

首先，按照论文所给公式

$$G(i, j) = \begin{cases} M_0 + \sqrt{\frac{VAR_0(I(i, j) - M)^2}{VAR}} & \text{if } I(i, j) > M \\ M_0 - \sqrt{\frac{VAR_0(I(i, j) - M)^2}{VAR}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

对图像进行标准化处理，我选择的 $M_0 = 100$, $VAR_0 = 2000$

最初我按照作业中所述顺序，仅根据幅度谱里的频率和最大幅值，来判断是否属于指纹区域，发现效果不是太好，除非把幅度谱平滑较多次，后来想到其实还有信息可以利用，如果先求方向图（求方向图不依赖于频率图，先求方向图并进行平滑处理后检查其确实在指纹处的方向都是正确的，非指纹处方向较随机），在频率图判断中又可以加上最大幅值的那个频率的方向和方向图的方向进行对比，夹角在一定范围内认为是指纹导致的最大幅值频率，效果有所提升。所以我的顺序：

1.求方向图：

先用两个方向的 sobel 算子得到 ∂_x 和 ∂_y ，然后按论文中公式计算 V_x , V_y , 和 θ 。计算过程我是直接对整个图用以前写的快速局部均值算法求局部均值后再对其在两方向上都隔 8 个点取样一次，便得到了对每个小块中心点按如下公式计算的效果。

$$V_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{W}{2}}^{i+\frac{W}{2}} \sum_{v=j-\frac{W}{2}}^{j+\frac{W}{2}} 2\partial_x(u, v)\partial_y(u, v),$$

$$V_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{W}{2}}^{i+\frac{W}{2}} \sum_{v=j-\frac{W}{2}}^{j+\frac{W}{2}} \left(\partial_x^2(u, v)\partial_y^2(u, v) \right),$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{V_y(i, j)}{V_x(i, j)} \right),$$

平滑时可写成复数 $\cos(2\theta) + 1i \cdot \sin(2\theta)$ ，然后用高斯滤波器来平滑处理后，用 `angle()` 函数得到平滑后的方向图。

2.求频率图

把图切分成 8*8 小块，对以每个小块为中心的 32*32 小块傅里叶变换，将中点 (17, 17) 对应零频率分量赋值为零后，找剩余点中幅值最大的点，并算出其坐标 x, y, 与对应方向图夹角 beta, 若幅值大于 1000, beta 在 $\pi/3 \sim \pi*2/3$ 间才为其赋值为 $\sqrt{(x-17)^2 + (y-17)^2}$, 不足条件的赋值为 0.
由于噪声点的存在，先用一次中值滤波再用一次高斯滤波效果比较好。

3. 指纹区域 mask

根据频率图判断，在 0.0079 和 0.02 之间的认为是指纹区域。

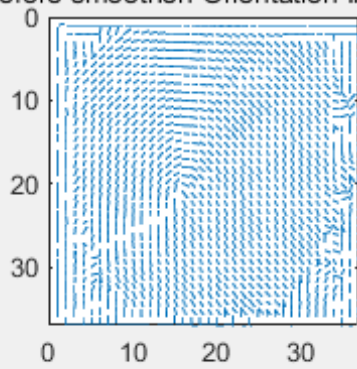
4. Gabor 滤波

对每个小块使用 `imgaborfilt`，线长用 $0.1/f(l,j)$, 常数 0.1 是经尝试后效果较好的值。角度的计算其实比较恶心，对于方向图：上：-90； 右：0； 下：90
对于 Gabor 的方向：上：0； 左：90； 右：-90
所以由方向图得到 Gabor 的方向时要先加 $\pi/2$ 后再取反。
这块儿给我整懵逼了很一会儿。。。。。。
滤波完了就对要加强的指纹区域二值化处理。
由于 Gabor 滤波是分小块儿做的，所以块间边界有点明显，我使用重复先腐蚀再膨胀的方法，使其变得更加圆润，边界感不明显。

