

电子科技大学 2013 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 为什么常规的离散直方图均衡化一般不会产生具有平坦直方图的图像?
- (2) 请描述利用边缘改进全局阈值处理的本步骤。
- (3) 在彩色图像处理中, 使用 HIS 彩色模型有什么好处?
- (4) 将高频加强和直方图均衡相结合是得到边缘锐化和对比度增强的有效方法。上述两个操作的先后顺序对结果有影响吗? 为什么?
- (5) 中值滤波器的滤波原理是什么? 请分析中值滤波器对椒盐噪声和高斯噪声的滤波效果。
- (6) 一阶微分算子与二阶微分算子在提取图像的细节信息时, 有什么异同?
- (7) 设已用直方图均衡化技术对一幅数字图像进行了增强, 如再用这一方法对所得结果进行增强, 会不会改变其结果, 为什么?
- (8) 为什么伪彩色处理可以达到对灰度图像的增强效果?
- (9) 图像增强与图像复原的目的有何差别?

二、一幅图像为 $f(i, j)$ 现用模板 $h'(i, j)$ 对其进行二维卷积操作, 请计算中心点的输出值 (要求有主要的计算过程)。

$$f(i, j) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 3 \\ 0 & 9 & 0 \\ 2 & 9 & 1 \end{bmatrix} \quad h'(i, j) = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

三、一幅二值图像如下, 用八方向链码对图像中的边界进行链码表述 (左上角 1 为起点)。

- (1) 写出它的八链码 (沿顺时针方向), 并对该链码进行起点归一化。
- (2) 写出 (归一化前的) 八链码的一阶差分码, 并说明其与边界的旋转无关。

1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0

四、试求出把灰度范围 (0, 20) 拉伸为 (0, 30), 把灰度范围 (20, 30) 拉伸为 (30, 50), 并把灰度范围 (30, 60) 压缩为 (50, 60) 的灰度级分段线性变换方程。

五、使用灰度共生矩阵描述图像有什么好处试求下面 4 级灰度图像 $I(i, j)$ 的灰度共生矩阵 $G(i, j)$ (位置算子定义为 “右边或左边的一个像素”)。

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

六、已知如下的图像 $I(i, j)$

- (1) 试求出最大值滤波的结果（模板大小为 3×3 ，不处理边缘像素）；
- (2) 从(1)的结果举例说明最大值滤波器特别适合处理哪种类型的噪声。

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 9 & 6 & 3 \\ 0 & 4 & 7 & 9 & 10 & 1 \\ 10 & 0 & 1 & 5 & 7 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 2 & 15 & 9 \\ 6 & 12 & 3 & 6 & 9 & 7 \\ 2 & 1 & 3 & 10 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

七、试对如下 8 级灰度图像进行直方图均衡化处理，并给出均衡化后的图像和直方图。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 5 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 5 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 7 & 7 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

八、用 $\nabla^2 f(x, y) = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$ 给出的拉普拉斯变换的定义，证明：将一幅图像 $f(x, y)$ 减去其相应的拉普拉斯图像，等同于对图像做反锐化掩模（也叫非锐化掩蔽）处理。

九、下图为一幅 16 级灰度的图像。现用窗口大小为 3×3 的均值滤波和中值滤波器对图像进行滤波。请计算滤波结果（只处理灰色区域，不处理边界。要求有基本的计算过程）。

1	2	2	2	3
1	15	1	2	2
2	1	2	0	3
0	2	2	3	1
3	2	0	2	2

十、图像中背景像素的均值与标准差分别为 110 和 20，目标像素的均值和标准差分别为 200 和 45。请提出一种基于区域生长的方法将目标分割出来。

电子科技大学 2014 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 概述直方图均衡化和直方图规定化的区别与联系。
- (2) 对于椒盐噪声，为什么中值滤波效果比均值滤波效果好？
- (3) 在彩色图像处理中，常使用 HSI 模型，它适于做图像处理的原因有哪些？
- (4) 请描述一幅灰度图像的直方图分布与图像视觉效果之间的关系。
- (5) 简述梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点。
- (6) 傅里叶变换在图像处理中有着广泛的应用。请简述其在图像的高通滤波的应用目的和实现原理。
- (7) 用灰度共生矩阵描述图像有什么好处？它与直方图描述的纹理度量的本质差别是什么？
- (8) 将高频加强和直方图均衡相结合是得到边缘锐化和对比度增强的有效方法。上述两个操作的先后顺序对结果有影响吗？为什么？
- (9) 同态滤波的主要目的是消除不均匀照度的影响而又不损失图像细节。请描述其实现依据和基本流程。

二、已知如下的图像 $I(i, j)$ ：

- (1) 试求出最小值滤波的结果（模板大小为 3×3 ，不处理边缘像素）；
- (2) 从 (1) 的结果举例说明最小值滤波器特别适合处理哪种类型的噪声。

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 8 & 6 & 3 \\ 15 & 4 & 7 & 9 & 15 & 1 \\ 13 & 3 & 15 & 5 & 7 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 2 & 5 & 7 \\ 6 & 15 & 3 & 6 & 9 & 7 \\ 9 & 11 & 3 & 11 & 14 & 13 \end{bmatrix}$$

三、用 $\nabla^2 f(x, y) = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$ 给出的拉普拉斯变换的定义，证明：将一幅图像 $f(x, y)$ 减去其相应的拉普拉斯图像，等同于对图像做反锐化掩模（也叫非锐化掩蔽）处理。

四、已知图像 A 和 B，A 中有两点 $A_1(20, 30)$ 和 $A_2(20, 110)$ 分别与 B 中两点 $B_1(40, 30)$ 和 $B_2(120, 30)$ 一一对应。它们之间可能存在平移、旋转或比例变换，现要将 B 配准到 A：

- (1) 求将 B_1 平移到 A_1 所需的平移矩阵，并写出平移后 B_2 的坐标 B_2' ；
- (2) 如果将 B_2' 旋转到 A_1 、 A_2 所决定的直线上，设逆时针旋转为正，旋转基点为 A_1 ，计算旋转角度，并写出旋转矩阵；
- (3) 设经第 (1)、(2) 步后图像 B 变为 B'' ，求将图像 B'' 配准到图像 A 所需的比例变换；

五、已知 8 级灰度图像 $I = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 1 & 6 & 0 \\ 0 & 4 & 6 & 3 & 0 \\ 0 & 7 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ，用算数均值滤波器 $M = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ 滤

波（不处理边缘像素）：

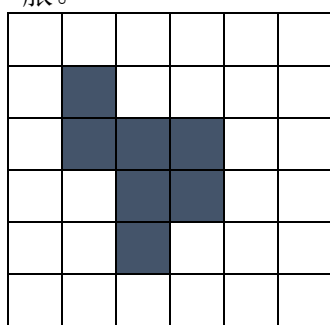
(1) 计算出滤波后的图像；

(2) 二维滤波可分成两次一维滤波来完成。问 M 分离的两个一维模板是什么分离处理有什么好处？

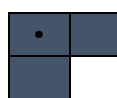
六、设一幅 8 级灰度图像具有如下表所示的灰度概率分布，请对其进行直方图均衡化。灰度级各次度级概率分布如下表所示：

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级分布概率	0.14	0.22	0.25	0.17	0.10	0.06	0.03	0.03

七、根据所给的结构元，完成：(1) 对原图像进行腐蚀；(2) 对原图像进行膨胀。



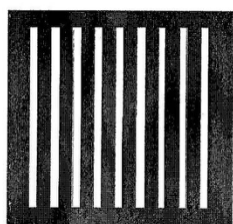
原始图像



结构元

八、如下图所示的大小为 256×256 的二值图像（白为 1，黑为 0），其中所有的白条均是 7 个像素宽，210 个像素高。两个白条之间的宽度是 17 个像素。请定性描述：当应用下面的三种方法处理时，图像如何变化结果？为什么？（处理后的像素值按最靠近原则仍取 0 或 1；图像边界不考虑）

- (1) 3×3 的邻域平均滤波。
- (2) 7×7 的邻域平均滤波。
- (3) 9×9 的邻域平均滤波。



九、请给出图像退化过程的数学模型表达式，并分析图像退化的原因，进而说明图像复原的基本原理。

十、请利用你所学过的图像处理和分析方法，设计一个基本的流程，从大雾灰暗天气下拍摄的汽车尾部图片中，实现汽车牌照的定位和号码的提取。

电子科技大学 2015 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

(1) 图像亮度增大或减小时，图像直方图如何变化？当图像对比度增大或减小时，图像直方图如何变化？

(2) 为什么直方图均衡化并不会产生具有平坦直方图的图像？

(3) 分别用对数变换和反对数变换处理一幅灰度图像，请定性地对分析各自的处理效果。

(4) 傅里叶变换在图像处理中有着广泛的应用，请简述其在图像的低通滤波中的应用原理。

(5) 伪彩色图像增强中产生伪彩色的两种常用方法是强度分层法和空间域灰度级-彩色变换法。请简单说明这两种方法的各自原理及优、缺点。

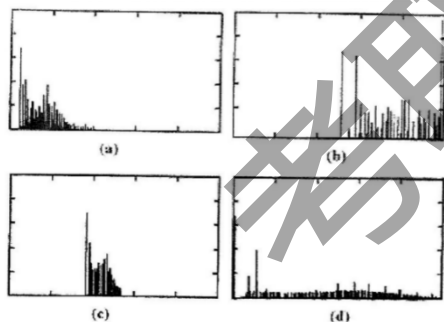
(6) 当在白天进入一个黑暗剧场时，在能看清并找到空座位时 需要适应一段时间。试描述发生这种现象的视觉原理。

(7) 写出彩色图像常用的彩色模型及其应用场合。

(8) 请给出图像退化过程的数学模型表达式，并说明图像复原的基本原理。

(9) 请简述利用区域生长方法进行图像分割的基本过程。

二、图像的直方图基本上可以描述图像的概貌。就下面所给的 (a)、(b)、(c)、(d) 四个直方图，试分析和比较对应的四幅图像的明暗状况和对比度高低等特征。



三、试求出把灰度范围 (0, 20) 拉伸为 (0, 30)，把灰度范围 (20, 30) 拉伸为 (30, 50)，并把灰度范围 (30, 60) 压缩为 (50, 60) 的灰度级分段线性变换方程。

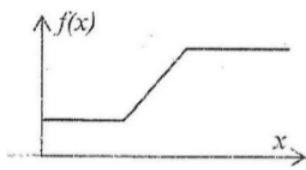
四、有一幅彩色电视图像如下图。由于干扰，造成图像中有若干个亮点（用 FF 来表示）。请设计两种方法对该图像进行滤波。并写出各自滤波后的图像。并说明选择这两个滤波器的原因和它们各自的优缺点。

1	1	1	8	7	4
2	FF	FF	FF	FF	3
3	3	4	4	3	3
3	3	FF	FF	FF	6
3	3	4	5	5	8
2	3	4	6	7	8

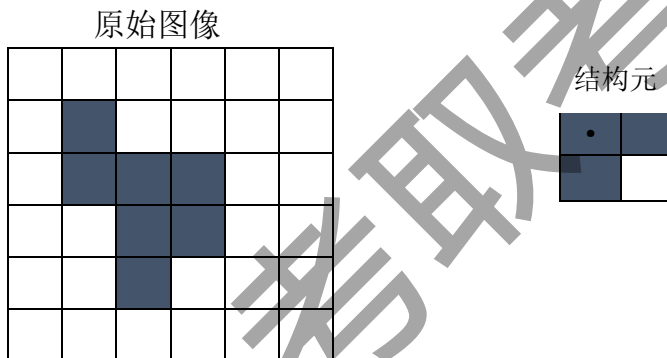
五、下面为一幅 16 级灰度的图像。请分别用大小为 3×3 的均值滤波器、最小值滤波器、中值滤波器对其进行滤波的结果（只处理灰色区域，不处理边界）。

1	2	2	2	3
1	9	1	2	2
2	1	2	0	3
0	2	2	3	1
3	2	0	2	2

六、非锐化掩蔽实现图像增强的基本原理是什么?以下面的一维信号作为输入，画出各个中间步骤的结果。



七、根据所给的结构元，完成：（1）对原图像进行腐蚀；（2）对原图像进行膨胀。



八、为什么可以利用边缘信息改进全局阈值分割?请设计一个相应的算法（描述其基本步骤）。

九、阈值处理是图像分割中一种简单、有效的技术，但其中的阈值选择极为关键。请给出一种自动估计阈值的算法。

十、请利用你所学过的图像处理和分析方法，设计一个基本的流程，从大雾且有彩灯照耀的街景下拍摄的广告牌图片中，实现红色手机号码的定位和号码的提取。

电子科技大学 2016 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 简述梯度法与 Laplacian 算子检测边缘法的异同点。
- (2) 简述霍夫变换用于边缘检测的原理。
- (3) 简述一幅灰度图像的直方图分布与亮度及对比度之间的关系。
- (4) 对于椒盐噪声，中值滤波与均值滤波相比，哪个滤波效果好?为什么?
- (5) 假彩色增强和伪彩色增强的区别是什么?
- (6) 非锐化掩蔽方法实现图像增强的基本步骤是什么?
- (7) 用理想低通滤波器平滑图像时，如果理想低通滤波器的截止频率选择不恰当，就会在结果图像上出现很强的振铃效应。试从原理上解释振铃效应的产生原因。
- (8) 简述如何利用数学形态学方法滤除图像噪声。
- (9) 图像的同态滤波主要是为了解决什么问题?其实现过程包括哪些步骤?

二、用模板 H 对图像 I 进行一阶微分锐化（边缘的图像不予处理）。

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

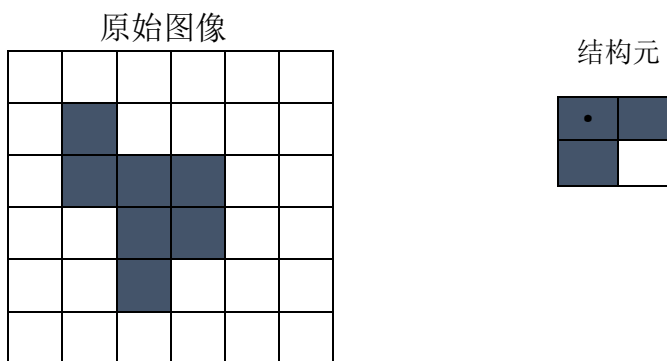
$I =$

1	2	3	2	1
2	1	2	6	2
3	0	8	7	6
1	2	7	8	6
2	3	2	6	9

三、用灰度阈值法对下面的图像进行二值化：

0	1	3	2	1	3	2	1
0	5	7	6	2	5	6	7
1	6	0	6	1	6	3	4
2	6	7	5	3	5	6	5
3	2	2	7	2	6	1	6
2	6	5	0	2	7	5	0
1	2	3	2	1	2	1	2
3	1	2	3	1	2	2	1

四、根据所给的结构元，完成：（1）对原图像进行腐蚀；（2）对原图像进行膨胀。



五、下表为一副总像素为 $N=64 \times 64$ 的数字图像（灰度级数为 8）的各灰度级（出现的频率）分布。要求将此图像 进行直方图均衡化，计算出均衡化后的直方图。

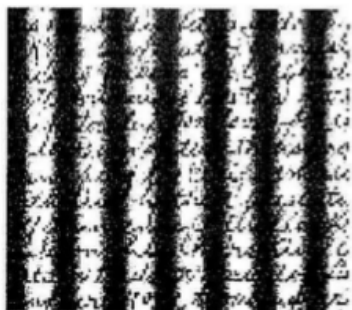
原图像灰度级 r_k	原各灰度级像素个数 n_k	原分布概率 $p_r(r_k)$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1$	1023	0.25
$r_2 = 2$	850	0.21
$r_3 = 3$	656	0.16
$r_4 = 4$	329	0.08
$r_5 = 5$	245	0.06
$r_6 = 6$	122	0.03
$r_7 = 7$	81	0.02

六、使用灰度共生矩阵描述图像有什么好处?试求下面 4 级灰度图像 $I(i, j)$ 的灰度共生矩阵 $G(i, j)$ （位置算子定义为“右边或左边的一个像素”）。

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

七、请给出图像退化过程的数学模型表达式，并分析图像退化的原因，说明图像复原的基本原理。

八、下图为一个被正弦亮度遮蔽污染的文本图像。请设计一种基于局部图像特性的可变阈值处理方法恢复文本图像。



九、请利用局部均值和方差作为统计度量，设计一种自适应局部降低噪声滤波器（只需要写出设计思路即可）。

十、有一幅室内场景的图像，由于灯光（只有一个）是有色的（即灯光不是白色的），造成图像颜色失真：同时由于阴影的原因，造成图像存在局部过亮区域和过暗区域（这些区域有细节存在，但人眼难以分辨）。请利用你所学过的图像处理和分析方法，设计一个基本的流程，尽可能地消除图像色偏、提高图像的视觉效果。

考友考友

电子科技大学 2017 年攻读硕士学位研究生模拟试题

一、简答题

- (1) 伪彩色增强和假彩色增强有何异同点。
- (2) 图像编码基本原理是什么?数字图像的冗余表现有哪几种表现形式?
- (3) 什么是中值滤波,有何特点?
- (4) 什么是直方图均衡化?
- (5) 简述霍夫变换用于边缘检测的原理。
- (6) 当在白天进入一个黑暗剧场时,在能看清并找到空座位时需要适应一段时间,试述发生这种现象的视觉原理。
- (7) 简述梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点?
- (8) 若具有一个被正弦亮度遮蔽污染的文本图像。请描述使用哪种技术进行文本恢复,并写出去具体步骤?
- (9) 在彩色图像处理中,常使用 HSI 模型,请回答它适合于做图像处理的原因有那些?
- (10) 中值滤波器的滤波原理是什么?请分析中值滤波器对椒盐噪声和高斯噪声的滤波效果。

二、有一幅彩色电视图像如下图。由于干扰,造成图像中有若干个亮点(用 FF 来表示)。请设计两种方法对该图像进行滤波。并写出各自滤波后的图像。并说明选择这两个滤波器的原因和它们各自的优缺点。

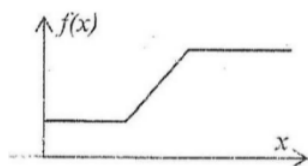
1	1	1	8	7	4
2	FF	FF	FF	FF	3
3	3	4	4	3	3
3	3	FF	FF	FF	6
3	3	4	5	5	8
2	3	4	6	7	8

三、用模板 H 对图像 I 进行一阶微分锐化(边缘的图像不予处理)。

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

1	2	3	2	1
2	1	2	6	2
3	0	8	7	6
1	2	7	8	6
2	3	2	6	9

四、非锐化掩蔽实现图像增强的基本原理是什么?以下面的一维信号作为输入,画出各个中间步骤的结果。



五、为什么可以利用边缘信息改进全局阈值分割?请设计一个相应的算法(描述其基本步骤)。

六、使用灰度共生矩阵描述图像有什么好处?试求下面 4 级灰度图像 $I(i, j)$ 的灰度共生矩阵 $G(i, j)$ (位置算子定义为“右边或左边的一个像素”)。

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

七、用 $\nabla^2 f(x, y) = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$ 给出的拉普拉斯变换的定义, 证明: 将一幅图像 $f(x, y)$ 减去其相应的拉普拉斯图像, 等同于对图像做反锐化掩模 (也叫非锐化掩蔽) 处理。

八、设一幅 8 级灰度图像具有如下表所示的灰度概率分布, 请对其进行直方图均衡化。灰度级各次度级概率分布表如下所示:

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级分布概率	0.14	0.22	0.25	0.17	0.10	0.06	0.03	0.03

九、请给出图像退化过程的数学模型的表达式, 并说明图像复原的基本原理。

十、给刚出生的小猪进行尺寸的测量和样貌进行检测。

电子科技大学 2018 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 当图像布满高斯和椒盐噪声时，使用中值、均值滤波分别对哪种噪声处理哪个好?为什么?
- (2) 若具有一个被正弦亮度遮蔽污染的文本图像。请描述使用哪种技术进行文本恢复，并写出去具体步骤?
- (3) 图像量化时，如果彩色量化级数小会出现什么情况?为什么?
- (4) 简述对数变换和反对数变换的优缺点?
- (5) 请具体回答直方图均衡化的原理和特点。
- (6) 简述分水岭分割算法的意义和基本步骤。
- (7) 分别叙述膨胀和腐蚀运算的优缺点。
- (8) 对于 M 幅图像叠加求平均和在 $n \times n$ 区域进行平均的各自的优缺点。
- (9) 主分量变换中用特征值重建图像的基本步骤。
- (10) 什么是 K-L 变换?

