

西安交通大学

数字图像处理作业报告

作业 3：基于直方图的图像空域操作

摘要：本次报告首先简要介绍了基于直方图的图像空域操作的基本概念及原理，然后展示了通过 Matlab 编程实现以下功能的具体过程：（1）画出图像的直方图；（2）对图像进行直方图均衡处理；（3）对不同图像进行直方图匹配，进行图像增强；（4）对图像进行局部直方图增强；（5）对图像进行直方图分割

关键词：直方图，图像空域操作，MATLAB

姓 名：胡 欣 盈

班 级：自 动 化 9 4

学 号：2 1 9 4 3 2 3 1 7 6

提交日期：2022 年 3 月 19 日

目 录

一、基本概念及原理.....	3
(1) 图像的直方图.....	3
(2) 直方图均衡.....	3
(3) 直方图匹配.....	3
(4) 局部直方图增强.....	4
(5) 直方图分割.....	4
二、直方图展示.....	5
三、直方图均衡.....	5
四、直方图匹配.....	7
五、局部直方图增强.....	9
六、直方图分割.....	10
附录.....	11
附录 1: 参考文献.....	11
附录 2: 源代码.....	12

一、基本概念及原理

(1) 图像的直方图

我们常说的直方图是指频率分布直方图，即横坐标表示变量，纵坐标表示对每个变量取值的频率大小。在数字图像中，图像的直方图与之类似，横坐标是离散的灰度值，纵坐标是每个灰度值对应的像素点数目。

所以直方图可以显示图像的明暗情况。越亮的图片直方图分布越靠右侧，越暗的图片直方图分布就越靠左侧；对比度越高的图片直方图分布越广，反之其分布较窄。

(2) 直方图均衡

如上所述，对于对比度较小的图片，我们通过对空域的数学操作使其灰度在一定范围内的像素数目大致相等，这个过程就是直方图均衡化。直观来讲，就是将不均匀的直方图调整的更加均匀。这样处理往往能使对比度小、不易辨识的图片更加清楚。

我们通常用如下函数进行直方图均衡化：

$$S_k = T(r_k) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{n_i}{n}$$

其中， n 表示图像中像素总数， n_i 表示图像中灰度为 i 的像素点数量。

(3) 直方图匹配

所谓直方图匹配，就是将待处理图像的直方图调整成目标图像直方图的样式，这样做可以实现图像色调的统一。实现步骤如下所示：

Step1:计算输入图像的均衡化直方图 $T(r)$;

Step2:计算模板图像的均衡化直方图 $G(z)$;

Step3:对于每个像素点的灰度 r , 找出使得 $T(r)=G(z)$ 的 z , 若不存在则找最接近的, 若有多个 z 值, 则找最小的;

Step4:将 r 依次替换为 z 。

(4) 局部直方图增强

所谓局部直方图增强, 就是将图像中满足条件的像素点灰度增强。这个条件判断方式有多种, 按照课本上的判断条件即是:

$$\begin{cases} g(x,y) = E \cdot f(x,y) & \text{if } m_{S_{xy}} \leq k_0 m_G \text{ AND } k_1 \sigma_G \leq \sigma_{S_{xy}} \leq k_2 \sigma_G \\ g(x,y) = f(x,y) & \text{else} \end{cases}$$

其中, $m_{S_{xy}}$ 是邻域中的灰度均值, m_G 是全图的灰度均值; $\sigma_{S_{xy}}$ 是邻域中的灰度标准差, σ_G 是全图的灰度标准差。E、 k_0 、 k_1 、 k_2 是可选参数。

具体来说, 就是用一个掩模对每个像素点进行处理, 每个像素点在其掩模包括的邻域内按照上面的条件进行判断并处理。因此直方图增强的效果也与掩模的大小有关。

(5) 直方图分割

在直方图中指定一个阈值, 小于此阈值的灰度值均置 0, 大于此阈值的灰度值均置 1。阈值的选取采用如下迭代方法进行:

Step1:随机指定一个阈值, 计算阈值左右两侧灰度的均值 $mean1, mean2$;

Step2:求出 $mean1$ 与 $mean2$ 的平均值作为新的阈值;

