

# 卷积神经网络简介



# 前言

---

- 在神经网络中，尤其是CV领域，卷积神经网络常被用做主干网络(backbone)，用于前期提取图片特征，常见的如VGGNet、ResNet等。本章节将介绍卷积神经网络相关基础知识。

# 目标

---

- 学完本课程后，您将能够：
  - 掌握卷积神经网络相关基础知识

# 目录

---

## 1. 卷积神经网络



# 特征是关键点

- 人是通过图像的局部特征来理解图像。

特征

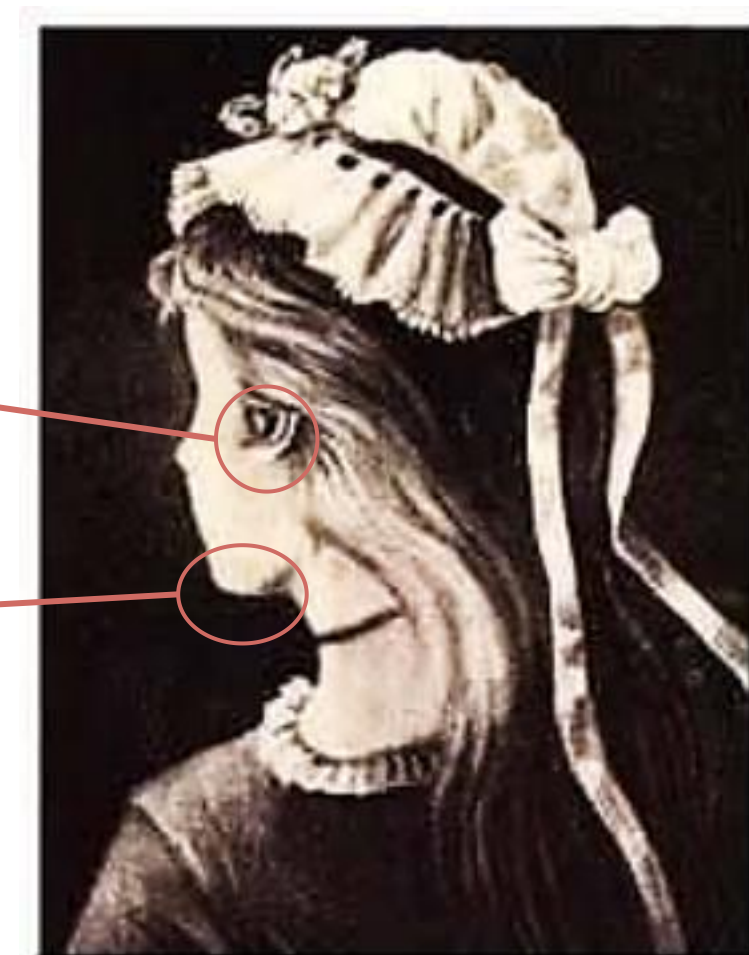
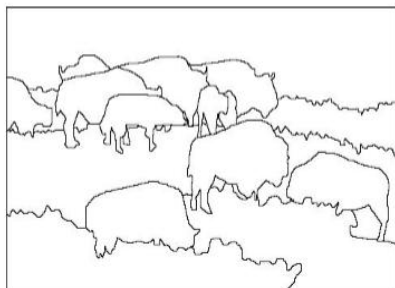
+

