

# 数图大作业 1

## 报告

班级： \_\_\_\_\_ 自 93

学号： \_\_\_\_\_ 2019010850

姓名： \_\_\_\_\_ 王逸钦

完成日期： \_\_\_\_\_ 2021/10/31

## 一 作业任务

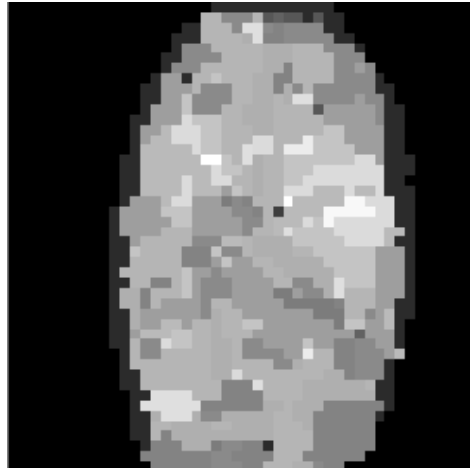
### 1) 将图像分为子像素块，分别计算 DFT，进而判断是否为指纹区域，并估计方向和频率

本题的核心在于确定出每个子块中是否有指纹，若有则进一步确定其方向。由于指纹造型类似于正弦波，典型的正弦波幅度谱中存在两个峰值，且这两个峰值的连线方向和正弦波传播的方向一致，也即和“指纹”方向垂直，因此只要找到两个峰值的连线方向，也就找到了该子块的正弦波方向，从而知道了该处指纹的方向。

明确思路后编写代码，将图像顺次划分为  $8 \times 8$  区域，每次选取一个  $32 \times 32$  子区域进行运算，对每个子区域的图像进行 fft，对幅度图中的幅度值排序，找到最大的和第二大的所在位置，求出其距离(用于后续计算周期)和夹角。再将夹角减  $90^\circ$  并保证其位于  $-90^\circ \sim 90^\circ$  之间(这是 DrawDir 函数的要求)。

此外我们还需要补充判断该处是否确实是指纹，观察各子块的幅度最大值可以发现，空白区域的最大值全部大于 255000(运行代码，观察矩阵 mag 即可发现)，而真正的指纹区域数据往往较小，不足 255000。借此，我们可以判断哪些子块中包含指纹，通过一个掩膜矩阵 mask 作为最后一个参数输入给函数 DrawDir 即可不画出非指纹区域。

最后，根据距离矩阵转换出频率，以灰度图显示。



### 2) 对方向图和频率图进行平滑

在单独对某一小格进行分析时，可能由于指纹不清晰，图像存在噪声等原因导致方向的判断出现错误，如下图红圈所示。

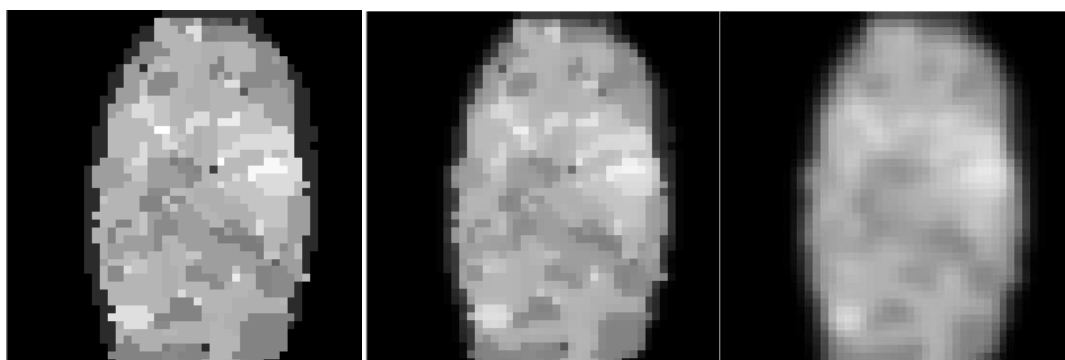


平滑前

平滑后

由于人的指纹基本是平滑过渡的，因此可以通过平滑滤波对所有指纹的判定方向进行校正，纠正异常的判定。本次作业我选择使用  $5 \times 5$ ，方差为 1 的 Gauss 滤波器进行滤波。根据论文中的推荐方法，对方向图进行滤波时先将角度乘 2，计算其正弦图和余弦图，对二者分别滤波之后再利用  $\text{atan2}$  函数进行反正切转回原始的方向。从上图结果来看，这种方法可以有效纠偏。

