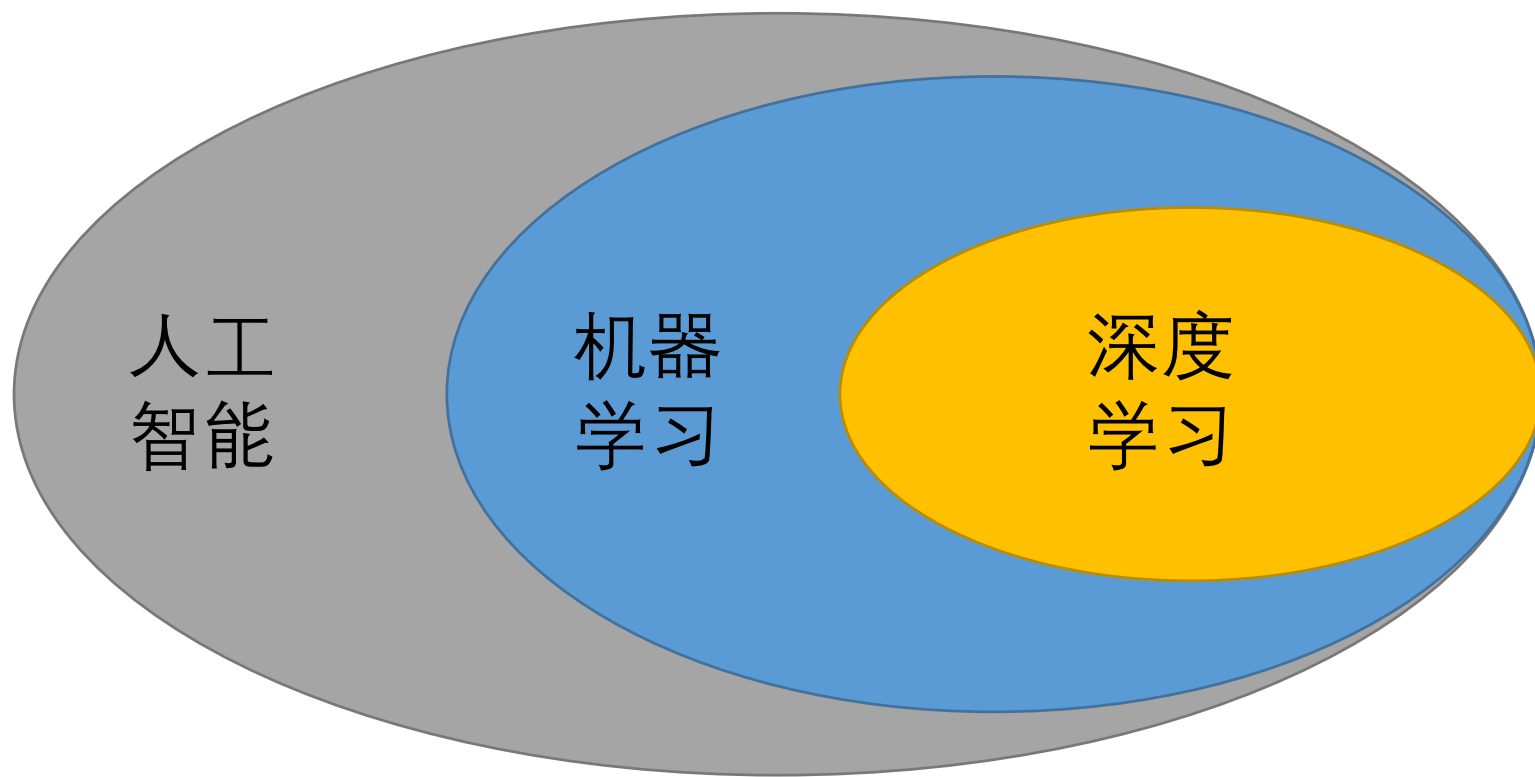
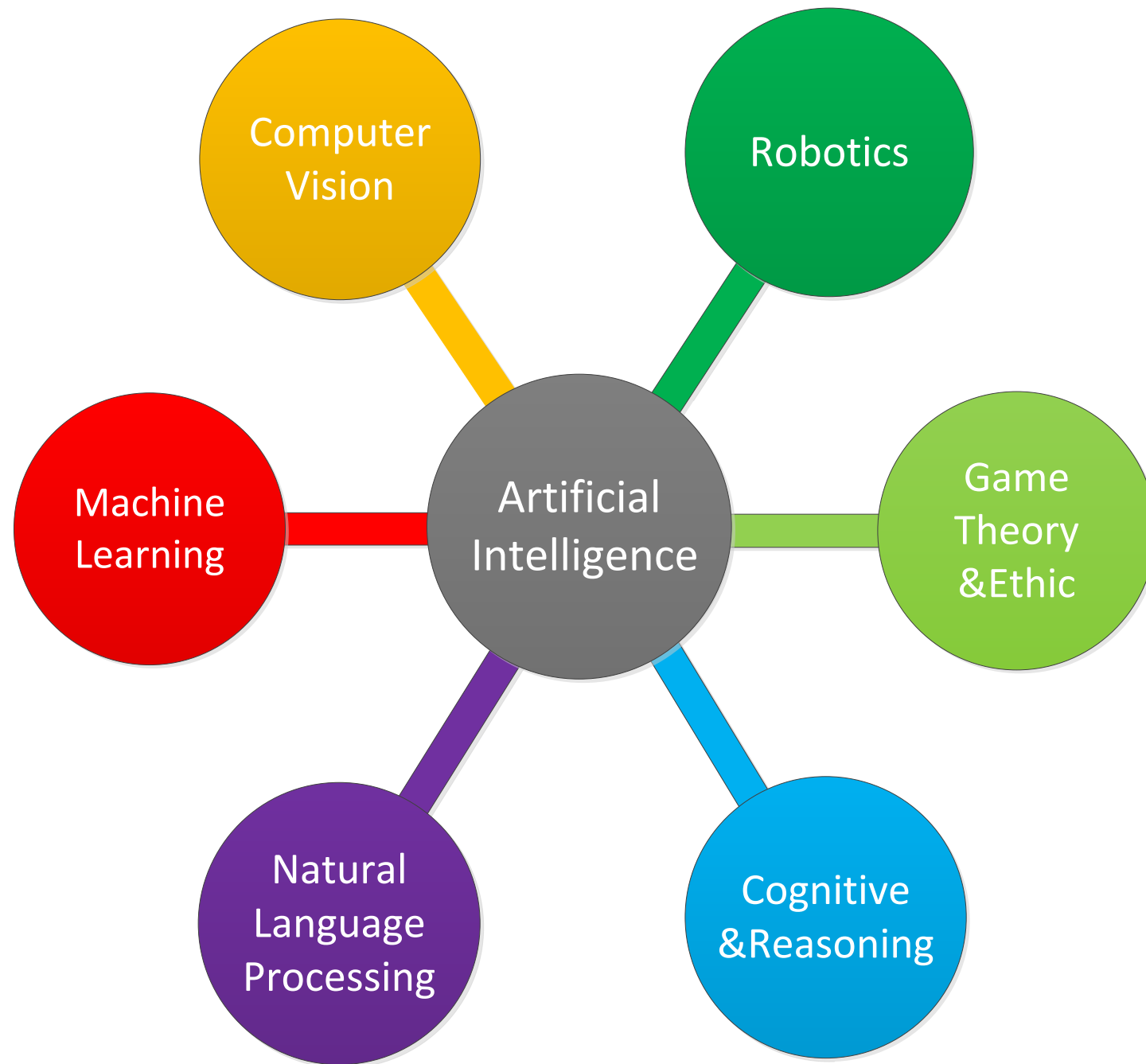


