# WorkShop 8 : ImageProcessing

Dr. Ekapol Chuangsuwanich

2110101 ComProg SEC 5

Some part copy from
2110433 Computer Vision

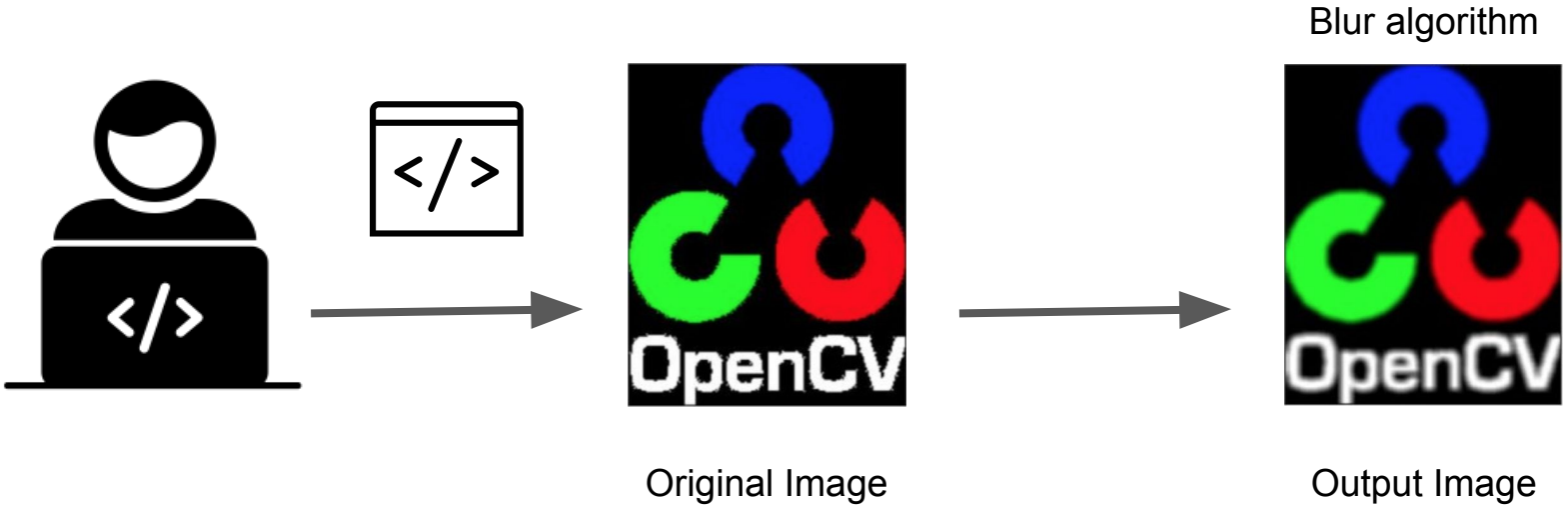
# TODAY

## Our Topics

- Digital Image Processing
- Application
- Machine Vision
- Image Representation
- Image Data
- Picture Element (Pixel)
- Spatial Resolution
- Image Cropping
- Image Scaling
- Colors
- Greyscale
- Image negetive
- Sepia
- Convolution
- Workshop (Find distance)

# Digital Image Processing

**Digital image processing** is the use of computer algorithm to perform image processing on digital images.



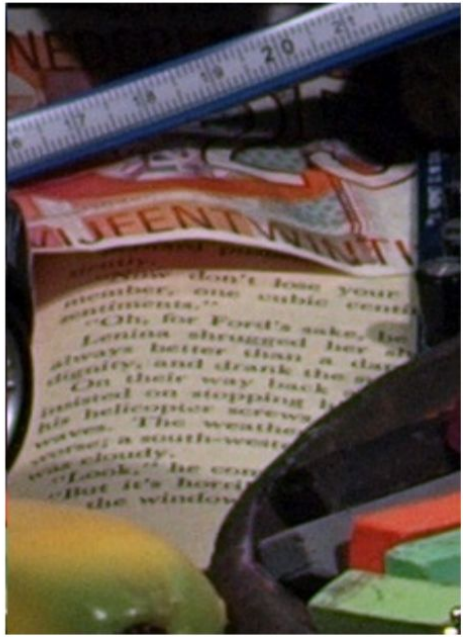
# Digital Image Processing

## Why do we need image processing?

- To enhance pictorial information for human perception.
- To build autonomous vision machines for various applications.
- To make storage and transmission more efficient.