类似的，对频率图也使用平滑滤波，可以缓和指纹频率的突变现象。



原图

Gauss,  $\sigma=0.5$

Gauss,  $\sigma=1$

### 3) 指纹增强

利用限波滤波器可以对指纹进行增强，可以形象地理解其原理：想要让指纹纹路更明显，就要让指纹纹路的两侧和指纹的对比度增强，因此由 Gauss 函数和正弦函数相乘得到的 Gabor 函数是非常适宜的，它既保留了正弦函数交替变化的

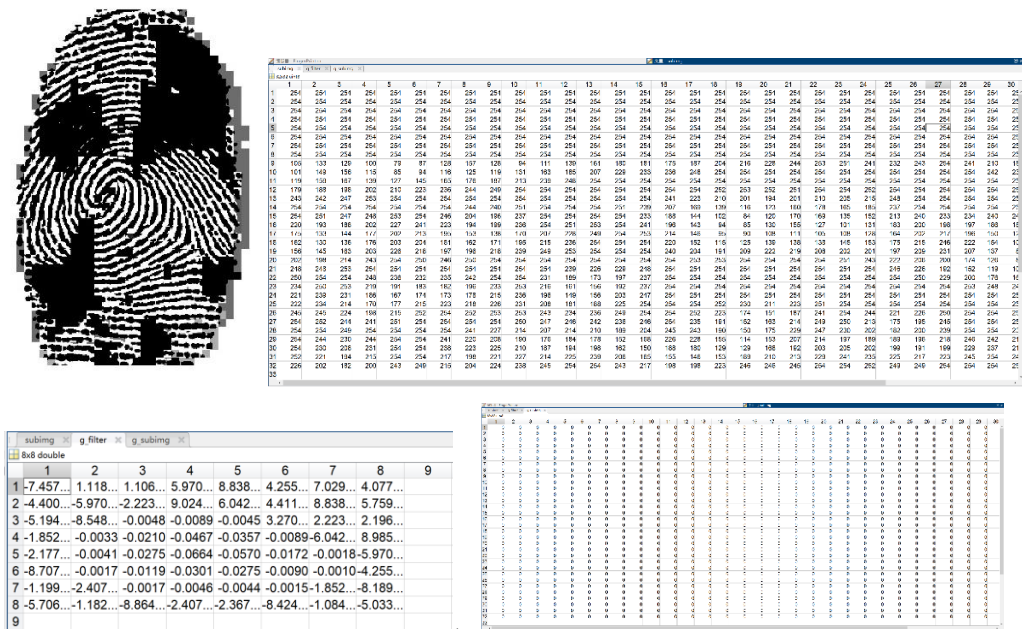
特点，在波峰处增强指纹纹路，在波谷处压低两侧，同时又让某一指纹纹路基本只受自己和附近亮度的影响。

在具体实现上，我首先尝试了空域卷积方法，让 6\*6Gabor 滤波器和每个 32\*32 子图进行卷积，再取卷积之后的中心 8\*8 区域作为实际增强后的有效数据保存起来（因为 32\*32 的子图实际以 8 像素为单位向前移动）。之后，我将每个数据区域中大于平均亮度的像素均赋为 255(白)，小于平均亮度的像素均赋为 0(黑)，把图像二值化。

在算法的实现过程中，遇到一个棘手的问题：增强后的图像出现如下图所示的整块黑色区域。经过单步调试，我将问题锁定在这句代码上：

```
g_subimg = imfilter(subimg, g_filter);
```

如下方几幅图像所示，当 subimg 和 g\_filter 均为正常值输入时，输出的 g\_subimg 却为全 0 矩阵。我在此处反复调试数个小时，尝试改变了滤波器的尺寸和方差等参数，也尝试变换到频域进行乘积再反变换回空域，避开 imfilter 的卷积操作，但都不能避免上述问题。



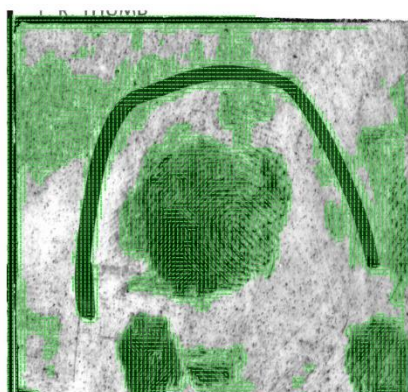
最后，我判断这可能是因为运算之后矩阵的值过小导致的，因此我将图像转换到 0~1 之间使用 double 表示，不再用 0~256 的 uint8 表示系统，问题得以顺利解决，最终效果如下图所示。