Step3:重复上述过程直到两次阈值相差小于一个指定精度,得到最终阈值。

二、直方图展示

题目要求把附件图像的直方图画出,在 MATLAB 中,首先用 `imread()` 将图像读入,在这个过程中由于所给图像是采用索引形式存储的,因此需要同时读入图像的索引和调色板,再使用 `ind2gray()` 函数将索引图转化为灰度图像,为下面的处理做铺垫。

直方图可以直接调用内置函数 `imhist()` 画出,结果如下所示:

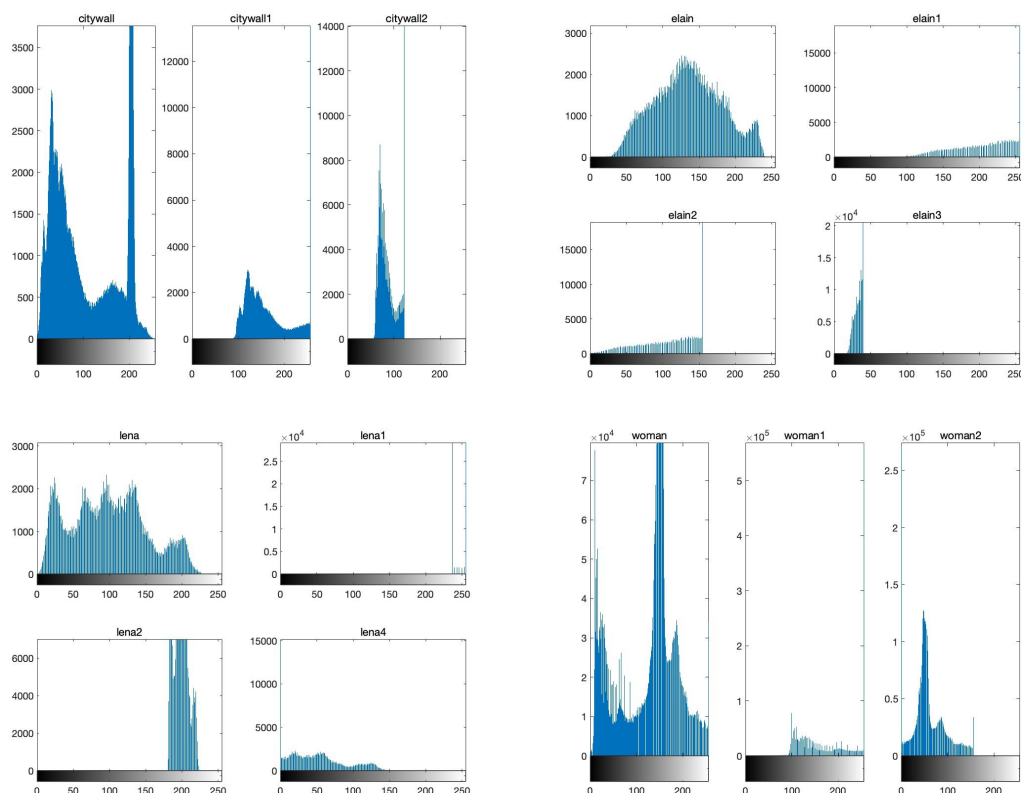


图 2-1~2-4 附件图像的直方图

三、直方图均衡

本题要求把所有图像进行直方图均衡,输出均衡后的图像和源图像进行比对并分析改善内容。在 MATLAB 中,可使用 `histeq()` 函数实

现直方图的均衡，结果如图 3-1~3-6 所示。对比 3-1 与 3-2，可以发现直方图均衡处理使原本对比度小、不易辨识的图片变得更加清楚。对比直方图均衡处理前后的直方图，即图 2-1~2-4 与图 3-3~3-6，可以发现原本不均匀的直方图经过调整后变得更加均匀。



