



# 标准化

# Normalization



# 本节问题

(1) 什么是标准化？

(2) 卷积神经网络中为什么给图像做标准化？

## 什么是标准化？

---

1. min-max标准化(Min-max normalization),又名离差标准化,是对原始数据的线性转化

$$x^* = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

含义: max : 样本最大值; min: 样本最小值

注意:当有新数据加入时需要重新进行数据归一化

## 什么是标准化？

2. z-score 标准化(zero-mean normalization), 将数据按照行或列或其他属性值减去其均值再除以其标准差。所得到的数据都聚集在0附近, 标准差为1, 符合正态分布。  
(常用)

$$x^* = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

含义: 其中 $\mu$ 为所有样本数据的均值,  $\sigma$ 为所有样本数据的标准差

注意: 假如原始数据没有呈 高斯分布, 标准化的数据分布效果并不好

## 什么是标准化？

---

### 3. atan反正切函数标准化

$$x^* = \text{atan}(x) * 2/\pi$$

注意:数据必须大于零,大于零的函数将会被映射到[-1,0]上

## 总结:什么是标准化?

---

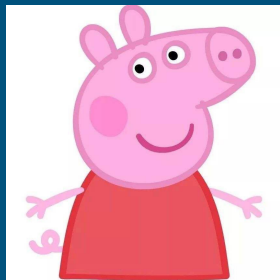
根据数据结构, 把数据的值按行, 按列, 或者某些特征, 或者某种属性

(1) 统一映射到一个特定区间里, 比如 $[-1, 1]$ 。

(2) 统一映射到某种特定分布里, 比如均值为0, 方差为1

## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

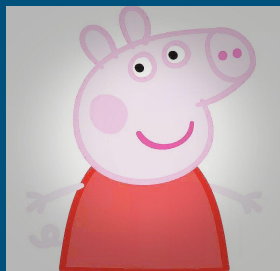
对应图片的某个相同部位的像素 值



120	222	111
103	228	92
67	231	100



社会人(✓)



32	145	65
65	114	42
21	183	54



社会人(?)

## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

标准化之前的问题：

(1) 对于人来说，是一样的事物，一样的标签；

(2) 对于电脑来说，像素值大小不同，**可能**是两张完全不同的图片，最后经过卷积层，又**可能**是不同的特征，但却是同样的标签，进而影响神经网络的权值更新。

标准化之后(Z-Score)：

两张图片的像素值就被映射成符合正态分布，均值为0，标准差为1的数值分布：

(1) 这样就相当于把不同的图片**映射到同一个坐标系**，具有相同的尺度

(2) 因此上述情况就由**像素值大小不同的问题**转为具有**相似的特征分布**的问题

(3) 一定程度上消除了因为过度曝光，质量不佳或者噪声等各种原因对模型权值更新的影响。



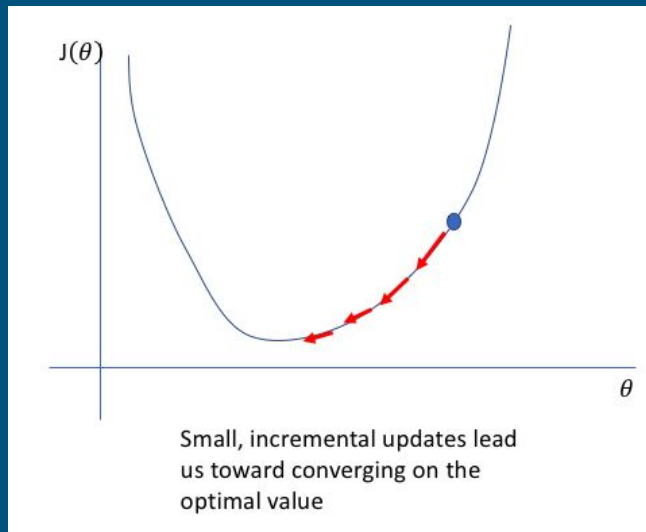
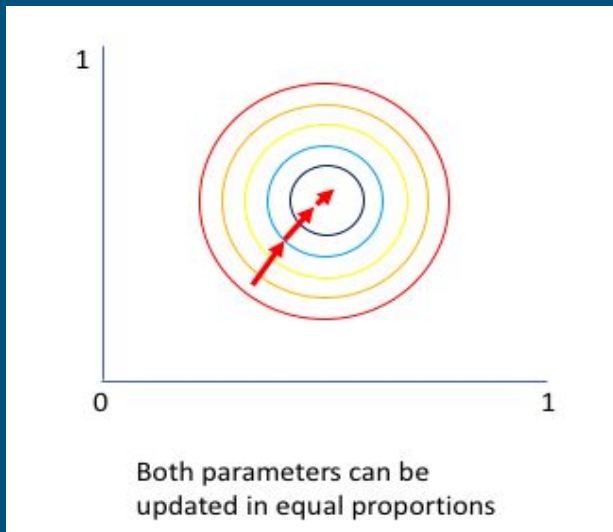
## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

