

# CNN神经网络

Steven Tang

## 主要课程内容

AZ

学习 = 特征提取

什么是特征提取?

图像识别

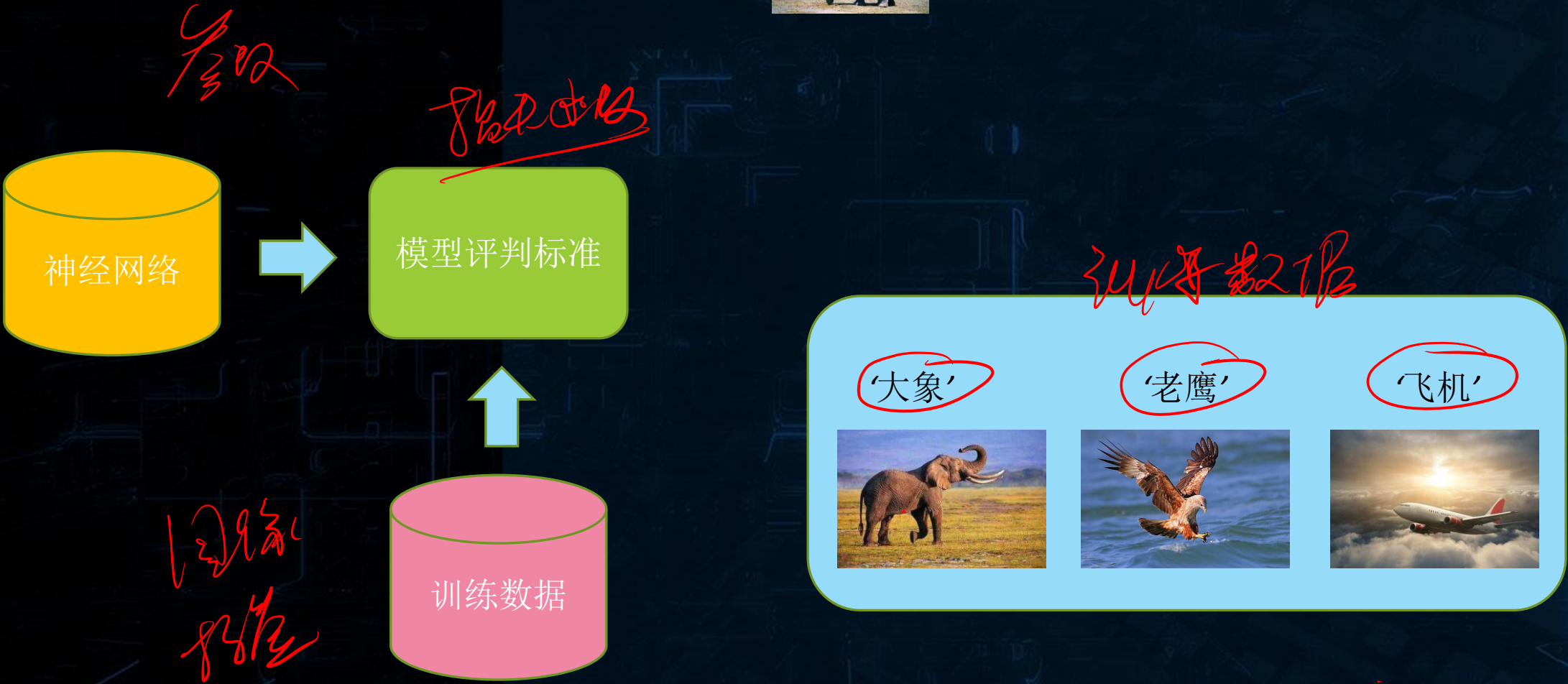
卷积的概念理解

卷积层, 池化层, 全连接层

简单的卷积神经网络框架

整体模型

$f(\text{大象}) = \text{'大象'}$



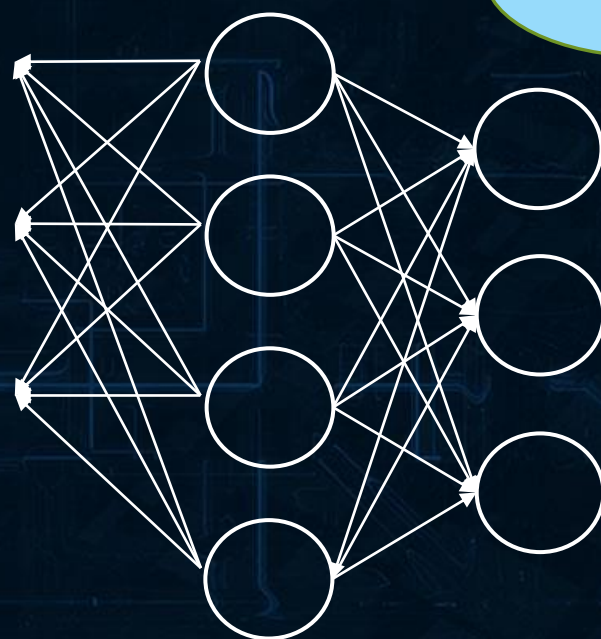
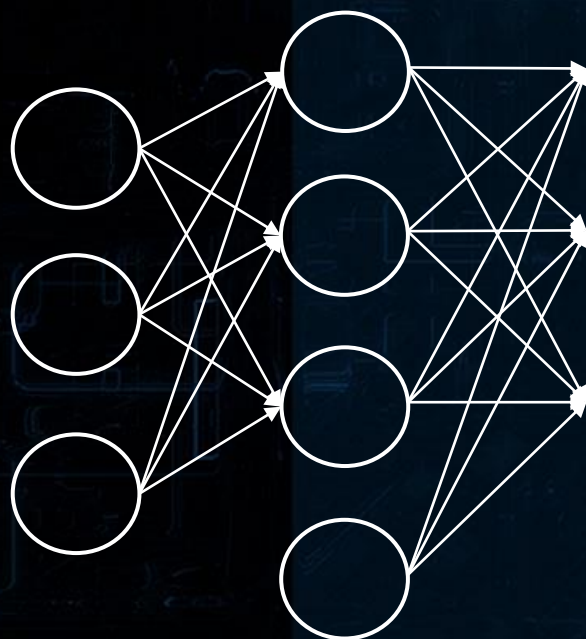


