

1.CNN的卷积核是单层的还是多层的

2.什么是卷积

3.什么是CNN的池化层

4.面试题 卷积的物理意义是什么

## 1.CNN的卷积核是单层的还是多层的

一般而言，深度卷积网络是一层又一层的。层的本质是特征图，存储输入数据或其中间表示值。一组卷积核则是联系前后两层的网络参数表达体，训练的目标就是每个卷积核的权重参数组。

描述网络模型中某层的厚度，通常用名词channel或者特征图feature map数。但一般更习惯把作为数据输入的前层的厚度称之为通道数，把作为卷积输出的后层的厚度称之为特征图数。

卷积核一般是3D多层的，除了面积参数，比如 $3 \times 3$ 之外，还有厚度参数 $H$  (2D的视为厚度1)，还有一个属性是卷积核的个数 $N$ 。

卷积核的厚度 $H$ ，一般等于前层厚度 $M$  (输入通道数或feature map数)。特殊情况 $M > H$ 。

卷积核的个数 $N$ ，一般等于后层厚度 (后层feature maps数，因为相等所以也用 $N$ 表示)。

卷积核通常从属于后层，为后层提供了各种查看前层特征的视角，这个视角是自动形成的。

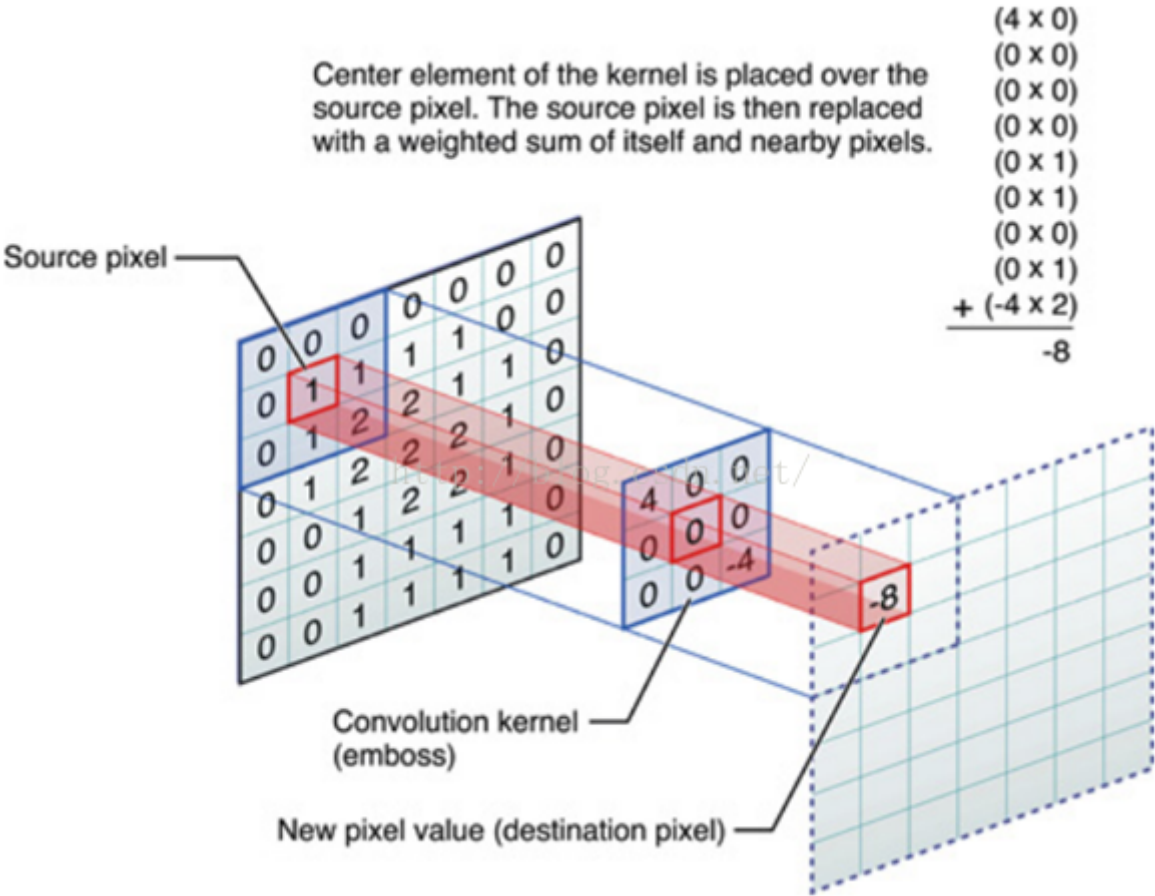
卷积核厚度等于1时为2D卷积，对应平面点相乘然后把结果加起来，相当于点积运算；

卷积核厚度大于1时为3D卷积，每片分别平面点求卷积，然后把每片结果加起来，作为3D卷积结果； $1 \times 1$ 卷积属于3D卷积的一个特例，有厚度无面积，直接把每片单个点乘以权重再相加。

总之，卷积的意思就是把一个区域，不管是一维线段、二维方阵还是三维长方体，全部按照卷积核的维度形状，对应逐点相乘再求和，浓缩成一个标量值也就是降到零维度，作为下一层的一个feature map的一个点的值。

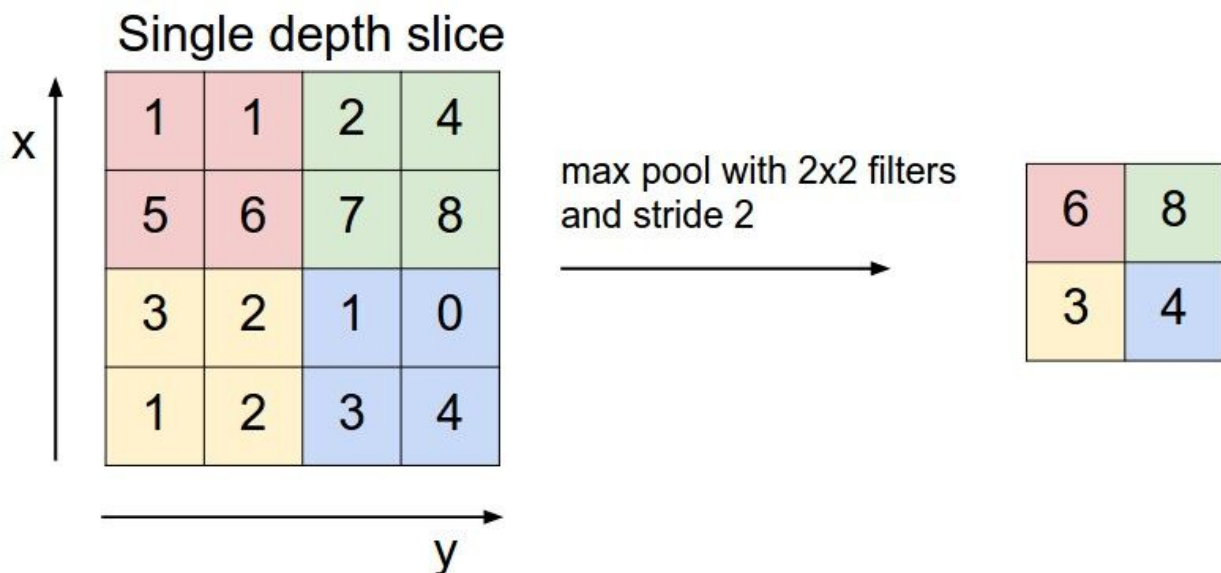
## 2.什么是卷积

对图像（不同的数据窗口数据）和滤波矩阵（一组固定的权重：因为每个神经元的多个权重固定，所以又可以看做一个恒定的滤波器 filter）做内积（逐个元素相乘再求和）的操作就是所谓的卷积操作，也是卷积神经网络的名字来源。



