

《机器视觉创新实践》课题研究任务书

一、课题名称

手指静脉图像的预处理、特征提取及匹配方法实验研究

二、任务要求

1.课题背景调研

对手指静脉识别技术相关的背景调研，内容包括：常见的生物特征识别技术及其各自的优缺点，手指静脉识别技术主要优势及相关应用等。

2. 整体方案设计

对手指静脉识别系统的整体结构框架进行设计，并说明其工作过程。

3. 详细过程论述

(1) 图像预处理模块。

此模块主要实现图像的采集和预处理，要求如下：

- ② 分析手指静脉的成像原理及各种成像方式的优缺点。
- ③ 利用实验室现有设备完成手指静脉图像的采集。实验过程中注意观察，并分析手指静脉图像的特点以及不同因素对图像质量的影响。
- ④ 参考以下介绍，编程实现 1 — 2 种图像预处理方法，包括静脉图像增强方法和感兴趣区域（ROI）截取方法，给出实验结果。可参考以下几种方法，也可自行查找文献和资料采用其他方法。

图像的预处理：**1) 图像增强**，获取的原始图片由于成像机理、相机参数、光照变化、手指移动及旋转等因素会使得获取的静脉图像存在噪声、模糊、光照不均等图像质量不佳的问题，会很大程度上影响实验效果。图像增强是一种基本的图像预处理手段，主要目的是针对一幅给定的图像，经预处理后，突出图像中的某些信息，削弱或去除某些无用和干扰信息，增强后的图像更有利于特定图像任务的处理。因此采用一种或多种图像增强方法来增强静脉纹理信息，以便后续的特征提取、匹配等过程。常用图像增强方法有全局直方图均衡化、限制对比度自适应直方图均衡化(CLAHE)、Retinex 和灰度归一化等，实验效果可参考图 1；**2) 感兴趣区域（ROI）截取**，静脉采集过程中，手指自由度较大，会出现平移、旋转等现象，导致同一根手指两次采集图像出现差异；采集的图片由以手指为前景的区域和以环境为背景的区域组成，而背景区域对识别没有任何贡献，甚至会很大程度上影响特征提取的正确率。

因此在使用指静脉做身份认证和识别时，需截取采集图像中手指的 ROI 区域作为输入图像进行认证和识别。常用 ROI 区域截取算法步骤如下：①对图像进行手指边缘检测。②根据手指边缘拟合手指中线，求出手指旋转角度，进行旋转角度校正。③根据已检测的手指边缘确定 ROI 区域上下边界，确定手指关节位置（由于手指的组织结构，手指关节处往往亮度比较高），根据手指关节位置确定 ROI 区域左右边界，获得 ROI 区域。参考实验步骤如图 2。

