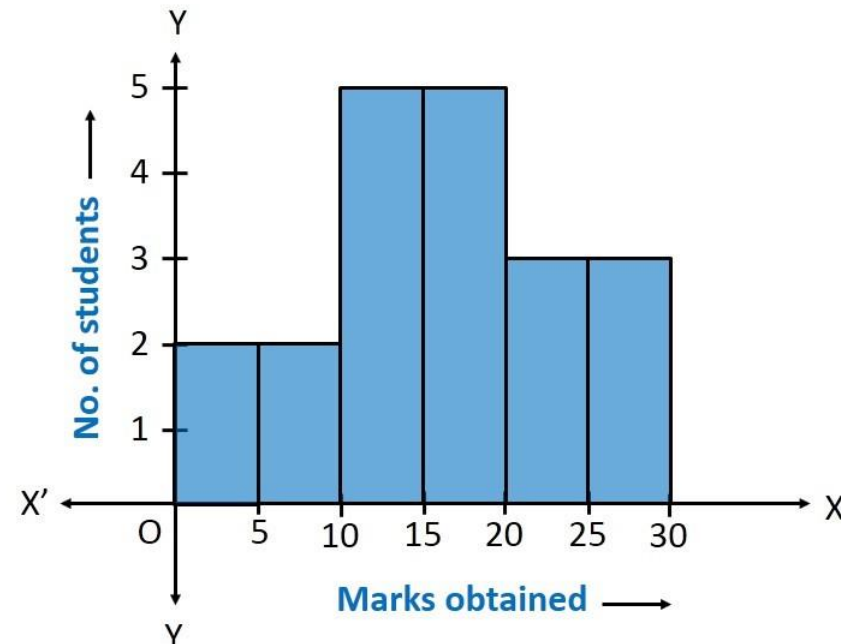
54	10	100	8
81	150	2	34
201	200	3	4
7	70	147	56

1.4 Histogram

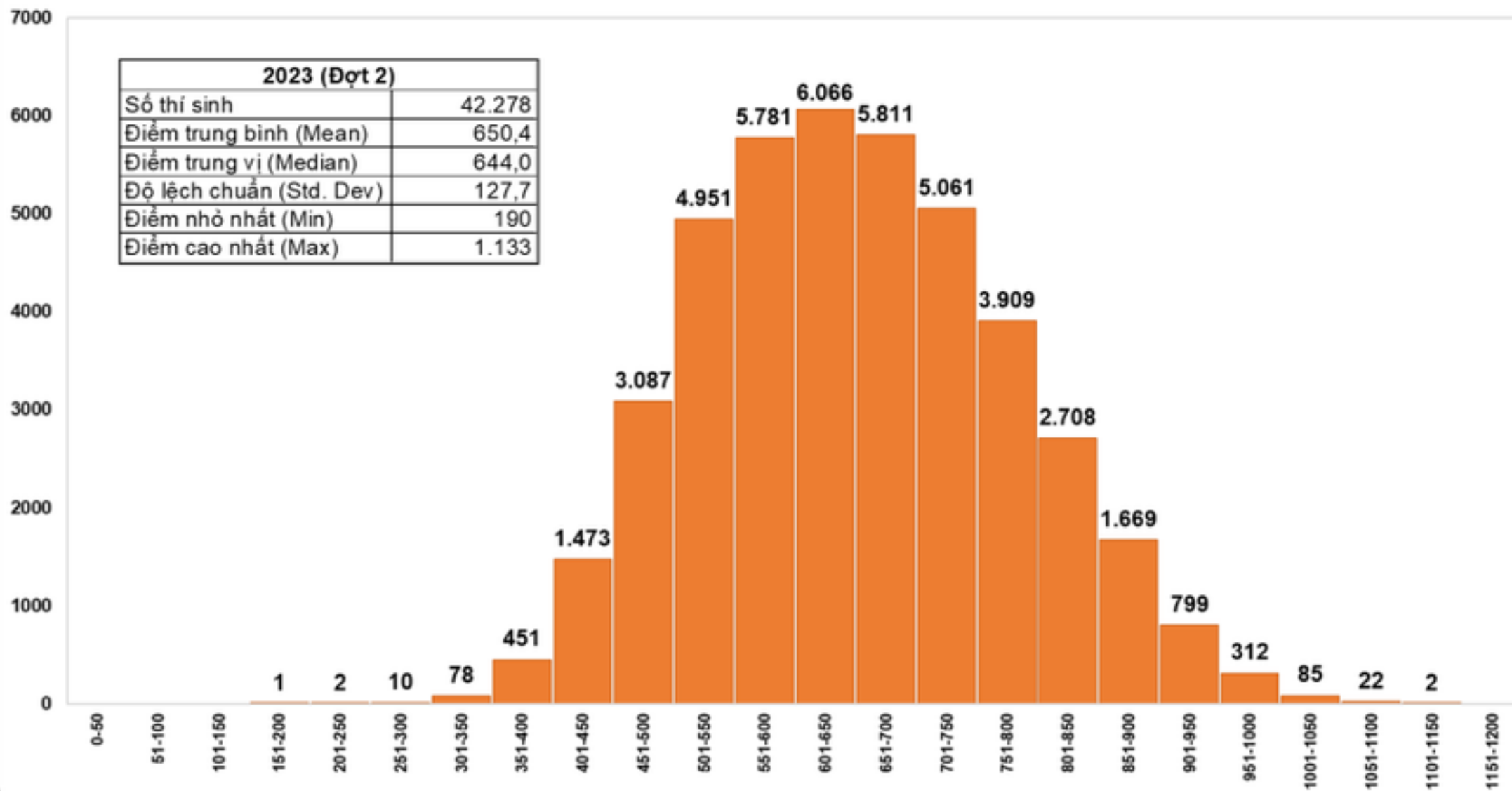
- Biểu đồ thể hiện tần suất theo dạng cột

