**关于面部识别的文献综述**

1. **引言**
2. 面部识别的背景及意义
3. 面部识别的特点
4. 面部识别现状
5. 面部识别应用前景
6. 常用人脸识别库
7. **面部识别具体情况**
8. 面部识别的基本概念（通过那些方式）
9. 几何特征人脸识别
10. 基于特征脸PCA（主成分分析法）识别
11. 神经网络人脸识别
12. 弹性图匹配的人脸识别
13. 线段Hausdorff距离（LHD）人脸识别
14. 支持向量机（SVM）人脸识别
15. **结论**
16. 各个识别方法的优缺点
17. **参考文献**

**一．引言**

**1**. **面部识别的背景及意义**

随着科技的进步，在监视、安全等等方面不在使用通常的文字密码锁，有更多选择的控制器产生，例如指纹识别、人面部识别、基因识别等等相关的识别技术被提出，大大加强安全上的可靠性。而人面部识别系统主要可分为二个部份：人面部的检测和人面部识别。脸部识(FaceRecognition)在近年来是个比较热门的研究领域之一，在监视、安全、通讯等等的应用需求也有渐渐增加的趋势。而脸部识别最主要的挑战在于影像分析和样本识别二个部份，目前都有相当多的学者在作相关的研究。

同时人脸也是识别人类和区分人类最为快捷和方便的生物特征，在生物特征，如人脸、指纹、虹膜等，是人体内在属性，因具有较强的自身稳定性和个体差异性，是身份鉴别的理想依据。其中利用人脸特征进行身份鉴定又是最自然、直接的方式，与指纹、虹膜、DNA 等其它人体生物特征识别系统相比，人脸识别系统具有直接、友好和方便等特点，用户无任何的心理障碍，并通过表情分析，还能获得一些如心理反应等其它识别系统难以获得的信息。正是因为这些优势，自动人脸识别将广泛应用于公安系统的罪犯身份识别、驾驶执照及护照等与持证人身份核实，银行及海关的监控系统及保密部门的自动门卫系统等领域。这也是面部识别的意义所在。

**2.面部识别的特点**

[人脸识别](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB/4463435)作为一种新兴的生物特征识别技术(Biometrics)，与虹膜识别、指纹扫描、掌形扫描等技术相比，[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)在应用方面具有独到的优势：使用方便，用户接受度高人脸识别技术使用通用的摄像机作为识别信息获取装置，以非接触的方式在识别对象未察觉的情况下完成识别过程。

直观性突出

[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)所使用的依据是人的面部图像，而人脸无疑是肉眼能够判别的最直观的信息源，方便人工确认、审计，“以貌取人”符合人的认知规律。识别精确度高，速度快与其它[生物识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/6464567)相比，[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)的识别精度处于较高的水平，误识率、拒认率较低。

不易仿冒

在安全性要求高的应用场合，[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)要求识别对象必须亲临识别现场，他人难以仿冒。人脸识别技术所独具的活性判别能力保证了他人无法以非活性的照片、木偶、蜡像来欺骗识别系统。这是指纹等生物特征识别技术所很难做到的。举例来说，用合法用户的断指即可仿冒合法用户的身份而使识别系统无从觉察。

使用通用性设备

[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)所使用的设备为一般的PC、摄像机等常规设备，由于计算机、[闭路电视监控系统](https://baike.baidu.com/item/%E9%97%AD%E8%B7%AF%E7%94%B5%E8%A7%86%E7%9B%91%E6%8E%A7%E7%B3%BB%E7%BB%9F/10906604)等已经得到了广泛的应用，因此对 于多数用户而言使用人脸识别技术无需添置大量专用设备，从而既保护了用户的原有投资又扩展了用户已有设备的功能，满足了用户安全防范的需求。

基础资料易于获得

[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)所采用的依据是人脸照片或实时摄取的人脸图像，因而无疑是最容易获得的。

成本较低，易于推广使用

由于[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)所使用的是常规通用设备，价格均在一般用户可接受的范围之内，与其它[生物识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/6464567)相比，[人脸识别](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB/4463435)产品具有很高的性能价格比。