我们的训练图片大多都是RGB格式的，也就是说他们大多都是由红色，蓝色，绿色分量组成。



## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

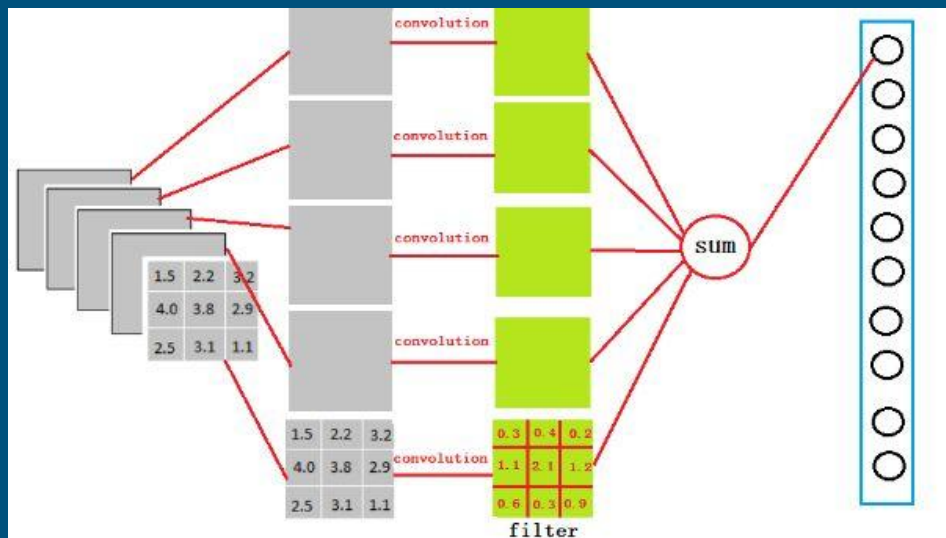
如果我们训练图片的红色，蓝色，绿色分量的像素值大小分布比较相似，也就是没有一个分量的值都特别大或者特别小，那么我们模型训练的时候，gradient更新轨迹应该如下图一般稳定，可靠，快速：



## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

实际情况是，训练图片的红色，蓝色，绿色分量的像素值大小分布很多时候不太相似，也就是有一个分量的值都特别大或者特别小，了解卷积神经网络的同志们可能知道，CNN有一个步骤：

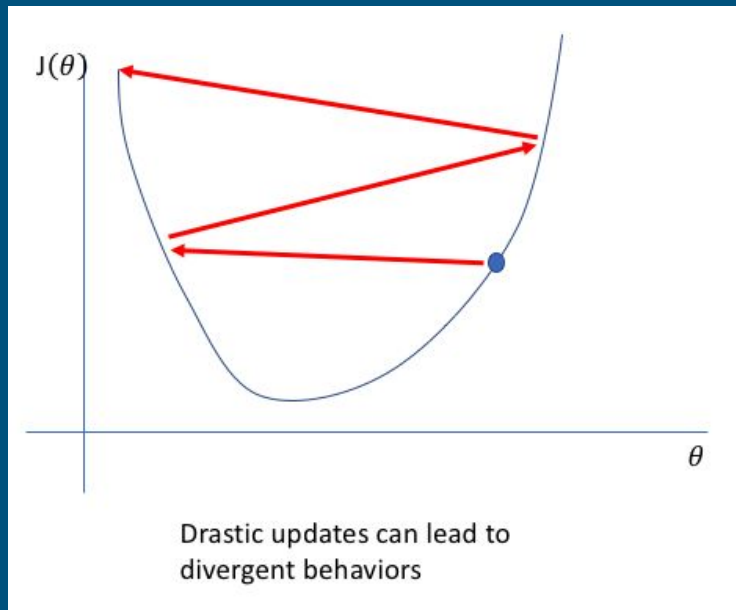
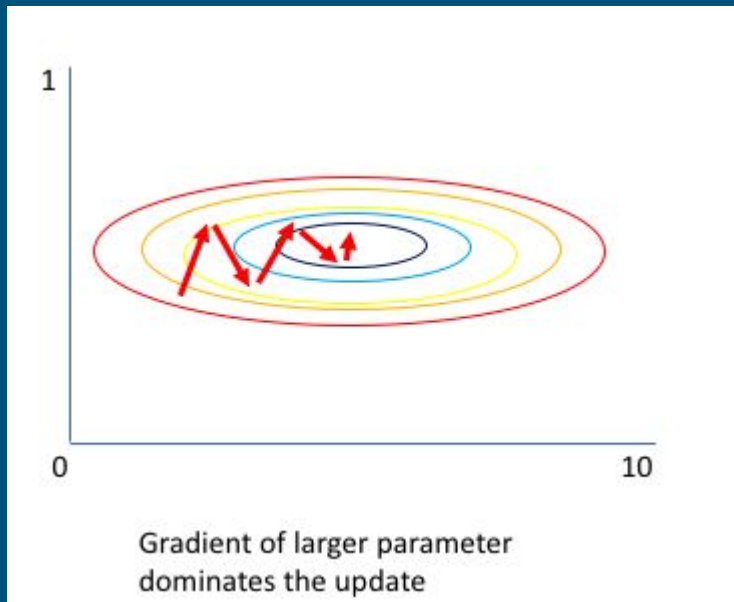
(1) 卷积层和全连接层对特征是进行和 (sum) 运算，如下图所示：



