

## 《数字图像处理》模拟试卷(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)

( d ) 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

( b ) 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

( d ) 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

( b ) 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

( d ) 5. 一曲线的方向链码为1 2 3 4 5, 则曲线的长度为

- a. 5                      b. 4                      c. 5.83                      d. 6.24

( c ) 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

( b ) 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

( c ) 8. 采用模板  $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$  主要检测\_\_\_\_\_方向的边缘.

- a. 水平      b.  $45^\circ$       c. 垂直      d.  $135^\circ$

(d) 9. 二值图象中分支点的连接数为:

- a. 0                      b. 1                      c. 2                      d. 3

( a ) 10. 对一幅 $100 \times 100$ 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**频率域**进行。

2. 图像处理中常用的两种邻域是**4-邻域**和**8-邻域**。

3. 直方图修正法包括**直方图均衡**和**直方图规定化**两种方法。

4. 常用的灰度内插法有**最近邻元法** **双线性内插法** **(双)三次内插法**

5. 多年来建立了许多纹理分析法,这些方法大体可分为**统计分析法**和**结构分析法**两大类。

6. 低通滤波法是使**高频成分**受到抑制而让**低频成分**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

**7. (不分先后)**

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

和。

8. 一般来说,采样间距越大,图象数据量**少**,质量**差**;反之亦然。

三、名词解释(每小题3分,共15分)

1. 数字图像

**1. 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。**

2. 图像锐化

2。图像锐化是增强图象的边缘或轮廓。

3.灰度共生矩阵

3.从图象灰度为  $i$  的像元出发,沿某一方向  $\theta$ 、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。

4.细化

4. 细化是提取线宽为一个像元大小的中心线的操作。

5. 无失真编码

5。无失真编码是指压缩图象经解压可以恢复原图象, 没有任何信息损失的编码技术。

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。

1.(√)

2.(×)

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.(×)

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象平滑(或去噪)。

4.(√)

5.(√)

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。

1。 设退化图象为  $g(x, y)$ , 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

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

对上式作逆傅立叶变换得逆滤波恢复图象  $f(x, y)$

$$f(x, y) = IDFT[F(u, v)]$$

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.图像锐化与图像平滑有何区别与联系?

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.伪彩色增强与假彩色增强有何异同点?

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.梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点?

4. 梯度算子和 Laplacian 检测边缘对应的模板分别为

$$\begin{array}{ccc} -1 & 1 & \\ 1 & & \\ 1 & & 1 \end{array} \quad \begin{array}{ccc} & & 1 \\ & 1 & -4 & 1 \\ & & 1 & \end{array}$$

(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. 对数字图像  $f(i,j)$  (图象1) 进行以下处理, 要求:

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

(图象1)

1.1)统计图象1各灰度级出现的频率结果为

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

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

(4分,每个1分)

信息量为  $\approx 2.75$  (bit)

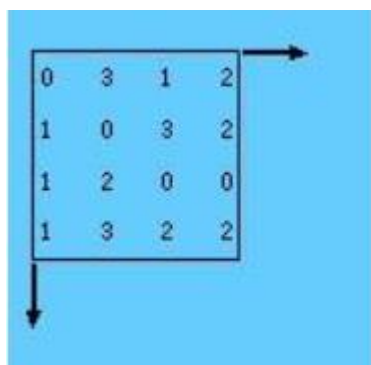
(写出表达式 3 分; 结果正确 3 分)

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  $2 - 2 = 0$ ;  
(5 分)

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



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

$1/12 \quad 1/24 \quad 1/24 \quad 1/12$

$1/24 \quad 0 \quad 1/12 \quad 1/12$

$1/24 \quad 1/12 \quad 1/12 \quad 1/12$

$1/12 \quad 1/12 \quad 1/12 \quad 0$

### 《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)

1. 频率域

2. 4-邻域 8-邻域 (不分先后)

3. 直方图均衡 直方图规定化 (不分先后)

4. 最近邻元法 双线性内插法 (双) 三次内插法 (不分先后)

5. 统计分析法

6. 高频成分 低频成分

7. (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)

1. 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。
2. 图像锐化是增强图象的边缘或轮廓。
3. 从图象灰度为  $i$  的像元出发,沿某一方向  $\theta$ 、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。
4. 细化是提取线宽为一个像元大小的中心线的操作。
5. 无失真编码是指压缩图象经解压可以恢复原图象,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)

1. ( ☒ )

2. ( ☐ )

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. ( ☐ )

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象平滑 (或去噪)。

4. ( ☒ )

5. ( ☒ )

#### 五、简答题(每小题 5 分,共20分)

1. 设退化图象为  $g(x, y)$ , 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滤波恢复图象  $f(x, y)$

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

以上就是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

$$\begin{array}{ccc} -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 1 & -4 & 1 \\ 1 & 4 & -1 \end{array}$$

(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

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

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

(4分,每个1分)

信息量为  $\approx 2.75$  (bit)

(写出表达式3分;结果正确3分)

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  $2 - 2 = 0$ ;

(5分)

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

(共10分,每错一处扣1分)

### 08级数字图像处理试题及答案

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  $1024 \times 1024$ , 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)

- 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、下列算法中属于图象锐化处理的是:( 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)

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)

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

-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)

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？

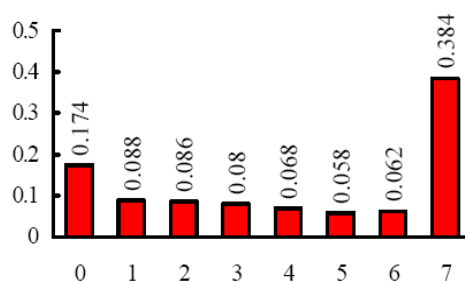
答:有影响，应先进行高频加强,再进行直方图均衡化。

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、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  $T[r]$  处理时,均衡

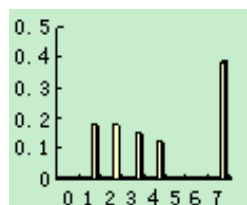
化的结果使动态范围增大。

	$p_r(r_i)$				$p_r(s_k)$
$r_0=0$	0.174	0.174	$1/7$	$s_0=1/7$	0.174
$r_1=1/7$	0.088	0.262	$2/7$		



		2			
$r_2=2/7$	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:



③ 0、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	

第 5 页 (共 7 页)

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
$a_2$	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:

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

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

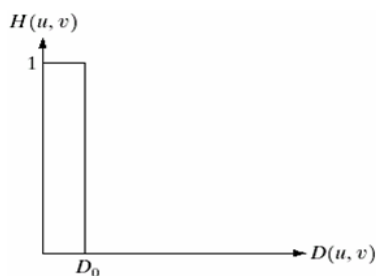
$$\text{冗余度: } R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 1 - \frac{1}{1.364} \approx 0.2669$$

3、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)

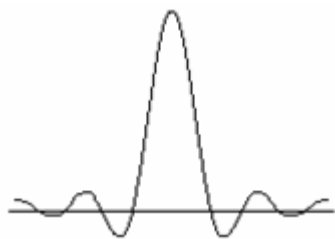
答:理想低通滤波器(频域)的传递函数为:

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

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  $\text{sinc}$  函数卷积, 由于  $\text{sinc}$  函数振荡, 则卷积后图像也会振荡; 或者说由于  $\text{sinc}$  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  $\text{sinc}$  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。