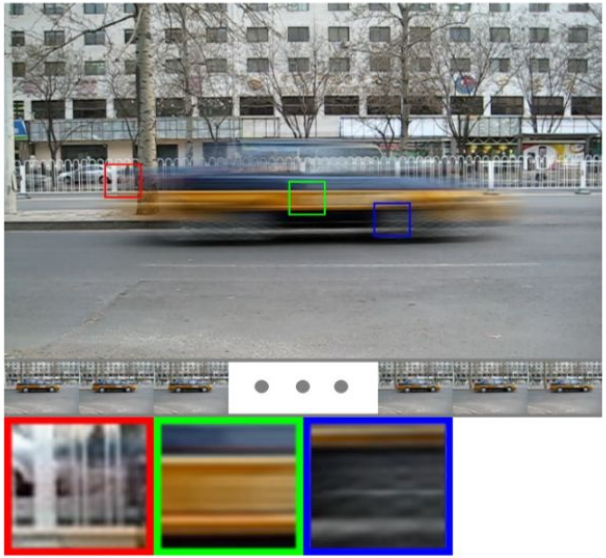
# Application

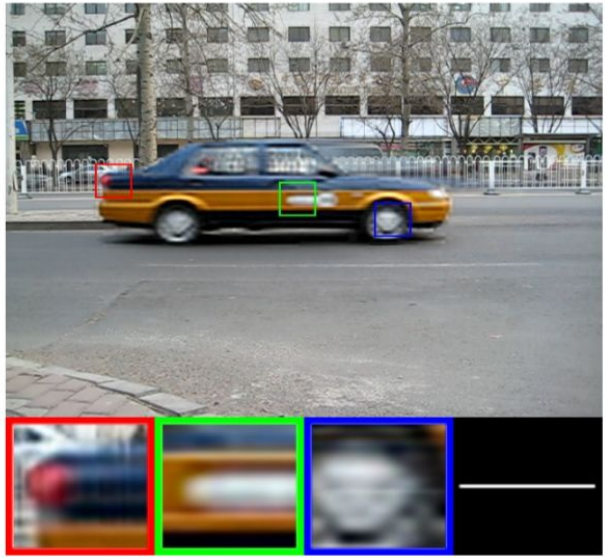
## Image Enhancement



# Application

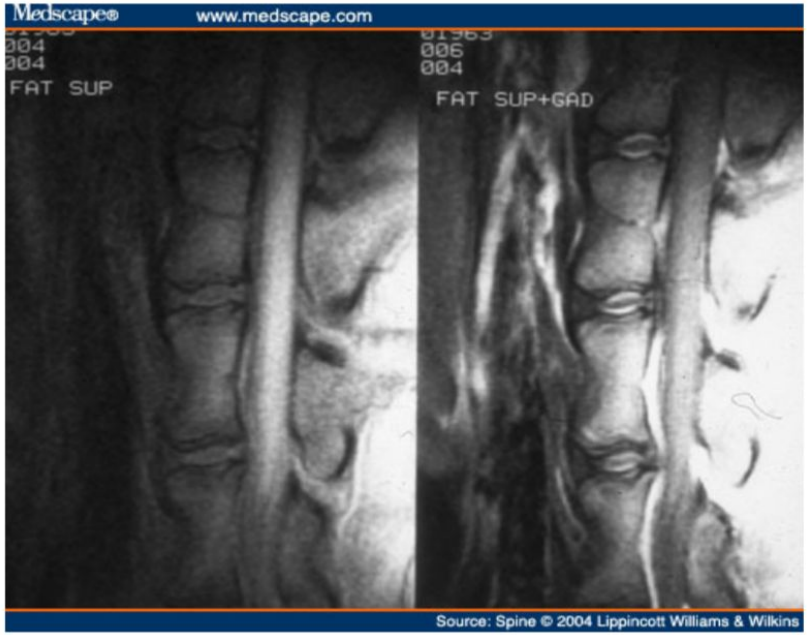
## Motion Deblurring





# Application

## Contrast Enhancement

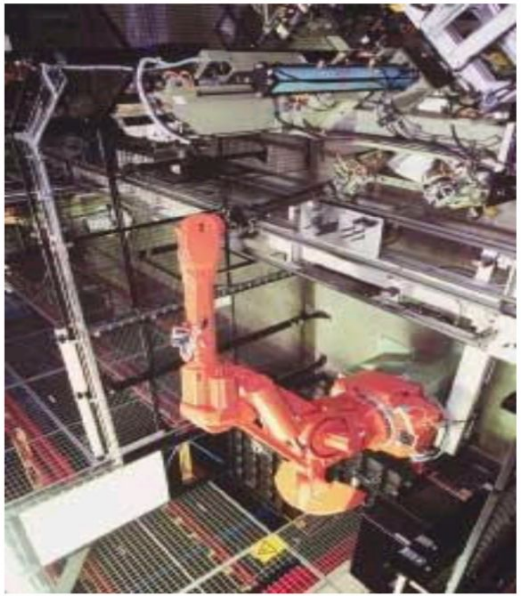


# Application

## Boundary Detection

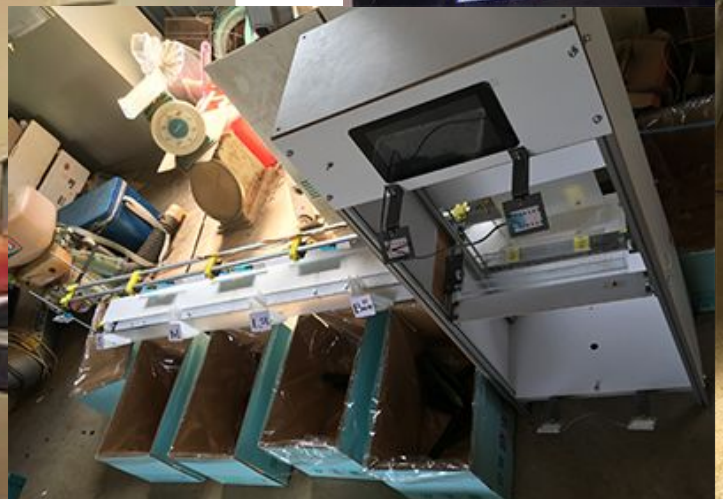
