

数字图像处理

5.0

试题编号:

重庆邮电大学 2011-2012 学年 01 学期

《数字图像处理》试卷（期末）（A 卷）（闭卷）

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									
评卷人									

一、简答题（本大题共 5 小题，每小题 8 分，共 40 分）

1、简述数字图像处理的主要内容。

2、常见的图像文件格式有哪些，它们各自有什么特点？

3、简述灰度分辨率、空间分辨率与图像质量的关系。

4、简述连续图像 $f(x, y)$ 与数字图像 $g(i, j)$ 中变量的含义，它们有何联系与区别？

5、简述模板匹配与特征匹配的基本思路。

二、计算分析题（本大题共 4 小题，共 60 分）

1、对下图进行直方图均衡化处理，并画出均衡后的图像及其直方图。（12 分）

1	3	9	9	8
2	1	3	7	3
3	6	0	6	4
6	8	2	0	5
2	9	2	6	0

2、利用 3x3 窗口对下图进行均值滤波与中值滤波（均值滤波请 4 舍 5 入取整数），并分析两种滤波方法的不同适合情况。（12 分）

3	4	3	2	1
1	2	50	4	5
3	65	2	2	3
4	4	45	56	2
1	5	1	4	1

3、设一幅灰度级为 8（分别用 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 、 S_7 表示）的图像中，各灰度所对应的概率分别为 0.40、0.18、0.10、0.10、0.07、0.06、0.05、0.04。现对其进行哈夫曼编码，并计算其编码效率。（18 分）

4、位置算子 P 定义为“在右上方方的一个像素”。写出下列图像在位置算子 P 作用下的灰度共生矩阵，并提取图像的纹理特征：最大概率、元素差异的 2 阶距、逆元素差异的 2 阶距、一致性和熵。（18 分）

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

参考答案与评分标准

二、简答题(本大题共 5 小题, 每小题 8 分, 共 40 分)

1、简述数字图像处理的主要内容。

数字图像处理的主要内容包括: 图像获取、表示与表现、图像复原、图像增强、图像分割与边缘检测、图像几何变换、图像理解与分析、图像重建、图像压缩编码等;

2、常见的图像文件格式有哪些, 它们各自有什么特点?

BMP 图像文件格式是 Windows 系统交换图形、图像数据的一种标准格式, BMP 图像数据由位图文件头、位图信息头、调色板、实际图像数据组成。

标记图像文件格式 TIF (Tag Image File Format), 它是现存图像文件格式中最复杂的一种, 它提供存储各种信息的完备的手段, 可以存储专门的信息而不违反格式宗旨, 是目前流行的图像文件交换标准之一。

图形交换文件格式 GIF (Graphics Interchange Format), 目的是在不同的系统平台上交流和传输图像。它是在 Web 及其他联机服务上常用的一种文件格式, 用于超文本标记语言(HTML)文档中的索引颜色图像。

JPEG(Joint Photographer's Experts Group)格式即联合图像专家组, 是由 ISO 和 CCITT 为静态图像所建立的第一个国际数字图像压缩标准, 主要是为了解决专业摄影师所遇到的图像信息过于庞大的问题。由于 JPEG 的高压缩比和良好的图像质量, 使得它广泛应用于多媒体和网络程序中。

3、简述灰度分辨率、空间分辨率与图像质量的关系。

空间分辨率表示图像空间中可分辨的最小细节, 一般用单位长度上采样的像素数目或单位长度上的线对数目表示。灰度分辨率表示图像灰度级中可分辨的最小变化, 一般用灰度级或比特数表示。

空间分辨率、灰度分辨率越低, 图像质量越差; 空间分辨率、灰度分辨率越高, 图像质量越好。

4、简述连续图像 $f(x, y)$ 与数字图像 $g(i, j)$ 中变量的含义, 它们有何联系与区别?

模拟图像是连续的, 用函数 $f(x, y)$ 表示, 其中 x, y 表示空间坐标点的位置, f 表示图像在点 (x, y) 的某种性质的数值, 如亮度、灰度, 色度等, f, x, y 可以是任意实数。

数字图像是对 $f(x, y)$ 的离散化后的结果, 用 $I(r, c)$ 表示, 其中 r 表示图像的行, c 表示图像的列, I 表示离散后的 f ; I, r, c 的值只能是整数, 数字图像可用矩阵或数组进行描述。632 试题编号:

重庆邮电大学 2011-2012 学年 01 学期

《数字图像处理》试卷（期末）（B 卷）（闭卷）

题 号	一	二	三	四	五	六	七	八	总 分
得 分									
评卷人									

一、名词解释（每小题 4 分，共 20 分）

1、数字图像

2、图像锐化

3、灰度共生矩阵

4、细化

5、无失真编码

二、简答题（本大题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分）

1、简述数字图像处理的主要内容。

2、简述灰度分辨率、空间分辨率与图像质量的关系。

3、根据图像处理运算的输入信息和输出信息的类型，图像处理算法可分为哪三大类？并各举一个例子。

4、简述采样和量化的一般原则。

三、计算分析题（本大题 5 小题，共 60 分）

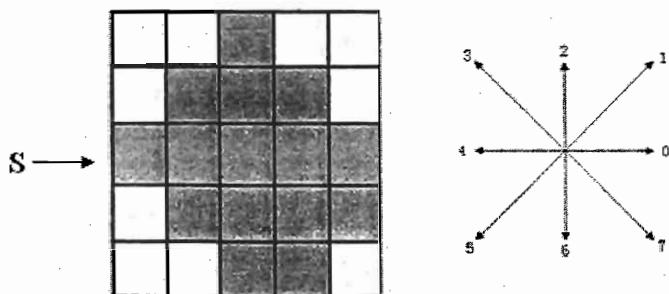
1、利用 3x3 窗口对下图进行均值滤波与中值滤波（均值滤波请 4 舍 5 入取整数），并分析两种滤波方法的不同适合情况。（10 分）

3	4	3	2	1
1	2	50	4	5
3	65	2	2	3
4	4	45	56	2
1	5	1	4	1

2、利用拉普拉斯算子对下图进行锐化滤波，并写出你所采用的拉普拉斯算子。（12 分）

5	4	3	2	1
1	2	3	4	5
3	3	2	2	3
4	4	5	5	2
1	5	1	4	1

3、下面栅格图像中有一面状地物，其空间分辨率为 20m，请写出 S 为起点、顺时针方向的边界链状编码，并根据链状编码计算其圆形度 C（周长平方面积比）。（10 分）



栅格图像及方向链码

4、设一幅灰度级为 8（分别用 S0、S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7 表示）的图像中，各灰度所对应的概率分别为 0.40、0.18、0.10、0.10、0.07、0.06、0.05、0.04。现对其进行哈夫曼编码，并计算其编码效率。（18 分）

5、写出下面的图像进行区域生长的过程和结果。其中，种子选择准则：最亮的点；相似性准则：新加入像素值与已生长的区域的平均值小于 2，且为 4 连通。终止准则：没有像素加入。（10 分）

3	3	4	7	6	4	5	2
4	4	8	9	7	4	3	3
2	3	4	8	4	4	5	4
2	4	3	7	7	4	5	4
4	3	4	8	9	8	3	3
2	4	4	2	7	2	5	2
4	4	3	2	6	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

2009-2010 年第 2 学期 图像处理考试题

一、填空题 (每题 1 分, 共 15 分)

1. 列举数字图像处理的三个应用领域 医学、天文学、军事
2. 存储一幅大小为 1024×1024 , 256 个灰度级的图像, 需要 8M bit。
3. 亮度鉴别实验表明, 韦伯比越大, 则亮度鉴别能力越 差。
4. 直方图均衡化适用于增强直方图呈 尖峰 分布的图像。
5. 依据图像的保真度, 图像压缩可分为 无损压缩 和 有损压缩。
6. 图像压缩是建立在图像存在 编码冗余、像素间冗余、心理视觉冗余 三种冗余基础上。
7. 对于彩色图像, 通常用以区别颜色的特性是 色调、饱和度和 亮度。
8. 对于拉普拉斯算子运算过程中图像出现负值的情况, 写出一种标定方法:
平移 $(g(x,y) - g_{min}) * 255 / (g_{max} - g_{min})$

二、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. 采用幂次变换进行灰度变换时, 当幂次取大于 1 时, 该变换是针对如下哪一类图像进行增强。(B)
A 图像整体偏暗 B 图像整体偏亮
C 图像细节淹没在暗背景中 D 图像同时存在过亮和过暗背景
2. 图像灰度方差说明了图像哪一个属性。(B)
A 平均灰度 B 图像对比度
C 图像整体亮度 D 图像细节
3. 计算机显示器主要采用哪一种彩色模型 (A)
A. RGB B. CMY 或 CMYK C. HSI D. HSV
4. 采用模板 $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}^T$ 主要检测 (A) 方向的边缘。
A. 水平 B. 45° C. 垂直 D. 135°
5. 下列算法中属于图像锐化处理的是: (C)
A. 低通滤波 B. 加权平均法 C. 高通滤波 D. 中值滤波
6. 维纳滤波器通常用于 (C)
A. 去噪 B. 减小图像动态范围 C. 复原图像 D. 平滑图像
7. 彩色图像增强时, BC 处理可以采用 RGB 彩色模型。
A. 直方图均衡化 B. 同态滤波
C. 加权均值滤波 D. 中值滤波
8. B 滤波器在对图像复原过程中需要计算噪声功率谱和图像功率谱。
A. 逆滤波 B. 维纳滤波

C. 约束最小二乘滤波 D. 同态滤波

9、高通滤波后的图像通常较暗，为改善这种情况，将高通滤波器的转移函数加上一常数以便引入一些低频分量。这样的滤波器叫 B。

A. 巴特沃斯高通滤波器

B. 高频提升滤波器

C. 高频加强滤波器

D. 理想高通滤波器

10、图象与灰度直方图间的对应关系是 B

A. 一一对应

B. 多对一

C. 一对多

D. 都不

三、判断题（每题 1 分，共 10 分）

得分

- 1、马赫带效应是指图像不同灰度级条带之间在灰度交界处存在的毛边现象。(✓)
- 2、高斯低通滤波器在选择小的截止频率时存在振铃效应和模糊现象。(X)
- 3、均值平滑滤波器可用于锐化图像边缘。(X)
- 4、高频加强滤波器可以有效增强图像边缘和灰度平滑区的对比度。(✓)
- 5、图像取反操作适用于增强图像主体灰度偏亮的图像。(X)
- 6、彩色图像增强时采用 RGB 模型进行直方图均衡化可以在不改变图像颜色的基础上对图像的亮度进行对比度增强。(X)
- 7、变换编码常用于有损压缩。(✓)
- 8、同态滤波器可以同时实现动态范围压缩和对比度增强。(✓)
- 9、拉普拉斯算子可用于图像的平滑处理。(X)
- 10、当计算机显示器显示的颜色偏蓝时，提高红色和绿色分量可以对颜色进行校正。(✓)

四、简答题（每题 5 分，共 20 分）

得分

1、逆滤波时，为什么在图像存在噪声时，不能采用全滤波？试采用逆滤波原理说明，并给出正确的处理方法。

2、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。

3、简述梯度法与Laplacian 算子检测边缘的异同点？

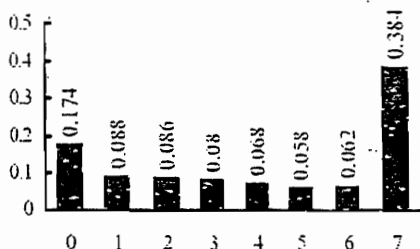
4、将高频加强和直方图均衡相结合是得到边缘锐化和对比度增强的有效方法。
上述两个操作的先后顺序对结果有影响吗？为什么？

五、问答题（共 35 分）

得分

1、设一幅图像有如图所示直方图，对该图像进行直方图均衡化，写出均衡化过程，并画出均衡化后的直方图。若在原图像一行上连续 8 个像素的灰度值分别为：0、1、2、3、4、5、6、7，则均衡后，他们的灰度值为多少？