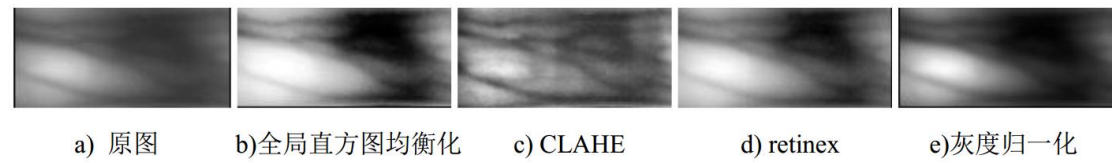


图 1 图像增强示例

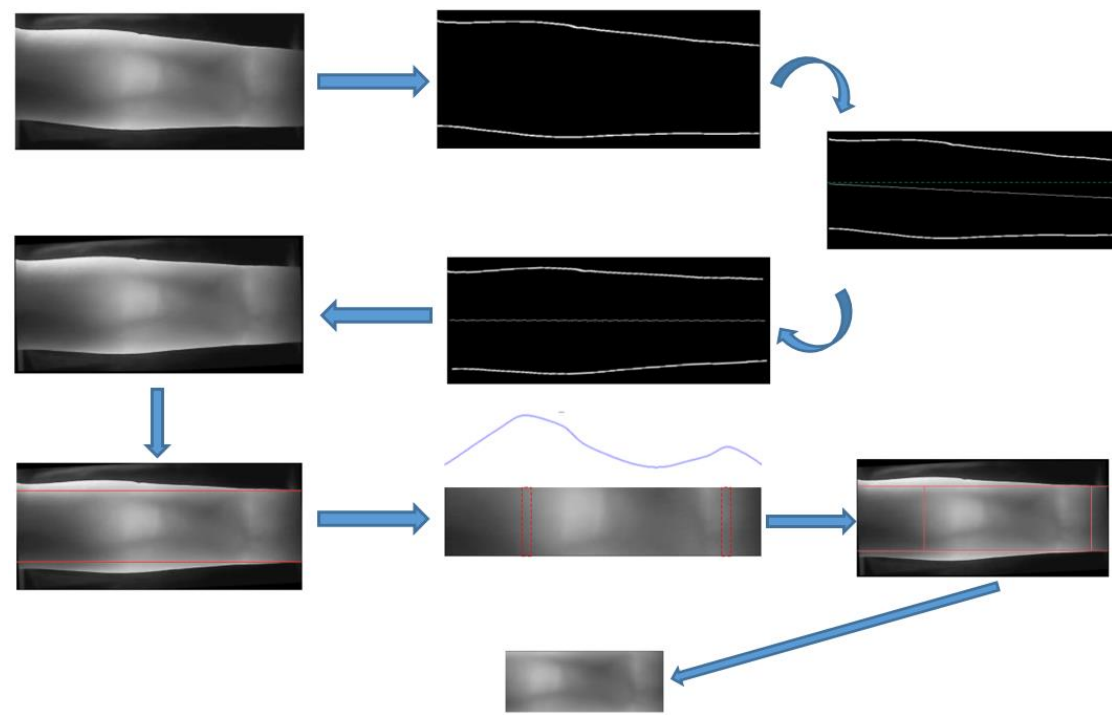


图 2ROI 截取示例（1.边缘检测，2.旋转角度校正，3.ROI 上下边界确定，4.关节位置确定，5.提取 ROI 区域）

（2）图像的特征提取模块。

此模块主要实现静脉图像的特征提取，要求如下：

参考以下介绍，编程实现 1 — 2 种特征提取方法，完成静脉图像特征的提取并给出实验结果。可参考以下三种方法，也可自行查找文献和资料采用其他方法。

特征提取是静脉识别中非常关键的环节，对识别性能有直接影响。现有静脉

特征提取算法主要可分为三类，即基于纹理的特征提取、基于编码的特征提取、基于细节点的特征提取。下面介绍对应的三种最简单最常用的特征提取算法：

- 1) 二值纹理特征提取。首先截取原始图像的 ROI 区域，然后使用多方向 Gabor 滤波器对 ROI 区域进行图像增强，再使用二值化算法将静脉纹理二值化，从而提取得到二值纹理特征，示例如图 3。
- 2) 局部二进制模式（LBP）特征提取。LBP 特征提取算法是一种高效的纹理特征提取算法，具有亮度不变性和旋转不变性。算法的核心思想在于统计每个像素点周围纹理的灰度变化，将这种变化量转化为一个数值，用该数值代替该像素点的灰度值，就得到了一张 LBP 编码图。目前，LBP 的一些改进方法主要有旋转不变 LBP、Uniform LBP 等，其中 Uniform LBP 使用最为频繁。对 ROI 进行预处理后，提取 ROI 区域的 Uniform LBP 编码图，将该编码图划分为 $m*n$ 个 block，统计每个 block 的 Uniform LBP 编码的直方图，最后对所有直方图进行幅值归一化，并串接得到静脉图像的 LBP 直方图特征。示例如图 4。
- 3) 局部不变特征提取。局部不变特征最早用于图像配准与拼接，其主要思想是检测图像中的特征点，并对特征点的局部区域进行描述。常用的局部不变特征提取算法有 SIFT、RootSIFT、SURF 等。局部不变特征提取的示例如图 5。

分析各种特征提取方法在静脉识别中的优缺点，配合匹配算法进行分析验证。



图 3 二值化纹理特征提取示例

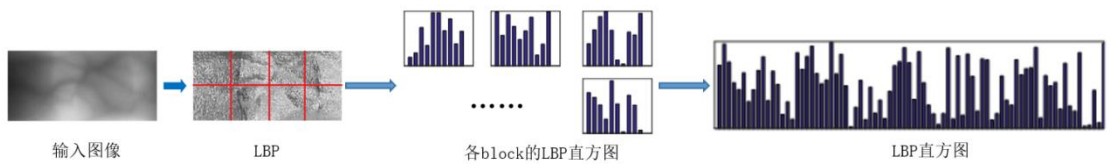


图 4LBP 直方图特征提取示例

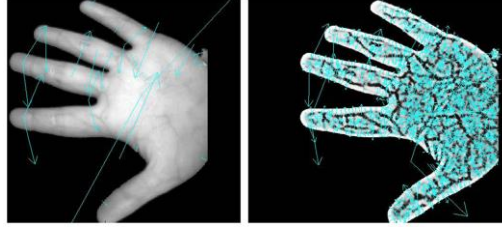


图 5 局部不变性特征提取示例

(3) 图像匹配模块。

此模块主要实现静脉图像的特征匹配，要求如下：

参考以下介绍，结合上述特征提取方法编程实现 1 — 2 种特征匹配方法，完成静脉图像特征的匹配，给出实验结果，并根据匹配结果绘制出类内样本和类间样本的距离分布图，最后根据距离分布图思考不同阈值对匹配效果的影响。可参考以下三种方法，也可自行查找文献和资料采用其他方法。