二、下面为一幅 16 级灰度的图像。请用最小值滤波器对其进行滤波的结果（只处理灰色区域，不处理边界）。

1	2	2	2	3
1	9	1	2	2
2	1	2	0	3
0	2	2	3	1
3	2	0	2	2

三、依据第二题的一副 16 级灰度的图像，请用大小为 3×3 的均值滤波器对其进行滤波的结果，（只处理灰色区域，不处理边界）

四、已知图像 A 和 B，A 中有两点 $A_1(20, 30)$ 和 $A_2(20, 110)$ 分别与 B 中两点 $B_1(40, 30)$ 和 $B_2(120, 30)$ 一一对应。它们之间可能存在平移、旋转或比例变换，现要将 B 配准到 A:

- (1) 求将 B_1 平移到 A_1 所需的平移矩阵，并写出平移后 B_2 的坐标 B_2' ;
- (2) 如果将 B_2' 旋转到 A_1 、 A_2 所决定的直线上，设逆时针旋转为正，旋转基点为 A_1 ，计算旋转角度，并写出旋转矩阵;
- (3) 设经第 (1)、(2) 步后图像 B 变为 B'' ，求将图像 B'' 配准到图像 A 所需的比例变换;

五、使用灰度共生矩阵描述图像有什么好处?试求下面 4 级灰度图像 $I(i, j)$ 的灰度共生矩阵 $G(i, j)$ （位置算子定义为“右边或左边的一个像素”）。

$$I(i,j)=\begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

六、设一幅 8 级灰度图像具有如下表所示的灰度概率分布，请对其进行直方图均衡化。灰度级各次度级概率分布

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级分布概率	0.14	0.22	0.25	0.17	0.10	0.06	0.03	0.03

七、（该题题干为回忆版，具体描述可能不太准确但基本描述到了该题的主要考点内容）题中共给出两个齿轮图片，跟别为原图片和想要提取的齿轮轮廓的图片，该题目主要要求考生提取出连续的没有噪声的齿轮轮廓。

八、图像中背景像素的均值与标准差分别为 110 和 20，目标像素的均值和标准差分别为 200 和 45。请提出一种基于区域生长的方法将目标分割出来。

九、下面给出了处在浅色背景上的某个水果的 20 级灰度图像的直方图。每个数字分表示图像中对应该灰度级的像素个数，左端表示黑色，右端表示白色。假定对于该水果的图像，相邻像素间距等效为实物间距 1.5 毫米（mm）。已知该水果可能是一个橙子或者柚子，请问最有可能是哪种水果？给出推算过程。[0, 100, 200, 300, 500, 600, 500, 300, 200, 100, 200, 500, 3000, 8000, 20000, 8000, 3000, 500, 100, 0]

十、请利用你所学过的图像处理和分析方法，设计一个基本的流程，从大雾灰暗天气下拍摄的汽车尾部图片中，实现汽车牌照的定位和号码的提取。

电子科技大学 2019 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 为什么用直方图均衡化得不到完全平坦直方图的图像?
- (2) 怎么对彩色图像进行直方图均衡化?
- (3) 用理想低通滤波器平滑图像时, 其截止频率选择不当就会产生振铃效应。试着从原理上面解释振铃效应产生的原因?
- (4) 提出一种将梯度和拉普拉斯算子结合起来使用的方法, 从而达到使图像锐化的目的?
- (5) 傅里叶算子的基本原理及其优点?
- (6) 常用的两种彩色模型及其特点? (例如 RGB、HSI、CMY 等)
- (7) 非锐化掩蔽实现图像增强的过程及原理?
- (8) 简述使用霍夫变换提取直线段的原理?
- (9) 如何使用主分量分析增强图像中的场景信息的同时不会增强图像中的噪声?

二、设灰度级为 8 的子图像 $f(x, y) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 6 & 7 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 5 & 7 \\ 3 & 7 & 5 & 7 & 4 \\ 4 & 5 & 6 & 4 & 2 \end{bmatrix}$ ($0 \leq x, y \leq 4$), $(0, 0)$ 点位于

左上角。求:

- (1) 将像素点 $f(4, 4)$ 绕点 $f(2, 2)$ 反时针旋转 30° (反时针为正), 写出几何变换。
- (2) 将图像放大 2.5 倍, 写出变换矩阵, 并用双线性插值求出输出像素 $(4, 6)$ 的灰度。

三、用 $h(i, j)$ 对 $f(x, y)$ 进行卷积, 计算出卷积后中心点的值, 写出具体的过程。

$$F(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 3 \\ 0 & 9 & 0 \\ 2 & 9 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h'(i, j) = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

四、已知两幅 8 级灰度图像 F 和 G, 其直方图分别如表 10-1 和 10-2 所示, 请求出 F 匹配 G 后的直方图。

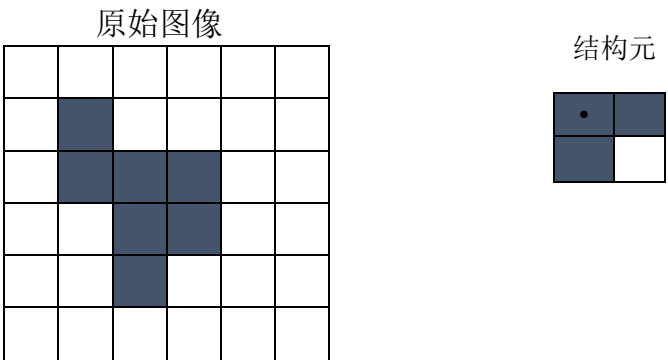
表 10-1F 的直方图

f_k	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
p_k	0.19	0.25	0.21	0.16	0.08	0.06	0.03	0.02

表 10-2G 的直方图

G_k	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
p_k	0.0	0.0	0.0	0.15	0.2	0.3	0.2	0.15

五、根据所给图像和结构元，完成对原图像进行膨胀。同时对于膨胀的原理进行解答。



六、灰度共生矩阵，位置算子为竖直相方向相邻的两个元素。

原图像矩阵

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

七、对一个齿轮(图中给出了齿轮的图片,还给出了想要提取的齿轮轮廓的图片)并说齿轮图片中可能含有高斯噪声或者椒盐噪声,提出一种二值化方式,提取出连续没有噪声的齿轮轮廓。

八、图像中背景像素的均值与标准差分别为 110 和 20, 目标像素的均值和标准差分别为 200 和 45。请提出一种基于区域生长的方法将目标分割开来。

九、使用无人机对地面进行视频拍摄,路面明暗分明,对路面背景进行建模,使用什么样的方法可以发现运动中的物体如汽车。

十、使用二维高斯滤波函数,设计一个自适应算法,滤波的同时可以增强图像的轮廓。

电子科技大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 请分析二维中值滤波器对图像中椒盐噪声和高斯噪声的滤波效果。
- (2) 设已用直方图均衡化技术对一幅数字图像进行增强，如果再用这一方法对所得结果进行增强，会不会改变其结果为什么？
- (3) 简述坎尼边缘检测器进行边缘检测的基本步骤。
- (4) 在边缘检测算法中，Roberts 梯度算子法又称为 4 点差分法，Prewitt 梯度算子法又称为平均差分法。请对比分析这两种算子在实现边缘检测时的优缺点。
- (5) 反锐化掩蔽技术实现图像增强的基本步骤是什么？
- (6) 图像的同态滤波主要是为了解决什么问题？其实现过程包括那些步骤？
- (7) 简单的空间领域平均法可以去除或衰减图像中的高频噪声，但也会使目标物轮廓或细节变模糊。请提出两种改进的邻域平均法并简述其思路，使得保留去燥性能的同时，减弱对物体轮廓或细节（边缘）的模糊化程度。
- (8) 当事先不了解图像中的区域形状和区域数目时，可采用分裂合并法来分割这个图像。请描述四叉树分裂合并法的基本步骤。
- (9) 大津法 (OTSU) 是一种确定图像最佳全局分割阈值的算法。请简述 OTSU 法的基本思路和计算步骤。

二、设一幅 8 级灰度图像具有如下表所示的灰度概率分布，请对其进行直方图均衡化。灰度级各次度级概率分布

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级分布概率	0.14	0.22	0.25	0.17	0.10	0.06	0.03	0.03

三、对于如下所示的空域增强公式，试推导出其相应频域等价滤波器 $H(u, v)$ ， $g(m, n) = f(m, n) - f(m+1, n) + f(m, n) - f(m, n+1)$

四、试给出把灰度范围 (0, 20) 拉伸到 (0, 30)，把灰度范围 (20, 30) 拉伸到 (30, 50)，并把灰度范围 (30, 60) 压缩为 (50, 60) 灰度级的分段线性变换方程。

五、给定一幅图像，其概率密度函数为 $Pr(r) = Ae^{-r}$ ，其中 r 为从 0 到 b 变化的灰度级变量， A 为归一化因子。试计算变换函数 $S=T(r)$ ，其中 S 为变换后图像的灰度级，使得变换后图像的概率密度函数为 $Ps(s) = Bse^{-s^2}$ ，其中 s 的变化范围为 0 到 D ， B 为归一化因子。

六、灰度共生矩阵是一种描述图像特征的常用方法 (1) 使用灰度共生矩阵描述图像有什么好处？

(2) 试求下面 4 级灰度图像 $I(i, j)$ 的灰度共生矩阵 $G(i, j)$ (考察的像素为顺时针对角线方向上相邻的 2 个像素)。

$$H(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

七、为什么可以利用边缘信息仪进全局阈值分割?请设计一个相应的算法（描述其基本步骤即可）

八、下图为一个被正弦亮度遮蔽污染的文本图像。请设计一种基于局部图像特性的可变阈值处理方法恢复文本图像。

九、有一个用于室内的人脸检测和识别系统，使用摄像头拍摄人脸。由于该室内的灯光是有色的，造成拍摄的人脸图像颜色失真；同时由于阴影的原因，造成人脸图像存在局部过亮区域和过暗区域。请利用你所学过的图像处理和分析方法，设计一个基本的流程，尽可能地消除图像色偏，均衡亮度。

考取考取

电子科技大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 证明从一幅图像中，减去相应的拉普拉斯图像等同于对图像进行反锐化模板处理。
- (2) 简述直方图均衡化和直方图规定化的异同。
- (3) 对比分析 Sobel 边缘检测算子与 Laplacian 边缘检测算子的优缺点。
- (4) 一幅 RGB 格式的彩色图像，在 R 通道加入噪声，对其在 HSI 空间的信号有何影响。
- (5) 对比分析，闭运算与膨胀运算在图像处理中的作用。
- (6) 请解释高斯低通滤波器为什么不会产生振铃现象？
- (7) 请根据逆滤波的原理，解释为什么图像存在噪声时，一般不能采用直接逆滤波。
- (8) 简述离散余弦变换 DCT 图像编码的基本思想与主要步骤。
- (9) 请简述基本的全局阈值分割方法的计算步骤。

二、图中若干个由于干扰引起的亮点噪声（灰度值为 255），请问如何有效地去除图像中的亮点噪声？请给出处理后的结果，只计算四个灰度值为 255 的点即可。

1	1	1	8	7	4
2	255	2	3	3	3
3	3	255	4	3	3
3	3	3	255	4	6
3	3	4	5	255	8
2	3	4	6	7	8

三、有一幅灰度图像如图，请使用 3×3 大小（8 邻域）的平坦结构元对其进行膨胀处理，给出处理后的结果。

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
1	1	2	1	1
0	0	1	1	1
0	0	1	1	1

四、有一幅具有四个灰度级的图像如图，给定的位置算子为 $d = (2, 0)$ 请计算灰度共生矩阵。

0	1	2	3	0	1	1
1	2	3	0	1	2	3
2	3	0	1	2	3	0
3	0	1	2	3	0	1
0	1	2	3	0	1	2
1	2	3	0	1	2	3
2	3	0	1	2	3	0

五、有一幅 64×64 大小的图像，灰度为 8 级，概率分布如下表，请给出均衡化后的图像直方图。 $r=7$

灰度级	$r_0=0$	$r_1=1$	$r_2=2$	$r_3=3$	$r_4=4$	$r_5=5$	$r_6=6$	$r_7=7$
像素分布	1023	556	300	51	181	445	690	850
像素概率分布	0.25	0.14	0.07	0.01	0.04	0.11	0.17	0.21

六、已知图像 A 和 B，A 中有两点 A1 (20, 30) 和 A2 (20, 110) 分别与 B 中两点 B1 (40, 30) 和 B2 (120, 30) 一一对应。它们之间可能存在平移、旋转或比例变换，现要将 B 配准到 A：

- (1) 求将 B1 平移到 A1 所需的平移矩阵，并写出平移后 B2 的坐标 B2'；
- (2) 如果将 B2' 旋转到 A1、A2 所决定的直线上，设逆时针旋转为正，旋转基点为 A1，计算旋转角度，并写出旋转矩阵；
- (3) 设经第 (1)、(2) 步后图像 B 变为 B''，求将图像 B'' 配准到图像 A 所需的比例变换；

七、给定一幅灰度图像，现需要把灰度范围 (0, 20) 拉伸为 (0, 30)，把灰度范围 (20, 30) 拉伸为 (30, 50)，并把灰度范围 (30, 60) 压缩为 (50, 60) 灰度级。请写出分段线性变换方程。

八、伽马变换 $s=cr^{\gamma}$ 常用于图像灰度变换，校正图像亮度。

- 1) 请分别阐述 $\gamma>1$ 和 $\gamma<1$ 时，伽马变换所产生的效果。
- 2) 当一幅图像中，同时包括大量过暗区域和过亮区域时，请基于伽马变换设计一种算法，使暗区和亮区内部的图像细节都得到增强。

九、用图像处理的原理设计一个系统，统计木材的年轮数量。

十、视觉场景中的消失点，是场景结构的重要参考点，准确地检测图像中的消失点，对于场景理解具有重要意义。消失点一般是指视觉空间中平行线在远处的视觉相交点。

- 1) 简述 Hough 变换检测直线的基本原理。
- 2) 基于 Hough 变换等基本知识，设计一种能够检测图像中消失点的算法。（描述实现思路算法步骤即可）。

电子科技大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学试题

一、简答题

- (1) 简述对数变换和反对数变换的区别？
- (2) 如有两幅图片 a, b, 他们的灰度级为 $0 \sim 255$, 则不断从 a 中减去 b, 最终会得到什么结果？
- (3) 什么是超像素分割, 其在图像分析中有何意义？
- (4) 对比分析 RGB 和 HSI 实现亮度增强的步骤和效果？
- (5) 傅里叶变换和小波变换的优缺点？
- (6) CNN(卷积神经网络) 和传统机器学习在图像识别中的优劣？
- (7) 什么是压缩率？请简述针对灰度图像的 JPEG 压缩过程？
- (8) 什么是图像标记, 举例其在图像分析中的应用？

二、设一幅 8 级灰度图像具有如下表所示的灰度概率分布, 请对其进行直方图均衡化。灰度级各次度级概率分布如下表所示:

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级分布概率	0.14	0.22	0.25	0.17	0.10	0.06	0.03	0.03

三、二维滤波器 $W = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$

- (1) 将 W 分离为两个一维滤波器
- (2) 对于 $M \times N$ 图像进行空间滤波, 分别计算使用二维和一维滤波器的计算量 (加法和乘法的次数), 并说明一维滤波器的优势

四、 $f(x, y)$ 图像 $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 \end{bmatrix}$, $\nabla_x = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$, $\nabla_y = \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$, 使用向前差分梯度算

子对图像进行滤波处理, 分别计算 x, y 方向梯度响应 (不计算边界)

五、灰度共生矩阵的计算, 位置算子是 $d(1, 0)$ 右边一个相邻的像素

1	2	1	2	3	1
0	1	2	2	3	1
1	0	1	1	2	1
2	3	0	1	2	3
1	2	3	0	1	2
2	1	2	3	0	1

六、10、（20 分）下图中，几何畸变图像 J，其中数值为灰度值；左边为几何校正后的图像 I，其中数值为坐标位置；图中带 [] 的 A、B、C、D 位置分别与左图中带 [] 的 A、B、C、D 位置一一对应，形成了进行几何校正的 4 对控制点，且矩形区 ABCD 的畸变可以由一对双线性插值方程来建模。试计算：(1)、进行几何校正所需的变换方程；

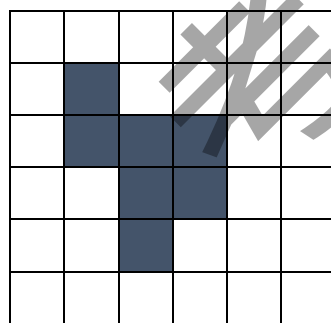
(2)校正图像 I 中像素位置 (2,2) 处的灰度值（分别采用最近邻域和双线性插值

计算）。

计算)。	[[0,0]]A	(1,0)	(2,0)	[(3,0)]B	(4,0)	[[4]]A	3	2	5	1
	(0,1)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(4,1)	3	3	4	[[2]]B	4
	(0,2)	(1,2)	(2,2)	(3,2)	(4,2)	0	5	5	3	3
	[[0,3]]C	(1,3)	(2,3)	[(3,3)]D	(4,3)	0	[[4]]C	2	1	1
	(0,4)	(1,4)	(2,4)	(3,4)	(4,4)	2	1	0	3	[[5]]D

七、一幅图像受横向周期性条纹干扰，涉及一种基于频域滤波的方法消除干扰信息，简述算法基本思路并给出计算步骤

八、根据所给图像和结构元，完成对原图像进行膨胀。同时对于膨胀的原理进行解答。



原始图像

结构元



9、一种有两种类型的细胞图片（很多张），外部形状比较规则偏圆形，另一种细胞位于图像中间，形状没那么圆，比较偏，它的周围有突刺，要自己设计算法将这个两种细胞分开来 要求不能使用深度学习训练法。

电子科技大学 2013 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 由于离散图像的直方图也是离散的，其灰度累积分布函数是一个不减的阶梯函数。如果映射后的图像仍然能取到所有灰度级，则不发生任何变化，如果映射的灰度级小于 256，变换后的直方图会有某些灰度级空缺，即调整后灰度级的概率基本不能取得相同的值，故产生的直方图不完全平坦。

(2) ①给定原始图像 $f(x, y)$ ，检测边图像（用任何一种简单的边缘检测方法，如梯度方法）

②指定一个阈值 T

③用阈值 T 对①中得到的边缘图像进行阈值分割，得到一个二值图像 $g(x, y)$

④ $g(x, y)$ 与 $f(x, y)$ 相乘，得到位于边缘的像素图像 $p(x, y)$

⑤计算 $p(x, y)$ 的直方图

⑥用上述的直方图进行全局分割

(3) HSI 为（色度、饱和度、强度）彩色模型，它具有以下两个优点：

①HSI 模型可在彩色图像中从携带的彩色信息中（色调和饱和度）中消去强度分量的影响，于是该模型中亮度分量与色调分量分开的。

②色调 H 与饱和度 S 的概念与人感受颜色的方式是紧密相连的。

(4) 有影响；应先进行高频加强，再进行直方图均衡化。

高频加强是针对通过高通滤波后的图像整体偏暗，因此通过提高平均灰度的亮度，使图像的视觉鉴别能力提高，再通过直方图均衡化将图像的窄带动态范围变为宽带动态范围，从而达到提高对比度的效果；若先进行直方图均衡化，再进行高频加强，对于图像亮度呈现较强的两种现象时，例如多数像素主要分布在极暗区域，而少数像素存在于极亮区域时，先直方图均衡化会导致图像被漂白，再进行高频增强，导致获得的图像边缘不突出，图像的对比度较差。

(5) 原理：在图像中，对待处理的像素给定一个模板，该模板包括了周围的邻近像素，取模板中排在中间位置上的像素的灰度值替代处理像素的值，就可以达到滤除噪声的目的。

中值滤波器对椒盐噪声的滤波效果较好，椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点、使用中值滤波时，被污染的点一般不处于中值的位置，那选择适当的点来替代污染点的值，所以处理效果好。中值滤波器对高斯噪声的处理效果不好，高斯噪声是幅值近似正态分布，但分布在每点像素上，找不到干净的点来替代被污染的点，故处理效果不好。

(6) 一阶微分算子获得的边界是比较粗略的边界，反映的边界信息较少，但是所反映的边界比较清晰；二阶微分算子获得的边界是比较细致的边界，反映的边界信息包括了许多的细节信息，但是所反映的边界不是太清晰。

(7) 直方图均衡化所用的变换函数为原始直方图的累积直方图，均衡化后得到的增强图像的累计直方图除有些项合并外，其余项与原始图像的累计直方图相同，如果再次均衡化，所用的变换函数即为均衡化后得到的增强图像的累计直方图，所以不会改变其结果。

(8) 由于人眼对彩色的分辨能力远远大于对黑白灰度的分辨率，对于一般的观察者来说，通常能分辨十几级灰度。而对彩色来说，人伪眼睛可分辨出上千种彩色的色调和强度，因此，在一幅黑白图像中检测不到的信息，经伪彩色增强后可较容易的被检测出来。

(9) 二者的主要区别在于图像增强是指根据个人主观意愿进行感兴趣部分的增强。而图像复原是尽力恢复出原图像的面貌，更为客观。

同时，图像增强就是突出图像中感兴趣的信息，而减弱或去除不需要的信息，从而使有用信息得到加强，改善图像的视觉效果，提高图像成分的清晰度，使图像变得更有利于计算机处理，便于进一步进行区分或解释。

图像复原(或恢复)就是尽可能地减少或者去除图像在获取过程中的降质(干扰和模糊)，模糊被退化图像的本来面目，从而改善图像质量，关键是对每种退化(图像品质下降)建立一个合理的模型。

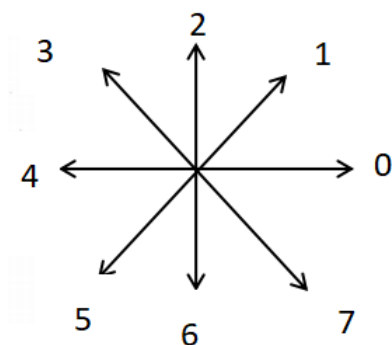
二、解：由于模版是 3×3 大小，于是先将图像上下补 $(3-1)$ 行 0，左右补 $(3-1)$ 列 0

$$f_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 9 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 9 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{翻转模板 } 180^\circ \quad h'(i,j) = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

将模板在原图像上以此划过，将所对应元素相乘再相加。

结果为： $\begin{bmatrix} -16 & 32 & -12 \\ -21 & 47 & -19 \\ -14 & 33 & -16 \end{bmatrix}$ ，所以中心点的输出值为 47。

三、解：八方向链码



(1) 边界八链码为：07000065653434222

起点归一化八链码：00006565343422207 (进行圆周移位最小值即为归一化后的八链码)

(2) 一阶差分码计算方式：用数字 8 减去前一位链码与后一位链码的差值的绝对值。

$$2 \rightarrow 0 = 6 \quad 3 \rightarrow 4 = 1$$

$$\begin{aligned}
0 \rightarrow 7 &= 7 & 4 \rightarrow 3 &= 7 \\
7 \rightarrow 0 &= 1 & 3 \rightarrow 4 &= 1 \\
0 \rightarrow 0 &= 0 & 4 \rightarrow 2 &= 6 \\
0 \rightarrow 0 &= 0 & 2 \rightarrow 2 &= 0 \\
0 \rightarrow 6 &= 6 & 2 \rightarrow 2 &= 0 \\
6 \rightarrow 5 &= 7 \\
5 \rightarrow 6 &= 1 \\
6 \rightarrow 5 &= 7 \\
5 \rightarrow 3 &= 6
\end{aligned}$$

\Rightarrow 差分码为 67100067176171600

其旋转不变性是指当图像旋转 45° 整数倍时, 只要起点相同链码的整体变化, 不会影响前后链码的差值, 即一阶差分码.