（15 分）



2、对下列信源符号进行 Huffman 编码，并计算其冗余度和压缩率。(10 分)

符号	a1	a2	a3	a4	a5	a6
概率	0.1	0.4	0.06	0.1	0.04	0.3

3、理想低通滤波器的截止频率选择不恰当时，会有很强的振铃效应。试从原理上解释振铃效应的产生原因。(10 分)

参考答案

一、填空题（每题1分，共15分）

- 1、医学、天文学、军事
- 2、8M bit。
- 3、差。
- 4、尖峰。
- 5、无损压缩 和 有损压缩
- 6、编码冗余、像素间冗余、心理视觉冗余。
- 7、色调、饱和度
亮度。
- 8、
$$\frac{(g(x,y) - g_{\min}) * 255}{(g_{\max} - g_{\min})}$$

二、选择题（每题2分，共20分）

1-5 BBAAC 6-10 CCBBB

三、判断题（每题1分，共10分）

- 1、(☒) 2、(☒) 3、(☒) 4、(☒) 5、(☒) 6、(☒) 7、(☒) 8、(☒) 9、(☒) 10、(☒)

四、简答题（每题5分，共20分）

- 1、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。

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

由上式可以看到，即使我们知道退化函数，也可能无法准确复原未退化的图像。因为噪声是一个随机函数，其傅氏变换未知。当退化为0或非

常小的值， $N(u,v)/H(u,v)$ 之比很容易决定 $\hat{F}(u,v)$ 的值。一种解决该问

题的方法实现值滤波的频率时期接近原点值。

- 2、答：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。

- 3、答：梯度算子和 Laplacian 检测边缘对应的模板分别为

-1
1

(梯度算子)

-1	1
----	---

(Laplacian 算子)

	1	
1	-4	1
	1	

(2分)

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。(2分)

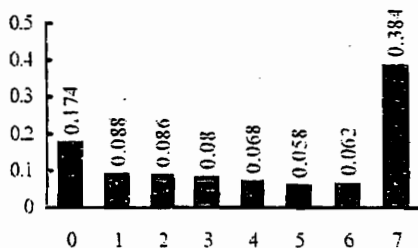
相同点都能用于检测边缘,且都对噪声敏感。(1分)

4、答: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极现象时,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,再进行高频加强,获得的图像边缘不突出,图像的对比度较差。

五、问答题 (共 35 分)

1、



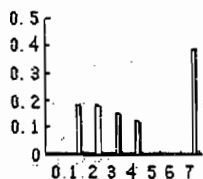
答: ① $s_k = \sum_{i=0}^k p(r_i)$, $k=0, 1, \dots, 7$, 用累积分布函数 (CDF) 作为变换函数

数 $T[r]$ 处理时, 均衡化的结果使动态范围增大。

r_i	$p_r(r_i)$	$s_{k\text{计}}$	$s_{k\#}$	s_k	$p_r(s_k)$
$r_0=0$	0.174	0.174	1/7	$s_0=1/7$	0.174
$r_1=1/7$	0.088	0.262	2/7		
$r_2=2/7$	0.086	0.348	2/7	$s_1=2/7$	0.174
$r_3=3/7$	0.08	0.428	3/7		

$r_4=4/7$	0.068	0.496	3/7	$s_2=3/7$	0.148
$r_5=5/7$	0.058	0.554	4/7		
$r_6=6/7$	0.062	0.616	4/7	$s_3=4/7$	0.120
$r_7=1$	0.384	1	1	$s_4=1$	0.384

②均衡化后的直方图:



③0、1、2、3、4、5、6、7 均衡化后的灰度值依次为 1、2、2、3、3、4、4、7

2、

符号	a1	a2	a3	a4	a5	a6
概率	0.1	0.4	0.06	0.1	0.04	0.3

解: 霍夫曼编码:

原始信源		信源简化			
符号	概率	1	2	3	4
a2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
a6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
a1	0.1	0.1	0.2	0.3	
a4	0.1	0.1	0.1		
a3	0.06	0.1			
a5	0.04				

霍夫曼简化后的信源编码:

从最小的信源开始一直到原始的信源

Original source			Source reduction			
Sym.	Prob.	Code	1	2	3	4
a_2	0.4	1	0.4 1	0.4 1	0.4 1	0.6 0
a_6	0.3	00	0.3 00	0.3 00	0.3 00	0.4 1
a_1	0.1	011	0.1 011	0.2 010	0.3 01	
a_4	0.1	0100	0.1 0100	0.1 011		
a_3	0.06	01010	0.1 0101			
a_5	0.04	01011				

编码的平均长度:

$$L_{avg} = (0.4)(1) + (0.3)(2) + (0.1)(3) + (0.1)(4) + (0.06)(5) + (0.04)(5) = 2.2 \text{ bit / 符号}$$

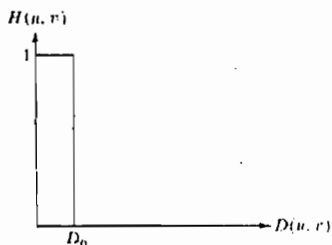
$$\text{压缩率: } C_R = \frac{n_1}{L_{avg}} = \frac{3}{2.2} \approx 1.364$$

$$\text{冗余度: } R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 1 - \frac{1}{1.364} \approx 0.2669$$

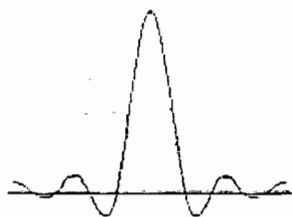
3、答: 理想低通滤波器 (频域) 的传递函数为:

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

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。

2007-2008 第二学期《数字图像处理》考试试题

一、单项选择题(从下列各题四个备选答案中选出一个正确答案,并将其代号填在题前的括号内。答案选错或未作选择者,该题不得分。每小题 1 分,共 10 分)

- () 1. 一幅灰度级均匀分布的图象,其灰度范围在 $[0, 255]$,则该图象的信息量为:
a. 0 b. 255 c. 6 d. 8
- () 2. 图象与灰度直方图间的对应关系是:
a. 一一对应 b. 多对一 c. 一对多 d. 都不对
- () 3. 下列算法中属于局部处理的是:
a. 灰度线性变换 b. 二值化 c. 傅立叶变换 d. 中值滤波
- () 4. 下列算法中属于点处理的是:
a. 梯度锐化 b. 二值化 c. 傅立叶变换 d. 中值滤波
- () 5. 一曲线的方向链码为 12345,则曲线的长度为
a. 5 b. 4 c. 5.83 d. 6.24
- () 6. 下列算法中属于图象平滑处理的是:
a. 梯度锐化 b. 直方图均衡 c. 中值滤波 d. Laplacian 增强
- () 7. 下列图象边缘检测算子中抗噪性能最好的是:
a. 梯度算子 b. Prewitt 算子 c. Roberts 算子 d. Laplacian 算子
- () 8. 采用模板 $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$ 主要检测____方向的边缘。
a. 水平 b. 45° c. 垂直 d. 135°
- () 9. 二值图象中分支点的连接数为:
a. 0 b. 1 c. 2 d. 3
- () 10. 对一幅 100×100 像元的图象,若每像元用 8 bit 表示其灰度值,经霍夫曼编码后压缩图象的数据量为 40000bit,则图象的压缩比为:
a. 2:1 b. 3:1 c. 4:1 d. 1:2

二、填空题(每空 1 分,共 15 分)

1. 图像锐化除了在空间域进行外,也可在_____进行。
2. 图像处理中常用的两种邻域是_____和_____。
3. 直方图修正法包括_____和_____两种方法。
4. 常用的灰度内插法有_____、_____和_____。
5. 多年来建立了许多纹理分析法,这些方法大体可分为_____和结构分析法两大类。
6. 低通滤波法是使_____受到抑制而让_____顺利通过,从而实现图像平滑。
7. 检测边缘的 Sobel 算子对应的模板形式为_____和_____。
8. 一般来说,采样间距越大,图象数据量_____,质量_____;反之亦然。

三、名词解释(每小题 3 分,共 15 分)

1. 数字图像
2. 图像锐化
3. 灰度共生矩阵
4. 细化
5. 无失真编码

四、判断改错题(下列命题是否正确,正确的就在题号前的括弧内打“√”,错误的打“×”)

并改正。每小题 2 分，共 10 分)

- () 1. 灰度直方图能反映一幅图像各灰度级像元占图像的面积比。
 () 2. 直方图均衡是一种点运算，图像的二值化则是一种局部运算。
 () 3. 有选择保边缘平滑法可用于边缘增强。
 () 4. 共点直线条群的 Hough 变换是一条正弦曲线。
 () 5. 边缘检测是将边缘像元标识出来的一种图像分割技术。

五、简答题 (每小题 5 分，共 20 分)

- 简述线性位移不变系统逆滤波恢复图像原理。
- 图像锐化与图像平滑有何区别与联系?
- 伪彩色增强与假彩色增强有何异同点?
- 梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点?

六、计算题 (共 30 分，每小题分标在小题后)

- 对数字图像 $f(i, j)$ (图象 1) 进行以下处理，要求:

- 计算图像 $f(i, j)$ 的信息量。(10 分)

$$g(i, j) = \begin{cases} 0 & f(i, j) < 5 \\ 1 & f(i, j) \geq 5 \end{cases}$$

- 按下式进行二值化，计算二值化图象的欧拉数。(10 分)

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

- 计算 $f(i, j)$ 与 $g(i, j)$ 的 0 度的灰度共生矩阵。(10 分)

参考答案及评分标准

一、单项选择题 (每小题 1 分，共 10 分)

参考答案及评分标准

一、单项选择题（每小题 1 分，共 10 分）

1. d 2. b 3. d 4. b 5. d
6. c 7. b 8. c 9. d 10. a

二、填空题（每空 1 分，共 15 分）

- 频率域
- 4-邻域 8-邻域（不分先后）
- 直方图均衡 直方图规定化（不分先后）
- 最近邻元法 双线性内插法（双）三次内插法（不分先后）
- 统计分析法
- 高频成分 低频成分
- （不分先后）

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

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

8. 少 差

三、名词解释（每小题 3 分，共 15 分）

- 数字图像是将一幅画面在空间上分割成离散的点（或像元），各点（或像元）的灰度值经量化用离散的整数来表示，形成计算机能处理的形式。
- 图像锐化是增强图像的边缘或轮廓。
- 从图像灰度为 i 的像元出发，沿某一方向 θ 、距离为 d 的像元灰度为 j 同时出现的概率 $P(i, j, \theta, d)$ ，这样构成的矩阵称灰度共生矩阵。
- 细化是提取线宽为一个像元大小的中心线的操作。
- 无损真编码是指压缩图像经解压可以恢复原图像，没有任何信息损失的编码技术。

四、判断改错题（每小题 2 分，共 10 分）

- (√)
- (×)

改正：直方图均衡是一种点运算，图像的二值化也是一种点运算。

或：直方图均衡是一种点运算，图像的二值化不是一种局部运算。

- (×)

改正：有选择保边缘平滑法不可用于边缘增强。

或：有选择保边缘平滑法用于图像平滑（或去噪）。

- (√)
- (√)

五、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

- 设退化图像为 $g(x, y)$ ，其傅立叶变换为 $G(u, v)$ ，若已知逆滤波器为 $1/H(u, v)$ 则对 $G(u, v)$ 作逆滤波得

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v) \quad (2 \text{ 分})$$

对上式作逆傅立叶变换得逆滤波恢复图像 $f(x, y)$

$$f(x, y) = \text{IDFT}[F(u, v)]$$

以上就是逆滤波恢复图象的原理。(2分)

若存在噪声, 为避免 $H(u, v) = 0$, 可采用两种方法处理。(0.5分)

①在 $H(u, v) = 0$ 时, 人为设置 $1/H(u, v)$ 的值;

