

《数字图象处理》综合作业2

2017011010 杜澍滢 自71

一、实验任务

按照指定的步骤实现指纹脊线分割、脊线细化、细节点检测和细节点验证，使用附件中的2幅增强指纹图像测试算法。

二、算法步骤

(1) 脊线分割分为二值化和形态学处理两个环节。二值化算法可采用 MATLAB 图像处理工具箱的函数。请实现适合的形态学算法对二值图进行处理，尽量去除二值图上的缺陷（如脊线上的空洞、脊线轮廓上不规则的凸凹、白背景上的孤岛等）。

(2) 脊线细化分为细化和后处理两个环节。细化算法可采用 MATLAB 的函数。请实现适合的形态学算法，对细化图进行后处理（去除短线、毛刺、桥接）。

(3) 细节点检测算法要能够区分细节点类型（端点和分叉点）。像素 p 的类型由交叉数 $cn(p)$ 决定。

$$cn(p) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^7 |f(p_{(i+1) \bmod 8}) - f(p_i)|$$

其中 $f(p_i)$ 表示像素 p_i 处的图像值。交叉数为 1 表示端点，交叉数为 3 表示分叉点，其他交叉数非细节点。如图 2 所示。

(4) 细节点验证算法要能够去除指纹外轮廓的伪细节点。

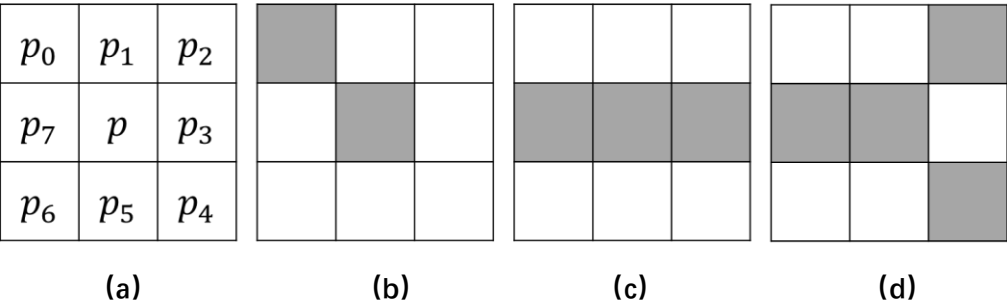


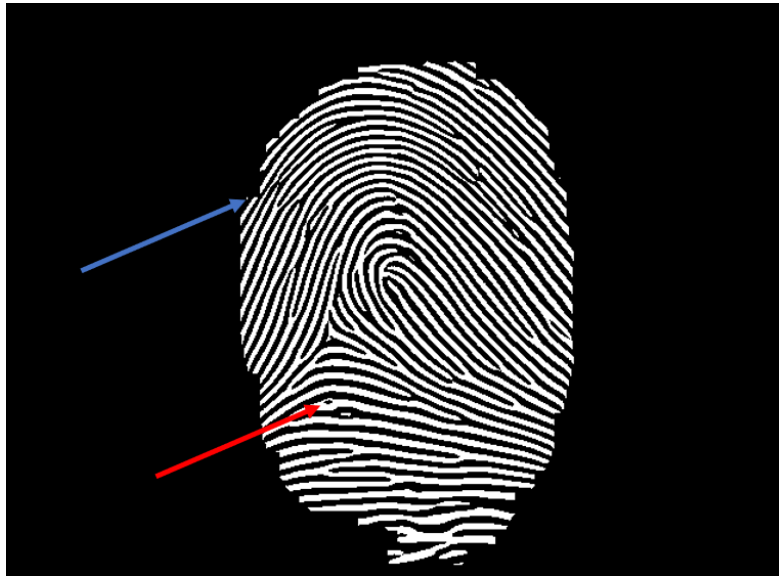
图 2. (a) 像素 p 的 8 近邻; (b) 端点; (c) 非细节点; (d) 分叉点。