# 传统模型

图像输入



整体特征  
提取



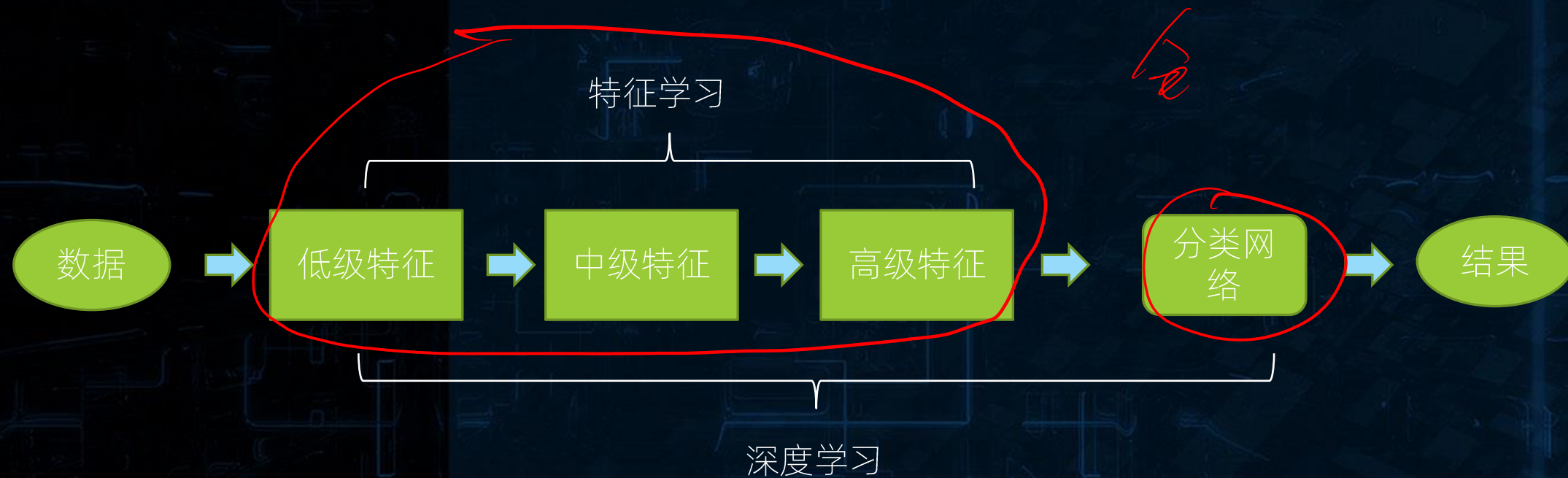
分类为网  
络

‘大象’

老鹰

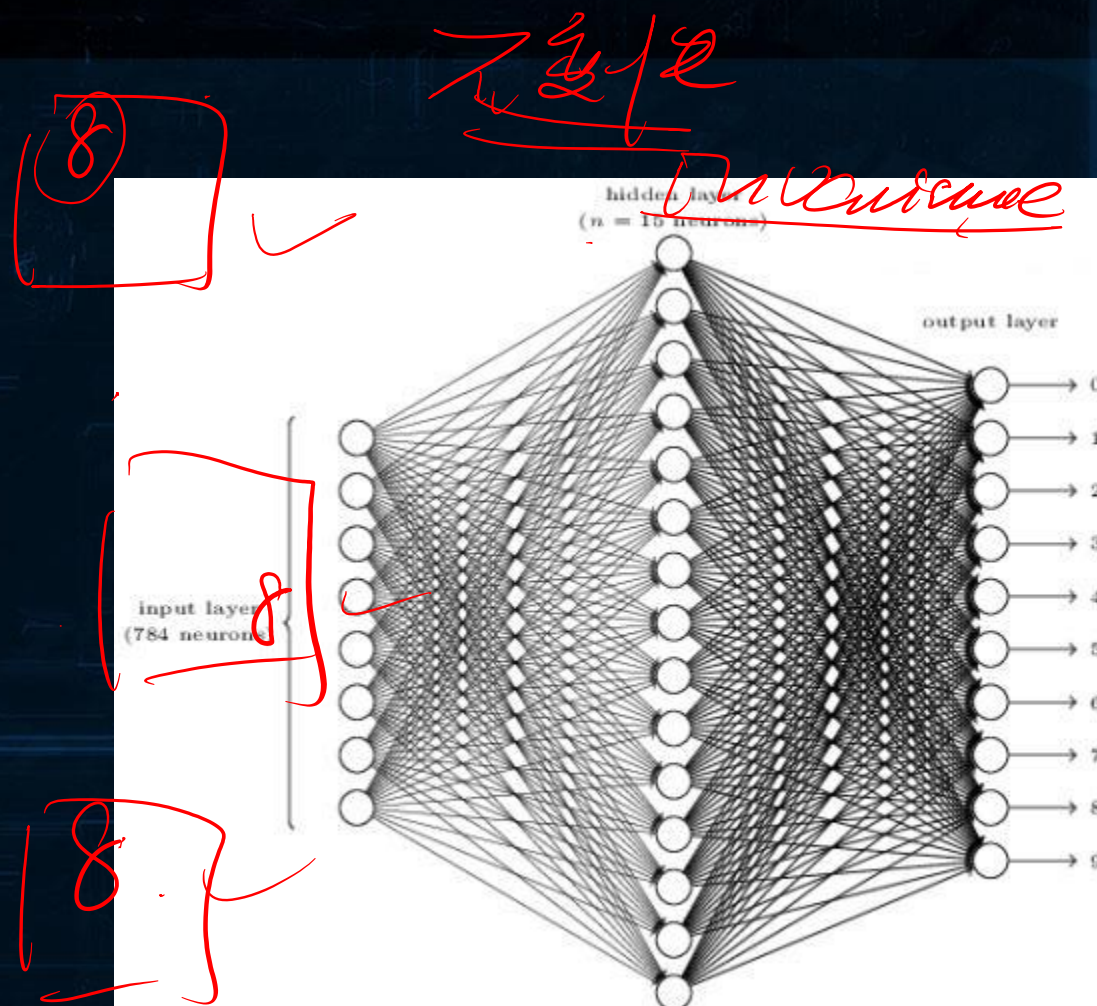
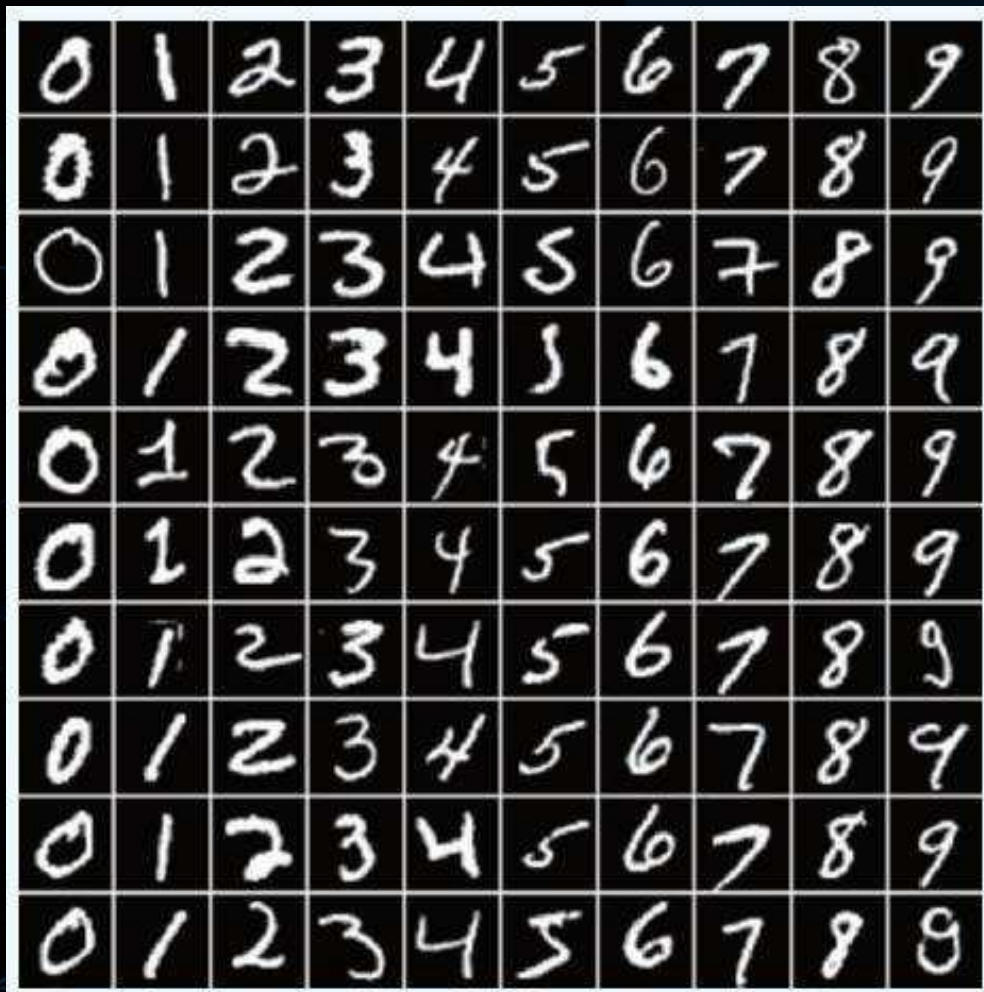
飞机

