

### 1.为什么要在频率域研究图像增强

可以利用频率成分和图像外表之间的对应关系。一些在空间域表述困难的增强任务，在频率域中变得非常普通

滤波在频率域更为直观，它可以解释空间域滤波的某些性质

可以在频率域指定滤波器，做反变换，然后在空间域使用结果滤波器作为空间域滤波器的指导

一旦通过频率域试验选择了空间滤波，通常实施都在空间域进行

2.

( × ) 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。

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。

( × ) 3. 有选择保边缘平滑法可用于边缘增强。

改正：有选择保边缘平滑法不可用于边缘增强。

3 灰度直方图：灰度直方图是灰度级的函数，描述的是图像中具有该灰度级的像素的个数。

或：灰度

4 连通的定义：对于具有值  $V$  的像素  $p$  和  $q$ ，如果  $q$  在集合  $N_8(p)$  中，则称这两个像素是连通的。

### 1. 图像锐化滤波的几种方法。

答：（1）直接以梯度值代替；（2）辅以门限判断；（3）给边缘规定一个特定的灰度级；（4）给背景

规定灰度级；（5）根据梯度二值化图像。

### 2. 伪彩色增强和假彩色增强有何异同点。

答：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。

### 3. 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？

答：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（Redundancy）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。

### 4. 什么是中值滤波，有何特点？

答：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。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。

#### 5.什么是直方图均衡化？

将原图象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象。图象均衡化处理  
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分布，  
图象看起来就更清晰了。

#### 6、图像增强的目的是什么？

答：图像增强目的是要改善图像的视觉效果，针对给定图像的应用场合，有目的地强调图像的整体或局部特性，将原来不清晰的图像变得清晰或强调某些感兴趣的特征，扩大图像中不同物体特征之间的差别，  
抑制不感兴趣的特征，使之改善图像质量、丰富信息量，加强图像判读和识别效果，满足某些特殊分析的需要。

#### 7、什么是中值滤波及其它的原理？

答：中值滤波法是一种非线性平滑技术，它将每一象素点的灰度值设置为该点某邻域窗口内的所有象素点灰度值的中值。

中值滤波是基于排序统计理论的一种能有效抑制噪声的非线性信号处理技术，中值滤波的基本原理

是把数字图像或数字序列中一点的值用该点的一个邻域中各点值的中值代替，让周围的像素值接近的真

实值，从而消除孤立的噪声点。

#### 8、图像锐化与图像平滑有何区别与联系？

答：区别：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；图像平滑用于消除图像噪声，  
但是也容易引起边缘的模糊。联系：都属于图像增强，改善图像效果。

#### 9、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。

#### 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；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

#### 11、图像增强时，平滑和锐化有哪些实现方法？

平滑的实现方法：邻域平均法，中值滤波，多图像平均法，频域低通滤波法。

锐化的实现方法：微分法，高通滤波法。

#### 12.简述直方图均衡化的基本原理。

直方图均衡化方法的基本思想是，对在图像中像素个数多的灰度级进行展宽，而对像素个数少的灰度级进行缩减。

从而达到清晰图像的目的。因为灰度分布可在直方图中描述，所以该图像增强方法是基于图像的灰度直方图。

13、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。

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。

14、说明一幅灰度图像的直方图分布与对比度之间的关系

答：直方图的峰值集中在低端，则图象较暗，反之，图象较亮。直方图的峰值集中在某个区域，图象昏暗，而图象中物体和背景差别很大的图象，其直方图具有双峰特性，总之直方图分布越均匀，图像对比度越好。

15、简述梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点？

答：梯度算子和 Laplacian 检测边缘对应的模板分别为  
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。

16.对于椒盐噪声，为什么中值滤波效果比均值滤波效果好？

椒盐噪声是复制近似相等但随机分布在不同的位置上，图像中又干净点也有污染点。中值滤波是选择适当的点来代替污染点的值，所以处理效果好。因为噪声的均值不为 0，所以均值滤波不能很好地去除噪声。

17.什么是区域？什么是图像分割？

区域可以认为是图像中具有相互连通、一致属性的像素集合。图像分割时把图像分成互不重叠的区域并提取出感兴趣目标的技术。

18.什么是图像运算？具体包括哪些？

图像的运算是指以像素点的幅度值为运算单元的图像运算。这种运算包括点运算、代数运算和几何运算。

19.在 MATLAB 环境中，实现一幅图像的傅立叶变换。

解：MATLAB 程序如下：

```
A=imread('rice.tif');  
imshow(A);  
A2=fft(A);  
A2=fftshift(A2);  
figure,imshow(log(abs(A2)+1),[0,10]);
```

