

模式识别与机器视觉实践

实验四

指纹图像预处理 和特征提取



实验目的：

- 掌握指纹图像预处理方法及其实现过程；
- 设计和实现指纹图像的预处理和细节特征提取系统；
- 提高综合应用能力及独立解决实际问题的能力。

生物特征识别技术

- 生物识别技术（biometrics，也称生物测定学），是指用数理统计方法对生物进行分析，现在多指对生物体（一般特指人）本身的生物特征来区分生物体个体的计算机技术。
- 生物特征特点：唯一性，稳定性，不易伪造和假冒。
- 利用生物识别技术进行身份认定，比较方便，更加安全，可靠和准确。



声纹识别

步态识别

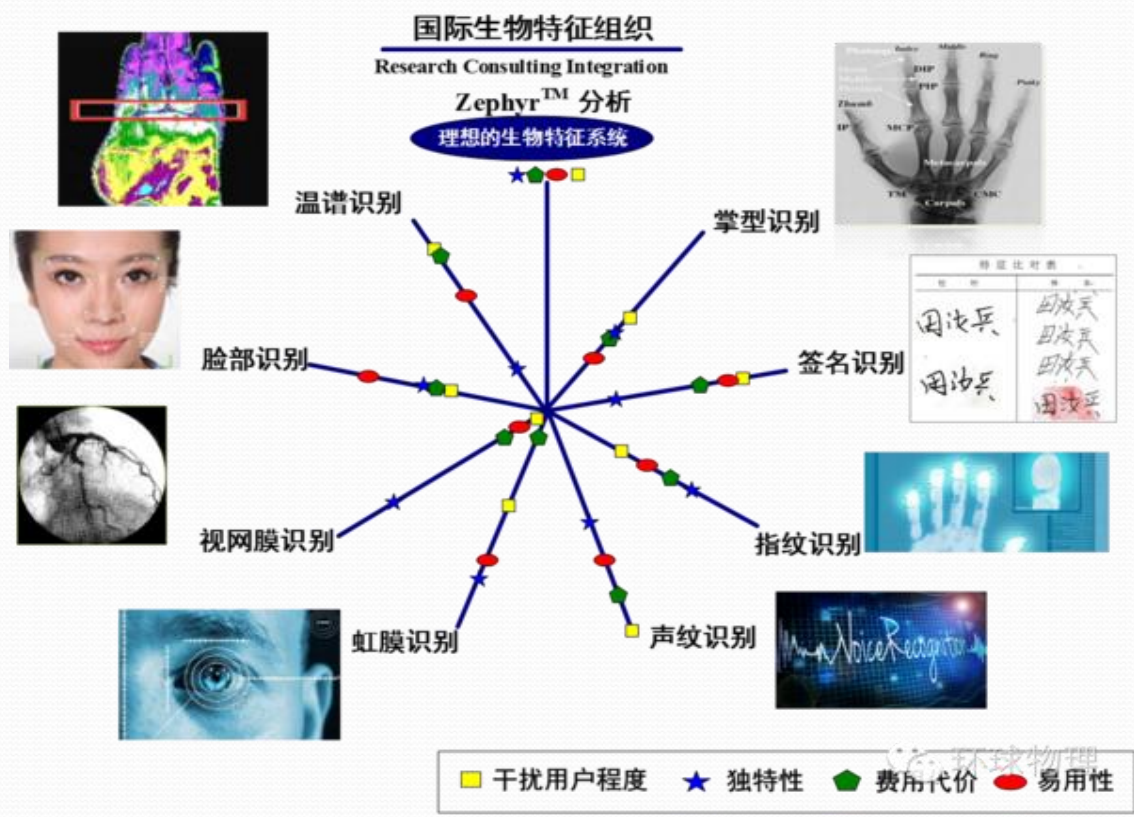
签名识别

击键识别

唇纹识别

手势认证

常见生物特征对比

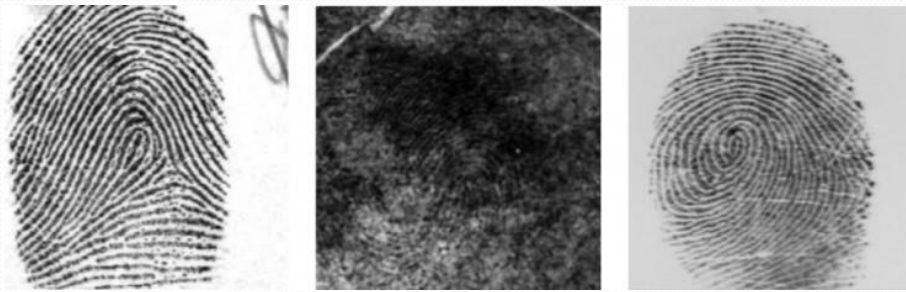


常见生物特征对比

静脉识别技术的突破性优势，使其远胜其它生物识别技术。



指纹识别



油墨指纹、现场潜指纹和基于光学全反射原理的指纹