认知

边缘 + 纹理

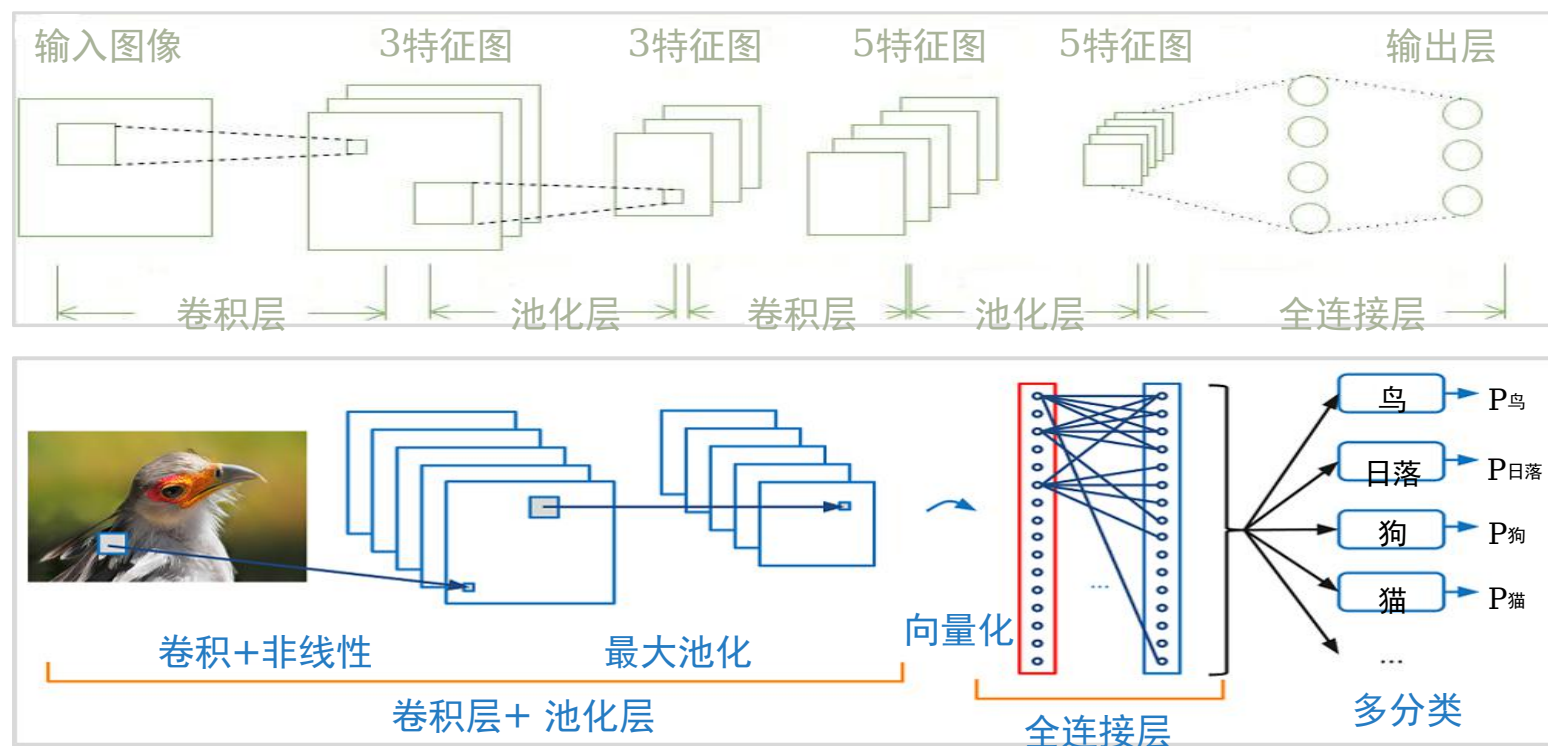
眼睛 or 耳朵?

鼻子 or 下巴?



