

实验二 图像直方图均衡化和空间域滤波降噪

一、实验目的

- 1、熟悉 matlab 图像处理工具箱及直方图函数的使用；
- 2、掌握数字图像的灰度直方图均衡化；
- 3、熟悉空域滤波降噪的 Matlab 实现方法；
- 4、掌握图像的空域滤波函数的使用方法；

二、实验平台

计算机和 Matlab 语言环境

三、实验内容

- 1、图像的直方图显示与图像的灰度直方图均衡化
- 2、图像的空间域滤波降噪

四、实验原理

- 1、图像的直方图与图像的灰度直方图均衡化

图像灰度直方图是统计图像中每一个灰度级的像素点数目，然后以灰度级为横坐标，以像素数目纵坐标，画出灰度级与其对应像素数目的关系图则为图像的灰度直方图。在灰度直方图中，若把每个灰度级的像素点数除以图像的总像素数目进行归一化得到图像每个灰度级别的概率，则可以得到图像的归一化灰度直方图。

直方图均衡化的基本思想是把原始图像的直方图变换为均衡分布的形式，扩展了图像灰度取值的动态范围，增强了图像整体对比度，使图像变得清晰。

直方图均衡化的算法过程如下：

- (1) . 统计原图像各灰度级的像素数目；
- (2) . 计算原图像的归一化直方图(各灰度级所占的概率)；
- (3) . 计算原图像累计直方图；
- (4) . 计算均衡分布时的累计直方图；
- (5) . 根据原图像的累计直方图计算变换后的灰度值；
- (6) . 确定灰度变换关系，并对原图像执行灰度变换得到变换后的图像；
- (7) . 统计灰度变换后图像的灰度直方图。

2、图像的空间域滤波降噪

图像的空间域滤波降噪主要包括图像的邻域平滑低通滤波和中值滤波。

图像的邻域平滑低通滤波主要作用：平滑图像、降低噪声，比较适合于去除高斯型的噪声，邻域平滑低通滤波能比较有效的滤除高斯噪声，在降低噪声的同时使图像产生模糊。

图像的邻域平滑低通滤波的算法过程为：（1）. 将卷积模板以模板中心点作 180 度的翻转；（2）. 将翻转后的卷积模板在图像中按从左到右、从上到下的顺序移动，并将翻转后的卷积模板中心与目标像素对准；（3）. 将翻转后的卷积模板中的各个系数与其对应像素的灰度值相乘，并把相乘的结果累加；（4）. 将累加结果赋给模板中心所对应的目标像素。

中值滤波能较好地滤除脉冲干扰、椒盐噪声，同时能较好地保持图像边缘。中值滤波的算法过程为：遍历图像中的每个像素，取出目标像素为中心的滤波窗口内的所有像素的灰度值按从小到大排序，把排序结果的中位值赋给目标像素。

五、实验步骤

1、图像的直方图显示与图像的灰度直方图均衡化

(1)图像的直方图显示

A. 在 matlab 环境中，程序首先读取图像，然后调用直方图函数，设置相关参数，再输出处理后的图像。

```
I=imread('cameraman1.tif');           % 读取图像
subplot(1,2,1),imshow(I)               % 输出图像
title('原始图像')                      % 在原始图像中加标题
subplot(1,2,2),imhist(I)               % 输出原图直方图
title('原始图像直方图')                % 在原图直方图上加标题
```

B. 读入图像，在一个窗口中显示灰度级 $n=64$ ，128 和 256 的图像直方图。

```
I=imread('rice1.tif');
subplot(2,2,1);imshow(I);title('原始图像')
subplot(2,2,2);imhist(I,64);title('n=64 的直方图')
subplot(2,2,3);imhist(I,128);title('n=128 的直方图')
subplot(2,2,4);imhist(I,256);title('n=256 的直方图')
```

C.读入图像'pollen1.tif'和图像'pollen2.tif'，观察其图像和对应的灰度直方图显示。

```
clear all;

clc;

I=imread('pollen1.tif ');
J= imread('pollen2.tif ');
subplot(2,2,1);imshow(I);
subplot(2,2,2);imhist(I,256);
subplot(2,2,3);imshow (J);
subplot(2,2,4);imhist(J,256);
```

D. 读入图像'boat.bmp',将其旋转 180 度，观察原图和旋转 180 度后图像的灰度直方图。

```
clear all;

clc;

I=imread('boat.bmp ');
J= imrotate(I,180);
subplot(2,2,1);imshow(I);
subplot(2,2,2);imhist(I,256);
subplot(2,2,3);imshow (J);
subplot(2,2,4);imhist(J,256);
```

(2) 图像的灰度直方图均衡化

在 matlab 环境中，程序首先读取图像，然后调用灰度直方图均衡化函数，设置相关参数，再输出处理后的图像;观察原图像和直方图均衡化后图像的显示效果，并显示原图像和直方图均衡化后图像的直方图。

```
clear all;

clc;

I=imread('pollen1.tif ');           % 读取图像
subplot(2,2,1),imshow(I)           % 输出图像
```

