

| 为什么高斯卷积是低通滤波器？

#基础知识

#卷积

| 直观理解：平滑与平均

想象一下，你有一张带有噪点的图片（噪点是快速变化的、不规则的明亮和黑暗像素）。

- 如果你是用一个所有值都相等的卷积核去处理它，每个像素的新值就会变成他周围一小片区域像素值的平均值。那些孤立的、特别亮或特别暗的噪声点，会被大量的像素值平均掉，使其变得不明显，让整个图像看起来的更加平滑，更模糊。这种“平均掉”快速变化细节的操作就是低通滤波。
- 高斯卷积是一个更聪明的版本，它的卷积核分布满足高斯分布，距离中心越近权重越高，越远权重越低。这符合我们的常识，一个像素的值应该和它紧邻的像素最相关。因此，高斯模糊能产生更自然、更平滑的模糊效果，但核心作用依然是**抑制图像中高频的、快速变化的成分**（如噪点、锐利边缘），同时保留低频的、缓慢变化的成分（如大面积的色块）。

| 数学理解：卷积

如果你学过信号处理，傅里叶变换可能会帮助你理解他。博主并未涉猎这一领域便不在这里具体展开。可以参考文末附加资料。

在说这个问题之前，我们得先知道在图像中，什么是“高频”和“低频”？

- **高频**：像素值发生剧烈、快速变化的区域。例如：
 - **物体的边缘**（从黑到白的突然过渡）
 - **细致的纹理**（如头发、草地）
 - **噪点**
- **低频**：像素值变化缓慢、平滑的区域。例如：
 - **大面积的纯色墙面**
 - **模糊的背景**
 - **平滑的渐变天空**

当高斯卷积核滑过这些区域时：

在平滑区域（低频），周围的像素值很相似，加权平均后变化不大。

在边缘噪声区域，一个峰值（这里指较大的值，特别亮或特别暗）的像素会与周围像素进行加权平均，其极端的亮度/幻读会被拉回到临近像素的平均水平，从而使得边缘变得柔和。

关于傅里叶变换与卷积的关系相关资料(按优先级排序)：

王木头学科学：https://www.youtube.com/watch?v=Ifg712iHg_k 【youtube-link】

https://www.bilibili.com/video/BV1ce4y1p7jF/?vd_source=8bebd07c723422ebacfd8b6c35d6ba0 【Bilibili-link】

Mars的博客8/22的文章：<https://whjkm.github.io/>

南京大学数字图像处理：https://www.lamda.nju.edu.cn/chengg/course/dip2020/slides/Lecture_4.pdf