Intervals	Frequency
0 - 5	2
5 - 10	2
10 - 15	5
15 - 20	5
20 - 25	3
25 - 30	3

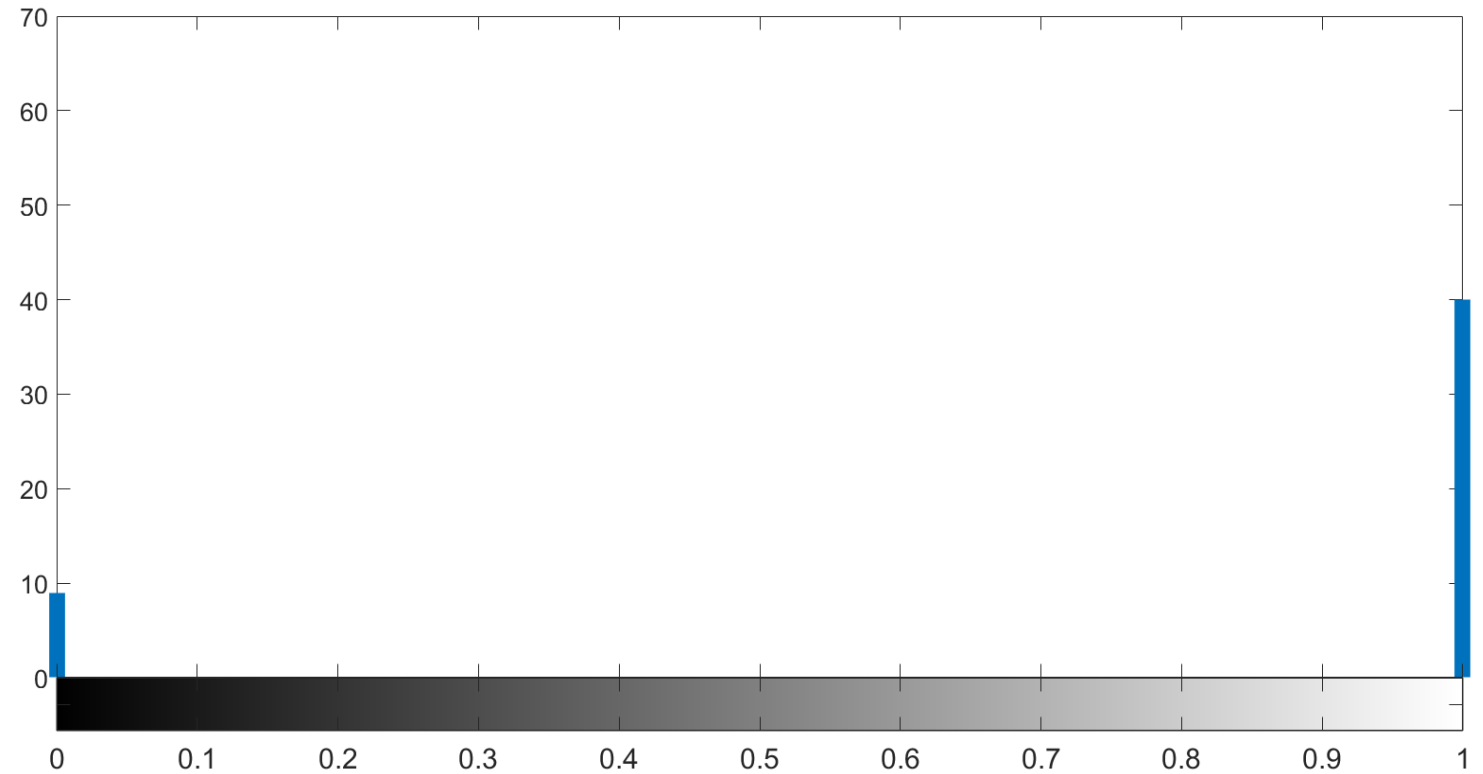
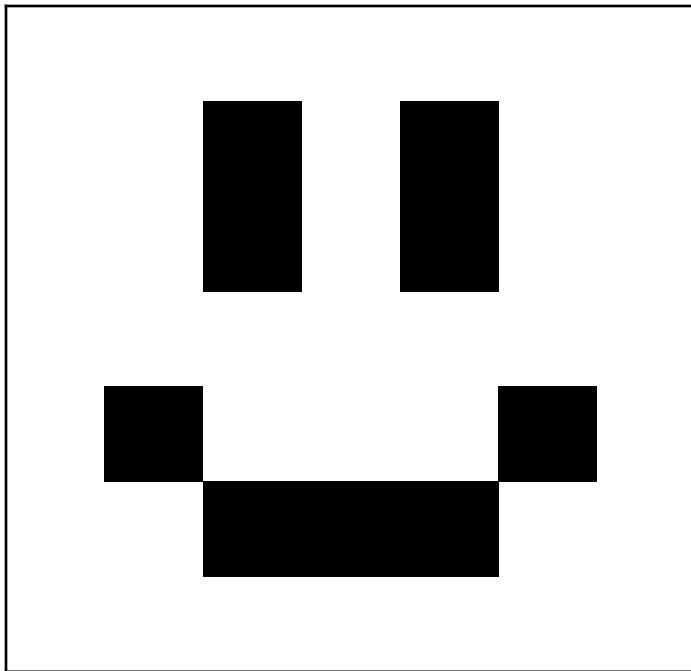
teachoo.com



PHỔ ĐIỂM THI ĐGNL NĂM 2023 (ĐỢT 2)

