



中国石油大学
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

《油气人工智能基础及应用》

4.4卷积神经网络算法

董少群

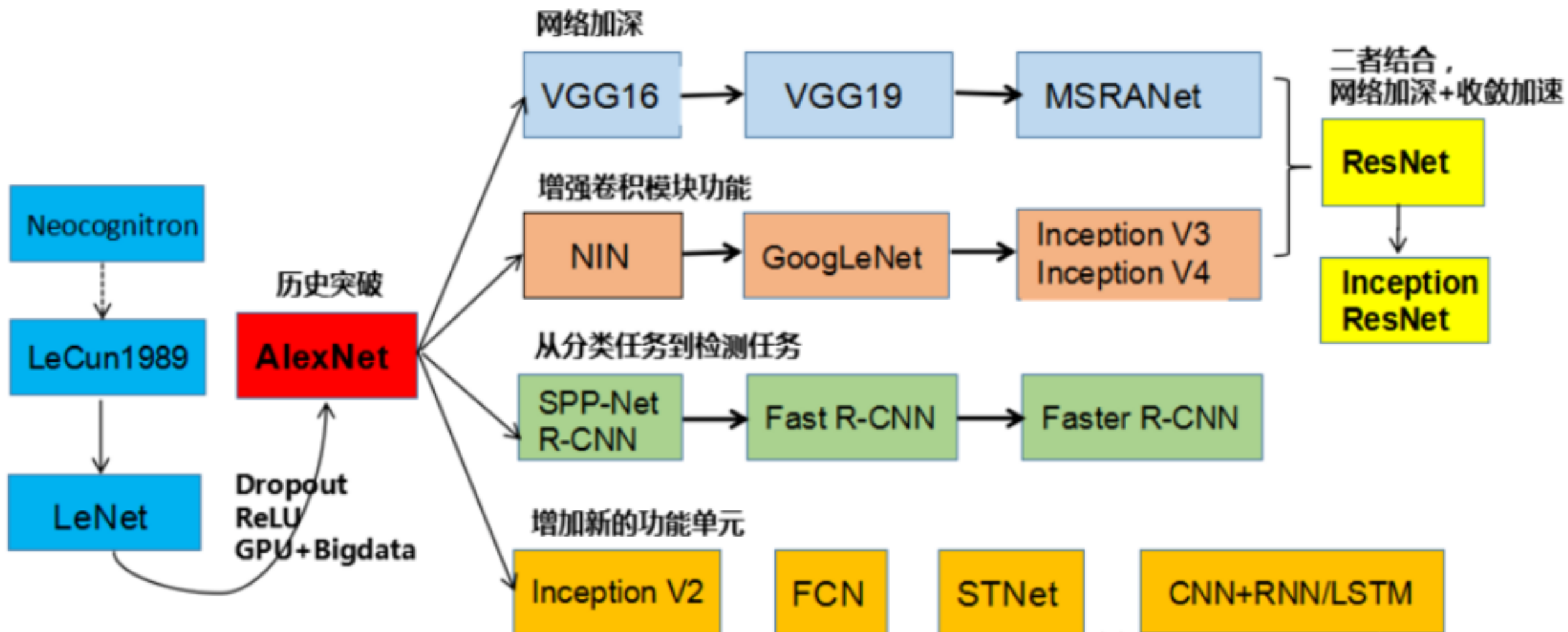
dshaoqun@163.com

理学院数学系

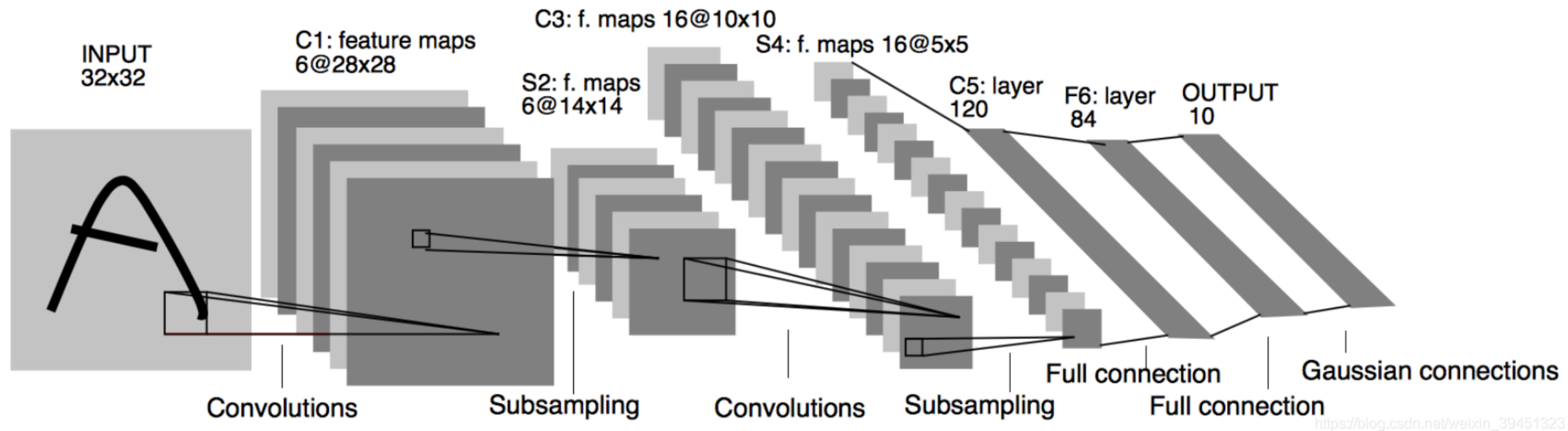
CUP

厚积薄发 开物成务

一、卷积神经网络概述



一、卷积神经网络概述



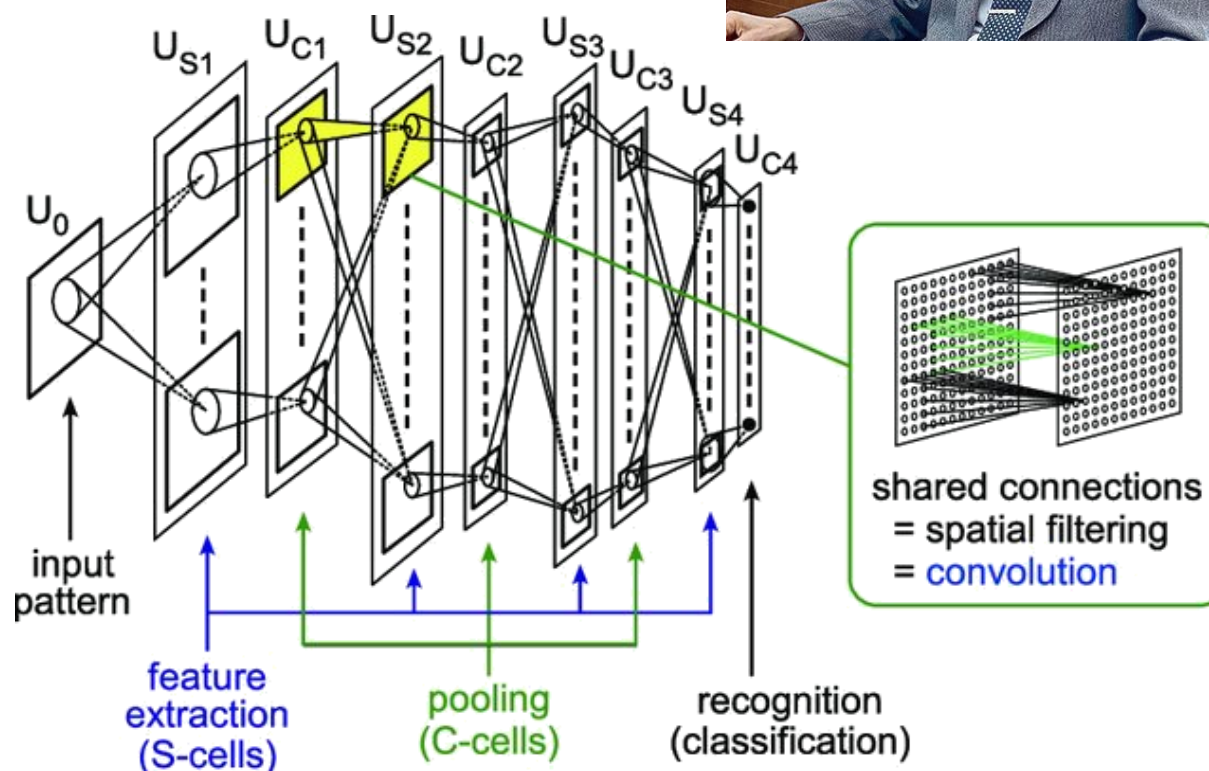
一、卷积神经网络概述



- ✓ 1980年，福岛邦彦引入的Neocognitron，是第一个使用卷积和下采样的神经网络，也是卷积神经网络的雏形。福岛邦彦也被称为CNN之父。



它的灵感来自于两种已知存在于初级视觉皮层的神经细胞，一种是简单的「S」细胞，另一种是复杂的「C」细胞，它们按照级联顺序排列，就可以用于模式识别任务。



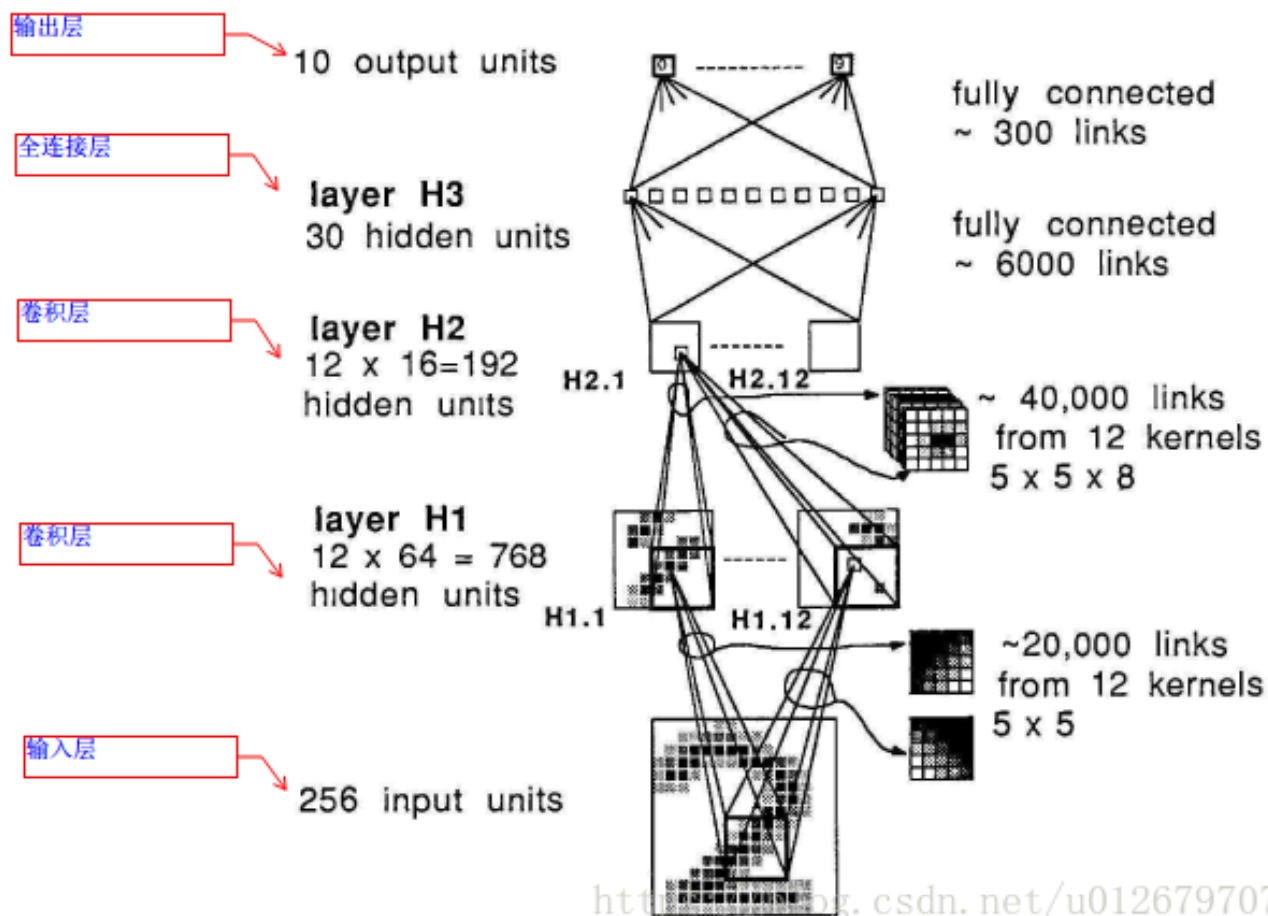
一、卷积神经网络概述