5) imresize('图片名','缩放大小','Method')

MATLAB 图像处理工具箱中的函数 imresize 可以用上述的 3 种方法对图像进行插值缩放，如果不指定插值方法，则默认为最邻近插值法。

```
>> d=imresize(a,[90,144]);  
>>subplot(211);imshow(a)  
>>subplot(212);imshow(d)  
得到与原始图片的对比图像：
```

20.使用均值滤波算法与 Wiener 维纳滤波去除高斯噪声的程序如下：

```
>> a=imread('C:\Users\WXQ\Pictures\desk_cg_98.jpg');
>> b=rgb2gray(a);
>> c=imnoise(b,'gaussian',0,0.005);%加入均值为 0，方差为 0.005 的高斯噪声
>> K1=wiener2(c,[5 5]);%对加噪图像进行二维自适应维纳滤波，滤波窗口为 5*5
>> K2=filter2(fspecial('average',5),c)/255;%模板尺寸为 5
>>figure(1);imshow(c);
```

图像锐化滤波的几种方法。

答：（1）直接以梯度值代替；（2）辅以门限判断；（3）给边缘规定一个特定的灰度级；（4）给背景规定灰度级；（5）根据梯度二值化图像。

9、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。

10、图像复原和图像增强的主要区别是：

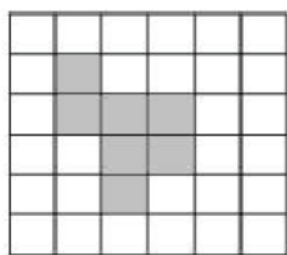
图像增强主要是一个主观过程，而图像复原主要是一个客观过程；图像增强不考虑图像是如何退化的，而图像复原需知道图像退化的机制和过程等先验知识

14、说明一幅灰度图像的直方图分布与对比度之间的关系

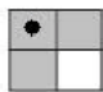
答：直方图的峰值集中在低端，则图象较暗，反之，图象较亮。直方图的峰值集中在某个区域，图象昏暗，而图象中物体和背景差别很大的图象，其直方图具有双峰特性，总之直方图分布越均匀，图像对比度越好。

根据所给结构元素，对原图像进行腐蚀、膨胀。

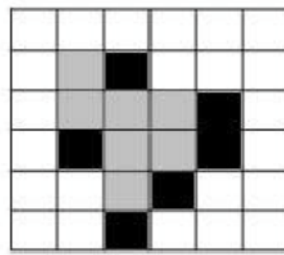
15.振铃效应（Ringingeffect）是影响复原图像质量的众多因素之一，是由于在图像复原中选取了不适当的图像模型造成的，振铃效应产生的直接原因是图像退化过程中信息量的丢失，尤其是高频信息的丢失，其严重降低了复原图像的质量，并且使得难于对复原图像进行后续处理



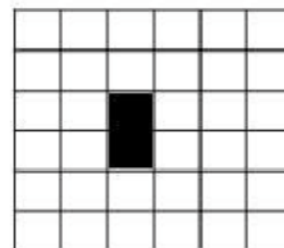
原始图像



结构元素



膨胀后的图像



腐蚀后的图像

2. 用模板  $H = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$ ，对所给图像进行一阶微分锐化。（水平方向）（10）

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



0	0	0	0	0
0	-3	-13	-20	0
0	-6	-13	-13	0
0	1	12	5	0
0	0	0	0	0

解：（1）边缘取 0

（2）其他行、列均做如下处理

以第二行第二列的 1 为例，其经锐化后得：

$$1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 2 \times 0 + 1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times (-1) + 0 \times (-2) + 8 \times (-1) = -3$$

一、填空题（每题 1 分，共 15 分）

得分

- 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 $1024 \times 1024$ ，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、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：  
 $(g(x,y) - g_{\min}) * 255 / (g_{\max} - g_{\min})$

二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

得分

- 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.  $45^\circ$       C. 垂直      D.  $135^\circ$
- 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, \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_ 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量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。( × )
- 3、均值平滑滤波器可用于锐化图像边缘。( × )
- 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。( × )
- 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。( × )
- 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。( × )
- 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。