四、解: 设原灰度值为 x , 分段线性变换后约为 y

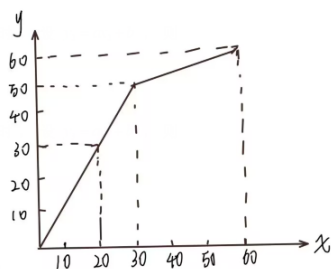
①把 $(0, 20)$ 拉伸到 $(0, 30)$ 时, 设 $y_1 = ax_1 + b$, 则 $\begin{cases} 0 = a \cdot 0 + b \\ 30 = a \cdot 20 + b \end{cases} \Rightarrow y_1 = \frac{3}{2}x_1$

②把 $(20, 30)$ 拉伸到 $(30, 50)$ 时, 设 $y_2 = ax_2 + b$, 则 $\begin{cases} 30 = 20a + b \\ 50 = 30a + b \end{cases} \Rightarrow y_2 = 2x_2 - 10$

③把 $(30, 60)$ 压缩到 $(50, 60)$ 设 $y_3 = ax_3 + b$, 则 $\begin{cases} 50 = 30a + b \\ 60 = 60a + b \end{cases} \Rightarrow y_3 = \frac{1}{3}x_3 + 40$

$$\text{为 } y = \begin{cases} \frac{3}{2}x & 0 \leq x < 20 \\ 2x - 10 & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{1}{3}x + 40 & 30 < x \leq 60 \end{cases}$$

相应的灰度线性变换图如下图所示:



五、解:

	0	1	2	3
0	4	1	1	2
1	1	0	1	2
2	1	1	2	2
3	2	2	2	0

位置算子定义为“左边或右边的一个像素”对应到共生矩阵中可以这样理解：
又如 (0, 0) 处填多少？在原图中发现：“0 的左边或者右边的一个像素为 0”的情形出现了四次，这四次分别是：

- ① “原图 (2, 1) 处的 0 的右边是 0”
- ② “原图 (2, 2) 处的 0 的左边是 0”
- ③ “原图 (2, 3) 处的 0 的右边是 0”
- ④ “原图 (2, 3) 处的 0 的左边是 0”

六、解 (1)

结果	1	3	6	9	6	3
	0	10	9	10	10	1
	10	10	9	15	15	4
	3	12	12	15	15	9
	0	12	12	15	15	7
	2	1	3	10	1	3

(2) 从 (1) 中的结果表明最大值滤波去除了 0, 1, 2, 3 等小灰度值像素。证明其对于胡椒噪声去噪效果很好。

$$\text{七、 } P_{\gamma}(\gamma_0) = \frac{8}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_1) = \frac{10}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_2) = \frac{11}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_3) = \frac{16}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_4) = \frac{9}{64}$$

$$P_{\gamma}(\gamma_5) = \frac{4}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_6) = \frac{4}{64} \quad P_{\gamma}(\gamma_7) = \frac{2}{64}.$$

$$s_k = (1 - \frac{k}{2}) \Pr(kj)$$

$$s_0 = \frac{56}{64} \rightarrow 1, \quad s_1 = \frac{18 \times 7}{64} \rightarrow 2, \quad s_2 = \frac{29 \times 7}{64} \rightarrow 3, \quad s_3 = \frac{45 \times 7}{64} \rightarrow 5$$

$$s_4 = \frac{54 \times 7}{64} \rightarrow 6, \quad s_5 = \frac{58 \times 7}{64} \rightarrow 6, \quad s_6 = \frac{62 \times 7}{64} \rightarrow 7, \quad s_7 = \frac{64 \times 7}{64} \rightarrow 7$$

灰度级对应度变化为：

0 → 1 1 → 2 2 → 3 3 → 5 4 → 6 5 → 6 6 → 7 7 → 7 (用于画新图像)。

新灰度分布为：

灰度	0	1	2	3	4	5	6	7
概率	0	$\frac{8}{64}$	$\frac{10}{64}$	$\frac{11}{64}$	0	$\frac{16}{64}$	$\frac{13}{64}$	$\frac{6}{64}$

八、解：

$$\begin{aligned}
 f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y) \\
 &= 5f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= 6f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= f(x, y) + 5 \left[f(x, y) - \frac{1}{5} [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \right]
 \end{aligned}$$

视为均值运算模糊图像.

对比非锐化掩蔽: $g(x, y) = f(x, y) + k * g_{mask}(x, y)$

$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

上式实际就是一个权值 $k=5$ 的非锐化掩蔽处理

九、解：均值结果

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & \frac{27}{9} & \frac{27}{9} & \frac{17}{9} & 2 \\ 2 & \frac{26}{9} & \frac{28}{9} & \frac{16}{9} & 3 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

中值结果:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

十、解：

(1) 从左至右、上至下扫描图像。

(2) 将发现的 110 灰度值点作为种子点，进行区域生长。

(3) 若无法再生长或已主图像边缘，则停止生长. 标出所有生长区域。

生长准则：若种子点邻近像素值与种子点的差值小于 $20 \times 3 = 60$ ，则将其纳入（背景点标准差为 $\delta = 20$ ，则置信区间为 $3\sigma = 60$ ）

电子科技大学 2014 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 联系：直方图均衡化和直方图规定化都是为了增加图像灰度的动态范围，从而达到增强图像整体对比度的效果，并且直方图均衡化是直方图规定化的一种特例。

区别：直方图均衡化可以自动增强整个图像的对比度，但它的具体效果不易控制，处理结果也是得到全局均衡化的直方图；而直方图规定化比较灵活，它可以变换直方图，使之成为某个特定的形状，从而有选择地增强某个灰度值范围内的对比度。

(2) 椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点，使用中值滤波时，被污染的点一般不处于中值的位置，即选择了适当的点来替代污染的值，所以处理效果好，而且椒盐噪声的均值不为 0。所以用均值滤波处理效果不好。

(3) ①HSI 模型可在彩色图像中从携带的彩色信息中（色调和饱和度）中消去强度分量的影响，于是该模型中亮度分量与色调分量分开的。

②色调 H 与饱和度 S 的概念与人感受颜色的方式是紧密相连的。

(4) ①若直方图的分量集中在灰度级的低（暗）端，则图像看起来较暗。

②若直方图的分量集中在灰度级的高端，则图像看起来较亮。

③若直方图较窄，且分量集中于灰度级的中部，则其对比度较低，对于单色图像，则图像昏暗，好像灰度被冲淡了一样。

④若直方图的灰度分量覆盖了很宽的灰度级范围，且像素的分布没有太不均匀，只有少量的虚线比其他高许多时，其对比度较高。

总之，若一幅图像的像素倾向于占据整个可能的灰度级，并且分布均匀，则该图像会有高对比度的外观，展示灰色调的较大变化，最终效果将是一幅灰度细节丰富且动态范围较大的图像。

(5) 梯度算子如下图所示：

-1		
1	-1	1

$$g_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$g_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$

拉普拉斯算子为：

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

区别：梯度算子是利用阶跃边缘灰度变化的一阶导数特性，认为极大值点（即一阶导数为0）对应于边缘点，而 Laplacian 算子检测边缘是利用阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性（二阶导数为0），认为边缘点是零交叉点。

相同点：都能用于检测边缘，且都对噪声敏感。

（6）图像经过傅里叶变换后、景物的概貌部分集中在低频区域，景物的细节部分集中在高频区域。可以通过图像的高通滤波将图像中景物的细节提取出来。

具体做法是：使用将傅里叶变换得到频谱图的低频部分强制为0，而高频部分的信息保持不变高通滤波器作用在原始图像上，将经过这样处理后的频谱进行傅里叶逆变换，就可得到图像的细节部分。

（7）灰度共生矩阵是从条件概率提取纹理为特征，它反映的是灰度图像中关于方向，间隔和变化幅度等方面的灰度信息，因此可以用于分析图像的局部特征以及纹理分布规律。

灰度共生矩阵是对图像上保持某距离的两像素分别具有某灰度的状况进行统计得到的，它不仅反映高度的分布特征，也反映具有同样高度或接近亮度的像素之间的位置分布特性，是分析图像局部模式和它们排列规则的基础。

（8）有影响；应先进行高频加强. 再进行直方图均衡化。

高频加强是针对通过高通滤波后的图像整体偏暗，因此通过提高平均灰度的亮度，使图像的视觉鉴别能力提高，再通过直方图均衡化将图像的窄带动态范围变为宽带动态范围，从而达到提高对比度的效果；若先进行直方图均衡化，再进行高频加强，对于图像亮度呈现较强的两波现象时，例如多数像素主要分布在极暗区域，而少数像素存在于极亮区域时，先直方图均衡化会导致图像被漂白，再进行高频增强，获得的图像边缘不突出. 图像的对比度较差。

（9）实现依据： $i(x, y)$ 变化缓慢，在频域表现为低频，而 $r(x, y)$ 包含了目标物细节，在频域表现为高频. 为此. 只要我们从 $f(m, n)$ 中把 $i(x, y)$ 和 $r(x, y)$ 分开，并分别采取压缩低频. 提升高频的方法就可达到减弱照度分量，增强反射分量，使图像清晰的目的。

步骤：①一幅图像 $f(x, y)$ 可以表示为其反射分量 $r(x, y)$ 和照射分量 $i(x, y)$ 的乘积即 $f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$

②对等式两边同时取对数得 $\ln(x \cdot y) = \ln i(x \cdot y) + \ln r(x \cdot y)$

③对其作傅里叶变换为: $F(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$

④用一个滤波器 $H(u, v)$ 对 $f(u, v)$ 进行滤波为

$$H(u, v) \cdot F(u, v) = H(u, v)I(u, v) + H(u, v)R(u, v)$$

⑤上式两边同时进行傅里叶反变换到空间域. 得 $h_f(x, y) = h_i(x \cdot y) + h_r(x \cdot y)$

[可见增强后的图像是由对应照度分量与反射分量两部分叠加而成的]

⑥再将上式两边进行指数运算. 得 $g(x, y) = e^{h_f(x, y)} = e^{h_i(x, y)} \cdot e^{h_r(x, y)}$

这里的 $H(u, v)$ 称为同态滤波函数.

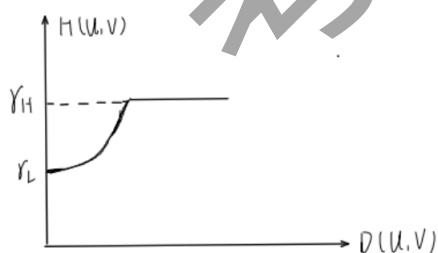
$$f(x, y) \Rightarrow \boxed{\ln} \Rightarrow \boxed{\text{DFT}} \Rightarrow \boxed{H(u, v)} \Rightarrow \boxed{(\text{DFT})^{-1}} \Rightarrow \boxed{\exp} \Rightarrow \boxed{g(x, y)}$$

使用同态滤波器可更好地控制照射分量和反射分量. 这种控制需要指定一个滤波器函数故 $H(u, v)$; 它可用不同的可控少法影响傅里叶变换的低频和低频分量. 下图显示了这种滤波器的剖面图. 如果 r_i 和 γ_H 选定, 而 $r_i < 1$ 且 $\gamma_H > 1$. 则该滤波器函数趋向于衰减低频 (照射) 的贡献, 而增强高频 (反射) 的贡献. 最终结果是同时进行动态范围的压缩和对比增强

$$H(u, v) = (Y_H - Y_L)1 - e^{-c[D^2(u, v)/D^2]} + Y_L$$

$$D(U, V) = [(U - \frac{P}{2})^2 + (V - \frac{Q}{2})^2]^{1/2}$$

常数 C 控制函数坡度的锐利度. 它在 γ_L 与 γ_H 间过渡.



图形对称同态滤波函数的径向剖面图, 垂直轴位于频率矩形的中心, $D(u, v)$ 是矩中心的距离.

二、(1) 最小值滤波:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 8 & 6 & 3 \\ 15 & 1 & 3 & 5 & 1 & 1 \\ 13 & 3 & 2 & 2 & 1 & 4 \\ 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 7 \\ 9 & 11 & 3 & 11 & 14 & 13 \end{bmatrix}$$

(2) 最小值滤波器由表达 $f(x, y) = \min_{(s, t) \in Sxy} \{g(s, t)\}$ 给出，是寻找中心点领域

最小值来代替中心点，适合去除盐粒噪声。

三、解：

$$\begin{aligned} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y) \\ &= 5f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\ &= 6f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\ &= f(x, y) + 5 \left[f(x, y) - \frac{1}{5} [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \right] \end{aligned}$$

视为均值运算模糊图像。

对比非锐化掩蔽： $g(x, y) = f(x, y) + k * g_{mask}(x, y)$

$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

上式实际就是一个权值 $k=5$ 的非锐化掩蔽。

四、(1) 图像平移变换其仿射矩阵为 $T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，又 $B_1(40, 30)$ $A_1(20, 30)$

将 B_1 平移到 A_1 所需的平移矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，即 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$ 将 B_1

平移到 A_1 ；

(2) 图像旋转变换时，仿射的仿射在变换矩阵为 $T = \begin{pmatrix} \cos Q & -\sin Q & 0 \\ \sin Q & \cos Q & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，根据作

图可知，若将 B_2' 旋转到 A_1 ， A_2 所决定的直线上，需要逆时针旋转 90° ，即正向

90° 其旋转矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

(3)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 50 \\ 1 & 0 & -10 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$$

故没有比例变换

(4) B 与 A 的配准矩阵为 $R \cdot T$ ，即

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

五、(1) 均值滤波由式 $f(x, y) = \frac{1}{NN} \sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t)$ 给出. 则滤波后的图像为

$$I' = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16 & 25 & 16 & 0 \\ 0 & 25 & 35 & 19 & 0 \\ 0 & 19 & 23 & 12 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(2) M 分离的两个一维模板是 $\frac{1}{3}(1, 1, 1)$ 和 $\frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ ，分离处理可以提高效率

六、解. 根据公式 $S_k = (2-1) \frac{k}{2} \Pr(r_j)$ 可得

$$S_0 = T \frac{k}{2} \Pr(r_j) = 0.98, S_1 = 2.52, S_2 = 4.27, S_3 = 5.46, S_4 = 6.16, S_5 = 6.58,$$

$$S_6 = 6.79, S_7 = 7.00$$

将它行近似为最接近的整数: $S_0 = 0.98 \rightarrow 1, S_1 = 2.52 \rightarrow 3, S_2 = 4.27 \rightarrow 4,$

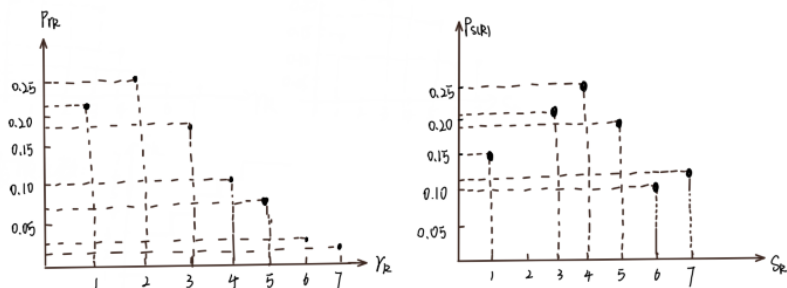
$$S_3 = 5.46 \rightarrow 5, S_4 = 6.16 \rightarrow 6, S_5 = 6.58 \rightarrow 7, S_6 = 6.79 \rightarrow 7, S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

\therefore 均衡于化后图像的灰度分布为

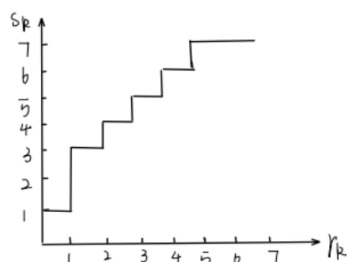
灰度级		1		3	4	5	6	7
各灰度级概率分布		0.14	0	0.22	0.25	0.17	0.10	0.12

均衡化前的直方图

均衡化后的直方图



变换函数:



七、解: (1) 腐蚀: 设原如图像为 A. 结构元为 B, 则 B 对 A 的腐蚀可以表示为 $A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$ 或 $A \ominus B = \{z | (B)_z \cap A^c = \Phi\}$

腐蚀是一种消除连通域的边界点, 使边界向内收缩的处理。

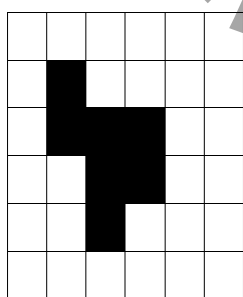
(2) B 对 A 的膨胀可表示为:

$$A \oplus B = \{z | [(B)_z \cap A] \subseteq A\} \text{ 或 } \{z | (B)_z \cap A^c \neq \Phi\}$$

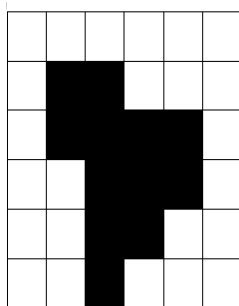
(B 为集合 B 的反射. $B = \{w | w = b, b \in B\}$)

膨胀是指将与目标区域的背景点合并到该目标物中, 使目标物边界向外部扩张的处理。

腐蚀后的图像



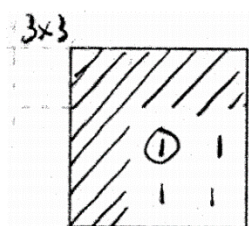
膨胀后的图像



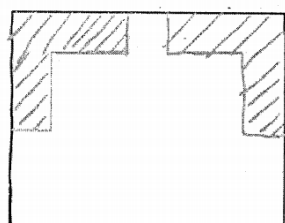
八、(1) 由于取值为 1 的白条密度为 7, 大于 9×9 滤波器的一半 4.5, 7×7 滤波器窗宽的一半 3.5, 同样大于 3×3 滤波器窗宽的一半 1.5 这样就使得用这 3 种邻域平均滤波时, 若滤波像素点的值为 1, 则滤波窗中 1 的个数必多于窗的参加平均的像素个数的一半, 平均四舍五入后的结果级为 1.