# Machine Vision

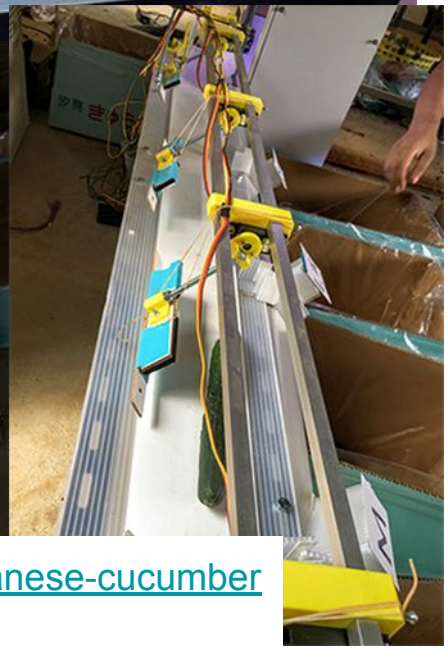
## Vision-guided robots assemble wheel parts



# Machine Vision

## Vision system grades moving food products

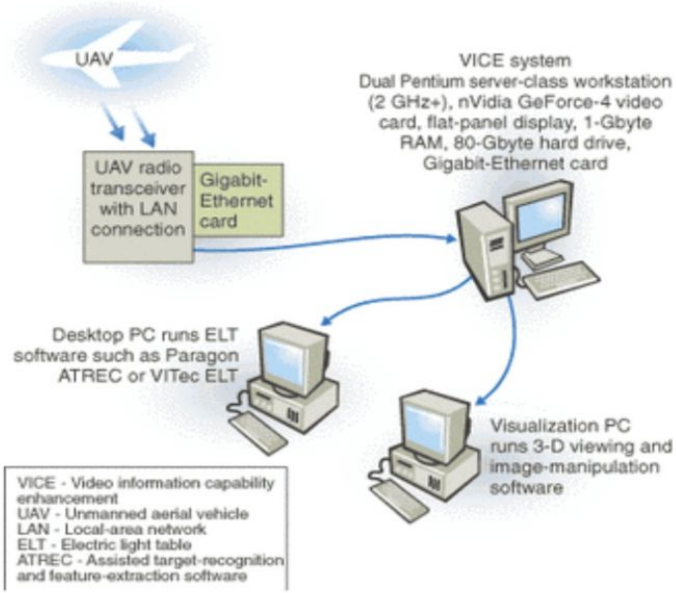





https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/how-a-japanese-cucumber-farmer-is-using-deep-learning-and-tensorflow