深度学习=特征学习+浅层学习





## 传统神经网络模型 (MNIST 数据集)



## 一个小测试

$$\underline{6+9=2};$$

$$\underline{10+13=1}$$

$$\underline{8+66=4}$$

$$\underline{3+5=?}$$



另一个测试

将下列六个汉字分为两组

1.中 2.国 3.人 4.口 5.日 6.本



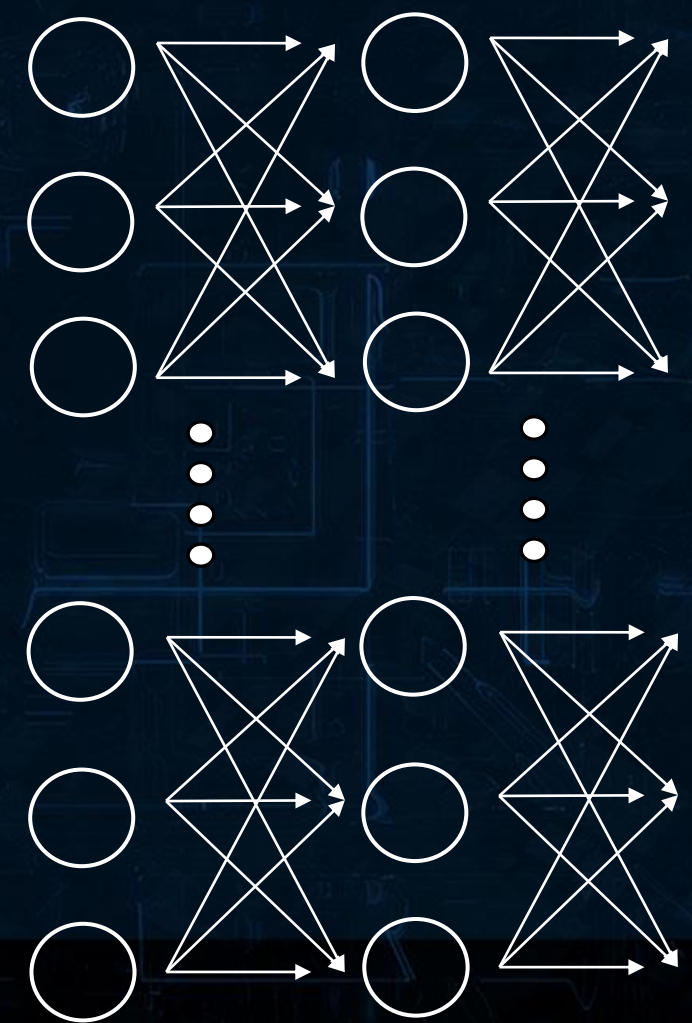
# 传统神经网络进行图像特征检测的问题

100



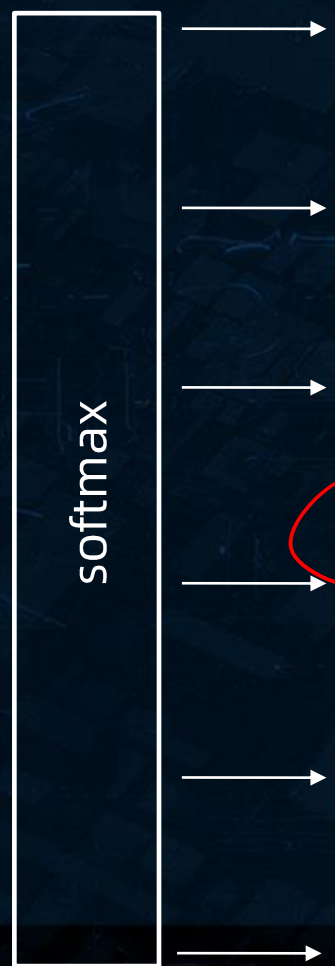
100

100 x 100 x 3 x 1000



3 x 10<sup>7</sup>

层数量      模型规模  
↓

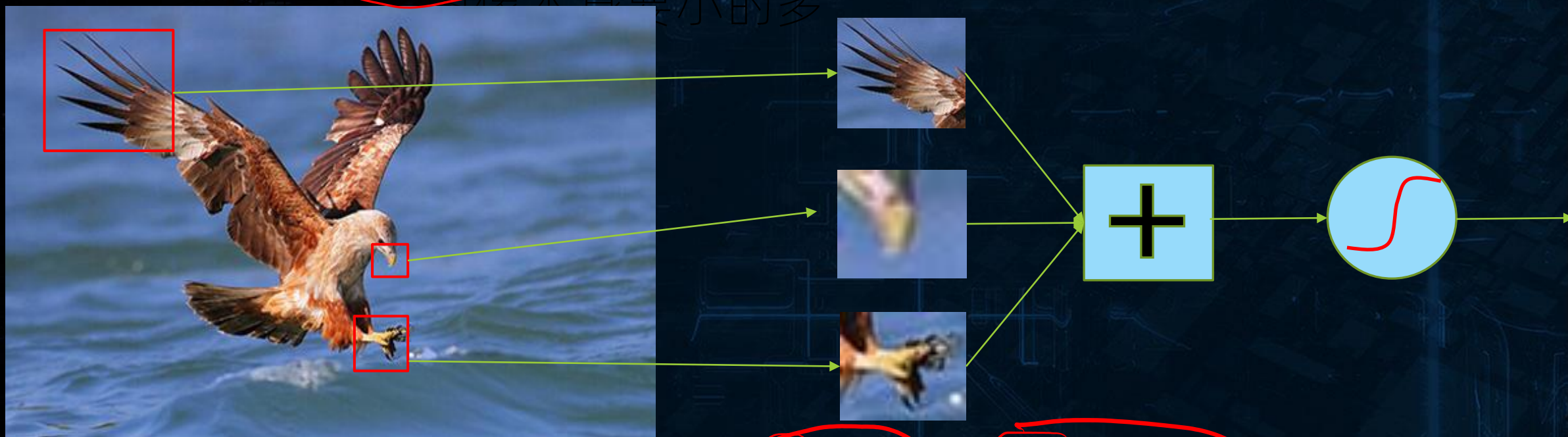


层数量  
↓  
全连接  
网络

局部特征 can

## 局部图像特征检测

连接一小块区域能够减少参数



单个神经元并不需要考虑整个图像。



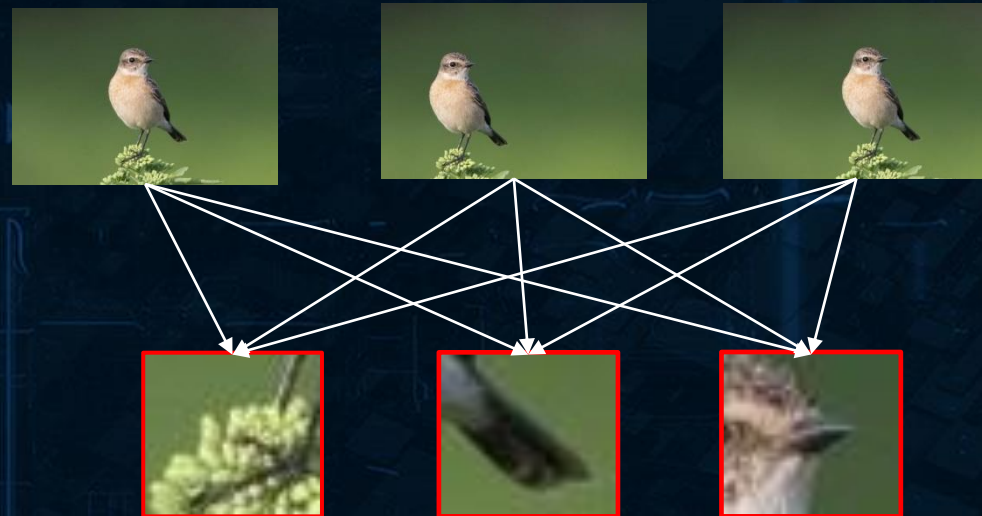
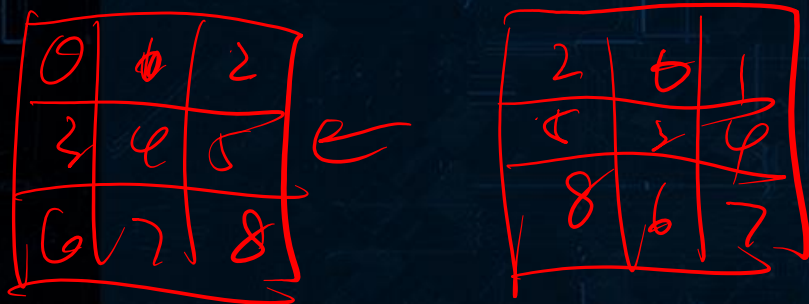
## 局部不变性特征

