

# 传感器作业 掌纹识别算法综述

---

曹广杰

15352015 数据科学与计算机

2017/10/27

## 目录

传感器作业 掌纹识别算法综述

目录

前言

掌纹的特点

掌纹识别的整体流程

读入信号的信息采集

掌纹线特征的提取

基于统计的特征提取方法

稀疏表示掌纹

图像稀疏理论

稀疏矩阵的收敛性优化

lasso算法

协作表示分类

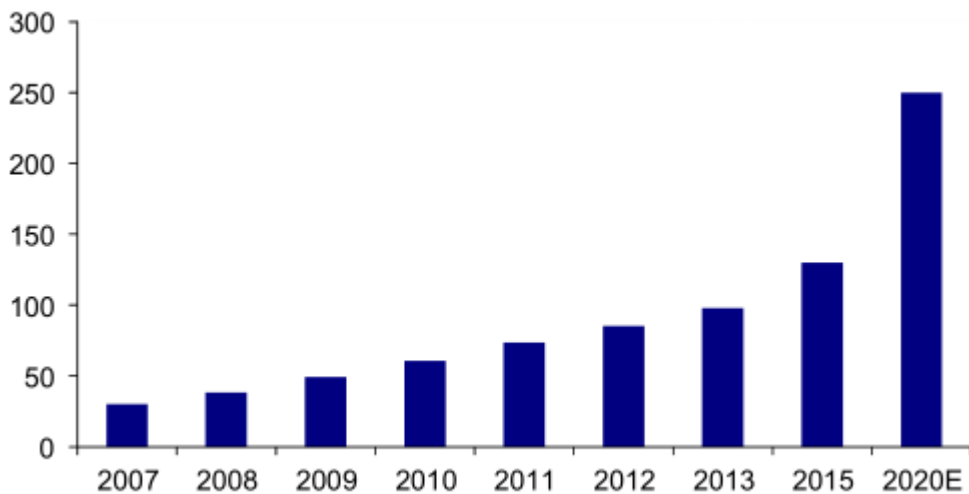
总结与展望

## 前言

近年来，信息的重要性逐渐凸显出来，个人信息的安全和正常使用影响到个人财产的安全乃至公共财产的安全。因此个人信息的识别逐渐成为研究领域的热门，而生物识别技术更是点燃了研究者极大的热情。与证件、密码等传统的识别方式不同，生物识别更加方便，使用简单，要求较低。

生物识别技术是根据使用者原有的生物特征和行为特征对使用者的身份进行识别。目前最为常用的就是指纹识别。

由公开数据，全球生物识别市场规模在2009年为34.22亿美元，2013年则接近98亿美元，2014年生物识别已经突破百亿美元，2015年生物识别市场规模达130亿美元，预计到2020年将突破250亿美元，可以看出——增速较为稳定。



数据来源: [1](#)

通常，用于身份鉴别的生物特征一般具备以下特点<sup>2</sup>:

- 唯一性：即人人各不相同，不同的人拥有不相同的特征，即使双胞胎也不一样；
- 普遍性：即人人拥有，每个人都应该具有这种特征；
- 稳定性：即所选择的特征至少在较长的一段时间是不变的；
- 可采集性：即选择的特征能够用物理设备定量测定。

从以上几点分析，掌纹具有很多优势，包含丰富的信息如乳突纹、皱纹和屈肌线，可以作为用于掌纹识别的特征。掌纹识别技术有趋势成为生物特征识别技术中的热点研究方向。

## 掌纹的特点

掌纹指手指根部到手腕之间的距离，掌纹的皮肤纹理错综复杂，但是有三类基础的纹线：屈肌线、皱褶和乳突纹<sup>3</sup>。

屈肌线是手掌的主线，从出生时就有，随着手掌的抓握张合形成。由于生物体运动具有个体差异性，每个人抓握的方式、习惯的力度、手掌的大小和厚度都各有不同，这就导致屈肌线的形成也是在不同个体之间有着明显的不同。对于屈肌线来说，有远侧主线、近侧主线和纵向主线之分——屈肌线是实现掌纹识别的最重要的特征。