②使 $1/H(u, v)$ 具有低通性质。即

$$H^{-1}(u, v) = 1/H(u, v) \quad \text{当 } D \leq D_0$$

$$H^{-1}(u, v) = 0 \quad \text{当 } D > D_0 \quad (0.5分)$$

2. 图象锐化是用于增强边缘, 导致高频分量增强, 会使图象清晰;(2分)

图象平滑用于去噪, 对图象高频分量即图象边缘会有影响。(2分)

都属于图象增强, 改善图象效果。(1分)

3. 伪彩色增强是对一幅灰度图象经过三种变换得到三幅图象, 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象不同的彩色图像; 主要差异在于处理对象不同。(4分)

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。(1分)

4. 梯度算子和 Laplacian 检测边缘对应的模板分别为

-1
1

-1	1
----	---

	1	
1	-4	1
	1	

(梯度算子)

(Laplacian 算子)

(2分)

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。(2分)

相同点都能用于检测边缘, 且都对噪声敏感。(1分)

六、计算题 (共 30 分, 每小题分标在小题后)

1. 1) 统计图象 1 各灰度级出现的频率结果为

$$p(0) = 5/64 \approx 0.078; \quad p(1) = 12/64 \approx 0.188; \quad p(2) = 16/64 = 0.25; \quad p(3) = 9/64 \approx 0.141$$

$$p(4) = 1/64 \approx 0.016; \quad p(5) = 7/64 \approx 0.109; \quad p(6) = 10/64 \approx 0.156; \quad p(7) = 4/64 \approx 0.063$$

(4分, 每个 1分)

信息量为

$$H = -\sum_{i=0}^7 P(i) \log_2 P(i)$$

$$\approx 2.75(\text{bit})$$

(写出表达式 3分; 结果正确 3分)

2) 对于二值化图象,

若采用 4-连接, 则连接成分数为 4, 孔数为 1, 欧拉数为 $4-1=3$; (5分)

若采用 8-连接, 则连接成分数为 2, 孔数为 2, 欧拉数为 $2-2=0$;

(5分)

2. 图像 2 在 $\Delta x=1, \Delta y=0$ 度的灰度共生矩阵为

$$\begin{matrix} 1/12 & 1/24 & 1/24 & 1/12 \\ 1/24 & 0 & 1/12 & 1/12 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1/24 & 0 & 1/12 & 1/12 \end{matrix}$$

(共 10 分, 每错一处扣 1 分)

2007 级“数字图像处理”试题及答案 [原创 2008-07-02 17:49:06]

我顶 学号: 大 中 小

一、填空题(每小题 2 分, 本题共 20 分)

1. 图像与灰度直方图间的对应关系是多对一;
2. 下列算法中 a. 梯度锐化 b. 二值化 c. 傅立叶变换 d. 中值滤波, 属于点处理的是 b 二值化;
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: 1、在 HIS 模型中亮度分量与色度分量是分开的; 2、色调与饱和度的概念与人的感知联系紧密。;
4. 若将一幅灰度图像中的对应直方图中偶数项的像素灰度均用相应的对应直方图中奇数项的像素灰度代替 (设灰度级为 256), 所得到的图像将亮度增加, 对比度减少;
5. MATLAB 函数 fspecial(type, parameters) 常用类型有: average、gaussian、laplacian、prewitt、sobel、unsharp;
6. 检测边缘的 Sobel 算子对应的模板形式为:
-1 -2 -1
0 0 0
1 2 1
-1 0 1
-2 0 2
-1 0 1
7. 写出 4-链码 10103322 的形状数: 03033133;
8. 源数据编码与解码的模型中量化器(Quantizer)的作用是减少心里视觉 冗余;
9. MPEG4 标准主要编码技术有 DCT 变换、小波变换等;
10. 图像复原和图像增强的主要区别是图像增强主要是一个主观过程, 而图像复原主要是一个客观过程;

第 10 题: 图像增强不考虑图像是如何退化的, 而图像复原需知道图像退化的机制和过程等先验知识

二、名词解释(每小题 5 分, 本题共 20 分)

1、数字图像

数字图像是指由被称作像素的小块区域组成的二维矩阵。将物理图像行列划分后, 每个小块区域称为像素 (pixel)。

数字图像处理

指用数字计算机及其它有关数字技术, 对图像施加某种运算和处理, 从而达到某种预想目的的技术。

2、8-连通的定义

对于具有值 V 的像素 p 和 q, 如果 q 在集合 N8(p) 中, 则称这两个像素是 8-连通的。

3、灰度直方图

灰度直方图是指反映一幅图像各灰度级像元出现的频率。

4、中值滤波

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, 中间值作为当前像元的输出值。

像素的邻域

邻域是指一个像素 (x, y) 的邻近 (周围) 形成的像素集合。即 $\{(x=p, y=q) \mid p, q \text{ 为任意整数}\}$ 。

像素的四邻域

像素 $p(x, y)$ 的 4-邻域是: $(x+1, y), (x-1, y), (x, y+1), (x, y-1)$

三、简答题 (每小题 10 分, 本题共 30 分):

1. 举例说明直方图均衡化的基本步骤。

直方图均衡化是通过灰度变换将一幅图像转换为另一幅具有均衡直方图, 即在每个灰度级上都具有相同的像素点数的过程。

直方图均衡化变换: 设灰度变换 $s=f(r)$ 为斜率有限的非减连续可微函数, 它将输入图像 $I_i(x, y)$ 转换为输出图像 $I_o(x, y)$, 输入图像的直方图为 $H_i(r)$, 输出图像的直方图为 $H_o(s)$, 则根据直方图的含义, 经过灰度变换后对应的小面积元相等: $H_o(s)ds = H_i(r)dr$

直方图修正的例子

假设有一幅图像, 共有 64 (64 个像素, 8 个灰度级, 进行直方图均衡化处理。

根据公式可得:

$$s_2 = 0.19 + 0.25 + 0.21 = 0.65, s_3 = 0.19 + 0.25 + 0.21 + 0.16 = 0.81, s_4 = 0.89, s_5 = 0.95, s_6 = 0.98, s_7 = 1.00$$

由于这里只取 8 个等间距的灰度级, 变换后的 s 值也只能选择最靠近的一个灰度级的值。因此, 根据上述计算值可近似地选取:

$$s_0 \approx 1/7, s_1 \approx 3/7, s_2 \approx 5/7, s_3 \approx 6/7, s_4 \approx 6/7, s_5 \approx 1, s_6 \approx 1, s_7 \approx 1.$$

可见, 新图像将只有 5 个不同的灰度等级, 于是我们可以重新定义其符号:

$$s'_0 = 1/7, s'_1 = 3/7, s'_2 = 5/7, s'_3 = 6/7, s'_4 = 1.$$

因为由 $r=0$ 经变换映射到 $s_0=1/7$, 所以有 $n_0=790$ 个像素取 s_0 这个灰度值; 由 $r=3/7$ 映射到 $s_1=3/7$, 所以有 1023 个像素取 s_1 这一灰度值; 依次类推, 有 850 个像素取 $s_2=5/7$ 这一灰度值; 由于 r_3 和 r_4 均映射到 $s_3=6/7$ 这一灰度值, 所以有 $656+329=985$ 个像素都取这一灰度值; 同理, 有 $245+122+81=448$ 个像素都取 $s_4=1$ 这一灰度值。上述值除以 $n=4096$, 便可以得到新的直方图。

2. 简述 JPEG 的压缩过程, 并说明压缩的有关步骤中分别减少了哪种冗余?

答: 分块 \rightarrow 颜色空间转换 \rightarrow 零偏置转换 \rightarrow DCT 变换 \rightarrow 量化 \rightarrow 符号编码。颜色空间转换, 减少了心理视觉冗余; 零偏置转换, 减少了编码冗余; 量化减少了心理视觉冗余; 符号编码由于是霍夫曼编码加行程编码, 因此即减少了编码冗余 (霍夫曼编码) 又减少了像素冗余 (行程编码)。

JPEG2000 的过程: 图像分片、直流电平 (DC) 位移, 分量变换, 离散小波变换、量化, 熵编码。

3. Canny 边缘检测器

答: Canny 边缘检测器是使用函数 edge 的最有效边缘检测器。该方法总结如下: 1. 图像使用带有指定标准偏差 σ 的高斯滤波器来平滑, 从而可以减少噪声。2. 在每一点处计算局部梯度 $g(x, y) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$ 和边缘方向 $\alpha(x, y) = \arctan(G_y/G_x)$ 。边缘点定义为梯度方向上其强度局部最大的点。3. 第 2 条中确定的边缘点会导致梯度幅度图像中出现脊。然后, 算法追踪所有脊的顶部, 并将所有不在脊的顶部的像素设为零, 以便在输出中给出一条细线, 这就是众所周知的非最大值抑制处理。脊像素使用两个阈值 T_1 和 T_2 做阈

值处理, 其中 $T1 < T2$ 。值大于 $T2$ 的脊像素称为强边缘像素, $T1$ 和 $T2$ 之间的脊像素称为弱边缘像素。4、最后, 算法通过将 8 连接的弱像素集成到强像素, 执行边缘链接。

四、计算题(每小题 8 分,本题共 16 分)

1.

2、设有一信源 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ ，对应概率 $P = \{0.5, 0.1875, 0.1875, 0.125\}$ 。

(1) 进行霍夫曼编码(要求大概率的赋码字 0, 小概率的赋码字 1), 给出码字、平均码长、编码效率;

(2)对码串 101010110101101100000111110011 解码.

x1	0.5				0	+		
x2	0.1875							1
x3	0.1875	100	+	0.3125	10	+	0.5	1
x4	0.125	101		0.1875	11			

X1:0

X2:11

X3:100

X4:101

平均码长:

$$1*0.5+2*0.1875+3*0.1875+3*0.125 = 1.8125$$

编码效率:

信息熵/平均码长

101 0 101 101 0 11 0 11 0 0 0 00 11 11 0 0 11

$x_4 \quad x_1 \quad x_4 \quad x_4 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_1 \quad x_1 \quad x_1 \quad x_1 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_2 \quad x_1 \quad x_1 \quad x_2$

五、应用题(每小题 14 分,从下面两小题中任意选做一题,本题共 14 分)

1. 根据所学过的图像处理和分析方法, 设计一套算法流程来实现汽车牌照的定位和数字的识别(给出设计思想即可)。

答：要点：

Step 1: 定位汽车牌照。

通过高通滤波,得到所有的边缘,对边缘细化(但要保持连通关系),找出所有封闭的边缘,对封闭边缘求多边形逼近。在逼近后的所有4边形中,找出尺寸与牌照大小相同的四边形。牌照被定位。

Step 2: 识别数字。

对牌照区域中的细化后的图像对象进行识别（如前面所介绍的矩阵模糊识别法等）。

2、试设计一套算法来实现染色体（图像见下图）的统计与识别（给出算法思想即可）。

《数字图像处理》试题及答案

一、填空题(每小题 2 分,本题共 20 分)

1. 图像与灰度直方图间的对应关系是多对一;
2. 下列算法中 a.梯度锐化 b.二值化 c.傅立叶变换 d.中值滤波, 属于点处理的是 b 二值化;
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:1、在 HIS 模型中亮度分量与色度分量是分开的; 2、色调与饱和度的概念与人的感知联系紧密。;
4. 若将一幅灰度图像中的对应直方图中偶数项的像素灰度均用相应的对应直方图中奇数项的像素灰度代替 (设灰度级为 256), 所得到的图像将亮度增加, 对比度减少;
5. MATLAB 函数 fspecial(type,parameters)常用类型有:average 、 gaussian、 laplacian、 prewitt、 sobel、 unsharp;
6. 检测边缘的 Sobel 算子对应的模板形式为:
-1 -2 -1
0 0 0
1 2 1
-1 0 1
-2 0 2
-1 0 1