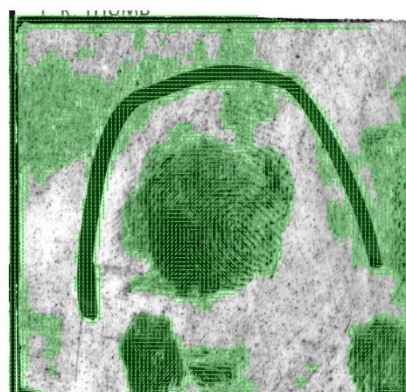
具体算法实现详见代码 FingerPrint.m，内含注释。其他图片测试结果见附录。



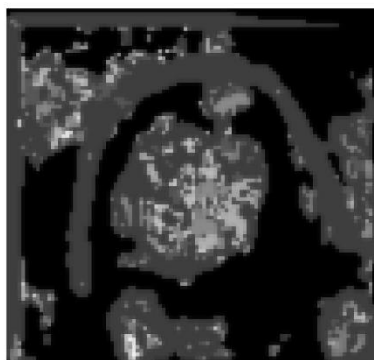
## 二 附录



2-平滑前



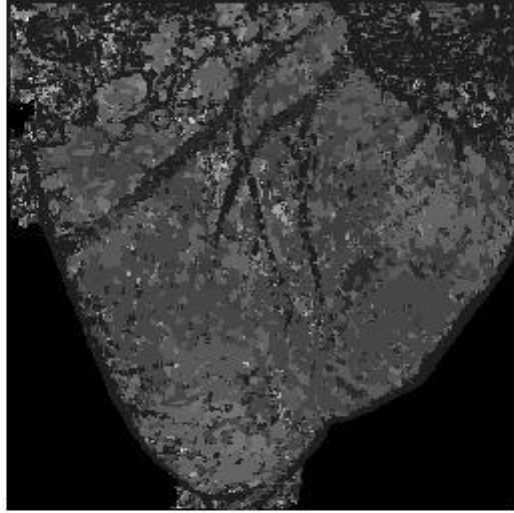
2-平滑后



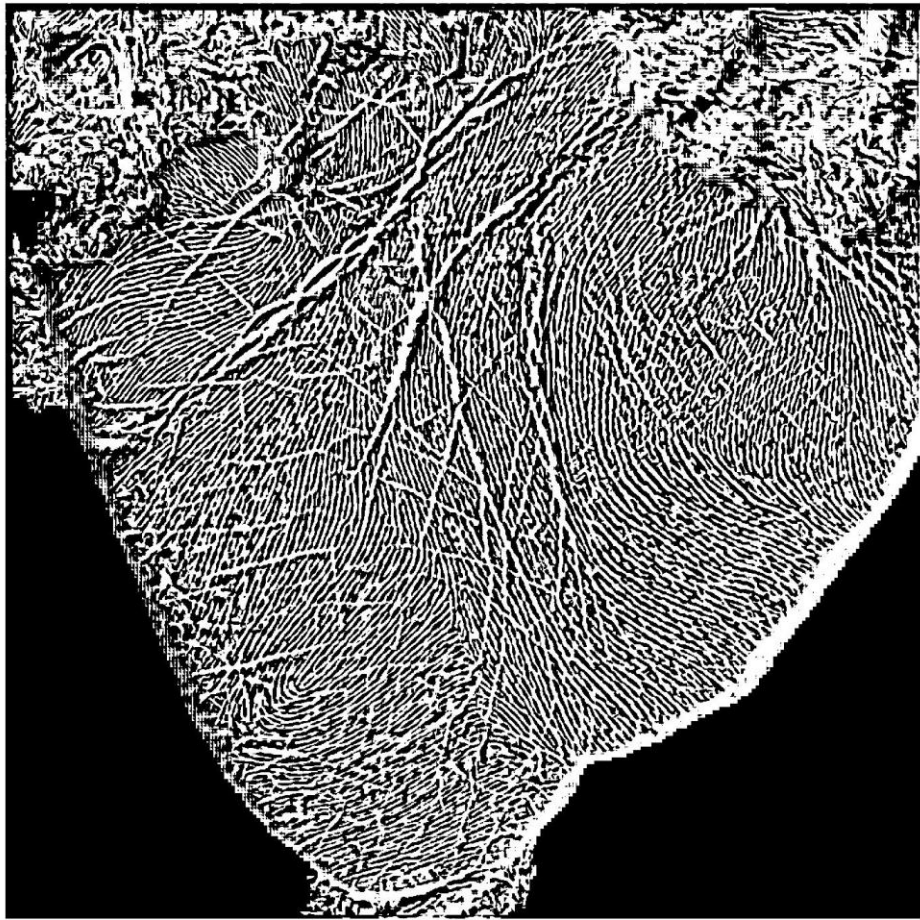
2-频率



2-增强



3-频率



3-增强