# Machine Vision

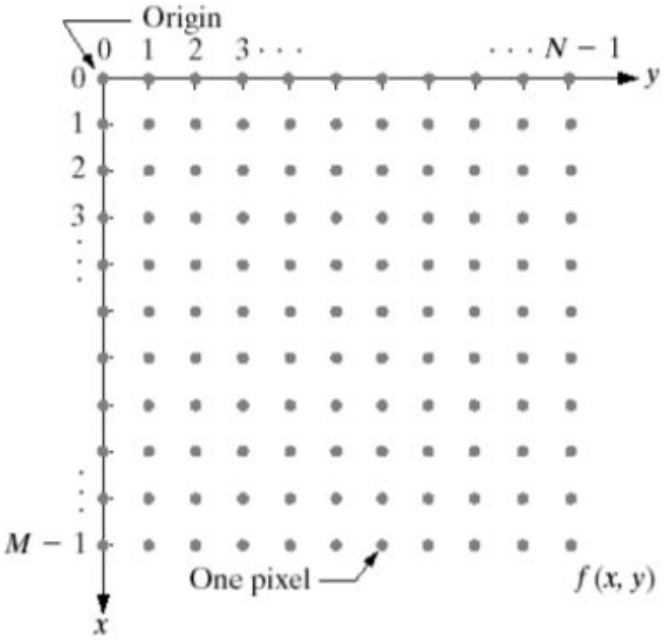
## Airborne imager tracks targets




# Machine Vision

## Smart Vehicles

# Image Representation



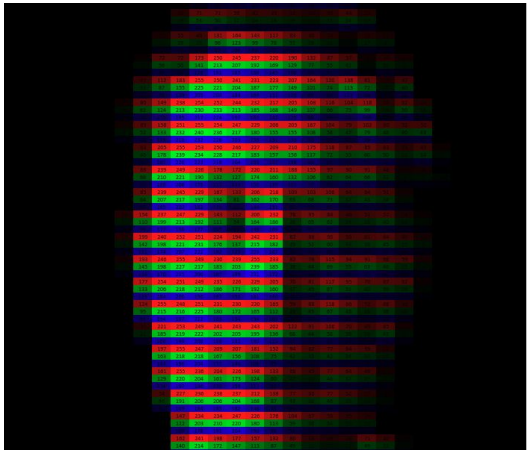

## นิยาม

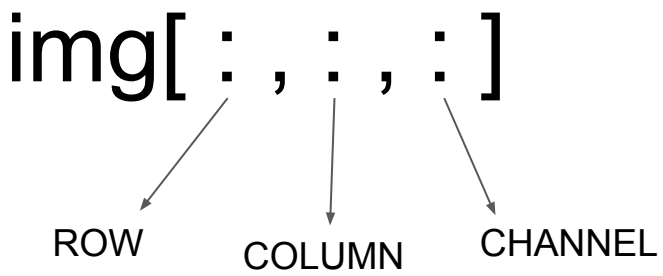
- “ภาพ” (Image) : ฟังก์ชันสองมิติ f(x,y) โดยที่
  - x และ y เป็นพิกัดเชิงพื้นที่ (spatial cooordinates)
  - ขนาดของฟังก์ชัน f คือ “ความเข้มของจุดภาพ” (intensity) หรือ gray level ของจุด x,y นี้

- “ภาพดิจิทัล” (Digital Image) : x,y,f are finite and discrete

# Image Data

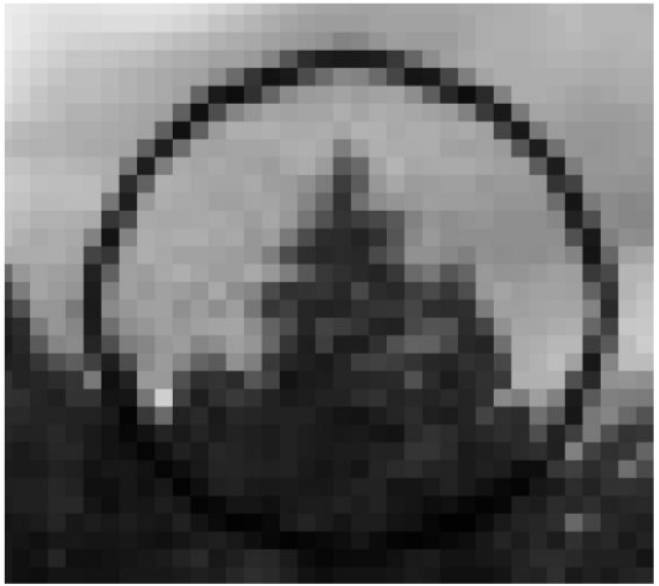
หากต้องการนำข้อมูลประเภท “ภาพ” มาใช้ในการประมวลผล
ข้อมูลภาพจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของ numpy array






โดยทั่วไปค่าของสีในแต่ละ pixels จะถูกเก็บเป็นจำนวนเต็ม
ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 255