## 3.什么是CNN的池化层

池化，即取区域平均或最大。



## 4.面试题 卷积的物理意义是什么

提示：对卷积的理解分为三部分讲解1）信号的角度2）数学家的理解（外行）3）与多项式的关系

### 1 来源

卷积其实就是为冲击函数诞生的。“冲击函数”是狄拉克为了解决一些瞬间作用的物理现象而提出的符号。古人曰：“说一堆大道理不如举一个好例子”，冲量这一物理现象很能说明“冲击函数”。在 $t$ 时间内对一物体作用 $F$ 的力，倘若作用时间 $t$ 很小，作用力 $F$ 很大，但让 $Ft$ 的乘积不变，即冲量不变。于是在用 $t$ 做横坐标、 $F$ 做纵坐标的坐标系中，就如同一个面积不变的长方形，底边被挤的窄窄的，高度被挤的高高的，在数学中它可以被挤到无限高，但即使它无限瘦、无限高、但它仍然保持面积不变（它没有被挤没！），为了证实它的存在，可以对它进行积分，积分就是求面积嘛！于是“卷积”这个数学怪物就这样诞生了。

卷积是“信号与系统”中论述系统对输入信号的响应而提出的。

## 2 意义

信号处理是将一个信号空间映射到另外一个信号空间，通常就是时域到频域，（还有z域，s域），信号的能量就是函数的范数（信号与函数等同的概念），大家都知道有个Parseval定理就是说映射前后范数不变，在数学中就叫保范映射，实际上信号处理中的变换基本都是保范映射，只要Parseval定理成立就是保范映射（就是能量不变的映射）。

信号处理中如何出现卷积的。假设B是一个系统，其t时刻的输入为 $x(t)$ ，输出为 $y(t)$ ，系统的响应函数为 $h(t)$ ，按理说，输出与输入的关系应该为

$$Y(t)=h(t)x(t),$$

然而，实际的情况是，系统的输出不仅与系统在t时刻的响应有关，还与它在t时刻之前的响应有关，不过系统有个衰减过程，所以 $t_1 (<t)$ 时刻的输入对输出的影响通常可以表示为 $x(t)h(t-t_1)$ ，这个过程可能是离散的，也可能是连续的，所以t时刻的输出应该为t时刻之前系统响应函数在各个时刻响应的叠加，这就是卷积，用数学公式表示就是

$$y(s)=\int x(t)h(s-t)dt,$$

离散情况下就是级数了。

## 3 计算

**卷积是一种积分运算**，它可以用来描述线性时不变系统的输入和输出的关系：即输出可以通过输入和一个表征系统特性的函数（冲激响应函数）进行卷积运算得到。（以下用\$符号表示从负无穷大到正无穷大的积分）

#### 1) 一维卷积：

$$y(t) = g(k) * x(k) = \int_{-\infty}^{\infty} g(k) x(t-k) dk$$

先把函数 $x(k)$ 相对于原点反折，然后向右移动距离 $t$ ，然后两个函数相乘再积分，就得到了在 $t$ 处的输出。对每个 $t$ 值重复上述过程，就得到了输出曲线。

#### 2) 二维卷积：

$$h(x, y) = f(u, v) * g(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(u, v) g(x-u, y-v) du dv$$

先将 $g(u, v)$ 绕其原点旋转180度，然后平移其原点， $u$ 轴上像上平移 $x$ ， $v$ 轴上像上平移 $y$ 。然后两个函数相乘积分，得到一个点处的输出。

### 4. 图像处理

图像处理：用一个模板和一幅图像进行卷积，对于图像上的一个点，让模板的原点和该点重合，然后模板上的点和图像上对应的点相乘，然后各点的积相加，就得到了该点的卷积值。对图像上的每个点都这样处理。由于大多数模板都是对称的，所以模板不旋转。卷积是一种

积分运算，用来求两个曲线重叠区域面积。可以看作加权求和，可以用来消除噪声、特征增强。

把一个点的像素值用它周围的点的像素值的加权平均代替。

卷积是一种线性运算, 图像处理中常见的mask运算都是卷积，广泛应用于图像滤波。

卷积在数据处理中用来平滑，卷积有平滑效应和展宽效应.