

2023 年秋季 图像处理与分析 编程作业 02

实现和测试图像的二维快速傅里叶变换与逆变换

本次作业总分 100 分。

布置时间：2023 年 10 月 17 日

提交截止时间：2023 年 11 月 5 日晚 10 点 (教育云课程网站)

问题 1 通过计算一维傅里叶变换实现图像二维快速傅里叶变换 (20 分)

实现一个函数 $F = \text{dft2D}(f)$, 其中 f 是一个灰度源图像, F 是其对应的二维快速傅里叶变换 (FFT) 图像. 具体实现要求按照课上的介绍通过两轮一维傅里叶变换实现. 也就是首先计算源图像每一行的一维傅里叶变换, 然后对于得到的结果计算其每一列的一维傅里叶变换。

如果实现采用 MATLAB, 可以直接调用函数 `fft` 计算一维傅里叶变换。如果采用 Python, 请选择并直接调用相应的例如 NumPy 或者 SciPy 软件包中的一维傅里叶变换函数。

问题 2 图像二维快速傅里叶逆变换 (20 分)

实现一个函数 $f = \text{idft2D}(F)$, 其中 F 是一个灰度图像的傅里叶变换, f 是其对应的二维快速傅里叶逆变换 (IFFT) 图像, 也就是灰度源图像. 具体实现要求按照课上的介绍通过类似正向变换的方式实现。

问题 3 测试图像二维快速傅里叶变换与逆变换 (20 分)

对于给定的输入图像 `rose512.tif`, 首先将其灰度范围通过归一化调整到 $[0,1]$. 将此归一化的图像记为 f . 首先调用问题 1 下实现的函数 `dft2D` 计算其傅里叶变换, 记为 F . 然后调用问题 2 下的函数 `idft2D` 计算 F 的傅里叶逆变换, 记为 g . 计算并显示误差图像 $d = f - g$.

问题 4 计算图像的中心化二维快速傅里叶变换与谱图像 (20 分)

我们的目标是复现下图中的结果。首先合成矩形物体图像, 建议图像尺寸为 512×512 , 矩形位于图像中心, 建议尺寸为 60 像素长, 10 像素宽, 灰度假设已归一化设为 1. 对于输入图像 f 计算其中心化二维傅里叶变换 F . 然后计算对应的谱图像 $S = \log(1 + \text{abs}(F))$. 显示该谱图像。

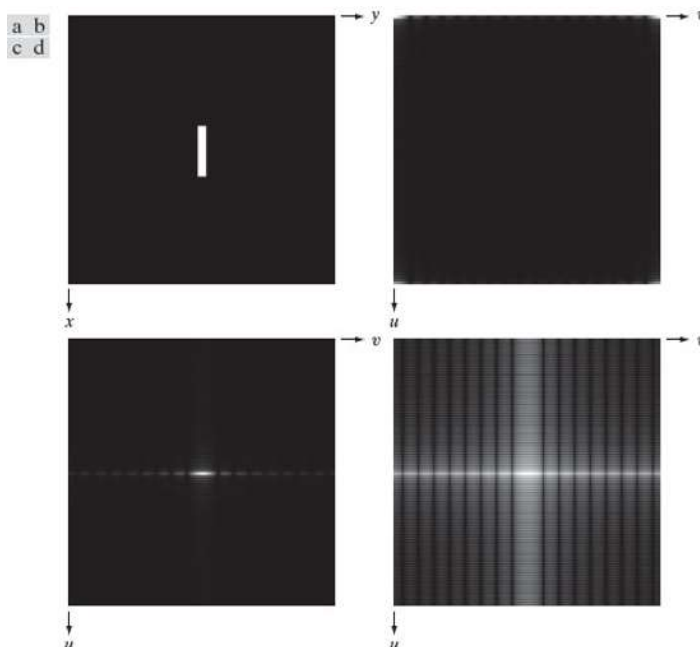


图 1. 矩形物体图像的傅里叶变换
(a) 源图像. (b) 谱图像, 注意四个角的明亮区. (c) 中心化的谱图. (d) 对数变换后的谱图。

问题 5 测试更多图像的二维快速傅里叶变换 (20 分)

计算其他 5 幅图像的二维快速傅里叶变换：house.tif, house02.tif, lena_gray_512.tif, lunar_surface.tif, characters_test_pattern.tif。注意，有些图像的尺寸不是 2 的整数次幂，需要进行相应的像素填补处理。如果图像有多个通道可以选择其中的一个通道进行计算。

作业报告撰写和提交要求:

- 请在报告中就每个问题对应的程序准备简短文字描述，简要介绍程序的基本思路并描述如何运行该程序。 简要描述和展示主要结果。
- 请将全部文件打包成一个压缩文件(zip 或者 rar 格式)提交。文件命名为“作业 02+学生姓名”