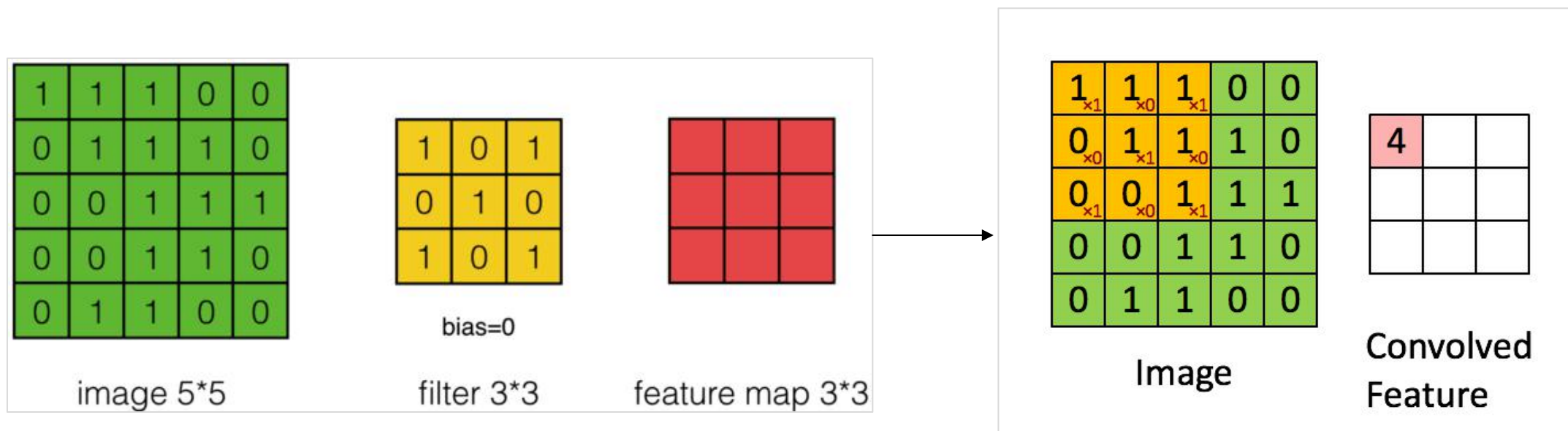
# 卷积神经网络介绍

- 卷积神经网络（Convolutional Neural Network, CNN）是一种前馈神经网络，它的人工神经元可以响应一部分覆盖范围内的周围单元，对于图像处理有出色表现。它包括卷积层（convolution layer），池化层（pooling layer）和全连接层（fully connected layer）。
- 20世纪60年代，Hubel和Wiesel在研究猫脑皮层中用于局部敏感和方向选择的神经元时发现其独特的网络结构可以有效地降低前馈神经网络的复杂性，继而提出了卷积神经网络。现在，CNN已经成为众多科学领域的研究热点之一，特别是在模式分类领域，由于该网络避免了对图像的复杂前期预处理而可以直接输入原始图像，因而得到了更为广泛的应用。



# 卷积 - 单卷积核


- 输入图像:  $5 \times 5$
- 卷积核1个:  $3 \times 3$
- 步长:  $\text{stride} = 1$
- 特征图:  $3 \times 3 \times 1$