上一节课回顾

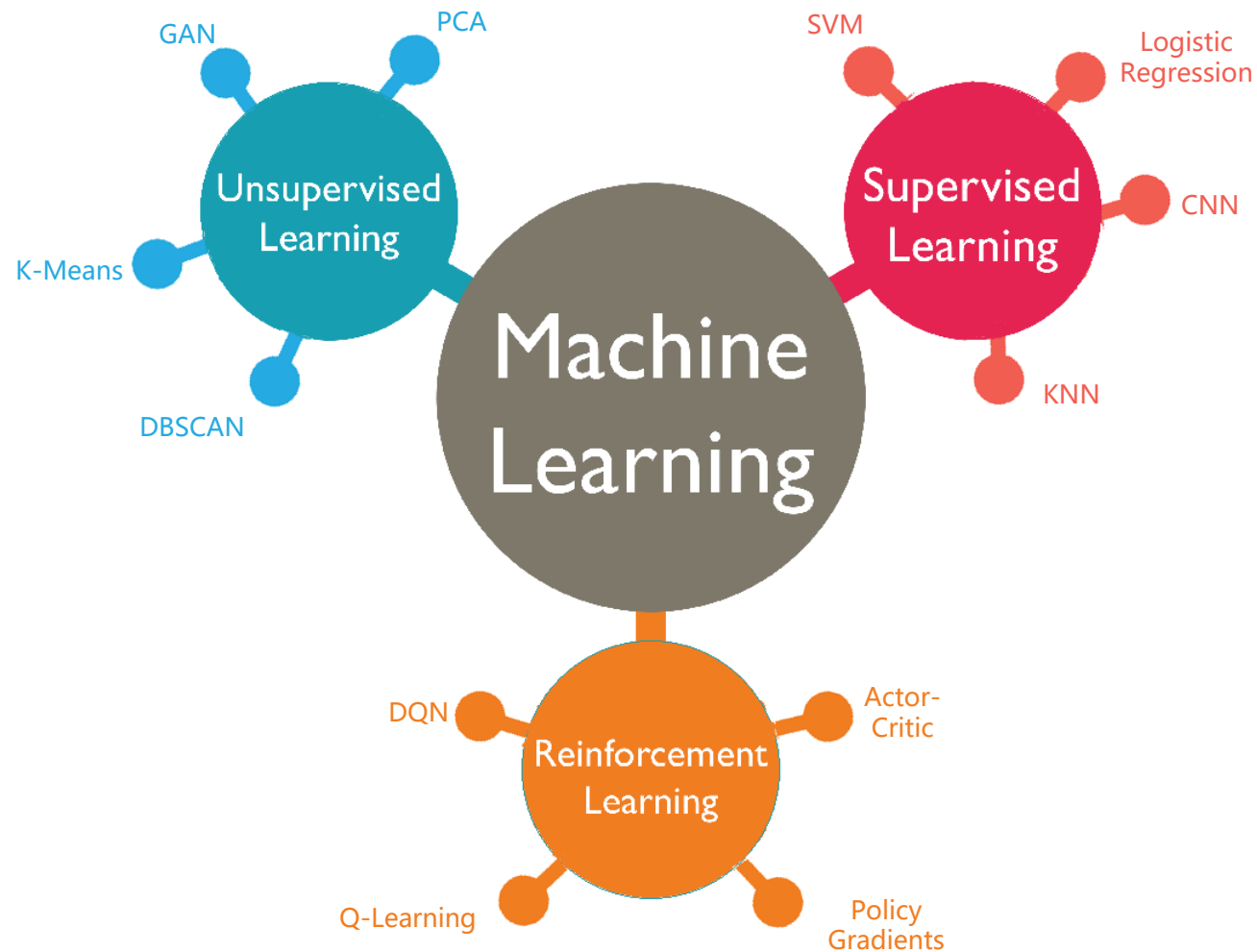
- 人工智能、机器学习和深度学习



人工智能 学科组成

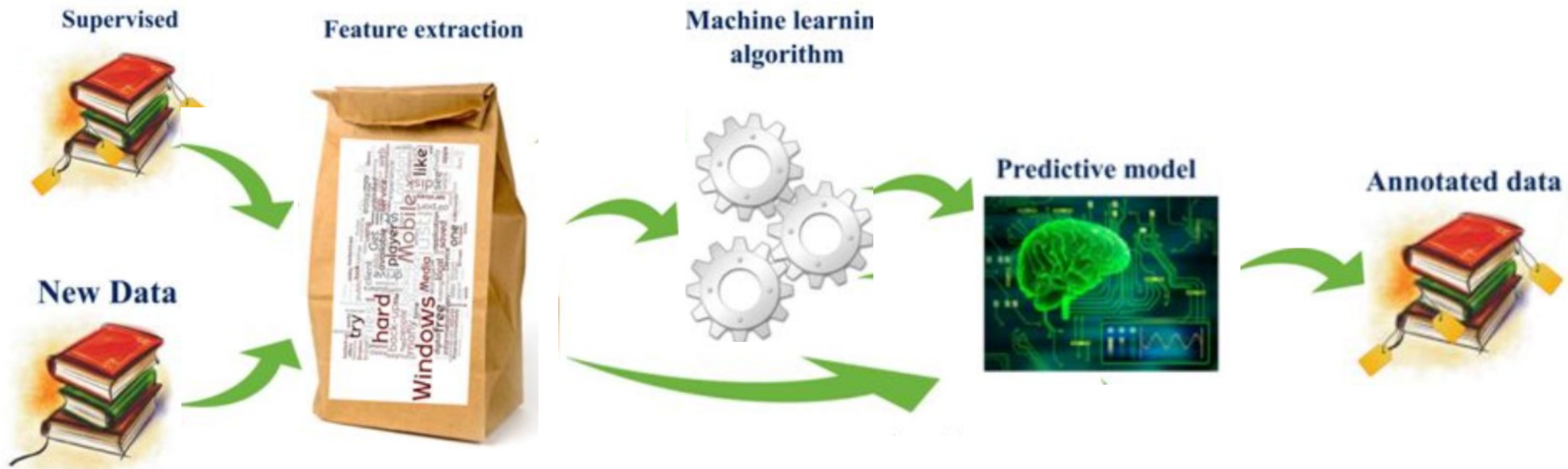


机器学习



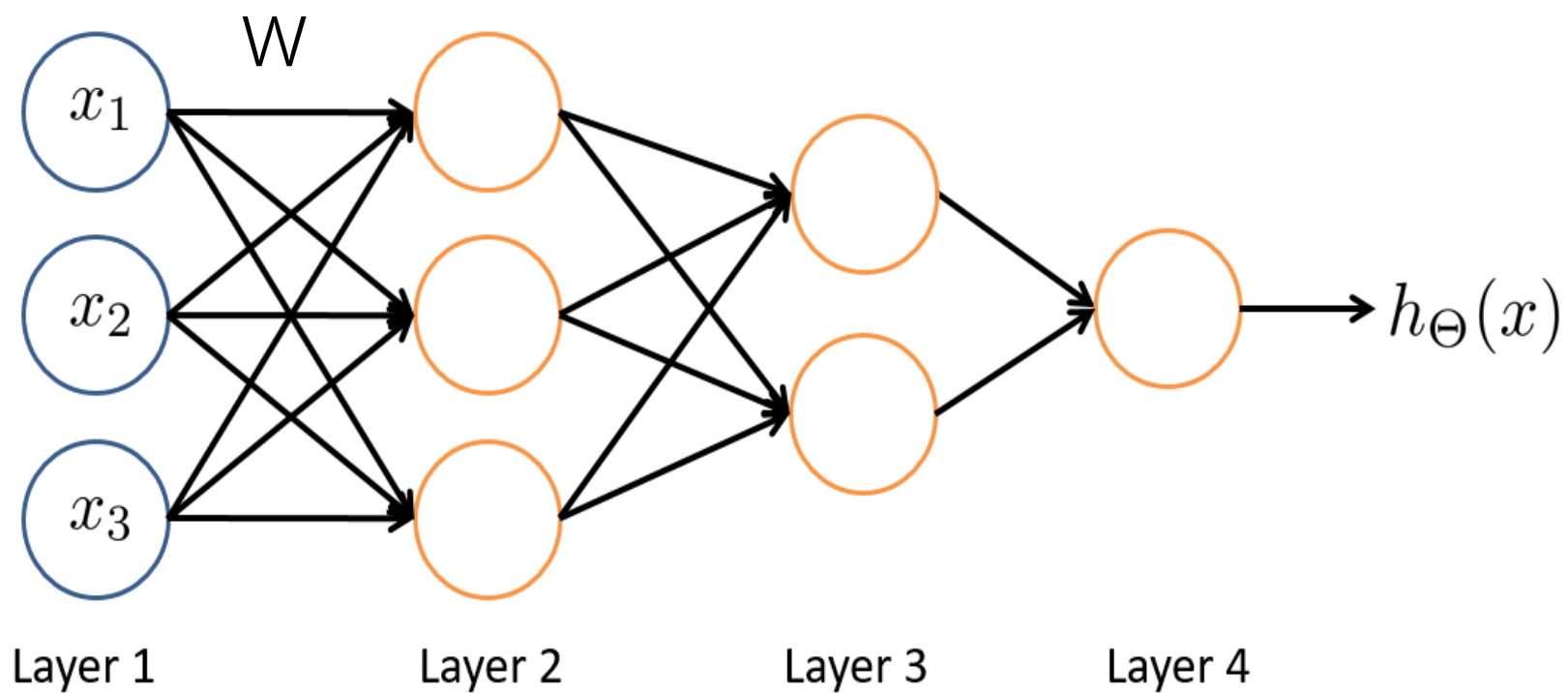
按方法
划分

机器学习流程



监督学习的流程

神经网络

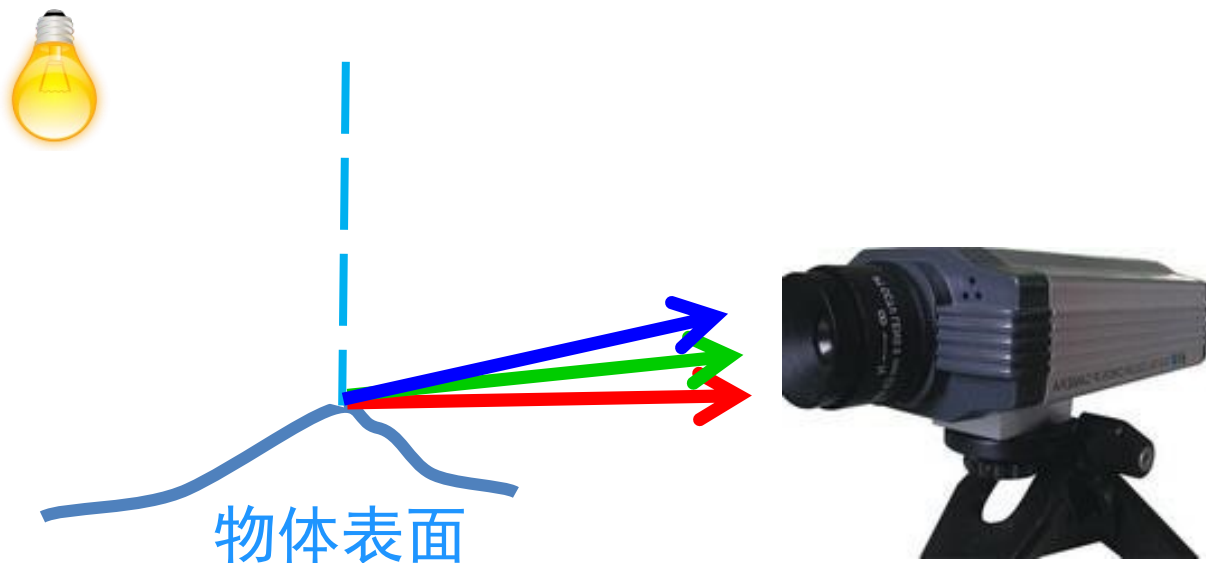


深度学习及应用

一番外篇之数字图像处理

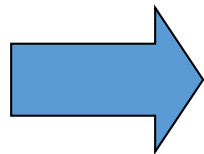
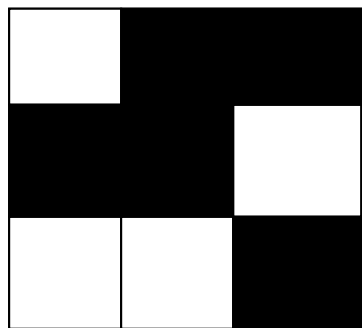
1. 数字图像 (digital image)

- 相机或摄像机输出的是什么？
 - 图像/视频：空间中某物体表面点反射或发射的不同波长光的强度
 - 物体表面不同材质对不同波长的光有不同的反射率



□ 黑白图像（二值图像）

是指图像的每个像素只能是黑或者白，没有中间的过渡，故又称为二值图像。二值图像的像素值为0、1。



$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

