



哈爾濱工業大學

随机过程实验

实验题目 信号变换

学 号 1190200122

姓 名 袁野

指导教师 范晓鹏

日 期 2021 年 10 月 23 日

一、 实验目的

通过编程练习信号变换，掌握 FFT 和 DCT 变换的特点以及效果

二、 实验内容

- 1、 快速傅里叶变换
 - 1.1 对 Lena 图像进行 2D 傅里叶变换 (fft, fftshift)，将变换结果 Y 的幅值和相位作为图像显示出来 (imshow)
 - 1.2 对 Y 进行逆变换，恢复图像，并显示
- 2、 DCT 变换
 - 2.1 对 Lena 图像进行 2D DCT 变换，得到变换结果 T 并显示出来
 - 2.2 对 T 进行 2D DCT 逆变换，恢复图像并显示
 - 2.3 将 T 中左上角 128*128 范围的低频系数保留，其余系数变为零，再做 2D DCT 逆变换，恢复图像并显示，与 2 中得到图像比较
 - 2.4 将 T 中左上角 128*128 范围的低频系数变为零，其余系数保留，再做 2D DCT 逆变换，恢复图像并显示，与 2 中得到图像比较
- 3、 DCT 变换的处理
 - 3.1 将 T 中左上角 128*128 子矩阵取出，记为 S，对 S/4 做 2D DCT 逆变换，将得到的图像显示出来
 - 3.2 将 T 放入一个 1024*1024 的矩阵的左上角，矩阵中其余部分设为 0，对得到的矩阵进行 2D DCT 逆变换，将得到的图像显示出来
 - 3.3 设法得到 8x8 和 4x4 的 DCT 变换矩阵并比较，思考下为什么 1 和 2 这两步可以实现图像的缩放。

三、 实验过程

- 1、 快速傅里叶变换

将灰度图采用 cv2 中的 imread 读入之后使用 numpy.fft 的 fft 和 fftshift 进行傅里叶变换，得到结果 Y，Y 的数值很大，因此我们对其模值取对数得到幅值 b。然后我们使用 numpy 中的 angle 求出相位 ph。

然后使用 numpy.fft 中的 ifftshift 和 ifft 函数将快速傅里叶变换的结果再进行逆变换，在对该矩阵进行取模后输出得到原图。

以上代码为 2.1.py
- 2、 DCT 变换

将灰度图读入之后，使用 cv2 中的 DCT 函数将该灰度图进行 DCT 变换，得到离散余弦变换的结果 T，将其取绝对值后输出，再用 cv2 中的 IDCT 进行逆变换得到原图。

我们使用 numpy 中的 zeros 创建一个新的与原图大小一致的矩阵 T1，将其左上角 128*128 的矩阵赋值为 T 左上角 128*128 的矩阵，再

将 T1 进行 IDCT 变换，将图像输出。

在创建一个相同大小的矩阵 T2，将其左上角 128*128 的部分赋值为 0，其余部分赋值为 T 对应位置上的值，再进行 IDCT 变换后输出图像。

将二者图像进行比对。

以上代码为 2.2.py。

3、DCT 的处理

将 T 左上角 128*128 矩阵取出为 S，再将 S 整体除以 4，将 S 做二维 DCT 逆变换之后将逆图像输出。

将 T 放入 1024*1024 的零矩阵后，再进行二维 DCT 逆变换，将图像显示出来。

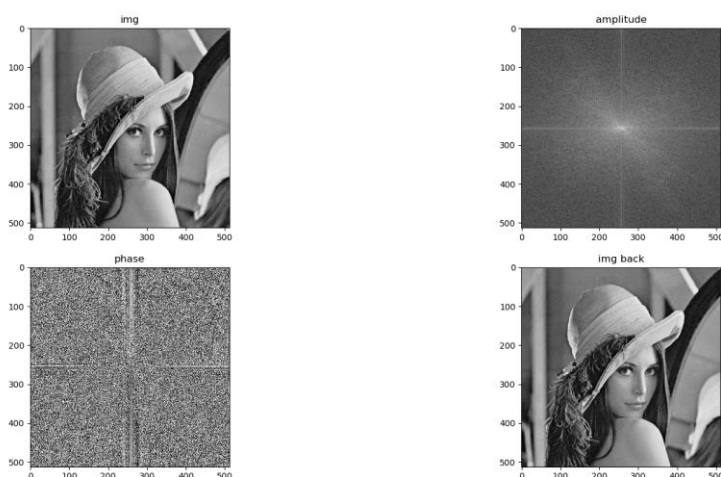
根据 DCT 变换矩阵公式将 4*4 和 8*8 的 DCT 变换矩阵输出。

$$\begin{bmatrix} C(0) \\ C(1) \\ \vdots \\ C(N-1) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \sqrt{2} \cos\left(\frac{\pi}{2N}\right) & \sqrt{2} \cos\left(\frac{3\pi}{2N}\right) & \dots & \sqrt{2} \cos\left(\frac{(2N-1)\pi}{2N}\right) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sqrt{2} \cos\left(\frac{(N-1)\pi}{2N}\right) & \sqrt{2} \cos\left(\frac{3(N-1)\pi}{2N}\right) & \dots & \sqrt{2} \cos\left(\frac{(2N-1)(N-1)\pi}{2N}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) \\ x(1) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{bmatrix}$$