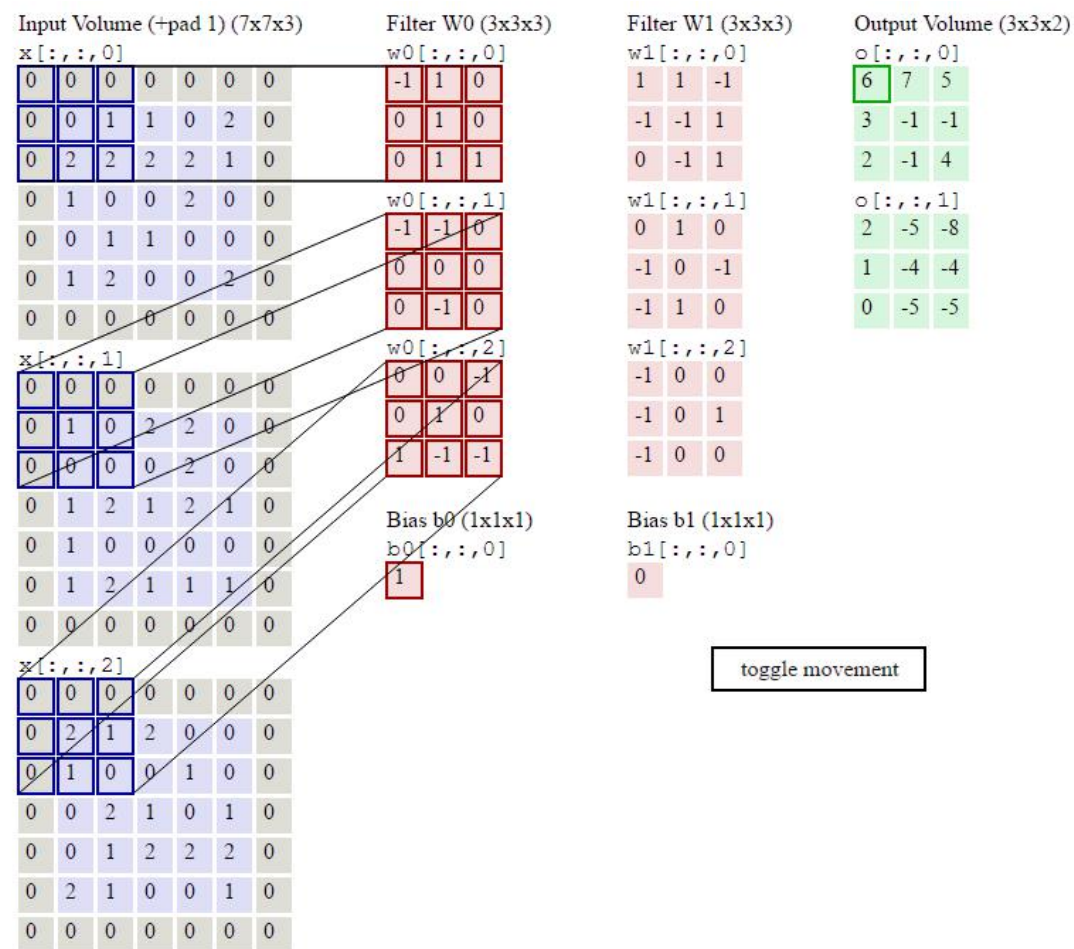


hanbingtao, 2017, 卷积神经网络



# 卷积 - 多卷积核

- 输入图像：5\*5\*3
- 填充：padding = 1
- 卷积核2个：3\*3\*3
- 步长：stride = 2
- 特征图：3\*3\*2 

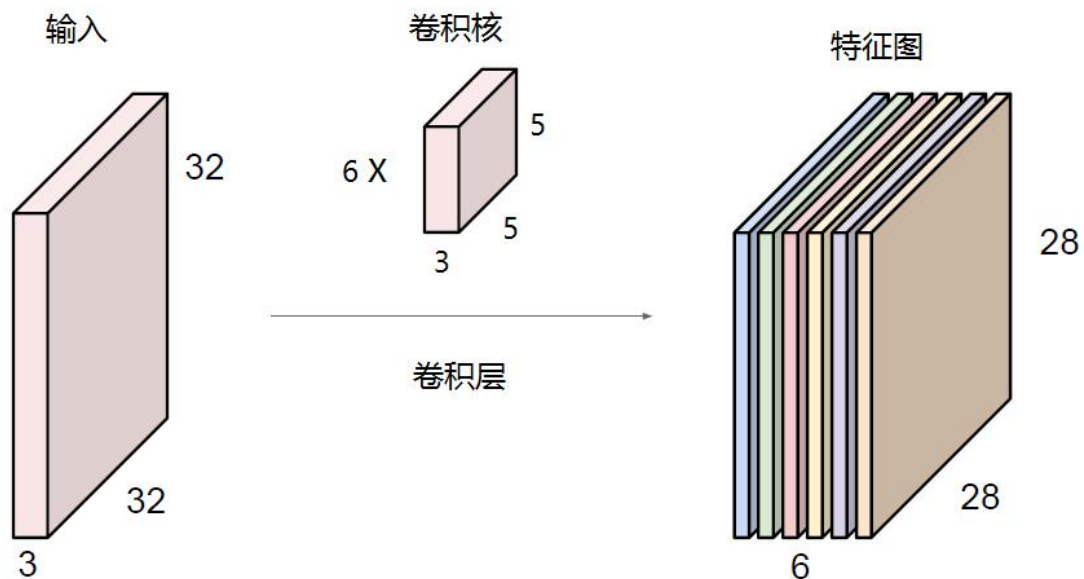


hanbingtao, 2017, 卷积神经网络



# 卷积的功能

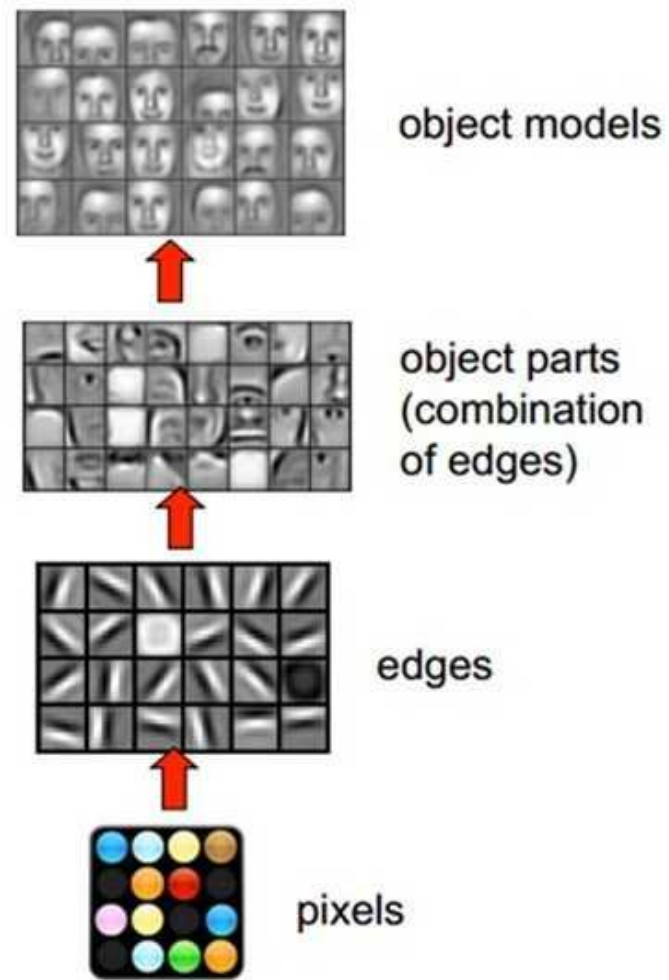
- 卷积通过不同的卷积核提取图像的局部特征信息。



# 卷积神经网络的重要概念

- **卷积核 (Convolution Kernel)**：根据一定规则进行图片扫描并进行卷积计算的对象称为卷积核。卷积核可以提取局部特征。
- **卷积核尺寸 (Kernel Size)**：卷积核是一个3维的矩阵，可以用一个立方体图示，宽 $w$ ，高 $h$ ，深度 $d$ 。深度 $d$ 由输入的通道数决定，一般描述卷积核尺寸时，可以只描述宽 $w$ 和高 $h$ 。
- **特征图 (Feature Map)**：经过卷积核卷积过后得到的结果矩阵就是特征图。每一个卷积核会得到一层特征图，有多个卷积核则会得到多层的卷积图。
- **特征图尺寸 (Feature Map Size)**：特征图也是一个3维的矩阵，可以用一个立方体图示，宽 $w$ ，高 $h$ ，深度 $d$ 。深度 $d$ 由当前层的卷积核个数决定，一般描述特征图尺寸时，可以只描述宽 $w$ 和高 $h$ 。
- **步长 (stride)**：卷积核在输入图像上滑动的跨度。如果卷积核一次移动一个像素，我们称其步长为 1。
- **零填充 (padding)**：为了提取图像边缘的信息，并且保证输出特征图的尺寸满足要求，可以对输入图像边缘填充一个全为0的边框，边框的像素宽度就是padding。
- **结果**：通过卷积获得了特征 (features)。