概括地说，人脸识别技术是一种高精度、易于使用、稳定性高、难仿冒、性价比高的生物特征识别技术，具有极其广阔的市场应用前景。

**3.面部识别现状**

人脸识别的研究已有很长的历史，甚至可以追溯到 19 世纪，Galton 就曾经

用一组数字代表不同的人脸侧面特征。人脸识别的输入图像通常有三种情况：正

面、倾斜、侧面。根据实际情况的要求，对人脸正面模式研究最多，它的发展大

致可以分为以下三个阶段：

(1)第一阶段是研究人脸识别所需要的面部特征，以 Bertillon、Allen 和 Parke

为代表。Bertillon 的系统用一条简单语句与数据库中的人脸相关联，同时与指纹

分析相结合，提供了一个较强的识别系统。为提高脸部识别率，Allen为待识别人脸设计了有效、逼真的描写，Parke 用计算机实现了 Allen 的方法，生成了较高质量的人脸灰度图模型。这一阶段工作主要依赖于手工操作，还不能完成自动的人脸识别工作。

(2)第二阶段是人机交互识别阶段，代表性工作是 Goldstion、Harmon 和 Lesk[的几何特征参数来表示人脸正面图像。他们采用二十一高维特征矢量表示人脸面部特征；Kara 和 Kobayashi 使用基于统计的识别方法，用欧氏距离表征人脸特征。T.Kanade使用积分投影方法计算出一簇人脸特征参数，再利用模式分类技术与标准人脸匹配。这些方法需要利用操作员的某些先验知识，仍然摆脱不了人的干预。

(3)第三阶段是自动机器人脸识别阶段。近十余年来，随着高性能、高速度计

算机的快速发展，自动人脸模式识别方法取得了较大的进展。目前人脸自动识别

技术主要分为三大类：几何特征法、统计特征法和连接机制法。基于几何特征法

如模板匹配法、弹性图匹配法等，基于统计特征法如主分量分析、独立分量分析、线性判别式法分析]等，基于连接机制法如神经网络方法、HMM 法等。这些方法各有优长，也各存不足，。为了使用于不同条件下的人脸识别，目前更多的人脸识别系统是将各种方法有机地融合在一起，发挥优长，克服缺点，以适应不同条件下的人脸识别需求，达到降低运算量，提高识别率的目的。

**4.面部识别应用前景**

**现如今，[生物识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/6464567)已广泛用于政府、军队、银行、社会福利保障、电子商务、安全防务等领域。例如，一位储户走进了银行，他既没带银行卡，也没有回忆密码就径直提款，当他在提款机上提款时，一台摄像机对该用户的眼睛扫描，然后迅速而准确地完成了用户身份鉴定，办理完业务。这是**[**美国德克萨斯州**](https://baike.baidu.com/item/%E7%BE%8E%E5%9B%BD%E5%BE%B7%E5%85%8B%E8%90%A8%E6%96%AF%E5%B7%9E/12611189)**联合银行的一个营业部中发生的一个真实的镜头。而该营业部所使用的正是现代生物识别技术中的“**[**虹膜识别系统**](https://baike.baidu.com/item/%E8%99%B9%E8%86%9C%E8%AF%86%E5%88%AB%E7%B3%BB%E7%BB%9F/4956720)**”。此外，美国“9.11”事件后，反恐怖活动已成为各国政府的共识，加强机场的安全防务十分重要。美国维萨格公司的脸像识别技术在美国的两家机场大显神通，它能在拥挤的人群中挑出某一张面孔，判断他是不是通缉犯。 随着技术的进一步成熟和社会认同度的提高，[人脸识别技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E6%8A%80%E6%9C%AF/1130783)将应用在更多的领域。**

**1、企业、住宅安全和管理。如[人脸识别](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB/4463435)**[**门禁考勤系统**](https://baike.baidu.com/item/%E9%97%A8%E7%A6%81%E8%80%83%E5%8B%A4%E7%B3%BB%E7%BB%9F)**，人脸识别防盗门等。**

2、电子护照及身份证。这或许是未来规模最大的应用，国际民航组织(ICAO)已确定，从2010年起，其118个成员国家和地区，必须使用机读护照，人脸识别技术是首推识别模式，该**规定已经成为国际标准。中国的**[**电子护照**](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E6%8A%A4%E7%85%A7/4795388)**计划公安部一所正在加紧规划和实施。**

**3、公安、司法和刑侦。如利用[人脸识别系统](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB%E7%B3%BB%E7%BB%9F)和网络，在全国范围内搜捕逃犯。**

**4、自助服务。如银行的自动提款机，如果用户卡片和密码被盗，就会被他人冒取现金。如果同时应用[人脸识别](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%84%B8%E8%AF%86%E5%88%AB/4463435)就会避免这种情况的发生。**