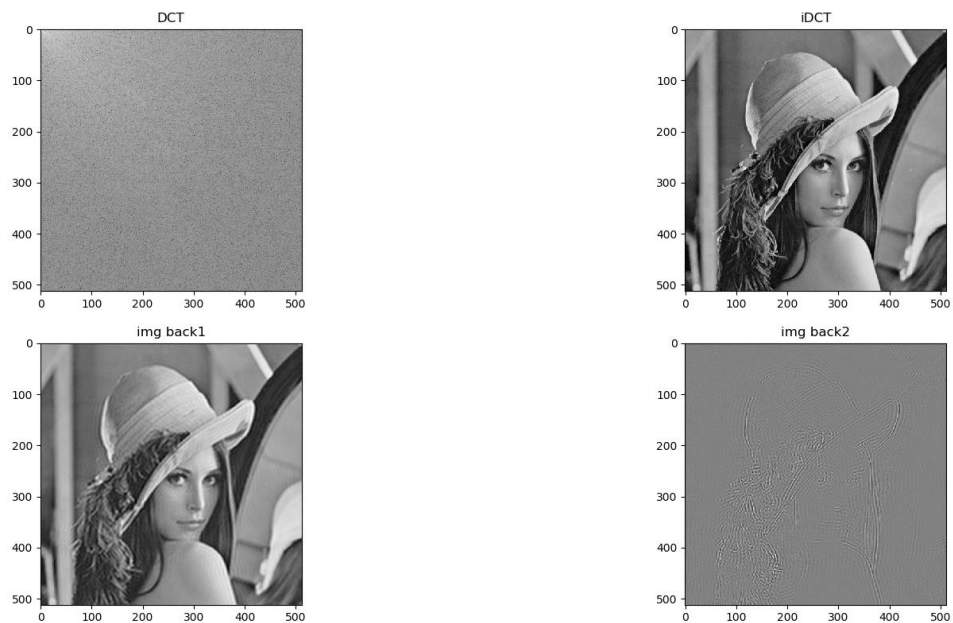
以上代码为 2.3.py

四、实验结果

1、速傅里叶变换



2、DCT 变换



保留左上角之后的还原结果与原图相比无较大变化，但去除左上角的还原结果与原图相比仅能看到原图的轮廓而已。

3、 DCT 变换的处理



可以发现 $S/4$ 之后的进行 DCT 逆变换结果有些失真，而将 DCT 结果放入 1024×1024 矩阵再进行逆变换之后的图与原图相同。

```
[ [ 0.35355339 0.35355339 0.35355339 0.35355339 0.35355339 0.35355339
    0.35355339 0.35355339]
[ 0.49039264 0.41573481 0.27778512 0.09754516 -0.09754516 -0.27778512
  -0.41573481 -0.49039264]
[ 0.46193977 0.19134172 -0.19134172 -0.46193977 -0.46193977 -0.19134172
  0.19134172 0.46193977]
[ 0.41573481 -0.09754516 -0.49039264 -0.27778512 0.27778512 0.49039264
  0.09754516 -0.41573481]
[ 0.35355339 -0.35355339 -0.35355339 0.35355339 0.35355339 -0.35355339
  -0.35355339 0.35355339]
[ 0.27778512 -0.49039264 0.09754516 0.41573481 -0.41573481 -0.09754516
  0.49039264 -0.27778512]
[ 0.19134172 -0.46193977 0.46193977 -0.19134172 -0.19134172 0.46193977
  -0.46193977 0.19134172]
[ 0.09754516 -0.27778512 0.41573481 -0.49039264 0.49039264 -0.41573481
  0.27778512 -0.09754516]]
[[ 0.5          0.5          0.5          0.5          ]
 [ 0.65328148  0.27059805 -0.27059805 -0.65328148]
 [ 0.5          -0.5          -0.5          0.5          ]
 [ 0.27059805 -0.65328148  0.65328148 -0.27059805]]
```

将 8*8 和 4*4 的 DCT 变换矩阵输出后如上。

五、 心得体会

对离散余弦变换和快速傅里叶变换的效果、性质、特点等均有了较深的题回与理解。