7. 写出 4-链码 10103322 的形状数:03033133;
8. 源数据编码与解码的模型中量化器(Quantizer)的作用是减少心里视觉 冗余;
9. MPEG4 标准主要编码技术有 DCT 变换、小波变换等;
10. 图像复原和图像增强的主要区别是图像增强主要是一个主观过程, 而图像复原主要是一个客观过程;

第 10 题: 图像增强不考虑图像是如何退化的,而图像复原需知道图像退化的机制和过程等先验知识

二、名词解释(每小题 5 分,本题共 20 分)

1、数字图像

数字图像是指由被称作像素的小块区域组成的二维矩阵。将物理图像行列划分后, 每个小块区域称为像素 (pixel)。

数字图像处理

指用数字计算机及其它有关数字技术, 对图像施加某种运算和处理, 从而达到某种预想目的的技术。

2、8-连通的定义

-对于具有值 V 的像素 p 和 q,如果 q 在集合 N8(p)中,则称这两个像素是 8-连通的。

3、灰度直方图

灰度直方图是指反映一幅图像各灰度级像元出现的频率。

4、中值滤波

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, 中间值作为当前像元的输出值。

像素的邻域

邻域是指一个像元 (x, y) 的邻近 (周围) 形成的像元集合。即{ (x=p,y=q) } p、q 为任意整数。

像素的四邻域

像素 p(x,y) 的 4-邻域是:(x+1,y),(x-1,y),(x,y+1),(x,y-1)

三、简答题(每小题 10 分,本题共 30 分):

1. 举例说明直方图均衡化的基本步骤。

直方图均衡化是通过灰度变换将一幅图像转换为另一幅具有均衡直方图, 即在每个灰度级上都具有

相同的像素点数的过程。

直方图均衡化变换：设灰度变换 $s=f(r)$ 为斜率有限的非减连续可微函数，它将输入图像 $I_i(x, y)$ 转换为输出图像 $I_o(x, y)$ ，输入图像的直方图为 $H_i(r)$ ，输出图像的直方图为 $H_o(s)$ ，则根据直方图的含义，经过灰度变换后对应的小面积元相等： $H_o(s)ds=H_i(r)dr$

直方图修正的例子

假设有一幅图像，共有 64(64 个像素，8 个灰度级，进行直方图均衡化处理。

根据公式可得：

$$s_2=0.19+0.25+0.21=0.65, s_3=0.19+0.25+0.21+0.16=0.81, s_4=0.89,s_5=0.95, s_6=0.98, s_7=1.00$$

由于这里只取 8 个等间距的灰度级，变换后的 s 值也只能选择最靠近的一个灰度级的值。因此，根据上述计算值可近似地选取：

$$S_0\approx 1/7, s_1\approx 3/7, s_2\approx 5/7, s_3\approx 6/7, s_4\approx 6/7, s_5\approx 1, s_6\approx 1, s_7\approx 1。$$

可见，新图像将只有 5 个不同的灰度等级，于是我们可以重新定义其符号：

$$S_0'=1/7, s_1'=3/7, s_2'=5/7, s_3'=6/7, s_4'=1。$$

因为由 $r_0=0$ 经变换映射到 $s_0=1/7$ ，所以有 $n_0=790$ 个像素取 s_0 这个灰度值；由 $r_1=3/7$ 映射到 $s_1=3/7$ ，所以有 1023 个像素取 s_1 这一灰度值；依次类推，有 850 个像素取 $s_2=5/7$ 这一灰度值；由于 r_3 和 r_4 均映射到 $s_3=6/7$ 这一灰度值，所以有 $656+329=985$ 个像素都取这一灰度值；同理，有 $245+122+81=448$ 个像素都取 $s_4=1$ 这一灰度值。上述值除以 $n=4096$ ，便可以得到新的直方图。

2. 简述 JPEG 的压缩过程，并说明压缩的有关步骤中分别减少了哪种冗余？

答：分块—>颜色空间转换—>零偏置转换—>DCT 变换—>量化—>符号编码。颜色空间转换，减少了心理视觉冗余；零偏置转换，减少了编码冗余；量化减少了心理视觉冗余；符号编码由于是霍夫曼编码加行程编码，因此即减少了编码冗余（霍夫曼编码）又减少了像素冗余（行程编码）。

J P E G 2000 的过程：图像分片、直流电平（DC）位移，分量变换，离散小波变换、量化，熵编码。

3、Canny 边缘检测器

答：Canny 边缘检测器是使用函数 edge 的最有效边缘检测器。该方法总结如下：1、图像使用带有指定标准偏差 σ 的高斯滤波器来平滑，从而可以减少噪声。2、在每一点处计算局部梯度 $g(x,y)=[G_2x+G_2y]^{1/2}$ 和边缘方向 $\alpha(x,y)=\arctan(G_y/G_x)$ 。边缘点定义为梯度方向上其强度局部最大的点。3、第 2 条中确定的边缘点会导致梯度幅度图像中出现脊。然后，算法追踪所有脊的顶部，并将所有不在脊的顶部的像素设为零，以便在输出中给出一条细线，这就是众所周知的非最大值抑制处理。脊像素使用两个阈值 T_1 和 T_2 做阈值处理，其中 $T_1<T_2$ 。值大于 T_2 的脊像素称为强边缘像素， T_1 和 T_2 之间的脊像素称为弱边缘像素。4、最后，算法通过将 8 连接的弱像素集成到强像素，执行边缘链接。

四、计算题(每小题 8 分,本题共 16 分)

1、

2、设有一信源 $X=\{x_1,x_2,x_3,x_4\}$ ，对应概率 $P=\{0.5,0.1875,0.1875,0.125\}$ 。

(1)进行霍夫曼编码(要求大概率的赋码字 0，小概率的赋码字 1)，给出码字，平均码长，编码效率；

(2)对码串 10101011010110000011110011 解码。

x1	0.5		0	+			
X2	0.1875				1		
X3	0.1875	100	+	0.3125	10	+	0.5
X4	0.125	101		0.1875	11		

- X1:0
- X2:11
- X3:100
- X4:101

平均码长:

$1*0.5+2*0.1875+3*0.1875+3*0.125 = 1.8125$

编码效率:

信息熵/平均码长

101 0 101 1010 110 11 0 0 0 00 11110 0 11

X4 x1 x4 x4x1 x2 x1 x2 x1 x1 x1 x1 x1 x2 x2 x1 x1 x2

五、应用题(每小题 14 分, 从下面两小题中任意选做一题 , 本题共 14 分)

1. 根据所学过的图像处理和分析方法, 设计一套算法流程来实现汽车牌照的定位和数字的识别 (给出设计思想即可)。

答: 要点:

Step 1: 定位汽车牌照。

通过高通滤波, 得到所有的边缘, 对边缘细化 (但要保持连通关系), 找出所有封闭的边缘, 对封闭边缘求多边形逼近。在逼近后的所有 4 边形中, 找出尺寸与牌照大小相同的四边形。牌照被定位。

Step 2: 识别数字。

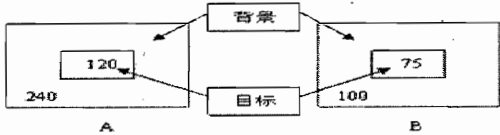
对牌照区域中的细化后的图像对象进行识别 (如前面所介绍的矩阵模糊识别法等)。

2. 试设计一套算法来实现染色体 (图像见下图) 的统计与识别 (给出算法思想即可)。

《数字图像处理》试题答案

1、如图所示, A 和 B 的图形完全一样, 其背景与目标的灰度值分别标注于图中,

请问哪一个目标人眼感觉更亮一些? 为什么? (10 分)



题 1 图

答: B 感觉更亮一些。

$$\therefore A: \frac{\Delta I}{I} = \frac{120}{240} = 0.5 \qquad B: \frac{\Delta I}{I} = \frac{30}{100} = 0.3 \quad (5 \text{ 分, 给出相对亮度概念即可给分})$$

目标比背景暗, 所以 $\frac{\Delta I}{I}$ 越大, 感觉越暗, 所以 A 更暗, 即 B 更亮一些。(5 分)

2、给出一维连续图像函数傅里叶变换的定义, 并描述空间频率的概念。(10 分)

答: 1 一维连续图像函数 $f(x)$ 的傅立叶变换定义为:

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp\{-j2\pi ux\} dx \quad (5 \text{ 分})$$

2 空间频率是指单位长度内亮度作周期变化的次数。(2 分) 对于傅立叶变换基函数 $\exp\{-j2\pi ux\} = \cos 2\pi(ux) - j \sin 2\pi(ux)$,

考虑 $\cos 2\pi(ux)$ 的最大值直线在坐标轴上的截距为 $1/u$, 则 $1/u$ 表示空间周期, u 即为空间频率。
(3 分)

3、已知 $f(x, y)$ 的图像数据如图所示, 请计算: (15 分)

a、 $f(x, y)$ 的离散傅里叶变换;

b、 $f(x, y)$ 的哈德玛变换。

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

题 3 图

$$\text{答: } F(u, v) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} f(x, y) \exp\{-j2\pi(ux + vy)/N\}$$

$$u, v = 0, 1, 2, 3 \quad \text{令 } W^{mn} = \exp\{-j2\pi mn/N\},$$

$$\text{则 } A_x = A_y = \begin{bmatrix} W^0 & W^0 & W^0 & W^0 \\ W^0 & W^1 & W^2 & W^3 \\ W^0 & W^2 & W^4 & W^6 \\ W^0 & W^3 & W^6 & W^9 \end{bmatrix},$$

$$F(u, v) = \frac{1}{4} A_x f A_y = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -j & -1 & j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & j & -1 & -j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -j & -1 & j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & j & -1 & -j \end{bmatrix}$$

(5 分)

$$= \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 44 & -10-10j & 0 & -10+10j \\ -2-2j & -2j & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2+2j & -2 & 0 & 2j \end{bmatrix}$$

$$A_c = A_R = \frac{1}{\sqrt{4}} H_4 = \frac{1}{2} H_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3 \text{ 分})$$

则 $f(x, y)$ 哈德玛变换为

$$T = A_{\text{conv}} A_k = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 44 & 0 & 0 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -4 & 0 & 0 & -4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 & 0 & 0 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (3 \text{分})$$

$$4、\text{写出频域拉普拉斯算子的传递函数，并说明掩模矩阵} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

对图像 $f(x,y)$ 的卷积与拉普拉斯算子对图像 $f(x,y)$ 运算结果之间的关系。(15 分)

答: $1 \ g(x,y) = \nabla^2 f(x,y)$

$$G(u,v) = F\{g(x,y)\} = F\{\nabla^2 f(x,y)\} = F\left\{\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}\right\}$$

$$= F\left\{\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\right\} + F\left\{\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}\right\}$$

$$= (j2\pi)^2 F(u,v) + (j2\pi)^2 F(u,v)$$

$$= -(2\pi)^2 (u^2 + v^2) F(u,v)$$

$$F(u,v) \xrightarrow{\quad} \boxed{H} \xrightarrow{\quad} G(u,v)$$

$$\therefore H = -(2\pi)^2 (u^2 + v^2) \quad (6 \text{分})$$

2 相当于原图像与拉普拉斯算子运算之差 (3 分)。 因为

$$\nabla^2 f(i,j) = f(i-1,j) + f(i+1,j) + f(i,j-1) + f(i,j+1) - 4f(i,j)$$

$$\text{拉普拉斯算子: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2 \text{分}) \text{ 所以:}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (4 \text{ 分})$$

5、如图为一幅 16 级灰度的图像。请写出均值滤波和中值滤波的 3x3 滤波器；说明这两种滤波器各自的特点；并写出两种滤波器对下图的滤波结果（只处理灰色区域，不处理边界）。（15 分）

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

题 5 图

答：均值滤波：

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2 \text{ 分})$$

中值滤波： $g(x, y) = \text{Median}[x_1, x_2, \dots, x_9]$ (2 分)