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、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。

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、简述梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点？

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、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？

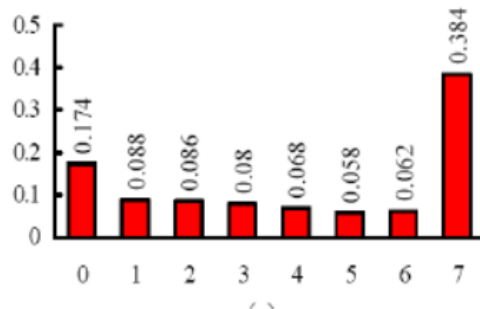
答：有影响，应先进行高频加强，再进行直方图均衡化。

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）

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)

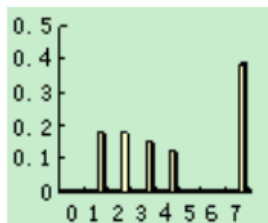


答：①  $s_k = \sum_{i=0}^k p(r_i)$ ,  $k=0, 1, \dots, 7$ , 用累积分布函数 (CDF) 作为变换函数

数  $T[r]$  处理时, 均衡化的结果使动态范围增大。

$r_i$	$p_r(r_i)$	$s_{k\text{计}}$	$s_{k\text{并}}$	$s_k$	$p_r(s_k)$
$r_0=0$	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、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

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				

霍夫曼化简后的信源编码：

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 <sub>2</sub>	0.4	1	0.4 1	0.4 1	0.4 1	0.6 0
a <sub>6</sub>	0.3	00	0.3 00	0.3 00	0.3 00	0.4 1
a <sub>1</sub>	0.1	011	0.1 011	0.2 010	0.3 01	
a <sub>4</sub>	0.1	0100	0.1 0100	0.1 011		
a <sub>3</sub>	0.06	01010	0.1 0101			
a <sub>5</sub>	0.04	01011				

编码的平均长度：

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

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

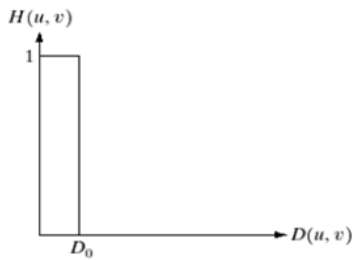
$$\text{冗余度: } R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 1 - \frac{1}{1.364} \approx 0.2669$$

3、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）

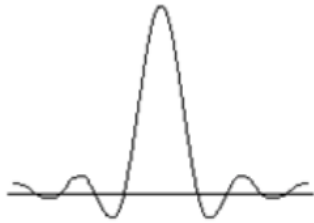
答：理想低通滤波器（频域）的传递函数为：

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

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。

一、 填空题（每题 1 分，共 20 分）

- 1、列举数字图像处理的三个应用领域：医学、交通、军事。
- 2、图像处理算法主要在空间域和频率域两种不同的表示域进行处理。
- 3、对于彩色图像，通常用以区分颜色的三个特性分别是色调、饱和度、亮度。
- 4、存储一幅大小为  $1024 \times 1024$ ，灰度级为 256 的图像，需要 8M 比特。
- 5、直方图修正法包括 直方图均衡化 和 直方图规定化 两种方法。
- 6、在频域上，图像平滑通常是 低通滤波，主要让低频信号顺利通过而阻截高频信号。
- 7、图像处理中常用的两种邻域是 4 邻域 和 8 邻域。
- 8、图像数字化过程包括 采样、量化 和 扫描 三个步骤。
- 9、在二值图像的形态学滤波中，将物体与所接触的所有背景点合并，使边界向外部扩张的过程叫做 膨胀，消除边界点，使边界向内部收缩的过程叫做 腐蚀。
- 10、在数字图像分析中，通常用于直线检测的技术叫做 霍夫变化。

