

专业课程设计（2）

图像特征提取与识别技术

学 院： 物理工程学院

姓 名： 刘宇航

学 号： 151428020212

班 级： 光电 152 班

指导教师： 李慧娟

二〇一八年十二月

专业课程设计任务书

题目	图像特征提取与识别技术
学生班级	光电 151、光电 152
学生姓名	于粲 刘宇航 张翔云 牛满彤 李得园
主要工作	<p>本设计的主要工作是基于 MATLAB 软件，设计图像特征提取与识别方案。主要解决以下几个问题：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉图像特征提取与识别的基本理论； 2. 设计图像特征提取与识别方案； 3. 编写 MATLAB 实验程序，实现上述方案。
主要目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握查阅相关文献的方法，培养对文献资料归纳、总结、分析等方面的能力； 2. 掌握图像特征提取与识别基本理论、实现方法及其在实际应用中的意义； 3. 编写 MATLAB 实验程序，得到比较理想的实验结果。
进度计划	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 16 周：查阅文献资料，学习图像特征提取与识别基础理论及常用方法； 2. 第 17 周：对常用三种图像——指纹、人脸、静脉的特征提取与识别方法进行归纳总结，并应用 LBP 算法进行人脸特征提取、PCA 算法进行人脸识别、K 邻域法进行指纹提取与识别； 3. 第 18 周：运用 Matlab 编程实现了指纹图像的特征提取与识别；运用 Python 编程实现了人脸图像的特征提取与识别； 4. 第 19 周：撰写课程设计报告。

指导教师：李慧娟

填表时间：2018 年 12 月 1 日

目录

一、概述.....	4
1、图像识别技术范畴.....	4
2、图像识别的国内外研究现状.....	5
3、图像识别技术的发展趋势.....	5
二、图像特征提取与识别的理论和方法.....	7
(一)、指纹图像特征提取与识别.....	7
1、指纹图像特征分类.....	7
2、指纹特征提取方法.....	8
3、指纹特征识别方法.....	9
4、指纹识别常见影响因素.....	10
(二)、人脸图像识别.....	11
1、人脸图像采集及检测.....	11
2、人脸图像预处理.....	11
3、人脸图像特征提取与匹配.....	12
4、人脸图像特征识别.....	15
(三)、静脉识别.....	19
1、静脉识别综述.....	19
2、手指静脉识别原理.....	20
3、设计基本方案.....	21
4、指纹静脉识别系统框架.....	22
5、静脉识别的结论及展望.....	23
三、人脸 LBP 特征提取与识别的编程模拟实验	23
1.实验程序文件工作过程.....	23
2.实验结果与结论.....	24
四、小结.....	25
参考文献.....	26

图像特征提取与识别技术

摘要：该文概述了图像识别技术的国内外研究现状及图像识别过程的相关基本工作，并着重探讨了图像识别的关键步骤，以指纹识别、人脸识别、静脉识别三个方面为主，主要运用 K 近邻域法、LBP 特征提取方法、PCA 算法分别对指纹和人脸图像设计特征提取和识别方案，并用 Matlab 和 Python 语言进行编程实验，得到较为理想的实验结果，对实验数据作出分析处理。

关键词：特征提取 图像识别 指纹 人脸 静脉

一、概述

引言

随着计算机信息技术的不断发展，图像识别这一技术在各个领域中的应用也越发的广泛和普及，甚至已经逐渐开始渗入到我们日常生活中。但是，就目前而言，我国图像识别技术在发展过程中还是有着一一定的空间，同时也还存在着一定的问题，为此，为了更好地促进我国图像识别技术的发展，进行了以下几点分析。

1、图像识别技术范畴

图像识别技术的研究目标是根据观测到的图像，对其中的物体分辨其类别，做出有意义的判断。即利用现代信息处理与计算技术来模拟和完成人类的认识，理解过程。一般而言，一个图像识别系统主要由三个部分组成，分别是图像分割，图像特征提取以及分类器的识别分类。

其中，图像分割将图像划分为多个有意义的区域，然后将每个区域的图像进行特征提取，最后分类器根据提取的图像特征对图像进行相应的分类。实际上，图像识别和图像分割并不存在严格的界限从某种意义上，图像分割的过程就是图像识别的过程。图像分割着重于对象和背景的关系，研究的是对象在特定背景下所表现出来的整体属性，而图像识别则着重于对象本身的属性。图像分割以及识别技术在航空航天、医学、通信、工业自动化、机器人、及军事等领域均有着广泛的应用。

2、图像识别的国内外研究现状

图像识别的发展经历了三个阶段：文字识别、数字图像处理与识别、物体识别。文字识别的研究是从 1950 年开始的，一般是识别字母、数字和符号，从印刷文字识别到手写文字识别，应用非常广泛。

数字图像处理和识别的研究开始于 1965 年。数字图像与模拟图像相比具有存储、传输方便可压缩、传输过程中不易失真、处理方便等巨大优势，这些都为图像识别技术的发展提供了强大的动力。物体的识别主要指的是对三维世界的客体及环境的感知和认识，属于高级的计算机视觉范畴。它是以数字图像处理与识别为基础的结合人工智能、系统学等学科的研究方向，其研究成果被广泛应用在各种工业及探测机器人上。现代图像识别技术的一个不足就是自适应性能差，一旦目标图像被较强的噪声污染或是目标图像有较大残缺往往就得出理想的结果。

图像识别问题的数学本质属于模式空间到类别空间的映射问题。目前，在图像识别的发展中，主要有三种识别方法：统计模式识别、结构模式识别、模糊模式识别。图像分割是图像处理中的一项关键技术，自 20 世纪 70 年代，其研究已经有几十年的历史，一直都受到人们的高度重视，至今借助于各种理论提出了数以千计的分割算法，而且这方面的研究仍然在积极地进行着。

现有的图像分割的方法有许多种，有阈值分割方法，边缘检测方法，区域提取方法，结合特定理论工具的分割方法等。从图像的类型来分有：灰度图像分割、彩色图像分割和纹理图像分割等。早在 1965 年就有人提出了检测边缘算子，使得边缘检测产生了不少经典算法。但在近二十年间，随着基于直方图和小波变换的图像分割方法的研究计算技术、VLSI 技术的迅速发展，有关图像处理方面的研究取得了很大的进展。图像分割方法结合了一些特定理论、方法和工具，如基于数学形态学的图像分割、基于小波变换的分割、基于遗传算法的分割等。

3、图像识别技术的发展趋势

图像识别技术也可以将其称之为图像分类，其属于模式识别的范畴，而在该技术中，在对图像进行分类的过程中，其经常会使用到经典的模式进行识别。就

近年来在该技术中所发展起来的人工神经网络模式以及模糊模式识别分类在图像识别中受到了越来越多的重视，就图像识别技术发展趋势来看，该技术今后研究的重点应该在以下几个方面：