✓ 到1989年Lecun发表了《Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code》是CNN的第一个实现网络

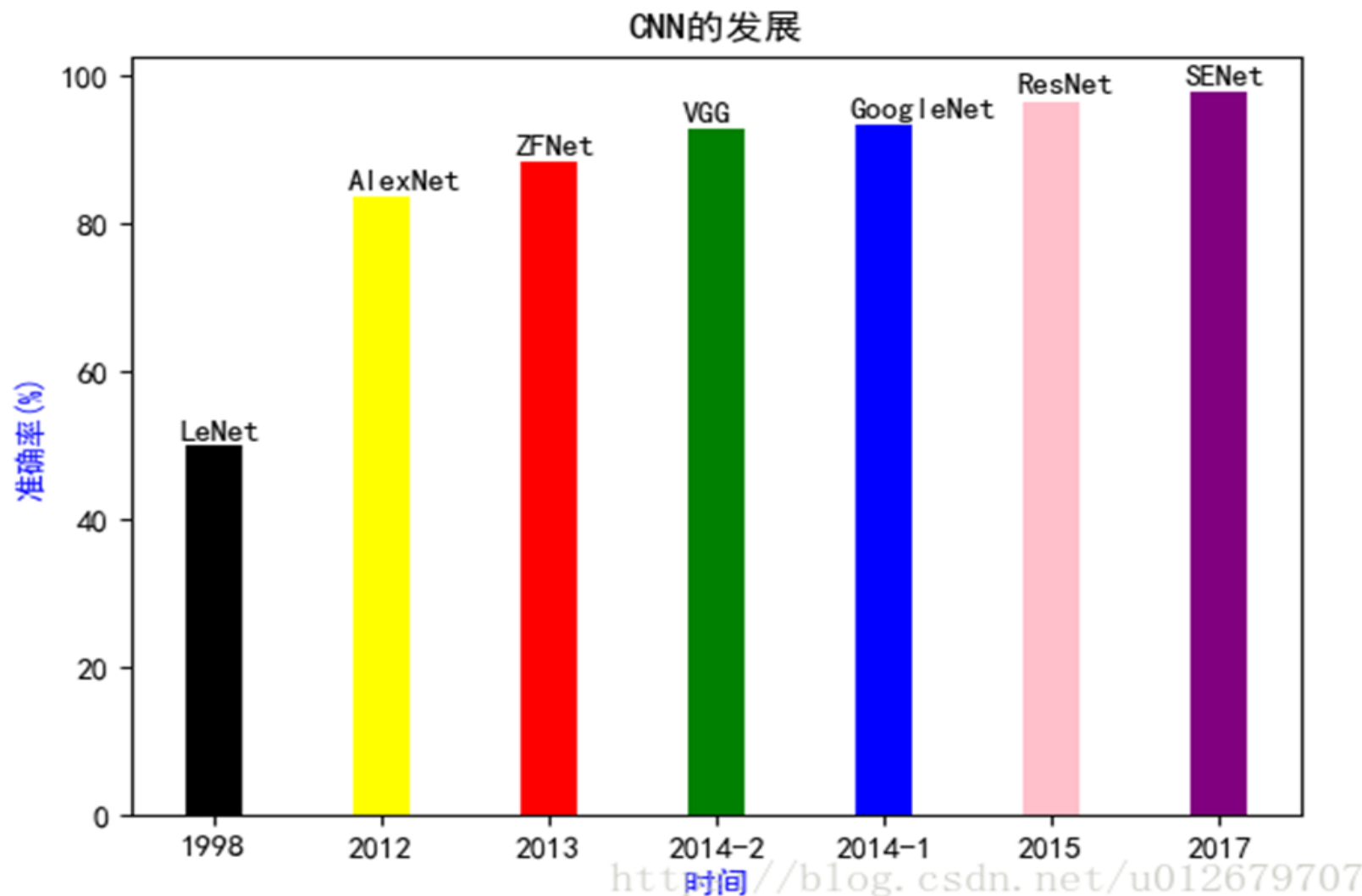
✓ 1998年，Yann LeCun等人提出了LeNet-5，将BP算法应用到神经网络结构的训练上。

CNN主要用于在图像分类、物体检测、文本检测识别、目标定位、物体分割



Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, L. D. Jackel; Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. Neural Comput 1989; 1 (4): 541–551.

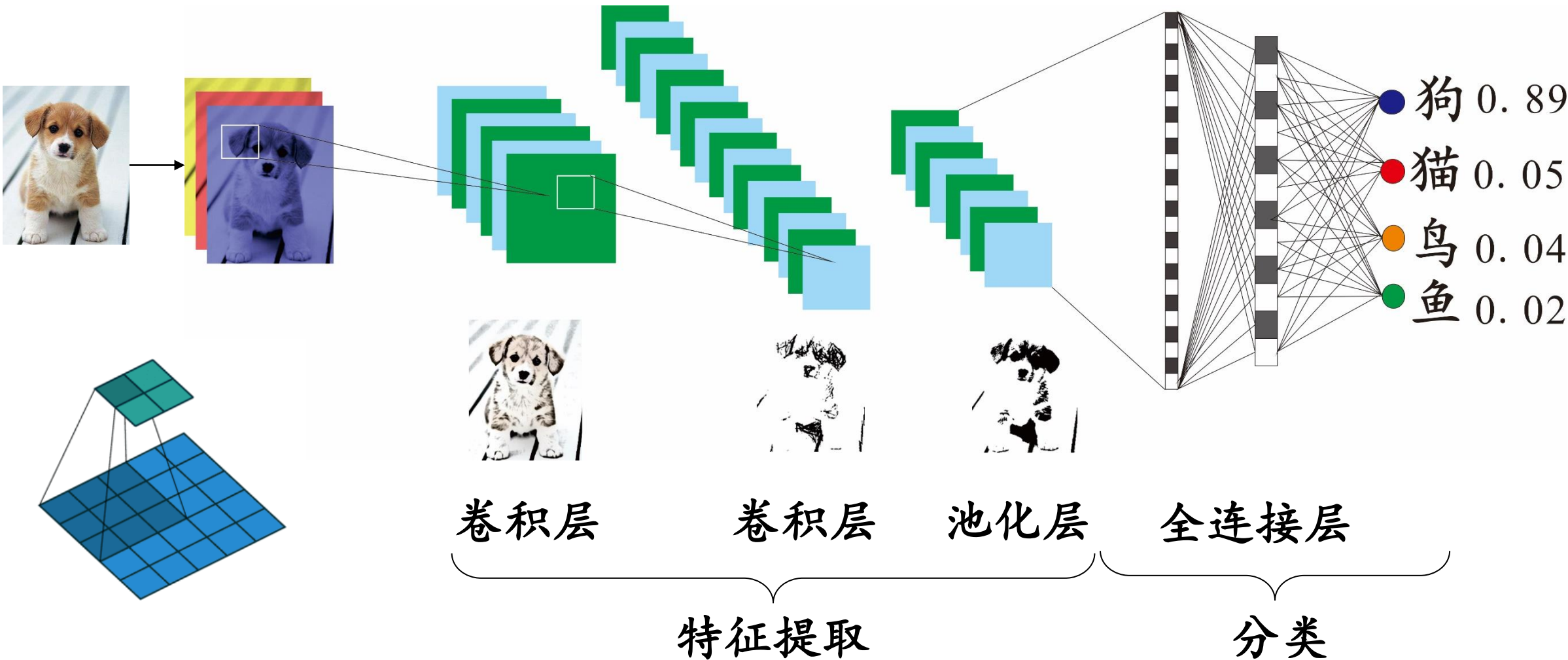
一、卷积神经网络概述



<https://v11-cold.douyinvid.com/187d95150d1c1e1f9a0e88b53a9a120b/633fbb8e/video/tos/cn/tos-cn-ve-15-alinc2/dca54aef150e4eceab06b220f7aef990/>