二、名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1、灰度直方图

直方图是灰度级的函数，它表示图像中具体每种灰度级的像素个数，反映图像中每种灰度出现的概率。

2、图像增强

对图像的某些特征，如边缘、轮廓、对比度等进行强调或尖锐化，以便观察或进一步分析处理。

3、中值滤波

对于一个滑动窗口内  $N \times M$  个像素按灰度级排序，用处于中间位置的像素的灰度级来代替窗口中心像素原来的灰度级。

4、图像边缘

边缘是指图像中灰度发生急剧变化的区域。

5、阈值

阈值是在分割时作为区分物体和背景像素的门限，大于或等于阈值的像素属于物体，而其他属于背景。

## 二、 简答题（共 70 分）

1、请简述两种常见的图像平滑方法及其特点。（10）

均值滤波：对于一个滑动窗口内  $N \times M$  个像素按灰度级求平均值，用处于中间位置的像素的灰度级来代替窗口中心像素原来的灰度级。

特点：系数之和为 1，系数都是正数，容易造成图像模糊。

对于一个滑动窗口内  $N \times M$  个像素按灰度级排序，用处于中间位置的像素的灰度级来代替窗口中心像素原来的灰度级。

特点：计算复杂度高，滤波前后图像亮度发生改变，不容易产生模糊，具有良好的抗噪性能。

2、

3、若使用下列模板分别对一幅灰度图像进行卷积，会达到什么样的效果？（10）

1	2	1
2	4	2
1	2	1

/16

(1)

	-1	
-1	4	-1
	-1	

(2)

1		1
	-5	
1		1

(3)

-1		-1
	5	
-1		-1

(4)

(1)

(2) 均值滤波，图像变模糊

(3)

(4) 边缘检测

(5) 无意义

(6)

(7) 边缘锐化

4、对下面的图像进行 8 链码（0-7）的轮廓跟踪，写出跟踪得到的链码序列，并计算目标的周长和面积。（15）

0		0	0	0	0	0		0	
	0						0		0
0	255	255	255	255	255	0	0	0	0
0	0	255	0	0	255	0	0	0	0
0	0	255	0	0	255	0	0	0	0
0	0	255	0	0	255	0	0	0	0
0	0	255	255	255	255	255	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	255	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	255	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

链码：（1， 1） 76660000773332224444

周长：  $6 \times \sqrt{2} + 14$

面积： 13

（2， 2） 1076654322

周长：  $6 + 4\sqrt{2}$

面积： 10

4、有一幅电视图像如下，在接收时图像有若干个亮点（灰度为 255），设计两种滤波方法对该图像滤波，写出滤波后的图像。（10）

```

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

```

均值滤波

```

1  1  1  8  7  4
2  58  87  88  60  3
3  87  143 171 115 3
3  31  60  88  60  6
3  31  60  88  62  8
2  3  4  6  7  8

```

中值滤波

```

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

```

- 5、假定你有两张相隔八个月拍摄的一病人的胸部 X 光片。两张胶片都显示有一小瘤，该小瘤也许是良性的，也许是恶性的。小瘤的大小和密度在八个月期间都发生了变化，但仅凭视觉检查，放射学家不能肯定小瘤是变得更坏或更好了。下面是每幅图像的包含有小瘤的一块区域的直方图。在胶片上，低灰度级代表黑色。问小瘤是变大还是变小？密度是变得更高还是更低？假设灰度值越小越是肿瘤，灰度值越小密度越小。（10）

[一月]

[0 500 8000 500 100 100 200 300 200 100 0 0 0 0 0]

[八月]

[0 500 8000 500 100 0 0 100 200 300 200 100 0 0 0 0]

假设另一病人的相应直方图如下：

[四月]

[0 500 5000 500 200 100 100 200 300 200 100 0 0 0 0 0]

[十二月]

[0 0 0 500 5250 500 200 100 100 150 200 150 50 0 0 0]