◆ **指纹**：是指人的手指末端正面皮肤上**凸凹不平产生的纹线**。纹线有规律的排列形成不同的纹型。纹线的**端点**（起点、终点）和**三叉点**（结合点、分叉点）称为指纹的**细节特征点**

◆ **指纹识别**：即指通过比较不同指纹的细节特征点来进行鉴别个体。

如何提取特征和匹配，是指纹识别技术的关键：

- 捺印的方位不完全一样
- 获得的纹理区域存在差异
- 着力点不同会带来变形
- 现实场景存在模糊和噪声干扰



由于其具有终身不变性、唯一性和方便性，指纹识别在早期是生物特征识别的代名词。

指纹的应用

1. **传统的应用**: 通关、门禁、考勤系统
2. **新兴的应用**: 如笔记本电脑、手机、汽车、银行支付。

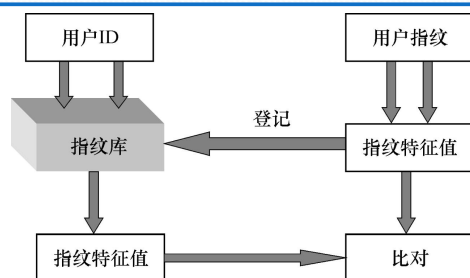


指纹识别系统分类

工作模式

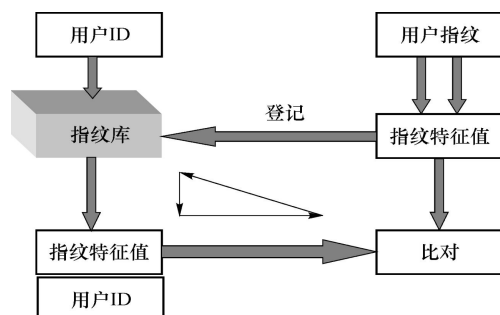
• 认证模式 (verification)

通过把一个现场采集到的指纹与一个已经登记的指纹进行一对一的比对，来确认身份的过程。



• 识别模式 (identification)