皱褶有些是天生就有的，而有些并不是。后者与屈肌线的形成一样是因为某些部位的自然运动，随着个人的习惯不同导致的在不同方向上伸展或者收缩或者失去弹性的永久性皱褶。

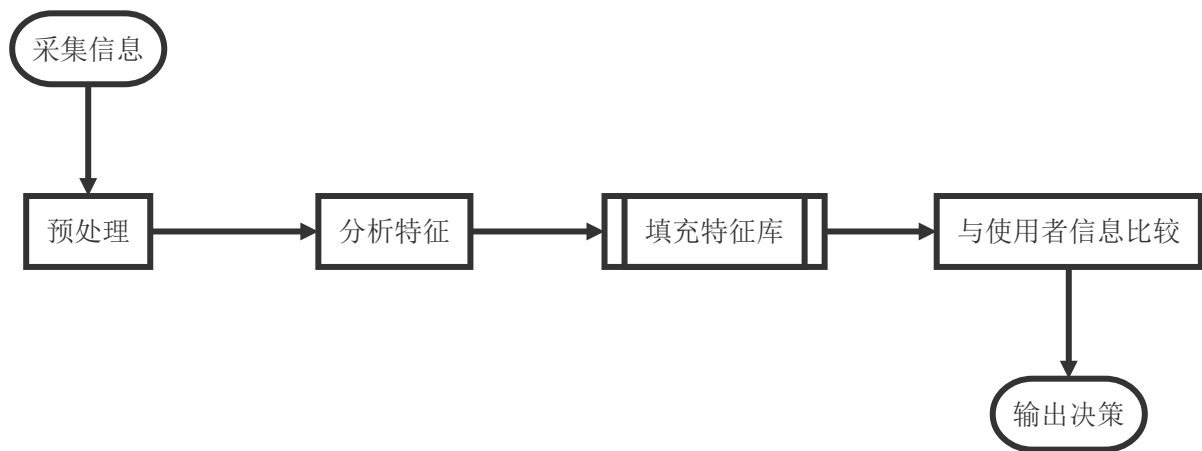
乳突纹，手掌表面覆盖的规则细小的纹路。外层皮肤永久变厚导致的，分布于手掌内侧，有明显分布规律。

除了以上三者的用于识别的特征之外，还有其他的可以用于识别的特征：

- 几何特征：掌纹的宽度以及面积等宏观信息
- 细节点信息：从乳突纹的焦点信息到手掌上的疤痕等因个体不同而不同的信息
- 三角点特征<sup>2</sup>：中指下方在手掌中心处以及中指以下靠近手腕的位置形成的三角区

## 掌纹识别的整体流程

与一般的机器学习的方法类似，掌纹识别属于监督学习，也需要采集信号、预处理、分析数据以及针对性匹配的过程。



在处理训练数据的过程中，要求掌纹识别系统处理足够多的掌纹数据，处理分析并储存这些数据。保存到一个数据库中。要求掌纹分析处理的信息可以使得机器可以构建出掌纹的模板，分辨一些特有的形状，以及识别掌纹的各个区域——在识别操作中，需要对不同的特征值进行不同的衡量，将衡量的结果作为一种比较参量，以便实现后续的比较决策行为。

之后需要验证集的测试，验证集中的数据多是训练集所不包含的，验证集中的数据考察算法是否可以根据已经构建的模型对新的数据分类——没有这样的分类行为就不能实现对于每一个掌纹的识别。而在以上的过程中，从读入数据到储存数据都需要特定的技术支持。储存数据需要使用数据库的数据管理机制，以保证数据不出错，而读入数据的过程则较为麻烦，因为对于掌纹来说，掌纹信息会随着手掌的按压力度、季节以及指缝大小的不同而有所不同。这种情况下有必要对掌纹的信息实现细致的深入的分类和理解。