# Picture Element (Pixel)

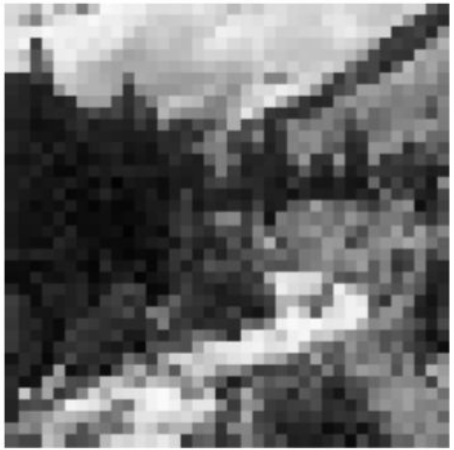


# Spatial Resolution

- **A measure of the smallest discernible detail in an image**

192x192

96x96



38x38

# Image Cropping

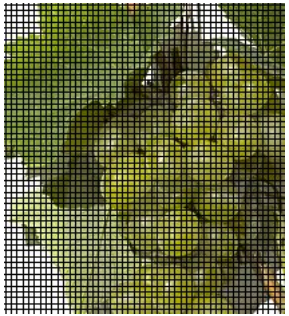
บน ล่าง ซ้าย ขวา

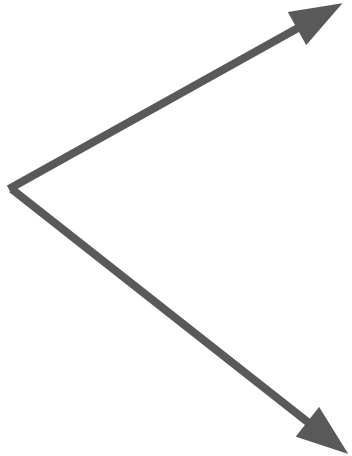
```
img[10:230,30:1200, :]
```

เราสามารถเลือก Crop ภาพได้ตามที่ต้องการ

โดยกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ Row และ Column

# Image Scaling

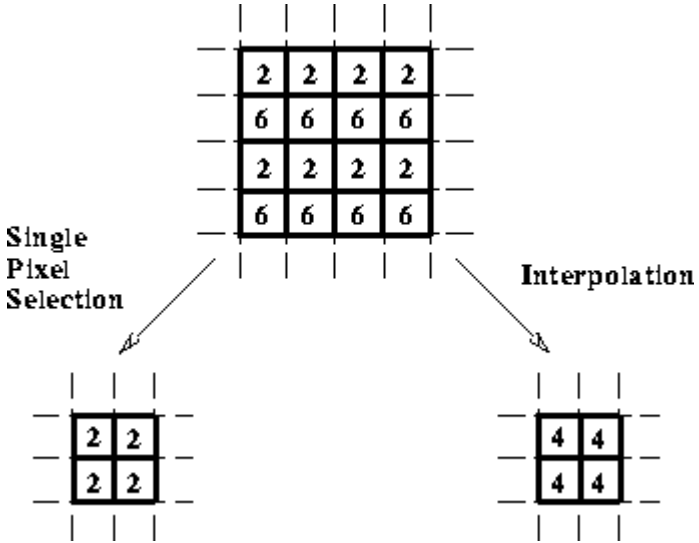




Scale Up 200%

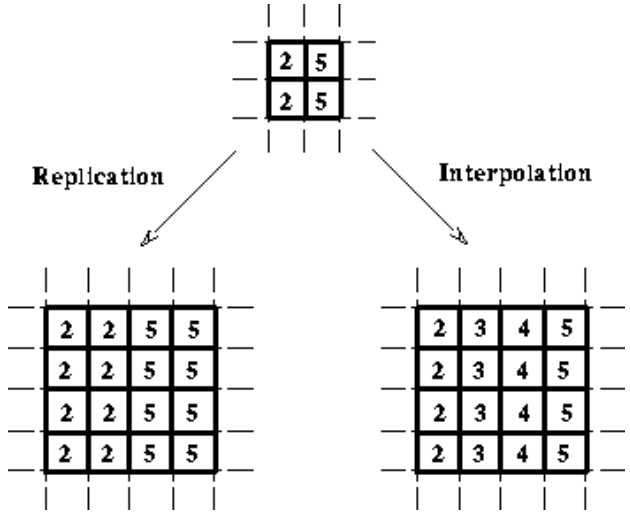
Scale down 50%

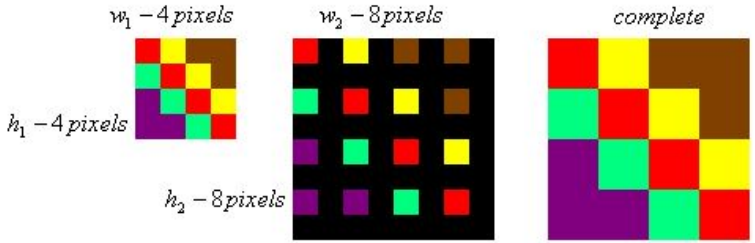
# Scale-Down




In workshop we will use Interpolation algorithm by convolve2d.

# Scale-Up




In work shop we will use Replication

# Colors

- Our vision and action are influenced by an abundance of geometry and color information.
  - Traffic light
  - Search for a car in the parking lot.
- In the past, color image processing was limited, it has gained importance in recent years.

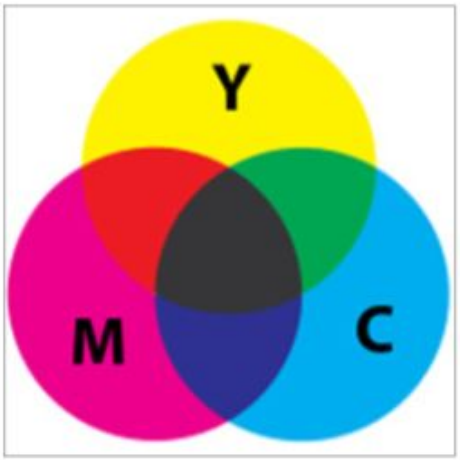
# Colors Perception

- Color perception depends on both
  - the physics of light
  - complex processing by the eye-brain to integrate stimulus' properties with experience

Pictures from Shapiro and Stockman's book

# Colors Systems


Additive Color Mixture




Subtractive Color Mixture

# Colors Image

ภาพสีทั่วไปจะเกิดจากการผสมสีระหว่าง R(แดง) G(เขียว) และ B(น้ำเงิน)

ในค่าที่แตกต่างกันจนเกิดเป็นภาพ

img[ : , : , : ]

0 หมายถึง สีแดง

1 หมายถึง สีเขียว

2 หมายถึง สีน้ำเงิน

# Greyscale

นอกจากภาพสีแล้วก็ยังมีภาพขาวดำ ซึ่งมีลักษณะการเก็บข้อมูลคล้ายๆ ภาพสี กล่าวคือเป็น Numpy array เหมือนกัน
เพียงแต่ Channel สีทีเพียงแค่ช่องเดียว เรียกว่าภาพ Greyscale