把现场采集到的指纹同指纹数据库中的指纹逐一对比，从中找出与现场指纹相匹配的指纹。



指纹识别的流程

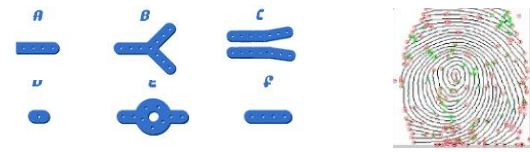
一.指纹图像采集



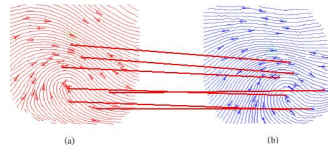
二.指纹图像预处理



三.特征提取

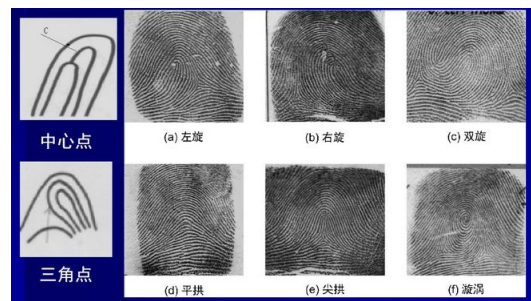


四.特征匹配



一.指纹图像采集

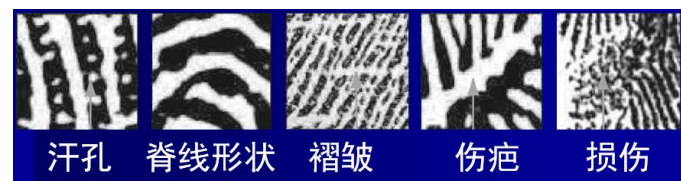
一级特征又叫做指纹的整体特征



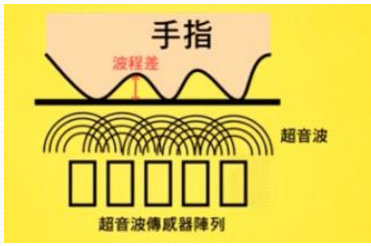
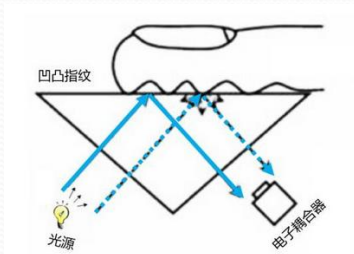
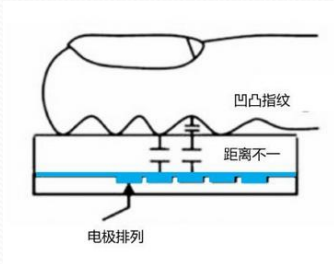
二级特征：主要指细节点特征，是目前公认最具分辨力的指纹特征，研究应用最为广泛。



三级特征主要包括脊线的维度属性，如汗孔、脊线形状、伤疤和褶皱等，只有在高分辨率的(>700dpi) 指纹图像上才能清晰提取到。



一.指纹图像采集



	传统指纹技术		屏下指纹技术
	电容式	光学式	超声波式
技术原理	皮肤表面特征导致指纹不同位置与传感器的距离不同，传感器将指纹图像转换成电信号实现测定	在屏幕下方集成光学传感器，利用OLED自发光照亮指纹，并利用指纹的折返光识别用户指纹纹路	通过超声波指纹模组发出的超声波扫描指纹，利用手指纹理对声波的接收情况与穿透差异对指纹的峰与谷进行识别判断
原理	手指静电场	图像对比	超声波阻抗
模组价格	4美元	8-9美元	18-20美元
分辨率	>500DPI	>500DPI	>700DPI
优势	体积小、成本低廉、解锁迅速	面积小、厚度薄，可集成于OLED屏幕，识别300个指纹特征，安全性高	穿透性强，获得皮肤深层指纹，对用户手指的干湿度要求较低
劣势	屏幕模组较厚，传感器信号较弱，手指污垢汗水影响解锁情况	需多次指纹录入，指纹识别易受背景光、手指表面的油污情况影响	体积大、识别率与识别速度较低

二.指纹图像预处理

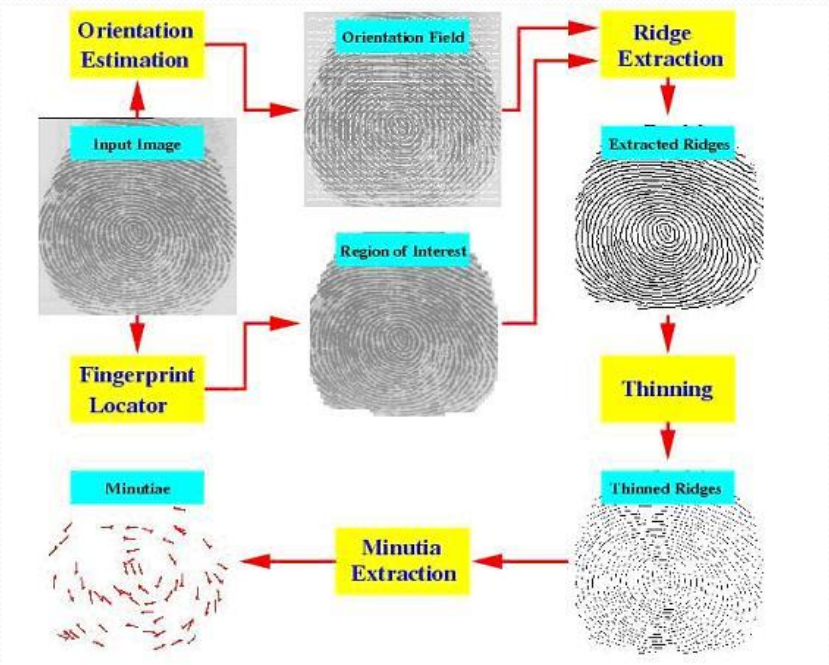
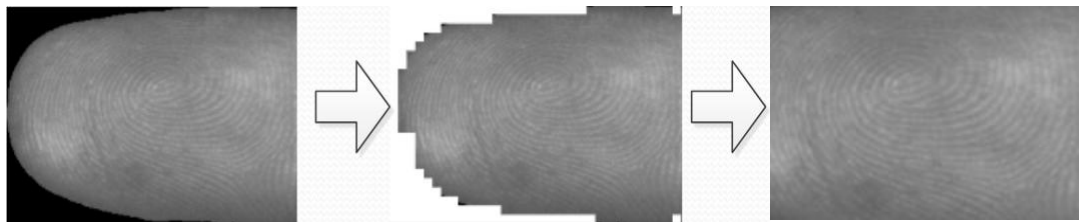