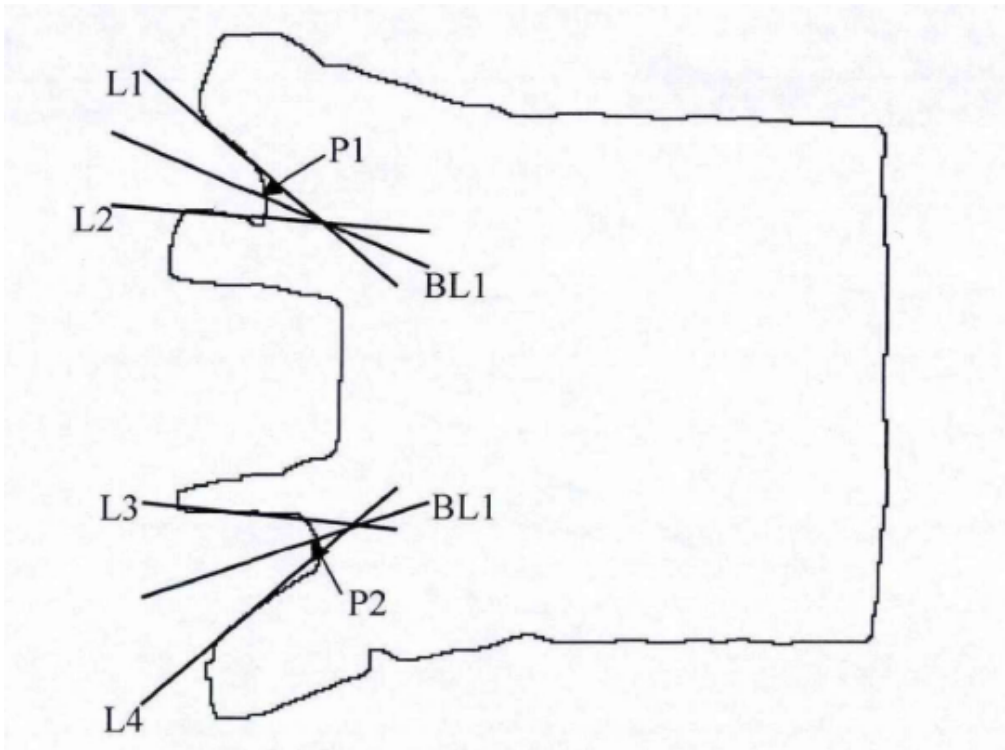
## 读入信号的信息采集

前文所说，对于掌纹而言，存在一些区域具有较高的识别价值，比如三角区。这些区域通常称为感兴趣区域 (Region of interest)<sup>2</sup>，在识别过程中可以使用对掌纹图像的划分，强调以上的ROI，增加其作用影响，提高权值，以便对当前的掌纹进行识别。

## 掌纹线特征的提取

Wu<sup>4</sup>提出了基于直线拟合方法的拟合策略：

- 选用食指、无名指以及小拇指之间的部位作为基准点
- 获得掌纹的轮廓线
- 在食指、无名指以及小拇指边缘使用四条直线拟合
- 作出成角的角平分线，取交点作为基准点(BL1所在交点)



基于直线拟合的基准点检测

此外还有基于椭圆的采集、滚轮法的信息采集——笔者将主要探讨基于特征的信息采集。

针对以上提到的主线、皱褶以及乳突纹等特征的信息提取。正如我们所知，这些特征是识别掌纹信息的重点——但是同时，也是在提取信息的过程中需要优化的难点。这些特征的综合表现就是掌纹线特征。

时间	作者	方法	缺点
1999	张大鹏等 <sup>5</sup>	基于模板的掌纹线提取	特征容易丢失
2000	黎明等 <sup>6</sup>	三大主线	掌纹库数据量受限
2004	张大鹏等 <sup>7</sup>	小波提取掌纹特征	效果不理想
2005	Lin <sup>8</sup>	多层分解机制	算子可能造成的双边缘效应
2006	Wu <sup>9</sup>	基于屋脊线	带宽限制

表格为掌纹识别算法的发展历史

掌纹特征提取的算法已经发展了很多年，但是对掌纹提取来说，从图像中获取重要的信息并不仅仅是滤波那么简单，图像处理层面的技术近年来已经有了长足的发展，也许已经优于以上的算法，但是目前来看，图像处理与信息采集的算法依然还是具有不同的使用场合。也许在不同的使用场合使用不同的技术会有所不同。

而在获得了信息之后，在已经读取到的大量数据中实现提取也是一个很重要的环节。

### 基于统计的特征提取方法

在当前的机器学习中，处于对计算机计算能力的充分利用，以及衡量的方便，一般会使用基于统计的方法来衡量掌纹中的特征值。基于统计的方法即利用掌纹图像的方差、均值等统计量作为特征进行识别的方法。