（1）图像压缩。图像压缩可以将其分成两类，其分别是无损压缩以及有损压缩，其中，无损压缩因为其压缩比有着一定的极限，所以，就目前而言，在对图像识别进行研究的过程中，其就不能成为研究热点，很多人在研究过程中都集中于有损压缩上，而有损压缩其具体指的是在压缩之后，图像其所存在的部分信息会丢失。

（2）三维重建。在现代信息技术高速发展的情况下，我国在产品设计中，其也开始逐渐从以往传统的平面设计发展成为三维空间设计，比如说在地图这一方面，之前所使用的平面地图就已经被现如今所存在的三维电子地图所取代了。除此之外，三维重建这一技术在考古研究方面也有着非常重要的作用，能够在一定程度上更好地促进考古学的发展。

（3）虚拟现实。在计算机不断发展的时代下，其运算速度在现如今已经非常的快了，这也在一定程度上为虚拟现实提供了可能性，而在这种情况下，网上虚拟现实以及可视电话等方面的发展也成为了图像识别技术发展的新趋势。综上，在社会不断发展过程中，图像识别技术发展空间也在不断的扩大，在这种情况下，其应用前景也就会更为的广泛。我们在获取以及交换信息的过程中，图形是必不可少的一部分，在这种情况下图像识别技术的应用领域也就会越发的广泛普遍，甚至会成为日常生活中较为常见的技术之一，具体而言，图像识别技术其应用领域主要包括以下几个方面，其分别是生物医学工程方面、航天航空技术方面、军事公安方面、通信工程方面、工业工程方面、文化艺术方面等等。

本文主要针对人图像识别技术进行了相关概述，分为指纹、人脸、静脉三个部分，同时对该技术发展过程中所存在的一些问题以及今后的发展趋势进行了具体的分析，以期能够更好地促进图像识别技术的发展，最大程度扩展图像识别技术应用领域以及范围。

二、图像特征提取与识别的理论和方法

(一)、指纹图像特征提取与识别

指纹图像的特征提取是指纹识别的关键，而指纹匹配通常基于细节点匹配，基本流程大致为：1，指纹图像采集；2，指纹图像预处理（预处理包括 a.图像增强 b.图像二值化 c.图像细化）；3，指纹图像特征提取；4，指纹匹配。

1、指纹图像特征分类

指纹可以被分类为三个主要的类型（1）环型（2）涡型（3）拱型^[1]。每一种类型可进一步分为超过二十种类型的指纹。美国的联邦调查曾使用了八种不同类型的指纹进行识别：放射环型（radical loop）、尺骨环型（ulnar loop）、双环型（double loop）、中心口袋环型（central pocket loop）、平拱型（plain arch）、尖拱形（tented arch）、普通涡型（plain whorl）和意外类型（accident），这其实也是沿用了“Henry 系统”的分类方法。大多数自动指纹识别系统（AFIS）将指纹类型的数目减少到 Henry 分类系统所定义的一个子集。

指纹的特征点通常被分为终结点、分叉点、分歧点、孤立点、环点、短纹、方向、曲率以及位置^[2]。在指纹的多种细节特征点中，终结点和分叉点所占比例较大，且出现比较稳定。终结点以及分叉点是特征点最为典型的两类。Matlab 编程也是基于这两类典型的点展开。端点和分叉点是指纹细化图像的主要特征，采用这两种主要特征构造指纹特征向量，它的提取方法是模板匹配法^[3]模板匹配法有运算量小、速度快的优点。下面是每种点具体解释：

- （1）终结点（Ending）终结点类型具体指的是一条指纹纹路在此处断开终结；
- （2）分叉点（Bifurcation）分叉点类型具体指的是指纹纹路在该点处分开拓宽成两条甚至两条以上的纹路；
- （3）分歧点（Ridge Divergence）分歧点类型具体指的是两条相对平行的线路的分开点；
- （4）孤立点（Dot or Island）孤立点类型具体指的是指纹纹路非常短，以至于成为一点；

(5) 环点 (Enclosure) 环点类型具体指的是一条指纹纹路在分开成为两条纹路之后又立即合并成为一条指纹纹路, 这样分开点与合并点形成的小环变成只为环点;

(6) 短纹 (Short Ridge)

短纹类型具体指的是指纹的一端相对比较短, 但是又不会形成一个点的指纹纹路;

(7) 方向 (Orientation)

方向具体指的是节点的方向比较固定;

(8) 曲率 (curvature)

曲率具体指的是用来描述指纹纹路沿着方向改变的行进速度;

(9) 位置 (Position) 位置具体指的是借助坐标去描述指纹纹路中节点的位置, 可以用绝对位置描述, 也可以用基于三角点或者特征点的相对位置进行描述。

2、指纹特征提取方法

通常有两个方法用于指纹图像特征的提取, 第一种便是从整体的灰度图像中提取算法, 而另外一种便是建立在细化二值化的图像中提取算法。指纹图像特征功能的提取是整套指纹识别系统中最为核心的环节之一, 指纹图像特征提取的好与坏将直接影响到指纹图像匹配的准确性^[4], 因此, 指纹图像特征提取是指纹匹配的基础和前提。第一种指纹图像特征提取算法通常是跟踪灰度指纹纹线, 在根据跟踪结果定位特征的位置以及精确的判断出特征的类型, 该方法在整个实现过程中并没有进行指纹图像预处理过程, 但是指纹特征提取的算法却异常复杂, 在加上外界不确定因素的影响, 导致提取到的指纹特征值并不准确。所以, 第二种指纹特征提取算法是应用最为广泛的技术之一, 从经过预处理之后的细化二值指纹图像中提取指纹图像特征值, 不仅方法简单, 特征点的提取也非常简单, 仅仅需要一个 3×3 的模板便可以将非常可靠的细化二值图像的分叉点以及端点提取出来^[5]。而指纹图像特征可以分为总体特征和局部特征;

(1) 总体特征

总体特征是指人类肉眼可见的特征。包括基本纹路图案, 前述指纹图像的分类则是按照此特征为标准划分的, 即环形、涡型、拱形。

(2) 局部特征

局部特征是指指纹上的节点。两枚指纹可能经常会有相同的总体特征，但是局部特征点却决定着两枚指纹的唯一性，它提供了指纹唯一性的信息，为指纹匹配提供了特征信息^[6]。这些节点导致了指纹经常出现中断、分叉或打折，这些分叉点、断点和转折点就是指纹的特征点。节点以及分叉点是特征点最为典型的两类。一幅指纹的局部特征点有近百种之多，但这些特征出现的概率并非相等，有不少特征是极其少见的。这两类特征点足以唯一性的识别指纹图像，我们称之为细节特征点。另外，在指纹识别技术中，用多种参数来描述指纹的某个特征点，它们包括位置、方向、曲率。1、位置：特征点的位置用坐标(x,y)来描述；2、方向：特征点指向的方向，通常指的是特征点所在纹线方向；3、曲率：描述方向改变的速度。