5、信息安全。如计算机登录、电子政务和电子商务。在电子商务中交易全部在网上完成，电子政务中的很多审批流程也都搬到了网上。而当前，交易或者审批的授权都是靠密码来实现，如果密码被盗，就无法保证安全。但是使用生物特征，就可以做到当事人在网上的数字身份和真实身份统一，从而大大增加电子商务和电子政务系统的可靠性。

**5.常用人脸识别库**

（1）FERET 人脸库：由美国国防部建立，包括一个通用的人脸库和一套测试标准，可用于各种人脸识别算法的测试比较。1997 年，FERET 人脸库存储了取自 1199 个人的 14126 幅图像，其中包括同一人的不同表情，不同光照，不同头部姿态以及不同时期（相隔 18 个月以上）拍摄差异等如今 FERET 人脸库仍在不断扩充，并定期对各种人脸识别程序进行性能测试，是人脸识别领域应用最为广泛的人脸数据库。

（2）PIE 人脸数据库：由美国卡耐基梅隆大学（Carnegie Melon University Robotics Institute）创建，包含 2000 年 10 月和 12 月采集的 68 人共 41368 幅彩色图像的人脸数据库，每幅图像的大小为 640×486 像素，每个人总共有 13 种不同的姿势，43 种不同的光照以及 4 种不同的表情。

（3）BANCA 人脸库：由欧洲 BANCA 项目资助创建，包含 208 人的多模态生物特征，覆盖了不同图像质量、不同时间段等变化条件。

（4）AR 人脸库：由西班牙巴塞罗那计算机视觉中心于 1998 年创建，包括126 人不同光照、表情、遮挡和老化的人脸图像共 4000 幅。所有图像均为正面带表情(中性、微笑、愤怒、尖叫)且在不同的光照条件（左侧光、右侧光，正面光）下拍摄，还有部分图像有遮挡物如太阳镜或围巾。

（5）ORL 人脸数据库：由剑桥大学 AT&T 实验室创建，包含 40 个人 400张面部图像，图像尺寸为 112×92 像素，图像背景为黑色，其中人脸脸部表情和细节均有变化，如微笑与中性表情，眼睛睁着或闭着，有的戴眼镜和不戴眼镜，人脸姿态也有变化，其深度旋转与平面旋转可达 20 度，人脸的尺寸也有最多 10%的变化。

（6）XM2VTS 多模态生物特征数据库：包括 295 人在 4 个月时间内 4 次录制的人脸和语音数据。每次采集都包括 2 个头部旋转视频片断和 6 种不同语音视频片断。另外，其中 293 人的 3D 模型是可以得到的。该数据库的使用需要付费。

（7）Yale 人脸数据库 B：包含 10 个人的 5850 张多姿态、多光照的图像。 其中的姿态和光照变化的图像都是在严格控制的条件下采集的，主要用于光照和姿态问题的建模和分析。

（8）PF01 人脸数据库：由韩国浦项科技大学创建，包含 103 人的 1751 张不同光照、姿态、表情的面部图像，志愿者以韩国人为主。

（9）KFDB 人脸数据库：包含 1000 名韩国人的共 52000 张图像，涵盖了 7张不同姿态、16 种不同光照条件和 5 种表情变化。 13

（10）CAS-PEAL 人脸数据库：由中科院（CAS）的先进人机通信技术联合实验室（简称联合实验室 JDL）在 863 和海银晨智能识别科技有限公司支持下创建。该人脸库包含了 1040 名中国人，共 99450 张头肩部图像。所有图像在专门的采集环境中采集，涵盖了姿态、表情、饰物和光照四种主要变化条件，部分人脸图像具有背景、距离和时间跨度的变化。图片的大小为 320×240 像素，24 位真彩色，图片储存格式为 JPG。

（11）Yale 人脸数据库：由耶鲁大学计算视觉与控制中心创建，包含 15 位志愿者的 165 张图片，包含光照、表情和姿态的变化。

（12）MIT 人脸数据库：由麻省理工大学媒体实验室创建，包含 16 位志愿者的 2592 张不同姿态、光照和大小的面部图像。

（13）CMU Hyperspectral 人脸数据库：卡内基梅隆大学在 DAPRPAHumanID项目资助下创建，由 54 人，每人 65 张组成，覆盖了从可见光到近红外波段（0.45-1.1 微米，隔 10 纳米采集一次），包含了 4 种光照条件。

