

2017 年《数字图像处理》大作业

作业说明：

本次大作业题目分为基本题和综合应用题。基本题主要是考察大家对教材涉及的一些基本图像处理技术的理解和实现。而综合应用题主要是考察大家综合利用图像处理的若干技术来解决实际问题的能力。

注：所有实验用图均可从网络学堂下载，文档中的图片只是示例。

作业要求：

编程工具：Matlab 或者 VC (可以使用 OpenCV : <http://www.opencv.org.cn/>)。

因为很多基本的图像处理算法已经集成在很多的编程工具中 , 而编程训练中基本题的目的是让同学们加深对这些算法的理解 , 所以基本题要求同学们**只能使用图像读取和显示相关函数** (例如 Matlab 的 imread imshow, imwrite, OpenCV 的 cvCreateImage, cvLoadImage, cvShowImage), 而不要直接调用相关的 API (例如二维 DFT , 图象均衡等等), 否则分数会有一定影响 , 但在**综合应用题中则无此限制**。如果不确定是否可以使用某函数 , 可以与**助教**联系。

上交的作业包括：**实验报告**和**程序**。其中实验报告要求写出**算法分析** (必要时请附上流程图), **函数说明** (给出主要函数的接口和参数说明), **实验结果** (附图) 及**讨论分析**。提交的程序 , 一定要确保可以运行 , 最好能写个程序说明。

基本题一共有 10 道 , 可以从中任选 2 道题来完成。综合应用题有 3 道 , 参加过小测验的同学 , 从三个题目中**任选 1 个**即可 ; 未参加小测验的同学 , 需从 3 个题目中**选 2 个**完成。

请各位同学务必独立完成 , 切忌抄袭 !

本课程**助教**联系方式：yangzl15@mails.tsinghua.edu.cn

基本题

一、频域图像增强

要求实现对 Lena 图像用巴特沃斯低通滤波器、梯形低通滤波器 , 指数低通滤波器和理想低通滤波器进行频域增强 , 滤波器的参数自定。

要求给出：

- 1、原始图像和上述各个滤波后图像；
- 2、给出各个滤波器的参数设置 , 并说明参数如何影响滤波效果；

二、图像消噪

2.1 添加噪声

要求实现对 Lena 图像添加高斯噪声和椒盐噪声，参数自定：

2.2 消除噪声

对上述含有高斯噪声和椒盐噪声的两幅图像分别采用均值滤波和中值滤波进行噪声处理。

要求给出：

- 1、给出添加高斯和椒盐噪声后的图像，并说明所加噪声的相关参数；
- 2、给出原始图像和对于两种噪声图像分别采用两种方法消噪后的图像；
- 3、计算消噪后的均方根误差 (e_{rms}) 和峰值信噪比 (PSNR)。

三、有约束恢复

要求使用平滑函数 $h(x) = \exp[\sqrt{x^2 + y^2}/240]$ 与 Lena 图像卷积产生模糊，然后利用维纳滤波器实现对有模糊图像的恢复。

要求给出：

- 1、原始图像、有模糊图像以及恢复后图像；
- 2、在有模糊图像上再叠加均值为 0，方差为 16 的高斯随机噪声后再次进行实验，给出有噪声模糊图像及恢复后的图像。

四、仿射变换

4.1 仿射变换

要求实现对 Lena 图像的仿射变换，包括平移、放缩和旋转 (各一次变换)，参数自定，但是应能较明显看出变换效果，且需要在文档中说明。

4.2 灰度插值

对于放缩和旋转变换需对变换后图像分别采用最近邻插值和双线性插值。

要求给出：

- 1、给出原始图像和平移后图像；
- 2、对于放缩和旋转变换，分别给出最近邻插值和双线性插值后的图像，并对这两种插值方法进行对比说明。

五、图像投影重建

图像重构的一个现实应用是 X 射线断层摄影术。X 射线断层摄影术是通过在不同角度测量经过身体标本射线的衰减来形成投影的。投影可以通过特殊的医学成像设备来专门收集，然后标本的实际图像可以利用投影重建技术进行重构。

请编程模拟该过程：请使用 Matlab 中的 phantom 函数生成头部模型图片，利用拉东变换生成头部模型的投影，再通过逆拉东变换完成重建。

要求：

- 1、给出原始头部模型图片和重建后的图片；

2、改变投影角度的步长大小再次进行试验，分析不同的步长大小对重建结果的影响。

六、图像编码

6.1 哈夫曼编码

要求实现对 Lena 图像的哈夫曼编码；

6.2 香农-法诺编码

要求实现对 Lena 图像的香农-法诺编码；

要求：

1、分别给出哈夫曼编码和香农-法诺编码后每个灰度值的概率值及每个灰度值对应的相应编码及码字长度，比如：灰度值为 72，概率值为 0.006409，哈夫曼编码为 1101101，码字长度为 7；

