

## 实验一 空域图像增强

时间 1: 2017. 9. 24(星期一), 8:30–10:50

地点 1: 二号教学楼 101

### 一、实验目的

1. 熟悉和掌握利用 matlab 工具进行数字图像的读、写、显示、像素处理等数字图像处理的基本步骤和流程。
2. 熟练掌握各种空间域图像增强的基本原理及方法。
3. 熟悉通过灰度变换方式进行图像增强的基本原理、方法和实现。
4. 熟悉直方图均衡化的基本原理、方法和实现。
5. 了解数字图像的空域平滑滤波和锐化滤波器的概念和基本原理；
6. 熟悉和掌握几种基本的空间域低通滤波原理和实现方法；

### 二、实验内容

本次实验主要包括数字图像的灰度变换和直方图处理两大部分内容。

#### (一) 数字图像的灰度变换

##### 1、线性灰度变换

- 1) 读取一幅对比度低的灰度图像（如图 1-1），并显示。



图 1-1 原始低对比度图像（可下载原图，也可自行选图）

2) 以 m 文件形式编写 matlab 代码，实现数字图像的灰度范围由[a,b]到[c,d]的线性拉伸，以便于提升原图像的对比度。线性灰度变换公式如下：

$$g(x,y) = \begin{cases} d & f(x,y) > b \\ \frac{d-c}{b-a}[f(x,y)-a]+c & a \leq f(x,y) \leq b \\ c & f(x,y) < a \end{cases} \quad (1)$$

其中， $f(x,y)$ 为原始图像，灰度范围为[a,b]， $g(x,y)$ 为增强后的数字图像，灰度范围为[c,d]。

注：实验中[a,b]可由实际图像来确定，[c,d]可视具体情况人为给定。

- 3) 显示经过线性灰度变换后的图像，并对变换结果进行必要的分析，画出灰度变换曲线图。（**要求：在同一窗口中分别显示原始图像、变换结果及其直方图。**）
- 4) 以另一个文件名形式保存灰度变换后的图像。

## （二）直方图处理

- 1) 读取一幅灰度图像（如图 1-3），并显示原始图像。



图 1-3 原始图像 (pout.tif, matlab 系统自带测试图)

2) 编写 m 文件实现对输入图像 2 种定义下的**直方图统计**统计 (即各个灰度级出现的次数及概率分布), 并分别画出两种定义下的直方图。

3) 对输入灰度图像进行直方图均衡化处理, 分别显示均衡处理前后的图像和对应的直方图。

基本要求: 根据直方图均衡化原理自行编写基础代码, 不能直接调用 histeq() 函数进行处理。

### (三) 数字图像的空域平滑滤波

#### 1、邻域均值滤波

实验操作及处理步骤如下:

- (1) 读入一幅原始灰度图像。
- (2) 在读入的原始图像中加入高斯白噪声。
- (3) 设计如下空间域的  $3 \times 3$  均值滤波器  $H_1$  和  $5 \times 5$  高斯滤波器  $H_2$ , 如下式(1)~(2)所示。

$$H_1 = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$H_2 = \frac{1}{273} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 7 & 26 & 47 & 26 & 7 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