# 不同深度的卷积层提取的特征



目标特征



局部特征



边缘纹理

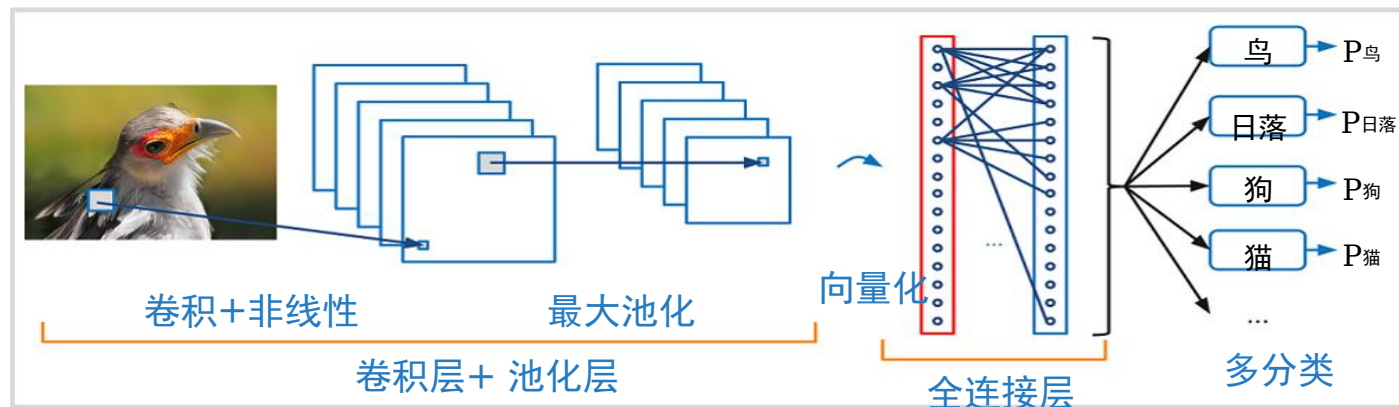


输入图像像素

YJango, 2017, 卷积神经网络介绍

# 卷积神经网络结构

- **输入层**：用于数据的输入。
- **卷积层（convolution layer）**：卷积神经网络中每层卷积层由若干卷积单元组成，每个卷积单元的参数都是通过反向传播算法优化得到的。卷积运算的目的是提取输入的不同特征，第一层卷积层可能只能提取一些低级的特征如边缘、线条和角等层级，更多层的网络能从低级特征中迭代提取更复杂的特征。
- **激活函数（activation function）**，又被称作激活层（activation layer）。使用激活函数将卷积层的输出非线性化。最常用的激活函数是ReLU函数（Rectified Linear Units）。函数表达式为 $f(x)=\max(0,x)$ 。激活函数不被计算层数。
- **池化层（pooling layer）**：通常在卷积层之后会得到维度很大的特征，将特征切成几个区域，取其最大值或平均值，得到新的、维度较小的特征。
- **全连接层（fully connected layer）**：把所有局部特征结合变成全局特征，用来计算最后每一类的得分。
- **输出层**：用于输出最终结果。



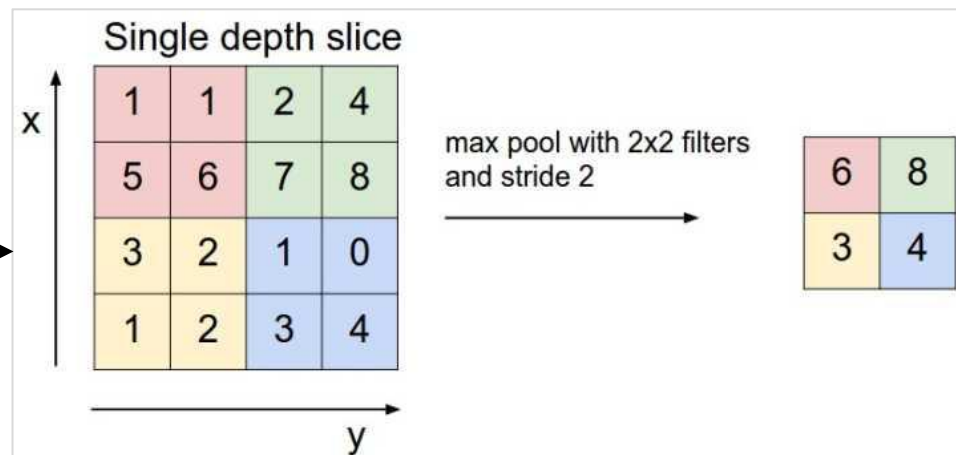
# 池化

- 有时图像太大，我们需要减少训练参数的数量，它被要求在随后的卷积层之间周期性地引进池化层。池化层一般分为最大池化（max pooling）和平均池化（mean pooling）。