（14）Equinox 红外人脸数据库：由 91 个人组成，包括视频和静态图片，每人 4 分钟的视频，静态图像包含了 3 种表情。所有的图像均包含 3 种光照条件，主要覆盖了长波红外图像（波长从 8 微米到 12 微米），部分人也采集了短波红外图像（0.9-1.7 微米）和中波红外图像（3-5 微米）。

（15）Max Plank Institute 人脸数据库：该库包含了 200 个人（100 个男，100女）的 3D 人脸数据和 2D 人脸数据。3D 人脸图像利用 Cyberware 激光扫描仪获

取，2D 图像包括了 7 种不同的姿势。

（16）Notre Dame HumanID 人脸数据库：该数据库人数超过 300 个人，图像超过 15000 张，图像采集的时间跨度为 10-13 周，每周采集一次，同时考虑了3 种光照条件，2 种人脸表情。

（17）得克萨斯视频人脸库：包含 284 人（208 男+76 女，年龄在 18-25），考虑了姿态（10 秒），讲话（10 秒）和表情（11 种表情，每种 5 秒）三种情况。 由于 ORL 人脸数据库获取容易，含有以往大量的实验比较结果可以比较，所以本文中采用 ORL 人脸库作为实验的样本。由于不同任务的需要，仍有必要设计和建立具有特色的专用数据库。

**二．面部识别具体情况**

**1.面部识别基本概念（方式）**

**人脸检测**

“人脸检测（Face Detection）”是检测出图像中人脸所在位置的一项技术。

人脸检测[算法](http://www.dataguru.cn/article-5747-1.html?union_site=innerlink)的输入是一张图片，输出是人脸框坐标序列（0个人脸框或1个人脸框或多个人脸框）。一般情况下，输出的人脸坐标框为一个正朝上的正方形，但也有一些人脸检测技术输出的是正朝上的矩形，或者是带旋转方向的矩形。常见的人脸检测算法基本是一个“扫描”加“判别”的过程，即算法在图像范围内扫描，再逐个判定候选区域是否是人脸的过程。因此人脸检测算法的计算速度会跟图像尺寸、图像内容相关。开发过程中，我们可以通过设置“输入图像尺寸”、或“最小脸尺寸限制”、或“人脸数量上限”的方式来加速算法。

**人脸配准**

“人脸配准（Face Alignment）”是定位出人脸上五官关键点坐标的一项技术。

人脸配准算法的输入是“一张人脸图片”加“人脸坐标框”，输出五官关键点的坐标序列。五官关键点的数量是预先设定好的一个固定数值，可以根据不同的语义来定义（常见的有5点、68点、90点等等）。当前效果的较好的一些人脸配准技术，基本通过[深度学习](http://www.dataguru.cn/article-9400-1.html?union_site=innerlink)框架实现，这些方法都是基于人脸检测的坐标框，按某种事先设定规则将人脸区域扣取出来，缩放的固定尺寸，然后进行关键点位置的计算。因此，若不计入图像缩放过程的耗时，人脸配准算法是可以计算量固定的过程。另外，相对于人脸检测，或者是后面将提到的人脸提特征过程，人**脸配准算法的计算耗时都要少很多。**

**人脸属性识别**

**“人脸属性识别（Face Attribute）”是识别出人脸的性别、年龄、姿态、表情等属性值的一项技术。一般的人脸属性识别算法的输入是“一张人脸图”和“人脸五官关键点坐标”，输出是人脸相应的属性值。人脸属性识别算法一般会根据人脸五官关键点坐标将人脸对齐（旋转、缩放、扣取等操作后，将人脸调整到预定的大小和形态），然后进行属性分析。**

**常规的人脸属性识别算法识别每一个人脸属性时都是一个独立的过程，即人脸属性识别只是对一类算法的统称，性别识别、年龄估计、姿态估计、表情识别都是相互独立的算法。但的一些基于深度学习的人脸属性识别也具有一个算法同时输入性别、年龄、姿态等属性值的能力。**

**人脸提特征**

“人脸提特征（Face Feature Extraction）”是将一张人脸图像转化为一串固定长度的数值的过程。这个数值串被称为“人脸特征（Face Feature）”，具有表征这个人脸特点的能力。

