

数字图像处理

第六次作业报告

高岩松

自动化钱 61

2160405053

2018.3.29

摘要：本文基于 **MATLAB**，利用所给素材，实现了高斯噪声、椒盐噪声的添加，并利用多种滤波器进行了恢复并对比各滤波器效果，分析了逆谐波滤波中 **Q** 值的作用。本文完成了图像的运动模糊，并利用维纳滤波器、最小二乘滤波器实现了运动模糊、添加噪声后的图像恢复。

1. 在测试图像上产生高斯噪声 lena 图-需能指定均值和方差；并用多种滤波器恢复图像，分析各自优缺点。

1.1 简介

均值滤波是典型的线性滤波算法，它是指在图像上对目标像素给一个模板，该模板包括了其周围的临近像素（以目标像素为中心的周围 8 个像素，构成一个滤波模板，即去掉目标像素本身），再用模板中的全体像素的平均值来代替原来像素值。

中值滤波是基于排序统计理论的一种能有效抑制噪声的非线性信号处理技术，中值滤波的基本原理是把数字图像或数字序列中一点的值用该点的一个邻域中各点值的中值代替，让周围的像素值接近的真实值，从而消除孤立的噪声点。

高斯滤波是一种线性平滑滤波，适用于消除高斯噪声，广泛应用于图像处理的减噪过程。

1.2 实验过程

读入图像后，利用 `imnoise` 添加高斯噪声，然后调用 `fspecial`、`medfilt2` 函数实现高斯滤波、均值滤波、中值滤波，对比实验结果。

1.3 实验结果

原图像



添加高斯噪声后(均值0.5方差0.01)



噪声图像



均值滤波后(3*3)



中值滤波后(3*3)



高斯滤波后(sigma=5 window=31)



1.4 结果分析

添加高斯噪声后，整幅图像会因均值为 0.5 的高斯噪声的引入而变亮，分别使用高斯滤波器和中值滤波器对加噪图像进行恢复。两种方法在一定程度上都可以降低噪声，但仍有噪声点存在。高斯滤波器降低噪声后，亮度比原噪声图像和中值滤波后图像暗，更接近原始图像，不会有残存噪声点存在，但会牺牲一些图像清晰度。

- 2 在测试图像 lena 图加入椒盐噪声（椒和盐噪声密度均是 0.1）；用学过的滤波器恢复图像；在使用反谐波分析 Q 大于 0 和小于 0 的作用。

2.1 简介

逆谐波滤波器为：
$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_q} g(s, t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_q} g(s, t)^Q}$$
，根据其 Q 值不同，可去除不同属性的噪声。

2.2 实现方法

与任务 1 实现类似。

2.3 实验结果

原图像



添加椒盐噪声后(密度=0.1)



噪声图像



均值滤波后(3*3)



中值滤波后(3*3)



高斯滤波后(sigma=5 window=31)



逆谐波滤波后(Q=0.25)



逆谐波滤波后(Q=-0.25)



2.4 结果分析

几种滤波器均能一定程度上滤除椒盐噪声，其中中值滤波结果较好，滤除噪声后保留了图像的较多细节，高斯滤波器滤除噪声效果好，但会牺牲一些清晰度（这也与参数设定有关）。

对于逆谐波滤波，当 Q 取不同值时有不同的滤波效果， $Q>0$ 时，主要滤除椒噪声， $Q<0$ 时，主要滤除盐噪声，针对性较强。

3 推导维纳滤波器并实现以下要求；

(a) 实现模糊滤波器如方程 Eq. (5.6-11).

(b) 模糊 lena 图像：45 度方向， $T=1$ ；

(c) 再模糊的 lena 图像中增加高斯噪声，均值=0，方差=10 pixels 以产生模糊图像；

(d) 分别利用方程 Eq. (5.8-6) 和 (5.9-4)，恢复图像；并分析算法的优缺点.

3.1 简介

维纳滤波器的推导：

$$J(H_w) = E \left\{ \|I - H_w * I^{obs}\|_2^2 \right\}$$

$$J(\hat{H}_w) = E \left\{ \|\hat{I} - \hat{H}_w \cdot \hat{I}^{obs}\|_2^2 \right\}$$

$$J(\hat{H}_w) = \sum_u J(\hat{H}_w(u))$$

$$J(\hat{H}_w(u)) = E \left\{ \|\hat{I}(u) - \hat{H}_w(u) \cdot \hat{I}^{obs}(u)\|_2^2 \right\}$$

$$= S_I(u) + \|\hat{H}_w(u)\|_2^2 \cdot \left(\|\hat{H}(u)\|_2^2 \cdot S_I(u) + S_\eta(u) \right)$$

$$- \hat{H}_w(u) \cdot \hat{H}(u) \cdot S_I(u) - \hat{H}_w^*(u) \hat{H}^*(u) S_I(u)$$

Wiener filter

$$\text{Let } \frac{\partial J(\hat{H}_w)}{\partial \hat{H}_w(u)} = 0 \Rightarrow \boxed{\hat{H}_w(u) = \frac{\hat{H}^*(u) S_I(u)}{\|\hat{H}(u)\|_2^2 S_I(u) + S_\eta(u)}}$$

$$H(u, v) = \frac{T}{\pi(ua + vb)} \sin[\pi(ua + vb)] e^{-j\pi(ua + vb)}$$

利用上式模糊 lena 图像：45 度方向，其中 $a=b=0.02$ ， $T=1$ 。对原始图像的图像

矩阵做傅里叶变换并移至图像中心得到频域矩阵 F ，使 H 与 F 相乘后反傅里叶变换到空域得到变换后图像。

$$\hat{F}(u,v) = \left[\frac{1}{H(u,v) |H(u,v)|^2 + K} \right] G(u,v)$$

利用上式进行维纳滤波，其中， K 值须通过尝试进行设定，找出滤波效果较好的 K 值。

$$\hat{F}(u,v) = \left[\frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \gamma |P(u,v)|^2} \right] G(u,v)$$

上式为最小二乘估计滤波，其中， γ 是一个参数，必须对它进行调整以满足 $\|g - H\hat{f}\|^2 = \|\eta\|^2$ 的条件。

3.2 实现方法

读入图像后，将图像变换到频域，在对应点完成运动模糊滤波，滤波函数在上文给出。利用 `imnoise` 函数添加高斯噪声，后利用维纳滤波器进行滤波，函数如上文。利用 `deconvreg` 完成最小二乘估计。

3.3 实验结果

原始图像



运动模糊后



原始图像



运动模糊并添加噪声后



维纳滤波后(K=0.03)



最小二乘滤波后



3.4 结果分析

在运动模糊时，须设定好 a, b 的值，其大小影响模糊方向及模糊效果，值越大，偏移量越大。

维纳滤波经观察发现，取 $K=0.03$ 时有较好效果，但整体图像仍偏暗，有可能存在更优 K 值。

最小二乘滤波效果较好，能保留较多图像细节，但滤波之后图像上有波浪样条纹出现。

4 参考文献

百度百科、维基百科、《数字图像处理》