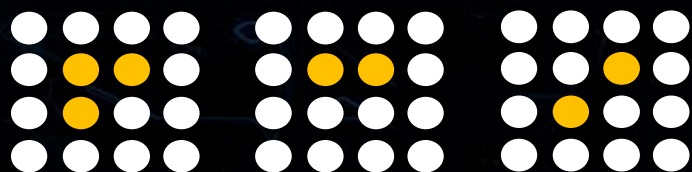
自然图像中的物体都具有局部不变性特征。

尺度缩放、平移、旋转等操作不影响其语义信息。

全连接前馈网络很难提取这些局部不变特征。

因此，卷积神经网络设计了一种能够提取局部特征的卷积操作。

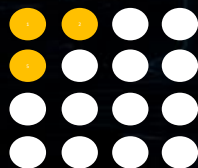




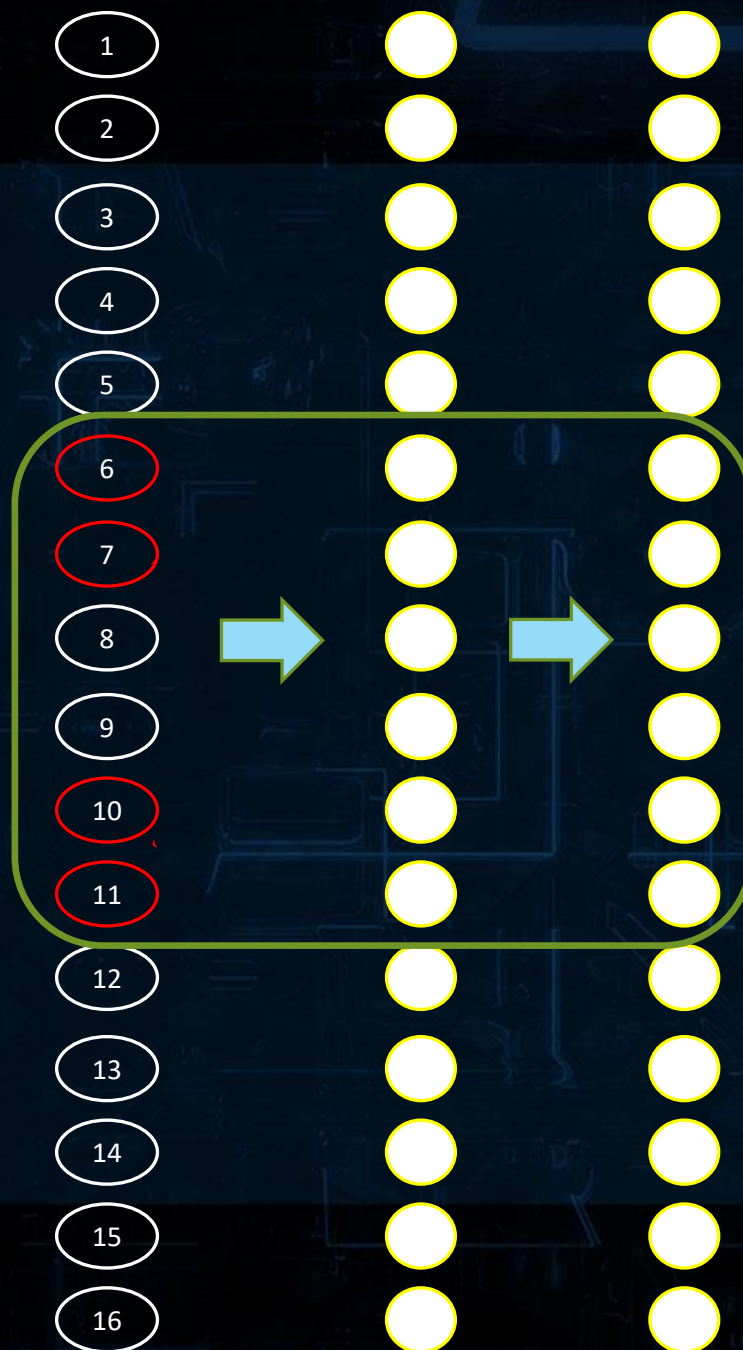
True

False

False

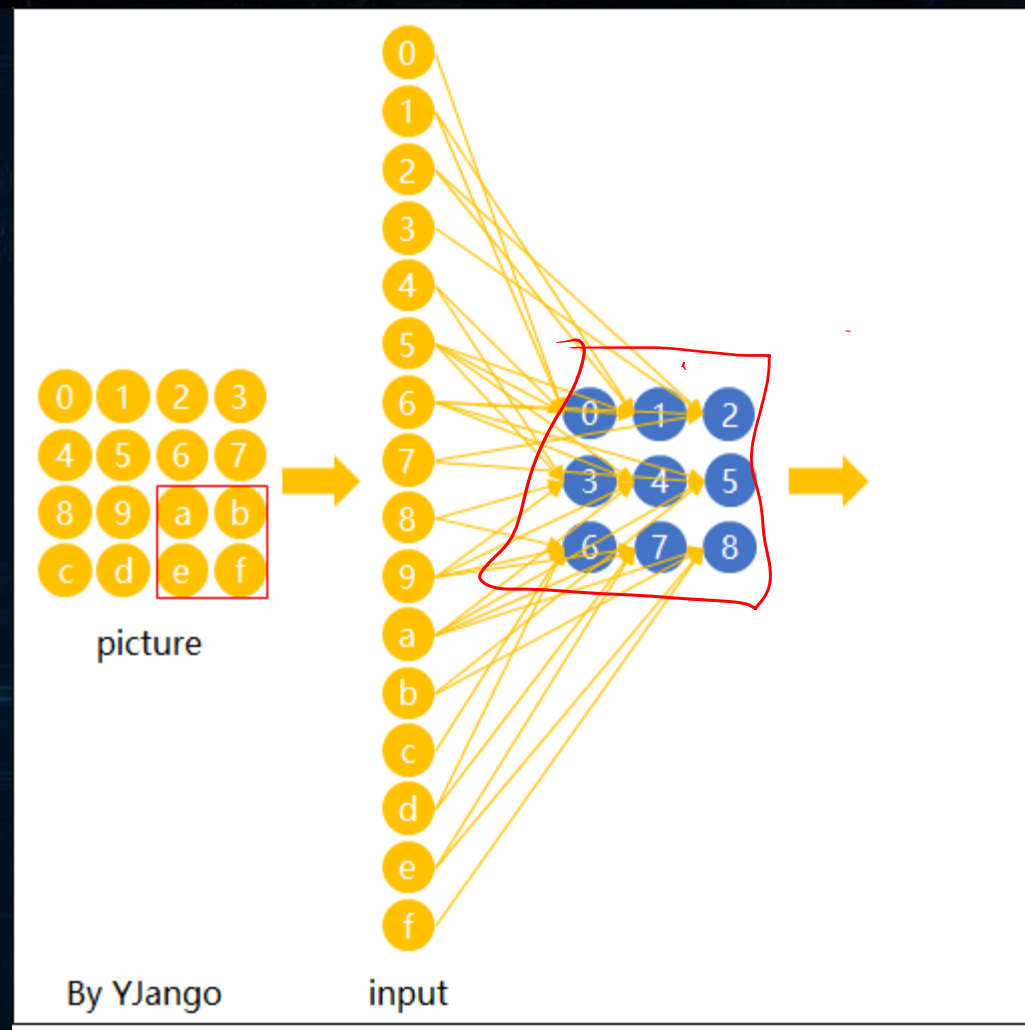
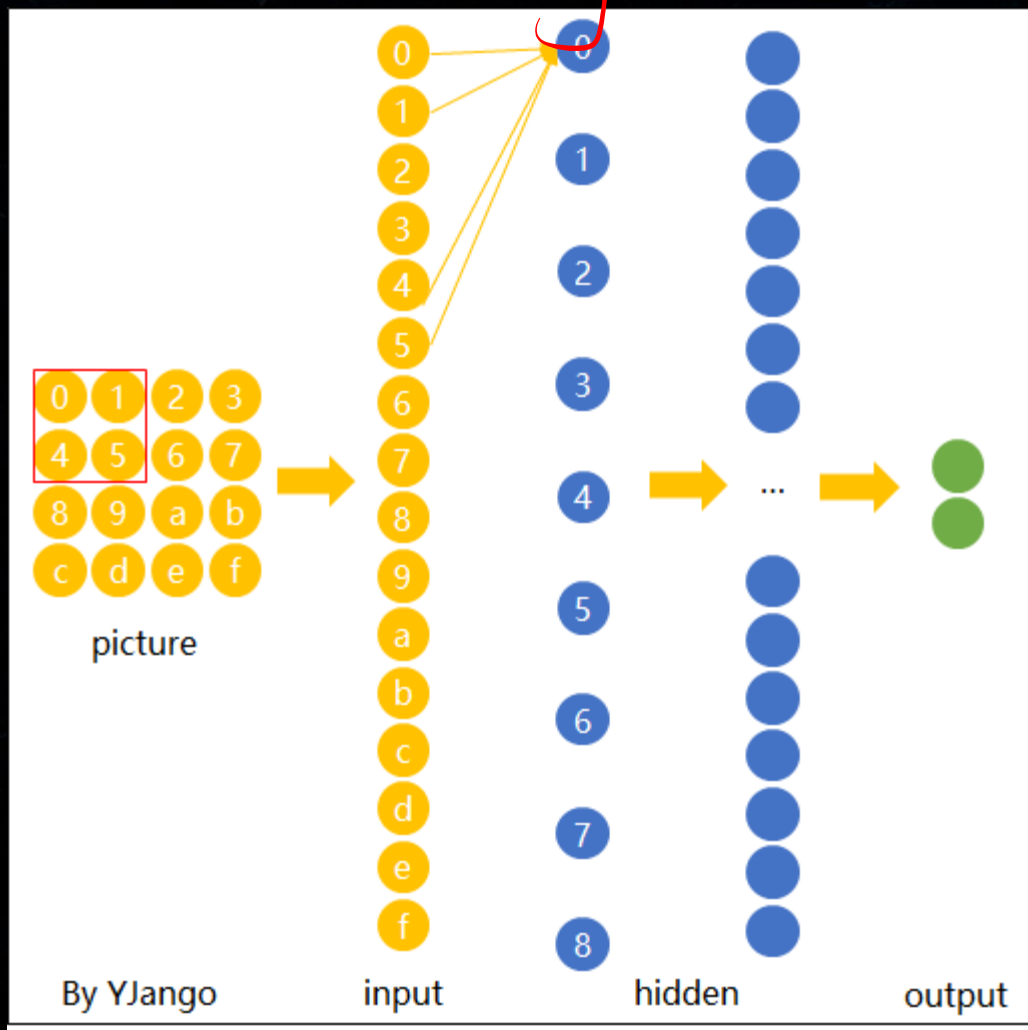