3、指纹特征识别方法

1.根据距离判断

找到某一个特征点，从该特征点沿着纹线走 `num` 个距离，并计算出每走一步距离该特征点的距离，最后会得到一个装有长度信息的数组，如果两幅指纹相同则他们含有相同的特征点，而且得到的数组对应的位置的数据基本相等；

2.三角形边长匹配

找到一个特征点以后，可以找出距离最近的两个端点与原特征点构成三角形，若两幅图的三角形的边长比例相等则说明两幅图匹配；

3.点类型匹配

找到一个特征点以后，找出距离最近的 `num` 个端点，统计 `num` 个端点中端点和交叉点的个数，若两幅图匹配，则端点占的比例大致相同读入指纹图片，通过预处理，特征点提取来识别指纹^[7]。在此我们设置了三层具体匹配方法：

（1）脊线长度匹配

对于上面的函数即可找出细化图像中的特征点和一段脊线，沿着该段脊线走向，每隔五个像素测量一下，看到原始端点的距离，此段距离由 `distance` 函数得到。函数结果会得到一数组（内有脊线的长度信息）。如果两幅指纹细化图像中的纹路是相同的，则它们就包含相同的端点和交叉点及用 `distance` 函数找出的相同的一段脊，则这两个指纹图像中的长度数组对应的位置比例会基本相等，

因此函数最终定义了一个数 $f = (\text{sum}(\text{abs}((d1./d2)-1)))$ ，其中若 f 的值越接近于 0，这两幅图像的匹配度就越高。

(2) 三角形边长匹配

找到一个指纹细化图像的特征点后，可以找出距离这个端点距离最近的两个端点或者交叉点，与这个指纹图像细化的特征点构成一个三角形，若两幅图像中的边长比例基本相等，则说明这两幅图像匹配，越接近于 1 说明这两幅指纹图像越匹配。其中设置一 `find_point` 函数来找出距离最近的端点或交叉点。函数最后定义了一个数 $ff = (\text{sum}(\text{abs}((dd1./dd2)-1)))$ ，因此 ff 值越接近于 0，这两幅指纹图像的匹配度越高。

(3) 点类型匹配

找到一个指纹细化图像的特征点后，在该端点周围找到四十个端点或者交叉点，统计在这四十个特征点中端点的个数和交叉点的个数。若有两幅指纹细化图像中的端点所占的比例近似相同，则两幅图像相匹配，越近似，则越相同。函数最终定义了一个数 $fff = \text{abs}(f11-f21)/(f11+f12)$ ，所以 fff 值越接近于 0，这两幅指纹图像的匹配度就会越高。

4、指纹识别常见影响因素

由于指纹图像在采集的过程中会受到干燥、压力不均匀以及汗渍等的影响，便会造成采集到的指纹图像非常的不均匀，图像也会异常的模糊，同时纹线也会出现中断等现象。实验数据表明，在对质量较差的图像进行特征点提取的时候会造造成数量极多的伪特征点^[8]。一旦伪特征点的数量超过一定数值便会对后面的所有操作产生非常严重的影响，因此，指纹在进行匹配之前，为了获取质量较高的指纹图像，必须对采集到的指纹图像进行伪特征点剔除操作。比较常见的伪特征点主要表现为毛刺、短纹、小孔、伪小桥、断纹等五个类型。还有存在擦伤或创伤的伤痕所引起的脊线中断或变的不清晰；指纹干燥所引起指纹图像印痕模糊，导致脊线和谷线的对比度比较差；污渍导致指纹图像的脊线或谷线粘连和断裂。这些图像噪声对后续的指纹提取带来很大的困难，因此必须要在指纹二值化和细化之前进行图像增强滤波，图像增强的目的：减弱原始图像的噪声，增强脊线和谷线的对比度，即修补指纹图像脊线中断裂的部分，去除指纹图像中脊线或谷线

的叉连部分，从这些原指纹图像中尽可能多的获取清晰的指纹纹路结构，以保证指纹提取的可靠性。

(二)、人脸图像识别

人脸识别，是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术。人脸识别系统的研究始于 20 世纪 60 年代，80 年代后随着计算机技术和光学成像技术的发展得到提高，而真正进入初级的应用阶段则在 90 年后期，不仅诞生了若干代表性的人脸识别算法：“特征脸方法”、模板匹配方法、弹性图匹配方法，还出现了若干商业化运作的人脸识别系统。人脸识别系统主要包括这几个环节：人脸图像采集及检测、人脸图像预处理、人脸图像特征提取与匹配、人脸图像识别^[9]。

1、人脸图像采集及检测

人脸图像采集：不同的人脸图像都能通过摄像镜头采集下来，比如静态图像、动态图像、不同的位置、不同表情等方面都可以得到很好的采集。当用户在采集设备的拍摄范围内时，采集设备会自动搜索并拍摄用户的人脸图像。

人脸图像检测：判断给定的图像上是否存在人脸，若存在人脸则给出人脸在图像中的位置。一般分 3 个步骤进行：①选择图像上的某个（矩形）区域作为一个观察窗口；②在选定的窗口中提取一些特征对其包含的图像区域进行描述；③根据特征描述来判断这个窗口是不是正好框住了一张人脸。重复执行以上 3 个步骤，直至遍历所有需要观察的窗口。

2、人脸图像预处理

由于图像采集时会受到外界条件如光照等的影响，获取的原始图像往往不能直接使用，为提高最终人脸图像识别率，需要对图像进行预处理，去除干扰^[9]。预处理过程主要包括人脸扶正、人脸图像的光线补偿、灰度变换、直方图均衡化、归一化、几何校正、滤波以及锐化等。人脸扶正，是为了得到人脸位置端正的图像；图像增强是为了改善人脸图像的质量；归一化工作的目标是取得尺寸一

致灰度取值范围相同的人脸图像。

直方图均衡。直方图是一种点操作，它逐点改变图像的灰度值，尽量使各个灰度级别都具有相同的数量的像素点，使直方图趋于平衡。直方图均衡可以使输入图像转换为在每一个灰度级上都有相同像素点数的输出图像（即输出的直方图是平的）。这对于图像比较或分割是十分有用的。

中值滤波。进行中值滤波可以在一定程度上克服线性滤波所带来的图像细节模糊，而且它对滤除脉冲干扰和图像扫描噪声非常有效。因为图像为二维信号，中值滤波的窗口形状和尺寸对滤波器效果影响很大，不同图像内容和不同应用要求往往选用不同的窗口形状和尺寸。