(4) 分别利用  $H_1$  和  $H_2$  对第(2)步中加噪声的图像进行滤波处理，对处理结果进行必要的分析。

(5) 显示原图、加噪声图及处理结果，如图 2-1 所示。

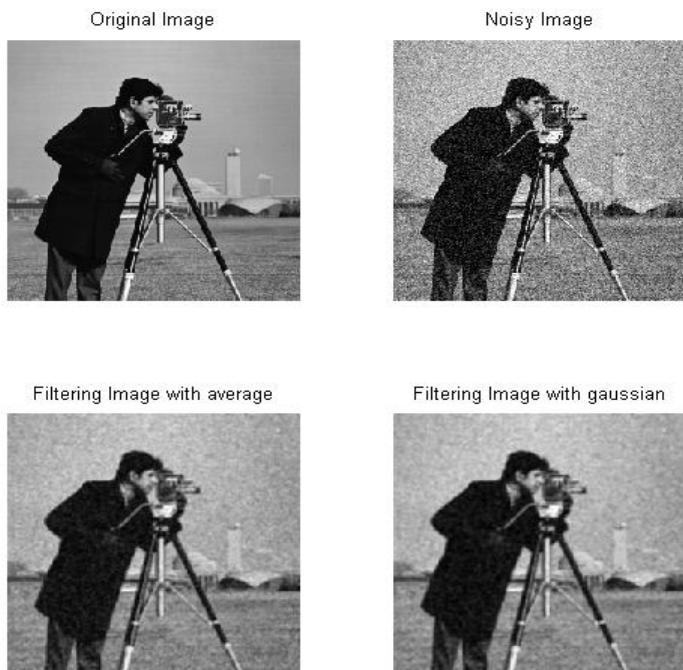


图 1-4 空域平滑滤波处理

#### (四) 数字图像的空域高通滤波

##### 1、一阶梯度算子

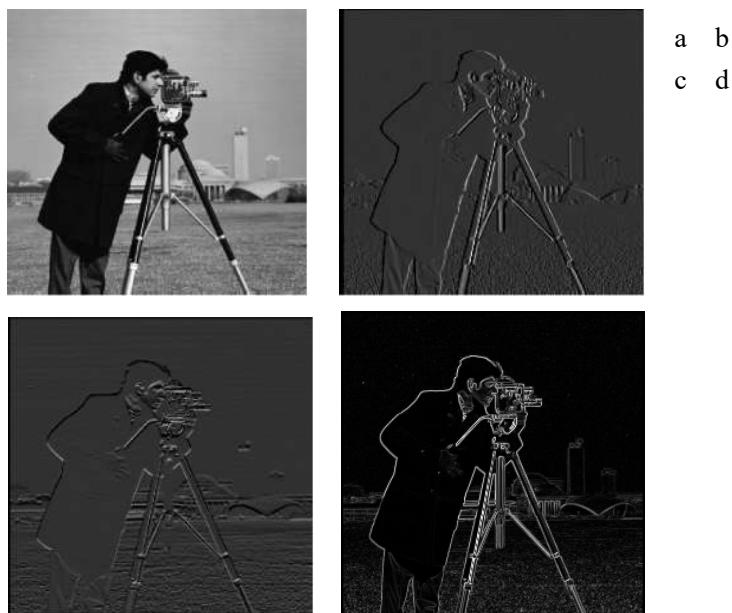
实验操作及处理步骤如下：

- (1) 读入一幅原始图像。
- (2) 设计如下所示的  $3 \times 3$  一阶梯度算子 (Prewitt 滤波器)。

$$g_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad g_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

(3) 利用以上式 (3) 滤波器, 对第(1)步中读入图像分别进行滤波处理。

(4) 分别显示原图、x/y 方向梯度图及合成梯度图, 如图 2-4 所示。



(a) 原图; (b) x 方向梯度; (c) y 方向梯度; (d) 合成梯度(幅度)图

图 1-5 图像的一阶梯度图

### 三、实验报告及要求

1. 原始图像可在课程网站“实验指导”中下载, 也可根据需要自行选择合理的待处理图像。
2. 简述实验原理。
3. 根据各个实验内容分别叙述其实验步骤、程序设计流程图 (建议用 Visio 软件), 并对实验结果进行必要的分析和总结。
4. 要求提交 matlab 源代码, 以 xxx.m 文件名形式保存, 并注意程序代码书写的规范性。
5. 严格按电子科技大学《实验报告》的相关要求, 撰写实验报告, 并按时提交纸质

版实验报告。代码及处理图形打印后粘贴于实验报告的相应位置。

实验报告中还需要回答和完成以下思考题。

## 四、思考题

1. 为了扩展一幅图像的灰度，使其最低灰度为 C、最高灰度为  $L-1$ ，试给出一个单调的灰度变换函数。
2. 从连续函数的概率分布来分析，直方图均衡处理可以使得各个灰度级分布变为均匀分布，即拉平直方图。而对实际数字图像的处理结果却是一种近似平直，而不是严格意义上的均匀直方图，试说明其理由。
3. 一幅数字图像经高通滤波后，滤波结果是图像的高频还是低频成分。图像的低频成分和高频成分分别反映了图像区域的什么特征？
4. 设计空间域平滑和锐化滤波器的一般性原则分别是什么，即空域平滑模板和锐化模板各自的特点有哪些？

## 提示与备注

1. 读入一幅数字图像进行处理前，需要注意以下几点：
  - 1) 如果输入图像为 24 位 RGB 真彩色图像，则需要对其进行灰度化处理。
  - 2) 对单个像素点（像元）进行循环处理时，需要转换类型为双精度（double）型；以免或编译错误，或因数据类型问题造成计算精度误差。另外，**matlab 的数组或矩阵元素的序号，是从 1 开始的，即 x(1)，而 x(0) 是不能识别的**。这点与 c 语言是不一样的。
  - 3) 处理结束，需要正确显示结果时，应再次转换为 matlab 认可的图像类型（如 uint8(im)，imshow(im,[]), mat2gray(im) 等），才可能得到正确合理的显示结果。

2. 本实验中可能用到的部分 matlab 函数功能提示：

```
% =====
% 程序运行前的清理工作
% =====
clc, % 清屏
clf, % 清除当前的图形窗口
```

```
clear all,          % 清除工作区所有变量，释放内存  
close all,         % 关闭所有运行的 matlab 图形窗口  
  
% =====  
imread (...),      % 读取图像  
imshow(...), imview(...) % 显示图像  
imwrite(...),       % 保存图像  
% =====  
  
[m n]=size(...), % 求图像尺寸  
rgb2gray(...),    % 彩色图像灰度化  
mat2gray(...),    % 矩阵数据转换为灰度图像类型  
double(...),       % 转为双精度数据类型  
uint8(...),        % 转为无符号 8 位数据类型  
sort(...),         % 数据排序  
min(...), median(...), max(...), % 一维数组/序列的最小值、中值或最大值。  
min(min()), median(median()), max(max()),  
                           % 2 维矩阵/数组的最小值、中值或最大值。  
% =====  
% 灰度调整/变换相关函数  
% =====  
J=imadjust(I);  
J=imadjust(I,[low_in; high_in],[low_out; high_out]);  
J=imadjust(I,[low_in; high_in],[low_out; high_out],gamma).  
  
% =====  
% 绘图相关功能函数  
% =====  
plot(x,y),          % 绘制 y=f(x) 函数曲线  
subplot(m,n,k)       % 同一窗口显示 m 行 n 列第 k 个图像  
stem, bar(...), hist(...) % 绘制数据柱状图/直方图  
imhist(...)          % 绘制图像直方图  
histeq(...)           % 图像的直方图均衡化
```

注：各个函数的参数说明及具体用法，可查阅相关的 matlab 帮助文件。获取“X XX()”函数的用法，可在命令窗口（Command Window）键入：“doc XXX”获得详细说明。