



暨南大学
JINAN UNIVERSITY

课程实验报告

课程类别： 专业学位课

课程名称： 图像工程与处理

课程代码： **085400mb03**

任课教师： 彭青玉、张庆丰

《双边滤波器的模版设计与处理分析》

姓 名 _____ 陈钦海

学 号 _____ 202034261231

院 系 _____ 信息科学技术学院计算机科学系

专 业 _____ 计算机科学

电子邮件 _____ 1103878898@qq.com

提交时间： 2021 年 5 月 10 日

一、双边滤波算法

1. 简介

图像去噪的方法很多，如中值滤波，高斯滤波，维纳滤波等等。但这些降噪方法容易模糊图片的边缘细节，对于高频细节的保护效果并不明显。相比较而言，bilateral filter 双边滤波器可以很好的边缘保护，即可以在去噪的同时，保护图像的边缘特性。双边滤波（Bilateral filter）是一种非线性的滤波方法，是结合图像的空间邻近度和像素值相似度的一种折衷处理，同时考虑空域信息和灰度相似性，达到保边去噪的目的。

2. 算法原理

$$BF[I]_{\mathbf{p}} = \frac{1}{W_{\mathbf{p}}} \sum_{\mathbf{q} \in \mathcal{S}} G_{\sigma_s}(\|\mathbf{p} - \mathbf{q}\|) G_{\sigma_r}(I_{\mathbf{p}} - I_{\mathbf{q}}) I_{\mathbf{q}}$$

where $W_{\mathbf{p}}$ is a normalization factor:

$$W_{\mathbf{p}} = \sum_{\mathbf{q} \in \mathcal{S}} G_{\sigma_s}(\|\mathbf{p} - \mathbf{q}\|) G_{\sigma_r}(I_{\mathbf{p}} - I_{\mathbf{q}})$$

根据论文《A Gentle Introduction to Bilateral Filtering and its Applications》的公式介绍，双边滤波主要从两个方面考虑，一个是空间域核 σ_s ，另一个是值域核 σ_r （即像素值核），在高斯函数的作用下求出空间域权重和值域权重，然后进行相乘得到总权重 W_p ，然后对像素点进行卷积且标准化后得到新的像素点。

二、开发配置

1. 开发环境

Windows 10 , Pycharm

2. 开发语言

Python

3. 库函数

Numpy: 一些基本运算

cv2: 读取与保存图片

Datetime: 记录运行时间

三、课程设计编程思想介绍

面向对象，定义一个 BilateralFilter 类，初始化相关参数，主函数实例化该类，并调用其运行函数 fit()。

四、程序设计过程的详细介绍

类内主要包含 3 个函数：`__init__()`，`bilateral_filter()`，`fit()`

- `__init__(self, input_image, output_image, diameter=30, sigma_color=50.0, sigma_space=50.0):`

包含输入图像，输出图像，过滤像素邻域范围（默认为 15），颜色空间过滤器的 `sigma` 值（默认为 50），坐标空间过滤器的 `sigma` 值（默认为 50）

- `bilateral_filter(self, row, col, channel):`

对于某个点(row, col, channel)的过滤过程，最终返回过滤后的像素值

- `fit(self)`

从行列循环更新每个像素点的值，并保存过滤后的图片，返回过滤后的图像。

类外包含 9 个函数：`gaussian_function()`，`distance()`，`gauss_noise()`，`sp_noise()`，`random_noise()`，`compare_noise()`，`compare_sigma()`，`compare_diameter()`