在拐角处的情况为:

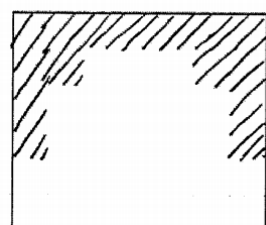
①: 在 3×3 滤波处理后, 其每一个白条四角处各有一个像素变为黑色, 其余不变, 如下图所示:



②: 在 7×7 滤波处理后, 白条的四角处各有五个像素变为黑色, 其余不变, 如下图所示:

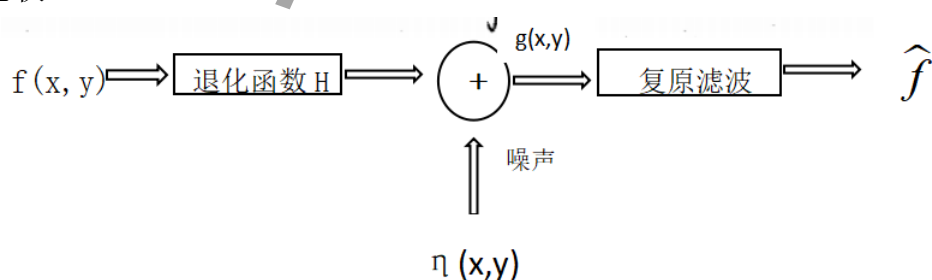


③: 在 9×9 滤波处理后, 白条较窄边的两个角共有 15 个像素变为黑色, 其余不变, 如下图所示:



九、解: (1) 图像退化过程的数学模型表达式为: $g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y)$
(其中 H 为退化函数, $g(x, y)$ 为退化后得到的图像、 $f(x, y)$ 为给定图像, $\eta(x, y)$ 为加性噪声项)

具体来说 $\begin{cases} \text{①空间域中的退化模型: } g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + \eta(x, y) \\ \text{②频率域中的退化模型: } G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v) \end{cases}$ (*表示卷积)。



(2) 造成图像退化的原因:

- ①成像系统的畸变, 像差, 带宽等有限等原因造成。
- ②运动模糊, 成像传感器与被拍摄景物之间的相对运动引起。
- ③灰度失真等 (光学系统或成像传感器本身特性不均匀、造成同样亮度的景物成像灰度不同)。

(3) 图像复原的基本原理: 找出使图像退化的因素和使图像质量降低的物理过程, 建立退化图像的退化模型, 并据此采相反的过程对图像进行处理, 从而尽可能恢复出原图像。

按图像的空间域和频率域处理方法可将图像恢复方法分为空间域恢复方法和频率域恢复方法。

反向滤波法由于 $g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y) \Rightarrow \eta(x, y) = g(x, y) - H[f(x, y)]$

寻找一个 f 的估计 \hat{f} , 使得 $\|\eta\|^2 = \|g - H\hat{f}\|^2$ 达到最小, 但该方法在恢复图像时会使图像变得糊。于是可选择采用维纳和约束最小平方滤波法; 令 Q 为 f 的线性算子, 有约束最小二乘就是要使得 $\|\hat{f}\|^2$ 最小。

十、解: 从大雾天下拍摄的汽车尾部车牌定位与号码提取过程如下:

①先通过拍摄系统获取汽车的彩色图片。

②将汽车的彩色图像转换为灰度图像, 然后再对灰度图像进行处理转化公式为 $I = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

③为了增强车辆图像和车牌图像的对比度, 使其明暗鲜明, 有利于牌照分割, 需要对其进行灰度拉伸, 假定原站图像 $f(x, y)$ 的灰度范围大部分在 $[a, b]$, 希望变换后的图像 $g(x, y)$ 的灰度范围扩展到 $[c, d]$, m 为原始图像中的最大灰度值, 可采用下式进行变换:

$$g(x, y) = \begin{cases} c & 0 \leq f(x, y) \leq a \\ \frac{d-c}{b-a} f(x, y) + c & a \leq f(x, y) \leq b \\ d & b \leq f(x, y) \leq m \end{cases}$$

④对图像进行梯度锐化, 这是一个微分过程, 可用 sobel 算子或拉普拉斯算子实现. 在汽车牌照识别系统中, 通过时图像做简单的相邻像素灰度值相减得到梯度图像。

⑤接着在图像二值化处理转换为只有两级灰度(黑白)的图像, 可以采用域值判定法(由于大雾天气较灰暗, 在做二值化处理时可采用最佳域值二值化方法对汽车区域自动确定域值, 即给定一个阈值, 当灰度图像中像素点的亮度值小于该值时, 把像素点设置成黑色, 反之设置, 求白色初值阈值。

$$T = f_{\max} - (f_{\max} - f_{\min}) / 3$$

⑥下一步对图像进行滤波, 去掉图像在传输或拍摄过程中的噪声, 实现图像的平滑。

⑦对边缘进行提取, 并对边缘细化, 但需保持连通关系, 找出所有封闭的边缘. 对封闭边缘进行多边形逼近, 在逼近后所有四边形中, 求出尺寸与牌照大小相同的四边形。

⑧利用 hough 变换截下符合要求的四边形。

⑨对牌照进行几何校正, 主要通过 sobel 的垂直变换与水平变换来校正。

⑩对牌照字符进行切分. 将牌照中的单个字符分割出来, 利用模板匹配法或神经网络方法对字符进行识别。

电子科技大学 2015 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

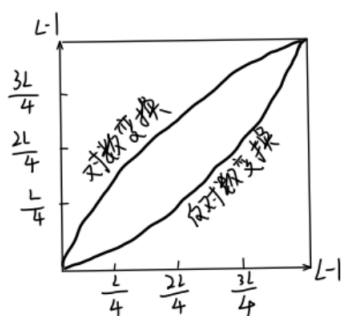
(1) 图像的亮度增大，即亮图像，它的直方图的分量倾向于灰度级的高端；图像的亮度减小，即暗图像，直方图的分量集中在灰度级的低（暗）端。当图像的对比度减小时，直方图变窄，且集中在灰度级的中部；对于单色图像这意味着暗淡，好像灰度冲淡了一样；当图像的对比度增大时，直方图的分量覆盖了很宽的灰度级范围，而且像素的分布没有太不均匀，只有少量垂线比其他高许多。

(2) 这里因为在离散情况下，由于灰度取值的离散性，不可能把取同一个灰度值的像素变换到不同的像素，也就是说，通过灰度直方图均衡化变换函数，获得的带有小数的不同获得值，四舍五入取整后会出现归并现象。所以，实际应用中，就不可能得到完全平坦的直方图，但结果图像的灰度直方图相比于原图像直方图要平坦得多。

(3) 对数变换：它的通用形式： $s = c \log(1+r)$ [C 为常数]

该变换将输入中范围较窄的低灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值，这种类型的变换是用来扩展图像中暗像素的值，同时压缩更高灰度级的值。（即压缩像素值变化较大的图像的动态范围）

反对数变换：它的作用与对数变换相反，该变换将输入中范围较窄的高灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值，可用这种类型的变换扩展图像中的亮像素的值，同时压缩低灰度级的值。



(4) 图像经过傅里叶变换后，景物的概貌部分集中在低频区域，景物的细节部

分集中在高频区段, 可以通过图像的低通滤波将图像中景物的概貌提取出来, 具体做法是, 将傅里叶变换得到频谱图的高频部分强制为 0 而将低频部分的信息保持不变, 就相当于使用一个只保持低频部分信息不变, 而高频信息被完全抑制的低通滤波器作用在原始图像上, 将经过这样处理后的频谱进行傅里叶逆变换, 就可以得到图像的概貌部分。

(5) 伪彩色增强是将一幅具有不同灰度级的图像通过一定的映射转变为彩色图像, 来达到增强人对图像的分辨能力。

A: 密度分层法, 它是将在灰度图像中任意一点的灰度值看作该点的密度函数; 原理: 此方法用平行于坐标平面的平面序列 L_1, L_2, \dots, L_N , 把密度函数分割为 N 个互相分隔的灰度区间, 并给每一区域分配一种颜色、这样就将一幅灰度图像映射为彩色图像了。

优点: 密度分层法简单易行、直观, 仅用硬件就可以实现。

缺点: 所得的伪彩色图像彩色生硬, 彩色数目有限, 且量化噪声大 (即分割误差) (密度分层级数越大, 图像分辨率越高, 量化噪声越小)。

B: 灰度级—彩色变换法: 它是对图像中每个像素点的灰度值采用不同的变换函数进行 3 个独立的变换, 并将结果映射为彩色图像的 R、G、B 分量值, 由比就可以得到一幅 RGB 空间上的彩色图像。

优点: 灰度级—彩色变换法所得图像是多种颜色渐变的连续彩色图像更加具有层次感, 变换后的视觉效果更好。

缺点: 这种方法虽然能将黑白灰转化为彩色, 但这种彩色并不是真正表现图像的原始颜色, 而仅仅是一种便于识别的伪彩色。

C: 频率滤波法: 首先对原灰度图像进行傅里叶变换, 然后用 3 种不同的滤波器分别对得到的频率 (增) 图像进行独立的滤波处理, 处理完成后再用傅里叶逆变换将得到三种不同频率的图像 (映射为单色图像, 经过一定的后处理, 最后把这三幅灰度图像分别映射为彩色图像的 R、G、B 分量, 这样就得到一幅 RGB 空间上的彩色图像)。

(6) 人的视觉绝对不能同时在整个亮度适应范围工作, 它是利用改变其亮度适应级来完成亮度适应的, 即所谓的亮度适应范围, 同整个亮度适应范围相比, 能同时鉴别的光强度级的总范围很小, 因此, 白天进入黑暗剧场时, 人的视觉系统需要改变亮度适应级, 故需要适应一段时间, 亮度适应级才能被改变。

(7) 常用的彩色模型可分成两类:

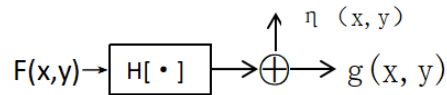
①面向诸如彩色监视器, 彩色视频摄像机和彩色打印机的硬件设备, 面向硬件设备的彩色模型主要有 RGB 模型、CMY (青、品红、黄) 模型和 CMYK (青、品红、黄、黑) 模型, RGB 模型主要用于彩色监视器和彩色视频摄像机; CMYk 主要用于彩色打印机。

②面向诸如彩色动画, 图形创作等的彩色处理应用, 面向彩色处理应用的模型, 主要是 HSI 模型 (即色调、亮度和饱和度)。

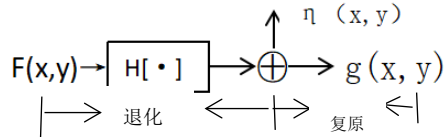
(8) 请给出图像退化过程的数学模型的表达式, 并说明图像复原的基本原理。

答: 图像退化处理的关键是建立退化模型, 原图像 $f(x, y)$ 是通过一个系统 H 及加入一个加性噪声 $\eta(x, y)$ 而退化成一幅图像 $g(x, y)$ 的, 其数学表达式可写

为 $g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y)$, 模型如下:



图像复原技术的主要目的是从预先确定的目标来改善图像，利用退化现象的先验知识来复原被退化的图像，该技术是面向退化模型的并且采用相反的过程进行处理，以便恢复出原图像。



(9) 步骤:

- ①选择或确定一组能正确代表所需区域的种子像素点作为起点
- ②按照生长过程中能将相邻像素包括进来的准则进行生长
- ③根据生长过程停止的条件或规则判断生长的结束

二、解: a 图. 像素主要分布低灰度区域, 且十分集中, 图像整体偏暗, 且细节不易分辨, 对比度低。

b 图: 像素主要分布在中高灰度区域, 图像偏亮, 对比度偏低。

c 图: 像素过于集中分布在某一灰度范围, 图像细节难以辨别, 对比度低。

d 图: 像素充分分布在整个灰度范围内且分布均匀, 图像效果好, 对比度较好。

三、设原灰度值为 x , 分段线性变换后约为 y :

$$\textcircled{1} \text{ 把 } (0, 20) \text{ 拉伸到 } (0, 30) \text{ 时, 设 } y_1 = ax_1 + b, \text{ 则 } \begin{cases} 0 = a \cdot 0 + b \\ 30 = a \cdot 20 + b \end{cases} \Rightarrow y_1 = \frac{3}{2}x_1$$

$$\textcircled{2} \text{ 把 } (20, 30) \text{ 拉伸到 } (30, 50) \text{ 时, 设 } y_2 = ax_2 + b, \text{ 则}$$

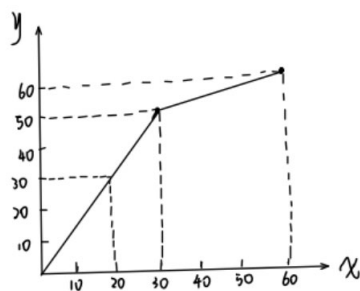
$$\begin{cases} 30 = 20a + b \\ 50 = 30a + b \end{cases} \Rightarrow y_2 = 2x_2 - 10$$

$$\textcircled{3} \text{ 把 } (30, 60) \text{ 压缩到 } (50, 60) \text{ 时, 设 } y_3 = ax_3 + b, \text{ 则}$$

$$\begin{cases} 50 = 30a + b \\ 60 = 60a + b \end{cases} \Rightarrow y_3 = \frac{1}{3}x_3 + 40$$

$$\text{故灰度线性变换方程为 } y = \begin{cases} \frac{3}{2}x & 0 \leq x < 20 \\ 2x - 10 & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{1}{3}x + 40 & 30 < x \leq 60 \end{cases}$$

相应的灰度线性变换图



四、解：①利用最小值滤波器

结果：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 8 & 7 & 4 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 4 & 5 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

优点：能很好地去掉盐粒噪声

缺点：可能会导致图像整体偏暗.

②利用中值滤波

结果：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 8 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 7 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 5 & 5 & 6 \\ 3 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

优点：能有效去除椒盐噪声.

五、解：①均值

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & \frac{21}{9} & \frac{21}{9} & \frac{17}{9} & 2 \\ 2 & \frac{20}{9} & \frac{22}{9} & \frac{16}{9} & 3 \\ 0 & \frac{14}{9} & \frac{14}{9} & \frac{15}{9} & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

②最小值：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

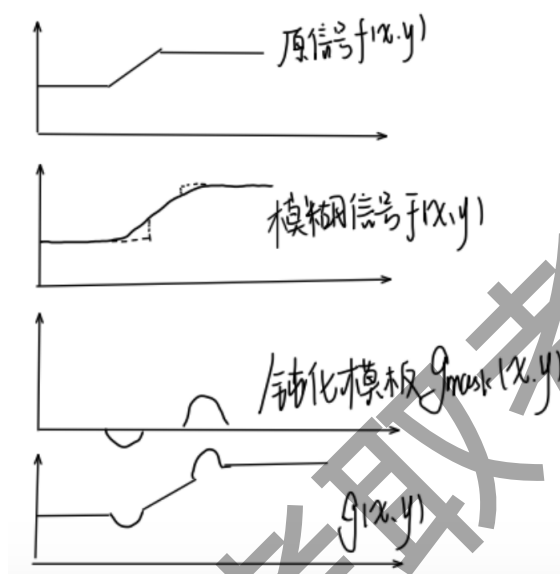
③中值：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

六、解：1、模糊原图： $f(x, y) \rightarrow \bar{f}(x, y)$

2、原图减去模糊图得到模板 $g_{mask}(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$

3、将模板加权再加上原图 $g(x, y) = f(x, y) + k^* g_{mask}(x, y)$



七、解：（1）腐蚀：设原如图像为 A ，结构元为 B ，则 B 对 A 的腐蚀可以表示为 $A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$ 或 $A \ominus B = \{z | (B)_z \cap A^c = \Phi\}$

腐蚀是一种消除连通域的边界点，使边界向内收缩的处理

（2） B 对 A 的膨胀可表示为

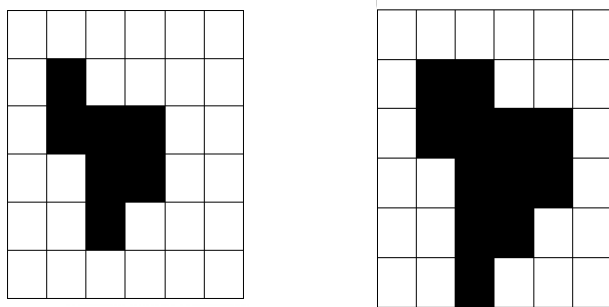
$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\} \text{ 或 } \{z | (\hat{B})_z \cap A^c = \Phi\}$$

（ \hat{B} 为集合 B 的反射， $\hat{B} = \{w | w = b, b \in B\}$ ）

膨胀是指将与目标区域的背景点合并到该目标物中，使目标物边界向外部扩张的处理。

腐蚀后的图像

膨胀后的图像



八、利用边缘改进全局阈值处理具体步骤：

a. 给定原始图 $f(x, y)$ 用任一边缘检测算法来检测边缘，如梯度或拉氏算子获取一幅边缘图。

b. 指定一个阈值 T

c. 用 b 中的阈值 T_0 对 a 中的边缘图二值化，得到二值化边缘图 $g_7(x, y)$

d. 用 $f(x, y)$ 乘 $g_T(x, y)$ 得到边缘像素图 $g(x, y)$ ，计算 $g(x, y)$ 的直方图。

e. 用 d 中的直方图获得一个最佳阈值下，用 T 对 $f(x, y)$ 进行分割。

九、解：①选择一个初始估计阈值 T_0 ，可以取整个灰度范围的中值。

②用 T_0 分割图像成两部分 $g_1(x, y)$ ， $g_2(x, y)$

③计算 $g_1(x, y)$ 和 $g_2(x, y)$ 的均值灰度为 m_1 ， m_2 。

④计算一个新阈值下 $T_1 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$

⑤重复与骤②到④直到 m_2 与 T_{k-1} 的差值 ΔT 小于一个预先设置的阈值为止

十、解：从大雾天下拍摄的汽车尾部车牌定位与号码提取过程如下：

①先通过拍摄系统获取汽车的彩色图片。

②将汽车的彩色图像转换为灰度图像，然后再对灰度图像进行处理转化公式为 $I = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

③为了增强车辆图像和车牌图像的对比度，使其明暗鲜明，有利于牌照分割，需要对其进行灰度拉伸，假定原站图像 $f(x, y)$ 的灰度范围大部分在 $[a, b]$ ，希望变换后的图像 $g(x, y)$ 的灰度范围扩展到 $[c, d]$ ， m 为原始图像中的最大灰度值，可采用下式进行变换：

$$g(x, y) = \begin{cases} c & 0 \leq f(x, y) \leq a \\ \frac{d-c}{b-a} f(x, y) + c & a \leq f(x, y) \leq b \\ d & b \leq f(x, y) \leq m \end{cases}$$

④对图像进行梯度锐化，这是一个微分过程，可用 sobel 算子或拉普拉斯算子实现。在汽车牌照识别系统中，通过时图像做简单的相邻像素灰度值相减得到梯度图像

⑤接着在图像二值化处理转换为只有两级灰度（黑白）的图像，可以采用

域值判定法（由于大雾天气较灰暗，在做二值化处理时可采用最佳域值二值化方法对汽车区域自动确定域值，即给定一个阈值，当灰度图像中像素点的亮度值小于该值时，把像素点设置成黑色. 反之设置成白色. 初值阈值.

$$T = f_{\max} - (f_{\max} - f_{\min}) / 3$$

⑥下一步对图像进行滤波，去掉图像在传输或拍摄过程中的噪声，实现图像的平滑

⑦对边缘进行提取，并对边缘细化，但需保持连通关系，找出所有封闭的边缘. 对封闭边缘进行多边形逼近，在逼近后所有四边形中，求出尺寸与牌照大小相同的四边形

⑧利用 hough 变换截下符合要求的四边形

⑨对牌照进行几何校正，主要通过 sobel 的垂直变换与水平变换来校正.

⑩对牌照字符进行切分. 将牌照中的单个字符分割出来，利用模板匹配法或神经网络方法对字符进行识别

电子科技大学 2016 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 梯度算子

-1		
	-1	1
1		

$$g_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$g_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$

拉普拉斯算子为：

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

区别：梯度算子是利用阶跃边缘灰度变化的一阶导数特性，认为极大值点对应于边缘点，而 Laplacian 算子检测边缘是利用阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性，认为边缘点是零交叉点。

相同点：都能用于检测边缘，且都对噪声敏感

(2) 把直线上点的坐标变换到过点的直线的余数域、通过利用共线和直线相交的关系，使直线的提取问题转化为计数问题。

原理：霍夫变换的基本思想是点一线的对偶性，图变换前在图像空间，图像变换后在参数空间，在图像中直线上的每一个点都映射到参数空间中的相同参数。所以只要找到这个参数就可以找到图像空间中的直线，Hough 变换就是根据这个原理检测的。

(3) 图像的亮度增大，即亮图像，它的直方图的分量倾向于灰度级的高端；图像的亮度减小，即暗图像，直方图的分量集中在灰度级的低（暗）端当图像的对比度减小时，直方图变窄，且集中在灰度级的中部；对于单色图像这意味着暗淡，好像灰度冲淡了一样；当图像的对比度增大时、直方图的分量覆盖了很宽的灰度级范围，而且像素的分布没有太不均匀，只有少量垂线比其他高许多。

(4) 椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点、使用中值滤波时，被污染的点一般不处于中值的位置，即选择了适当的点来替代污染的值，所以处理效果好。而且椒盐噪声的均值不为 0。所以用均值滤波处理效果不好。

(5) 假彩色增强和伪彩色增强的差异在于处理对象的不同。

伪彩色增强是把一幅黑白域不同灰度映射为一幅彩色图像；而假彩色增强则是对一幅彩色图像进行不同的彩色处理得到原图像不同的彩色图像。

相同点都是利用人眼对彩色的分辨能力要大于对灰度的分辨能力，将目标用人眼敏感的颜色表示。

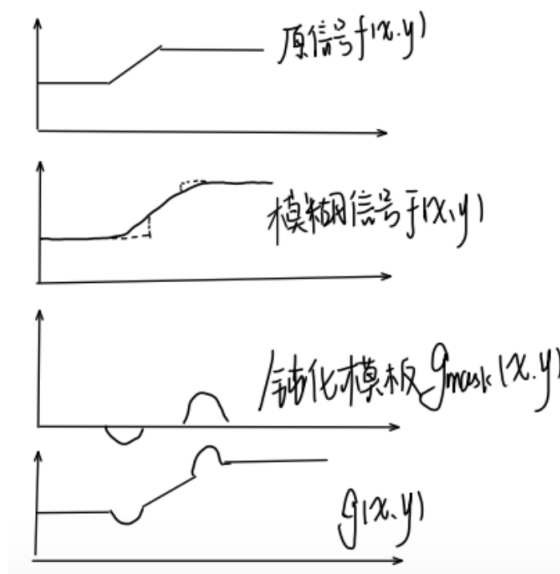
(6) 非锐化掩蔽的处理过程如下：

① 模糊原图像（ $\bar{f}(x, y)$ 为模糊图像）

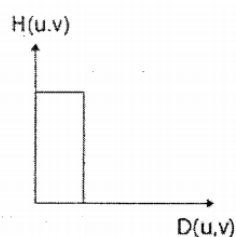
② 从原图像中减去模糊图像（产生的差值称为模板）

$$(g_{\text{mask}} = f(x, y) - \bar{f}(x, y))$$

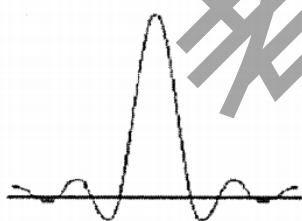
③ 将模板加到原图像上



(7) 理想低通滤波器（频域）的传递函数为 $H(u,v) = \begin{cases} 1 & D(u,v) \leq D_0 \\ 0 & D(u,v) \geq D_0 \end{cases}$ 滤波器半径交叉部分（侧面图）



对应空间域（进行傅里叶反变换，为 sinc 函数）：



用理想低通滤波器滤波时，频域 $G(u,v) = F(u,v)H(u,v)$ ，傅里叶反变换到时域有： $g(x,y) = f(x,y) * h(x,y)$ ，频域相乘相当于时域的卷积。因此，图像经过理想低通滤波器后，时域上相当于原始图像与 sinc 函数卷积。由于 sinc 函数振荡，则卷积后图像也会振荡；或者说由于 sinc 函数有两个负边带，卷积后图像信号两侧出现“过冲现象”而且能量不集中，即产生振铃效应；若截止频率越低，即 D_0 越小，则 sinc 函数主瓣越大、表现为中心环越宽，相应周围环（旁瓣）越大，而中心环主要决定模糊，旁瓣主要决定振铃效应，因此当介质频率较低时会产生很强的振铃效应，选择适当的截止频率，会减小振铃效应。