三、 具体实现及效果

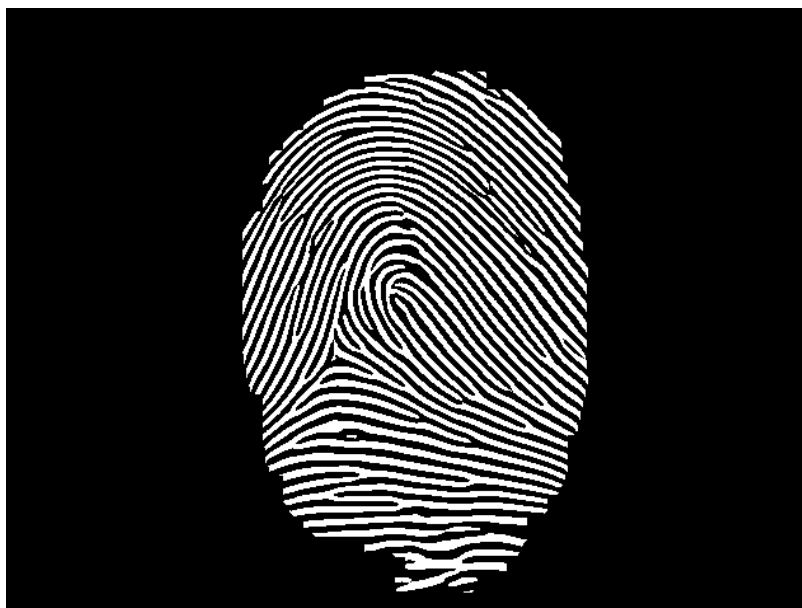
(1) 脊线分割

利用MATLAB图像处理工具箱的`imbinarize()`对原图进行二值化，不断调整参数`thresh`的值，比较二值化效果最终为'r2_5.bmp'和'r96_4.bmp'分别选定0.51和0.5作为`thresh`。

两张图二值化的结果都比较理想，需要调整的部分并不多，我主要进行了去除脊线上的空洞和背景上的孤岛两项处理。以'r2_5.bmp'为例，二值化后的图像如下：



图中红色箭头所指为一例空洞，蓝色箭头所指为一例孤岛。注意到图片上几乎只有这一个空洞，根据该空洞的位置采取自动区域填充算法，消除了这一缺陷。对于孤岛则使用`bwareaopen()`函数。处理后效果如下：



可见有所改善，另外，由于'r96_4.bmp'二值化后的图片几乎没有缺陷，我没有对它做进一步处理，其效果如下：



(2) 脊线细化

利用MATLAB的bwmorph函数进行细化后得到的两图的缺陷不尽相同，下面将分别说明。

① 'r2_5.bmp'

下图为未处理的细化图，可见图上还有一些短线和不太显眼的毛刺，没有

明显的桥接。



对于短线，再次使用**bwareaopen()**函数，选定合适参数，得到如下效果图，对比上图可以观察到部分短线被去除：



对于毛刺，采取修剪算法，认为毛刺长度不超过3像素，得到如下效果图：



由于图片本身比较平滑，将其局部放大后对比效果差距更明显（左图为修剪前，右图为修剪后，左图箭头所指毛刺被消除）：



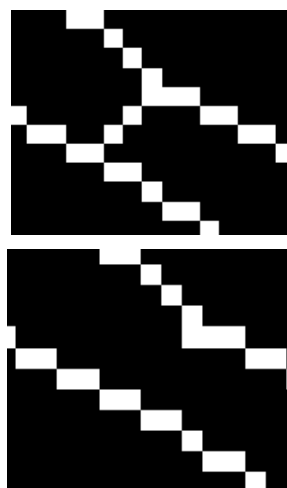
② 'r96_4.bmp'



上图为未处理的细化图，观察可见此图没有明显的短线，有一些毛刺和一处明显的桥接，仍然先用**bwareaopen()**和修剪算法处理，得到下图，箭头所指处为需要处理的桥接：