<code>title('原始图像')</code>	<code>% 在原始图像中加标题</code>
<code>subplot(2,2,3),imhist(I,256)</code>	<code>% 输出原图直方图</code>
<code>title('原始图像直方图')</code>	<code>% 在原图直方图上加标题</code>
<code>J=histeq(I,256);</code>	<code>% 直方图均衡化，灰度级为 256</code>
<code>subplot(2,2,2),imshow(J)</code>	<code>% 输出均衡化后图像</code>
<code>title('均衡化后图像')</code>	<code>% 在均衡化后图像中加标题</code>
<code>subplot(2,2,4),imhist(J,256)</code>	<code>% 输出均衡化后直方图</code>
<code>title('均衡化后图像直方图')</code>	<code>% 在均衡化后直方图上加标题</code>

2. 图像的空间域滤波

(1) 给图像加噪声

利用函数 `imnoise` 给图像 ‘lena.tif’ 分别添加高斯(gaussian)噪声和椒盐(salt & pepper)噪声。

```
clear all;

clc;

I=imread('lena.tif');
imshow(I);title('原图')

I1=imnoise(I,'gaussian',0,0.01);
figure,imshow(I1);title('gaussian 噪声图')

I2=imnoise(I,'salt & pepper');
figure,imshow(I2);title('椒盐噪声图')
```

(2) 邻域平滑低通滤波和中值滤波

A. 邻域均值平滑低通滤波滤除高斯噪声

在 matlab 环境中，程序首先读取图像，然后调用图像空域滤波函数，设置相关参数，再输出处理后的图像。

```
clear all;

clc;

I = imread('lena.tif');
```

```

I1=imnoise(I,'gaussian',0,0.01);
figure,imshow(I1);title('含高斯噪声图像')
J=filter2(fspecial('average',5),I1)/255;
figure,imshow(J);title('均值滤波后图像')

```

B 中值滤波滤除椒盐噪声

在 matlab 环境中，程序首先读取图像，然后调用图像增强（中值滤波）函数，设置相关参数，再输出处理后的图像。

```

clear all;
clc;
I = imread('lena.tif');
I1 = imnoise(I,'salt & pepper',0.02);
figure,imshow(I1);title('含椒盐噪声图像')
J=medfilt2(I,[3,3]);
figure,imshow(J);title('中值滤波后图像')

```

C. 对加了高斯噪声的图像进行均值滤波和中值滤波，比较滤波效果。

```

clear all;
clc;
I=imread('lena.tif');
J = imnoise(I,'gauss',0.02);           %添加高斯噪声
K = filter2(fspecial('average',3),J)/255;   %均值滤波 3 × 3
L = filter2(fspecial('average',5),J)/255;   %均值滤波 5 × 5
M = medfilt2(J,[3 3]);                  %中值滤波窗口大小为 3 × 3
N = medfilt2(J,[5 5]);                  % 中值滤波窗口大小为 5 × 5
subplot(2,3,1);imshow(I);title('原图')
subplot(2,3,2);imshow(J);title('加高斯噪声')
subplot(2,3,3);imshow(K);title('均值滤波 3 × 3 输出图')
subplot(2,3,4);imshow(L);title('均值滤波 5 × 5 输出图')
subplot(2,3,5);imshow(M);title('中值滤波 3 × 3 输出图')

```

```
subplot(2,3,6);imshow(N);title('中值滤波 5 × 5 输出图')
```

D. 对加了椒盐噪声的图像进行均值滤波和中值滤波，比较滤波效果。

```
clear all;

clc;

I=imread('lena.tif');

J = imnoise(I,'salt & pepper',0.02);           %添加椒盐噪声

K = filter2(fspecial('average',3),J)/255;       %均值滤波 3 × 3

L = filter2(fspecial('average',5),J)/255;       %均值滤波 5 × 5

M = medfilt2(J,[3 3]);                         %中值滤波 3 × 3 模板

N = medfilt2(J,[5 5]);                         % 中值滤波 5 × 5 模板

subplot(2,3,1);imshow(I);title('原图')

subplot(2,3,2);imshow(J);title('加椒盐噪声')

subplot(2,3,3);imshow(K);title('均值滤波 3 × 3 输出图')

subplot(2,3,4);imshow(L);title('均值滤波 5 × 5 输出图')

subplot(2,3,5);imshow(M);title('中值滤波 3 × 3 输出图')

subplot(2,3,6);imshow(N);title('中值滤波 5 × 5 输出图')
```

六、思考题

1. 若一幅图像的灰度值分布范围主要集中在灰度值较小的区间，对该灰度图像进行直方图均衡化后，其图像显示效果有什么变化？其直方图有什么变化？
2. 哪种滤波方法可有效滤除图像中的椒盐噪声？为什么？
3. 采用邻域均值平滑低通滤波滤除加性高斯噪声，图像有什么变化？为什么？

七、实验报告要求

1. 写出灰度直方图均衡化的算法过程。
2. 写出中值滤波的算法过程。
3. 回答思考题。