归一化。人脸图像的归一化，目的是使不同成像条件（光照强度，方向，距离，姿势等）下拍摄的同一个人的照片具有一致性。人脸归一化包括两个方面的内容：一是几何归一化，二是灰度归一化。几何归一化也称为位置校准，它将有助于矫正因成像距离和人脸姿势变化造成的尺寸差异和角度倾斜。它的目的在于解决人脸尺度变化和人脸旋转问题。具体包括人脸尺度归一化，平面人脸旋转矫正（歪头），深度人脸旋转矫正（扭脸）三个环节。严格的深度人脸旋转矫正需要利用人脸的 3D 模型。灰度归一化用来对不同光强，光源方向下得到的人脸图像进行补偿。以减弱单纯由于光照变化造成的图像信号的变化。

3、人脸图像特征提取与匹配

3.1 特征分类

边缘是组成两个图像区域之间边界（或边缘）的像素。一般一个边缘的形状可以是任意的，还可能包括交叉点。在实践中边缘一般被定义为图像中拥有大的梯度的点组成的子集。一些常用的算法还会把梯度高的点联系起来来构成一个更完善的边缘的描写。局部的看，边缘是一维结构。

角是图像中点似的特征，在局部它有两维结构。早期的算法首先进行边缘检测，然后分析边缘的走向来寻找边缘突然转向（角）。后来发展的算法不再需要边缘检测这个步骤，而是可以直接在图像梯度中寻找高度曲率。

区域与角不同的是区域描写一个图像中的一个区域性的结构，但是区域也可能仅由一个像素组成，因此许多区域检测也可以用来监测角。一个区域监测器检测图像中一个对于角监测器来说太平滑的区域。区域检测可以被想象为把一张图像缩小，然后在缩小的图像上进行角检测。

脊谷点表征三维人脸特征的方法，该方法首先由原三维人脸模型生成脊点模型和谷点模型，接着通过对栅格化的脊点模型和谷点模型统计点分布规律计算得到的脊点和谷点的空间分布密度直方图实现人脸。

常用的图像特征有：纹理特征、形状特征、空间关系特征、灰度特征^[10]。

纹理特征是一种全局特征，它描述了图像或图像区域所对应景物的表面性质。但由于纹理只是一种物体表面的特性，并不能完全反映出物体的本质属性，所以仅仅利用纹理特征是无法获得高层次图像内容的。纹理特征不是基于像素点的特征，它需要在包含多个像素点的区域中进行统计计算。作为一种统计特征，纹理特征具有旋转不变性，并且对于噪声有较强的抵抗能力。但是，纹理特征也有其缺点，一个很明显的缺点是当图像的分辨率变化的时候，所计算出来的纹理可能会有较大偏差。

形状特征有两类表示方法，一类是轮廓特征，另一类是区域特征。图像的轮廓特征主要针对物体的外边界，而图像的区域特征则关系到整个形状区域。许多形状特征所反映的目标形状信息与人的直观感觉不完全一致，或者说，特征空间的相似性与人视觉系统感受到的相似性有差别。另外，从 2-D 图像中表现的 3-D 物体实际上只是物体在空间某一平面的投影，从 2-D 图像中反映出来的形状常不是 3-D 物体真实的形状，由于视点的变化，可能会产生各种失真。

所谓空间关系，是指图像中分割出来的多个目标之间的相互的空间位置或相对方向关系，这些关系也可分为连接/邻接关系、交叠/重叠关系和包含/包容关系等。通常空间位置信息可以分为两类：相对空间位置信息和绝对空间位置信息。前一种关系强调的是目标之间的相对情况，如上下左右关系等，后一种关系强调的是目标之间的距离大小以及方位。显而易见，由绝对空间位置可推出相对空间位置，但表达相对空间位置信息常比较简单。空间关系特征的使用可加强对图像内容的描述区分能力，但空间关系特征常对图像或目标的旋转、反转、尺度变化等比较敏感。另外，实际应用中，仅仅利用空间信息往往是不够的，不能有效准

确地表达场景信息。为了检索,除使用空间关系特征外,还需要其它特征来配合。

灰度特征是一种全局特征,描述了图像或图像区域所对应的景物的表面性质。一般灰度特征是基于像素点的特征,此时所有属于图像或图像区域的像素都有各自的贡献。由于灰度对图像或图像区域的方向、大小等变化不敏感,所以灰度特征不能很好地捕捉图像中对象的局部特征^[12]。另外,仅使用灰度特征查询时,如果数据库很大,常会将许多不需要的图像也检索出来。灰度直方图是最常用的表达灰度特征的方法,其优点是不受图像旋转和平移变化的影响,进一步借助归一化还可不受图像尺度变化的影响,基缺点是没有表达出灰度空间分布的信息。

3.2 人脸图像特征与匹配

(1) 基于纹理特征的提取与匹配

统计方法: 灰度共生矩阵的纹理特征分析方法, Gotlieb 和 Kreyszig 等人通过实验得出灰度共生矩阵四个关键特征: 能量、惯量、熵和相关性^[14]。或是从图像的自相关函数提取纹理特征, 提取纹理的粗细度及方向性等参数。

模型法: 以图像的构造模型为基础, 采用模型的参数作为纹理特征。典型的方法是随机场模型法。

信号处理法: 灰度共生矩阵、Tamura 纹理特征、自回归纹理模型、小波变换等。Tamura 纹理特征基于人类对纹理的视觉感知心理学研究, 提出 6 种属性, 即: 粗糙度、对比度、方向度、线像度、规整度和粗略度。

(2) 基于形状特征的提取与匹配

边界特征法: 通过提取对边界特征的描述来获取图像的形状参数。其中 Hough 变换检测平行直线方法和边界方向直方图方法是经典方法。Hough 变换是利用图像全局特性而将边缘像素连接起来组成区域封闭边界的一种方法, 其基本思想是点-线的对偶性。

傅里叶形状描述符(Fourier shape deors)基本思想是用物体边界的傅里叶变换作为形状描述, 利用区域边界的封闭性和周期性, 将二维问题转化为一维问题。由边界点导出三种形状表达, 分别是曲率函数、质心距离、复坐标函数。

几何参数法: 采用有关形状定量测度(矩、面积、周长)的形状参数法(shape

factor)。在 QBIC 系统中，便是利用圆度、偏心率、主轴方向和代数不变矩等几何参数，进行基于形状特征的图像检索^[14]。

（3）基于空间关系特征提取与匹配

一种方法是首先对图像进行自动分割，划分出图像中所包含的对象或颜色区域，然后根据这些区域提取图像特征，并建立索引；另一种方法则简单地将图像均匀地划分为若干规则子块，然后对每个图像子块提取特征，并建立索引。