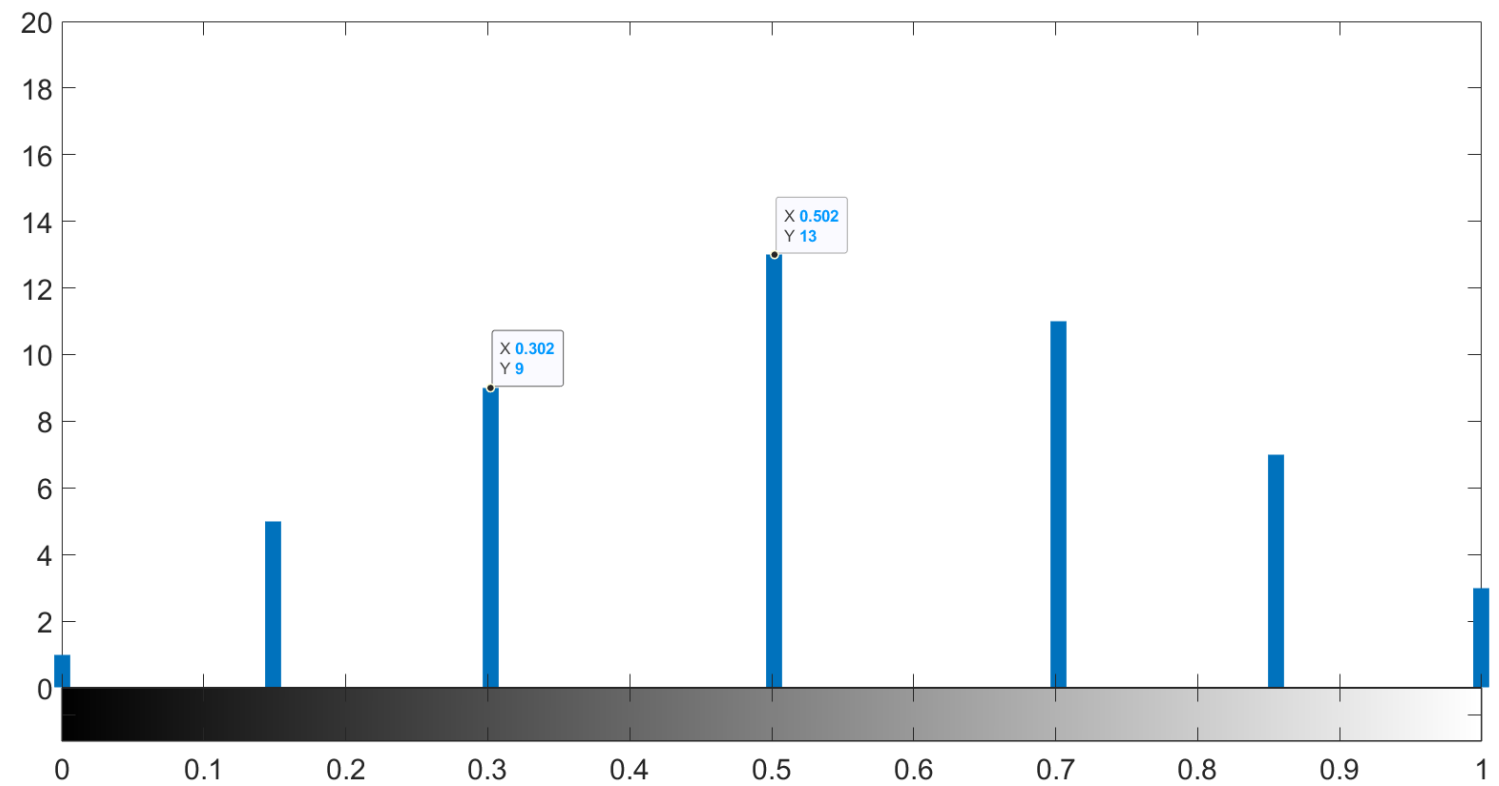


Ví dụ



Ví dụ

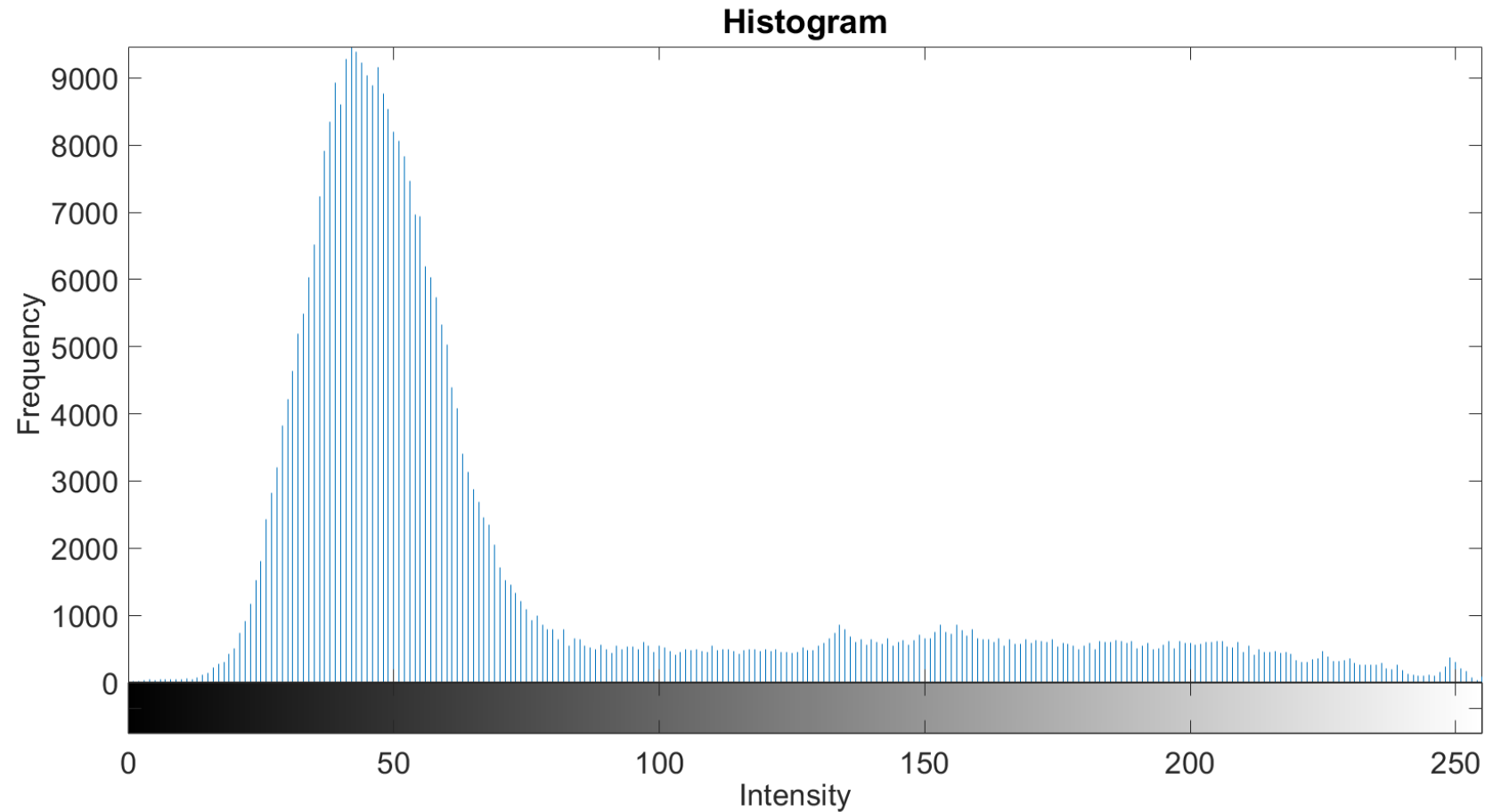
255	255	218	218	179	179	128
255	218	218	179	179	128	128
218	218	179	179	128	128	77
218	179	179	128	128	77	77
179	179	128	128	77	77	38
179	128	128	77	77	38	38
128	128	77	77	38	38	0