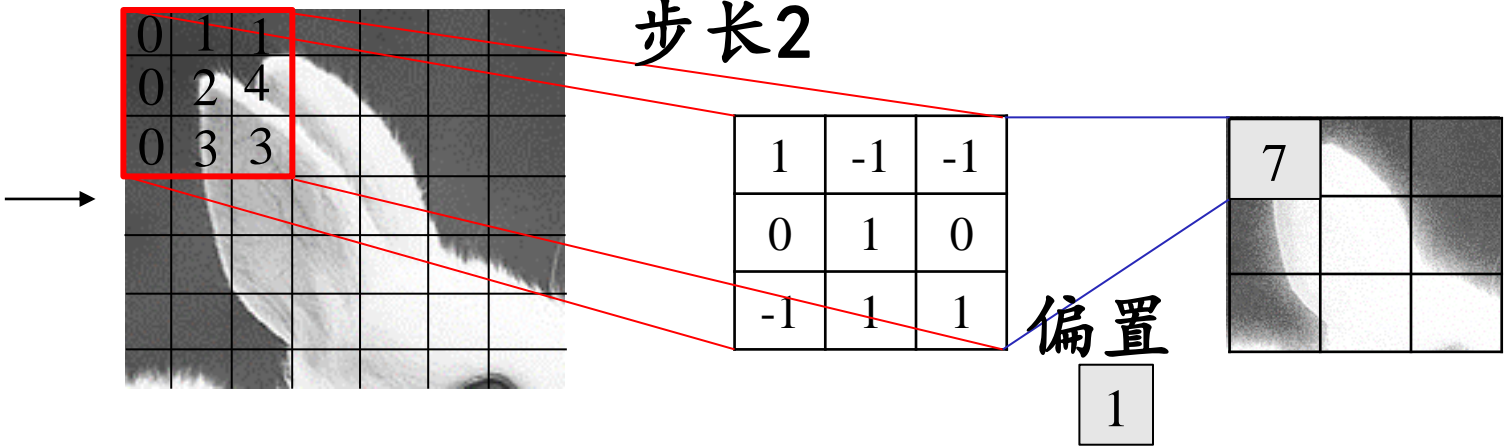
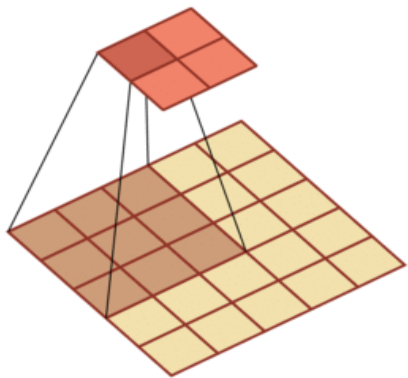
二、卷积神经网络基本原理

CNN原理



卷积层

卷积层用来提取图像特征，使用卷积核，进行特征提取



数字矩阵
 7×7

卷积核
 3×3

输出特征图
矩阵

卷积层

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

1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0
0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Image

4		

Convolved Feature

1	1 _{x1}	1 _{x0}	0 _{x1}	0
0	1 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	0
0	0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Image

4	3	

Convolved Feature

卷积层

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

1	1	1 _{x1}	0 _{x0}	0 _{x1}
0	1	1 _{x0}	1 _{x1}	0 _{x0}
0	0	1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Image

4	3	4

Convolved
Feature

1	1	1	0	0
0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1	0
0 _{x0}	0 _{x1}	1 _{x0}	1	1
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	0
0	1	1	0	0

Image

4	3	4
2		

Convolved
Feature

卷积层

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

1	1	1	0	0
0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1	0
0 _{x0}	0 _{x1}	1 _{x0}	1	1
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	0
0	1	1	0	0

Image

4	3	4
2		

Convolved
Feature

1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0
0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

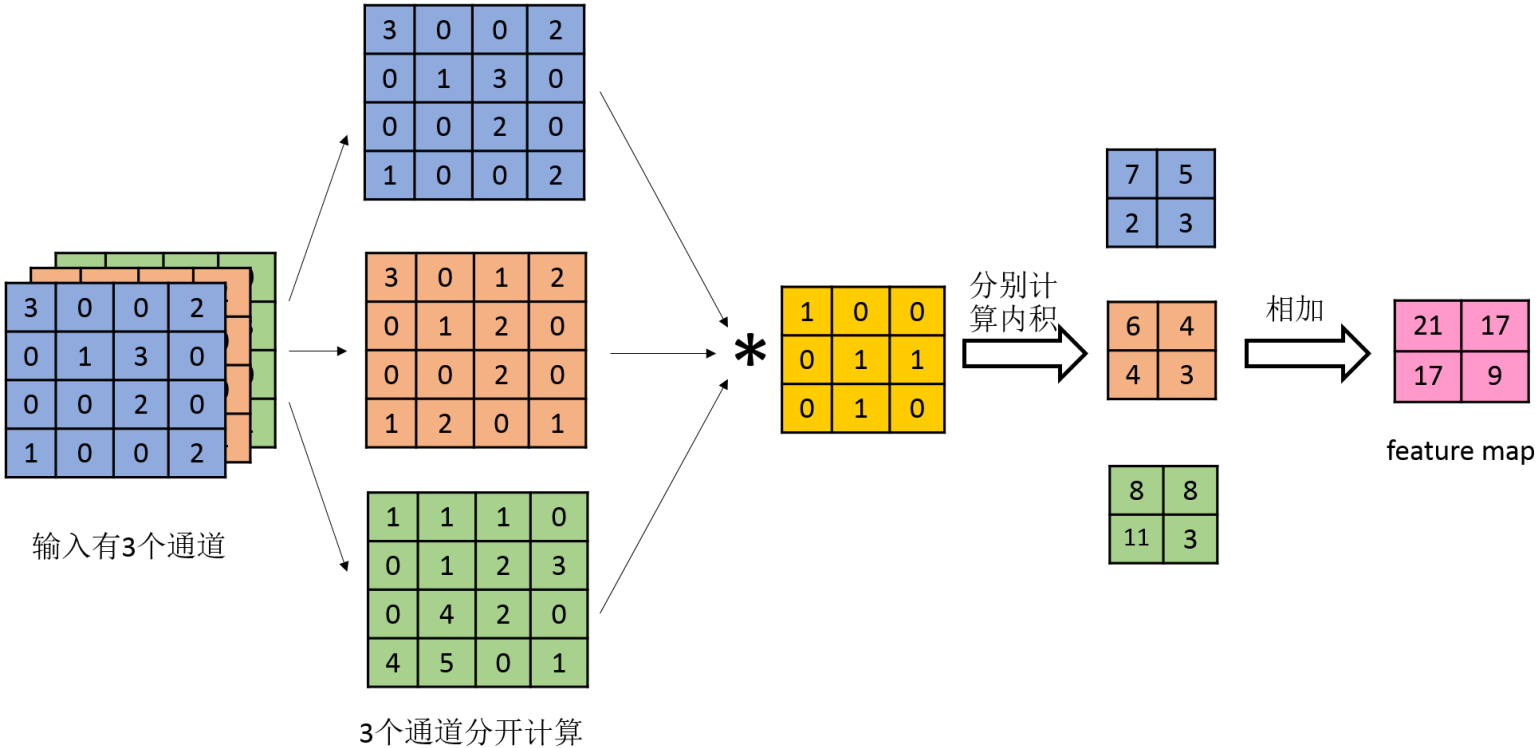
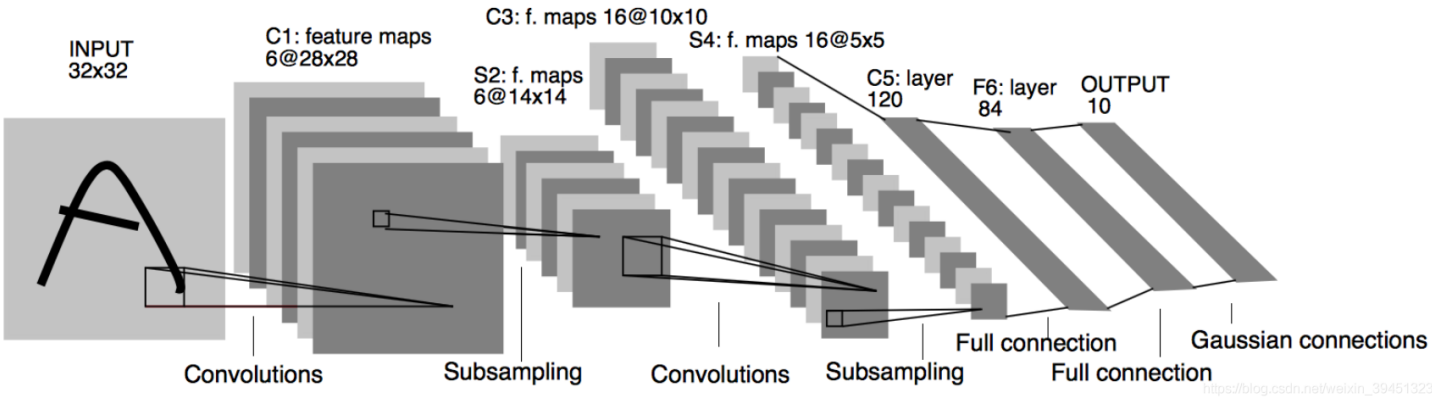
Image