人脸提特征过程的输入也是 “一张人脸图”和“人脸五官关键点坐标”，输出是人脸相应的一个数值串（特征）。人脸提特征算法都会根据人脸五官关键点坐标将人脸对齐预定模式，然后计算特征。近几年来，深度学习方法基本统治了人脸提特征算法，这些算法都是固定时长的算法。早前的人脸提特征模型都较大，速度慢，仅使用于后台服务。但的一些研究，可以在基本保证算法效果的前提下，将模型大小和运算速度优化到移动端可用的状态。

**人脸比对（人脸验证、人脸识别、人脸检索、人脸聚类）**

“人脸比对（Face Compare）”是衡量两个人脸之间相似度的算法

人脸比对算法的输入是两个人脸特征（注：人脸特征由前面的人脸提特征算法获得），输出是两个特征之间的相似度。人脸验证、人脸识别、人脸检索都是在人脸比对的基础上加一些策略来实现。相对人脸提特征过程，单次的人脸比对耗时极短，几乎可以忽略。基于人脸比对可衍生出人脸验证(Face Verification)、人脸识别(Face Recognition)、人脸检索(Face Retrieval)、人脸聚类（Face Cluster）等算法

**人脸验证**

“人脸验证（Face Verification）”是判定两个人脸图是否为同一人的算法。它的输入是两个人脸特征，通过人脸比对获得两个人脸特征的相似度，通过与预设的阈值比较来验证这两个人脸特征是否属于同一人（即相似度大于阈值，为同一人；小于阈值为不同）。

**人脸识别**

“人脸识别(Face Recognition)”是识别出输入人脸图对应身份的算法。

它的输入一个人脸特征，通过和注册在库中N个身份对应的特征进行逐个比对，找出“一个”与输入特征相似度较高的特征。将这个较高相似度值和预设的阈值相比较，如果大于阈值，则返回该特征对应的身份，否则返回“不在库中”。

**人脸检索**

“人脸检索”是查找和输入人脸相似的人脸序列的算法。人脸检索通过将输入的人脸和一个集合中的说有人脸进行比对，根据比对后的相似度对集合中的人脸进行排序。根据相似度从高到低排序的人脸序列即使人脸检索的结果。

**人脸聚类**

“人脸聚类（Face Cluster）”是将一个集合内的人脸根据身份进行分组的算法。人脸聚类也通过将集合内所有的人脸两两之间做人脸比对，再根据这些相似度值进行分析，将属于同一个身份的人划分到一个组里。在没有进行人工身份标注前，只知道分到一个组的人脸是属于同一个身份，但不知道确切身份。另外假设集合中有N个人脸，那么人脸聚类的算法复杂度为O(N2)

**人脸活体**

“人脸活体（FaceLiveness）”是判断人脸图像是来自真人还是来自攻击假体（照片、视频等）的方法。和前面所提到的人脸技术相比，人脸活体不是一个单纯算法，而是一个问题的解法。这个解法将用户交互和算法紧密结合，不同的交互方式对应于完全不同的算法。

**2.几何人脸识别**

基于几何特征的人脸识别，是指通过人脸面部拓扑结构几何关系的先验知识，利用基于结构的方法在知识的层次上提取人脸面部主要器官特征，将人脸用一组几何特征矢量表示，通过对特征矢量之间的匹配，来完成人脸识别。其基本思想是利用人脸的一些特征点（如眼睛、鼻子、嘴巴等）的相对位置和相对距离，再辅以人脸轮廓的形状信息。在对特征矢量进行匹配时，距离测量是测量两个特征矢量之间相似性的一种很好的度量，基于欧氏距离的判决是最常用的方法。 在基于几何特征的人脸识别方法中，特征的测量是至关重要的一步。因此，测量前，必须对待测特征进行标准化，也就是归一化处理，其目的就是为了使测

量结果不受方位、缩放和面部旋转的影响，测量结果以向量的形式存储。识别所采用的几何特征是以人脸器官的形状和几何关系为基础的特征矢量，其分量通常包括人脸指定两点间的欧氏距离、曲率、角度等。典型的几何特征包括：