基于局部统计量的方法：首先将图像分成若干小块，然后分别统计每块的图像信息，组合表示分离的信息，整合为表示整个掌纹的统计特征向量。

基于全局统计量的方法则跳过了分割图像的过程，直接计算整个图像的统计学信息作为掌纹的特征。

## 稀疏表示掌纹

掌纹的录入与分析是典型的从模拟信号到数字信号的转化过程，为了实现这个步骤，常规的方法是用矩阵对图像进行离散化。

### 图像稀疏理论

图像稀疏理论用于表示图像的视觉信息，涉及到图像的处理。提取图像中的重要信息正是为了使用尽可能少的信息表示尽可能具有区分度的特征。

图像的稀疏是指描述该图像的矩阵中，只有少数的元素是非零的。这种条件下，这些少数元素自然就限定了表示图像的信息总量，之前使用的特征提取算法也就有了用武之地。

使用矩阵表示图像的时候，是非常典型的将连续的信号转换为离散的数据的行为。向量也可以看做矩阵的子集，对于矩阵或者对于向量来说，任意R维的向量如果存在向量  $\mathbf{A} = \{\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_R\}$ ，作为该空间的基向量。则任何的向量都可以用其加权表示，表示为增广矩阵的乘积：

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \sum_{i=1}^n x_i \mathbf{a}_i \\ &= \mathbf{AX} \end{aligned}$$

这种方法使得当前应对的矩阵可以使用线性代数处理。

表示图像的稀疏矩阵在衡量该图像的时候，需要对复杂的矩阵进行处理。这里的处理一般使用统计学的衡量方法，通过矩阵中特定值的计算获得统计学衡量参数。

### 稀疏矩阵的收敛性优化

在稀疏矩阵的运算中，免不了要使用迭代运算。笔者在阅读了《掌纹识别算法的研究<sup>2</sup>》后总结出原作者所介绍的，有关加速矩阵收敛性优化的方法：

#### lasso算法

Lasso是由tibshirani在1996年提出的算法，对自变量  $\mathbf{X}_i$  与因变量y的关系作出线性规划：

$$\min J(\mathbf{X}) = 1/2 \|\mathbf{y} - \mathbf{AX}\|_2^2 + \lambda \|\mathbf{X}\|_1$$

使用这种规划方法需要使得算值最小，以解决该问题。

协作表示分类

协作表示分类：

$$\hat{\mathbf{X}} = \operatorname{argmin}_x \{ \|\mathbf{y} - \mathbf{AX}\|_{l_q} + \lambda \|\mathbf{X}\|_2 \}$$

## 总结与展望

对于生物识别，在系统级市场中，主要的收入由公共安全等中大型系统贡献。当然其中也不乏门禁和考勤等小型商业应用产品的份额。

掌纹识别作为生物特征识别技术的一种，近几年有明显的发展。尽管如此，各方面技术还尚未成熟，需要广泛而深入的研究。

综上所述，掌纹识别系统主要包括四大模块：图像采集、有效区域分割、特征提取和匹配分类。

本文主要讨论了在迭代过程中如何对矩阵的计算进行最快程度上的优化，如何有效地提取掌纹特征，阅读并参考了早些年的算法。总体来说，掌纹识别的技术机关在当前机器学习的大背景下有突飞猛进的发展，但是不得不承认还是有需要完善的地方。

---

1. 2017年中国生物识别市场需求及前景分析.2017年05月25日 13:16[↗](#)

2. 郭秀梅. 掌纹识别算法的研究[D].山东大学,2014. [↗↗↗↗](#)

3. Personal authentication using palm-print features[J] . Chin-Chuan Han,Hsu-Liang Cheng,Chih-Lung Lin,Kuo-Chin Fan. Pattern Recognition . 2002 (2)[↗](#)

4. Biometric Authentication Competition 2005. <http://www.cbsr.ia.ac.cn/conferences/> . 2005[↗](#)

5. Information Fusion for Palmprint Authentication. Xiangqian Wu,Kuanquan Wang,David Zhang. International Symposium on Defense and Security--Biometric Technology for Human Identification III . 2006[↗](#)

6. Sparse and Redundant Representations:From Theory to Applications in Signal and Image Processing. Michael Elad. . 2010[↗](#)

7. Collaborative Representation based Classification for Face Recognition. L. Zhang,M. Yang,X.Feng,Y. Ma,D. Zhang[↗](#)

8. Hierarchical multiscale LBP for face and palmprint recognition. Z.H. Guo,L. Zhang. Proc of 2010 IEEE 17th International Conference on Image Processing . 2010[↗](#)

9. Texture description and segmentation through fractal geometry. Keller JM,Chen S,Crownover RM. Computer Vision . 1989[↗](#)