均值滤波可以去除突然变化的点噪声，从而滤除一定的噪声，但其代价是图像有一定程度的模糊；中值滤波容易去除孤立的点、线噪声，同时保持图像的边缘。（5 分）

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

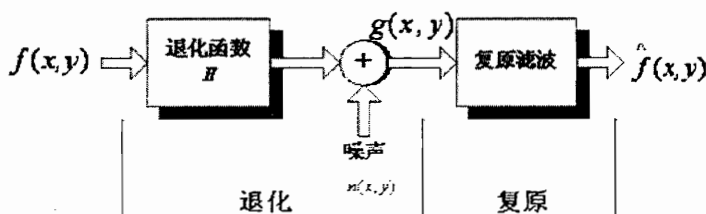
均值滤波：

(3 分)

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

中值滤波：

(3 分)



6、写出图像退化/复原的总体

模型；利用线性系统的相关知识，推导线性空不变条件下连续图像函数的退化模型。（10 分）

$\because g(x,y) = H[f(x,y)] + n(x,y)$ (5 分)

线性系统中: $g(x,y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha,\beta)h(x-\alpha,y-\beta)d\alpha d\beta + n(x,y)$

其中 $h(x,\alpha,y,\beta)$ 为系统 H 的冲激响应。

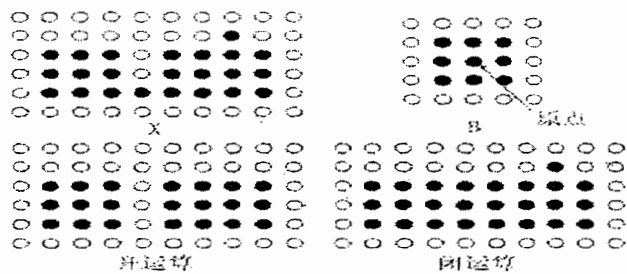
又空不变系统, 则 $H \cdot \delta(x-\alpha,y-\beta) = h(x-\alpha,y-\beta)$

$$g(x,y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha,\beta)h(x-\alpha,y-\beta)d\alpha d\beta + n(x,y)$$

$$= f(x,y) * h(x,y) + n(x,y) \quad (5 \text{ 分})$$

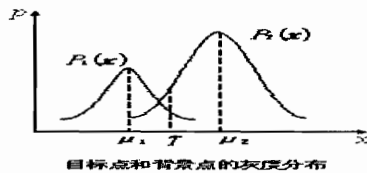
7、如图, X 是待处理图像, 黑点代表目标, 白点代表背景; B 是结构元素, 原点在中心。试分别给出 B 对 X 做开运算和闭运算的结果 (在图中涂黑目标点即可)。(10 分) (开运算和闭运算各 5 分)

题 7 图



8、设一幅灰度图像, 其目标和背景的像素点灰度呈正态分布, 灰度直方图如图所示。其中: $p_1(x)$ 、 μ_1 分别为目标点的灰度分布密度函数、均值; $p_2(x)$ 、 μ_2 分别为背景点的灰度分布密度函数、均值。并设目标点和背景点的方差均为 σ^2 , 目标点个数和图像总像点数的比为 1:2。T 是根据最小误差准则确定的最佳阈值。(15 分)

试证明:
$$T = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$



题 8 图证明: 整幅图像的密度函数为
$$S(x) = \frac{1}{2}p_1(x) + \frac{1}{2}p_2(x)$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma^2}\right\} + \frac{1}{2\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_2)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (5 \text{ 分})$$

以阈值 T 进行分割，灰度小于 T 的像点作为背景点，否则作为目标点。则总的误判概率为：

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^T p_2(x) dx + \frac{1}{2} \int_T^{\infty} p_1(x) dx \quad \text{阈值 } T \text{ 的选择应使总的误判概率最小，即}$$

$$\frac{\partial \varepsilon(T)}{\partial T} = 0, \text{ 则 (5 分) } -\frac{1}{2} p_1(T) + \frac{1}{2} p_2(T) = 0$$

$$\text{即} \quad \ln \frac{\sigma_2}{\sigma_1} - \frac{(T-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2} = -\frac{(T-\mu_2)^2}{2\sigma_1^2}$$

$$\text{当 } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2 \text{ 时, } \quad \therefore (T-\mu_1)^2 = (T-\mu_2)^2 \quad \therefore T = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \quad (5 \text{ 分, 需要给出详细证明过程})$$

【复习重点点比较杂，比较乱，总结得比较宽泛，

需要各人筛选记忆复习】

1. 什么是模拟图像与数字图像，二者有什么区别？

模拟图像:空间坐标和明暗程度连续变化的、计算机无法直接处理的图像，属于可见图像。三维空间连续，时间上连续，波谱上连续，可见物理图像。图像上信息是连续变化的模拟量。

数字图像:用计算机存储和处理的图像，是一种空间坐标和灰度均不连续，以离散数学原理表达的图像，在计算机内部，数字图像表现为二维矩阵属于不可见图像。

区别:模拟图像连续可见，不便于用计算机处理，也不便于图像的储存、传输；数字图像不连续不可见。

现软件和数字计算机，以完成图像信息处理的所有功能。

A.模拟图像处理与数字图像处理主要区别表现在哪些方面？

答:1)数学描述方法:模拟图像主要用连续数学方法，数字图像主要用离散数学方法。

2)图像分辨率表示:数字图像分辨率是指反映整个图像画面垂直和水平方向像素数乘积。模拟图像分辨率是指反映整个画面最多的扫描线数。

3)图像处理:数字图像是通过对模拟图像采样，量化等处理获得的，模拟图像处理的方式很少，往往只能进行简单的放大、缩小等，而数字图像的处理方式可以非常精确、灵活。数字图像处理再现性好，模拟图像的保存性较差，时间长了会有所变化，而数字图像不会因为保存、传输或复制而产生图像质量上的变化。但数字图像处理速度较慢，存储容量大。

4)图像传输:模拟图像以实物为载体，传输相对困难，而数字图像以数字信息为载体，传输相对较快

B.图像数字化:

将连续色调的模拟图像经采样量化后转换成数字影像的过程。

4. 数字图像处理主要应用有哪些？举例说明？

- 1) 航天和航空技术方面 如:遥感技术用于农作物长势监测，自然灾害监测、预报
- 2) 生物医学方面 如:利用电磁波谱成像分析系统诊断病情
- 3) 通信工程方面 如:电话、电视和计算机以三网合一的方式在数字通信网上传输
- 4) 工业和工程方面 如:CAD 和 CAM 技术，用于模具、零件制造和服装
- 5) 军事公安方面 如:各种侦察照片的判读，图片的判读分析，指纹识别，不完整图片的复原
- 6) 文化艺术方面 如:电视、多媒体、电影特技、游戏、动画制作

5. 什么是图像对比度？

定义:对比度=最大灰度值/最小灰度值。反映一幅图像中灰度方差大小。

6. 图像数字化包括哪两个过程？每个过程对数字化图像质量有何影响？

两个过程:

抽样:把时间上和空间上连续的图像转换为离散的抽样点，即像素。

量化:将抽样后所得的连续的像素值离散化为整数值。

对数字化图像质量的影响:

抽样间隔越大，所得图像像素数越少，图像空间分辨率越低，质量越差。反之图像质量好，但数据量大。

量化等级越多(灰度级数越多)，所得图像层次越丰富，灰度分辨率越高，质量越好，但数据量大。反之，图像质量差，会出现假轮廓现象，但数据量小。

7. 数字化图像的数据量与哪些因素有关？

有关因素:量化间隔和灰度级数。

量化间隔大数据量小，量化间隔小数据量大。灰度级数小数据量小；灰度级数大数据量大。

8. 什么是灰度直方图？有哪些应用？

直方图的定义:

定义1:一个灰度级别在范围 $[0, L-1]$ 的数字图像的直方图是一个离散函数

$$p(r_k) = nk/n$$

— n 是图像的像素总数

— nk 是图像中第 k 个灰度级的像素总数

— r_k 是第 k 个灰度级， $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$

定义2:一个灰度级别在范围 $[0, L-1]$ 的数字图像的直方图是一个离散函数

$$p(r_k) = nk \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

由于 r_k 的增量是1, 直方图可表示为: $p(k) = nk$ 即, 图象中不同灰度级像素出现的次数

应用:

①用于判断图像量化是否恰当;

$$A = \sum_{i \geq r} v_i$$

②用于确定图像二值化的阈值;

③当物体部分的灰度值比其他部分灰度值大时, 可利用直方图统计图像中物体的面积:

$$H = - \sum_{i=0}^{L-1} p_i \log_2 p_i$$

④计算图像信息量熵:

9. 灰度变换? 灰度变换的目的是什么? 有哪些实现方法。

灰度变换: 将一个灰度区间映射到另一个灰度区间的变换

目的: 提高对比度, 使图像动态范围加大, 图像对比度扩展, 图像清晰, 特征明显, 是图像增强的重要手段。

实现方法: 线性变换, 非线性变换, 分段变换

$$H = - \sum_{i=0}^{L-1} p_i \log_2 p_i$$

10. 图像熵和直方图有何关系?

利用直方图计算图像信息量熵

11. 统计图像的直方图, 并且计算熵?

熵反映了图像信息丰富的程度, 在图像编码处理中有重要意义。

假设一幅数字图像的灰度范围为 $[0, L-1]$, 各灰度级像素出现的概率为 P_0, P_1, \dots, P_{L-1} , 则该图像

$$H = - \sum_{i=0}^{L-1} P_i \log_2 P_i$$

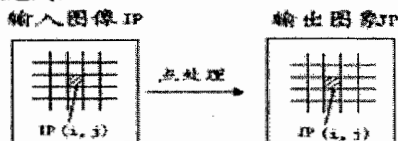
的平均信息量(熵)为:

12. 什么是点处理、局部处理、并行处理和串行处理?

点处理: 在局部处理中, 当输出值 $JP(i, j)$ 仅与 $IP(i, j)$ 有关, 则称为点处理

$$JP(i, j) = \phi_p(IP(i, j))$$

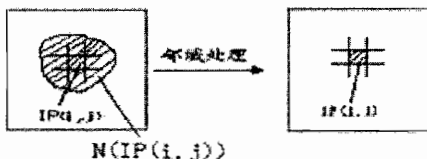
点处理计算表达式:



局部处理: 对输入图像 $IP(i, j)$ 处理时, 某一输出像素 $JP(i, j)$ 值由输入图像像素 (i, j) 及其邻域 $N(i, j)$ 中的像素值确定。这种处理称为局部处理。

$$JP(i, j) = \phi_N(N(IP(i, j)))$$

局部处理计算表达式:



$N(IP(i, j))$

并行运算: 指对图像中各个象素同时进行相同处理的运算方式, 运算快, 但只能用于处理的结果与处理的顺序无关的场合。

串行运算: 相对并行运算而言, 指的是在图像上按照规定的顺序逐个象素进行处理的运算的形式。

说明: 凡是在对邻域象素处理的基础上进行的处理方法都必须采用串行的运算形式, 同时必须规定处理的顺序, 处理的顺序不同会产生不同的结果。

13. 图像增强的目的是什么? 它包含哪些内容? 图像增强和图像复原之间有何区别与联系?