2、比较这两种编码，即给出这两种编码的图像信息熵，平均码字长及编码效率。

七、图像变换

7.1 离散余弦变换

要求实现对 Lena 图像的离散余弦变换；

7.2 小波变换

要求实现对 Lena 图像的 3 级小波变换；

要求：

- 1、给出离散余弦变换的结果，并通过结果分析说明该变换的特点；
- 2、给出 3 级小波变换的结果，并通过结果分析说明该变换的特点。

八、图像水印

8.1 单幅迭代混合

以 Girl.bmp 为载体图像，Couple.bmp 为隐藏图像，实现混合参数 α 为 0.7 的迭代混合，并计算此时恢复图像的均方根误差。

8.2 混合图像质量和混合参数的关系

以 0.1 为间隔，计算如教材图 11.5.2 和图 11.5.3 所示的曲线。

九、彩色图像处理

9.1 彩色模型

将原始彩色图像 Lena_color.bmp 从 RGB 空间转换到 HSI 空间；

9.2 伪彩色处理

使用上述转换后的 I 通道图像，自选变换函数，进行伪彩色处理；

9.3 饱和度增强

对原始图像的 S 通道图像进行饱和度增强；

要求：

- 1、分别给出原始彩色图像在 RGB 和 HIS 空间中的 3 幅单通道图像；
- 2、给出伪彩色处理的效果图；
- 3、对比原始图像与饱和度增强后的彩色图像。

十、多尺度图像处理

10.1 高斯金字塔

利用式 (14.2.5) 所示的双线性滤波器组成的 5×5 的高斯平滑模板对 Lena 图像进行 3 层高斯金字塔分解；

10.2 图像重建

利用上一个步骤中得到的金字塔对图像进行重建。

要求：给出 0 到 3 层高斯金字塔图像、重建过程中 0 到 2 层的拉普拉斯图像以及重建后的图像。

综合题

一、 数码照片处理程序开发

编写实现常用的图像处理程序并结合在自行设计的 GUI 界面下 , 内容包括以下功能：

- 1、 绘制灰度直方图，实现直方图均衡化；
- 2、 实现至少三种颜色空间变换；
- 3、 实现对照片的任意角度旋转、缩放、平移；
- 4、 实现至少两种平滑滤波；
- 5、 实现至少两种锐化滤波；
- 6、 实现低通滤波和高通滤波；
- 7、 实现灰度图像对比度增强；
- 8、 实现对照片的 gama 矫正；

要求：

- 1) 确保程序能够运行；
- 2) 最后上交程序，以及 lena_color.bmp 图像执行上述功能之后的结果。

二、碎纸片的拼接复原

破碎文件的拼接在司法物证复原、历史文献修复以及军事情报获取等领域都有着重要的应用。传统上，拼接复原工作需由人工完成，准确率较高，但效率很低。特别是当碎片数量巨大，人工拼接很难在短时间内完成任务。随着计算机技术的发展，人们试图开发碎纸片的自动拼接技术，以提高拼接复原效率。

要求：

1、对于给定的来自同一页印刷文字文件的碎纸机破碎纸片(仅纵切),建立碎纸片拼接复原模型和算法,并针对附件1给出的一页文件的碎片数据进行拼接复原。如果复原过程需要人工干预,请写出干预方式及干预的时间节点。复原结果以图片形式及表格形式表达。(见【结果表达格式说明】)。

2、对于碎纸机既纵切又横切的情形,请设计碎纸片拼接复原模型和算法,并针对附件2给出的一页文件的碎片数据进行拼接复原。如果复原过程需要人工干预,请写出干预方式及干预的时间节点。复原结果表达要求同上。

3、最后上交的文件包括:程序(Matlab或C程序都可以)、详细说明文档、最终结果(结果的表达格式见下)。

评分标准:

根据最终拼接效果以及人工干预的程度综合给分。

【数据文件说明】

- (1) 每一附件为同一页纸的碎片数据。
- (2) 附件1为纵切碎片数据,每页纸被切为19条碎片。
- (3) 附件2为纵横切碎片数据,每页纸被切为 11×19 个碎片。