图 3-1 原图



图 3-2 直方图均衡后的图像

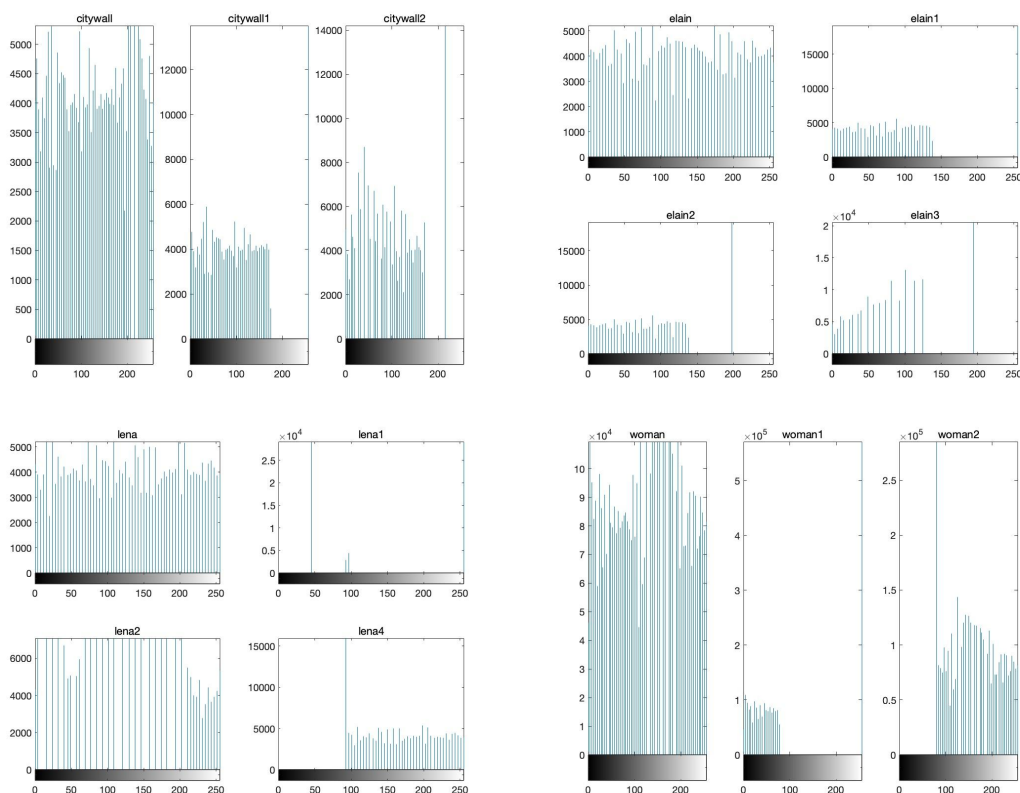


图 3-3~3-6 直方图均衡后的直方图

四、直方图匹配

本题要求进一步把图像按照对源图像直方图的观察，各自自行指定不同源图像的直方图，进行直方图匹配，进行图像增强。此处可以自己构造一个函数 `histmatch()`，以实现以下功能：