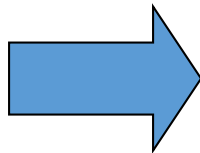
黑白图像 →



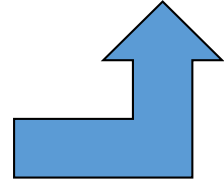
□ 灰度图像

灰度图像是指各像素信息由一个量化的灰度级来描述的图像，没有彩色信息。

灰度取值范围为(0~255)，**“0”**表示**纯黑色**，**“255”**表示**纯白色**，中间的数字表示黑白之间的过渡色。



$$I = \begin{bmatrix} 0 & 150 & 200 \\ 120 & 50 & 180 \\ 250 & 220 & 100 \end{bmatrix}$$



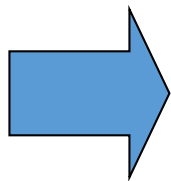
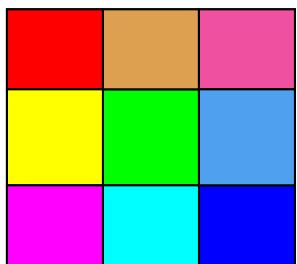
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 130 | 146 | 133 | 95 | 71 | 71 | 62 | 78 |
| 1 | 130 | 146 | 133 | 92 | 62 | 71 | 62 | 71 |
| 2 | 139 | 146 | 146 | 120 | 62 | 55 | 55 | 55 |
| 3 | 139 | 139 | 139 | 146 | 117 | 112 | 117 | 110 |
| 4 | 139 | 139 | 139 | 139 | 139 | 139 | 139 | 139 |
| 5 | 146 | 142 | 139 | 139 | 139 | 143 | 125 | 139 |
| 6 | 156 | 159 | 159 | 159 | 159 | 146 | 159 | 159 |
| 7 | 168 | 159 | 156 | 159 | 159 | 159 | 139 | 159 |

灰度图像



□ 彩色图像

彩色图像是指每个像素由R (red)、G (green)、B (blue) 分量构成的图像，其中R、G、B是由不同的灰度级来描述的



$$R = \begin{bmatrix} 255 & 240 & 240 \\ 255 & 0 & 80 \\ 255 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 0 & 160 & 80 \\ 255 & 255 & 160 \\ 0 & 255 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 80 & 160 \\ 0 & 0 & 240 \\ 255 & 255 & 255 \end{bmatrix}$$

