

作业二：图像的平滑滤波

梅佳伟 221050366

2023 年 6 月 6 日

- 1 调用函数或者自己编写程序，分别对带有高斯噪声和椒盐噪声的 2 组图像进行实现双边滤波，输出滤波后的图像，比较与分析至少 2 种参数下的实验效果。

1.1 算法原理

双边滤波是同时考虑空间邻近度和像素值相似度的一种折中处理,通过 $g(i, j) = \frac{\sum_{k,l} f(k,l)w(i,j,k,l)}{\sum_{k,l} w(i,j,k,l)}$ 卷积手段来计算输出图像的像素值, 其中 $w(i, j, k, l)$ 为权重值, 与传统的高斯滤波不同, 双边滤波选择的卷积同时考虑了上述提到的两个方面。

即

$$w(i, j, k, l) = e^{-\frac{(i-k)^2 + (j-l)^2}{2\sigma_d^2} - \frac{\|f(i,j) - f(k,l)\|^2}{2\sigma_v^2}}$$

我们可以通过两个方差参数的选择来调节卷积核。为了便于调节实验取值, 我在编程时使用的为乘积版本:

$$w(i, j, k, l) = e^{-((i-k)^2 + (j-l)^2)2f_d - \|f(i,j) - f(k,l)\|^2 2f_v}$$

其中 f_d 表示空间参数, f_v 表示像素值参数。并在实际实验中选取了 $f_d = 0, f_v = 0$ (此时高斯核退化为全 1) 以及 $f_d = 10^{-4}, f_v = 10^{-2}$, 两组参数, 并通过实验确定使用 (7, 7) 尺寸的卷积核。

1.2 高斯噪声

高斯噪声是噪点强度服从高斯分布并作用在原像素值上的噪声

1.2.1 实验结果



图 1: 处理前



图 2: 参数: 0,0



图 3: 参数: $10^{-4}, 10^{-2}$



图 4: 处理前



图 5: 参数: 0,0

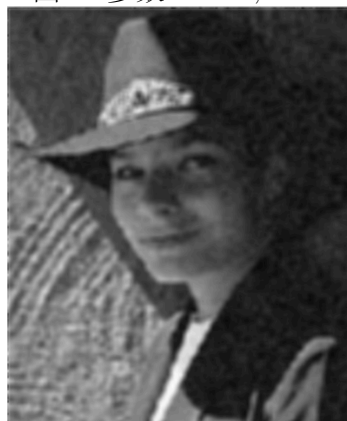


图 6: 参数: $10^{-4}, 10^{-2}$

1.2.2 结果分析

参数 $(0,0)$ 表明卷积核为全 1，图像在卷积窗口内取平均值，该参数效果优于参数 $(10^{-4}, 10^{-2})$ 。在较好的去除噪声的同时保留了一定的边界信息。原因在于高斯噪点服从的分布相互独立，通过独立性可推导窗口内噪点平均值服从的高斯分布为 $\mathcal{N}(0, \frac{\sigma^2}{n})$ ，其中 n 为窗口内像素个数。平均加权是使得新分布方差最小的加权方案，而较小的方差会表现出较小视觉感知的噪声。因此这种参数能更好的消除高斯噪点。

1.3 椒盐噪声

椒盐噪声是噪点服从脉冲分布并直接替换原像素值的黑白噪声

1.3.1 实验结果



图 7: 处理前



图 8: 参数: 0,0



图 9: 参数: $10^{-4}, 10^{-2}$



图 10: 处理前



图 11: 参数: 0,0



图 12: 参数: $10^{-4}, 10^{-2}$

1.3.2 结果分析

在调整为乘积版本后，参数取值越接近 0 表示该方面越不重要。参数 (0,0) 表示空间与像素值的临近度都不重要，卷积窗口内所有像素值取平均得到新图像窗口中心像素值。在椒盐噪声的情况下，我们可以看到这种参数使得黑白椒盐早点被有效去除的同时，图片8与11由于过度平均导致被完全模糊化。

而使用参数 $10^{-4}, 10^{-2}$ ，表示相对于空间临近度我们更倾向于使用像素值临近度来增加权重，这样的取值可以使得我们在计算灰度边界附近的像素值时，为像素值相似的点赋予更高权重，而边界另一侧的点赋予更小权重，以保证保留清晰的边界信息。但是同时，这

样的取值会使得窗口中心恰好为椒盐噪点时，无法有效平均该噪点，因此适合的空间参数可以弥补噪点去除缺陷。

因为我在计算时未使用 `padding`，因此可以看到所得结果图像周围边界无法被有效滤波。