在模型训练前期，如果红色分量值特别大，蓝绿分量比较小，那么经过卷积过程后，特征值可能会特别大，那么这**和(sum)**值就可能被红色分量'**主导**'，从而特别**大**，熟悉反向传播的同学应该也知道，如果特征值被某一特征所主导，**权值的更新就会朝着这个主导的特征进行**。(具体可以参阅反向传播或者Gradient Descent)

## 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

实际情况是，训练模型时，第一张训练图片由**红色分量主导**，第二张训练图片就可能由**绿色分量主导**，权值更新的主导权不断发生变化，于是模型的gradient更新轨迹就变成下面图所示，无序，收敛慢：



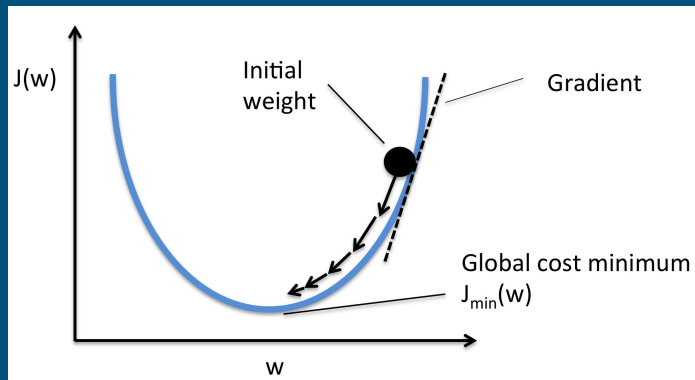
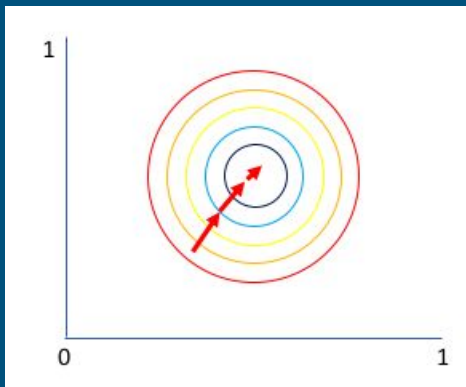
# 卷积神经网络中为什么要给图像做标准化？

解决办法：标准化（常用Z-Score 标准化）

标准化之后（Z-Score）：

图片的RGB分量就被映射成符合正态分布，均值为0，标准差为1的数值分布：

- (1) 这样就相当于把不同的分量映射到同一个坐标系，具有相同的尺度
- (2) 因此上述情况就由过大像素值分量主导权值更新的问题转为RGB分量都具有相同的数值分布的问题
- (3) 一定程度上消除了gradient更新的收敛慢，无序等问题，如下图：



# 总结

---

在卷积神经网络里，**标准化**即是将不同的图片，或者图片不同的分量映射到同一特定区间，或者具备相同的数据分布，使CNN中的功能块可以对输入数据进行**同趋化处理**。

更多精彩内容，请关注：

(1) 知乎：蒋竺波

(2) 知乎专栏：卷积神经网络(CNN)入门讲解

(3) 微信公众号：follow\_bobo (公众号回复：**标准化**，即可获得全部PPT)