（4）基于灰度特征的提取与匹配

灰度直方图法：特别适用于描述那些难以自动分割的图像和不需要考虑物体空间位置的图像。缺点在于它无法描述图中颜色的局部分布及每种色彩所处的空间位置。特征匹配方法：直方图相交法、距离法、中心距法等。

灰度聚合向量：其核心思想是将属于直方图每一个柄的像素分成两部分，如果该柄内的某些像素所占据的连续区域的面积大于给定的阈值，则该区域内的像素作为聚合像素，否则作为非聚合像素。

4、人脸图像特征识别

主流的人脸识别技术基本上可以归结为三类，即：基于几何特征的方法、基于模板的方法和基于模型的方法。

4.1 基于几何特征的方法

人脸由眼睛、鼻子、嘴巴、下巴等部件构成，正因为这些部件的形状、大小和结构上的各种差异才使得世界上每个人脸千差万别，因此对这些部件的形状和结构关系的几何描述，可以做为人脸识别的重要特征。几何特征最早是用于人脸侧面轮廓的描述与识别，首先根据侧面轮廓曲线确定若干显著点，并由这些显著点导出一组用于识别的特征度量如距离、角度等。

变形模板法可以视为几何特征方法的一种改进，其基本思想是：设计一个参数可调的器官模型（即可变形模板），定义一个能量函数，通过调整模型参数使能量函数最小化，此时的模型参数即做为该器官的几何特征。采用几何特征

进行正面人脸识别一般是通过提取人眼、口、鼻等重要特征点的位置和眼睛等重要器官的几何形状作为分类特征。

4.2 局部特征分析法 (Local Face Analysis)

主元子空间的表示是紧凑的，特征维数大大降低，但它是非局部化的，其核函数的支集扩展在整个坐标空间中，同时它是非拓扑的，某个轴投影后临近的点与原图像空间中点的临近性没有任何关系，而局部性和拓扑性对模式分析和分割是理想的特性，似乎这更符合神经信息处理的机制，因此寻找具有这种特性的表达十分重要^[11]。基于这种考虑，Atick 提出基于局部特征的人脸特征提取与识别方法。这种方法在实际应用取得了很好的效果，它构成了 Facelt 人脸识别软件的基础。

局部二值模式 (Local binary patterns LBP) 是计算机视觉领域里用于分类的视觉算子。它是 1990 年提出的纹理光谱模式 (Texure Spectrum model) 的特殊案例。LBP 最早于 1994 年 提出, 从此被视作纹理分类中的有力特征；同时，如果将 LBP 与方向梯度直方图算子 (HOG) 结合，可以在部分数据集中极大提高检测性能，它具有旋转不变性和灰度不变性等显著的优点。

局部二值模式 (LBP) 首先是用来做图像局部特征比较的，传统的 LBP 方法，首先通过阈值来标记中心点像素与其邻域像素之间的差别。LBP 是人脸识别中经常使用的一种方法。

最早的 LBP 算子是定义在 3*3 的邻域上的。它使用中心像素值来计算 8 的邻域像素。然后在乘以领域的权值得到结果。下面我们给出一个例子：

例子

6	4	3
7	5	2
8	9	5

阈值为 5 周围大于等于 5 为 1 小于 5 为 0

1	0	0
1	5	0
1	1	1

$$(10001111)_2 \text{ LBP} = 1 + 16 + 32 + 64 + 128 = 241$$

$$C = (6+7+8+9+5)/5 - (4+3+2)/3 = 6$$

权重

1	2	4
128	*	8
64	32	16

我们使用二维分布 LBP 和局部对比测量 C 作为该领域的特征。

但是为了使得到的特征更有代表性。矩形领域的大小是可以改变的，可以使用 4*4 或 5*5 的领域。相比矩形领域，圆形对称领域的效果更好。

LBP 特征提取是按照如下方式建立的：

- (1) 将检测窗口划分成小块（比如 16*16 的小块）；
- (2) 对小块中的每个像素，比较与其相邻的 8 个邻居（左上，左中，左下，右上，等等）。顺时针或逆时针沿着圆形跟随像素；
- (3) 如果中心像素的值比邻居的值大，写 0，否则写 1。这样就构造了一个 8 位的数字（通常，为了方便起见，会转换为小数）；
- (4) 在小块中计算每一个“数字”出现的频率直方图；
- (5) 可以选择性地对直方图进行规范化；
- (6) 连接所有小块的（规范化的）直方图。这样就构成了整个窗口的特征向量。

特征向量可以使用支持向量机或一些其他的机器学习算法来进行图片分类。

4.3 特征脸方法 (Eigenface 或 PCA)

特征脸方法是 90 年代初期由 Turk 和 Pentland 提出的目前最流行的算法之一，具有简单有效的特点，也称为基于主成分分析 (principal component analysis, 简称 PCA) 的人脸识别方法。特征子脸技术的基本思想是：从统计的观点，寻找人脸图像分布的基本元素，即人脸图像样本集协方差矩阵的特征向量，以此近似地表征人脸图像，这些特征向量称为特征脸 (Eigenface)^[11]。实际上，特征脸反映了隐含在人脸样本集合内部的信息和人脸的结构关系。将眼

睛、面颊、下颌的样本集协方差矩阵的特征向量称为特征眼、特征颌和特征唇，统称特征子脸。特征子脸在相应的图像空间中生成子空间，称为子脸空间。计算出测试图像窗口在子脸空间的投影距离，若窗口图像满足阈值比较条件，则判断其为人脸^[15]。

基于特征分析的方法，也就是将人脸基准点的相对比率和其它描述人脸脸部特征的形状参数或类别参数等一起构成识别特征向量，这种基于整体脸的识别不仅保留了人脸部之间的拓扑关系，而且也保留了各部件本身的信息，而基于部件的识别则是通过提取出局部轮廓信息及灰度信息来设计具体识别算法^[13]。现在 Eigenface(PCA)算法已经与经典的模板匹配算法一起成为测试人脸识别系统性能的基准算法。

PCA 缺点：PCA 本质上是将方差最大的方向作为主要特征，并且在各个正交方向上将数据“离相关”，也就是让它们在不同正交方向上没有相关性。存在一些限制，例如它可以很好的解除线性相关，但是对于高阶相关性就没有办法了，对于存在高阶相关性的数据，可以考虑 Kernel PCA，通过 Kernel 函数将非线性相关转为线性相关，另外，PCA 假设数据各主特征是分布在正交方向上，如果在非正交方向上存在几个方差较大的方向，PCA 的效果就大打折扣了。最后需要说明的是，PCA 是一种无参数技术，也就是说面对同样的数据，如果不考虑清洗，谁来做结果都一样，没有主观参数的介入，所以 PCA 便于通用实现，但是本身无法个性化的优化。