展开





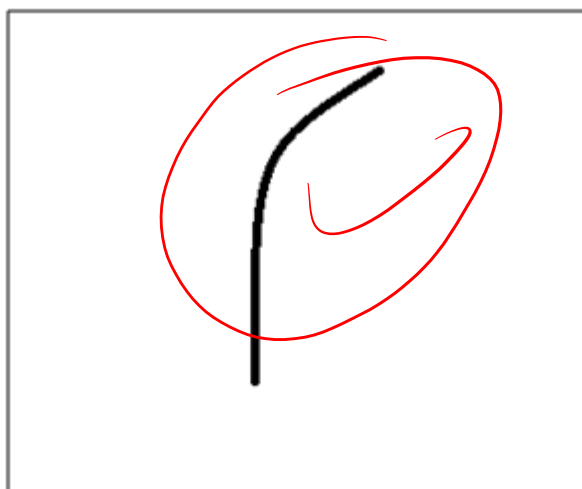
sliding window 滑动窗口



## 直观理解卷积操作

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter



Visualization of a curve detector filter

特征  $\longleftrightarrow$  特征图

2x2

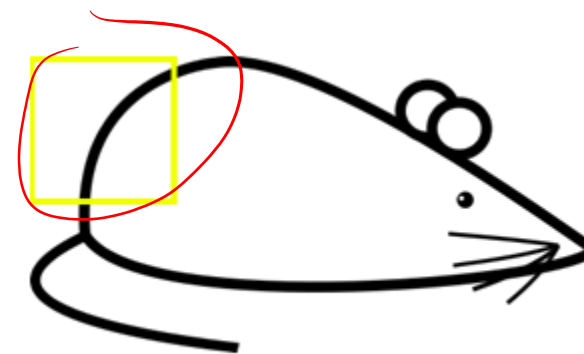
特征图

11 特征图 3x3

特征



Original image



Visualization of the filter on the image



# 直观理解卷积操作



Visualization of the receptive field

0	0	0	0	0	0	30
0	0	0	0	50	50	50
0	0	0	20	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0

Pixel representation of the receptive field

\*

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter

Multiplication and Summation =  $(50*30)+(50*30)+(50*30)+(20*30)+(50*30) = 6600$  (A large number!)

不同位置特征图

卷积



Visualization of the filter on the image

0	0	0	0	0	0	0
0	40	0	0	0	0	0
40	0	40	0	0	0	0
40	20	0	0	0	0	0
0	50	0	0	0	0	0
0	0	50	0	0	0	0
25	25	0	50	0	0	0

Pixel representation of receptive field

\*

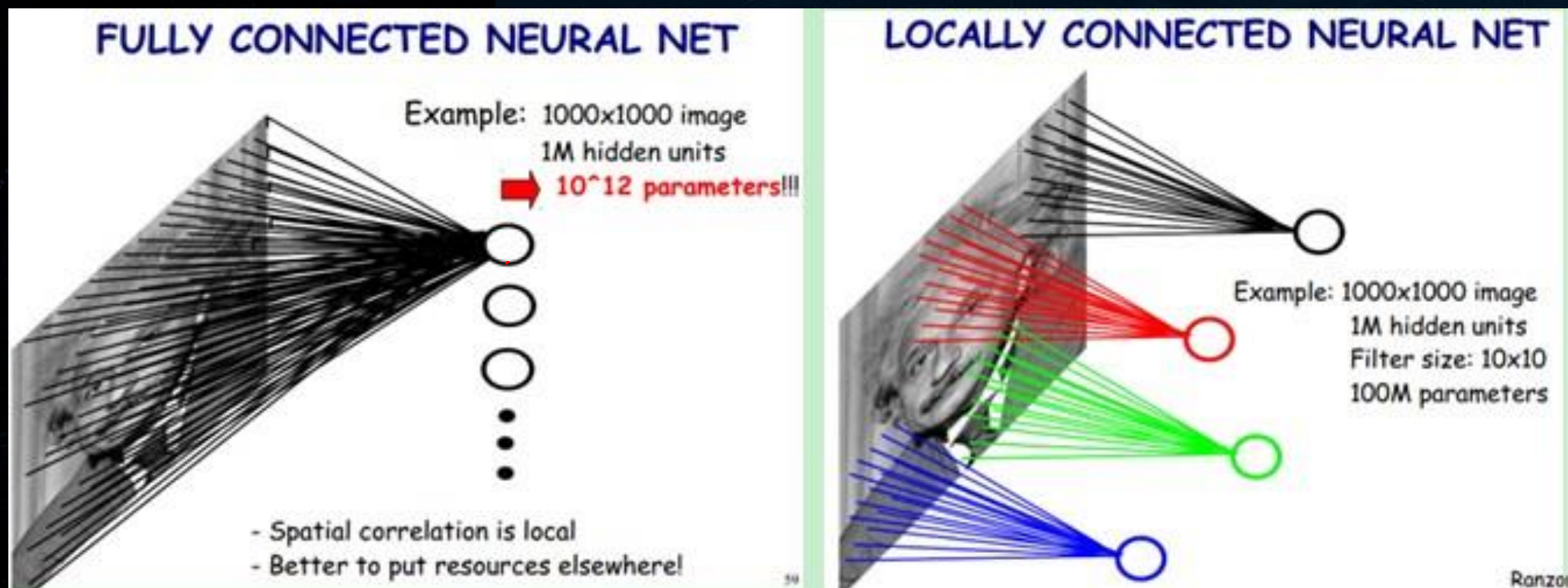
0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter