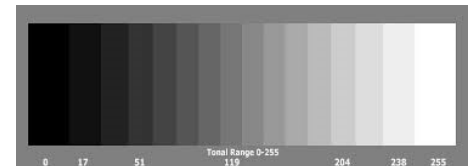
Histogram



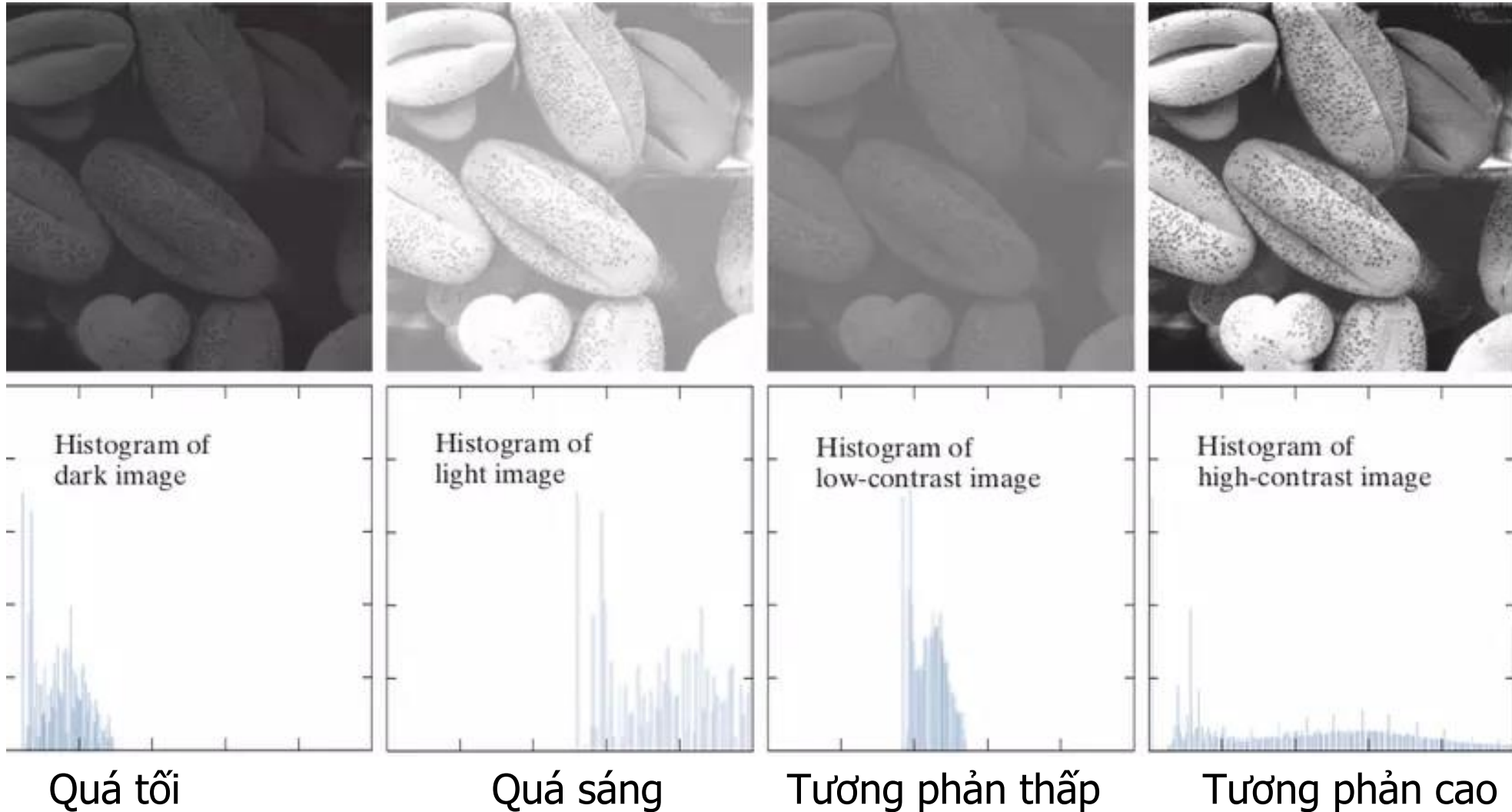
477 x 264



Histogram của ảnh là phân bố giá trị hiển thị tần suất xuất hiện của từng giá trị mức xám từ 0 đến 255