- `gaussian_function(x, sigma)`

高斯函数赋予自变量 `x` 和 `sigma`，通过计算返回值

- `distance(i, j, m, n):`

计算(i,j)与(m,n)两坐标的欧式距离，并返回。

- `gauss_noise()`，`sp_noise()`，`random_noise()`

三种不同的噪声实现

- `compare_noise()`，`compare_sigma()`，`compare_diameter()`

不同参数不同噪声对 BF 的影响，并保存对比的图像。

五、实验结果与分析

1. 结果

（1）比较 `diameter` 参数

分别设置 `diameter` 为 3,10,20



(2) 比较 sigma 参数

①改变 sigma_color

分别设置 sigma_color 为 10,50,150



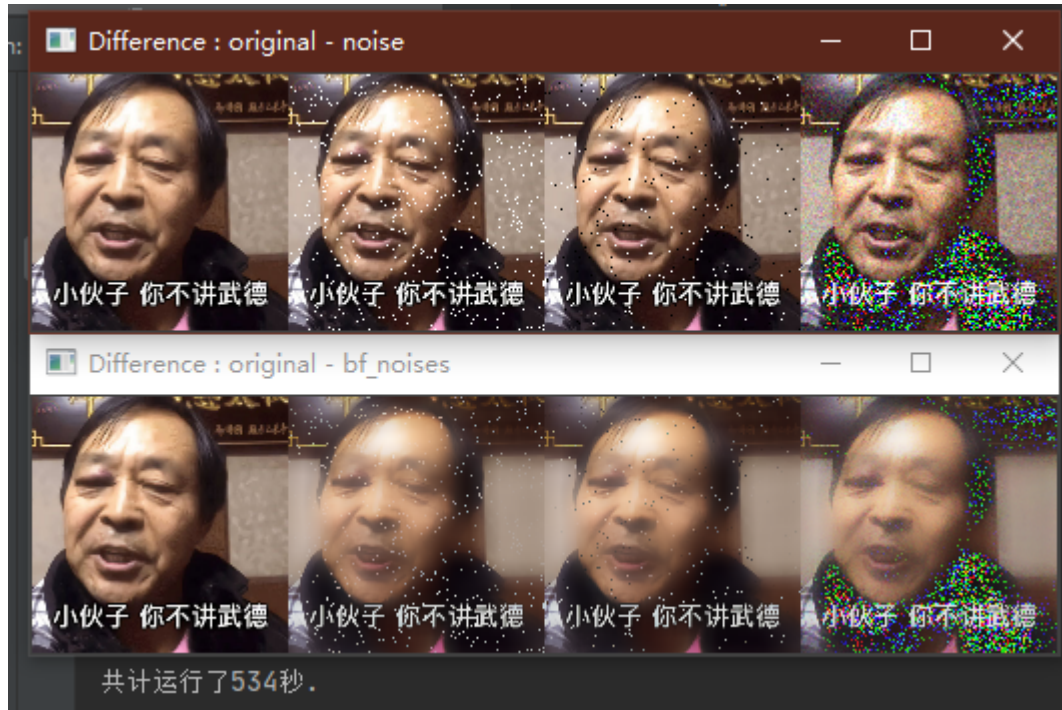
②改变 sigma_space

分别设置 sigma_space 为 10, 50, 150



(3) 比较不同噪声的图像对双边滤波的影响

以下图片分别为原始图、加上随机噪声、加上椒盐噪声、加上高斯噪声



2. 结论

- (1) 对于 `diameter` 参数，它代表的是过滤过程中每个像素邻域的直径范围，范围越大，对图像影响越大。
- (2) 对于 `sigma_color` 参数，它代表的是颜色域，`sigma_color` 值越大，对图像颜色差异区域部分影响越大。
- (3) 对于 `sigma_space` 参数，它代表的是空间域，`sigma_space` 值越大，有效空间范围滤波就越大，边缘点也得到较大的权重。
- (4) 对于不同噪声，双边滤波降噪效果不明显，但可以看出高斯噪声和随机噪声下的滤波效果稍微好点，具备一定的“美颜”效果。

3. 分析

在图像一些比较颜色变化没那么大的区域，像素值变化很小，像素差值趋近于 0，那么对应的权重就接近与 1，此时空间域权会起主要作用，这起高斯模糊的作用。在图像的颜色变化比较大的区域，像素值变化很大，像素差值也会变大，那么即使在空间中是相近的，其总权重系数也会很大，这保护了边缘的信息，比如在以上结果图眼睛或鼻子部分。

六、参考文献

[course notes.pdf \(mit.edu\)](#)