สำหรับค่าสีของภาพ Greyscale

0 คือ สีขาว

1 - 254 คือ สีเทาไล่ระดับตามความเข้ม

255 คือ สีดำ

เรามักจะเปลี่ยนเลข 0-255 (int) ให้กลายเป็น 0-1 (float) ก่อนคำนวณต่อ

# Greyscale

การแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำด้วยวิธีการเฉลี่ยสี

เป็นการแปลงภาพสีที่มี 3 channel ให้เหลือเพียง 1 channel

$$Gray[i] = ( R[i] + G[i] + B[i] ) / 3$$

# Greyscale

การแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำด้วย
วิธีการคูณด้วยค่าคงที่เฉพาะตัว

การแปลงภาพสีเป็นภาพขาว-ดำด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าสี
เป็นวิธีที่อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของสีที่แสดงผลได้
(อาจไม่มีเห็นความแตกต่างมากนัก)

วิธีที่ทำให้ได้ค่าสีที่ตรงคือการคูณด้วยค่าคงที่แล้วหาผลรวม

**weights = [0.2989, 0.5870, 0.1140]**

**R G B**

# Image Negative

- ภาพลบ (negative image) ที่มีสเกลสีเทาอยู่ระหว่างค่า $[0, L-1]$ หาได้โดยใช้ negative transformation function

$$s = L - 1 - r$$

# Sepia

เป็นการ process ภาพให้ภาพธรรมดาของเรา
ให้เป็นภาพสี Sepia ซึ่งทำให้อารมณ์ภาพดูเหมือนภาพเก่าๆ

R' = np.minimum(1.0, 0.393R + 0.769G + 0.189B)

G' = np.minimum(1.0, 0.349R + 0.686G + 0.168B)

B' = np.minimum(1.0, 0.272R + 0.534G + 0.131B)

# Convoluted

## การทำคอนโวลูชัน (convolution)

$$w(x,y) \star f(x,y) = \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} w(s,t) f(x-s, y-t)$$

- โดยที่ $w(x,y)$ คือ ตัวพรางขนาด $m$ x $n$

  $f(x,y)$ คือ ภาพนำเข้า

  $a=(m-1)/2$ และ $b=(n-1)/2$

# Convoluted

## ตัวพราง ( Mask / Kernel )

- A mask is a set of pixel positions and corresponding values called weights.
- Each mask has an origin.

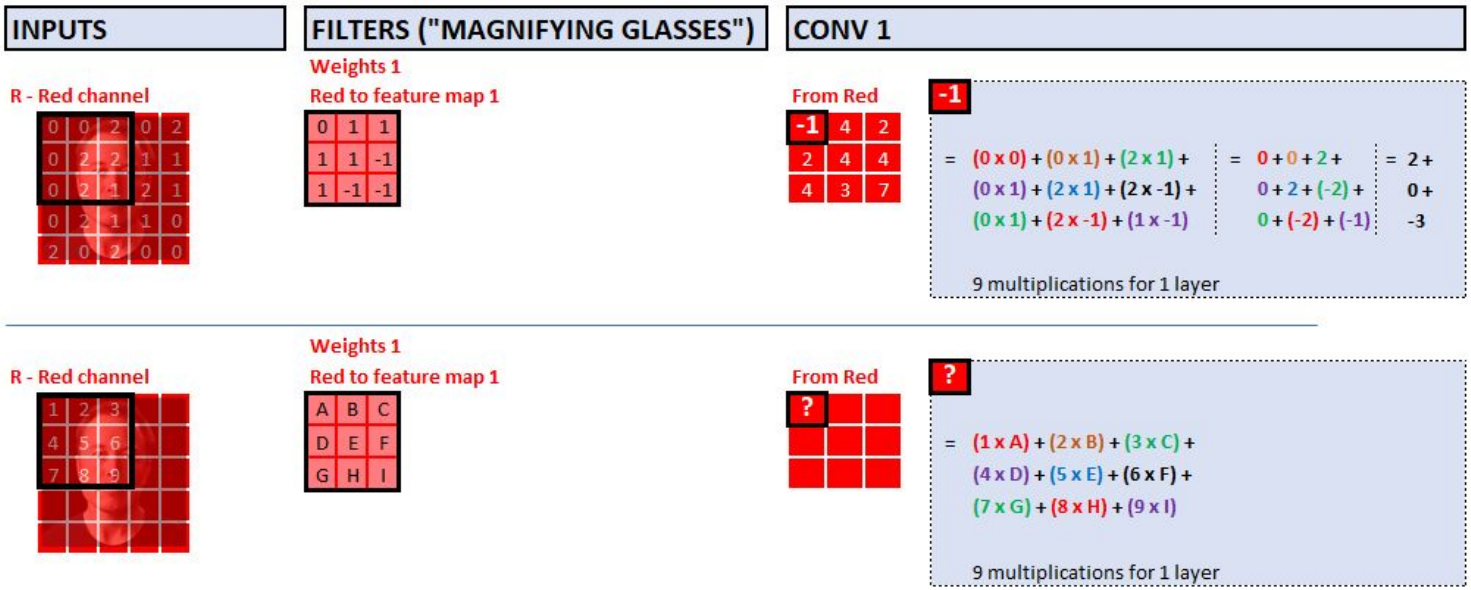
| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | **1** | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | **4** | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

| |
|---|
| **1** |
| 1 |
| 1 |

- Applying a mask on a $M \times N$ image ($\boldsymbol{I}$) yields a $M \times N$ output image ($\boldsymbol{J}$).