260\*200

130\*100

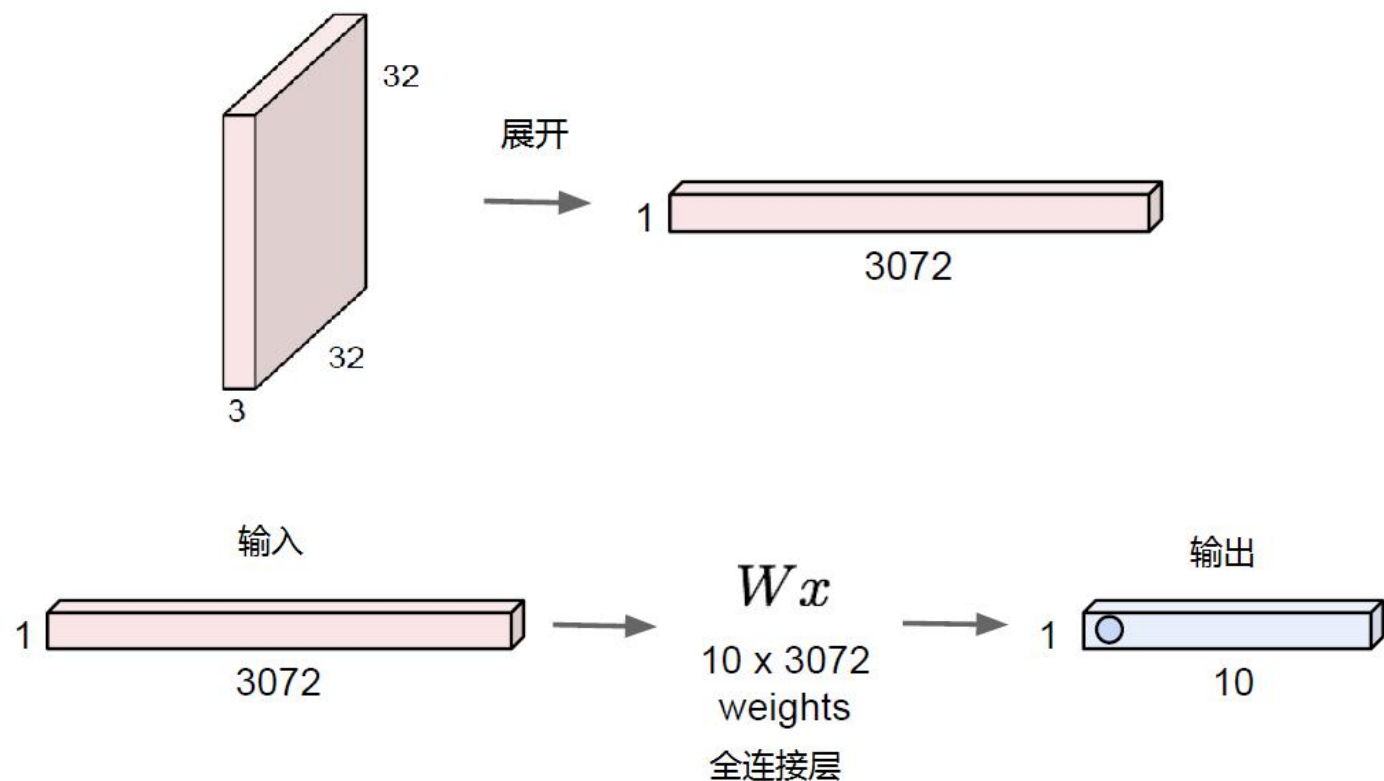


池化的实现



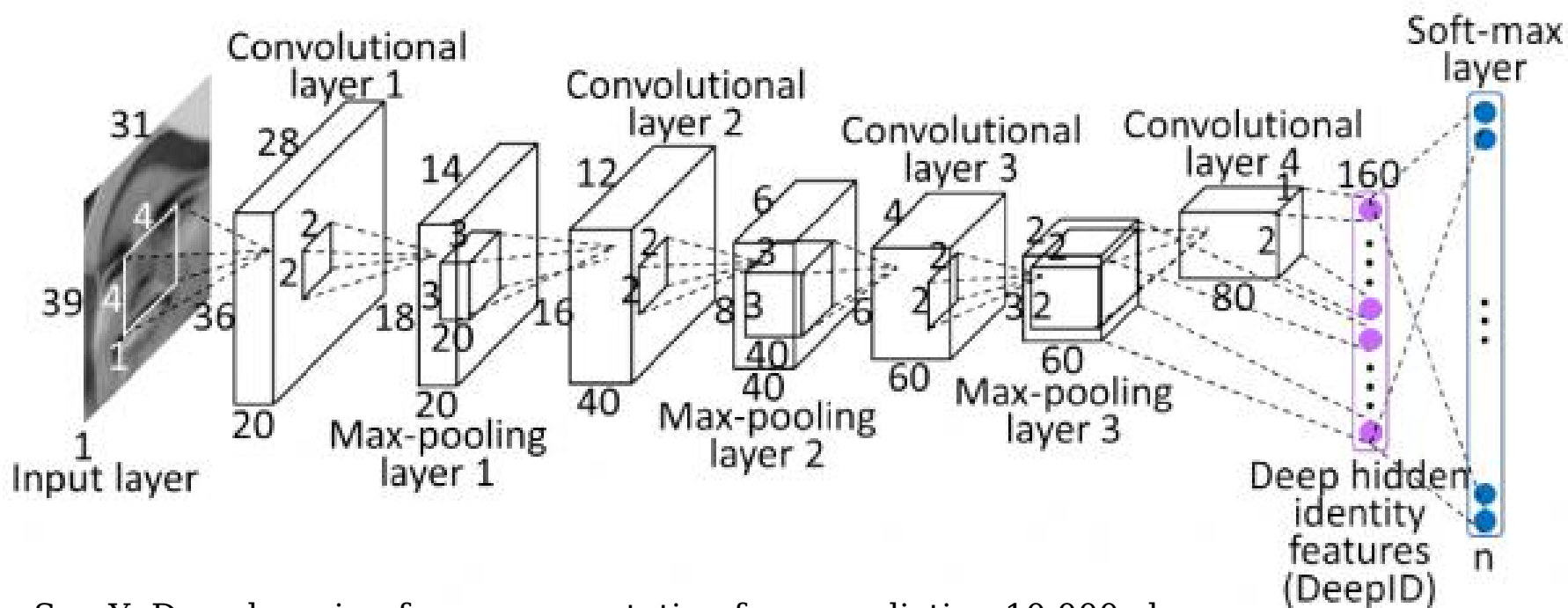
# 全连接

- 全连接层可以用来将最后得到的特征映射到线性可分的空间，通常，卷积神经网络会将末端得到的特征图平摊成一个长的列向量，经过全连接层的计算得到最终的输出层。



# 卷积神经网络全景

- 输入层
- 卷积层（4层）
- 池化层（3层）
- 全连接层
- 输出层



Sun Y, Deep learning face representation from predicting 10,000 classes

# 思考题

---

1. 【单选题】用三个3x3的卷积核对一副彩色图像卷积，将得到几个特征图？（ ）
- A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4

# 本章总结

---

- 本章节主要介绍了卷积神经网络相关的基本概念。

# Thank you.

把数字世界带入每个人、每个家庭、  
每个组织，构建万物互联的智能世界。  
Bring digital to every person, home, and  
organization for a fully connected,  
intelligent world.

**Copyright©2021 Huawei Technologies Co., Ltd.  
All Rights Reserved.**

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

