山东大学 泰山学堂 学院

数字图像处理 课程实验报告

学号：201500150146	姓名：晁大任	班级： 泰山学堂 2015 级计算机
实验题目：频率域图像处理		
实验学时：5	实验日期：2017/11/20	

实验内容：

实验 5.1 傅里叶变换

利用 cv::dft 对输入图像（可以只考虑单通道图像）进行傅里叶变换，显示其功率谱，并测试非移中和移中的情况。

首先创建双通道 CV_32F 类型的图像，实部放原图像，虚部为 0，调用 dft 获得双通道频率域，之后将其实部虚部拆分成两个图像，求平方和之后就得到了频率域图像，之后可以进行移中，交换左上和右下、左下和右上，然后进行归一化（范围是-1~1），show 出图像即可，效果如图 1。

实验 5.2 频率域滤波

对下图所示输入，进行频率域滤波，去除余弦噪声。

首先利用实验 5.1 的方法得到频率域图像，之后扫描图像得到除了中心之外的突兀点，可以调整归一化时候的范围使得更容易找到突兀点，我使用的是-3~1，然后将频率域中的突兀点的值设置成频率域的最小值，之后进行逆傅里叶变换，得到空间域图像，注意此时归一化范围是 0~1，效果如图 2。

实验 5.3 快速模板匹配

模板匹配是指对给定的模板 T 和输入图像 I，搜索图像中与模板最相似的子图像块(与模板大小相同）的过程，得到匹配子图像块左上角坐标(u,v)。搜索的目标是要最小化模板与子图像块的差异，最常采用的差异函数是像素的平方差和，即 SSD。请实现以 SSD 为差异函数的模板匹配方法。请利用 FFT 与积分图技术，对 SSD 模板匹配过程进行加速，实现与模板大小无关的常数复杂度。将加速计算的结果与直接计算的结果比较，验证正确性，并比较不同模板大小情况下二者的速度差异。

对于普通的模板匹配方法，只需要扫描每一种可能的（u，v）对，找到最小的即可，求每一种(u，v)的 ssd 的方法是对两个图片相应区域扫描，依次把平方差加起来。

快速模板匹配就要分别算出三个部分，首先得到图像 T 的所有像素平方的总和，然后得到图像 I 的每个像素的平方的积分图，最后求得两个图片的卷积。求 ssd 的时候通过公式即可快速得到。

可以看到，快速模板匹配的速度远远快于普通方法，我在测试中进行普通方法花费了近八分钟，而快速模块匹配仅用了不到 2 秒钟，如图 3 所示。

硬件环境：

Intel(R) Core(TM) i5-5200U 8GB 64 位操作系统

软件环境：
Windows10 C++语言环境 VS2015
Project 类型：WIN32 控制台应用程序

实验过程中遇到和解决的问题：

1. 首先，由于一开始没有什么思路，于是就查询了网上大家关于傅里叶变换得到频率域图像的代码，第一个实验是参考网上代码做的。我学习了他们很多的 opencv 中的函数的使用，比如：获得符合快速傅里叶变换的窗口大小，将原图填充成最合适大小（补 0）；以及傅里叶操作输入和输出都可以是 2 通道图像，分别表示实部和虚部，输入的空间域图像的虚部可以是 0，但得到的频率域的虚部不是 0；如果图像的行或者列是奇数的话，那其频谱是不对称的，因此做了修剪操作；以及其他很多函数，opencv 中都对其进行了新的定义。
2. 在对得到的频率图进行归一化的时候，如果设置得到的结果在 0~1 之间的话，得到的频率图与 ppt 中的不一致，因此可以调整归一化的幅度，设置为-1~1 即可。在做第二个实验的时候，为了得到比较明确的突兀点，可以设置为-3~1。
3. 后两个实验是我独立完成，在第二个实验中一开始我尝试消去突兀的两个列，得到的结果并不好，在改成消去两个突兀点后效果非常好。在找这两个点的过程中进行了-3~1 归一化而后输出了大于 0 的点的位置及大小找到了两个突兀点。
4. 一开始我将找到的突兀点的频率域的值设置为零，结果是频率域基本全黑了，没有得到预期结果，于是我把突兀点的值设置成了频率域的最小值，结果很好。
5. 模块匹配的时候一开始是操作三通道图像，出了很多问题，于是我用 split 改成了三个单通道图像分别求 ssd 然后再加起来，对于快速模块匹配也是如此。
6. 写快速模块匹配花费的时间很多，因为卷积操作总是做的不够好，一开始我对原图像进行扩展补 0，后来发现不需要得到的图像和原图像一样大小，因为我们只是想得到卷积后每个位置的值，只需要对原图像大小进行卷积即可。我自己实现了一个卷积函数，同时也调用了 filter2D 进行测试。
7. 由于积分图太大于是使用了 long long int。
8. 还需要注意进行空间域和频率域操作时的图像类型是 CV_32F。