4.4 基于弹性模型的方法

Lades 等人针对畸变不变性的物体识别提出了动态链接模型 (DLA)，将物体用稀疏图形来描述，其顶点用局部能量谱的多尺度描述来标记，边则表示拓扑连接关系并用几何距离来标记，然后应用塑性图形匹配技术来寻找最近的已知图形^[11]。Wiscott 等人在此基础上作了改进，用 FERET 图像库做实验，用 300 幅人脸图像和另外 300 幅图像作比较，准确率达到 97.3%。此方法的缺点是计算量非常巨大。

Lanitis 等提出灵活表现模型方法，通过自动定位人脸的显著特征点将人脸编码为 83 个模型参数，并利用辨别分析的方法进行基于形状信息的人脸识

别。弹性图匹配技术是一种基于几何特征和对灰度分布信息进行小波纹理分析相结合的识别算法，由于该算法较好的利用了人脸的结构和灰度分布信息，而且还具有自动精确定位面部特征点的功能，因而具有良好的识别效果，适应性强识别率较高，该技术在 FERET 测试中若干指标名列前茅，其缺点是时间复杂度高，速度较慢，实现复杂。

4.5 神经网络方法

人工神经网络是一种非线性动力学系统，具有良好的自组织、自适应能力。目前神经网络方法在人脸识别中的研究方兴未艾。Valentin 提出一种方法，首先提取人脸的 50 个主元，然后用自相关神经网络将它映射到 5 维空间中，再用一个普通的多层感知器进行判别，对一些简单的测试图像效果较好；Intrator 等提出了一种混合型神经网络来进行人脸识别，其中非监督神经网络用于特征提取，而监督神经网络用于分类^[10]。Lee 等将人脸的特点用六条规则描述，然后根据这六条规则进行五官的定位，将五官之间的几何距离输入模糊神经网络进行识别，效果较一般的基于欧氏距离的方法有较大改善，Laurence 等采用卷积神经网络方法进行人脸识别，由于卷积神经网络中集成了相邻像素之间的相关性知识，从而在一定程度上获得了对图像平移、旋转和局部变形的不变性，因此得到非常理想的识别结果，Lin 等提出了基于概率决策的神经网络方法（PDBNN）其主要思想是采用虚拟（正反例）样本进行强化和反强化学习，从而得到较为理想的概率估计结果，并采用模块化的网络结构（OCON）加快网络的学习。这种方法在人脸检测、人脸定位和人脸识别的各个步骤上都得到了较好的应用。

（三）、静脉识别

1、静脉识别综述

手指静脉识别是新兴的生物特征识别技术，以其独特的优势得到了国内外生物特征识别领域研究人员的广泛关注。相较于传统的生物识别方法，其自身存在独特的优点：特异性与唯一性。^[16]每个人的指静脉图像不同，同一人不同手指

的静脉图像也不同，健康成年人的静脉形状不再发生变化；活体特征一指静脉存在于身体内部，被复制或者盗用的机会很小，受生理和环境因素的影响小，克服了皮肤表面异常、皮肤干燥、油污、灰尘等的影响，为指静脉识别提供了理论依据。^[17]据公安部某研究所的专家团队论证得出结论：指静脉生物特征技术是目前最为安全、可靠的一种生物识别技术。所以，手静脉识别技术无疑是近几年来研究的热点并具有良好的市场前景。

手指静脉认证技术源于 1997 年日立公司在医学科技领域对人类大脑功能活动管理的高级研究项目。在这项研究中，近红外线被用来观察血液流量的增加情况，研究人员同时发现这种技术同时也适用于手指静脉图像的采集工作。目前在国外日立制作所开发成功了通过手指静脉图像进行认证的人体特征认证技术，在 2003 年 9 月开始销售使用该技术的门禁系统，并在 2007 年 8 月 2 日宣布最新非接触式小型“手指静脉认证设备”及软件开发套件(SDK) 登陆中国市场。在国内静脉识别在我国的应用还处于起步阶段，中国民航大学的杨金锋获得国家自然科学基金资助，研究手指静脉识别，这是目前国内静脉识别领域第一项获得国家自然科学基金资助的研究项目。^[18]该项技术目前存在的不足为小概率无法成功注册登记；由于采集方式受自身特点的限制，产品难以小型化；采集设备有特殊要求，设计相对复杂，制造成本高等不足。

2、手指静脉识别原理

手指静脉识别原理利用了静脉中的红细胞对特定范围内的近红外线的吸收特性来读取静脉图像的识别技术。静脉比较靠近皮肤，当近红外线透过手指时，手指静脉中流动血液的红细胞所携带的血红蛋白会因为近红外线而失脱氧份，特别是在波长 760nm 和 850nm 处达到吸收峰，导致透射的近红外线变少，在摄像头影像上就会产生静脉图像，也就是手指静脉识别利用了透射的近红外线的强弱来识别静脉分布。^[19]特别手指静脉图像的样本数量较多，曲线和分枝也比较复杂，每个人的图像差别明显，故可以利用此特性进行不同人的身份认证。

目前对指静脉身份识别方法的研究主要集中在指静脉图像采集、指静脉图像特征提取和匹配两个方面^[20]。受到手掌皮肤的遮挡、手掌位姿、背景光照、对比度等影响，指静脉图像分辨率和清晰度较低，在进行识别时具有一定难度。目

前指静脉图像特征提取和匹配主要分两类：一类是利用指静脉图像的结构特征（如静脉纹路图像的端点和交叉点）来识别指静脉，这类方法对手掌姿态变换比较敏感，且耗时长；另一类主要提取全局静脉图像的统计特征来进行识别，这类方法容易丢失图像局部信息，识别率不高。

3、设计基本方案

（1）主控芯片的选择

静脉系统的主控芯片需要具有驱动摄像头模块、驱动 LCD 液晶屏显示、移植 SD 卡文件系统、驱动 SRAM 芯片、USB 与电脑端软件进行图像传输等功能。以 ARM Cortex-M3 为内核的 STM32F03ZET6 芯片^[21]，具有丰富的外设满足系统需求，参考资料众多便于开发，且价格低廉降低系统成本。

（2）摄像头的选择

方案一：CCD 摄像头，它使用一种高感光度的半导体材料制成，能把光线转变成电荷，通过模数转换器芯片转换成数字信号，数字信号经过压缩以后由相机内部的闪存存储器或内置硬盘卡保存，因而可以轻而易举地把数据传输给计算机，并借助于计算机的处理手段，根据需要修改图像。当 CCD 表面受到光线照射时，每个感光单位会将电荷反映在组件上，所有的感光单位所产生的信号加在一起，就构成了一幅完整的画面。CCD 摄像头价格比较昂贵，一般用于对价格不太敏感的高端设备。