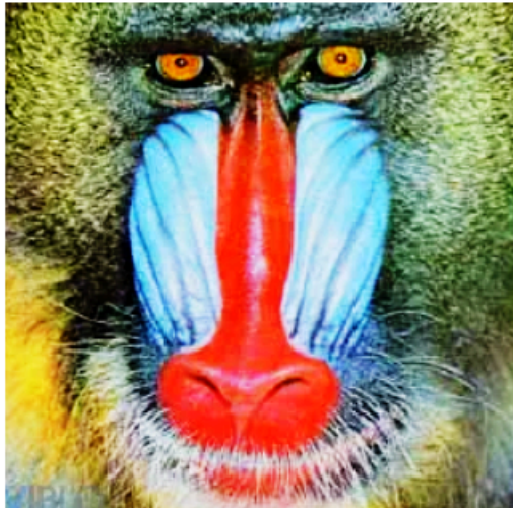
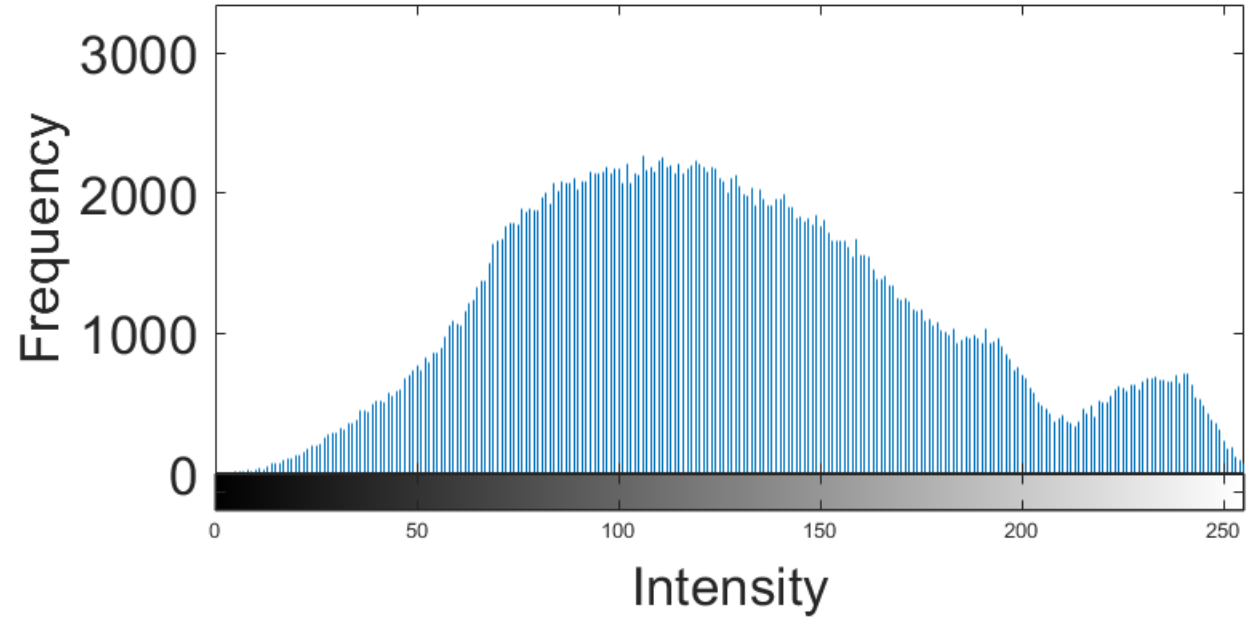