结论分析与体会：
这次实验我认为非常有意义，确实让我掌握了许多新的 opencv 中的方法，也让我明白了许多数据结构和方法的使用方法甚至本质，比如 Mat 类型以及 dft 方法，受益匪浅。
实验后才发现理论和实践之间还有很长的距离，以后一定多实践。

图 1：

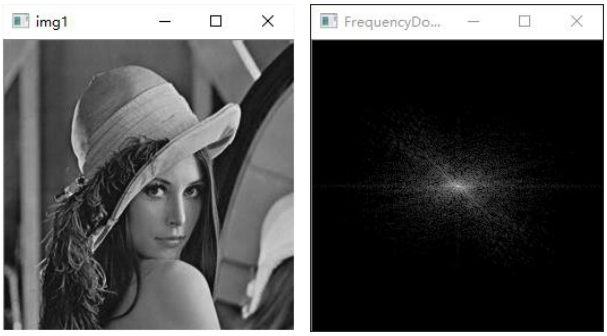

img1
FrequencyDo...

图 2：

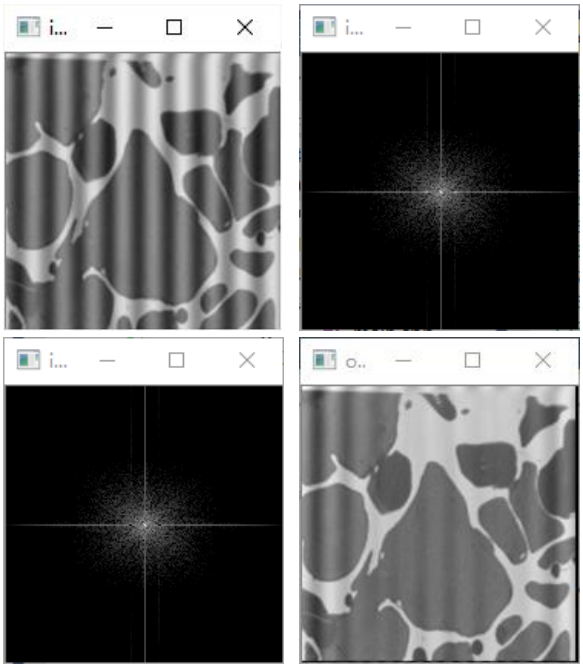
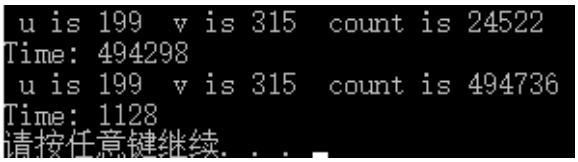

i...
i...
i...
o...

图 3：


u is 199 v is 315 count is 24522
Time: 494298
u is 199 v is 315 count is 494736
Time: 1128
请按任意键继续. . .