由题意得，直方图左边波峰的为肿瘤，右边的波峰为背景：

（1）第一个病人的直方图显示，两直方图左边的波峰大小没变，所以肿瘤面积不变；右边背景灰度值变大，相对于背景，那么肿瘤的灰度值变小，所以肿瘤密度变小。

（2）第二个病人的直方图显示，十二月的比四月的左边波峰变大，所以肿瘤面积变大；十二的直方图相对四月的灰度整体平移，灰度不变，所以肿瘤密度不变。

- 6、列举一项现实领域中的应用，并简述具体的几项数字图像处理技术可能在其中的应用。（15）

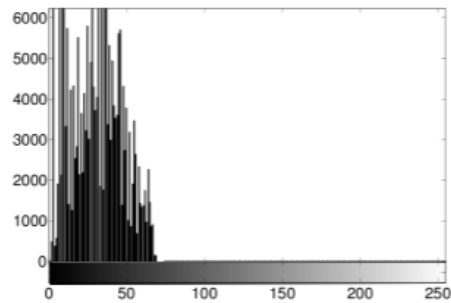
1. 图像中像素具有两个属性：空间位置 和 灰度。
2. 红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 这三种颜色被称为图像的三基色。
3. 对于一个 6 位的灰度图像，其灰度值范围是 0-63。
4. RGB 模型中黑色表示为 (0, 0, 0)。
5. 直方图修正法包括 直方图均衡 和 直方图规定化 两种方法。
6. 常用的灰度内插法有 最近邻内插法、双线性内插法 和 三次内插法。
7. 依据图像的保真度，图像压缩可分为 无损压缩 和 有损压缩。
8. 图像压缩是建立在图像存在 编码冗余，空间和时间冗余（像素间冗余），视觉心理冗余 三种冗余基础上。
9. 根据分割时所依据的图像特性的不同，图像分割方法大致可以分为 阈值分割法、边缘检测法 和 区域分割法 三大类。
10. 傅立叶频谱中，与图像的平均灰度值对应的系数是  $F(0, 0)$ 。



二、选择题（本题 20 分，每小题 2 分）

1. 图像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. 都不对
2. 下列算法中属于图像平滑处理的是：（ c ）  
a. 梯度锐化      b. 直方图均衡      c. 中值滤波      d. Laplacian 增强
3. 下列图像边缘检测算子中抗噪性能最好的是：（ b ）  
a. 梯度算子      b. Prewitt 算子      c. Roberts 算子      d. Laplacian 算子
4. 采用模板  $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$  主要检测\_\_\_\_方向的边缘。（ c ）  
a. 水平      b.  $45^\circ$       c. 垂直      d.  $135^\circ$
5. 一幅  $256 \times 256$  的图像，若灰度级为 16，则存储它所需的总比特数是：（ a ）  
a. 256Kb      b. 512Kb      c. 1Mb      d. 2M
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. 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
8. 对于任意两点  $p(x, y)$  和  $q(s, t)$  之间的  $D_8$  距离，以下说法错误的是：（ a ）  
a.  $D_8(p, q) = |x-s| + |y-t|$       b.  $D_8(p, q) = \max(|x-s|, |y-t|)$   
c.  $D_8=1$  的像素就是  $(x, y)$  的 8-邻域像素      d.  $D_8$  距离别名棋盘距离。
9. 傅立叶变换得到的频谱中，低频系数对应于：（ c ）  
a. 物体边缘      b. 噪音  
c. 变化平缓部分      d. 变化剧烈部分。
10. 已知  $N \times N$  的图像  $f(x, y)$  的傅立叶变换为  $F(u, v)$ ，则  $f(x, y) \cdot (-1)^{x+y}$  的傅立叶变换是：  
（ d ）  
a.  $F(u-N, v-N)$ ；      b.  $F(-u, -v)$ ；  
c.  $-F(u, v)$ ；      d.  $F(u-N/2, v-N/2)$ 。

三、简答题（本题 30 分，每小题 6 分）



1. 图像数字化包括哪些过程？它们对数字化图像质量有何影响？

图像数字化过程包括采样和量化，对应采样（空间）分辨率和量化（灰度）分辨率。

采样（空间）分辨率越高，即采样间隔越小，图像越清晰，图像质量越好。

量化（灰度）分辨率越高，即量化等级越多，图像层次越丰富，图像质量越好（2'）。反之亦然。

2. 一幅图像的直方图如图所示，试说明该图像亮度分布的特点，并选择两种不同的方法来提高该图像的对比度？

该图像亮度集中分布在低灰度值区域，呈现较暗的亮度特性，同时直方图中灰度范围窄，表现在图像中亮度层次不够，对比度不明显。（2'）

可通过图像直方图均衡化、灰度线性变换（线性拉伸）、指数变换（ $\gamma < 1$ ）等。（4'）

3. 图像锐化与图像平滑有何区别与联系？

图像锐化用于增强图像的边缘或轮廓，导致高频分量增强，会使图像清晰；（2'）

图像平滑用于抑制噪声，对图像高频分量即图像边缘会有影响，使图像产生模糊。（2'）  
都属于图像增强，改善图像效果。（2'）

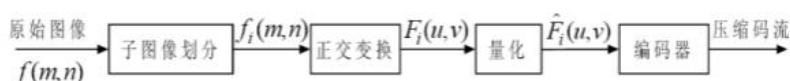
4. 试画出图像退化模型框图，并写出退化模型的解析式



$f(x, y)$  表示理想的、没有退化的图像， $g(x, y)$  是退化（所观察到）的图像， $\eta(x, y)$  表示加性噪声， $H$  是退化函数，则：

$$g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y) \quad (2')$$

5. 画出变换编码的流程框图，说明其中正交变换的作用



正交变换的作用是将图像的能量尽量集中在少数系数上，从而最大限度地去除原始图像中数据间的相关。(2')