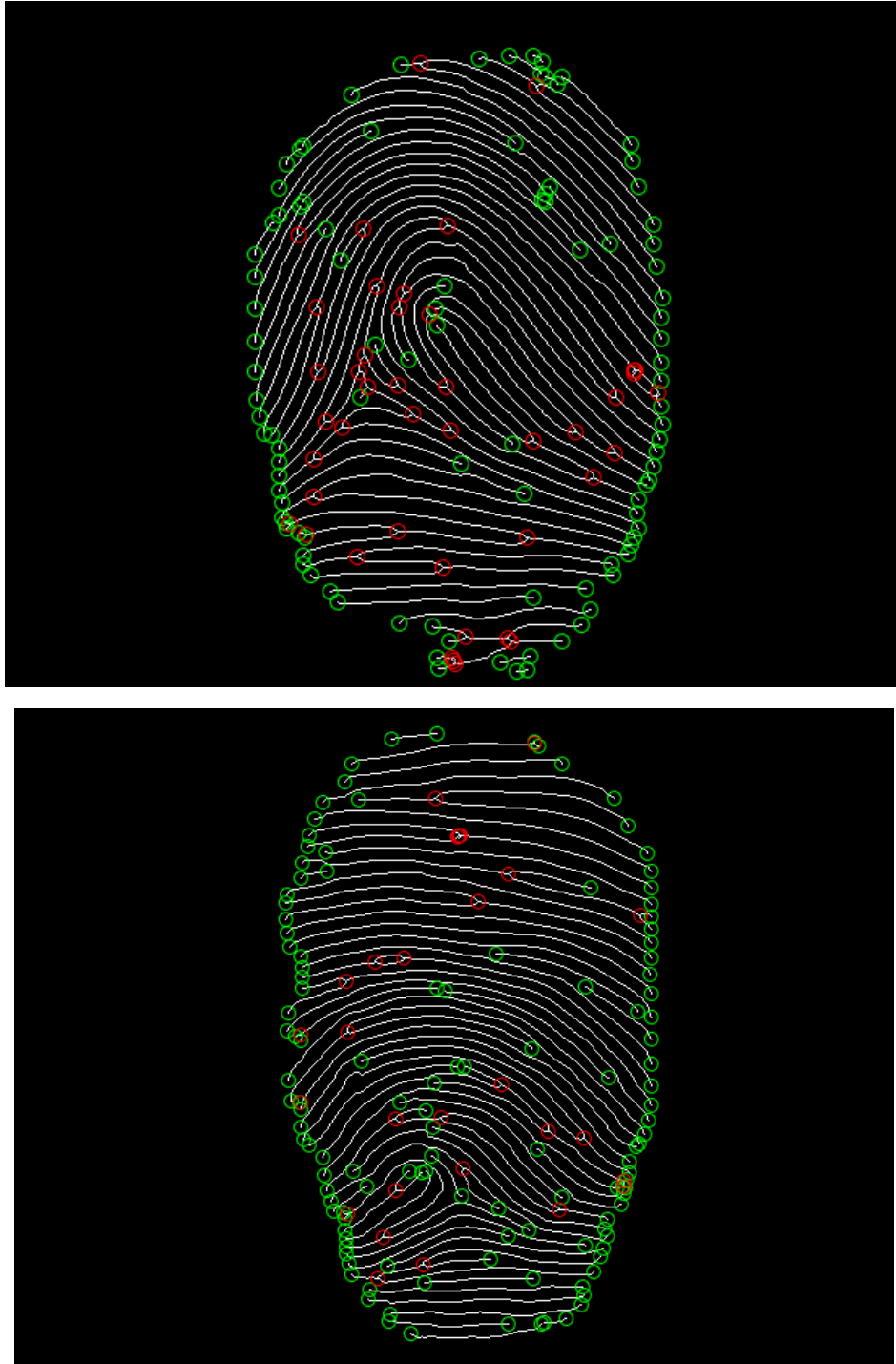
这里我采用**bwhitmiss()**函数，利用桥接处像素点的特别之处筛除该连接线，然后除去，下面是该桥接的局部放大图和处理后的图片，可以看到桥接被去除了：