(8) 对图像中的噪声进行滤除是图像预处理中不可缺少的操作。将开启和闭合运算结合起来可构成形态学噪声滤除器，除噪声就是进行形态学平滑。实际中常用

开启运算消除与结构元素相比尺寸较小的亮细节，而保持图像整体灰度值和大的亮区域基本不变；用闭合运算消除与结构元素相比尺寸较小的暗细节，而保持图像整体灰度值和大的暗区域基本不变。将这两种操作综合起来可达到去除亮区和暗区中多类噪声的故果，同样的结构元素选取也是个重要问题。

(9) 基本流程：①一幅图像 $f(x, y)$ 可以表示为其反射分量 $r(x, y)$ 和照射分量 $i(x, y)$ 的乘积

$$\text{即 } f(x \cdot y) = i(x \cdot y) \cdot r(x \cdot y)$$

$$\text{②对等式两边同时取对数得 } \ln(x \cdot y) = \ln i(x \cdot y) + \ln r(x \cdot y)$$

$$\text{③对其作傅里叶变换为: } F(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$$

④用一个滤波器 $H(u, v)$ 对 $f(u, v)$ 进行滤波为

$$H(u, v) \cdot F(u, v) = H(u, v)I(u, v) + H(u, v)R(u, v)$$

$$\text{⑤上式两边同时进行傅里叶反变换到空间域. 得 } h_f(x, y) = hi(x \cdot y) + h_r(x \cdot y)$$

[可见增强后的图像是由对应照度分量与反射分量两部分叠加而成的]

$$\text{⑥再将上式两边进行指数运算. 得 } g(x, y) = e^{h+(x \cdot y)} = e^{hi(x \cdot y)} \cdot e^{h_r(x \cdot y)}$$

这里的 $H(u, v)$ 称为同态滤波函数

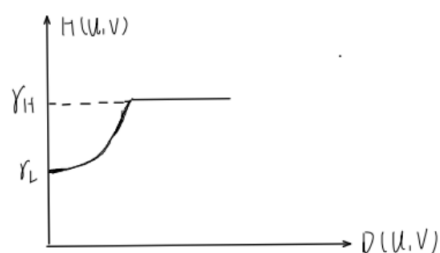
$$f(x, y) \Rightarrow \boxed{\ln} \Rightarrow \boxed{\text{DFT}} \Rightarrow \boxed{H(u, v)} \Rightarrow \boxed{(\text{DFT})^{-1}} \Rightarrow \boxed{\exp} \Rightarrow \boxed{g(x, y)}$$

使用同态滤波器可更好地控制照射分量和反射分量. 这种控制需要指定一个滤波器函数故 $H(u, v)$ ；它可用不同的可控少法影响傅里叶变换的低频和高分量. 下图显示了这种滤波器的剖面图. 如果 r_i 和 γ_H 选定，而 $r_i < 1$ 且 $\gamma_H > 1$. 则该滤波器函数趋向于衰减低频（照射）的贡献，而增强高频（反射）的贡献. 最终结果是同时进行动态范围的压缩和对比增强

$$H(u, v) = (Y_H - Y_L)1 - e^{-c[D^2(u, v)/D^2]} + Y_L$$

$$D(U, V) = [(U - \frac{P}{2})^2 + (V - \frac{Q}{2})^2]^{1/2}$$

常数 C 控制函数坡度的锐利度. 它在 γ_L 与 γ_H 间过渡.



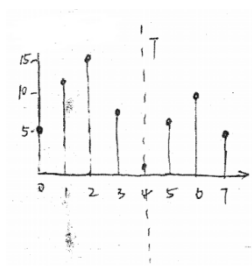
图形对称同态滤波器函数的径向剖面图，垂直轴位于频率矩形的中心， $D(u,$

v) 是矩中心的距离。

二、解：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & -3 & -13 & -20 & 2 \\ 3 & -6 & -13 & -13 & 6 \\ 1 & 1 & 12 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 2 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

三、解：画出直方图



由直方图可看出阈值取 4 最合适

$$\text{令 } g(x, y) = \begin{cases} 0, & f(x, y) \leq 4 \\ 1, & f(x, y) > 4 \end{cases}$$

得到二值图像

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

四、解：（1）腐蚀：设原如图像为 A. 结构元为 B, 则 B 对 A 的腐蚀可以表示为

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \text{ 或 } A \ominus B = \{z | (B)_z \cap A^c = \Phi\}$$

腐蚀是一种消除连通域的边界点, 使边界向内收缩的处理

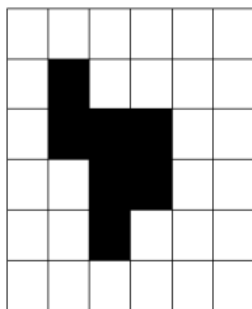
（2）B 对 A 的膨胀可表示为

$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\} \text{ 或 } \{z | (\hat{B})_z \cap A^c \neq \Phi\}$$

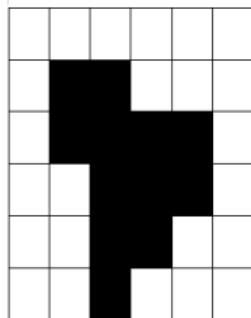
(\hat{B} 为集合 B 的反射. $\hat{B} = \{w | w = b, b \in B\}$)

膨胀是指将与目标区域的背景点合并到该目标物中, 使目标物边界向外部扩张的处理.

腐蚀后的图像



膨胀后的图像



五、解：由图像灰度分布表可知

$$S_k = T(r_k) = (1-1) \frac{k}{Z} P_r(r_j)$$

$$S_0 = T(r_0) = 1.33 \quad S_1 = 3.08 \quad S_2 = 4.55 \quad S_3 = 5.67 \quad S_4 = 6.23$$

$$S_5 = 6.65 \quad S_6 = 6.86 \quad S_7 = 7.00$$

将其近似为最接近的整数 $S_0 = 1.33 \rightarrow 1$ $S_1 = 3.08 \rightarrow 3$

$$S_2 = 4.55 \rightarrow 5 \quad S_3 = 5.67 \rightarrow 6$$

$$S_4 = 6.23 \rightarrow 6 \quad S_5 = 6.65 \rightarrow 7$$

$$S_6 = 6.68 \rightarrow 7 \quad S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

这几个整数代表新的灰度级 S'

$$\therefore P_{s'}(s'_0) = 0; \quad P_{s'}(s'_1) = \Pr(r_0) = 0.19; \quad P_{s'}(s'_2) = 0; \quad P_{s'}(s'_3) = \Pr(r_1) = 0.25$$

$$P_{s'}(s'_4) = 0; \quad P_{s'}(s'_5) = P_r(r_2) = 0.21; \quad P_{s'}(s'_6) = P_r(r_3) + P_r(r_4) = 0.24$$

$$P_{s'}(s'_7) = P_r(r_5) + P_r(r_6) + P_r(r_7) = 0.11$$

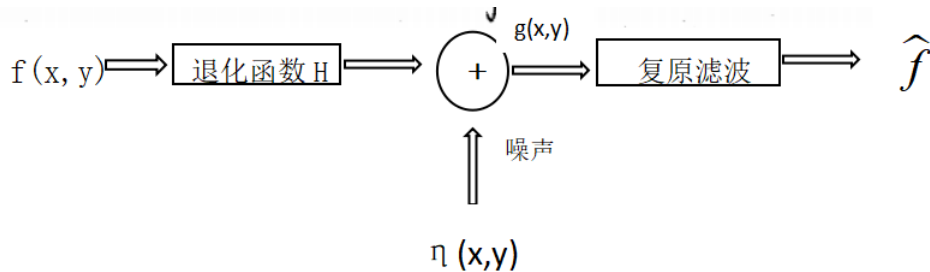
六、解：

	0	1	2	3
0	4	1	1	2
1	1	0	1	2
2	1	1	2	2
3	2	2	2	0

七、解：（1）图像退化过程的数学模型表达式为： $g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y)$

(其中 H 为退化函数. $g(x, y)$ 为退化后得到的图像、 $f(x, y)$ 为给定图像, $\eta(x, y)$ 为加性噪声项)

具体来说 { ①空间域中的退化模型: $g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + \eta(x, y)$ (*表示卷积) .
②频率域中的退化模型: $G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$



八、解: 可使用移动平均阈值处理. 它是从一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的, 为减少光照偏差, 扫描是以 z 字形模式逐行执行的. 令 z 表示步骤 $k+1$ 中扫描序列中遇到的点的灰度. 这个新点处的移动平均 (平均灰度) 由下列给出

$$m(k+1) = \frac{1}{\eta} \frac{k+1}{z} z_i = m(k) + \frac{1}{\eta} (z_{k+1} - z_{k-\eta}) \quad \text{---②, 其中 } \eta \text{ 表示用于计算平均的点数,}$$

且 $m(1) = z / \eta$, 然作用 $g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$ 实现分割, $T_{xy} = b m_{xy}$ (b 为常

数, m_{xy} 是在输入图像中的点 (x, y) 处使用②式得到

该图像被正弦灰度变化污染了, 可使 η 等于平均笔画, 宽度的 5 倍, 平均宽度为 4 个像素, 我们可令 $\eta=20$. 并使用 $b=5$.

当感兴趣的物体与图像尺寸相比较小 (或较细) 时, 基于移动平均的阈值处理会工作得很好.

九、解: 设滤波器作用于局部区域 S_{xy} , 在该区域任意一点的响应基于以下四个量.

① $g(x, y)$, 带噪图像在 (x, y) 的值.

② δ_η^2 , 整体噪声方差

③ m_L , S_{xy} 中像素灰度均值.

④ δ_L^2 , S_{xy} 区域的局部方差.

滤波器工作如下.

a. 若 δ_η^2 为 0, 则结果返回 $g(x, y)$ 的值.

b. 若 δ_L^2 远高于 δ_η^2 , 则滤波结果返回 $g(x, y)$ 的近似值. (高方差与边缘相当、

应当保留)

c. 若两个方差相接近, 则滤波结果返回 S_{xy} 的算述均值.

$$\text{表达式 } f(x, y) = g(x, y) = \frac{\delta_\eta^2}{\delta_L^2} [g(x, y) - m_L]$$

唯一需要知道的就是整体噪声方差 δ_η^2 . 其余参数可以 S_{xy} 中计算.

十、解, 以下是简要思路, 时间足够时写出具体的操作细节.

①将图像灰度化, 便于后续处理

②对较暗区域进行对数变化, 较亮区域进行反对数变化. (解决局部过暗或过亮问题)

③将图像进行伪彩色处理. (处理单色光照失真问题)

十一、解: 对于图像的颜色失真, 考虑采用彩色图像平滑方式改善图像质量, 它的原则是在彩色图像邻域中对分量向量做均值处理.

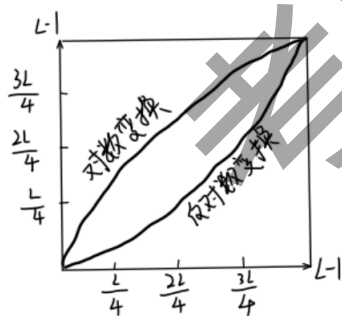
a. 首先从 RGB 彩色图像中抽取 RGB 三个分量图像

b. 分别用空间平均模板独立地平滑 RGB 图像的每一个分量图像

c. 最后重建滤波过的 RGB 图像

②对于图像存在局部过亮区域和过暗区域, 可以采用图像灰度变换中的对数变换及反对数变换, 对于局部过暗区域, 采用 $S = c \log(1 + r)$ 的对变数换.

将输入范围较窄的低灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值对于局部过亮区域, 采用反对数变换, 将输入中范围较窄的高灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值.



电子科技大学 2017 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 伪彩色增强是对一幅灰度图像经过三种变换得到三幅图像, 进行彩色合成得到一幅彩色图像; 假彩色增强则是对一幅彩色图像进行处理得到与原图像不同

的彩色图像;主要差异在于处理对象不同。相同点是利用人眼对彩色的分辨能力高于灰度分辨能力的特点,将目标用人眼敏感的颜色表示。

(2) 虽然表示图像需要大量的数据,但图像数据是高度相关的,或者说存在冗余信息,去掉这些冗余信息后可以有效压缩图像,同时又不会损害图像的有效信息。数字图像的冗余主要表现为以下几种形式:空间冗余、时间冗余、视觉冗余、信息熵冗余、结构冗余和知识冗余。

(3) 中值滤波是指将当前像元的窗口(或领域)中所有像元灰度由小到大进行排序,中间值作为当边缘前像元的输出值。特点:它是一种非线性的图像平滑法,它对脉冲干扰级椒盐噪声的抑制效果好,在抑制随机噪声的同时能有效保护边缘少受模糊。

(4) 将原图像的直方图通过变换函数修正为均匀的直方图,然后按均衡直方图修正原图像。图象均衡当白化处理后,图象的直方图是平直的,即各灰度级具有相同的出现频数,那么由于灰度级具有均匀的概率声,图像看起来就更加清晰。

(5) 把直线上点的坐标变换到过点的直线的余数域、通过利用共线和直线相交的关系,使直线的提取问题转化为计数问题。

原理:霍夫变换的基本思想是点一线的对偶性,图变换前在图像空间,图像变换后在参数空间,在图像中直线上的每一个点都映射到参数空间中的相同参数.所以只要找到这个参数就可以找到图像空间中的直线,Hough 变换就是根据这个原理检测的。

(6) 人的视觉绝对不能同时在整个亮度适应范围工作,它是利用改变其亮度适应级来完成亮度适应的。即所谓的亮度适应范围。同整个亮度适应范围相比,能同时鉴别的光强度级的总范围很小。因此,白天进入黑暗剧场时,人的视觉系统需要改变亮度适应级,因此,需要适应一段时间,亮度适应级才能被改变。

(7) 梯度算子

-1		
1	-1	1

$$g_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$g_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$

拉普拉斯算子为:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

区别: 梯度算子是利用阶跃边缘灰度变化的一阶导数特性,认为极大值点对应于

边缘点，而 Laplacian 算子检测边缘是利用阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性，认为边缘点是零交叉点。

相同点：都能用于检测边缘，且都对噪声敏感

(8) 可使用移动平均阈值处理。它是从一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的，为减少光照偏差，扫描是以 z 字形模式逐行执行的。令 z 表示步骤 $k+1$ 中扫描序列中遇到的点的灰度。这个新点处的移动平均（平均灰度）由下列给出

$$m(k+1) = \frac{1}{\eta} \sum_{i=k+2-\eta}^{k+1} z_i = m(k) + \frac{1}{\eta} (z_{k+1} - z_{k-\eta}) \quad \text{---②, 其中 } \eta \text{ 表示用于计算平均的点数,}$$

且 $m(1) = z / \eta$ ，然作用 $g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$ 实现分割， $T_{xy} = b m_{xy}$ (b 为常

数， m_{xy} 是在输入图像中的点 (x, y) 处使用②式得到，该图像被正弦灰度变化

污染了，可使 η 等于平均笔画，宽度的 5 倍，平均宽度为 4 个像素，我们可令 $\eta=20$ 。

并使用 $b=5$ 。当感兴趣的物体与图像尺寸相比较小（或较细）时，基于移动平均的阈值处理会工作得很好。

(9) 其中包括两个原因，第一，在 HSI 模型中亮度分量与色度分量是分开的；第二，色调与饱和度的概念与人的感知联系密切。

(10) 原理：在图像中，对待处理的像素给定一个模板，该模板包括了周围的邻近像素，取模板中排在中间位置上的像素的灰度值替代处理像素的值，就可以达到滤除噪声的目的。中值滤波器对椒盐噪声的滤波效果较好，椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点、使用中值滤波时，被污染的点一般不处于中值的位置，那选择适当的点来替代污染点的值，所以处理效果好。中值滤波器对高斯噪声的处理效果不好，高斯噪声是幅值近似正态分布，但分布在每点像素上，找不到干净的点来替代被污染的点，故处理效果不好。

二、解：①利用最小值滤波器

结果：

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 8 & 7 & 4 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 4 & 5 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

优点：能很好地去掉盐粒噪声

缺点：可能会导致图像整体偏暗。

②利用中值滤波

结果:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 8 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 7 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 5 & 5 & 6 \\ 3 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

优点：能有效去除椒盐噪声.

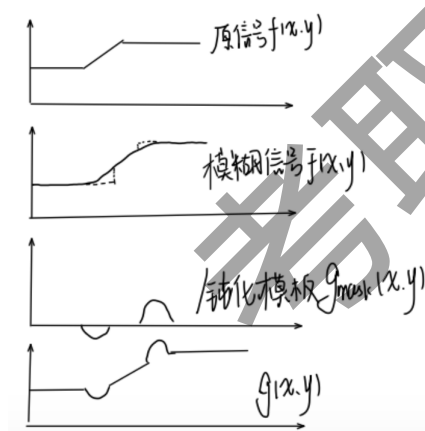
三、解:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & -3 & -13 & -20 & 2 \\ 3 & -6 & -13 & -13 & 6 \\ 1 & 1 & 12 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 2 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

四、解：1、模糊原图： $f(x,y) \rightarrow \bar{f}(x,y)$

2、原图减去模糊图得到模板 $g_{mask}(x,y) = f(x,y) - \bar{f}(x,y)$

3、将模板加权再加上原图 $g(x,y) = f(x,y) + k^* g_{mask}(x,y)$



五、利用边缘改进全局阈值处理具体步骤:

- 给定原始图 $f(x,y)$ 用任一边缘检测算法来检测边缘，如梯度或拉氏算子获取一幅边缘图。
- 指定一个阈值 T
- 用 b 中的阈值 T_0 对 a 中的边缘图二值化，得到二值化边缘图 $g_T(x,y)$
- 用 $f(x,y)$ 乘 $g_T(x,y)$ 得到边缘像素图 $g(x,y)$ ，计算 $g(x,y)$ 的直方图。
- 用 d 中的直方图获得一个最佳阈值下，用 T 对 $f(x,y)$ 进行分割。

六、解:

	0	1	2	3
0	4	1	1	2
1	1	0	1	2
2	1	1	2	2
3	2	2	2	0

七、解：

$$\begin{aligned}
 f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y) \\
 &= 5f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= 6f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= f(x, y) + 5 \left[f(x, y) - \frac{1}{5} [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \right]
 \end{aligned}$$

视为均值运算模糊图像.

对比非锐化掩蔽: $g(x, y) = f(x, y) + k * g_{mask}(x, y)$

$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

上式实际就是一个权值 $k=5$ 的非锐化掩蔽

八、解. 根据公式 $S_k = (2-1) \frac{k}{2} \Pr(r_j)$ 可得

$$S_0 = T \frac{k}{2} \Pr(r_j) = 0.98, S_1 = 2.52, S_2 = 4.27, S_3 = 5.46, S_4 = 6.16, S_5 = 6.58,$$

$$S_6 = 6.79, S_7 = 7.00$$

将它行近似为最接近的整数: $S_0 = 0.98 \rightarrow 1, S_1 = 2.52 \rightarrow 3, S_2 = 4.27 \rightarrow 4,$

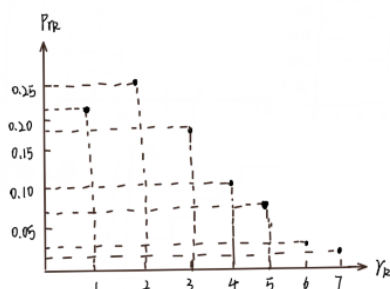
$$S_3 = 5.46 \rightarrow 5, S_4 = 6.16 \rightarrow 6, S_5 = 6.58 \rightarrow 7, S_6 = 6.79 \rightarrow 7, S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

\therefore 均衡于化后图像的灰度分布为

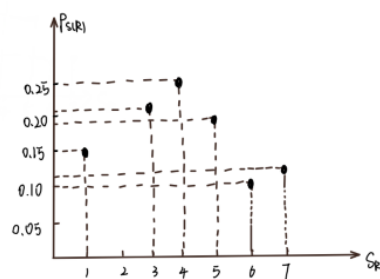
灰度级		1		3	4	5	6	7
-----	--	---	--	---	---	---	---	---

各灰度级概率分布		0.14	0	0.22	0.25	0.17	0.10	0.12
----------	--	------	---	------	------	------	------	------

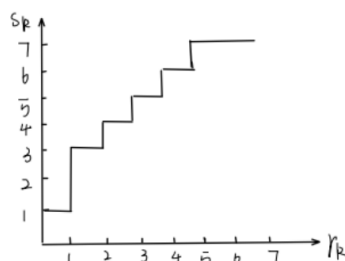
均衡化前的直方图



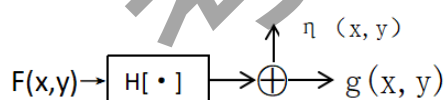
均衡化后的直方图



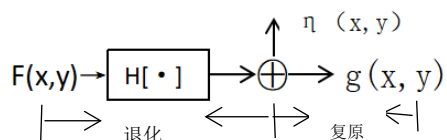
变换函数:



九、图像退化处理的关键是建立退化模型，原图像 $f(x, y)$ 是通过一个系统 H 及加入一个加性噪声 $\eta(x, y)$ 而退化成一幅图像 $g(x, y)$ 的。其数学表达式可写为 $g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y)$ ，模型如下：



图像复原技术的主要目的是从预先确定的目标来改善图像，利用退化现象的先验知识来复原被退化的图像，该技术是面向退化模型的并且采用相反的过程进行处理，以便恢复出原图像。



十、主要分为以下几个步骤：

- 1) 对于小猪图像进行灰度化
- 2) 对该图像进行灰度拉伸，提升图像对比度
- 3) 根据阈值法判定图像的二值化，进行二值化处理

- 4) 采用拉普拉斯算子或其他锐化方式进行锐化处理
- 5) 采用滤波方式去除图像中的椒盐噪声和高斯噪声
- 6) 利用梯度算子进行小猪形状定位
- 7) 利用 Hough 变化进行图片的裁剪

考取考取

电子科技大学 2018 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点、使用中值滤波时，被污染的点一般不处于中值的位置，即选择了适当的

点来替代污染的值, 所以处理效果好. 而且椒盐噪声的均值不为 0. 所以用均值滤波处理效果不好。

(2) 可使用移动平均阈值处理. 它是从一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的, 为减少光照偏差, 扫描是以 z 字形模式逐行执行的. 令 z 表示步骤 k+1 中扫描序列中遇到的点的灰度. 这个新点处的移动平均 (平均灰度) 由下列给出

$$m(k+1) = \frac{1}{\eta} \sum_{i=k+2-\eta}^{k+1} z_i = m(k) + \frac{1}{\eta} (z_{k+1} - z_{k-\eta}) \quad \text{--- ②, 其中 } \eta \text{ 表示用于计算平均的点数,}$$

且 $m(1) = z / \eta$, 然作用 $g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$ 实现分割, $T_{xy} = b m_{xy}$ (b 为常

数, m_{xy} 是在输入图像中的点 (x, y) 处使用②式得到

该图像被正弦灰度变化污染了, 可使 η 等于平均笔画, 宽度的 5 倍, 平均宽度为 4 个像素, 我们可令 $\eta=20$. 并使用 $b=5$.