方案二：CMOS 摄像头，CMOS 影像传感器的电源消耗量比 CCD 低，CCD 为提供优异的影像品质，付出代价即是较高的电源消耗量，为使电荷传输顺畅，噪声降低，需由高压差改善传输效果。但 CMOS 影像传感器将每一画素的电荷转换成电压，读取前便将其放大，利用 3.3V 的电源即可驱动，电源消耗量比 CCD 低。CMOS 影像传感器的另一优点，是与周边电路的整合性高，可将 ADC 与讯号处理器整合在一起，使体积大幅缩小 CMOS 由于制造工艺简单，因此可以在普通半导体生产线上进行生产，其制造成本比较低廉。更便于大规模生产，且成本较低^[22]。

（3）储存器的选择

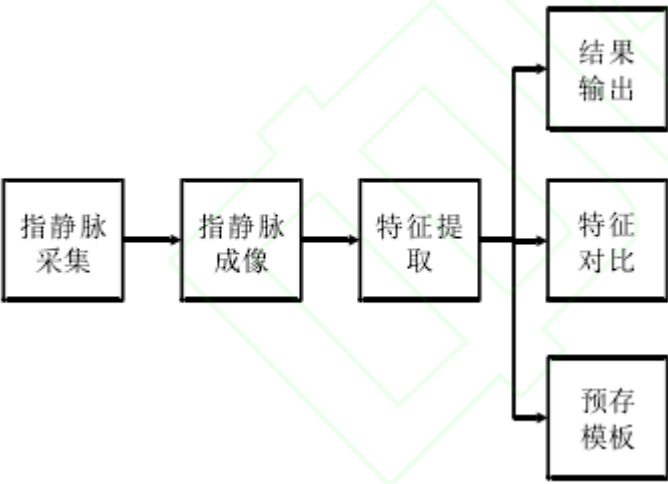
方案一：Flash 芯片，存储速度快，但是需要 CPU 多个 IO 口驱动，PCB 集

成度比较高。

方案二：SD 卡，存储速度比较慢，但是容量大，只需要 CPU 的 SPI 接口即可以驱动，且可以拆卸更换^[23]。

4、指纹静脉识别系统框架

指静脉识别系统主要包括：指静脉图像采集、指静脉图像预处理、指静脉图像特征提取、指静脉图像识别。图像采集设备在整个图像识别系统中占有重要的地位，采集到的指静脉图像的质量直接影响整个识别系统的安全性、可接受性和正确性。指静脉图像的采集主要依据红外成像理论，红外波长在 720 ~1 000 nm 的近红外 LED 光源照射到指静脉表面时，红外光线很容易透射过骨骼和肌肉组织，而手指血管中血红蛋白可以充分吸收该波段的近红外光线。在手指的另一侧 CMOS 摄像头可以拍摄到手指静脉图像^[24]。在图像的预处理阶段，主要是得到清晰有效的指静脉区域，这部分包含的步骤主要是感兴趣区域的提取、尺寸归一化、灰度归一化，经过上述处理后就可以得到大小统一且含有充分特征信息的指静脉特征。



指静脉识别流程图

5、静脉识别的结论及展望

静脉识别是一种刚兴起的生物特征识别技术。目前针对手背静脉进行的相关研究很多，而手指静脉的内容很少，但是手指静脉有手背静脉所不具有的很多优点，手指静脉识别的关键是特征提取和相似度计算，有很大的发展潜力。

随静脉识别是一种刚兴起的生物特征识别技术。目前针对手背静脉进行的相关研究很多，而手着科技的进步和研究的深入，手指静脉采集装置会做的越来越小巧、便携，静脉的成像质量会更加清晰。手指静脉识别技术与其他识别技术（特别现今的物联网+技术）复杂的融合。安全性，可靠性会越来越高，在日常生产生活中的应用也会越来越广泛。

三、人脸 LBP 特征提取与识别的编程模拟实验

1.实验程序文件工作过程

由于时间原因，我着重对人脸识别做了重点探索，并写出一些 matlab 程序作出分析研究，在附件中有三个 m 文件

1.getmapping.m 描述：算法的辅助函数。功能：返回包含映射表的结构百分比样本抽样附近的%lbp 代码百分点。

2.lbp.m 功能：lbp 返回图像的局部二进制模式图像或 lbp 直方图。

3.face_lbp_detection.m 功能：主程序 测试检测识别

在这份文件中，我使用了 ORL 人脸库（Olivetti Research Laboratory 人脸数据库），共有 40 个不同年龄、不同性别和不同种族的对象。每个人 10 幅图像共计 400 幅灰度图像组成，图像尺寸是 92×112 ，图像背景为黑色。其中人脸部分表情和细节均有变化，例如笑与不笑、眼睛睁着或闭着，戴或不戴眼镜等，人脸姿态也有变化，其深度旋转和平面旋转可达 20 度，人脸尺寸也有最多 10% 的变化，该库是目前使用最广泛的标准人脸数据库。

首先我对这个 400 个图像进行遍历提取它们原图的矩阵及经过 lbp 处理

后的矩阵全部保存起来，储存到元胞结构 Data1 和 Data2 中；接着任取它们其中的一张图片作为待识别图片，将 Data2 和把待识别图片 lbp 化处理后的矩阵作差，将结果全部保存到元胞结构 Data3 中；最后设置一个阈值 0，这里我设置的阈值比较苛刻，必须是待识别的图片和待匹配的图片的特征全部相同才可以。识别成功后打印出待识别的图片和待匹配的图片及待识别的图片和待匹配的图片的直方图，便于观察分析。