(3) 求细节点

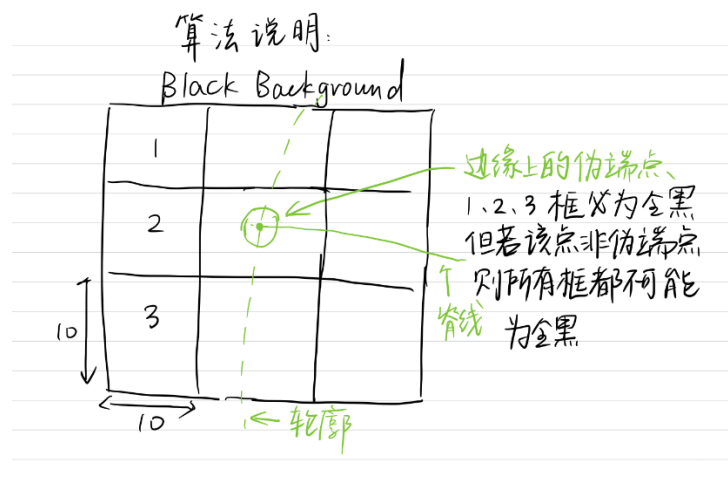
这一步中我用两个变量brnnum和endnum分别记录交叉点数和端点数，同时用四个一维数组brnx, brny和endx, endy分别记录各交叉点和端点的坐标用于后续作图。算法内容即按公式对各像素点求其 $cn(p)$ 值然后判定是否为1或3，若是则存下相关信息。求到所有点及其坐标后利用plot函数在处理后的细化图中标注出来，结果如下，其中绿圈标注的是端点，红圈为分叉点：