目的：改善图像的视觉效果；突出图像的特征，便于计算机处理(把图像处理成有利于后续处理的形式)。

1、图像增强的定义：是指对图像的某些特征，如边缘、轮廓、对比度进行强调或尖锐化，以便于显示、观察或进一步地分析与处理。

包含内容：

空域处理：点运算增强；直方图增强；空域模板滤波；彩色图像增强

频域处理：频域的平滑；频域的锐化

区别与联系：

图像增强不考虑图像是如何退化的，而是试图采用各种技术来增强图像的视觉效果。因此，图像增强可以不顾增强后的图像是否失真，只要看得舒服就行。而图像复原就完全不同，需知道图像退化的机制和过程等先验知识，据此找出一种相应的逆处理方法，从而得到复原的图像。

如果图像已退化，应先作复原处理，再作增强处理。二者的目的都是为了改善图像的质量。

14. 写出将具有双峰直方图的两个峰分别从23和155移到16和240的图像线性变换。

$$\because g(i, j) = a' + \frac{b' - a'}{b - a} [f(i, j) - a]$$

$$\therefore g(i, j) = 16 + \frac{240 - 16}{155 - 23} [f(i, j) - 23]$$

15. 直方图修正有哪两种方法？二者有何区别与联系？

方法：直方图均衡化和直方图规定化（直方图匹配）。

区别：

直方图均衡化：是把原始图像的灰度直方图从比较集中的某个灰度区间变成在全部灰度范围内的均匀分布。直方图均衡化就是重新分配图像像素值，使一定灰度范围内的像素数量大致相同。缺陷：

直方图均衡化只能产生唯一的一个结果，故不能用于交互方式的图像增强应用。

直方图规定化：将一幅图像通过灰度变换后，使其具有特定的直方图形式，如使图像与某一标准图像具有相同的直方图，或使图像具有某一特定函数形式的直方图。基本思想是变换直方图使之成为某个特定的形状，从而可以有控制地达到预定的目标。

联系：直方图均衡化主要用于增强动态范围偏小的图像反差，它能自动增强整个图像的对比度（全局均衡化的直方图），但是它的具体效果不易控制；而直方图规定化就是有选择的增强某个灰度范围内的对比度或使图像灰度值的分布满足特定的条件。

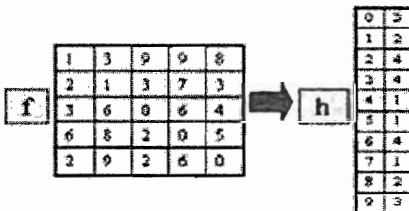
16. 直方图均衡化的实现

1	3	9	9	8
2	1	3	7	3
3	6	0	6	4
6	8	2	0	5
2	9	2	6	0

实现算法：

设 f 、 g 分别为原图像和处理后的图像。

1) 求出原图 f 的灰度直方图，设为 h 。 h 为一个256维的向量。（有256个灰度级， $L=256$ ）



2) 求出图像 f 的总体像素个数 $N_f = m \times n$ (m, n 分别为图像的长和宽)

计算每个灰度级的像素个数在整个图像中所占的百分比。 $hs(i) = h(i) / N_f$ ($i=0, 1, \dots, 255$)

0	3	0	0.12
1	2	1	0.20
2	4	2	0.36
3	4	3	0.16
4	1	4	0.04
5	1	5	0.04
6	4	6	0.16
7	1	7	0.04
8	2	8	0.08
9	3	9	0.12

$$hp(i) = \sum_{k=0}^i h(k) \quad i=1,2,\dots,255$$

3) 计算图像各灰度级的累计分布 hp。

0	0.12	0	0.12
1	0.20	1	0.20
2	0.36	2	0.36
3	0.16	3	0.52
4	0.04	4	0.56
5	0.04	5	0.60
6	0.16	6	0.76
7	0.04	7	0.80
8	0.08	8	0.88
9	0.12	9	1.00

4) 求出新图像 g 的灰度值。 $g = (L-1) \cdot hp(i) = 255 \cdot hp(i) \quad i=1,2,\dots,255 \quad g=0 \quad i=0$

0	0.12	51	133	255	255	224
1	0.20	92	51	133	204	133
2	0.36	133	194	0	194	143
3	0.16	194	224	92	0	153
4	0.04	92	255	92	194	0
5	0.04					
6	0.16					
7	0.04					
8	0.08					
9	0.12					

17. 什么是图像平滑？叙述均值滤波和中值滤波的原理。中值滤波有何特点？

图像平滑：为了抑制噪声改善图像质量所进行的处理

均值滤波器—邻域平均法：基本思想是用图像上点 (X,Y) 及其邻域像素的灰度平均值来代替点 (X,Y) 的灰度值。

设有一幅 $N \times N$ 的图像 $f(x,y)$ ，若平滑图像为 $g(x,y)$ ，则有

$$g(x,y) = \frac{1}{M} \sum_{i,j \in s} f(i,j)$$

式中 $x,y=0,1,\dots,N-1$;

s 为 (x,y) 邻域内像素坐标的集合;

M 表示集合 s 内像素的总数。

中值滤波：对一个滑动窗口内的诸像素灰度值排序，用中值代替窗口中心像素的原来灰度值。

邻域平均法缺点：降低噪声的同时使图像产生模糊，特别在边缘和细节处。

中值滤波特点：在去除噪音的同时，可以比较好地保留边的锐度和图像的细节。

中值滤波和邻域平均法的比较：

①中值滤波的效果无论从客观指标还是主观视觉效果上都远远超过邻域平均法；

②中值滤波后的图像边缘得到了较好的保护；

③超限中值滤波比一般中值滤波的效果要好。

18. 对下图做 3×3 的中值滤波处理和邻域平均处理，写出处理结果？

1	7	1	8	1	7	1	1
1	1	1	5	1	1	1	1
1	1	5	5	5	1	1	1
1	1	5	5	5	1	8	1
8	1	1	5	1	1	1	1
8	1	1	5	1	1	8	1
1	1	1	5	1	1	1	1
1	7	1	8	1	7	1	1

1	1	5	1	5	1	1	1
1	1	5	5	5	1	1	1
1	1	5	5	5	1	1	1
1	1	5	5	5	1	1	1
1	1	1	5	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	5	1	5	1	1	1

中值滤波处理后图像

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

邻域平均处理后图像

6	6	7	6	6	8	0	0
0	0	5	4	4	0	0	5
0	4	5	0	4	0	9	5
7	4	4	0	6	7	10	0
7	0	4	4	0	0	7	0
10	0	4	4	0	7	10	0
0	5	4	5	0	6	0	0
6	6	7	7	6	6	0	0

梯度图像

19. 多图像平均法为何能去掉噪声?

多图像平均法: 对同一景物的多幅图像取平均来消除噪声的方法。

$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y)$ $f(x, y)$ — 原始图像 $\eta(x, y)$ — 噪声, $E(\eta(x, y)) = 0$

$$\bar{g}(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M g_i(x, y)$$

这里, 噪声 $\eta(m, n)$ 是加性白噪声, 即均值为 0, 方差为 σ^2 , 且噪声与图像 $f(m, n)$ 不相关。

20. 图像锐化处理有几种方法? 计算上述图像的梯度图像。

方法: 空域处理: 空域模板滤波中的锐化滤波 (包括基本高通滤波, 高增益滤波, 微分滤波)

频域处理: 频率域锐化 (采用高通滤波器让高频成分通过, 阻止削弱低频成分, 达到图像锐化的目的。)

21. 试述频率域增强的步骤。频率域平滑与锐化的主要区别在哪里?

步骤: 思想: 通过滤波器函数以某种方式来修改图像的变换, 然后通过取结果的反变换来获得处理后的输出图像。

$$f(x, y) \xrightarrow{\text{傅立叶变换}} F(u, v) \rightarrow H(u, v) \rightarrow G(u, v) \xrightarrow{\text{傅立叶逆变换}} g(x, y)$$

主要区别: 在频率域增强技术中, 平滑主要是保留图像中的低频部分抑制高频部分, 锐化则保留图像的高频部分而削弱低频部分。

22. 什么是假彩色增强和伪彩色增强, 二者有什么区别?

假彩色增强: 对一幅自然彩色图像或同一景物的多光谱图像, 通过映射函数变换成新的三基色分量, 彩色合成使感兴趣目标呈现出与人眼视觉相匹配的颜色, 以提高对目标的分辨力。

伪彩色增强: 把黑白图像的各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色, 得到一幅彩色图像的技术, 目的是使图像细节更易辨认, 目标更容易识别。

区别:

伪彩色处理主要解决的是如何把灰度图变成伪彩色图的问题, 最简单的办法是选择对应于某一灰度值设一彩色值来替代, 可称之为调色板替代法。另外一种比较好的伪彩色处理方法是设定三个独立的函数, 给出一个灰度值, 便由计算机估算出一个相应的 RGB 值。

假彩色 (false color) 处理是把真实的自然彩色图像或遥感多光谱图像处理成假彩色图像。假彩色处理的主要用途是:

- (1) 景物映射成奇异彩色, 比本色更引人注目。
- (2) 适应人眼对颜色的灵敏度, 提高鉴别能力。可把细节丰富的物体映射成深浅与亮度不一的颜色。
- (3) 遥感多光谱图像处理成假彩色, 可以获得更多信息。

23. 何为图像复原? 图像复原与增强有何区别?

图像复原: 图像复原就是要尽可能恢复退化图像的本来面目, 它是沿图像退化的逆过程进行处理。典型的图像复原是根据图像退化的先验知识建立一个退化模型, 以此模型为基础, 采用各种逆退化处理方法进行恢复, 使图像质量得到改善。

图像复原和图像增强的区别: (见 13T)

24. 试述逆滤波复原的基本原理。它的主要难点是什么? 如何克服?

基本原理:

假定图像经过线性操作而退化, 先通过傅立叶变换将退化后且带有噪声的图像 $g(x)$ 变换成 $G(u, v)$, 在频率域中经过复原 ($G(u, v)/H(u, v)$) 操作后为 $F(u, v)$, 再通过傅立叶逆变换将 $F(u, v)$ 变换成 $f(x, y)$ 。

主要难点: 若噪声为零, 则采用逆滤波恢复法能完全再现原图像。若噪声存在, 而且 $H(u, v)$ 很小

或为零时，则噪声被放大。这意味着退化图像中小噪声的干扰在 $H(u, v)$ 较小时，会对逆滤波恢复的图像产生很大的影响，有可能使恢复的图像和 $f(x, y)$ 相差很大，甚至面目全非。

克服：1) 在 $H(u, v) = 0$ 及其附近，人为地仔细设置 $H^{-1}(u, v)$ 的值，使 $N(u, v) \cdot H^{-1}(u, v)$ 不会对产生太大影响。

2) 使 $H(u, v)$ 具有低滤波性质。

25. 图像几何校正一般包括哪两步？像素灰度内插有哪三种方法？

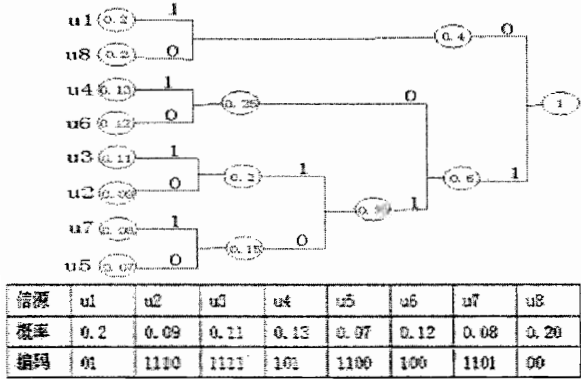
两步：①空间位置坐标变换 ②灰度级内插

三种方法：①最邻近插值法 ②双线性插值（一阶插值） ③高阶插值

$$X = \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 & u_8 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 & p_6 & p_7 & p_8 \end{bmatrix}, \text{其中 } p_1 = 0.2, p_2 = 0.09, p_3 = 0.11,$$

$p_4 = 0.13, p_5 = 0.07, p_6 = 0.12, p_7 = 0.08, p_8 = 0.20$ 。将该信源进行 Huffman 编码，并计算信源的熵。

Huffman 编码：



$$H = -\sum_{i=1}^8 p_i \log_2 p_i = 2.901$$

信源的熵：

27. 什么是图像分割，常用的图像分割方法有哪些？

图像分割：为后续工作有效进行而将图像划分为若干个有意义的区域的技术。将图像中具有特殊涵义的不同区域区分开来，这些区域是互不相交叉的，每一个区域都满足特定区域的一致性。