- 1、求输入图像的均衡化直方图 T1
- 2、求模板图像的均衡化直方图 T2
- 3、构造转换矩阵 T3
- 4、得到输出图像

通过观察，将 `citywall1` 与 `elain` 匹配，`lena` 和 `woman` 进行匹配，最终结果如图所示：

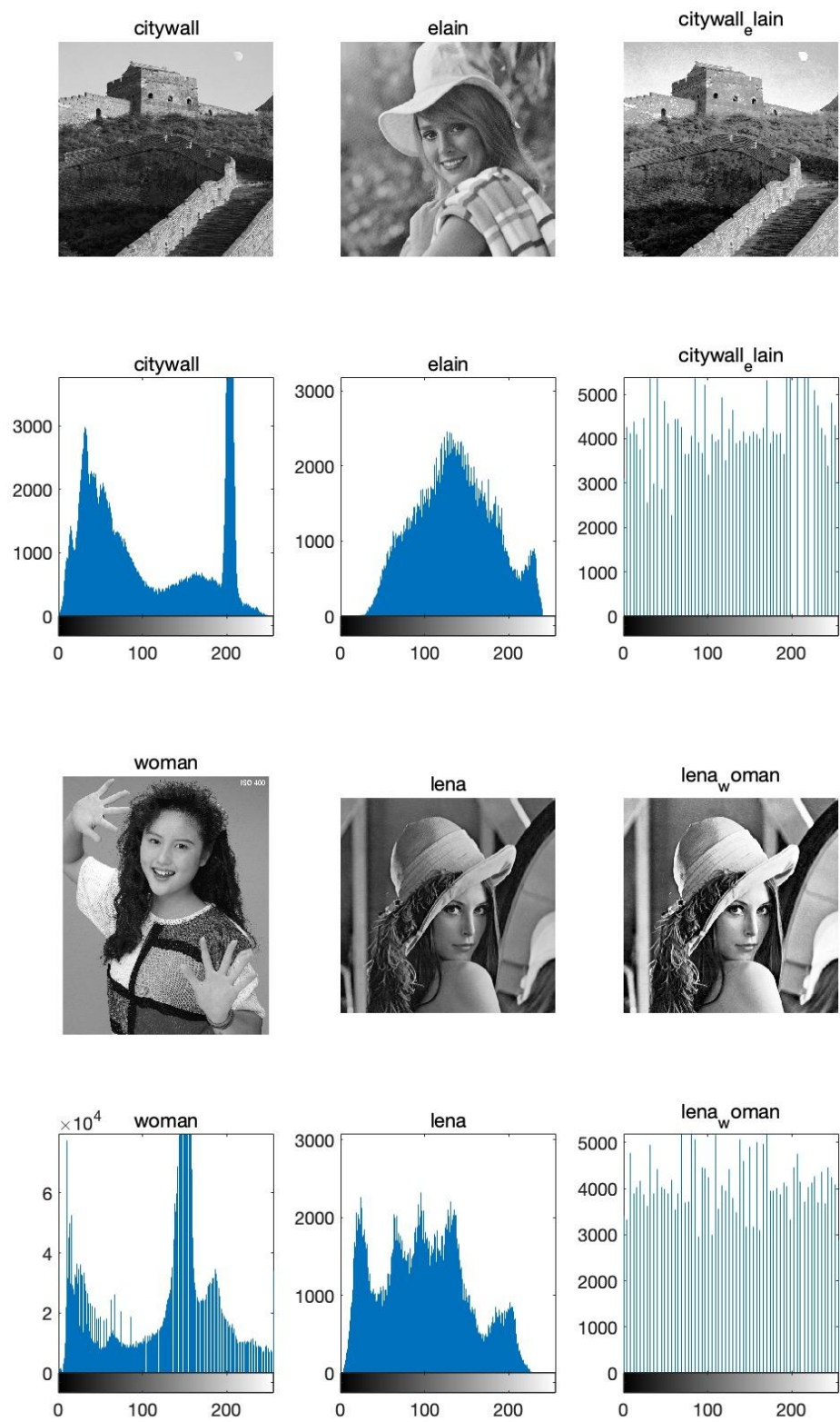


图 4-1~4-2 直方图匹配后的图像与直方图

五、局部直方图增强

本题要求把 lena.bmp 和 elain.bmp 图像分别进行 7×7 的局部直方图增强。此处可以自己构造一个函数 LocalHist(), 以实现以下功能: 1、参数设置及图像预处理

(1) 参数设置包括设置 E 、 k_0 、 k_1 、 k_2 以及掩模大小 masksize, 这里选择 $k_0=0.5$, $k_1=0.01$, $k_2=0.5$, $E=3$, masksize=7

(2) 图像预处理包括图像扩展及计算全图的灰度均值和方差、标准差

(3) 其中图像扩展可以直接调用函数 padarray(Img, size, padval, direction), 其中 padval 选择 'replicate' 将边缘像素点进行复制扩展, direction 选择 'both' 每个方向两边均进行扩展

2、各像素点掩模覆盖区域参数计算 (均值、标准差)

3、判断条件及处理

得到结果如图 5-1、5-2 所示。



图 5-1、5-2 局部直方图增强的 lena 和 elain

六、直方图分割

本题要求利用直方图对图像 elain 和 woman 进行分割。此处可以自己构造一个函数 Seg(), 以实现以下功能

- 1、设置初始阈值, 因为是 8 位图像, 故取 $T=128$
- 2、迭代优化, 得到最终阈值
- 3、按照阈值进行图像分割

得到结果如图 6-1 所示。



图 6-1 直方图分割后的 elain 和 woman

附录

附录 1：参考文献

- [1] 阮秋琦, 阮宇智等. 数字图像处理(第三版)(美)冈萨雷斯[M], 2003, 电子工业出版社
- [2] 门敬文•数字图像处理 MATLAB 版[M]. 2007. 2, 国防工业出版社.
- [3] 数字图像处理——虚宇宸轩-CSDN 博客

附录 2：源代码

（1）图像的直方图



imageprocess3_
1.mlx

（2）直方图均衡



imageprocess3_
2.mlx

（3）直方图匹配



imageprocess3_
3.mlx

（4）局部直方图增强



imageprocess3_
4.mlx

（5）直方图分割



imageprocess3_
5.mlx