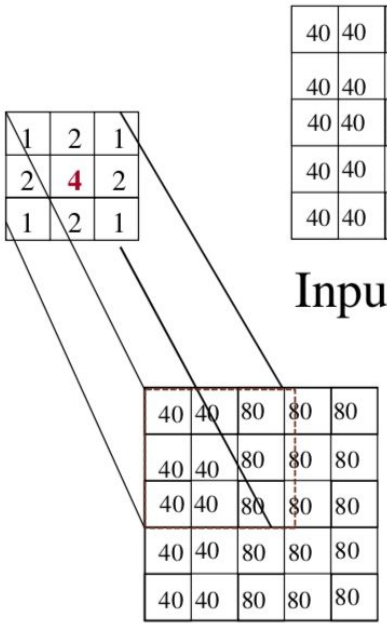
# Convoluted


INPUTS
FILTERS ("MAGNIFYING GLASSES")
CONV 1
Weights 1
R - Red channel
Red to feature map 1
From Red
-1
= (0 x 0) + (0 x 1) + (2 x 1) + (0 x 1) + (2 x 1) + (2 x -1) + (0 x 1) + (2 x -1) + (1 x -1)
= 0 + 0 + 2 + 0 + 2 + (-2) + 0 + (-2) + (-1)
= 2 + 0 + -3
9 multiplications for 1 layer
Weights 1
R - Red channel
Red to feature map 1
From Red
?
= (1 x A) + (2 x B) + (3 x C) + (4 x D) + (5 x E) + (6 x F) + (7 x G) + (8 x H) + (9 x I)
9 multiplications for 1 layer

# Applying Masks to Images

| INPUTS |
| --- |
| (Height x Width) x Depth (RGB) |
| (5 x 5) x 3 |
| Stride = # of pixels to move glass |
| Stride = 1 |
| No padding |

*Start*




Input image ***I***

| 1 | 2 | 1 |
| --- | --- | --- |
| 2 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Mask

Apply mask to every pixels, e.g., at I(0,0)

J(0,0) = 40*1 + 40*2 + 80*1 + 40*2 + 40*4 + 80*2 + 40*1 + 40*2 + 80*1 = **800**

| 800 | 1120 | 1280 |
| --- | --- | --- |
| 800 | 1120 | 1280 |
| 800 | 1120 | 1280 |

Temporary image ***J***

R - Red channel

| 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 0 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 0 |

G - Green channel

| 0 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 2 |

B - Blue channel

| 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |

# Applying Masks to Images with padding

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |

Input image ***I***

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Mask

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 80 | 80 | 80 | 80 |

Virtual image

**Create a virtual image by expand top&bottom rows and left&right columns**

Padding can be any value depend on each task.

| INPUTS |
|---|
| (Height x Width) x Depth (RGB) |
| (5 x 5) x 3 |
| Stride = # of pixels to move glass |
| Stride = 1 |
| Zero padding |

*1. Start*

R - Red channel

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

G - Green channel

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

B - Blue channel

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Normalization

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |
| 40 | 40 | 80 | 80 | 80 |

Input image ***I***

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Mask

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 640 | 800 | 1120 | 1280 | 1280 |
| 640 | 800 | 1120 | 1280 | 1280 |
| 640 | 800 | 1120 | 1280 | 1280 |
| 640 | 800 | 1120 | 1280 | 1280 |
| 640 | 800 | 1120 | 1280 | 1280 |

Temporary image

**Normalize the image J by dividing by sum of the weights (16) to obtain J'**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 40 | 50 | 70 | 80 | 80 |
| 40 | 50 | 70 | 80 | 80 |
| 40 | 50 | 70 | 80 | 80 |
| 40 | 50 | 70 | 80 | 80 |
| 40 | 50 | 70 | 80 | 80 |

