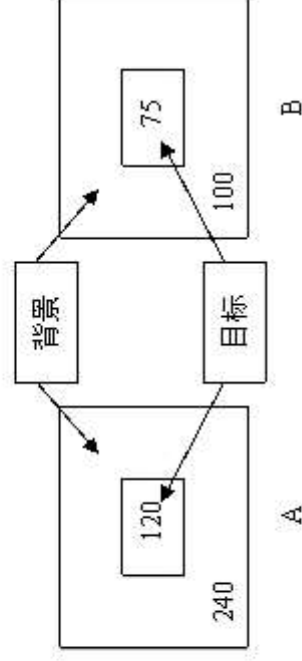


《数字图像处理》试题及答案

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。

$$\because A: \frac{\Delta I}{I} = \frac{120}{240} = 0.5$$

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

因为目标比背景暗，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。

1	4	4	1
2	4	4	2
2	4	4	2
1	4	4	1

题 3 图

$$F(u,v) = \frac{1}{N} \sum_0^3 \sum_0^3 f(x,y) \exp\{-j2\pi(ux+vy)/N\}$$

答：1

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

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

则

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

(5 分)

α(n_n)ο

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

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

则 $f(x,y)$ 哈德玛变换为

$$T = A_C f A_R = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 44 & 0 & 0 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -4 & 0 & 0 & -4 \end{bmatrix}$$

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

4、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: $1g(x,y) = \nabla^2 f(x,y)$

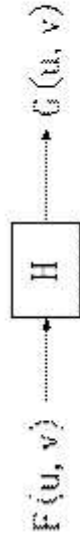
$\alpha(n,n)0$

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

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

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

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



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

2 相当于原图像与拉普拉斯算子运算之差（3 分）。

因为

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

$$\text{拉式算子: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2 \text{ 分})$$

所以：

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(4 分)

α(n,n)α

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：
$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$
 (2 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）

均值滤波：

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

 (3 分)

中值滤波：

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

 (3 分)