Figure 6: Flowchart of the minutiae extraction algorithm [18]. ©IEEE.

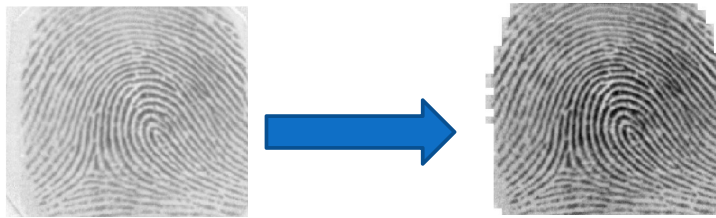
2.1 指纹区域提取

ROI提取：尽可能的去除指纹图像无效区域,完整保留指纹有效区域，减少后续各步骤所要处理的图像数据量。

非接触式指纹图像：最大类间方差，自适应阈值



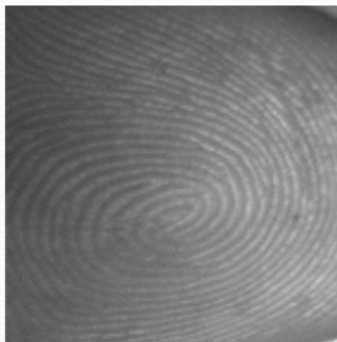
接触式指纹图像：基于梯度的分割，基于方差的分割



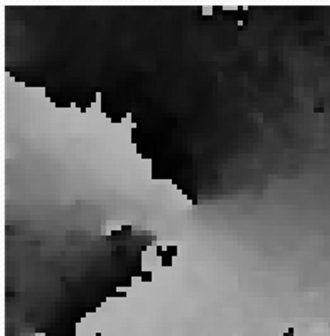
2.1 指纹方向场计算

方向场计算：原始指纹图像纹理不够清晰，需要通过方向图对纹理特征进行有效表征。

此外，指纹中脊线是缓变的，所以方向图在走向上不可能出现剧变，因此还可对方向场进行平滑以去除噪声。



原始指纹图



指纹连续分布方向图



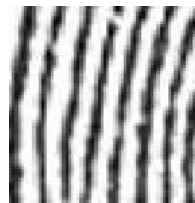
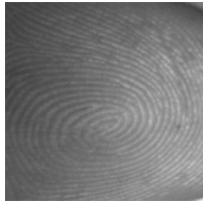
原始指纹与块方向叠加

2.3 指纹图像增强

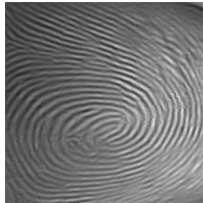
指纹图像增强：

是使指纹脊线结构更清晰，保留和突出指纹固有信息。
最主流的增强方法有Gabor滤波法。

原始指纹



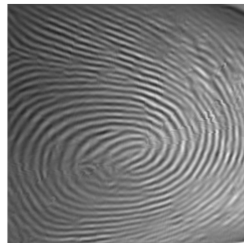
增强后指纹



2.4 指纹二值化

二值化：是把指纹灰度图像变成0和1的两个灰度的图像，前景点(指纹脊线)取作1，背景点取作0，把指纹线提取出来。

方法：自适应阈值法



去噪：去除孤立块与孔洞
连通域法



2.5 指纹细化

建立宽度只有一个像素点的骨架图。

- 形态学细化
- Burning 细化
- Hilditch 细化
- Pavlidis 细化
- Rosenfeld 细化
- 索引表细化算法

好的细化算法一定要满足：

- 收敛性
- 连通性
- 保持原图的基本形状
- 减少笔画相交处的畸变
- 细化结果是原图像的中心线
- 快速性和迭代次数少



细化后的图像上有一些毛刺、短棒，特点：短，可采用线追踪法
细化后的图像上有一些断点，采用基于邻域的断点连接

三. 特征提取

二级特征：指纹纹路并不是连续的、平滑笔直的，而是经常出现中断、分叉或打折。这些端点、分叉点和转折点就称为“特征点”或“细节点”