Multiplication and Summation = 0

## 局部感知和权值共享

LOSD





# 局部感知和权值共享

LR

CNN

看一张

↓

有没有

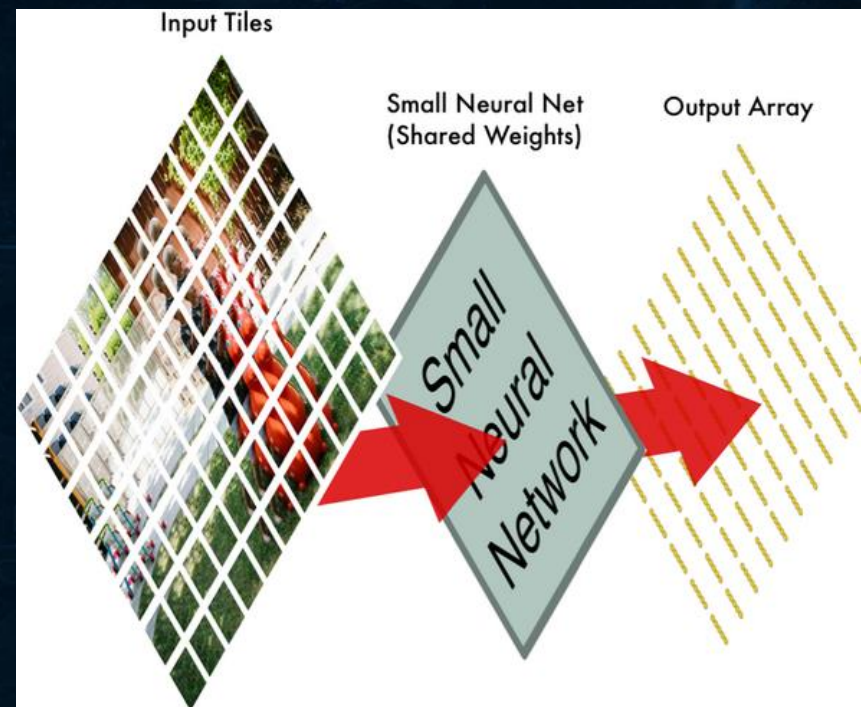
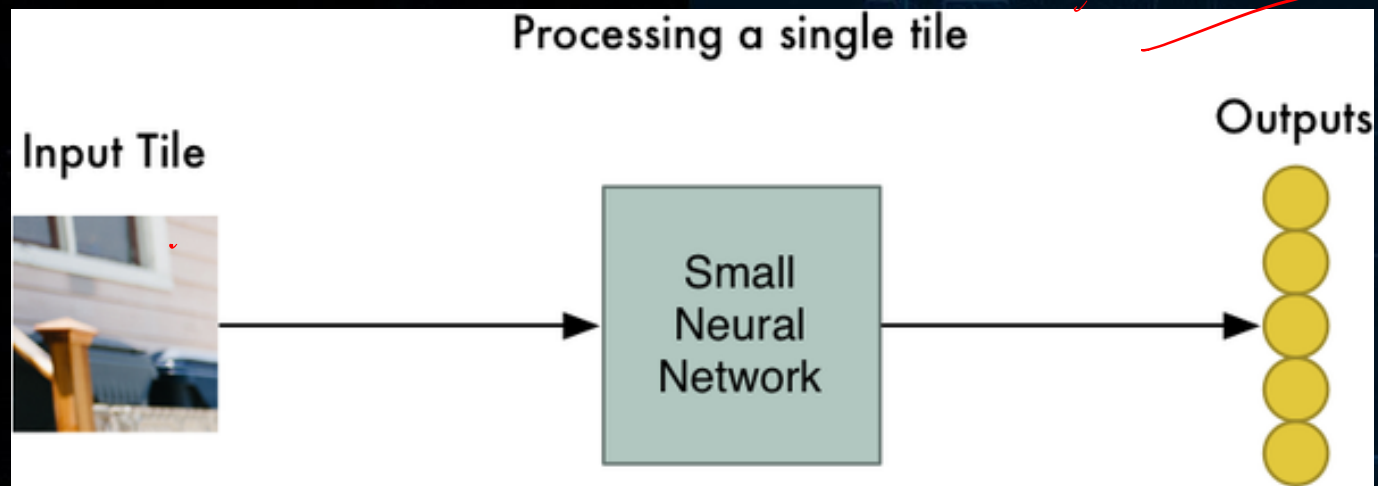
CNN  
看很多张