Normalized Output image ***J'***

# Convoluted Output

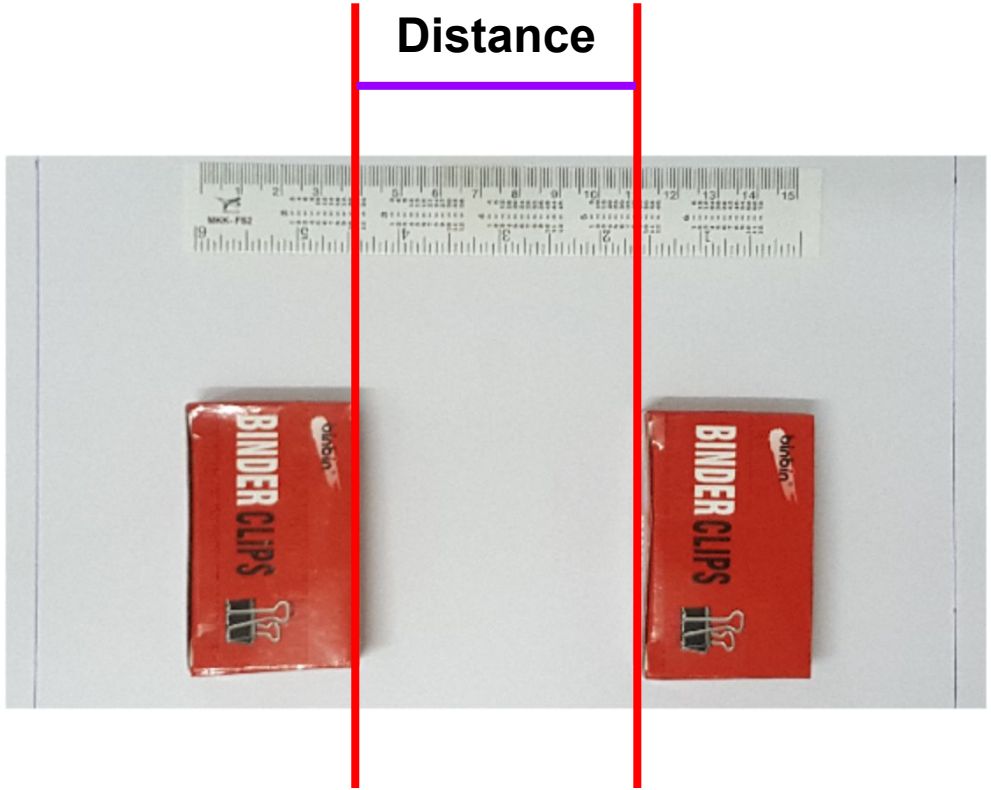
with kernel
[[1/9, 1/9, 1/9],
 [1/9, 1/9, 1/9],
 [1/9, 1/9, 1/9]]

with kernel
[[1,  1, 1],
 [1, -8, 1],
 [1,  1, 1]]

with kernel
[[1,  1, 1],
 [1, -8, 1],
 [1,  1, 1]]
with negative input

# Workshop

## Find Distance : การหาระยะห่างระหว่างกล่อง



# Imshow

imshow เป็น function แสดงภาพ โดยถ้าใส่ numpy array: h x w x c (สูง กว้าง จำนวนสี)

ถ้า c = 1 imshow จะแสดงภาพเป็นขาวดำ

c = 3 จะแสดงภาพเป็นภาพสี

ค่าใน numpy ควรเป็น 0-1 ถ้าเป็น float

หรือ 0-255 ถ้าเป็น int

## matplotlib.pyplot.imshow

**matplotlib.pyplot.imshow**(*X, cmap=None, norm=None, *, aspect=None, interpolation=None, alpha=None, vmin=None, vmax=None, origin=None, extent=None, interpolation_stage=None, filternorm=True, filterrad=4.0, resample=None, url=None, data=None, **kwargs*) [source]

Display data as an image, i.e., on a 2D regular raster.

The input may either be actual RGB(A) data, or 2D scalar data, which will be rendered as a pseudocolor image. For displaying a grayscale image set up the colormapping using the parameters `cmap='gray', vmin=0, vmax=255`.

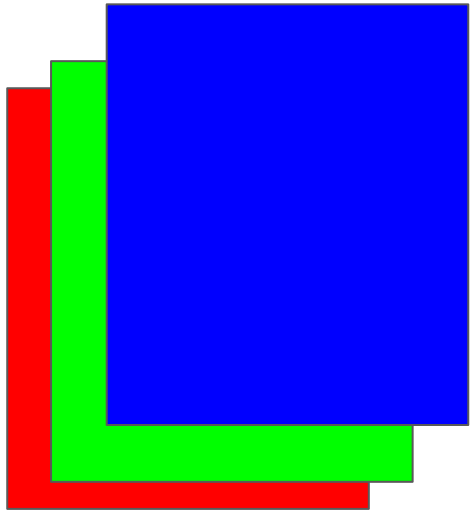
The number of pixels used to render an image is set by the Axes size and the *dpi* of the figure. This can lead to aliasing artifacts when the image is resampled because the displayed image size will usually not match the size of *X* (see Image antialiasing). The resampling can be controlled via the *interpolation* parameter and/or `rcParams["image.interpolation"]` (default: `'antialiased'`).

**Parameters:** **X** : *array-like or PIL image*

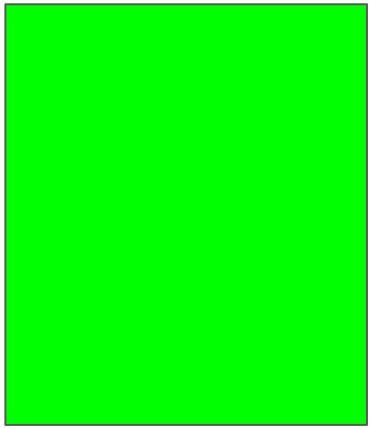
The image data. Supported array shapes are:

- (M, N): an image with scalar data. The values are mapped to colors using normalization and a colormap. See parameters *norm*, *cmap*, *vmin*, *vmax*.
- (M, N, 3): an image with RGB values (0-1 float or 0-255 int).
- (M, N, 4): an image with RGBA values (0-1 float or 0-255 int), i.e. including transparency.

The first two dimensions (M, N) define the rows and columns of the image.



img[:,:,1] ->>>



imshow มองเป็นขาวดำ

imshow มองภาพสี