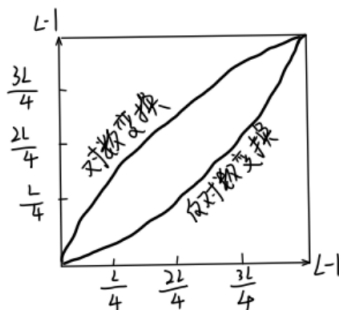
当感兴趣的物体与图像尺寸相比较小 (或较细) 时, 基于移动平均的阈值处理会工作得很好。

(3) 答: 如果量化级数小则图像质量差, 量化级数最小的极端情况就是二值图像, 其容易出现伪轮廓线性。这是因为量化过程是将连续变化的颜色划分到有限个级别中, 这必然会导致颜色信息的损失。当量化级别达到一定数量时, 人眼感觉不到颜色信息的丢失; 当量化级数过小时, 图像灰度分辨率就会降低, 颜色层次就欠丰富。不同颜色之家过渡就会变得突然, 可能会导致伪轮廓现象。

(4) 答: 对数变换: 它的通用形式: $s = c \log(1+r)$ [C 为常数, 并设 $r \geq 0$]

该变换将输入中范围较窄的低灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值, 这种类型的变换是用来扩展图像中暗像素的值. 同时压缩更高灰度级的值. (即压缩像素值变化较大的图像的动态范围)

反对数变换: 它的作用与对数变换相反, 该变换将输入中范围较窄的高灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值, 可用这种类型的变换扩展图像中的亮像素的值, 同时压缩低灰度级的值.



(5) 直方图均衡: 直方图均衡化是通过对原图像进行某种灰度变换、使变换后的图像直方图能够均匀分布. 这样就能使原图像中具有相似灰度且占有大量像素点的区域之灰度范围宽. 使大区域中的微小变化显现出来, 使图像更清晰。

(6) 分水岭分割算法是一种基于拓扑理论的数学形态学的分割方法, 基本思想

是把图像看作测地学上的拓扑地貌，图像中每一点像素的灰度值表示该点的海拔高度，每一个局部极小值及其影响区域称为集水盆，而集水盆的边界则形成分水岭，分水岭的概念和形成可以通过模拟浸入过程来说明。首先在各极小区域的表面打一个小孔，同时让水通过和以均匀的速率上升，从低到高淹没整个地形，不同区域的水流相遇时的界限，就是期望得到的分水岭。

实现步骤：先把图片转化为灰度梯度级图像，在图像梯度空间内逐渐增加灰度阈值，每当它大于一个局部极大值时，就把当前的二值图像与前一个时刻的二值图像进行逻辑异或操作，从而确定出灰度局部极大值的位置。根据所有灰度局部极大值的位置集合就可确定分水岭。

(7) 膨胀是将与目标区域的背景点合并到该目标物中，使目标物边界向外部扩张的处理，其可以使目标增大，可填补目标中的空洞，但同时可能会增强图像中的噪声等无用信息。腐蚀是一种消除连通域的边界点，使边界向收缩的处理，其可以消除小于结构元素的噪声点，缺点是可能会造成信息丢失，使连接断开。

(8) 将 M 幅图像叠加求平均利用了 M 幅图像中同一个位置的 M 个像素的平均值，用一个 $n \times n$ 的模板进行平滑滤波利用了同一幅图像中的 $n \times n$ 个像素的平均值。因为参与的像素个数越多，滤除噪声的能力越强，所以如果 $M > n \times n$ ，则前者消除噪声的效果更好，反之后者更好。

(9) 答：主分量变换中使用特征值重建图像的基本步骤：

A：选 3 个以上点的坐标构成一组矢量 \vec{x}

B：计算 \vec{x} 的均值矢量 $\overline{m_x}$ 和协方差矩阵 c_x

C：计算 c_x 的特征值，获得特征矢量矩阵 A

D：A 用做将向量 x 映射为向量 y 的一个变换矩阵， $y = A(x - m_x)$

又 A 各行是正交向量，任何向量 x 都能通过 $\hat{x} = A_k^T y + m_x$ 重建，其中 A_k 是由对应于 k 个最大特征值的 k 个特征向量形成的矩阵。

(10) 也称为主成分变换 (PCA 变换) 或主分量分析，是一种基于统计特征基础上的多维正交线性变换，是多光谱、多时相遥感图像应用处理中最常用的一种变换技术。K-L 变换的基本原理是求出一个变换矩阵，经变换得到一组新的主分量波段。

二、最小值：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

三、均值

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & \frac{21}{9} & \frac{21}{9} & \frac{17}{9} & 2 \\ 2 & \frac{20}{9} & \frac{22}{9} & \frac{16}{9} & 3 \\ 0 & \frac{14}{9} & \frac{14}{9} & \frac{15}{9} & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

四、(1) 图像平移变换其仿射矩阵为 $T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, 又 $B_1(40,30)$ $A_1(20,30)$ 将

B_1 平移到 A_1 所需的平移矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, 即 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$ 将 B_1 平

移到 $3A$;

(2) 图像旋转变换时, 仿射的仿射变换矩阵为 $T = \begin{pmatrix} \cos Q & -\sin Q & 0 \\ \sin Q & \cos Q & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, 根据

作图可知, 若将 B_2' 旋转到 A_1, A_2 所决定的直线上, 需要逆时针旋转 90° , 即正

向 90° 其旋转矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

(3)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 50 \\ 1 & 0 & -10 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$$

故没有比例变换

B 与 A 的配准矩阵为 $R \cdot T$, 即

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

五、解:

	0	1	2	3
0	4	1	1	2
1	1	0	1	2
2	1	1	2	2
3	2	2	2	0

六、解. 根据公式 $S_k = (2-1) \frac{k}{2} \Pr(r_j)$ 可得

$$S_0 = T \frac{k}{2} \Pr(r_j) = 0.98, S_1 = 2.52, S_2 = 4.27, S_3 = 5.46, S_4 = 6.16, S_5 = 6.58,$$

$$S_6 = 6.79, S_7 = 7.00$$

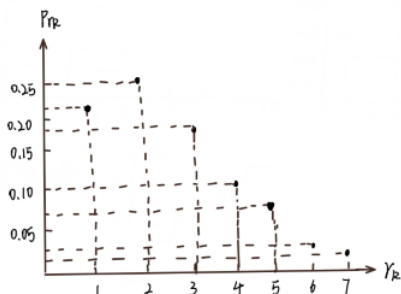
将它行近似为最接近的整数: $S_0 = 0.98 \rightarrow 1, S_1 = 2.52 \rightarrow 3, S_2 = 4.27 \rightarrow 4,$

$$S_3 = 5.46 \rightarrow 5, S_4 = 6.16 \rightarrow 6, S_5 = 6.58 \rightarrow 7, S_6 = 6.79 \rightarrow 7, S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

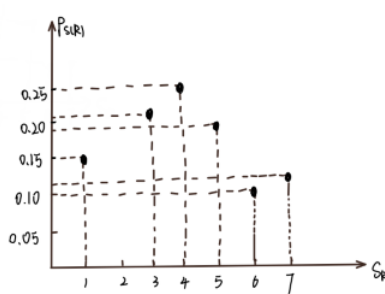
\therefore 均衡于化后图像的灰度分布为

灰度级	1	3	4	5	6	7	
各灰度级概率分布	0.14	0	0.22	0.25	0.17	0.10	0.12

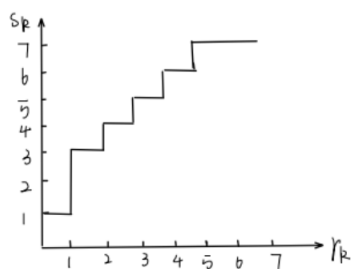
均衡化前的直方图



均衡化后的直方图



变换函数:



七、(a) 用与颗粒相同的颜色为图像边界像素着色，再使用所得的边界像素，计算其所有的连通分量，即为与图像边界融合的颗粒。

(b) 假定所有的粒子大小都相同，确定单个粒子的面积即像素数，用 A 表示。从图像中减去 (a) 所得图像，再计算图像中每一个连通分量的像素数，若像素数 $> A + \epsilon$ ，则将其指定为彼此重叠的颗粒，其中 ϵ 是为考虑到噪声引起的尺寸变化而添加的微量。

(c) 用图像减去 (a)、(b) 中的图像

八、由于目标像素的标准差相对较大，生长过程中纳入的背景点会过多，这里可以考虑分割出背景点，再用原图减去背景点，得到目标，具体步骤为：

① 从左到右，从上到下扫描图像；

② 将发现的灰度值大于 200 的像素作为种子点进行区域生长，生长准则为将相邻的灰度值与已有区域的平均灰度值的差小于 $20 \times 3 = 60$ 的像素扩展进来（由于目标区的标准差 σ 为 20，取其置信区间为 $3\sigma = 60$ ）

③ 若不能再生长，则标记已生长的区域

④ 如果扫描到图像的右下角，则结束过程，否则返回①继续进行

九、从直方图来看，背景和水果分布近似两个正态分布，呈现出明显的双峰，可选取直方图双峰之间的谷点（第 10 级和第 11 级之间）作为阈值。将深色水果从浅色背景中分离出来。属于水果的像素个数估计 $100+200+300+500+600+500+300+200+100=2800$ ，由于可能的水果都近似球形，在图像上的投影近似圆形。假设半径占 R 个像素，则属于水果的像素个数约为

$\pi R^2 = 2800$ ，故半径为 29.9 像素。又相邻像素间距等效为实物间距 1.5 毫米，

所以该水果的实物半径约为 45mm，因此该水果最可能是一个橙子。

十、解：从大雾天下拍摄的汽车尾部车牌定位与号码提取过程如下：

① 先通过拍摄系统获取汽车的彩色图片。

② 将汽车的彩色图像转换为灰度图像，然后再对灰度图像进行处理转化公式为 $I = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

③ 为了增强车辆图像和车牌图像的对比度，使其明暗鲜明，有利于牌照分割，需要对其进行灰度拉伸，假定原站图像 $f(x, y)$ 的灰度范围大部分在 $[a, b]$ ，希望变换后的图像 $g(x, y)$ 的灰度范围扩展到 $[c, d]$ ， m 为原始图像中的最大灰度值，可采用下式进行变换

$$g(x, y) = \begin{cases} c & 0 \leq f(x, y) \leq a \\ \frac{d-c}{b-a} f(x, y) + c & a \leq f(x, y) \leq b \\ d & b \leq f(x, y) \leq m \end{cases}$$

④对图像进行梯度锐化，这是一个微分过程，可用 sobel 算子或拉普拉斯算子实现。在汽车牌照识别系统中，通过对图像做简单的相邻像素灰度值相减得到梯度图像

⑤接着在图像二值化处理转换为只有两级灰度（黑白）的图像，可以采用阈值判定法（由于大雾天气较灰暗，在做二值化处理时可采用最佳阈值二值化方法对汽车区域自动确定阈值，即给定一个阈值，当灰度图像中像素点的亮度值小于该值时，把像素点设置成黑色，反之设置成白色，初值阈值。

$$T = f_{\max} - (f_{\max} - f_{\min}) / 3$$

⑥下一步对图像进行滤波，去掉图像在传输或拍摄过程中的噪声，实现图像的平滑

⑦对边缘进行提取，并对边缘细化，但需保持连通关系，找出所有封闭的边缘。对封闭边缘进行多边形逼近，在逼近后所有四边形中，求出尺寸与牌照大小相同的四边形

⑧利用 hough 变换截下符合要求的四边形

⑨对牌照进行几何校正，主要通过 sobel 的垂直变换与水平变换来校正。

⑩对牌照字符进行切分，将牌照中的单个字符分割出来，利用模板匹配法或神经网络方法对字符进行识别

电子科技大学 2019 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

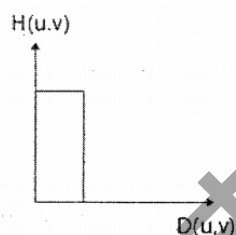
一、简答题

(1) 直方图是近似的概率密度函数，在离散情况下，由于灰度取值的离散性，不可能把取同一个灰度值的像素变换到不同的像素，也就是说通过灰度直方图均衡化变换函数，获得的带有小数的不同灰度值，四舍五入取整后会出现归并现象。所以实际应用中就不可能得到完全平坦的直方图，但结果图像的灰度直方图相比于原图像直方图要平坦得多。

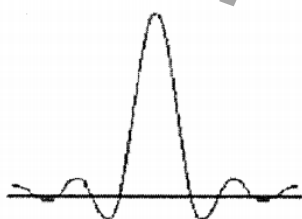
(2) 在 HSI 颜色坐标中，H 和 S 分别表示颜色的色度和饱和度，这两者与颜色的种类密切相关。I 表示亮度，与颜色种类无关，为了不改变彩色种类，可仅对 I 进行处理；在 RGB 颜色坐标中，可以将直方图分为 R、G、B 三个分量，对每个分量进行单独的直方图均衡，然后合并成彩色图，但这种方法会改变原彩色图像的颜色种类，使图像彩色失真，可以将 RGB 坐标转化为 HSI 坐标，对 I 处理完成后转回 RGB 坐标。

(3) 理想低通滤波器频域的传递函数为：
$$H(u,v) = \begin{cases} 0 & D(u,v) > D_0 \\ 1 & D(u,v) < D_0 \end{cases}$$

滤波器半径交叉部分（侧面图）：



对应空间域（进行傅立叶反变换，为 sinc 函数）：



用理想低通滤波器滤波时，频域： $G(u,v) = F(u,v) * H(u,v)$ ，傅立叶反变换

到时域有 $g(x,y) = f(x,y) * h(x,y)$ ，频域相乘相当于时域作卷积。因此，图像经过理想低通滤波器后，时域上相当于原始图像与 sinc 函数卷积，由于 sinc 函数振荡，则卷积后图像也会振荡或者说由于 sinc 函数有两个负边带，卷积后图像信号两侧出现“过冲现象”，而且能量不集中，即产生振铃效应。若截止频率越低，即 D_0 越小，则 sinc 函数主瓣越大，表现为中心环越宽，相应周围环（旁瓣）越大。而中心环主要决定模糊，旁瓣主要决定振铃效应。因此当介质频率较低时，

会产生很强的振铃效应。选择适当的截止频率，会减小振铃效应。

(4) 使用混合空间增强法，首先使用拉普拉斯法突出图像中的细节，然后用梯度法突出其边缘。具体处理方法步骤为：使用拉普拉斯突出图像中的小细节，得到锐化图像 a；用梯度法如 Sobel 算子处理突出图像细节，并对其使用均值滤波平滑处理得到图像 b；用 a, b 相乘得到掩蔽图像，即模板 c；将 c 加到原图像上进而得到锐化后的图像。

(5) 傅里叶描述算子通过对目标边界轮廓进行离散傅里叶变换来定量描述图像中目标边界的形状，少数的傅里叶描绘子就可以捕获边界的大体特征。

(6) ①RGB 模型：使用三种颜色 R、G、B 来描述颜色的彩色模型。该模式面向硬件，用于彩色监视器和一大类彩色视频摄像机。

②HSI 模型：该模型使用色调、饱和度、亮度更符合人描述和解释颜色的方式，解除图像中颜色与灰度信息的联系，常用于图像处理和识别。

(7) 非锐化掩蔽即从原图像中减去一副非锐化后的图像的结果，其主要过程有：

①模糊原图像： $f(x,y)$ 表示原图像， $\bar{f}(x,y)$ 表示模糊图像；②从原图像中减去

模糊图像得到模板： $g_{mask}(x,y) = f(x,y) - \bar{f}(x,y)$ ；③将模板加到原图像上：

$g(x,y) = f(x,y) + k * g_{mask}(x,y)$ ，其中 k 称为权值系数，当 $k=1$ 时，即为非锐化掩蔽，当 $k>1$ 时，该处理称为高提升滤波，当 $k<1$ 时则不强调非锐化模板的贡献。

(8) 霍夫变换：把直线上点的坐标变换到过点的直线的系数域，通过利用共线和直线相交的关系，使直线的提取问题转化为计数问题。其具体过程为：对于任意两点的直线过程： $y=ax+b$ ，构造一个参数 a, b 的平面，从而有：

①x, y 平面上任意一条直线 $y=ax+b$ ，对应参数 a, b 平面上的一点；

②过 x, y 平面上一个点 (x, y) 的所有直线，构成参数 a, b 平面上的一条直线；

③如果点 (x_1, y_1) 与 (x_2, y_2) 共线，那么这两点在参数 ab 平面上的直线将有一个交点；

④参数 ab 平面上相交直线最多的点，对应的 xy 平面上的直线就是所需的解。

(9) 主成分分析是一种统计方法，通过正交变换将一组可能存在相关性的变量转换为一组线性不相关的变量，转换后的这组变量叫主成分。这组变量中的每个变量都体现了整体图像信息，其中越排在前面的变量代表的整体信息越多，大量有用信息包括在其中，越在后面的变量代表的整体信息越少，大量噪声包括在其中。将前面 n 个变量进行主成分分析就能有效实现目标信息处理增强，而不增强噪声信息。

二、(1) 图像在做旋转变换时，仿射矩阵 T 为 $\begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，其坐标公式

为 $\begin{cases} x = v \cos \theta - w \sin \theta \\ y = v \sin \theta + w \cos \theta \end{cases}$ ，当逆时针旋转 30° 时， $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ， $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$

$$\therefore T = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

图像在做平移变换时，用 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ 表示变换矩阵，在做反平移时，则用

$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -x_0 \\ 0 & 1 & -y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，图像在绕某个指定点 (a, b) 旋转时，必要时将坐标原点平移到

该点，再进行旋转，然后再平移目标原点，故相应的几何变换为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$(2) \begin{pmatrix} 2.5 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.5 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \text{ 将 } x'=4 \text{ } y'=6 \text{ 代入得 } x=1.6 \text{ } y=2.4$$

用双线性插值法计算灰度值，则利用其 4 个最近邻像素 $I(2, 2)$ $I(1, 2)$ $I(2, 3)$ $I(1, 3)$ 来进行插值计算 $v(x, y) = ax + by + cxy + d$

$$\begin{cases} a + 2b + 2c + d = 3 \\ 2a + 2b + 4c + d = 2 \\ a + 3b + 3c + d = 7 \\ 2a + 3b + 6c + d = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = -1 \\ a = 1 \\ b = 5 \\ d = -6 \end{cases}$$

故 $v(1.6, 2.4) = 1.6 + 5 \times 2.4 - 1.6 \times 2.4 - 6 = 3.76 \approx 4$ 。

三、由于模板是 3×3 ，于是先将图像上下补 $(3-1)$ 行，左右补 $(3-1)$ 列，则

$$\text{有 } f(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 9 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 9 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ 将模板翻转 } 180 \text{ 度, 则有}$$

$$h'(i, j) = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}, \text{ 对应相乘再相加. 最后得到结果为: } \begin{bmatrix} -16 & 32 & -12 \\ -21 & 47 & -19 \\ -14 & 33 & -16 \end{bmatrix}$$

四、①对 F 进行均衡化，利用 $s_k = (L-1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j)$ 可得：

$$s_0 = 0.19 * 7 = 1.33 \rightarrow 1 \quad s_1 = 0.44 * 7 = 3.08 \rightarrow 3 \quad s_2 = 0.65 * 7 = 4.55 \rightarrow 5$$

$$s_3 = 0.81 * 7 = 5.67 \rightarrow 6 \quad s_4 = 0.89 * 7 = 6.23 \rightarrow 6 \quad s_5 = 0.95 * 7 = 6.65 \rightarrow 7$$

$$s_6 = 0.98 * 7 = 6.86 \rightarrow 7 \quad s_7 = 1 * 7 = 7$$

$$\text{则新灰度图: } p_{s'}(s'_0) = 0 \quad p_{s'}(s'_1) = 0.19 \quad p_{s'}(s'_2) = 0 \quad p_{s'}(s'_3) = 0.25$$

$$p_{s'}(s'_4) = 0 \quad p_{s'}(s'_5) = 0.21 \quad p_{s'}(s'_6) = 0.24 \quad p_{s'}(s'_7) = 0.11$$