A

终结点：一条纹路在此终结

B

分叉点：纹路在此分开成为两条或更多的纹路

C

分歧点：两条平行的纹路在此分开

D

孤立点：一条特别短的纹路，以至于成为一点

E

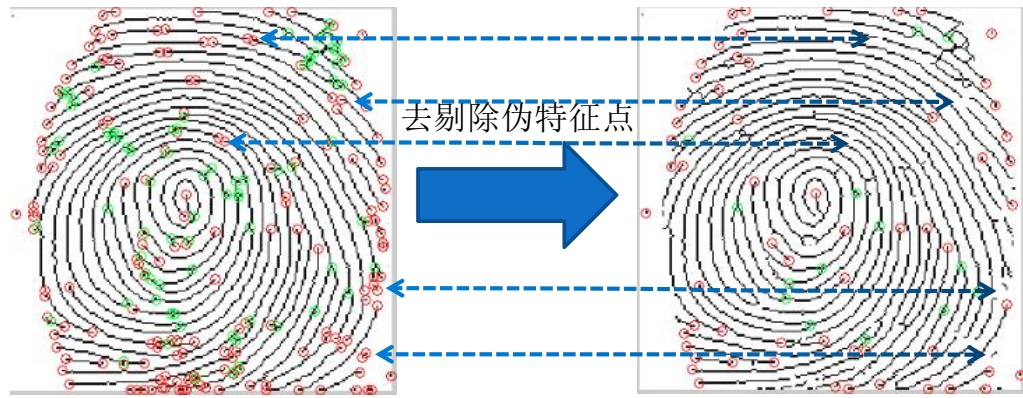
环点：一条纹路分开之后立即合并成为一条

F

短纹：一端较短但不至于成为一点的纹路

三.特征提取

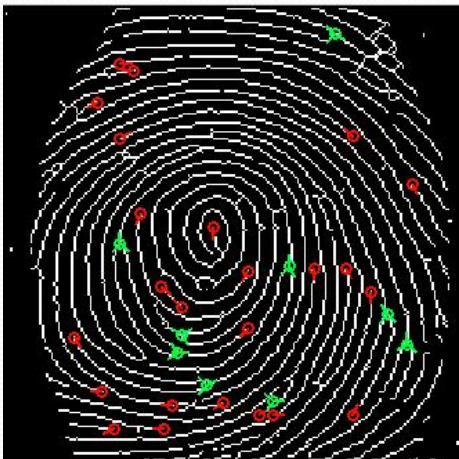
指纹纹路细节特征在提取的过程中会包含一些由于指纹断裂或其他原因产生的伪细节点，这些细节点需要剔除。



四.特征描述

特征点的参数包括

- 1.位置：节点的位置通过 (x, y) 坐标来描述，可以是绝对的，也可以是相对于三角点或特征点的。
- 2.方向：节点可以朝着一定的方向。
- 3.曲率：描述纹路的弯曲程度



Terminations :

X	Y	Angle
7	49	7.00
73	7	100.00
7	153	7.00
179	7	189.00
7	211	7.00
223	7	240.00
8	75	8.00

Bifurcations :

X	Y	Angle 1	Angle 2	Angle 3
10	122	16.00	45.00	17.00
77	19	55.00	21.00	60.00
36	50	48.00	62.00	51.00
257	54	251.00	57.00	24.00
57	254	59.00	88.00	58.00
268	60	72.00	66.00	13.00
71	258	71.00	290.00	74.00

实验内容

- 设计和建立图像预处理和特征提取平台（编程语言和平台不限）：
- 实现图像预处理：增强，二值化，细化
- 实现指纹细节特征的提取和表示：三叉点和端点
- 采用GUI演示

提交报告格式：课程论文格式
提交报告时间：下学期开学第一周
提交报告方式：电子版和纸质版