Cân bằng histogram

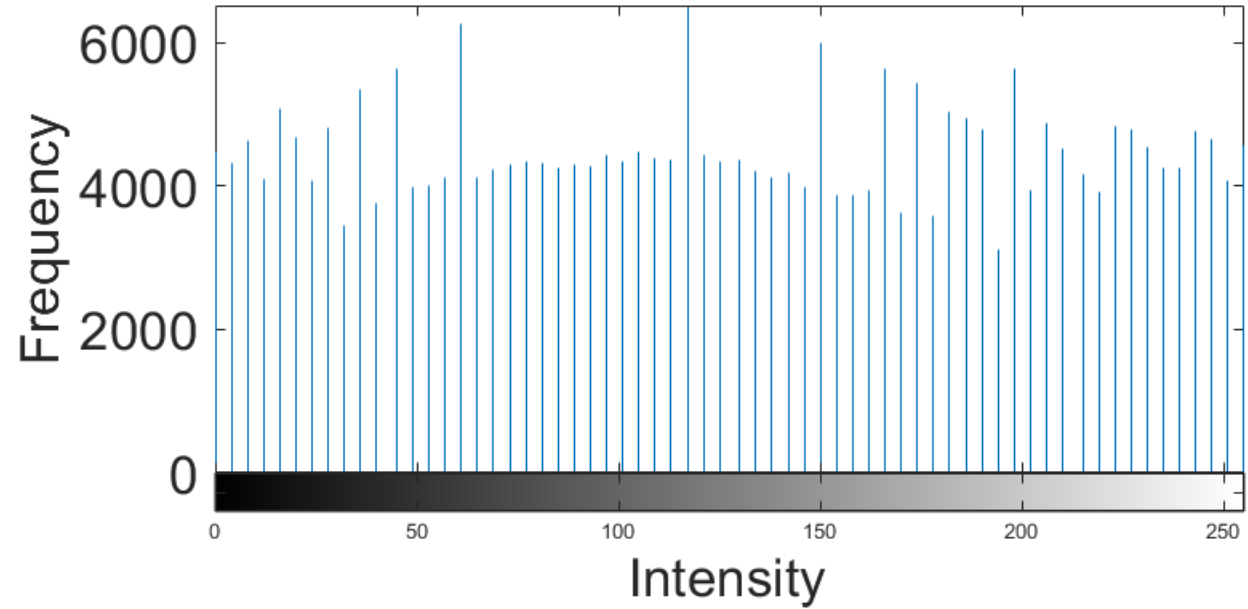




Histogram



Histogram



- Để sử dụng các hàm bên trong thư viện OpenCV ta cần import opencv vào file source python.

Ví dụ:

 Chuong1.py ×

```
1  #Import thư viện OpenCV  
2  import cv2  
3  import cv2 as cv  
4
```

- Đọc ảnh từ file:

imread(filename, flags)

filename: Tên file ảnh

flags: Cách đọc ảnh (màu, ảnh xám, ảnh không có alpha, ...)

- Hiển thị ảnh:

imshow(winname, mat)

winname: Tên của cửa sổ hiển thị ảnh.

mat: Ảnh cần hiển thị (có thể là ảnh màu hoặc ảnh xám).

Ví dụ: Đọc và hiển thị ảnh màu

```
1 import cv2
2
3 # Đọc ảnh dưới dạng ảnh màu
4 image = cv2.imread('logo_vaa.png', cv2.IMREAD_COLOR)
5
6 # Hiển thị ảnh
7 cv2.imshow( winname: 'Image', image)
8 cv2.waitKey(0)
