

图像处理与分析课后作业三

李一帆

December 23, 2020

1 问题 1

问题描述：读一幅指纹图像，对图像进行二值化。

解答：从网上找到的指纹图片、经过 NTFC 灰度化之后的结果以及经过大津法二值化之后的结果如下所示。



原图

灰度图

二值图

Figure 1: 原图 (左)、灰度图 (中) 和二值化图 (右)

图像灰度化主要通过 `ReadFingerprint()` 函数实现，读入图片路径，返回灰度图。图像的二值化通过 `opencv` 库函数 `threshold()` 实现，经过二值化后需要将图像进行翻转，将指纹变为前景。

2 问题 2

问题描述：采用形态学骨架提取算法提取骨架。

解答：形态学算法提取骨架的步骤如下：

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^K S_k(A)$$

$$S_k(A) = (A \ominus kB) - (A \ominus kB) \circ B$$

$$K = \max\{k | A \ominus kB \neq \phi\}$$

其中 $A \ominus kB$ 表示用 B 对 A 连续做 k 次腐蚀操作。 K 表示连续对二值化图进行腐蚀操作为空集前的次数。最终的结果表示为每次腐蚀后的骨架 $S_k(A)$ 的并集。



Figure 2: 利用形态学操作得到的骨架

其中，形态学操作提取骨架用到的函数主要是 `skeleton_extract_erosion`，输入为二值化图像，用到的腐蚀的 kernel 大小为 3×3 ，形状为十字。在提取骨架前对二值图进行了开闭运算，可以减少噪声。

3 问题 3

问题描述：用距离变换的方法提取骨架。

解答：利用距离变换的方法提取骨架的流程如下所示。

- 对二值图像求取距离变换；
- 求取距离变换后图像的局部极大值；
- 落入原二值图像中的局部极大值就是图像的骨架

通过距离变换后得到的结果如下所示。



Figure 3: 二值图距离变换结果

这里距离变换使用的是 opencv 自带的函数 `cv.distanceTransform()`。在求距离变换图像的局部极大值时，利用了 Laplace 梯度算子 $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$ 。对二值化图像进行卷积，然后按照每个卷积后元素结果大于某一阈值对卷积结果进行限制，得到掩膜 *mask*，将得到的 *mask* 与二值图像相乘便可以得到最终的骨架图，如图 Figure 4 所示。



Figure 4: 距离变换提取骨架结果

4 问题 4

问题描述：利用裁剪算法对提取出来的骨架进行裁剪。

解答：裁剪主要包含以下步骤。

- 用一系列用来检测终点的结构元素对 A 进行细化， $X_1 = A \otimes \{B\}$ ；
- 得到建立在 X_1 中包含的所有终点的集合 X_2 ， $X_2 = \bigcup_{k=1}^8 (X_1 \circledast B^k)$ ；
- 对端点进行三次膨胀处理，用集合 A 作为消减因子， $X_3 = (X_2 \oplus H) \cap A$ ；
- 求 X_3 与 X_1 的并集 $X_4 = X_3 \cup X_1$

其中， $\{B\}$ 表示结构元序列，每种结构针对全部 8 个元素旋转 90° ， \otimes 表示细化操作， \circledast 表示击中击不中变换。最终经过裁剪后的结果如 Figure 5 和 Figure 6 所示。



形态学骨架

裁剪后形态学骨架

Figure 5: 形态学提取骨架以及裁剪



距离变换骨架

裁剪后距离变换骨架

Figure 6: 距离变换提取骨架以及裁剪