图像匹配是进行静脉识别的最后一步，不同的提取特征类型往往有其对应的匹配方法，而合适的匹配方法能够极大提高识别精度。现有静脉图像匹配算法常采用某种距离去度量类内样本匹配分数和类间样本匹配分数。若两样本特征的距离小于某阈值，则认为是同一类，反之，则不是同一类。希望所使用匹配算法能使样本的同类样本间距离（类内距离）越小越好，类间样本间距离（或类间距离）越大越好，如此样本更易区分。由于图像匹配需与提取特征配合，因此结合上述特征提取方法，可参考如下匹配方法：

- ① 模板匹配，根据上述二值纹理特征提取方法，获取手指静脉纹路的二值纹理图像，即纹理前景图像。将已注册图像的 ROI 区域与待认证图片的 ROI 区域均采用二值纹理特征提取方法获得两张纹理前景图像，然后计算两张纹理前景图像的交集（重叠）像素点数与两张纹理前景图像的并集像素点数之比，这个比值即为两张图像的匹配分数。
- ② 直方图相似性匹配，可以采用任何一种合适的直方图比较方法进行匹配，现主要介绍直方图相交法，即根据直方图统计的重合度判断直方图间的距离。令 H_1 , H_2 分别为两幅待匹配图像的统计直方图，则基于直方图相交法的 LBP 直方图匹配分数定义为：

$$\text{score}_{LBP} = \sum_{i=1}^m \min(H_1^{(i)}, H_2^{(i)}) \quad (1)$$

- ③ 局部不变特征点匹配，提取局部不变特征点后，将两幅图像的局部特征

点进行匹配，计算两张图片中配对成功点对数与特征点数较多的图片中所包含的特征点数目之比，这个比值即为两张图像的匹配分数。

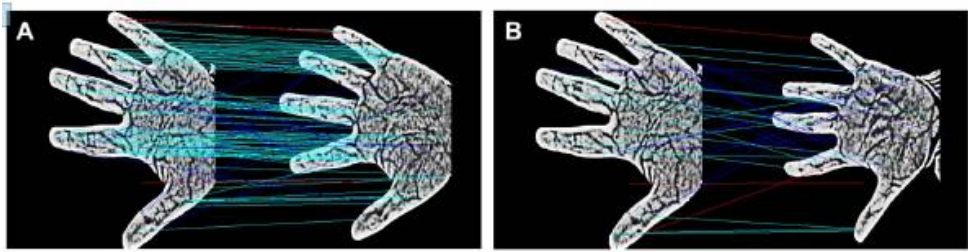


图 6 局部不变性特征点匹配示例

采用上述三种方法进行匹配，根据匹配结果绘制出类内样本和类间样本的距离分布图，如图 7 所示。

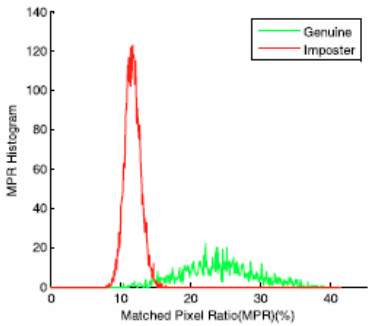


图 7 样本类内与类间特征的距离分布图

4.结果分析

根据 3 中的要求进行实验，对实验研究过程中所获得的主要数据、现象进行比较分析得出结论。

5. 创新实践总结

对实验课题研究过程的收获和体会、遇到的问题和解决问题过程的思考等进行总结。

三、创新实践报告要求

1. 报告格式

采用标准的《华南理工大学创新实践报告书》格式，见附件 1。

2. 报告内容

报告应根据任务要求来完成，包括课题背景、整体方案设计、详细过程论述、方法介绍，实验结果的分析与比较，图示和核心算法的程序代码(置于报告最后的附录中，完整的程序代码附在电子版中)、总结等内容。报告正文字数不少于

5000 字。

3. 实验工具

实验工具：Matlab, Python, C++, Halcon 等。

4. 参考教材

[1]Rafael C.Gonzalez 著.数字图像处理（第三版）.北京:电子工业出版社, 2011.

[2]Rafael C.Gonzalez 主编.数字图像处理（MATLAB 版）.北京:电子工业出版社, 2005.

[3]Carsten Steger 等著.机器视觉算法与应用.北京:清华大学出版社, 2008.

5. 报告提交时间和方式

提交时间：2020 年 1 月 2 日之前

提交方式：各班负责人收齐打印版和电子版统一提交到三号楼 305A 占宏老师

联系方式：Tel: 15902037681

各班负责人如下：

自动化 161 班	李娴	自动化 162 班	王剑城
自动化 163 班	黄海真	自动化 164 班	汪皓
信工 17 冯班	杨苏鹏	信工 174 班	罗宇鹏