4		

Convolved
Feature



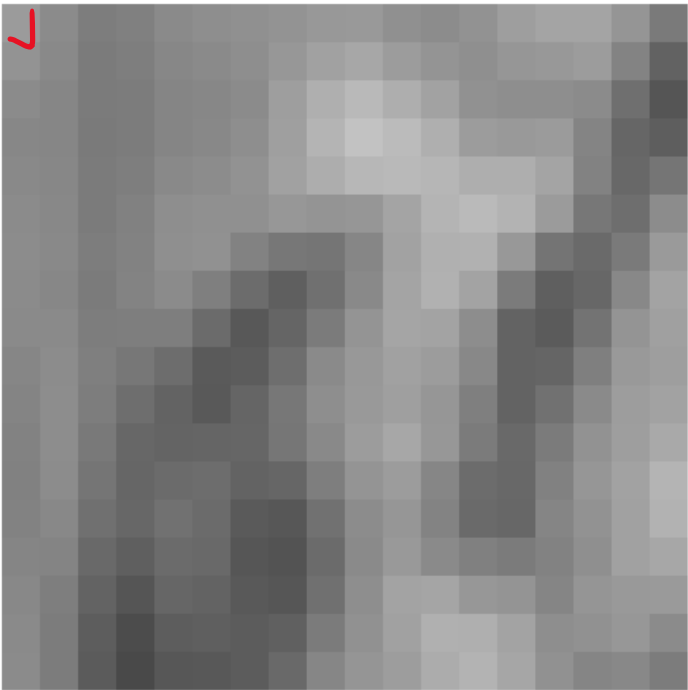
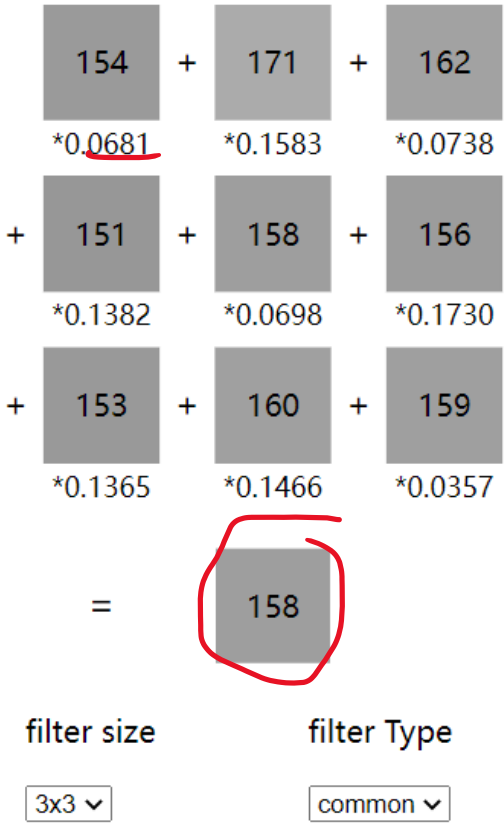
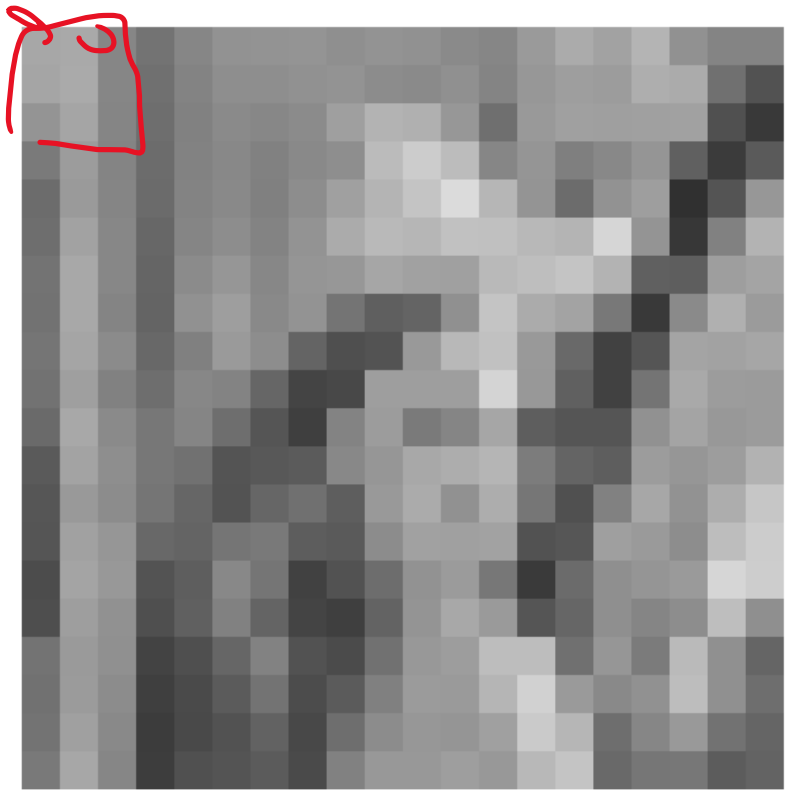
卷积层



二、卷积神经网络基本原理

卷积层

[Github Repository for Interactive Convolutional Visualization](#)

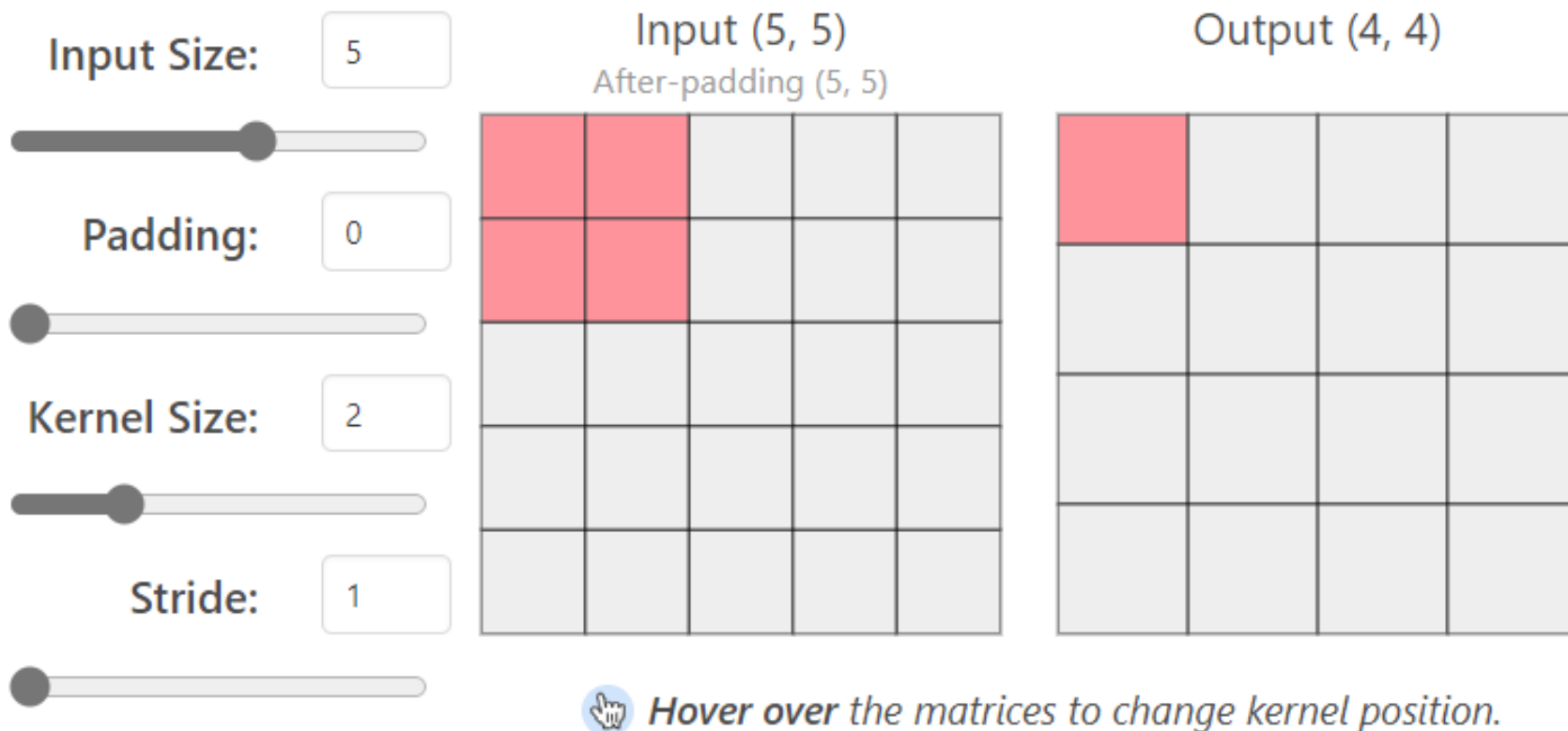


<https://tinymilky.github.io/demos/conv/>

二、卷积神经网络基本原理



卷积层



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

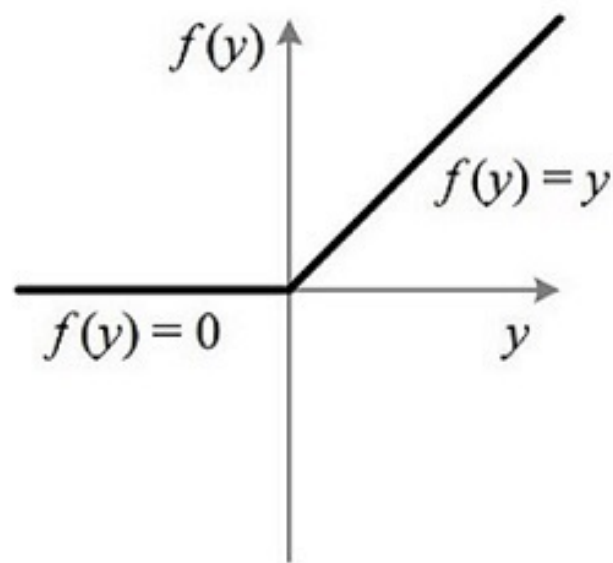
二、卷积神经网络基本原理



2. CNN原理——卷积层

卷积之后会使用非线性ReLU激活函数

卷积 + 激活



$$\text{ReLU}(x) = \begin{cases} x & \text{if } x > 0 \\ 0 & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

如果不用激活函数，每一层输出都是上层输入的线性函数，很容易验证，无论神经网络有多少层，输出都是输入的**线性组合**，与没有隐藏层效果相当，这种情况就是最原始的感知机了。