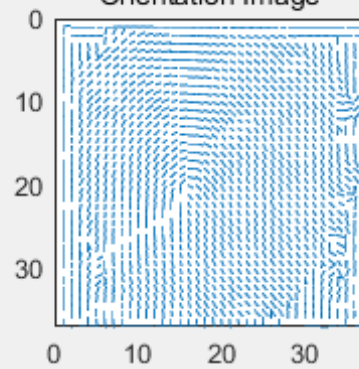
效果图和中间过程图见下：



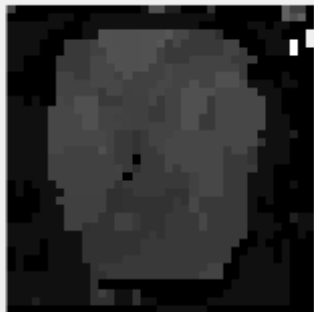
before smoothen Orientation Image



Orientation Image



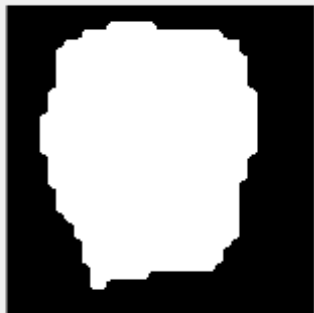
before smoothen frequency image



frequency image



before mask

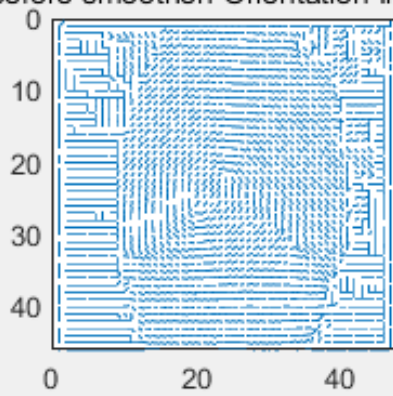


mask

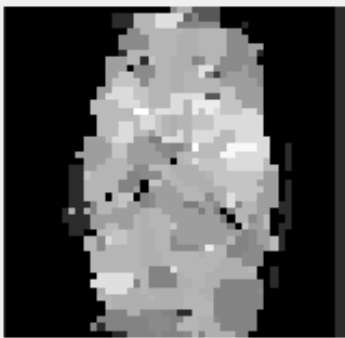




before smoothen Orientation Image



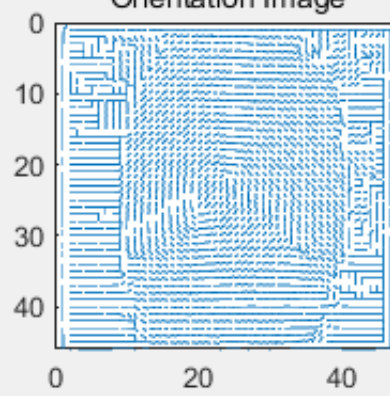
before smoothen frequency image



before mask



Orientation Image



frequency image

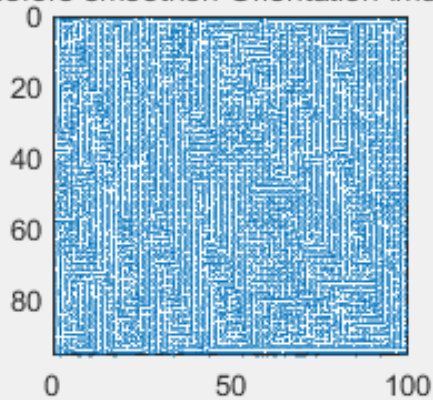


mask

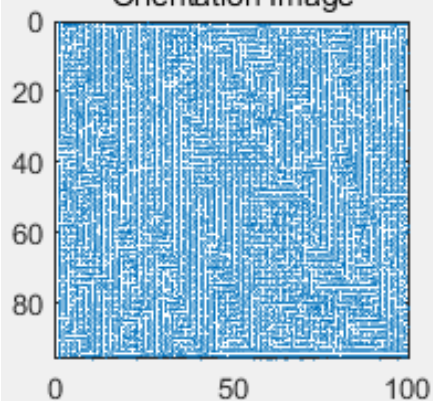




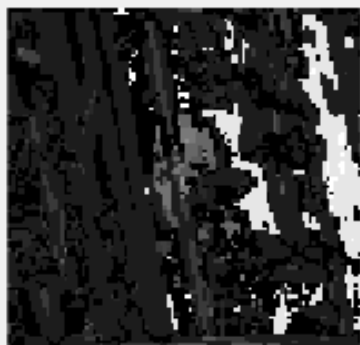
before smoothen Orientation Image



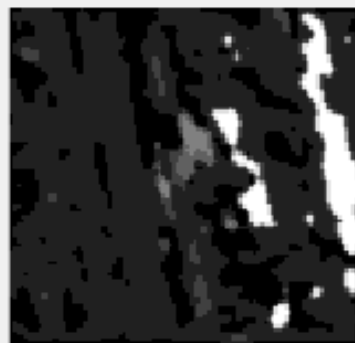
Orientation Image



before smoothen frequency image



frequency image



before mask



mask

