《图像处理》课程实验报告

|  |  |
| --- | --- |
| 实验名称： | 二维离散傅立叶变换及其谱分析 |
| 姓 名： | 王宗宇 |
| 学 院： | 电子科学学院 |
| 学 号： | 201903002064 |
| 专 业： | 电子信息工程 |
| 实验日期： | 2023年03月01日 |

国防科技大学电子科学学院

一、实验目的与意义

1.1 实验目的

本实验的目的是熟悉图像空间域与频率域的关系，掌握离散傅立叶变换的原理，掌握离散傅立叶变换的频谱性质及其应用。针对给定的输入图像，能够利用MATLAB/Python/C++等编程语言完成图像的离散傅立叶变换的正变换和逆变换的编程实现，并对图像的傅立叶频谱进行分析。

1.2 实验意义

本实验的意义是训练包括图像正交变换中的傅立叶变换的正变换和逆变换的编程实现、图像的傅立叶频谱分析和应用等方面的能力点。

二、实验原理与方法

2.1 实验原理

图像信息经过二维离散傅立叶正变换之后，可以用复数进行表示。利用二维离散傅立叶正变换结果的实部和虚部，可以计算得到图像二维离散傅立叶正变换的幅度谱（频谱）和相位谱。

首先利用二维离散傅立叶正变换，将图像信号从空间域变换到频率域，然后在频率域选择合适的滤波器对图像的频谱成分进行处理，最后再经过二维离散傅立叶逆变换得到处理后的图像，从而获得图像处理结果。

假设二维离散图像信号大小为，则其二维傅里叶正变换定义式为：

式中，。

傅里叶逆变换可表示为

式中，。

二维离散傅里叶变换的幅度谱、相位谱和功率谱分别为：

幅度谱：

相位谱：

功率谱：

2.2 实验方法

本实验的方法是利用MATLAB/Python/C++等编程语言完成图像的离散傅立叶变换的正变换和逆变换的编程实现。

三、实验过程与步骤

3.1 图像的二维离散傅里叶正变换

针对给定的两幅输入图像（假设两幅图像的尺寸大小完全相同），根据二维离散傅立叶正变换的表达式，利用Python、MATLAB和/或C++等编程语言完成两幅图像的二维离散傅立叶正变换的编程实现，同时分别显示输入图像、幅度谱图像和相位谱图像，观察和分析图像显示结果。

3.2 图像的二维离散傅里叶逆变换

针对给定的两幅输入图像的二维离散傅立叶正变换结果，根据二维离散傅立叶逆变换的表达式，利用Python、MATLAB和/或C++等编程语言完成图像的二维离散傅立叶逆变换的编程实现，分别显示两幅输入图像的逆变换结果图像，观察和分析图像显示结果。要求按照以下3种方式分别进行逆变换：

1）只利用其中一幅图像的幅度谱或者相位谱信息进行逆变换

2）同时利用某一幅图像的幅度谱和相位谱信息进行逆变换

3）同时利用其中一幅图像的幅度谱和另一幅图像的相位谱信息进行逆变换

四、结果分析与评价

4.1 图像的二维离散傅里叶正变换

图1 傅里叶正变换结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 原始图像1 | 幅度谱 | 相位谱 |
|  |  |  |
| 原始图像2 | 幅度谱 | 相位谱 |

表1 实验结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 图像名称 | 图像尺寸 | 图像类型 | 备注 |
| 1 | cameraman.bmp | 512×512 | 灰度图像 |  |
| 2 | lena.bmp | 512×512 | 灰度图像 |  |
|  |  |  |  |  |

4.2 图像的二维离散傅里叶逆变换

图2 傅里叶逆变换结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 原始图像1 | 同时利用幅度谱相位谱 | 只利用幅度谱 | 只利用相位谱 |
|  |  |  |  |
| 原始图像2 | 傅里叶逆变换结果 | 只利用幅度谱 | 只利用相位谱 |
|  |  |  |  |
| 利用图像1的相位谱和图像2的幅度谱 | | 利用图像2的相位谱和图像1的幅度谱 | |

4.3 分析

1） 傅里叶正变换具有能量低频集中特性，未进行频谱中心搬移之前能量主要集中在四个角落中，即低频区域；

2） 图像的相位谱对图像内容起决定性作用。只利用相位谱可以较好的将图像的轮廓信息重构，但是由于缺乏幅度谱，因此重构后的图像缺少像素值上的变化；

3）只利用幅度谱无法重构原来的图像；

4） 交换两图像的幅度谱和相位谱，图像逆变换后得到的图像主要为相位谱对应原图像，证实相位谱在图像中占主导位置。

五、实验总结与体会

5.1 实验总结

掌握了利用MATLAB实现二维离散傅里叶正变换和逆变换过程，熟悉了图像傅里叶频域分析。

5.2 实验体会

1）imshow()函数的使用。当图像是double类型时，要使用imshow (l,[])来根据数据矩阵的数值范围自动设置灰度图像显示范围。

2）利用其中一幅图像的幅度谱和另一幅图像的相位谱信息进行逆变换时，图像大小应该一致，否则计算新的频谱时会产生计算错误。