②规定化：由 $G(z_q) = (L-1) \sum_{i=0}^q g(z_i)$ 可得

$$G(z_0) = 0 \quad G(z_1) = 0 \quad G(z_2) = 0 \quad G(z_3) = 0.15 * 7 = 1.05 \rightarrow 1$$

$$G(z_4) = 0.35 * 7 = 2.45 \rightarrow 2 \quad G(z_5) = 0.65 * 7 = 4.55 \rightarrow 5$$

$$G(z_6) = 0.85 * 7 = 5.95 \rightarrow 6 \quad G(z_7) = 1 * 7 = 7$$

③由 $G(z_q) = s_k$ 来寻找 z_q 的值： $G(z_3) = s_0 = 1 \quad G(z_4) = s_1 = 3$

$$G(z_5) = s_2 = 5 \quad G(z_6) = s_3 = s_4 = 6 \quad G(z_7) = s_5 = s_6 = s_7 = 7$$

则有如下的映射关系： $p \leftarrow S_K \rightarrow q$

$$0.19 \leftarrow 1 \rightarrow 3$$

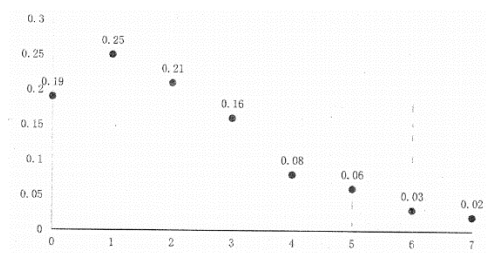
$$0.25 \leftarrow 3 \rightarrow 4$$

$$0.21 \leftarrow 5 \rightarrow 5$$

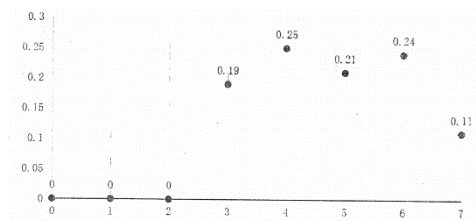
$$0.24 \leftarrow 6 \rightarrow 6$$

$$0.11 \leftarrow 7 \rightarrow 7$$

原图像



规定化后的图



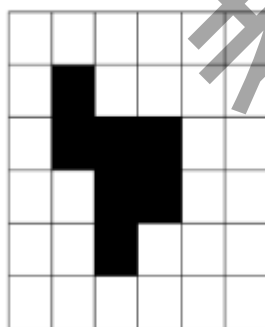
五、B 对 A 的膨胀可表示为

$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\} \text{ 或 } \{z | (\hat{B})_z \cap A^* \Phi\}$$

(\hat{B} 为集合 B 的反射, $\hat{B} = \{w | w = b, b \in B\}$)

膨胀是指将与目标区域的背景点合并到该目标物中, 使目标物边界向外部扩张的处理。

腐蚀后的图像



六、由题可知, 位置算子为竖直方向相邻的两个元素。设图像左上角为坐标原点, \rightarrow 为 x 方向, \downarrow 为 y 方向建立坐标轴, 则可以得到与 0 竖直方向上相邻的 0 个数

为 0, 相邻的 1 的个数为 20, 同理可得到最后的共生矩阵为,
$$\begin{bmatrix} 0 & 20 \\ 20 & 0 \end{bmatrix}$$

七、该题仅给出大致思路进行参考;

第一步为使用修正的阿尔法均值滤波器;

第二部采用梯度或拉氏运算进行边缘改进的全局阈值分割进行二值化;

最后进行图像闭运算，使可能的裂缝连接。

八、由于目标像素的标准差相对较大，生长过程中纳入的背景点会过多，这里可以考虑分割出背景点，再用原图减去背景点，得到目标，具体步骤为：

①从左到右，从上到下扫描图像；

②将发现的灰度值大于 200 的像素作为种子点进行区域生长，生长准则为将相邻的灰度值与已有区域的平均灰度值的差小于 $20 \times 3 = 60$ 的像素扩展进来（由于目标区的标准差 σ 为 20，取其置信区间为 $3\sigma = 60$ ）

③若不能再生长，则标记已生长的区域

④如果扫描到图像的右下角，则结束过程，否则返回①继续进行

九、考虑将图像序列中的第一幅图像作为参考图像，当一个非固定成分完全移出其参考帧的位置时，就创建了一副仅包含固定成分的参考图像。具体步骤为：通过监视 ADI 的变化，可以确定一个移动物体的初始位置。通过观察图像序列中正 ADI 停止变化的那一帧图像，可以从该幅图像中复制先前被初始帧中移动物体所占据的区域。然后，将该区域粘贴到被挖去物体的图像中，从而恢复该区域的背景。将后续帧与参考图像比较，能发现运动物体。

十、均值为 0，方差为 σ^2 的二维高斯函数为 $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$ ，其中 σ^2 的大

小对于高斯模板的权值影响很大， σ^2 太小，则非中心像素点的权重很小，滤波

过程中邻域的作用几乎被忽略，达不到去噪效果；若是 σ^2 太大，则容易造成图

像细节的丢失，故选取合适 σ^2 和模板大小 n 可以对图像像素值进行去噪的同时，

保留其细节信息。通过计算某一区域的方差 D 的大小，判断像素点的离散程度：

若 D 值较大，则选取 σ^2 较小， n 较小的高斯模板；

若 D 值较小，则选取 σ^2 较大， n 较大的高斯模板。

电子科技大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1) 答：中值滤波属于统计排序滤波. 对于含有大量未污染点的脉冲噪声图像处理效果要好, 而对于高斯噪声图像, 中值滤波很难有好的效果.

(2) 答：从原理上分析. 直方图均衡化所用变换函数为原始直方图的累积直方图. 均衡化后得到的增强图像的累积直方图有些项合并外, 其余项与原始图像的累积直方图相同. 再次均衡化. 所用变换函数即为均衡化后得到的增强图像的累积直方图. 且不会有新的合并项. 因此多次直方图均衡不会改变结果.

(3) 答：①用一个高斯滤波器平滑输入图像

②计算梯度幅值图像和角度图像.

③对梯度图像应用非最大抑制

④用双阈值处理和连接分析来检测并连接边缘

(4) Roberts 算子又称为交叉微分算法, 它是基于交叉差分的梯度算法, 通过局部差分计算检测边缘线条. 常用来处理具有陡峭的低噪声图像, 当图像边缘接近于正 45 度或负 45 度时, 该算法处理效果更理想. 其缺点是对边缘的定位不太准确, 提取的边缘线条较粗.

Prewitt 算子是一种图像边缘检测的微分算子, 其原理是利用特定区域内像素灰度值产生的差分实现边缘检测. 由于 Prewitt 算子采用 3×3 模板对区域内的像素值进行计算, 而 Robert 算子的模板为 2×2 , 故 Prewitt 算子的边缘检测结果在水平方向和垂直方向均比 Robert 算子更加明显. Prewitt 算子适合用来识别噪声较多、灰度渐变的图像.

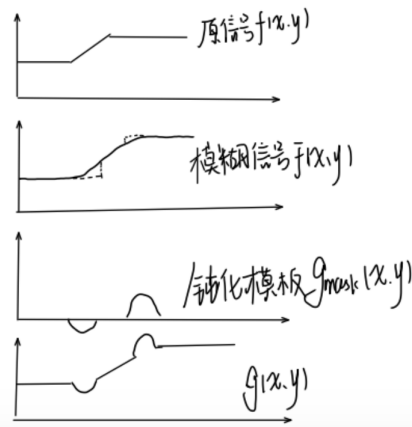
(5) 非锐化掩蔽的处理过程如下:

①模糊原图像 ($\bar{f}(x, y)$ 为模糊图像)

②从原图像中减去模糊图像 (产生的差值称为模板).

$$(g_{\text{mask}} = f(x, y) - \bar{f}(x, y))$$

③将模板加到原图像上.



(6) 同态滤波：是把频率滤波和空域灰度变换结合起来的一种图像处理方法，它根据图像的照度/反射率模型作为频域处理的基础，利用压缩亮度范围和增强对比度来改善图像的质量。

①一幅图像 $f(x, y)$ 可以表示为其反射分量 $r(x, y)$ 和照射分量 $i(x, y)$ 的乘积

$$\text{即 } f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$$

②对等式两边同时取对数得 $\ln f(x, y) = \ln i(x, y) + \ln r(x, y)$

③对其作傅里叶变换为： $F(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$

④用一个滤波器 $H(u, v)$ 对 $f(u, v)$ 进行滤波为

$$H(u, v) \cdot F(u, v) = H(u, v)I(u, v) + H(u, v)R(u, v)$$

⑤上式两边同时进行傅里叶反变换到空间域. 得 $h_f(x, y) = h_i(x, y) + h_r(x, y)$

[可见增强后的图像是由对应照度分量与反射分量两部分叠加而成的]

⑥再将上式两边进行指数运算. 得 $g(x, y) = e^{h_f(x, y)} = e^{h_i(x, y)} \cdot e^{h_r(x, y)}$

这里的 $H(u, v)$ 称为同态滤波函数

$$f(x, y) \Rightarrow \ln \Rightarrow \text{DFT} \Rightarrow H(u, v) \Rightarrow (\text{DFT})^{-1} \Rightarrow \exp \Rightarrow g(x, y)$$

(7)①中值滤波：在消除噪声的同时还能保持图像中的细节部分，防止边缘模糊。中值滤波方法对脉冲干扰和椒盐噪声的抑制效果好，在抑制随机噪声的同时能够保持边缘减少模糊。

②最近邻插值法是最简单的灰度值插值。也称作零阶插值，就是令变换后像素的灰度值等于距它最近的输入像素的灰度值。

(8)①对任一个区域，如果 $H(R_i) = \text{FALSE}$ 就将其分裂成不重叠的四等份；

②对相邻的两个区域 R_i 和 R_j ，它们也可以大小不同（即不在同一层），如果条件 $H(R_i \cup R_j) = \text{TRUE}$ 满足，就将它们合并起来。

③对其作傅里叶变换为： $F(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$ 如果进一步的分裂或合并都不可能，则结束。分裂合并法的关键是分裂合并准则的设计。

这种方法对复杂图像的分割效果较好，但算法较复杂，计算量大，分裂还可能破坏区域的边界。

(9) ①计算输入图像的归一化直方图. 使用 P_i , $i = 0, 1 \cdots L-1$, 表示各级灰

②计算累积和 $P_1(k) = \sum_{i=0}^k P_i$

③计算累积均值 $m(k) = \sum_{i=0}^k iP_i$

④计算全局灰度均值 $m_G = \sum_{i=0}^{L-1} iP_i$

⑤计算类间方差 $\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]}$

⑥得到 D_{stu} 阈值 k^* , 即使 $\sigma_{B(k)}^2$ 得到最大值的 k 值. 若最大值不唯一, 则 k^* 取各个最大值对应的 k 值的均值.

⑦计算 $\eta(x) = \frac{\sigma_B^2(x)}{\sigma_G^2}$, 令 $k = k^*$. 此时 $\eta = \eta^*$. 为可分性度量.

二、解. 根据公式 $S_k = (2-1) \sum_{j=0}^k \Pr(r_j)$ 可得

$$S_0 = T \sum_{j=0}^k \Pr(r_j) = 0.98, S_1 = 2.52, S_2 = 4.27, S_3 = 5.46, S_4 = 6.16, S_5 = 6.58,$$

$$S_6 = 6.79, S_7 = 7.00$$

将它行近似为最接近的整数: $S_0 = 0.98 \rightarrow 1, S_1 = 2.52 \rightarrow 3, S_2 = 4.27 \rightarrow 4,$

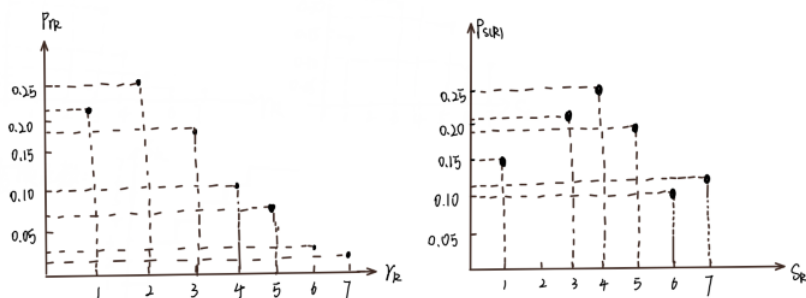
$$S_3 = 5.46 \rightarrow 5, S_4 = 6.16 \rightarrow 6, S_5 = 6.58 \rightarrow 7, S_6 = 6.79 \rightarrow 7, S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

\therefore 均衡于化后图像的灰度分布为

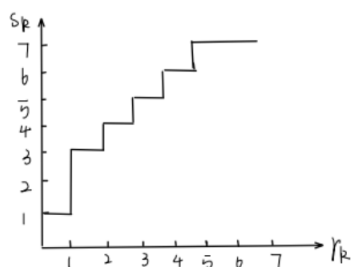
灰度级		1		3	4	5	6	7
各灰度级概率分布		0.14	0	0.22	0.25	0.17	0.10	0.12

均衡化前的直方图

均衡化后的直方图



变换函数:



三、解: 频域的等价滤波器为:

$$H(u, v) = (1 - e^{j2\pi u/M}) + (1 - e^{j2\pi v/N})$$

四、设原灰度值为 x , 分段线性变换后约为 y

①把 $(0, 20)$ 拉伸到 $(0, 30)$ 时, 设 $y_1 = ax_1 + b$, 则 $\begin{cases} 0 = a \cdot 0 + b \\ 30 = a \cdot 20 + b \end{cases} \Rightarrow y_1 = \frac{3}{2}x_1$

②把 $(20, 30)$ 拉伸到 $(30, 50)$ 时, 设 $y_2 = ax_2 + b$, 则

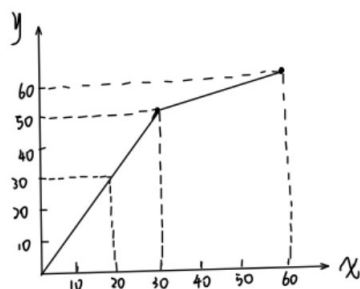
$$\begin{cases} 30 = 20a + b \\ 50 = 30a + b \end{cases} \Rightarrow y_2 = 2x_2 - 10$$

③把 $(30, 60)$ 压缩到 $(50, 60)$ 时, 设 $y_3 = ax_3 + b$, 则

$$\begin{cases} 50 = 30a + b \\ 60 = 60a + b \end{cases} \Rightarrow y_3 = \frac{1}{3}x_3 + 40$$

$$\text{故灰度线性变换方程为 } y = \begin{cases} \frac{3}{2}x & 0 \leq x < 20 \\ 2x - 10 & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{1}{3}x + 40 & 30 < x \leq 60 \end{cases}$$

相应的灰度线性变换图



五、 $\because P_{s(s)} = P_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right|$

由题知: $P_r(r) = Ae^{-r}$ $P_s(s) = Bse^{-s^2}$

由 $B \cdot Se^{-s^2} = Ae^{-r} \frac{dr}{ds} \Rightarrow BSe^{-s^2} ds = Ae^r dr$

$\int_0^s BSe^{-s^2} ds = \int_0^r Ae^{-r} dr$

$-\frac{B}{2} \int_0^s e^{-s^2} d(-s^2) = -A \int_0^r e^r d(-r)$

$-\frac{B}{2} (e^{-s^2}) \Big|_0^s = -A (e^{-r}) \Big|_0^r$

$\frac{B}{2} (1 - e^{-s^2}) = A(1 - e^{-r})$

$\Rightarrow S = \sqrt{-\ln \left[1 - \frac{2A}{B} (1 - e^{-r}) \right]}$

六、解：灰度共生矩阵：灰度共生矩阵是从条件概率提取纹理为特征，它反映的是灰度图像中关于方向，间隔和变化幅度等方面的灰度信息，因此可以用于分析图像的部特征以及纹理分布规律。

七、可使用移动平均阈值处理. 它是从一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的, 为减少光照偏差, 扫描是以 z 字形模式逐行执行的. 令 z 表示步骤 k+1 中扫描序列中遇到的点的灰度. 这个新点处的移动平均 (平均灰度) 由下列给出

$m(k+1) = \frac{1}{\eta} \frac{k+1}{z} z_i = m(k) + \frac{1}{\eta} (z_{k+1} - z_{k-\eta})$ —②, 其中 η 表示用于计算平均的点数,

且 $m(1) = z / \eta$ ，然作用 $g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$ 实现分割， $T_{xy} = b m_{xy}$ （ b 为常

数， m_{xy} 是在输入图像中的点 (x, y) 处使用②式得到

该图像被正弦灰度变化污染了，可使 η 等于平均笔画，宽度的 5 倍，平均宽度为 4 个像素，我们可令 $\eta=20$ 。并使用 $b=5$ 。当感兴趣的物体与图像尺寸相比较小（或较细）时，基于移动平均的阈值处理会工作得很好。

八、可使用移动平均阈值处理。它是从一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的，为减少光照偏差，扫描是以 z 字形模式逐行执行的。令 z 表示步骤 $k+1$ 中扫描序列中遇到的点的灰度。这个新点处的移动平均（平均灰度）由下列给出

$$m(k+1) = \frac{1}{\eta} \frac{k+1}{z} z_i = m(k) + \frac{1}{\eta} (z_{k+1} - z_{k-\eta}) \quad \text{--- ②, 其中 } \eta \text{ 表示用于计算平均的点数,}$$

且 $m(1) = z / \eta$ ，然作用 $g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$ 实现分割， $T_{xy} = b m_{xy}$ （ b 为常

数， m_{xy} 是在输入图像中的点 (x, y) 处使用②式得到，该图像被正弦灰度变化

污染了，可使 η 等于平均笔画，宽度的 5 倍，平均宽度为 4 个像素，我们可令 $\eta=20$ 。

并使用 $b=5$ ，当感兴趣的物体与图像尺寸相比较小（或较细）时，基于移动平均的阈值处理会工作得很好。

九、解：①将图像灰度化，便于后续处理。

②对局部暗区对数变化，局部亮区反对数变化。（局部过暗/亮问题）。

③对图像进行伪彩色处理。（处理单色光照问题）

详细步骤：

对于图像的颜色失真，考虑采用彩色图像平滑方式改善图像质量，它的原则是在彩色图像邻域中对分量向量做均值处理。

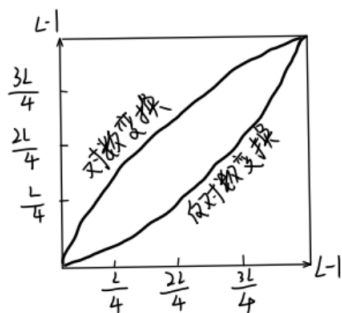
a. 首先从 RGB 彩色图像中抽取 RGB 三个分量图像

b. 分别用空间平均模板独立地平滑 RGB 图像的每一个分量图像

c. 最后重建滤波过的 RGB 图像

②对于图像存在局部过亮区域和过暗区域，可以采用图像灰度变换中的对数变换及反对数变换，对于局部过暗区域，采用 $S = c \log(1 + r)$ 的对变数换。

将输入范围较窄的低灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值对于局部过亮区域，采用反对数变换，将输入中范围较窄的高灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值。



电子科技大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学试题

参考答案

一、简答题

(1)

$$\begin{aligned}
 f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y) \\
 &= 5f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= 6f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\
 &= f(x, y) + 5 \left[f(x, y) - \frac{1}{5} [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \right] \\
 &= 5[1.2f(x, y) - \bar{f}(x, y)]
 \end{aligned}$$

据上证明了将一幅图像减去其相应拉普拉斯图像等于对图像做反锐化处理。

(2) 联系：直方图均衡化和直方图规定化都是为了增加图像灰度的动态范围，从而达到增强图像整体对比度的效果，并且直方图均衡化是直方图规定化的一种特例。区别：直方图均衡化可以自动增强整个图像的对比度，但它的具体效果不易控制，处理结果也是得到全局均衡化的直方图；而直方图规定化比较灵活，它可以变换直方图，使之成为某个特定的形状，从而有选择地增强某个灰度值范围内的对比度。

(3) sobel 边缘检测优点：输出图像的元素具有更大的绝对值，缺点是边缘时位置的标志，对灰度变化不敏感。

Laplacian 算子对噪声比较明显，很少用来检测边缘，二十用来判断该像素位于明区还是暗区。该算子检测边缘是利用阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性，认为边缘点是零交叉点，同时，该算子是各向同性，能对任何走向的线条和边界的线条进行锐化。

(4) RGB 向 HSI 模型的转换是由一个笛卡尔坐直角坐标系的单位立方体向基于圆柱极坐标的双锥体转换。基本要求是将 RGB 中的亮度分离，将色度分解为色调和饱和度，因此该图像整体也会布满噪声。

(5) 膨胀操作：膨胀操作与腐蚀操作相反，是将图像的轮廓加以膨胀。操作方法与膨胀类似，也是拿一个矩形模板，对图像的每个像素做遍历处理，该草最所修改的像素值为图中的最大值，结果会将图像外围的突出点连接并向外延申。

(6) 产生振铃效应的原因就在于，理想低通滤波器在频率域下的分布十分线性处呈现出一条垂直的线，在其他频率处呈现出一条水平的线），那么不难想象出对应的 $h(x, y)$ 将会有类似于 sinc 函数那样周期震荡的空间分布特性。正是由于理想低通滤波器的空间域表示有类似于 sinc 函数的形状，位于正中央的突起使得理想低通滤波器有模糊图像的功能，而外层的其他突起则导致理想低通滤波器会产生振铃效应。高斯函数的傅里叶仍然是高斯函数，故高斯型滤波器不会产生“振铃现象”