2.实验结果与结论

做实验后的图像如下所示

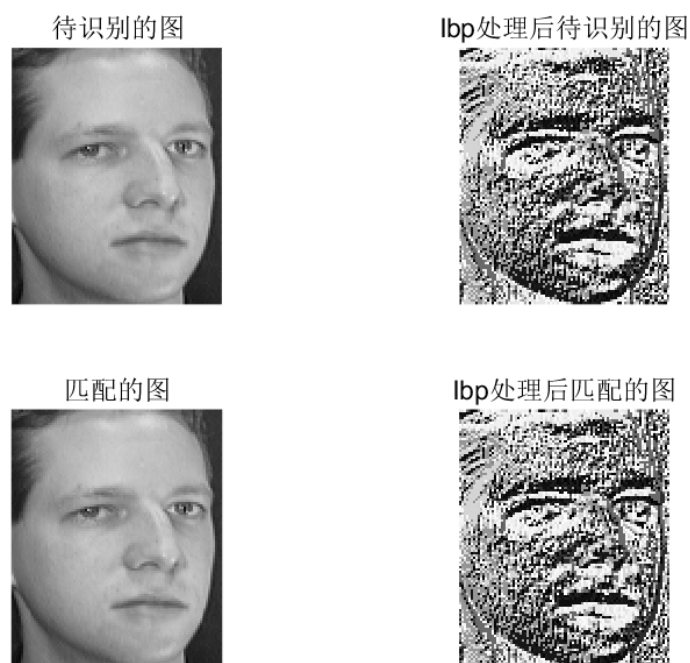


图 3-1 待识别和匹配的图片及其相对应的 LBP 处理后的图

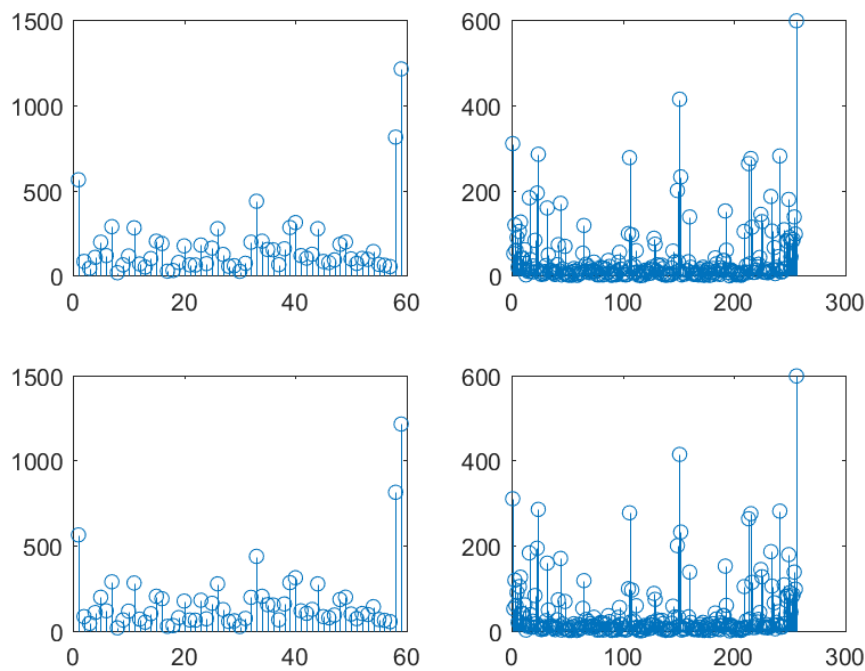


图 3-2 将图 3-1 各图进行直方化处理

从图 3-1 中，可以看出待匹配的图片 and 匹配后的图片非常接近，但不便于详细观察图片的近似程度，为了更加清晰明了的观察分析，将图 3-1 各图直方化处理得到图 3-2。通过图 3-2 中上下图的数值对比，每个节点“火柴棍”的峰值几乎是相同的，待识别和匹配后的图片是相同的，可以得出经过 lbp 特征提取进而识别的技术是可行的，并且识别成功率是较为理想的。

四、小结

本次课程设计，查阅了大量图像识别相关的文献，对人的特征提取和识别做了调查报告（指纹、人脸、静脉），着重对人脸识别做了实验研究分析，我们这个小队大家齐心协力，共同努力做了大量的工作，同时及时的进行了交流分析，促进了知识的快速分享。不过由于时间原因，有些特征提取方法及识别的程序没来的及写，不能通过实验来观察各种方法的缺陷及优点，其次本次实验的数据量也不够大，会给造成实验结果的不准确，最后有些特征提取的原理理解的不透彻，有待进一步学习探讨。

参考文献

- [1] 利国烟,许颖频.指纹识别的应用与实现[J].网络安全技术与应用,2005(08):62-64
- [2] 张英琦,张庆林.基于数学形态学的二值图像细化算法研究[J].中南民族大学学报,2005(04):96-99.
- [3] S Coleri, M Ergen, A Puri and A Baha. i Channel Estimation Techniques Based on Pilot Arrangement in OFDM Systems [J].IEEE Transactions on Broadcasting, Sep. 2002, 48(3):223 -229.
- [4] 李金平,卿粼波,何小海.基于 S3C2410 的图像采集系统的设计与实现[J].成都信息工程学院学报,2008(05):514-517.
- [5] 乔治宏. 基于细节结构的指纹特征提取及匹配算法研究[D].北京:北京工业大学硕士学位论文, 2004 - 5.
- [6] 易扬. 指纹识别图像预处理算法研究 [D]. 武汉. 武汉理工大学 .2009.
- [7] 罗希平, 田捷.自动指纹识别中的图像增强和细节匹配算法[J].软件学报, 2002, 13 (05): 946-956.
- [8] 王业琳,宁新宝,尹义龙.指纹图像细化算法的研究[J].南京大学学报(自然科学),2003(04):469-475.
- [9] 张笛.人脸识别现状与发展趋势研究[J].广东通信技术,2018,38(06):43-48.
- [10] 侯鲲,贾隆嘉,王赫宁.人脸识别技术的现状和发展趋势[J].科协论坛(下半月),2010(11):43-44.
- [11] 李武军, 王崇骏, 张炜, 等. 人脸识别研究综述[D]. , 2006.
- [12] 梁路宏, 艾海舟. 人脸检测研究综述[J]. 计算机学报, 2002, 25(5): 449-458.
- [13] 甘俊英, 张有为. 一种基于奇异值特征的神经网络人脸识别新途径[D]. , 2004.
- [14] 山世光. 人脸识别中若干关键问题的研究[J]. 中国科学院研究生院博士学位论文. 北京: 中国科学院, 2004.
- [15] 王蕴红 [1, 范伟, 谭铁牛. 融合全局与局部特征的子空间人脸识别算法[D]. , 2005.
- [16] 田捷, 杨鑫. 生物特征识别技术理论与应用.北京: 电子工业出版社, 2005,

9: 1-10 页

[17] 黄建元, 赵新荣, 张长顺, 丁海龙, 陆永刚. 基于 CMOS 成像器件的手指静脉图像采集方法及装置, 江苏东大金智建筑智能化系统工程有限公司, 文章编号: 1001. 8891(2009)01-0051-06

[18] 杨庆国、管凤旭, 基于 ARM 和 WinCE 的手指静脉识别系统设计哈尔滨工程大学自动化学院[J]. 哈尔滨工程大学硕士学位论文. 2011.

[19] 庄钊文. 用于手指静脉图像采集的红外灯控制器 [P]. 中国:200620050963.3,2007-07-2.

[20] 侯振雷. 静脉识别系统的研究与开发: [硕士学位论文]. 天津:天津理工大学, 2007.1

[21] 袁智. 手指静脉识别技术研究: [硕士学位论文]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2007.1

[22] 余成波, ISBN 978-7-302-19348-7, 手指静脉识别技术, 清华大学出版社

[23] 冈萨雷斯. 数字图像处理. 北京: 电子工业出版社, 2005.9

[24] 管凤旭, 姜智超, 吴秋雨, 等. 指静脉与折痕双模态图像采集系统设计[J]. 传感器与微系统, 2013, 32(2): 124—127.