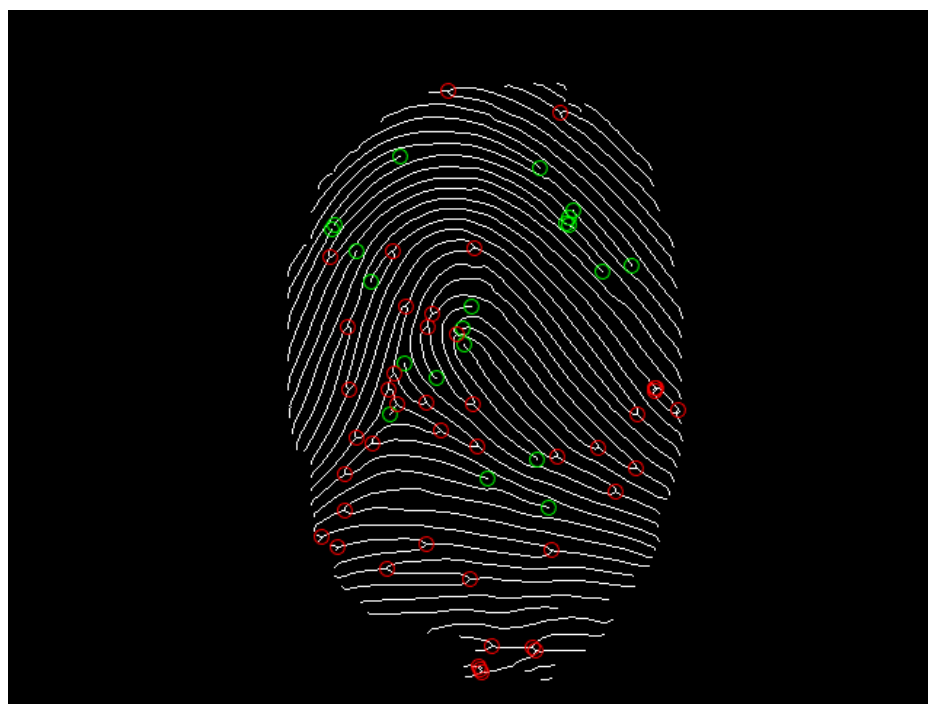
(4) 去除伪细节点

上图中有很多伪细节点，主要分布在边缘部分。接下来对这两幅图进行一致的去伪处理。首先，对于轮廓上的伪点，我的思路即对标记的所有端点，以其为中心框出一个 10×10 像素块，再以此像素块为中心，考察与其相邻的8个同尺寸像素块，如果该端点在指纹边缘处，其周围8个像素块中一定有全黑，即像素值

全为0的块，而若其在指纹内部则不会出现这种状况（ 10×10 的参数可以保证这一点），据此筛出内部点，下图以边缘伪端点说明算法。

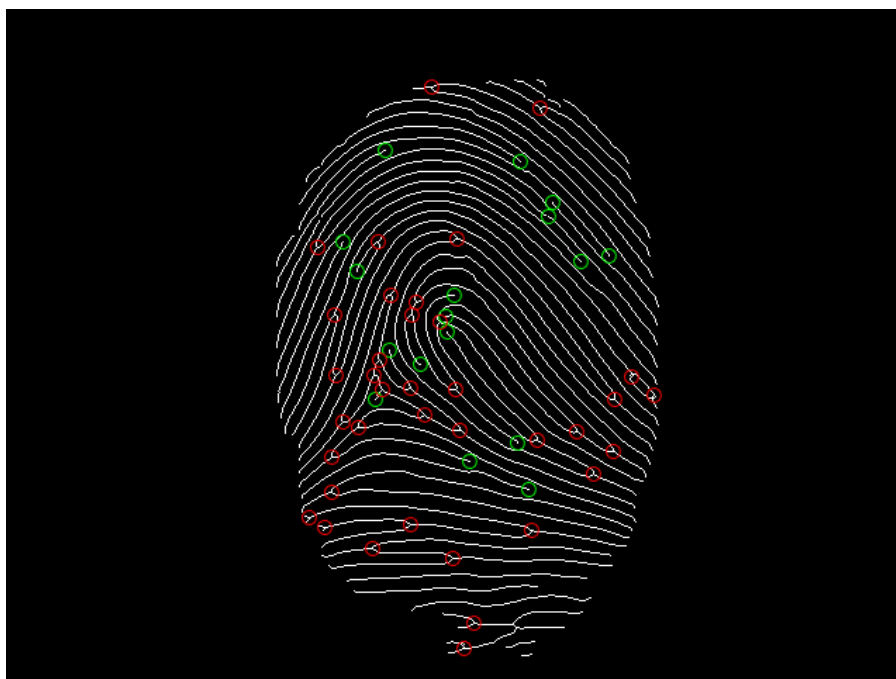


算法效果图如下，可见边缘伪点都被去除了（建议运行程序放大查看，靠近边缘的红圈标记的的确是分叉点）：





除了边缘伪点外，我发现指纹内部存在一些彼此间极其靠近的细节点，上网查阅资料后我了解到多类典型伪细节点都具有彼此间距离很近的特点(如果能把细化图的处理得非常完美可以改善这种现象)，对于它们我设置了一个合适的距离阈值，将小于此值的点视为伪点并去除，效果如下(建议运行程序放大查看)：





四、 总结

通过完成本次作业,我学习使用了MATLAB图像处理工具箱中一些没有接触过的函数,对它更熟悉了;形态学处理部分让我实际运用了课堂知识;此外我对指纹图像处理的重要流程有了基本的认识,对其中各种没接触过的知识(例如细节点与伪细节点的相关内容)也有了了解。但我的处理还有很多不足之处,例如对于'r96_4.bmp'中去除桥接部分是单独针对这一张图片特别处理,没有普适性,后期观察到的内部伪细节点很多也是因为细化图没能处理得足够好造成的。