二、卷积神经网络基本原理



Laplacian算子四邻域模板

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Laplacian算子八邻域模板

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

四邻域是对邻域中心像素的四个方向求梯度，八邻域是对八个方向求梯度

原图



Laplacian算子4邻域



Laplacian算子8邻域



二、卷积神经网络基本原理



原图



图像的sobel垂直梯度



Sobel算子垂向

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

图像的sobel水平梯度



图像的sobel梯度



Sobel算子水平

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

二、卷积神经网络基本原理



原图



图像的Prewitt垂直梯度



Prewitt算子垂向

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

图像的Prewitt水平梯度



图像的Prewitt梯度



Prewitt算子水平

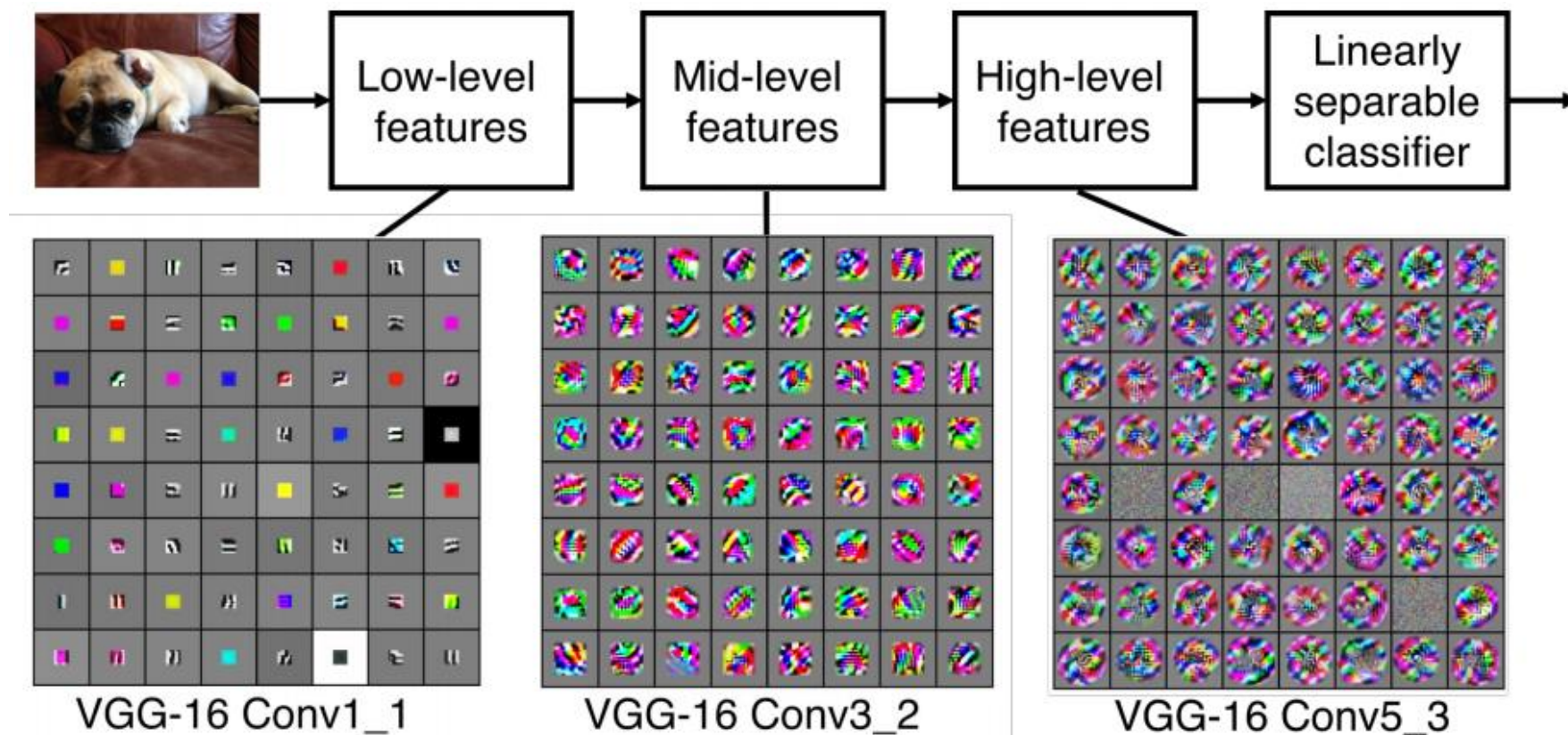
$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