【结果表达格式说明】

复原图片放入附录中,表格表达格式如下:

- (1) 附件1的结果:将碎片序号按复原后顺序填入 1×19 的表格;
- (2) 附件2的结果:将碎片序号按复原后顺序填入 11×19 的表格;

提示:

处理过程可以参考但不仅限于以下思路:

- 1、先将图片转化为灰度图像并进一步转化为二值图像,方便后续计算;
- 2、考虑到文字书写的连续性,通过碎片图像的边缘匹配找到相邻碎片,这里可以采用空域边缘匹配也可以转化到频域进行匹配;
- 3、考虑到文字基本是同一高度,若边缘不能完全匹配,可以考虑提取碎片中文字的高度,通过这些高度信息进行匹配,就能够知道哪些碎片是同一行,增加匹配准确率。

参考文献:

[1] 黄添强,陈智文,苏立超等.利用内容连续性的数字视频篡改检测[J].南京大学学报(自然科学版),2011,47(5):493-503.

[2] 罗智中.基于线段扫描的碎纸片边界检测算法研究[J].仪器仪表学报,2011,32(2):289-294.

[3] 白宗文.基于HALCON与图像拼接的文物修复系统设计与实现[J].电子设计工

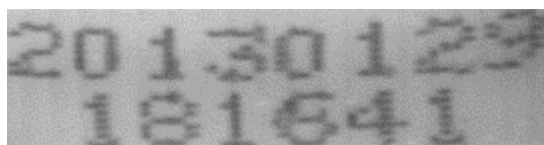
程, 2013,21 (9): 24-26.

[4] 李利军,李云伟. 基于图像灰度的拼接技术研究[J]. 计算机与数字工程,2007,35 (9): 128-130.

[5] 贾海燕,朱良家,周宗潭等. 一种碎纸自动拼接中的形状匹配方法[J]. 计算机仿真, 2006,23 (11): 180-183.

三、数字字符识别

问题：如下图所示，图像中有一串由 0-9 组成的数字序列，请设计一个程序，能够自动识别出给定图中的数字序列。



数据：本次作业提供两组数据，分别存放在 train 文件夹和 test 文件夹中。

- train 文件夹中有已单独分割出来的 0-9 数字图像模板。模板已统一到相同的尺度，每个模板为对应数字的外切矩形分割结果。

- test 文件夹中有 4 张用于测试的图像，其中 1 张正常尺度，一张经过放大处理，1 张存在划痕，1 张有噪声。

要求：

- 1、请利用给出的图像模板对 test 文件夹下图像设计数字字符识别算法；
- 2、Matlab、C 程序实现均可，确保程序能够运行，给出算法流程框图；
- 3、最后提交文件包括：程序、详细说明文档。

评分标准：

对于 test 文件夹下 4 张图像识别情况分别打分，得分依据为最终识别效果。对于这 4 幅图像的不同情况，算法上应该有相应的处理办法。

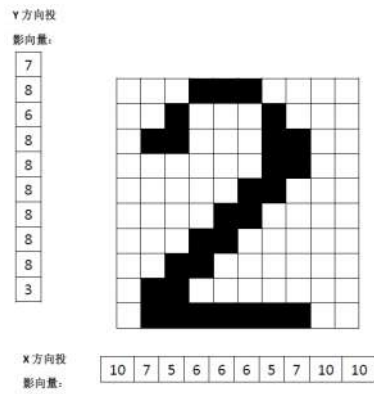
提示：

- 1、对于图像数据(训练&测试),可以先对其进行二值化和形态学处理再用于匹配，以提高算法的鲁棒性。

- 2、对于经过放大、划痕、加噪声后的 test 图像，应考虑相应的仿射变换、去噪等处理；

- 3、可采取扫描窗方式对测试图像进行扫描，对每个扫描窗口进行模板匹配。若最接近某个模板，就认为是该模板对应的数字。同时也需注意拒识非数字字符的窗口。

- 4、可设计不同的特征用于模板匹配，比较不同特征情况下对模板匹配性能的影响。举个简单例子（只作为参考示例，不限于此方案），可以利用二值化后横、纵坐标的投影向量作为模板特征向量：



参考文献：

- 1) 王永明、王贵锦，《图像局部不变性特征与描述》，国防工业出版社，2010
- 2) Quan Miao, Guijin Wang, Chenbo Shi, Xinggang Lin, Zhiwei Ruan. A new framework for on-line object tracking based on SURF. Pattern Recognition Letters, 2011, pp.1564~1571