图像分割方法：

基于区域间灰度值的不连续性

思路：先找到点、线（宽度为1）、边（不定宽度），再确定区域

方法：①边界分割法：点、线、边的检测

②边缘连接分割法：通常对做过边缘检测的图像进行，用于连接中断的线

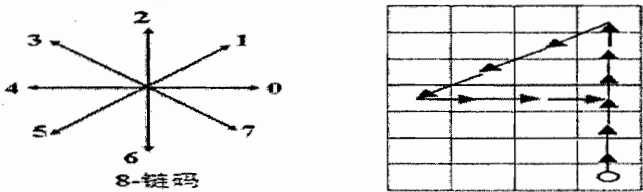
基于区域内部灰度值的相似性

思路：通过选择阈值，找到灰度值相似的区域 区域的外轮廓就是对象的边

方法：③域值分割法：关键是域值的确定 直方图得到域值、P 参数法得到域值，最大方差自动取值法

④面向区域的分割：（区域增长法、区域分裂与合并）

29. 画出链码为222222555000的曲线，计算该曲线的长度。



算法1：设某像素与其上下左右像素间的距离为1，与斜方向像素间的距离为 $\sqrt{2}$ ， $l = 9 + 3 \cdot \sqrt{2}$ ；

算法2：将边界的像素总和作为周长， $i = 12$
 30. 何为灰度共生矩阵？试求下面图像0度方向的灰度共生矩阵。

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

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。

$$p_{\delta}(i, j)(i, j = 0,1,..N-1)$$

共生矩阵表示

共生矩阵用两个位置的像素的联合概率密度来定义，它不仅反映亮度的分布特性，也反映具有同样亮度或接近亮度的像素之间的位置分布特性，是有关图像亮度变化的二阶统计特征。它是定义一组纹理特征的基础。是分析图像的局部模式和它们排列规则的基础。

$$\begin{matrix} \text{0度方向} \\ \delta = (0,\pm 1) \end{matrix} P_{\delta} = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

31. 什么是特征提取与特征选择，二者有何区别？

特征提取：从减少特征之间的相关性和浓缩信息量的角度出发，根据原始数据的统计特性，用尽可能少的特征来最大限度的包含所有原始数据的统计特征。

特征选择 :从原始特征中挑选出一些最有代表性，分类性能最好的特征。

区别：
 特征提取 :用映射(或变换)的方法把原始特征变换为较少的新特征。
 特征选择 :从原始特征中挑选出一些最有代表性,分类性能最好的特征.不改变原始特征值的物理意义。

1. 黑白图像？

是指图像的每个像素只能是黑或白，没有中间的过渡，故又称为二值图像。二值图像的像素值为0或1。

2. 灰度级变换（点运算）的定义？

定义(1)：对于输入图像 $f(x,y)$ ，灰度级变换 T 将产生一个输出图像 $g(x,y)$ ，且 $g(x,y)$ 的每一个像素值，都是由 $f(x,y)$ 的对应输入像素点的值决定的。 $g(x,y) = T(f(x,y))$

定义(2)：对于原图象 $f(x,y)$ ，灰度值变换函数 $T(f(x,y))$ ），由于灰度值总是有限个如：0-255，非几何变换可定义为 $:R = T(r)$ ，其中 R,r 在0-255之间取值。

3. 熵的概念？

熵是图像所具有的信息量的度量，因纹理信息也属于图像的信息，若图像没有任何纹理，则灰度共生矩阵几乎为零阵，该图像的熵值接近于0。若图像纹理较多，则熵值也较大。

$$f = - \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \hat{p}_{\delta}(i, j) \log \hat{p}_{\delta}(i, j)$$

4. HSI 色系中 “H” “S” “I” 是什么意思？

I: 表示光照强度或称为亮度，表示人眼所能感觉到的颜色明暗程度，它确定了像素的整体亮度，而不管其颜色是什么。

H: 表示色度，由角度表示。反映了该颜色最接近什么样的光谱波长（既彩虹中的那种颜色）0o 为红色，120o 为绿色，240o 为蓝色。0 o到240o 覆盖了所有可见光谱的颜色，240o 到300o 是人眼可见的非光谱色（紫色）。

S: 表示饱和度，饱和度参数是色环的原点到彩色点的半径长度。在环的外围圆周是纯的或称饱和的颜色，其饱和度值为1。在中心是中性（灰）影调，即饱和度为0。

名词解释:

1. 数字图像

$I(r,c)$ 是对 $f(x,y)$ 离散化(采样+量化)后的结果

2. 图像工程

图像处理:

底层操作, 对像素操作, 数据量大;

对图像进行各种加工, 以改善图像的视觉效果;

强调图像之间进行的变换;

从一个图像到另一个图像的过程

图像分析:

对图像中感兴趣的目标进行提取和分割, 获得目标的客观信息(特点或性质), 建立对图像的描述;

以观察者为中心研究客观世界;

图像分析是一个从图像到数据的过程。

图像理解:

研究图像中各目标的性质和它们之间的相互联系;

得出对图像内容含义的理解及原来客观场景的解释;

以客观世界为中心, 借助知识、经验来推理、认识客观世界, 属于高层操作(符号运算)。

3. 名义分辨率

映射到图像平面上的单个像素的景物元素的尺寸。单位: 像素/英寸, 像素/厘米

4. 灰度直方图

灰度直方图是灰度级的函数, 描述的是图像中该灰度级的像素的个数。即: 横坐标表示灰度级, 纵坐标表示图像中该灰度级出现的个数

5. 图像分割

令集合 R 代表整个图像区域, 对 R 的分割可看作将 R 分成若干个满足以下5个条件的非空的子集(子区域) R_1, R_2, \dots, R_n 。

1) $\cup R_i = R; (i=1, \dots, n)$; 整个图像不重叠

2) 对所有的 i 和 $j, i \neq j$, 有 $R_i \cap R_j = \emptyset$; 互不重叠;

3) 对 $i=1, \dots, n$, 有 $P(R_i) = \text{TRUE}$; $P(R_i)$ 是对 R_i 中元素的逻辑谓词; TRUE 表示相同特性;

4) 对 $i \neq j$, 有 $P((R_i \cup R_j)) = \text{FLASE}$; 区域不同, 特性不同;

5) 对 $i=1, \dots, n$, R_i 是连通的区域;

6. 低通滤波器

$$g(x, y) = T^{-1}[H(u, v)F(u, v)]$$

图像中的边缘和噪声都对应图像傅立叶变换中的高频部分, 所以如要在频域中削弱其影响就要设法减弱这部分频率的分量。根据频域增强技术的原理, 需要选择一个合适的 $H(u, v)$ 以得到削弱 $F(u, v)$ 高频分量的 $G(u, v)$

7. 高通滤波器

8.4 邻域

设像素 p , 坐标为 (x, y) , 有 4 个近邻像素 n , 坐标分别为 $(x+1, y), (x-1, y), (x, y+1), (x, y-1)$, 组成 p 的 4-邻域, 记为 $N_4(p)$

9.8 邻域

p 的周围 8 个近邻像素全体称为 p 的 8-邻域, 记为 $N_8(p)$

10. 4连接

设 V 表示连接的灰度值集合, 如 $V = \{8, 9, \dots, 16\}$;

2 个像素 p 和 r , 在 V 中取值, 且 r 在 $N_4(p)$ 中, 则它们为 4-连接

11. 8连接

设 V 表示连接的灰度值集合, 如 $V = \{8, 9, \dots, 16\}$;

2 个像素 p 和 r , 在 V 中取值, 且 r 在 $N_8(p)$ 中, 则它们为 8-连接

12. m -连接

2 个像素 p 和 r , 在 V 中取值, 且满足下列条件之一, 则它们为 m -连接;

条件一: r 在 $N_4(p)$ 中;

条件二: r 在 $N_8(p)$ 中, 且 $N_4(p) \cap N_4(r)$ 是空集;

即不能有元素同时出现在 $N_4(p)$ 和 $N_4(r)$ 中。

13. 图像变换

图像变换是把图像从一个空间变换到另一个空间, 方便分析和处理;

分类: 图像变换分为可分离变换和统计变换两大类。

可分离变换: 傅里叶变换(FFT)、离散余弦变换(DCT)、哈达玛变换、沃尔什变换、哈尔变换等;

统计变换: 霍特林变换。

14. 图像增强

目的是为了改善图像的视觉效果，或者是为了更便于人或机器的分析和处理，提高图像的可懂度。在不考虑降质原因的情况下，用试探的方式对图像进行加工，力求改善图像的质量，如突出了一部分信息，同时可能压制另一部分的信息。

15. 空域滤波

空域处理是直接对图像进行处理；采用差分算子或微分算子对图像进行运算。

$$g(i, j) = f(i, j) * h(i, j)$$

$f(x, y)$ 为输入图像， $h(x, y)$ 为滤波函数

$$= \sum_m \sum_n [f(m, n) h(i - m, j - n)]$$

16. 差分算子

是用于图像增强或分割的算子，用差分代替微分进行边缘的检测。

前向差分定义: $\Delta f_i = f_{i+1} - f_i$,

$$\Delta n f_i = \Delta n - 1 f_{i+1} - \Delta n - 1 f_i$$

后向差分定义: $\nabla f_i = f_i - f_{i-1}$,

$$\nabla n f_i = \nabla n - 1 f_i - \nabla n - 1 f_{i-1}$$

$$\delta f_i = f_{i+1/2} - f_{i-1/2}$$

$$\delta n f_i =$$

$$\delta n - 1 f_{i+1/2} - \delta n - 1 f_{i-1/2}$$

17. hough 变换

用曲线坐标系和曲线方程的参数坐标系的点线对应关系检测曲线的方法。

18. 傅立叶变换

$$F(u, v) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \exp[-j2\pi(ux + vy) / N], u, v = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$$f(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) \exp[j2\pi(ux + vy) / N], x, y = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

19. 卷积定理 $f(x) * g(x) \leftrightarrow F(u)G(u)$,

$$f(x)g(x) \leftrightarrow F(u) * G(u)$$

20. 可分离变换

$$T(u, v) = \sum_x \sum_y f(x, y) g(x, y, u, v), \quad x, y = 0, \dots, N-1; \quad u, v = 0, \dots, N-1$$

$$f(x, y) = \sum_u \sum_v T(u, v) h(x, y, u, v), \quad u, v = 0, \dots, N-1; \quad x, y = 0, \dots, N-1$$

$g(x, y, u, v)$ 、 $h(x, y, u, v)$ 分别称为正向变换核和反向变换核；

21. 直方图均衡化

直方图反映了图像中各灰度的含量，它并不反映图像的空间信息，只展示具有一定灰度级的像素的数目或频数，通过对图像对应的直方图进行改变可以改善图像的质量。直方图均衡化：期望输出图像概率密度函数是均匀分布的

名词解释:

1. 数字图像包括哪些种类? 二值图像 灰度图像 彩色图像 多光谱图像 立体图像 动态图像

2. HSI 表色系统中 H、S、I 分别代表什么含义?

I: 表示光照强度或称为亮度, 它确定了像素的整体亮度, 而不管其颜色是什么。

H: 表示色度, 由角度表示。反映了该颜色最接近什么样的光谱波长(既彩虹中的那种颜色) 0° 为红色, 120° 为绿色, 240° 为蓝色。0° 到 240° 覆盖了所有可见光谱的颜色, 240° 到 300° 是人眼可见的非光谱色(紫色)。

S: 饱和度, 饱和度参数是色环的原点到彩色点的半径长度。在环的外围圆周是纯的或称饱和的颜色, 其饱和度值为 1。在中心是中性(灰色)影调, 即饱和度为 0。

1、dilate 函数

该函数能够实现二值图像的膨胀操作, 有以下形式:

`BW2=dilate(BW1, SE)`

`BW2=dilate(BW1, SE, ..., n)`

其中: `BW2=dilate(BW1, SE)`表示使用二值结构要素矩阵 SE 对图像数据矩阵 BW1 执行膨胀操作。输入图像 BW1 的类型为 double 或 unit8, 输出图像 BW2 的类型为 unit8。 `BW2=dilate(BW1, SE, ..., n)`表示执行膨胀操作 n 次。

2、erode 函数

该函数能够实现二值图像的腐蚀操作, 有以下形式:

`BW2= erode(BW1, SE)`

`BW2= erode(BW1, SE, ..., n)`

其中: `BW2= erode(BW1, SE)`表示使用二值结构要素矩阵 SE 对图像数据矩阵 BW1 执行腐蚀操作。输入图像 BW1 的类型为 double 或 unit8, 输出图像 BW2 的类型为 unit8。 `BW2= erode(BW1, SE, ..., n)`表示执行腐蚀操作 n 次。

3、bwmorph 函数

该函数的功能是实现二值图像形态学运算。它的格式如下:

① `BW2=bwmorph(BW1, operation)`

② `BW2=bwmorph(BW1, operation, n)`

其中: 对于格式①, bwmorph 函数可对二值图像 BW1 采用指定的形态学运算; 对于格式②, bwmorph 函数可对二值图像 BW1 采用指定的形态学运算 n 次。operation 为下列字符串之一:

'clean': 除去孤立的像素(被 0 包围的 1)

'close': 计算二值闭合

'dilate': 用结构元素计算图像膨胀

'erode': 用结构元素计算图像侵蚀

4、imclose 函数

该函数功能是对灰度图像执行形态学闭运算, 即使用同样的结构元素先对图像进行膨胀操作后进行腐蚀操作。调用格式为:

`IM2=imclose(IM,SE)`

`IM2=imclose(IM,NHOOD)`

5、imopen 函数

该函数功能是对灰度图像执行形态学开运算, 即使用同样的结构元素先对图像进行腐蚀操作后进行膨胀操作。调用格式为:

`IM2=imopen(IM,SE)`

`IM2=imopen(IM,NHOOD)`

3 用 MATLAB 编程实现图像去噪

3.1 二值形态学消除图像噪声

用二值形态学方法对图像中的噪声进行滤除的基本思想[4]是：使用具有一定形态的结构元素去度量和提取图像中的对应形状，以达到消除图像噪声的目的。下面是二值形态学消除图像噪声的一个实例。

首先将 tire.tif 图像加入椒盐噪声，这种噪声前面已经介绍过，它在亮的图像区域内是暗点，而在暗的图像区域内是亮点，再对有噪声图像进行二值化操作，再对有噪声图像进行开启操作，由于这里的结构元素矩阵比噪声的尺寸要大，因而开启的结果是将背景上的噪声点去除了，最后对前一步得到的图像进行闭合操作，将轮胎上的噪声点去掉了。

下面是算法实现的程序代码：

```
I1=imread('tire.tif'); %读灰度图 tire.tif
I2=imnoise(I1,'salt & pepper'); %在图像上加入椒盐噪声
figure,imshow(I2) %显示加椒盐噪声后的灰度图像
I3=im2bw(I1); %把加椒盐噪声后的灰度图像二值化
figure,imshow(I3) %显示二值化后的图像
I4=bwmorph(I3,'open'); %对二值噪声图像进行二值形态学开运算
figure,imshow(I4) %显示开运算后的图像
I5=bwmorph(I4,'close'); %对上述图像进行形态学闭运算
figure,imshow(I5) %显示最终处理后的图像
```

《数字图像处理》试卷 A 卷

一、单项选择题（从下列各题四个备选答案中选出一个正确答案，并将其代号填在题前的括号内。答案选错或未作选择者，该题不得分。每小题 1 分，共 10 分）

- () 1. 一幅灰度级均匀分布的图像，其灰度范围在 $[0, 255]$ ，则该图象的信息量为：
 - a. 0
 - b. 255
 - c. 6
 - d. 8
- () 2. 图象与灰度直方图间的对应关系是：
 - a. 一一对应
 - b. 多对一
 - c. 一对多
 - d. 都不对
- () 3. 下列算法中属于局部处理的是：
 - a. 灰度线性变换
 - b. 二值化
 - c. 傅立叶变换
 - d. 中值滤波
- () 4. 下列算法中属于点处理的是：
 - a. 梯度锐化
 - b. 二值化
 - c. 傅立叶变换
 - d. 中值滤波
- () 5. 一曲线的方向链码为 12345，则曲线的长度为
 - a. 5
 - b. 4
 - c. 5.83
 - d. 6.24
- () 6. 下列算法中属于图象平滑处理的是：
 - a. 梯度锐化
 - b. 直方图均衡
 - c. 中值滤波
 - d. Laplacian 增强
- () 7. 下列图象边缘检测算子中抗噪性能最好的是：
 - a. 梯度算子
 - b. Prewitt 算子
 - c. Roberts 算子
 - d. Laplacian 算子
- () 8. 采用模板 $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$ 主要检测____方向的边缘。
 - a. 水平
 - b. 45°
 - c. 垂直
 - d. 135°
- () 9. 二值图象中分支点的连接数为：

- a. 0 b. 1 c. 2 d. 3
- () 10. 对一幅 100×100 像元的图象，若每像元用 8 bit 表示其灰度值，经霍夫曼编码后压缩图象的数据量为 40000bit，则图象的压缩比为：
- a. 2:1 b. 3:1 c. 4:1 d. 1:2

二、填空题（每空 1 分，共 15 分）

1. 图像锐化除了在空间域进行外，也可在_____进行。
2. 图像处理中常用的两种邻域是_____和_____。
3. 直方图修正法包括_____和_____两种方法。
4. 常用的灰度内插法有_____、_____和_____。
5. 多年来建立了许多纹理分析法，这些方法大体可分为_____和结构分析法两大类。
6. 低通滤波法是使_____受到抑制而让_____顺利通过，从而实现图像平滑。
7. 检测边缘的 Sobel 算子对应的模板形式为_____和_____。
8. 一般来说，采样间距越大，图象数据量_____，质量_____；反之亦然。

三、名词解释（每小题 3 分，共 15 分）

1. 数字图像
2. 图像锐化
3. 灰度共生矩阵
4. 细化
5. 无失真编码

四、判断改错题（下列命题是否正确，正确的就在题号前的括弧内打“√”，错误的打“×”并改正。每小题 2 分，共 10 分）

- () 1. 灰度直方图能反映一幅图像各灰度级像元占图像的面积比。
- () 2. 直方图均衡是一种点运算，图像的二值化则是一种局部运算。
- () 3. 有选择保边缘平滑法可用于边缘增强。
- () 4. 共点直线群的 Hough 变换是一条正弦曲线。
- () 5. 边缘检测是将边缘像元标识出来的一种图像分割技术。

五、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

1. 简述线性位移不变系统逆滤波恢复图像原理。
2. 图像锐化与图像平滑有何区别与联系？
3. 伪彩色增强与假彩色增强有何异同点？
4. 梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点？

六、计算题（共 30 分，每小题分标在小题后）

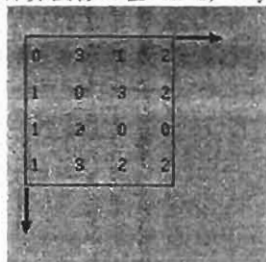
1. 对数字图像 $f(i, j)$ (图象 1) 进行以下处理，要求：

$$g(i, j) = \begin{cases} 0 & f(i, j) < 5 \\ 1 & f(i, j) \geq 5 \end{cases}$$

- 1) 计算图像 $f(i, j)$ 的信息量。(10 分)
- 2) 按下式进行二值化，计算二值化图象的欧拉数。(10 分)

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

3. 计算图像 2 在 $\Delta x=1$, $\Delta y=0$ 度的灰度共生矩阵。(10 分)



《数字图像处理》试卷(A卷)

参考答案及评分标准

一、单项选择题 (每小题 1 分, 共 10 分)

1. d 2. b 3. d 4. b 5. d
6. c 7. b 8. c 9. d 10. a

二、填空题 (每空 1 分, 共 15 分)

- 频率域
- 4-邻域 8-邻域 (不分先后)
- 直方图均衡 直方图规定化 (不分先后)
- 最近邻元法 双线性内插法 (双) 三次内插法 (不分先后)
- 统计分析法
- 高频成分 低频成分
- (不分先后)

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

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

8. 少 差

三、名词解释 (每小题 3 分, 共 15 分)

- 数字图像是将一幅画面在空间上分割成离散点 (或像元), 各点 (或像元) 的灰度值经量化用离散的整数来表示, 形成计算机能处理的形式。
- 图像锐化是增强图像的边缘或轮廓。
- 从图像灰度为 i 的像元出发, 沿某一方向 θ 、距离为 d 的像元灰度为 j 同时出现的概率 $P(i, j, \theta, d)$, 这样构成的矩阵称灰度共生矩阵。
- 细化是提取线宽为一个像元大小的中心线的操作。
- 无失真编码是指压缩图像经解压可以恢复原图像, 没有任何信息损失的编码技术。

四、判断改错题 (每小题 2 分, 共 10 分)

- (√)
- (×)

改正: 直方图均衡是一种点运算, 图像的二值化也是一种点运算。

或: 直方图均衡是一种点运算, 图像的二值化不是一种局部运算。

- (×)

改正: 有选择保边缘平滑法不可用于边缘增强。

或: 有选择保边缘平滑法用于图像平滑 (或去噪)。

- (√)
- (√)

五、简答题 (每小题 5 分, 共 20 分)

1. 设退化图像为 $g(x, y)$, 其傅立叶变换为 $G(u, v)$, 若已知逆滤波器为 $1/H(u, v)$ 则对 $G(u, v)$ 作逆滤波得

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v) \quad (2 \text{ 分})$$

对上式作傅立叶变换得逆滤波恢复图像 $f(x, y)$

$$f(x, y) = \text{IDFT}[F(u, v)]$$

以上就是逆滤波恢复图像的原理。 (2 分)

若存在噪声, 为避免 $H(u, v) = 0$, 可采用两种方法处理。(0.5 分)

①在 $H(u, v) = 0$ 时, 人为设置 $1/H(u, v)$ 的值;

②使 $1/H(u, v)$ 具有低同性质。即

$$H^{-1}(u, v) = 1/H(u, v) \quad \text{当 } D \leq D_0$$

$$H^{-1}(u, v) = 0 \quad \text{当 } D > D_0 \quad (0.5 \text{ 分})$$

2. 图像锐化是用于增强边缘, 导致高频分量增强, 会使图像清晰; (2 分)

图像平滑用于去噪, 对图像高频分量即图像边缘会有影响。(2 分)

都属于图像增强, 改善图像效果。(1 分)

3. 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。(4 分)

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。(1 分)

4. 梯度算子和 Laplacian 检测边缘对应的模板分别为

-1
1

-1	1
----	---

	1	
1	-4	1
	1	

(梯度算子)

(Laplacian 算子)

(2 分)

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。(2 分)

相同点都能用于检测边缘, 且都对噪声敏感。(1 分)

六、计算题 (共 30 分, 每小题分标在小题后)

1. 1) 统计图像 1 各灰度级出现的频率结果为

$$\begin{aligned} p(0) &= 5/64 \approx 0.078; & p(1) &= 12/64 \approx 0.188; & p(2) &= 16/64 = 0.25; & p(3) &= 9/64 \approx 0.141 \\ p(4) &= 1/64 \approx 0.016; & p(5) &= 7/64 \approx 0.109; & p(6) &= 10/64 \approx 0.156; & p(7) &= 4/64 \approx 0.063 \end{aligned}$$

$$H = - \sum_{i=0}^7 P(i) \log_2 P(i)$$

(4 分, 每个 1 分)

信息量为 $\approx 2.75(\text{bit})$

- 2) 对于二值化图像,

若采用 4-连接, 则连接成分数为 4, 孔数为 1, 欧拉数为 $4-1=3$; (5 分)

若采用 8-连接, 则连接成分数为 2, 孔数为 2, 欧拉数为 $2-2=0$;

2. 图像 2 在 $\Delta x=1, \Delta y=0$ 度的灰度共生矩阵为

1/12	1/24	1/24	1/12
1/24	0	1/12	1/12
1/24	1/12	1/12	1/12
1/12	1/12	1/12	0