二、卷积神经网络基本原理



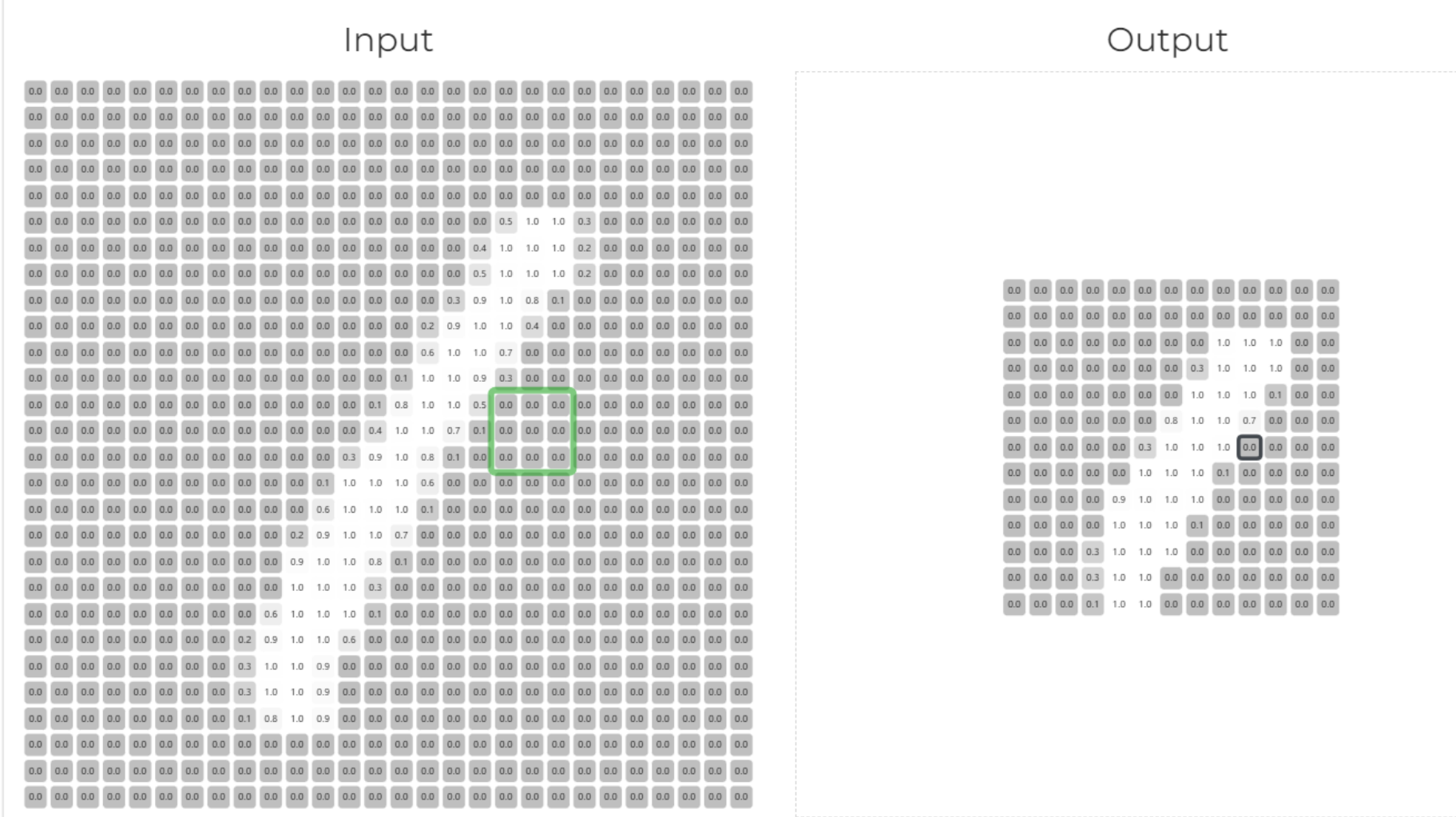
2. CNN原理——卷积层

实际网络中，需要使用多层卷积堆叠，高层提取出更清晰的局部特征来做分类判断



二、卷积神经网络基本原理

池化层

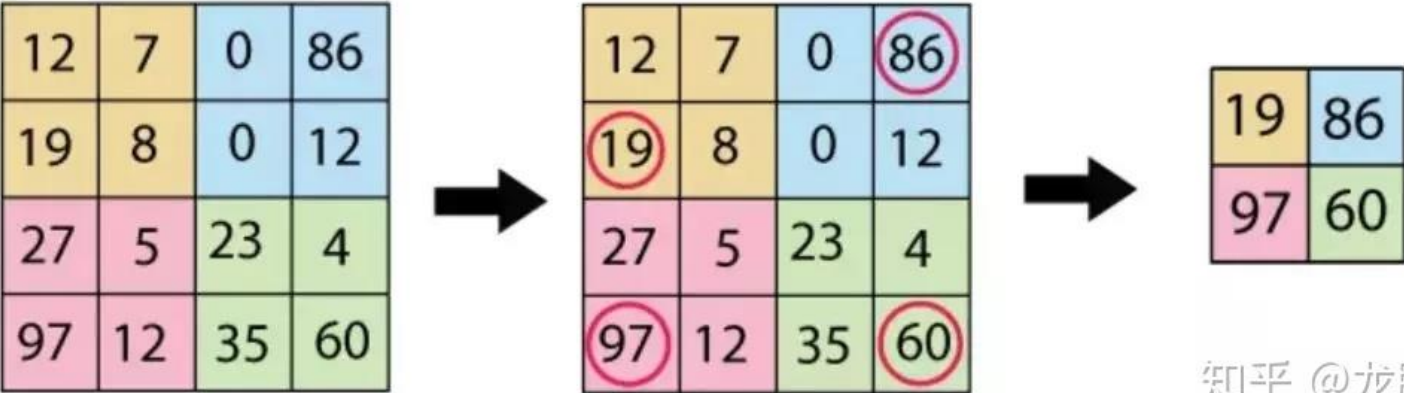


<https://deeplizard.com/resource/pavq7noze3>

二、卷积神经网络基本原理

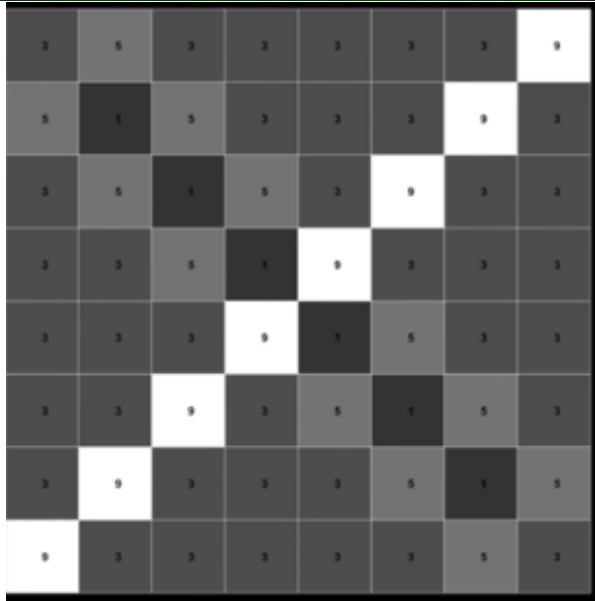
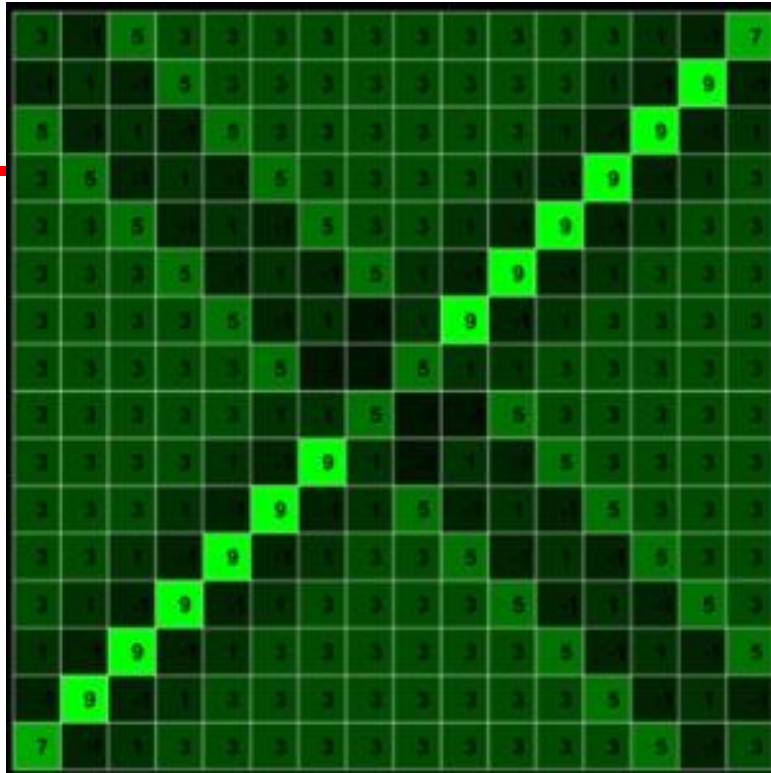
池化层

池化层是为了压缩卷积输出的特征图



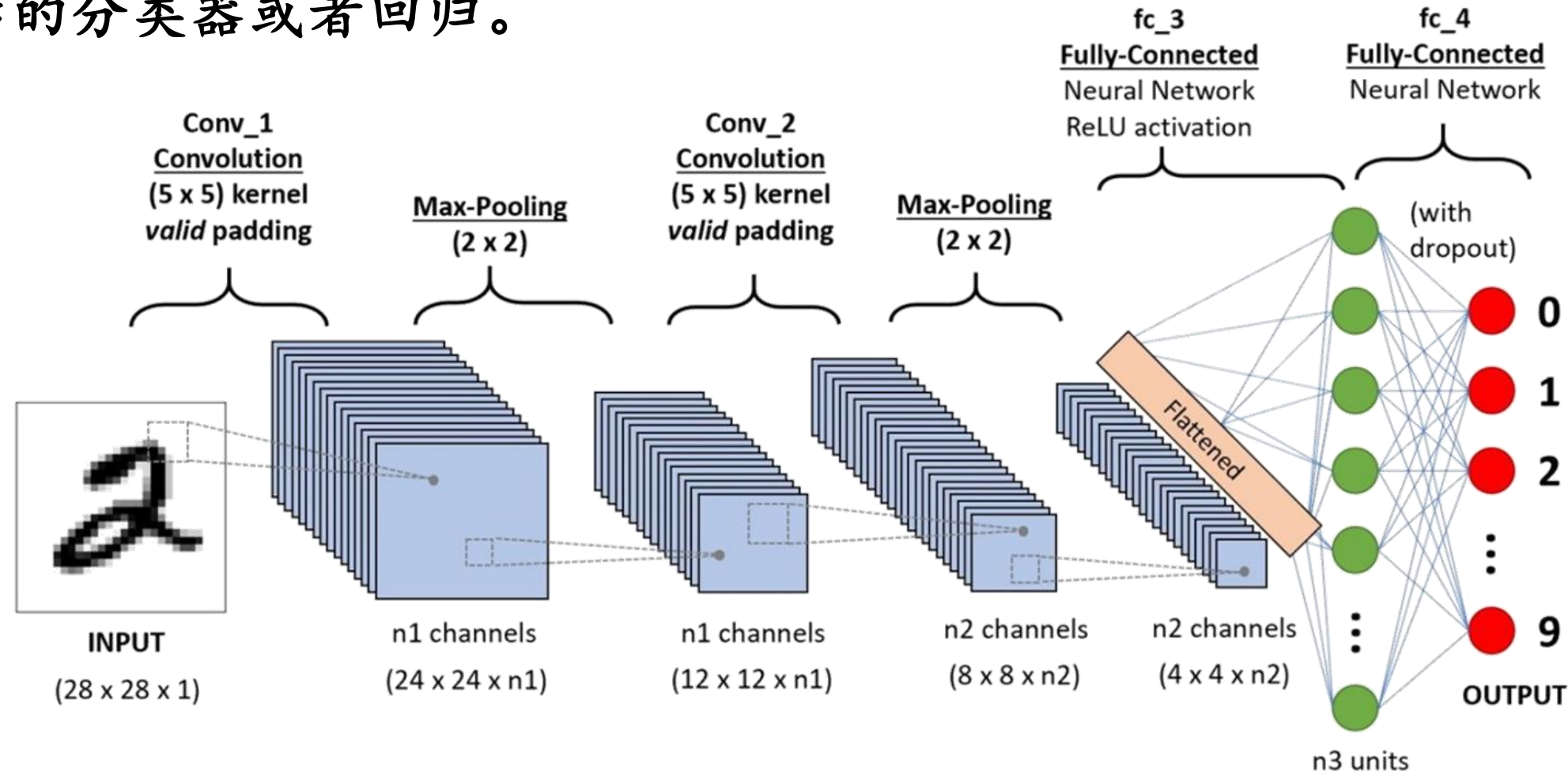
知乎 @龙鹏

一般来说，数值越大，特征信息越强，保留每区域的**最大特征**，称为**最大池化**



全连接层

全连接层是把特征整合到一起（高度提纯特征），方便交给最后的分类器或者回归。



CNN实际应用

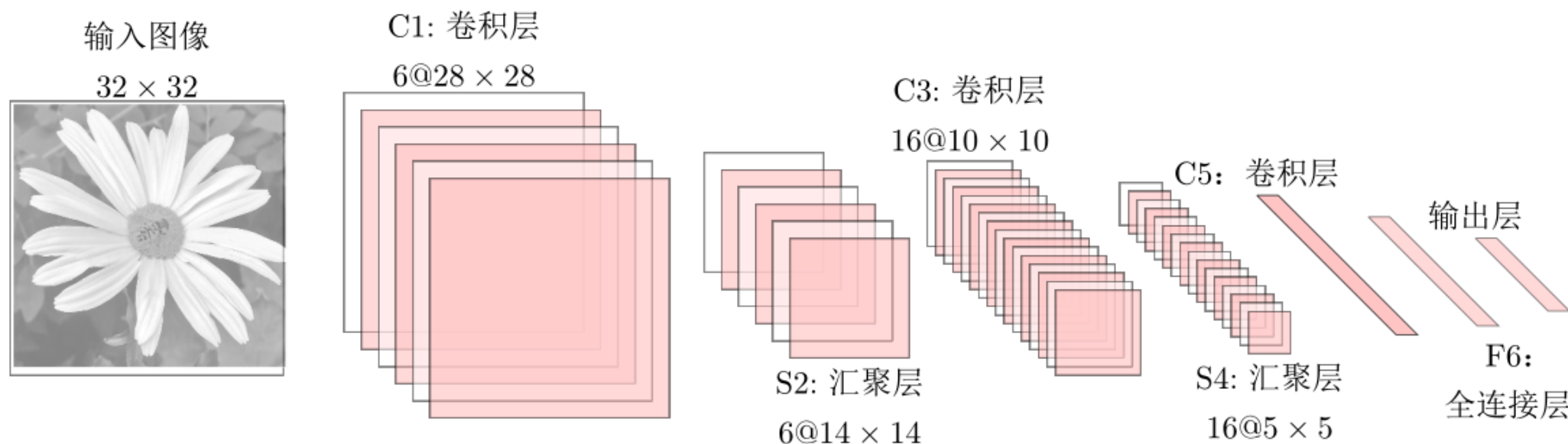
(1) 开山鼻祖—LeNet



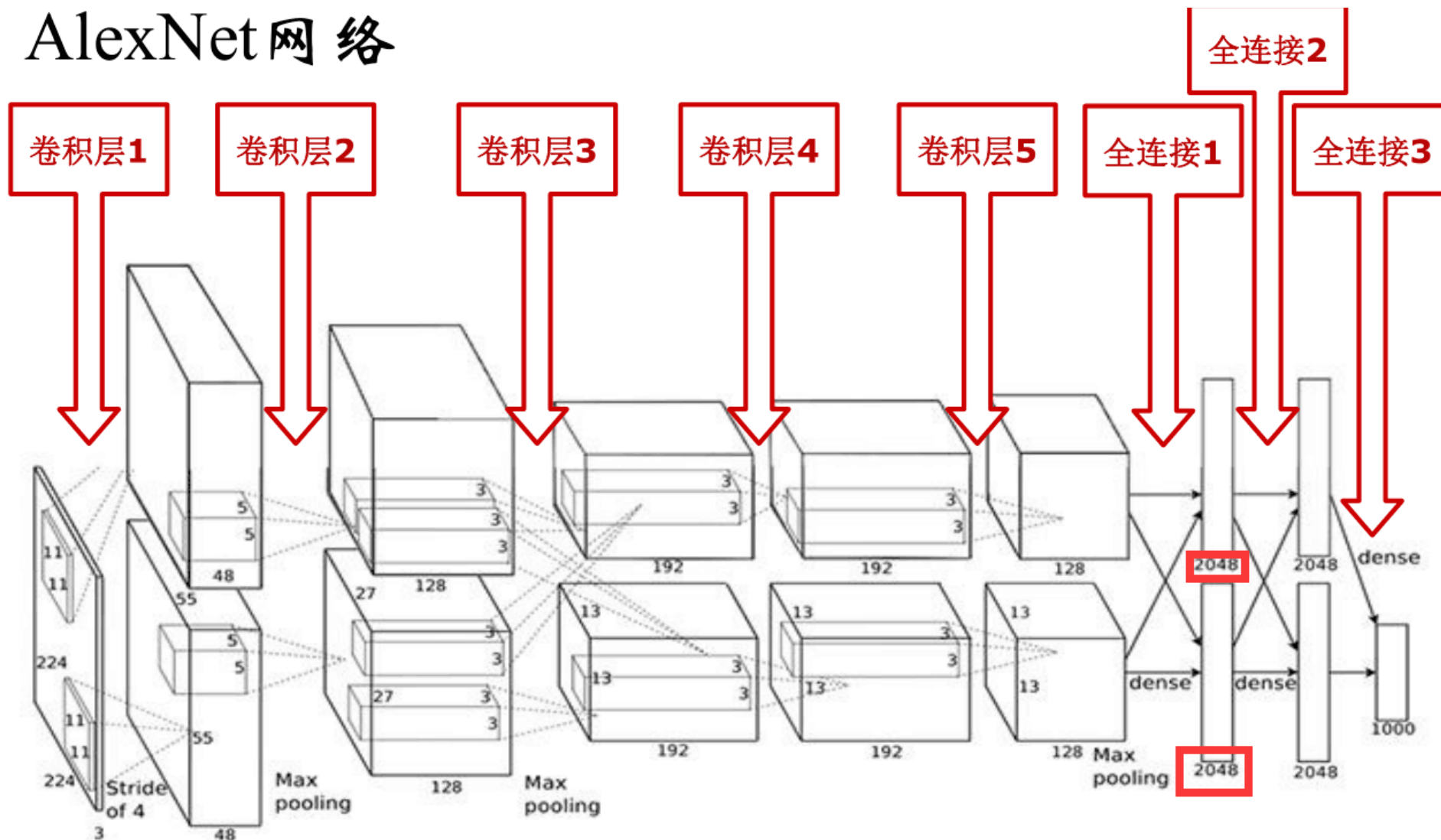
- LeNet诞生于1994年，由深度学习三巨头之一的Yan LeCun提出，他也被称为卷积神经网络之父
- LeNet主要用来进行手写字符的识别与分类，准确率达到了98%
- LeNet定义了CNN的基本结构，是CNN的鼻祖，奠定了现代卷积神经网络的基础。