眼眼眼





## 局部感知和权值共享



## 卷积神经网络-CONV Layer

参数共享机制：假设每个神经元连接数据窗的权重是固定的

固定每个神经元的连接权重，可以将神经元看成一个模板；也就是每个神经元只关注一个特性

需要计算的权重个数会大大的减少

一组固定的权重和不同窗口内数据做内积：卷积

$$s(i, j) = (X * W)(i, j) = \sum_n \sum_m x(i + m, j + n) w(m, n)$$



## 信号处理上的卷积

卷积经常用在信号处理中，用于计算信号的延迟累积。

假设一个信号发生器每个时刻 $t$ 产生一个信号 $x_t$ ，其信息的衰减率为 $w_k$ ，即在 $k-1$ 个时间步长后，信息为原来的 $w_k$ 倍

- 假设 $w_1 = 1, w_2 = 1/2, w_3 = 1/4$

时刻 $t$ 收到的信号 $y_t$ 为当前时刻产生的信息和以前时刻延迟信息的叠加

## 二维卷积

$$5 = 1*1 + 1*0 + 1*0 + 0*0 + -3*-1 + 0*0 + 1*0 + 1*0 + -1*-1$$

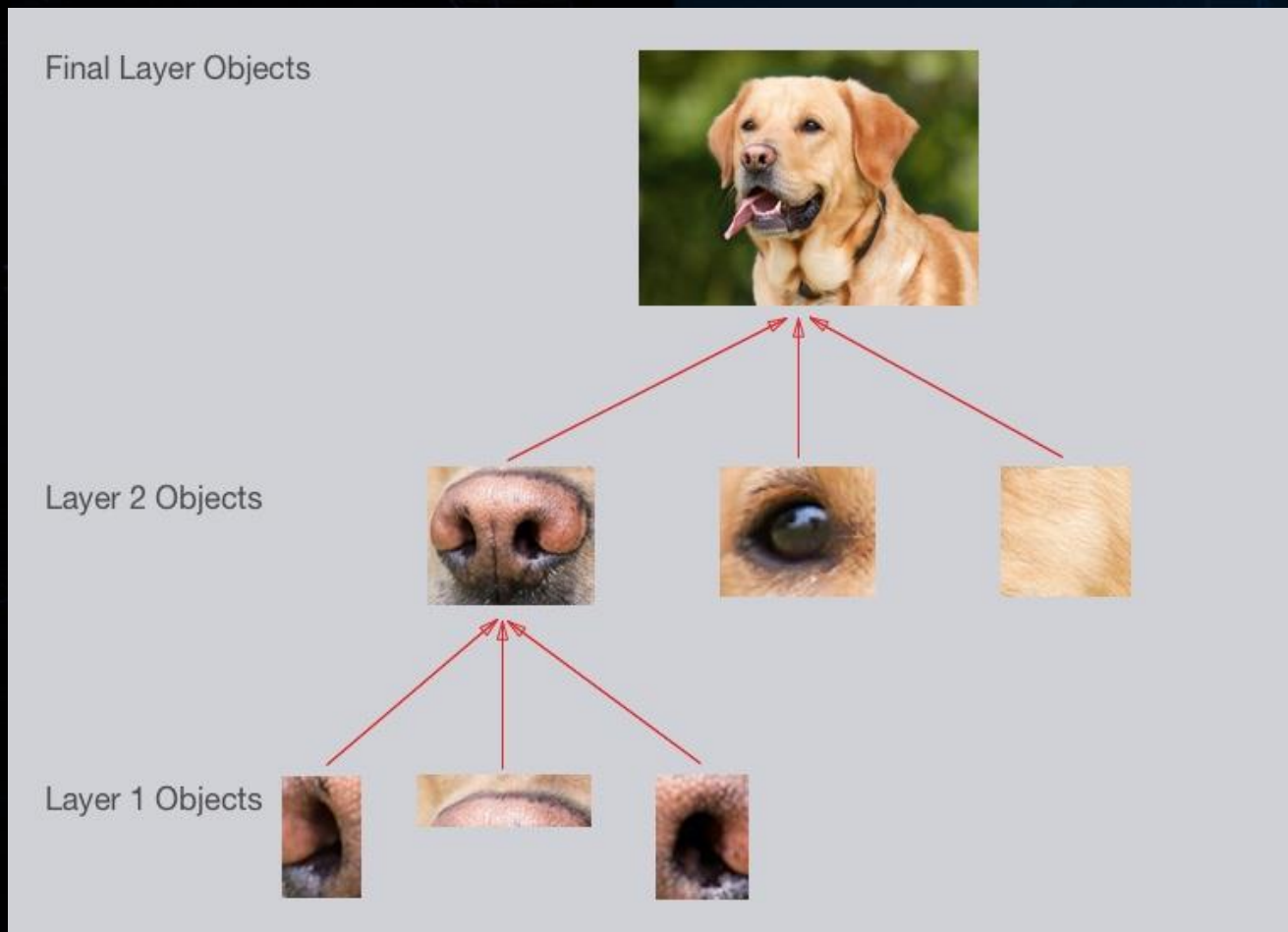
1	1	1	1	1
-1	0	-3	0	1
2	1	1	-1	0
0	-1	1	2	1
1	2	1	1	1

1	0	0
0	-1	0
0	0	-1

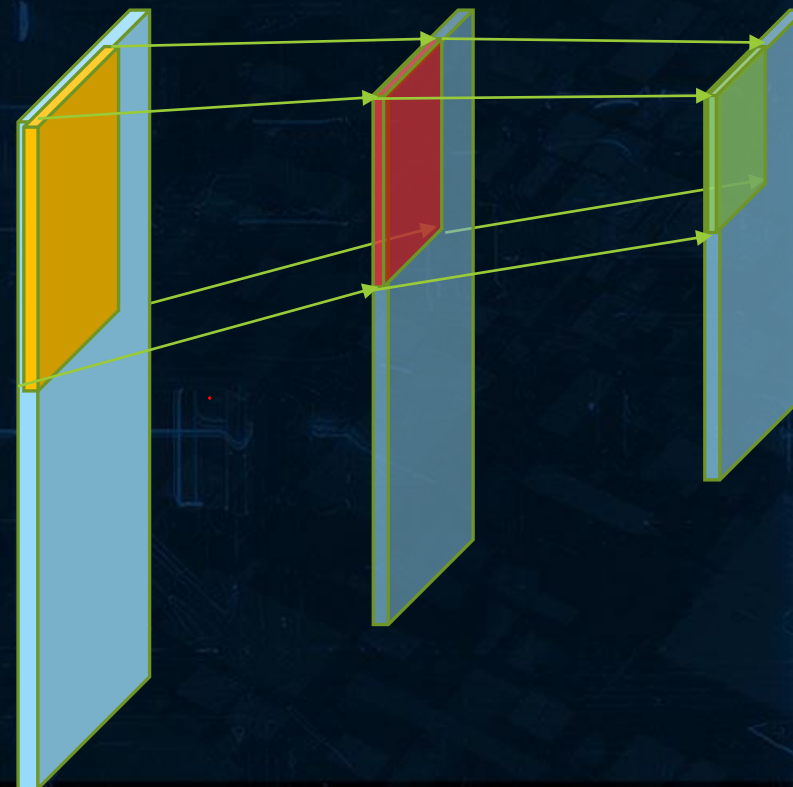
0	5	1
-3	-3	-3
2	-1	-2



# 层次化特征



越深层的特征感受野越大

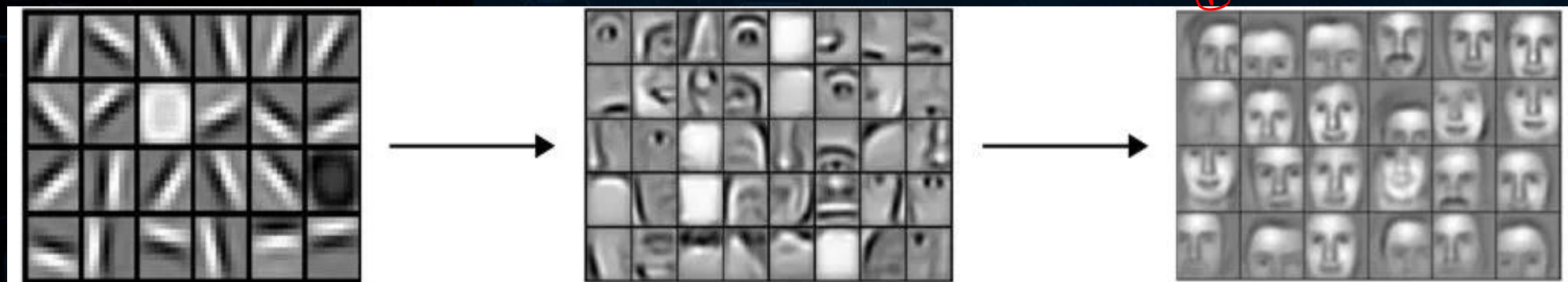


# 特征抽象

低

中

高





## 特征可视化

<http://scs.ryerson.ca/~aharley/vis/conv/flat.html>

<https://distill.pub/2018/building-blocks/>

<https://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/demo/cifar10.html>

<https://poloclub.github.io/cnn-explainer/>

# 卷积网络概述

$224*224*3$ (RGB)