9 cv2.destroyAllWindows()
10
11
```



Một số hàm cơ bản trong OpenCV

- Chuyển đổi không gian màu của ảnh:

`cvtColor(src, code)`

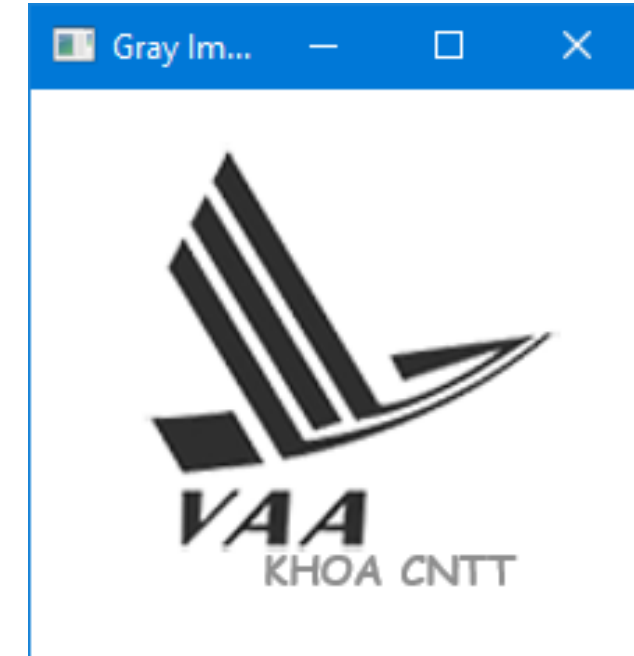
src: Ảnh nguồn

code: Mã chuyển đổi không gian màu

(Ví dụ: Mã xám **`COLOR_BGR2GRAY`**).

Ví dụ: Chuyển ảnh màu sang xám

```
1 import cv2
2
3 # Đọc ảnh màu
4 image = cv2.imread('logo_vaa.png')
5
6 # Chuyển ảnh màu sang ảnh xám
7 gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
8
9 # Hiển thị ảnh xám
10 cv2.imshow( winname: 'Gray Image', gray_image)
11 cv2.waitKey(0)
12 cv2.destroyAllWindows()
```



Yêu cầu về nhà

- ❑ Cài python và IDE (tùy ý); cài thư viện openCV để thực hành các thao tác xử lý ảnh cơ bản
 - ❑ Đọc, show ảnh
 - ❑ Chuyển đổi ảnh màu → ảnh xám