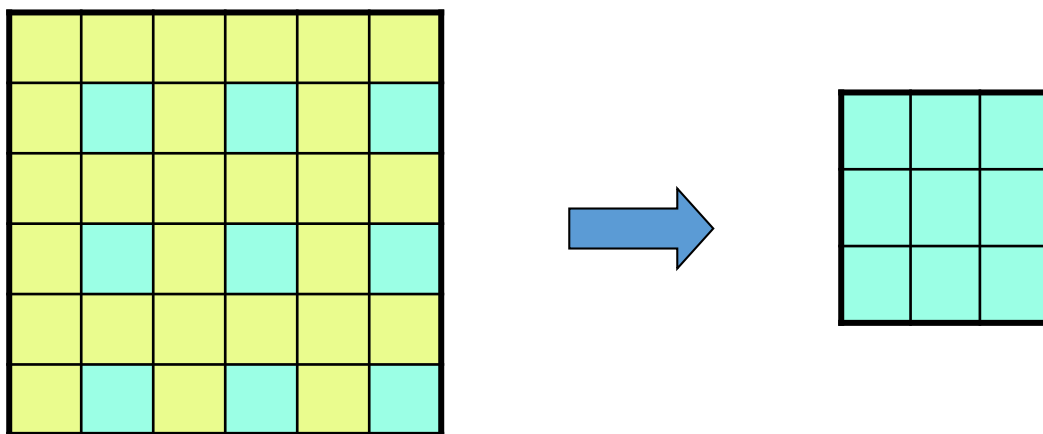
彩色图像



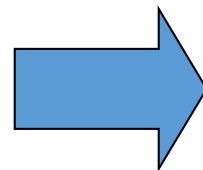
2. 数字图像采样 (image sampling)

a. 图像按比例缩小 (下采样) :