CNN实际应用

- LeNet-5 是一个非常成功的神经网络模型。
- 基于 LeNet-5 的手写数字识别系统在 90 年代被美国很多银行使用，用来识别支票上面的手写数字。
- LeNet-5 共有 7 层。



AlexNet网络



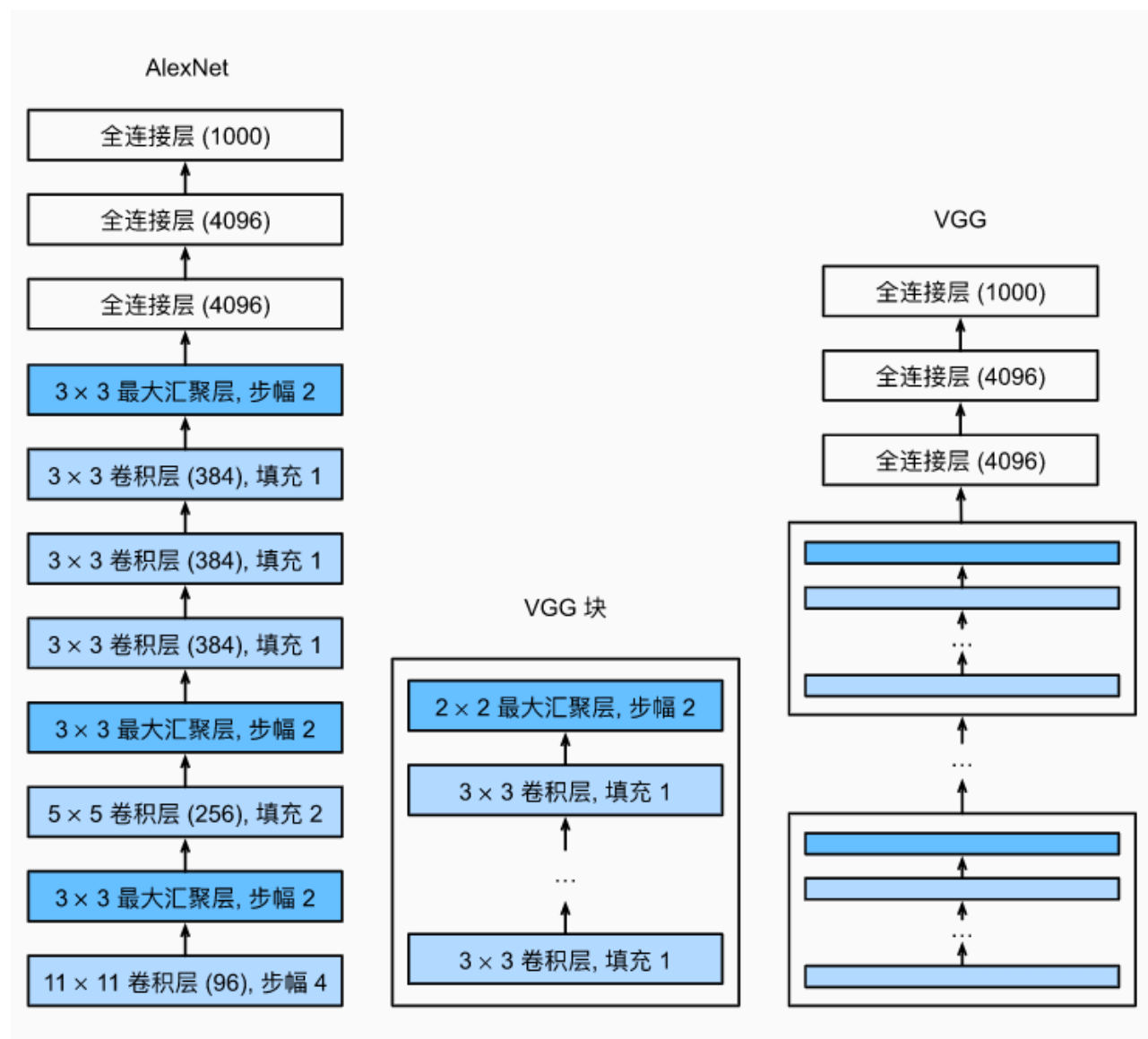
三、代表性卷积神经网络



CNN实际应用

(2) 越走越深—VGGNet

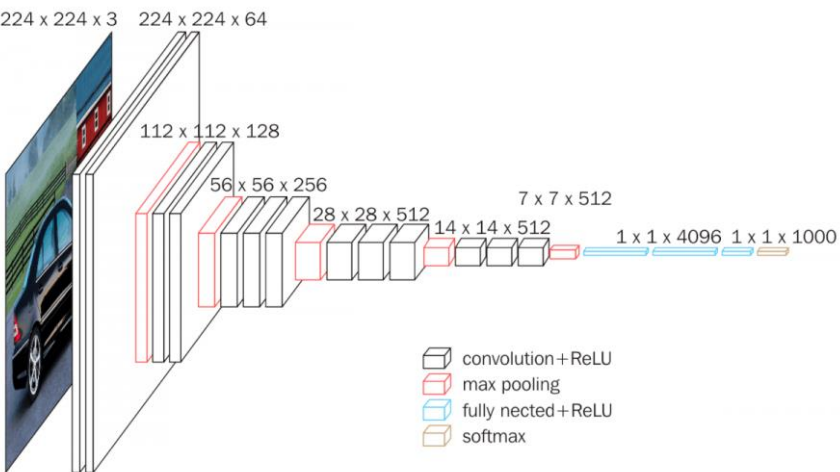
- VGG于2014年由牛津大学科学工程系Visual Geometry Group组提出，2014年ImageNet竞赛定位任务的第一名和分类任务的第二名的中的基础网络
- VGG可以看成是加深版本的AlexNet



CNN实际应用

(2) 越走越深—VGGNet

- VGG拥有5段卷积，每段卷积内有2-3个卷积层，同时每段尾部都会连接一个最大池化层（用来缩小图片）
- 每段内的卷积核数量一样，越后边的段内卷积核数量越多，依次为:64-128-256-512-512
- 越深的！



ConvNet Configuration					
A	A-LRN	B	C	D	E
11 weight layers	11 weight layers	13 weight layers	16 weight layers	16 weight layers	19 weight layers
input (224 × 224 RGB image)					
conv3-64	conv3-64 LRN	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64
maxpool					
conv3-128	conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128
maxpool					
conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv1-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256 conv3-256
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
FC-4096					
FC-4096					
FC-1000					
soft-max					

CNN实际应用

(3) 里程碑式创新—ResNet

- 在2015年的ImageNet图像识别大赛中，何恺明和他的团队用“图像识别深度差残学习”系统，一举击败谷歌、英特尔、高通等业界团队，荣获第一。成为举世闻名的152层深度残差网络ResNet-152。
- ResNet在网络结构上做了大创新，而不再是简单的堆积层数，ResNet在卷积神经网络的新思路，绝对是深度学习发展历程上里程碑式的事件。



图：何恺明（右）与导师汤晓鸥

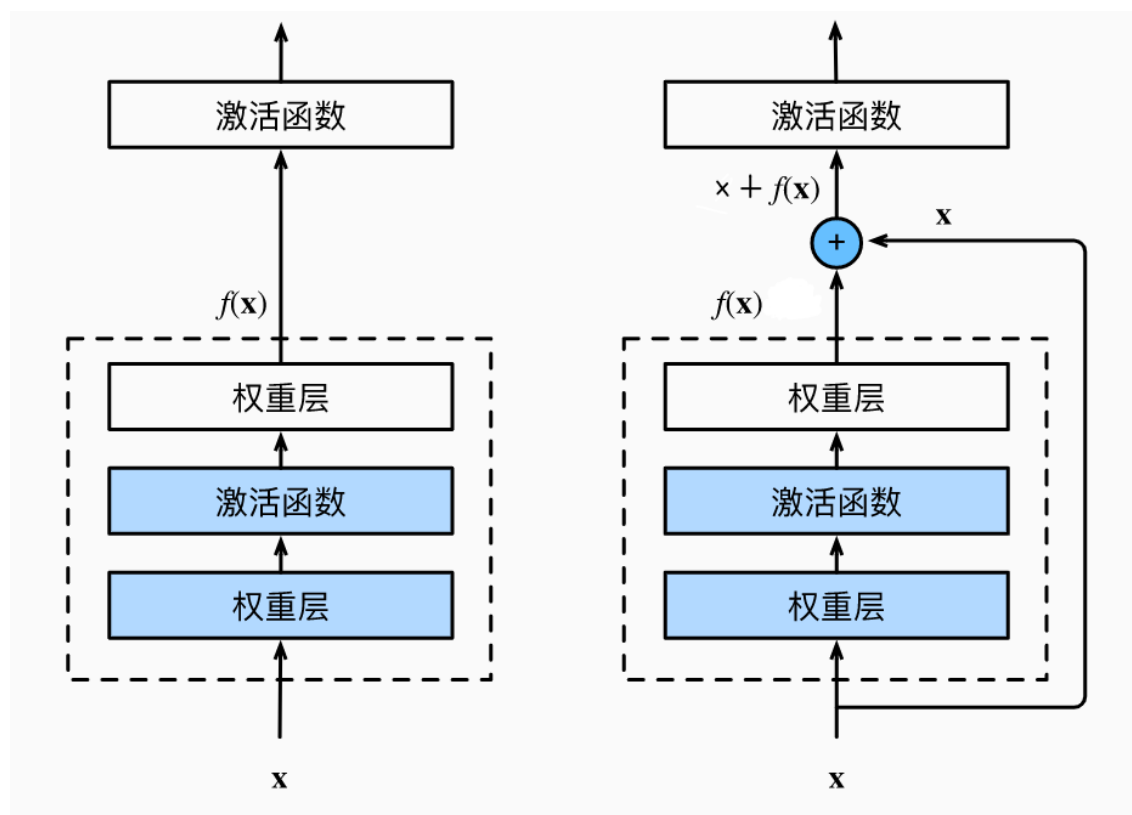
本科就读于清华大学，博士毕业于香港中文大学多媒体实验室。2011年加入微软亚洲研究院（MSRA）工作，主要研究计算机视觉和深度学习。2016年，加入Facebook AI Research（FAIR）担任研究科学家。