(7) 复原由退化函数退化的图像最直接的方法是直接逆滤波。在该方法中，用退化函数除退化图像的傅立叶变换来计算原始图像的傅立叶变换。

$$\bar{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{F(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

由上式可知，即使我们知道退化函数，也无法准确复原原始图像，因为噪声是一个随机函数，无法进行估计，其傅氏变化位置。当退化为 0 时， $\frac{N(u, v)}{H(u, v)}$ 之比很容易决定 $F(u, v)$ 的值。

(8) 对图像进行二维离散余弦变换的步骤如下：

- 1) 获得图像的二维数据矩阵 $f(x, y)$
- 2) 求离散余弦变换的系数矩阵 A
- 3) 求系数矩阵对应的转置矩阵 A'
- 4) 根据公式计算离散余弦变换

(9) 当物体和背景像素的灰度分布十分明显时，可以用适用于整个图像的单个（全局）阈值。在大多数应用中，通常图像之间有较大变化。即使全局阈值是种合适的方法。对每一幅图像有能力自动估计阈值的算法也是需要的。下面的迭代算法可用于这一目的：

- 1) 为全局阈值 T 选择一个初始估计值。
- 2) 用 T 分割该图像。这将产、生两组像素； G_1 由灰度值大于 T 的所有像素组成， G_2 由所有小于等于 T 的像素组成。
- 3) 对 G_1 和 G_2 的像素分别计算平均灰度值 $m_1 m_2$
- 4) 计算一个新的阈值： $T = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$
- 5) 重复步骤 2 到步骤 4, 直到连续迭代中的 T 值间的差小于一个预定义的参数 ΔT 为止。

二、解：该题应该选择最小值滤波器进行处理，最小值滤波器对于发现图像中的

暗点有用，可以降低盐粒噪声。
结果如下所示：

1	1	1	8	7	4
2	1	2	3	3	3
3	3	2	4	3	3
3	3	3	3	5	6
3	3	4	5	4	8
2	3	4	6	7	8

三、解:膨胀结果:

0	1	1	1	0
1	1	1	1	1
1	1	2	1	1
1	1	1	1	1
0	1	1	1	1

四、解：首先对于该图像进行坐标的建立，以笛卡尔坐标系为例，即左上角元素为原点，x 轴朝下，y 轴朝右，该图像的位置算子为（2，0）为向下两个元素向右 0 个元素的位置，结果为：

0	0	9	0
1	0	0	9
8	0	0	0
0	8	0	0

五、解：根据直方图均衡化的变换公式，其中 L 为灰度级， n_j 表示灰度等级为 j 的像素点的个数， y 为对应均衡化的灰度值

灰度级	0	1	2	3	4	5	6	7
各灰度级概率分布	0.25	0.14	0.07	0.01	0.04	0.11	0.17	0.21
累积概率分布	0.25	0.39	0.46	0.47	0.51	0.62	0.79	1.00

映射结果	2	3	3	3	4	4	5	7
------	---	---	---	---	---	---	---	---

累积概率分布计算方式：当灰度级为 0 时，累计概率=灰度级分布概率=0.25

当灰度级为 1 时，累计概率=灰度级为 0 分布概率+灰度级为 1 分布概率=0.25+0.14=0.39

当灰度级为 2 时，累计概率=灰度级为 0 分布概率+灰度级为 1 分布概率+灰度级为 2 分布概率=0.25+0.14+0.07=0.46

以此类推进行计算。

六、(1) 图像平移变换其仿射矩阵为 $T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，又 $B_1(40,30)$ $A_1(20,30)$ 将

B_1 平移到 A_1 所需的平移矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，即 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$ 将 B_1 平

移到 $3A_1$ ；

(2) 图像旋转变换时，仿射的仿射矩阵为 $T = \begin{pmatrix} \cos Q & -\sin Q & 0 \\ \sin Q & \cos Q & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ，根

据作图可知，若将 B_2' 旋转到 A_1 ， A_2 所决定的直线上，需要逆时针旋转 90° ，即

正向 90° 其旋转矩阵为 $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

(3)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 50 \\ 1 & 0 & -10 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 40 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 1 \end{pmatrix}$$

故没有比例变换

(4) B 与 A 的配准矩阵为 $R \cdot T$ ，即

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & -30 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -20 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

七、解：设原灰度值为 x ，分段线性变换后约为 y

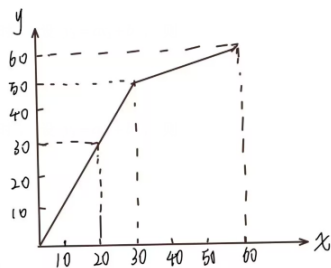
①把 $(0, 20)$ 拉伸到 $(0, 30)$ 时，设 $y_1 = ax_1 + b$ ，则 $\begin{cases} 0 = a \cdot 0 + b \\ 30 = a \cdot 20 + b \end{cases} \Rightarrow y_1 = \frac{3}{2}x_1$

②把(20, 30)拉伸到(30, 50)时, 设 $y_2 = ax_2 + b$, 则 $\begin{cases} 30 = 20a + b \\ 50 = 30a + b \end{cases} \Rightarrow y_2 = 2x_2 - 10$

③把(30, 60)压缩到(50, 60)设 $y_3 = ax_3 + b$, 则 $\begin{cases} 50 = 30a + b \\ 60 = 60a + b \end{cases} \Rightarrow y_3 = \frac{1}{3}x_3 + 40$

$$\text{为 } y = \begin{cases} \frac{3}{2}x & 0 \leq x < 20 \\ 2x - 10 & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{1}{3}x + 40 & 30 < x \leq 60 \end{cases}$$

相应的灰度线性变换图如下图所示:



八、解: (1) 再伽马变换中, $\gamma < 1$ 时, 增强图像亮度, 将灰度值较小的像素进行快速放大, 当 γ 值较大时, 将灰度值较大的像素急剧增加, 增强图像的对比度。

(2) 伽马变换主要用于图像的校正, 对图像灰度值过高或者过低的像素进行修正, 增强图像对比度。

九、解: ① 首先对图像进行灰度化的预处理和灰度均衡化处理, 以消除图像上的部分噪声, 得到所需的树木年轮边界特征。

② 采用边缘检测方法和阈值法对年轮图像进行了相应的分割处理, 其中采用 Canny 边缘检测算子处理的年轮图像噪声少, 年轮线较为清晰、完整, 便于年轮边界特征的提取。

③ 采用区域选择的方式, 对年轮线清晰、完整且没有缺陷的部分区域进行分割提取, 将分割得到的区域部分进行二值化处理, 使年轮线特征更加明显, 然后采用扫描线算法进行年轮数的获取。

基于以上步骤就可以对于年轮数量进行提取。

十、解: (1) 霍夫变换原理: 霍夫变换的基本思想是点一线的对偶性, 图变换前在图像空间, 图像变换后在参数空间, 在图像中直线上的每一个点都映射到参数空间中的相同参数. 所以只要找到这个参数就可以找到图像空间中的直线, Hough 变换就是根据这个原理检测的。

(2) ① 首先利用目标检测算法 (YOLO) 来进行训练

② 然后把目标检测的结果区域分割出来

③ 利用 Hough 变换方法把基站的边缘检测出来, 求出斜率

④ 斜率取反余切就是倾斜角度

⑤ 两条斜线的交点, 即为: 消失点

⑥ 选择 3x3 的最大值或最小值滤波器，滤除孔洞

要利用目标检测算法，数据是核心，首先要进行标签标注，如何标注标签，是一个很大的问题，要尽可能的把图像的基站特征学习进去，还要不引入噪声。引入噪声会影响后面 hough 变换的效果。

电子科技大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学试题

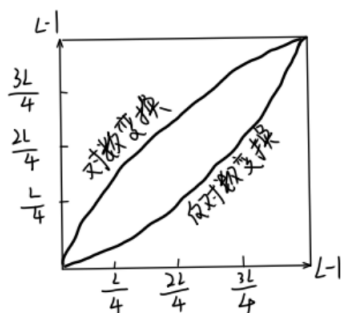
参考答案

一、简答题

(1) 对数变换：它的通用形式： $s = c \log(1 + r)$ [C 为常数]

该变换将输入中范围较窄的低灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值，这种类型的变换是用来扩展图像中暗像素的值，同时压缩更高灰度级的值。（即压缩像素值变化较大的图像的动态范围）

反对数变换：它的作用与对数变换相反，该变换将输入中范围较窄的高灰度值映射为输出中较宽范围的灰度值，可用这种类型的变换扩展图像中的亮像素的值，同时压缩低灰度级的值。



(2) 由于图片灰度级不能为负数，用 a 一直减去 b 图片（前提两种图片的尺寸是一样的），若 b 中不含有 0 灰度级，则最后结果一定是一张全黑的图片。若 b 中含有 0 灰度级，则对应位置 a 的灰度级不发生变化，其他位置还是变为全黑。

(3) 超像素分割是先按像素划分色块，转化为函数，作为一个具有形状、性质的像素来对待。这个超像素数据大于常规一个点像素数据，但是可以代表一个区

域的像素点。然后实现分割。超像素由一系列位置相邻且颜色、亮度、纹理等特征相似的像素点组成的小区域。这些小区域大多保留了进一步进行图像分割的有效信息，且一般不会破坏图像中物体的边界信息，用少量的超像素代替大量像素表达图像特征，降低了图像处理的复杂度。用于跟踪，标签分类，超像素词袋，视频前景分割，骨架提取，人体姿态估计，医学图像分割等对分割的速度有要求的应用

(4) 使用 RGB 模型实现亮度增强的步骤为：先把 RGB 图像分离成 R, G, B 通道的三个分量，然后分别对三幅图像实现亮度增强（可用对数变换，线性变换等），最后将三幅图像合成为一幅彩色图像，但这种方法会改变原彩色图像的颜色种类，使图像彩色失真，其效果不是很理想。在 HSI 颜色坐标中，H 和 S 分别表示颜色的色度和饱和度，这两者与颜色的种类密切相关。I 表示亮度，与颜色种类无关，为了不改变彩色种类，可仅对 I 进行处理；最后合成 HIS 图像，效果非常明显。且不会造成失真等问题。

(5) 傅里叶变换优点：频率的定位很好，通过对信号的频率分辨率很好，可以清晰的得到信号所包含的频率成分，也就是频谱。且计算速度较快更方便。

缺点：因为频谱是时间从负无穷到正无穷的叠加，所以，知道某一频率，不能判断，该频率的时间定位。不能判断某一时间段的频率成分。且因为有使用窗函数，存在严重的块效应问题。

小波变换优点：小波变换具有的高低频分离的特点，可在不丢失原信号重要信息成分的前提下，将原光谱信号的边缘部分进行滤波处理，消除了噪音信息，重构出更加清晰的光谱特征图形，从而提高了信号的清晰度，为信号的预处理提供了更加方便的条件。与傅氏变换相比较，小波变换的优势在于，对分析信号可进行任意的放大平移并对其特征进行提取。对复杂信号作小波变换，进行多分辨率分析，在信号图象分析领域已占据着相当重要的地位。

缺点：小波变换冗余度较大，计算量也很大

(6) 通过实验数据对比分析可知，在小样本数据分类上，机器学习在图像分类识别上具有简单高效的优点，并能解决高像素图片的快速分类识别。在大样本数据上，深度学习模型能进行精准的分类识别，并且具备较强的鲁棒性。在传统机器学习模块中，贝叶斯分类器模型能够快速的做出判断，但不具备较好的分类能力；SVM 具备较强分类能力，但计算耗时。深度学习中卷积神经网络具备较好的提取图像特征的能力，但模型训练复杂度较高；递归神经网络在图像分类识别方面明显低于卷积神经网络，但更适合处理序列问题。在小规模数据集上，传统的机器学习模型更具分类优势，在大规模数据以及识别精度上，深度学习模型更具备更好的能力。

(7) 压缩率指的是描述压缩文件的效果名，是文件压缩后的大小与压缩前的大小之比。JPEG 压缩过程 1. 颜色模式转换及采样；2. DCT 变换（量化离散余弦变换）；3. 量化；4. 编码（图像块变换编码，霍夫曼编码，行程编码等）

8) 图像标注：类有识别和分类物体的能力。同样，我们可以使用计算机视觉来解释它接收到的视觉数据。这就是图像标注的作用。

图像标注在计算机视觉中起着至关重要的作用。图像标注的目标是为和任务相关的、特定于任务的标签。这可能包括基于文本的标签（类），绘制在图像上的标签（即边框），甚至是像素级的标签。（学长觉得题目的意思因该是图像标注，因为书上并没有图像标记的相关知识）

二、解. 根据公式 $S_k = (2-1) \frac{k}{2} \Pr(r_j)$ 可得

$$S_0 = T \frac{k}{2} \Pr(r_j) = 0.98, S_1 = 2.52, S_2 = 4.27, S_3 = 5.46, S_4 = 6.16, S_5 = 6.58,$$

$$S_6 = 6.79, S_7 = 7.00$$

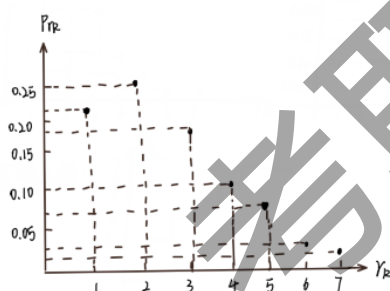
将它行近似为最接近的整数: $S_0 = 0.98 \rightarrow 1, S_1 = 2.52 \rightarrow 3, S_2 = 4.27 \rightarrow 4,$

$$S_3 = 5.46 \rightarrow 5, S_4 = 6.16 \rightarrow 6, S_5 = 6.58 \rightarrow 7, S_6 = 6.79 \rightarrow 7, S_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

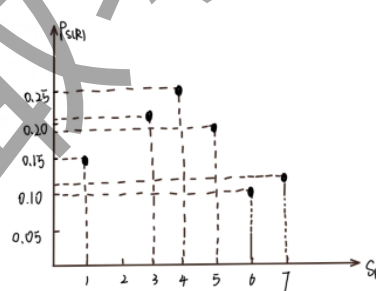
\therefore 均衡于化后图像的灰度分布为

灰度级		1		3	4	5	6	7
各灰度级概率分布		0.14	0	0.22	0.25	0.17	0.10	0.12

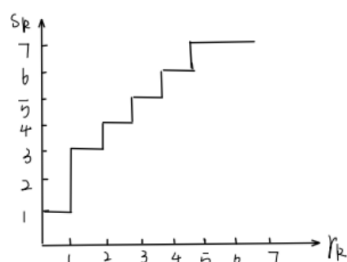
均衡化前的直方图



均衡化后的直方图



变换函数:



三、(1) 一维为 2 和 $[1 \ 2 \ 1]$

(2) 直接使用二维滤波器的计算量。乘法: $9*M*N$ 加法: $8*M*N$

使用一维分离滤波器的计算量。竖直方向乘法: $3*M*N$ 加法: $2*M*N$

水平方向相同, 则乘法一共 $6*M*N$, 加法: $5*M*N$

所以, 使用一维分离滤波器计算量更少, 则计算速度比直接使用二维滤波器更快

四、解: $f(x, y_0) = f(x, y_0) - f(x - 1, y_0)$

$$f(x-1, y_0) = f(x-1, y_0) - f(x-2, y_0)$$

$$f(x, y_0) = f(x, y_0) + f(x-2, y_0) - 2f(x-1, y_0)$$

x 方向梯度响应为:

0	0	0	0	2
1	1	1	2	0
0	0	0	0	0
0	0	-1	1	1
1	1	1	2	2

y 方向梯度响应为:

0	1	-1	0	0
0	1	-1	2	2
0	1	-1	0	2
0	1	-1	0	2
0	1	-1	0	2

五、这里坐标系 y 向下，x 向右。则共生矩阵为

0	1	0	3
5	1	3	2
0	8	1	0
0	0	6	0

六、(1) 由校正后的图像 I 可知，原图像 J 经转置后才进行校正，得到了图像 I

$$\therefore J \text{ 经转置得到的图像为 } \begin{pmatrix} [4]A & 3 & 0 & 0 & 2 \\ 3 & 3 & 5 & [4]C & 1 \\ 2 & 4 & 5 & 2 & 0 \\ 5 & [2]B & 3 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 3 & 2 & [5]D \end{pmatrix}$$

\therefore 畸变图像 J 与校正后图像中 A、B、C、D 点的像素的对应关系为

$$[4] \quad A: (0, 0) \rightarrow (0, 0)$$

$$[2] \quad B: (3, 1) \rightarrow (3, 0)$$

$$[4] \quad C: (1, 3) \rightarrow (0, 3)$$

$$[5] \quad D: (4, 4) \rightarrow (3, 3)$$

由这 4 个约束点 A、B、C、D，设几何校正所需变换为

$$\begin{cases} I_x = C_1 J_x + C_2 J_y + C_3 J_x J_y + C_4 \\ I_y = C_5 J_x + C_6 J_y + C_7 J_x J_y + C_8 \end{cases}$$

将 A、B、C、D4 个点的对应数值分别代入上述方程得

$$\begin{cases} \begin{cases} 0 = C_4 \\ 0 = C_8 \end{cases} A \\ \begin{cases} 3 = 3C_1 + C_2 + 3C_3 + C_4 \\ 0 = 3C_5 + C_6 + 3C_7 + C_8 \end{cases} B \\ \begin{cases} 0 = C_1 + 3C_2 + 3C_3 + C_4 \\ 3 = C_5 + 3C_6 + 3C_7 + C_8 \end{cases} C \\ \begin{cases} 3 = 4C_1 + 4C_2 + 16C_3 + C_4 \\ 3 = 4C_5 + 4C_6 + 16C_7 + C_8 \end{cases} D \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3 = 3C_1 + C_2 + 3C_3 + C_4 \\ 0 = 3C_5 + C_6 + 3C_7 + C_8 \\ 0 = C_1 + 3C_2 + 3C_3 + C_4 \\ 3 = C_5 + 3C_6 + 3C_7 + C_8 \\ 3 = 4C_1 + 4C_2 + 16C_3 + C_4 \\ 3 = 4C_5 + 4C_6 + 16C_7 + C_8 \end{cases}$$

$$\text{解得 } C_1 = \frac{9}{8}, C_2 = -\frac{3}{8}, C_3 = 0, C_5 = -\frac{3}{8}, C_6 = \frac{9}{8}, C_7 = 0.$$

(2) 故进行几何校正所需要的变换为 $\begin{cases} I_x = \frac{4}{8} J_x - \frac{3}{8} J_y \\ I_y = -\frac{3}{8} J_x + \frac{9}{8} J_y \end{cases}$

(2) ①用最近邻法计算灰度值, 则 $I(2,2) = J\left(\frac{8}{3}, \frac{8}{3}\right) \approx J(3,3) = 1$

②用双线性插值. 邻过 4 个像素为 (2,2) (3,2) (2,3) (3,3)

$$\text{由 } V(x,y) = ax + by + cxy + d \Rightarrow \begin{cases} 5 = 2a + 2b + 4c + d \\ 2 = 2a + 3b + 6c + d \\ 3 = 3a + 2b + 6c + d \\ 1 = 3a + 3b + 9c + d \end{cases}$$

$$\text{解得 } a=-4 \quad b=-5 \quad c=1 \quad d=19$$

$$\text{故 } v(x,y) = -4x - 5y + xy + 19 \Rightarrow f\left(\frac{8}{6}, \frac{8}{3}\right) = \frac{19}{9} \approx 2.$$

七、解: 可以使用移动平均法

局部阈值处理方法的一种特殊情形是以一幅图像的扫描行计算移动平均为基础的。在速度是一种基本要求的文档处理中, 这种实现相当有用。典型地, 为减少光照偏差, 扫描是以 Z 字形模式逐行执行的。

步骤:

令 z_{k+1} 表示步骤 $k+1$ 中扫描序列中遇到的点的灰度。这个新点处的移动平均(平均灰度)由下式给出:

$$m(k+1) = \frac{1}{n} \sum_{i=k+2-n}^{k+1} z_i = m(k) + \frac{1}{n} (z_{k+1} - z_{k+n})$$

其中， n 表示用于计算平均的点数，且 $m(1)=z/n$ 。这个初始值严格来说并不正确，因为单点的平均是该点自身的值。从另一个角度看，如果图像的边界填充了 $n-1$ 个 0，它就是我们将得到的那个值。该算法仅初始化一次，不是在每行都初始化。因为对图像中的每个点都计算移动平均，因此，实现分割是在输入图像中的点 (x, y) 处的移动平均。

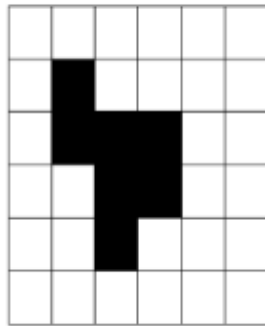
八、解：B 对 A 的膨胀可表示为

$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\} \text{ 或 } \{z | (\hat{B})_z \cap A^* \Phi\}$$

(\hat{B} 为集合 B 的反射. $\hat{B} = \{w | w = b, b \in B\}$)

膨胀是指将与目标区域的背景点合并到该目标物中. 使目标物边界向外部扩张的处理。

腐蚀后的图像



九、(1) 首先对一张图片用可变阈值分割，将两类细胞分离开。

(2) 然后用区域填充计算每个细胞的像素，并记录如 N_1, N_2 。

(3) 将后面的图片按照之前的处理，最后算出各细胞像素 N_n 与 N_1, N_2 比较，差值越小的即为同类细胞。