最简单的是减小一半, 这样只需取原图的偶 (奇) 数行和偶 (奇) 数列构成新的图像。

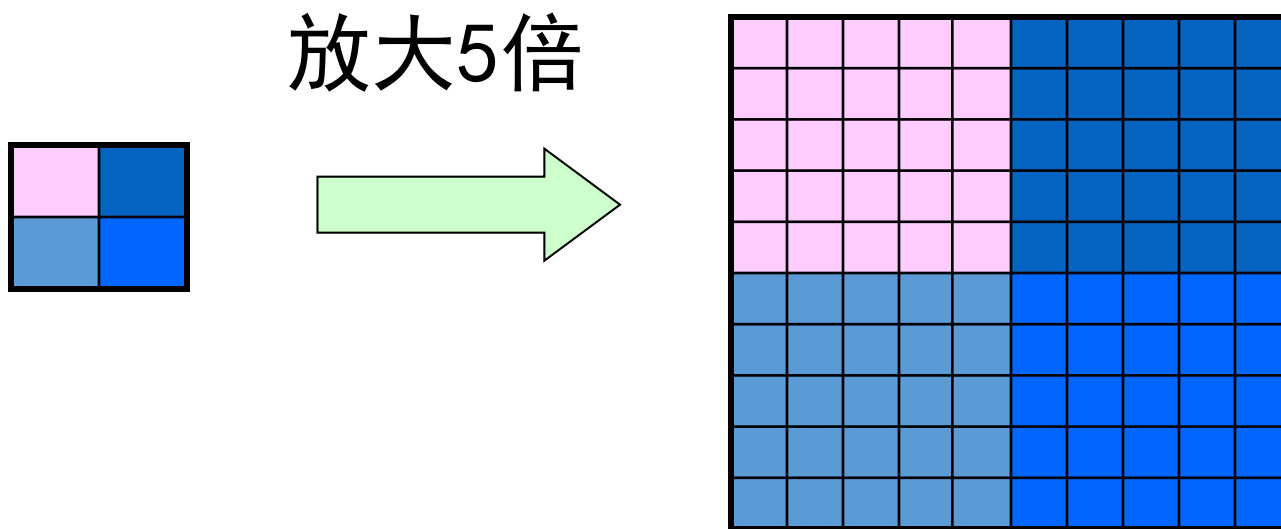


图像的减半缩小效果

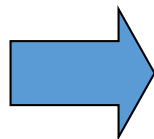


b. 按比例放大图像（上采样）

如果需要将原图像放大 k 倍，则将一个像素值添在新图像的 $k*k$ 的子块中。



图像的成倍放大效果



3. 数字图像操作（数据扩充 data augmentation）

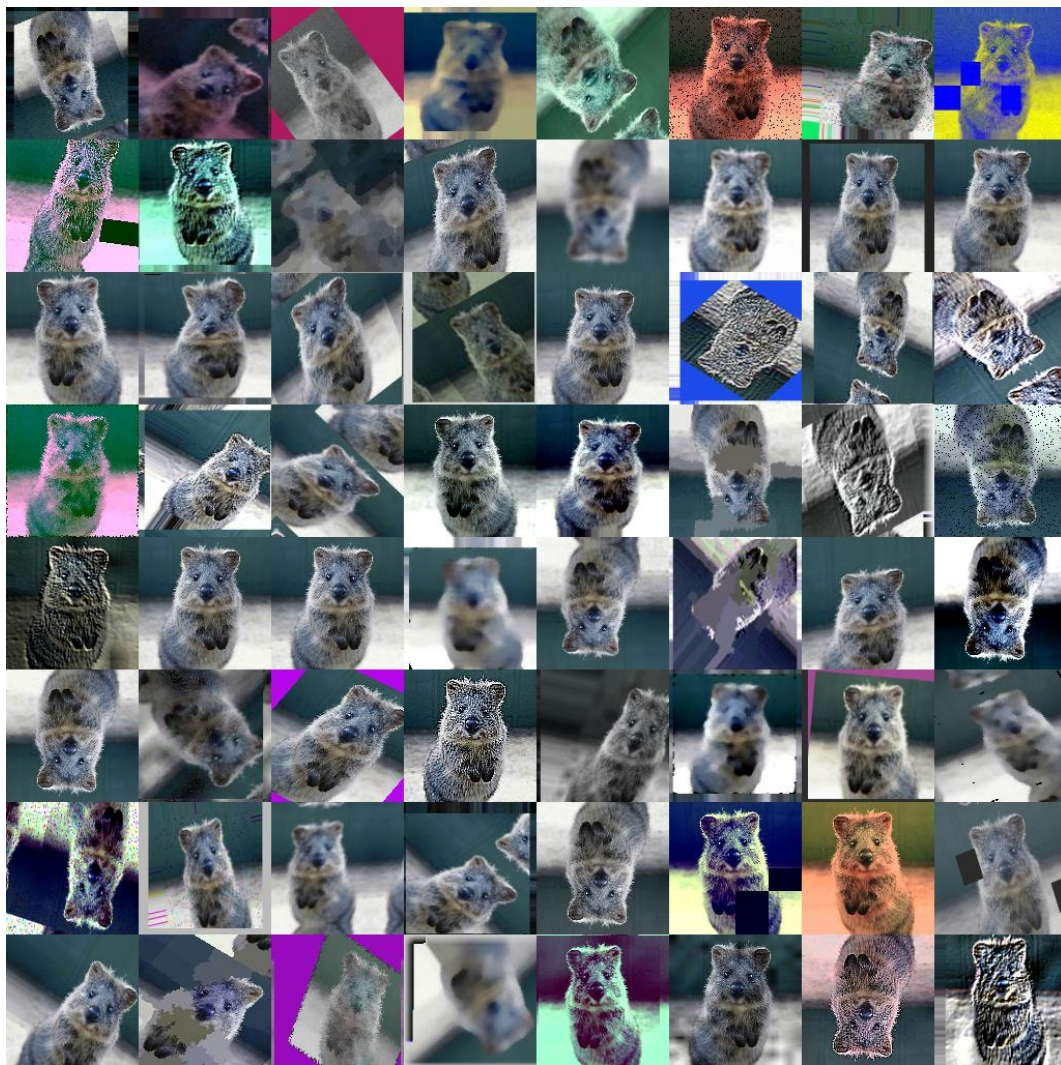
水平镜像的变换结果



图像的垂直镜像

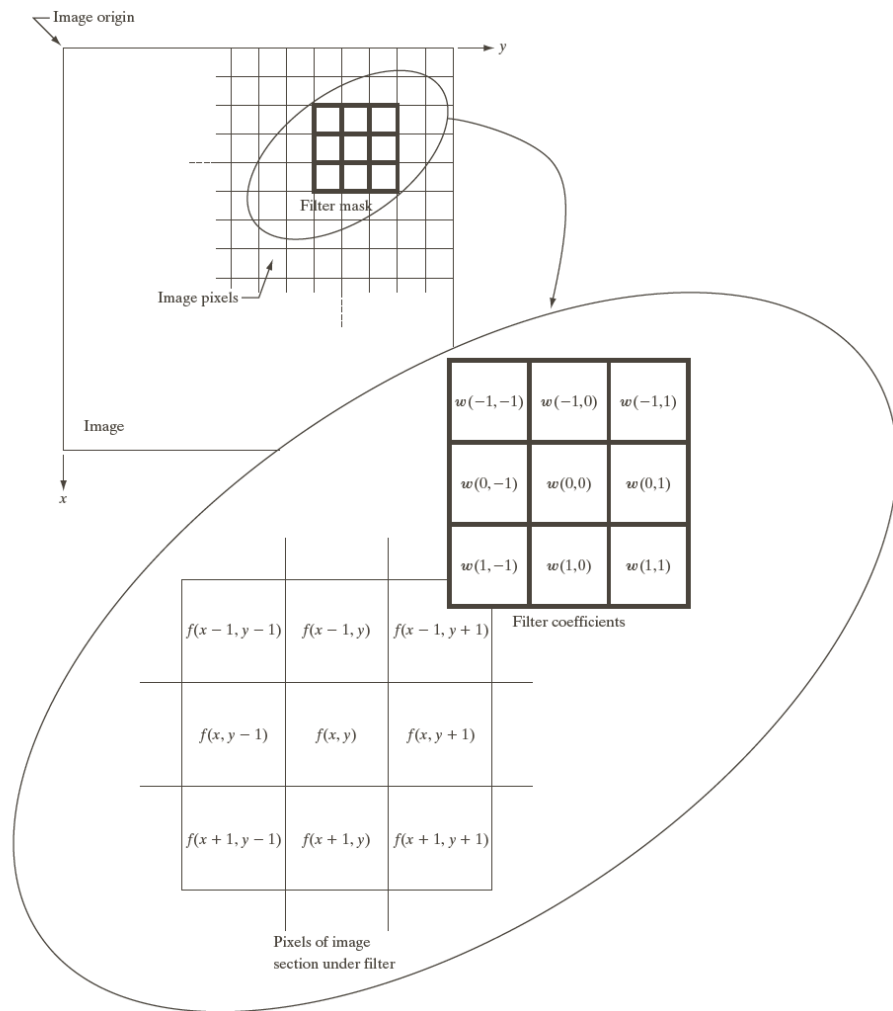


<https://github.com/aleju/imgaug>



k=1

4. 数字图像滤波 (image filtering)