(考察图像压缩)

- 四、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），并说明两种滤波方法的不同适合情况。(10 分)（只处理中间区域，不处理边界像素）

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

中值处理结果为：

3	4	4
3	4	3

(6')

均值处理结果：

15	20	14
15	20	14

均值滤波器是用邻域内各像素的灰度平均值代替该像素原来的灰度值，实现图像的平滑。

它对高斯噪声的抑制效果好。(2')

中值滤波器是用像素邻域内的中间值代替该像素值。它对脉冲干扰及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。(2')

五、已知符号 A、B、C 出现的概率分别为 0.4、0.2 和 0.4，请对符号串 BACC 进行算数编码，写出编码过程，求出符号串对应的实数子区间。（10 分）

答：根据已知条件和数据可知，信源各字符在区间  $[0, 1)$  内的子区间间隔分别如下：

$$a=[0.0, 0.4) \quad b=[0.4, 0.6) \quad c=[0.6, 1) \quad (2')$$

因此字符 “B” 的初始子区间为  $[0.4, 0.6)$  (2')

字符 “A” 的子区间：起始点  $=0.4+0.0 \times (0.6-0.4)=0.4$ ，终点  $=0.4+0.4 \times (0.6-0.4)=0.48$

子区间为  $[0.4, 0.48]$  (2')

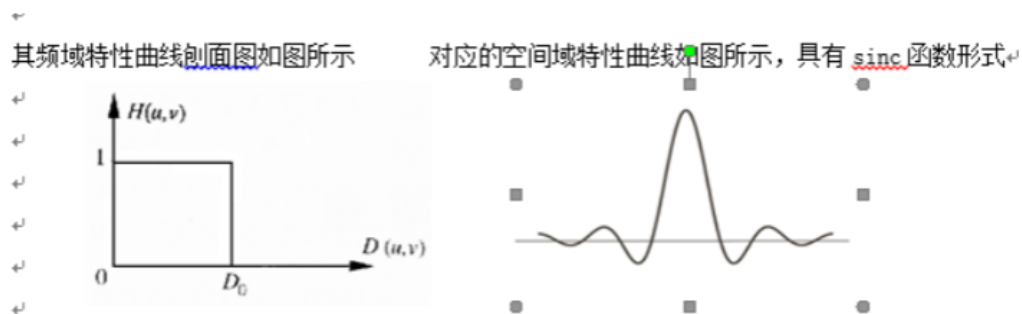
字符 “C” 的子区间：起始点  $=0.4+0.6 \times (0.48-0.4)=0.448$ ，终点  $=0.4+1 \times (0.48-0.4)=0.48$

子区间为  $[0.448, 0.48]$  (2')

字符 “C” 的子区间： $[0.4672, 0.48)$

因此，可在  $[0.4672, 0.48)$  中选择一个数编码输出 (2')

六、写出理想低通滤波器的传递函数，从原理上解释振铃效应产生的原因？可如何适当减小振铃效应？（10 分）



用理想低通滤波时，频域相乘相当于空间域卷积。因此图像经过理想低通滤波后，空间域上相当于原始图像卷积 sinc 函数，图像中的每一个像素可看作一个离散冲激，sinc 函数与冲激卷积就是在冲激处复制这个 sinc 函数，由于 sinc 函数的振荡性，卷积后图像也会振荡，图像信号两侧出现“过冲现象”，能量不集中，产生振铃现象。sinc 函数的中心波瓣是引起图像模糊的主因，旁瓣是造成振铃的主要原因 (4')

截止频率越低，sinc 函数的主瓣越宽，表现为中心环越宽，周围环越大，振铃现象造成的视觉效应越明显。因此可选择适当的增大截止频率，减小振铃现象。但主瓣、旁瓣的振幅之比不变，也可选择其它频率过渡带稍宽的滤波器，如巴特沃斯和高斯低通滤波器 (4')