3. CNN实际应用

- ResNet的基础架构 - 残差块 (residual block)

原始输入: x ,
希望学出的理想映射: $f(x)$
(作为上方激活函数的输入)

左图虚线框中的部分需要直接拟合出该映射 $f(x)$,
右图虚线框中的部分则需要拟合出残差映射 $f(x) - x$ 。

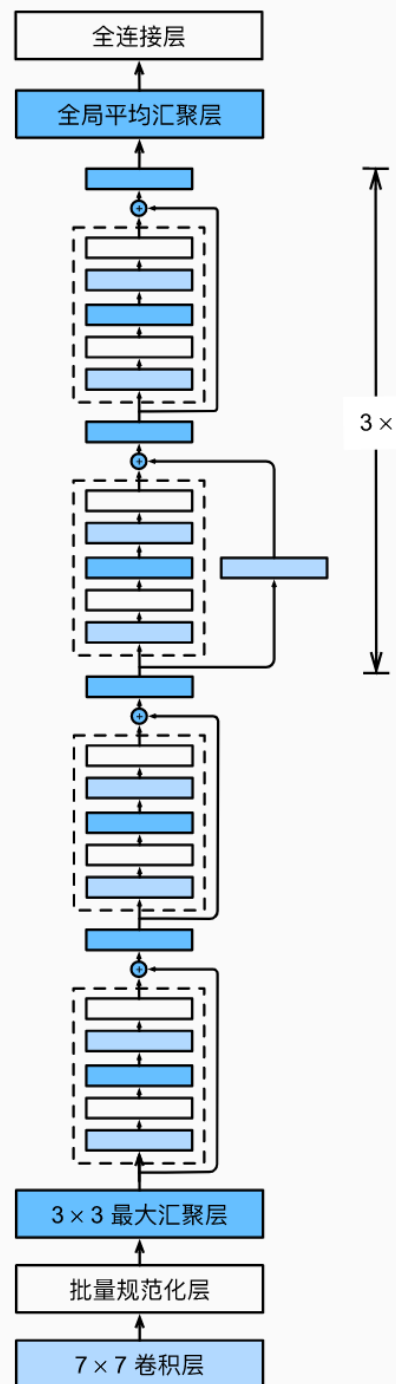


三、代表性卷积神经网络

CNN实际应用

例：ResNet-18

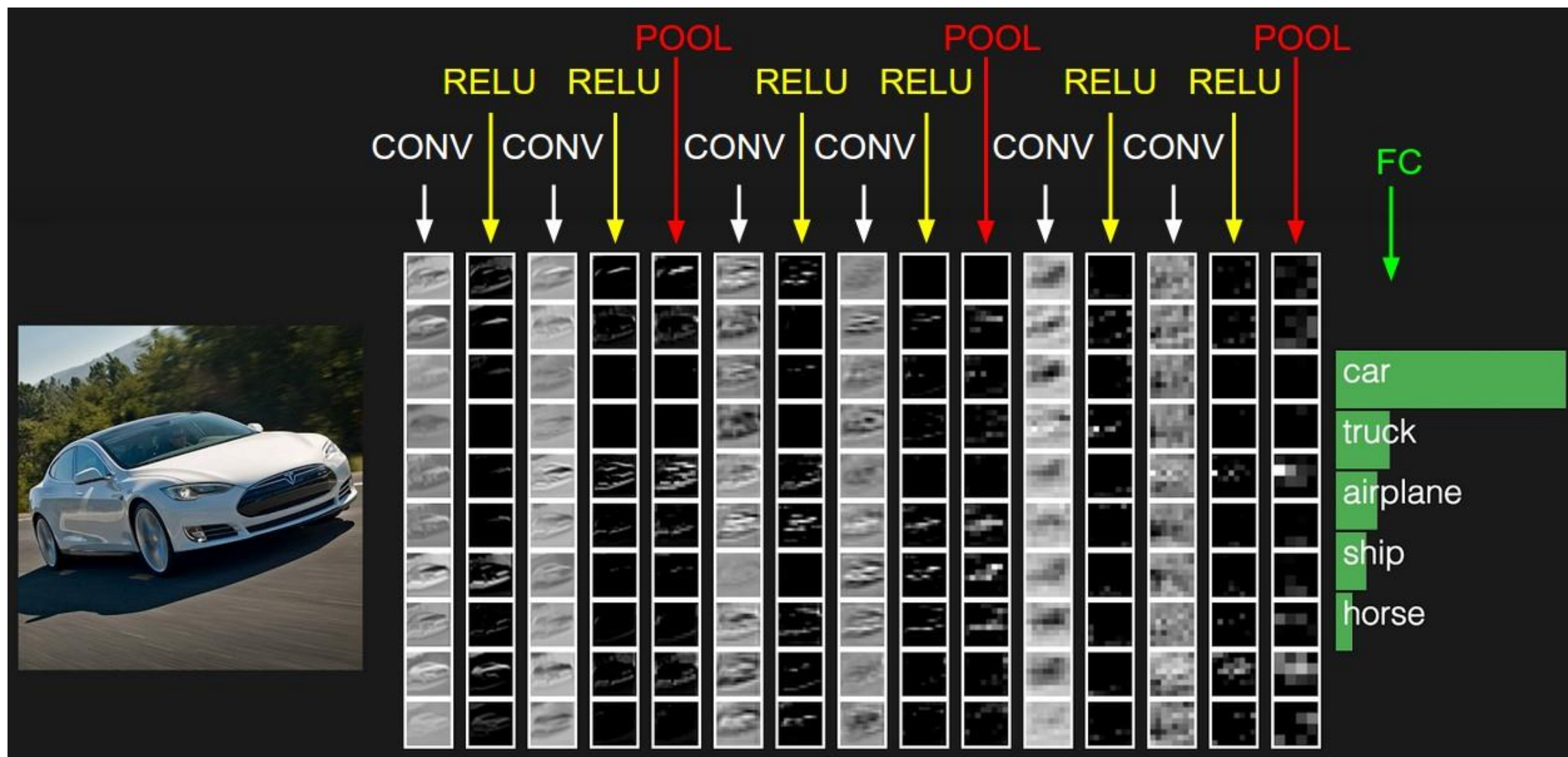
- 每个模块有4个卷积层，加上第一个卷积层和最后一个全连接层，共有18层。
- 通过配置不同的通道数和模块里的残差块数可以得到不同的ResNet模型，例如更深的含152层的ResNet-152。
- 虽然ResNet的主体架构跟GoogLeNet类似，但ResNet架构更简单，修改更方便。



三、代表性卷积神经网络



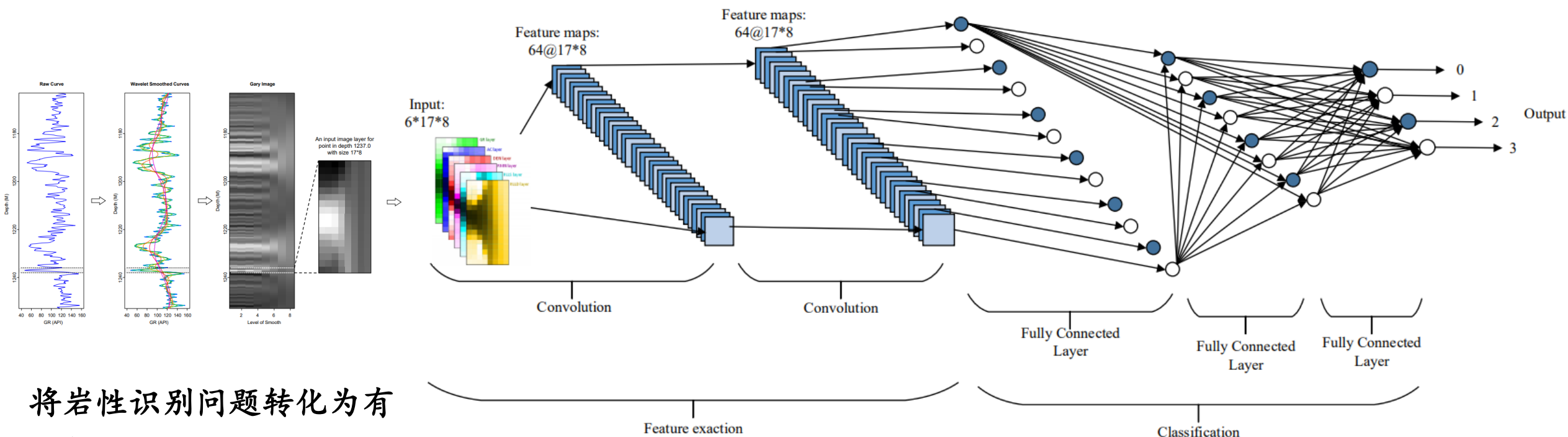
CNN实例



四、卷积神经网络算法在油气领域中的应用

通过小波分析方法，将一维测井曲线转换为多层二维图像，使CNN可以用于测井解释的深度学习成为可能。

输入图像处理



将岩性识别问题转化为有监督的图像识别问题。

(Zhu et al., 2018, Petrophysics)



本节课结束！
谢谢！

一、卷积神经网络算法概述

二、卷积神经网络