给定一幅图像，尺寸为 $M \times N$

同时给定一个模板 (mask, filter) ,
尺寸为 $m \times n$

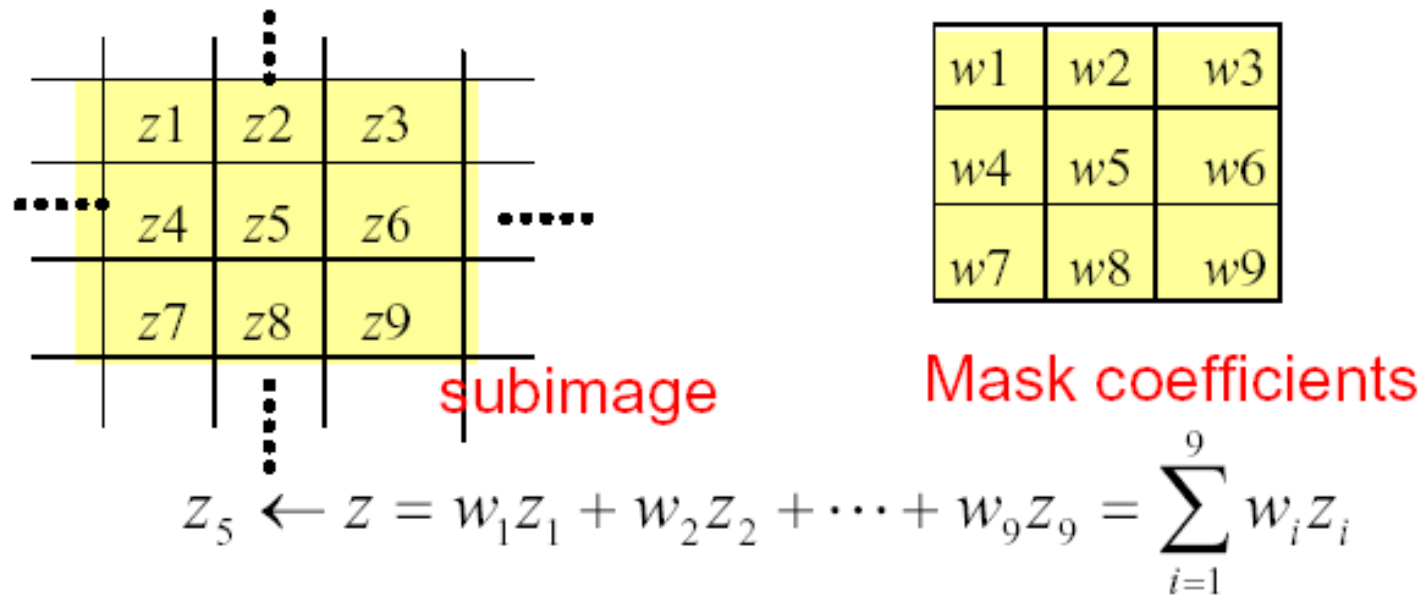
滤波结果由以下公式计算：

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

where $a = (m - 1) / 2$, $b = (n - 1) / 2$

$x = 0, 1, 2, \dots, M - 1$, $y = 0, 1, 2, \dots, N - 1$,

- 给定 3×3 mask ，其系数为： w_1, w_2, \dots, w_9
- Mask覆盖的图像区域中的像素值为： z_1, z_2, \dots, z_9



- z 值为滤波操作后的结果值，将其赋值到原图的 z_5 位置中

Identity function (leaves image alone)



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



Mean (averages neighborhood)

 $\frac{1}{9}$

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |



Shift left by one pixel



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



Sharpen (identity minus mean filter)



$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 17 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