（1）脸部特征：包括归一化图像之后特定点之间的距离以及一些特征曲线的形状。例如两眼瞳孔之间的距离，鼻到嘴，嘴到下颚的距离以及脸部的轮廓等。

（2）器官特征：指人脸部各器官的位置坐标和大小信息。如眉毛相对于眼

睛中心的垂直高度以及对眉毛弧度的描述，鼻子的垂直位置和宽度，嘴的垂直位

置、宽度、高度、上下嘴唇厚度等。 基于几何特征的识别方法具有存储量小、对光照不敏感等优点。这种方法同样存在一些问题

（1）从图像中抽取稳定的特征比较困难；

（2）对强烈的表情变化和姿态变化鲁棒性差；

（3）一般几何特征只描述了部件的基本形状与结构关系，忽略了细微特征，造成部分信息丢失，适合于粗分类。

**3.基于特征PCA（主成分分析法）人脸识别**

基于特征脸识别时算法需要经过三个阶段：：第一个阶段利用训练样本图像数据构建特征脸空间；第二个阶段是训练阶段，主要是将训练样本图像投影到特征脸空间上；最后一个阶段是人脸识别阶段，即将待识别的人脸图像投影到特征脸空间，并且和投影后的训练样本图像相比较，得到识别结果。

人脸识别的过程就是将待识别的人脸和已经训练好的样本图像相比较的过程，通过前面的训练和特征提取，得到了“特征脸”空间和每个训练样本图像在“特征脸”空间映射的坐标，识阶段只需要将待识别人脸减去平均脸的差值，投影到“特征脸”空间，得到一组坐标系数，即列向量。识别就是比较待识别人脸在“特征脸”空间的向量和训练样本图像在“特征脸”空间的向量之间距离，关键在于距离函数的选择。

同时特征脸识别时是需要大量的训练样本，而且是完全基于图像灰度统计的特性的。但特征脸识别也有一些改进的方法如：**2DPCA，**主成分分析法（PAC）在处理图像时需要把二维图像矩阵转换成一维列向量，当图像较大时，运算量非常大。针对一维方法的不足，等人提出了直接基于图像矩阵的二维的方法。二维不需要将图像矩阵转换成向量，而是直接利用图像原始矩阵提取特征，简化了特征值和特征向量的计算。缩短了识别时间。

**4.神经网络人脸识别**

最初的神经网络主要用于图像的复原,因其对部分受损的人脸图像、光照变化的人脸图像的识别能力较好,才广泛的用于人脸识别。用于人脸识别的神经网络主要有神经网络、无监督监督旧混合神经网络,自组织特征映射神经网络,决策神经网络,时滞神经网络叭,等,以及两种神经网络结合共同完成人脸识别的神经网络法。经网络人脸识别法,避免了复杂的特征提取工作,通过学习过程获得了优于其它算法的人脸识别的规律和规则的隐性表达。由于神经网络采取并行运算来处理信息、使人脸识别速度大大提高,除可用于人脸识别外,还可以用于性别和种族识别

神经网络的输入可以是降低分辨率的人脸图像、局部区域的自相关函数、局部纹理的二阶矩等。神经网络在人脸识别上的优势是在于可以通过学习 从而获得对于人脸图像规则隐形的一种表达，避免进行复杂的特征提取，有利于硬件的实现。但是该算法不易解释，由于神经元的数目较多，运算时间较长，并且需要多张人脸图像进行训练，在训练过程中往往需要对一些参数进行人为的调整，而在许多应用中，样本数量是很有限的，所以适合范围被限制于小型人脸库。而在许多应用中，样本数量是很有限的。

**5.弹性图匹配的人脸识别**

基于动态链结构的弹性匹配方法”,,将人脸用格状稀疏矩阵图表示,图中的节点用图像位置的小波分解得到的特征向量标记,图的边用连接节点的距离向量标记。弹性匹配主要是在图的匹配中,由于图的节点包含局部的高分辨率灰度分布和全局的低分辨的灰度分布,从而对变形具有一定的稳定性。弹性匹配方法对光照、位移、尺度变化不敏感,成为一种由于特征脸的人脸识别方法,但因为对每个存储的人脸都要计算其模型图,使得计算量和存储量增大,识别速度相对慢。

**6. 线段Hausdorff距离（LHD）人脸识别**

心理学的研究表明，人类在识别轮廓图(比如漫画)的速度和准确度上丝毫不比识别灰度图差。LHD是基于从人脸灰度图像中提取出来的线段图的，它定义的是两个线段集之间的距离，与众不同的是，LHD并不建立不同线段集之间线段的一一对应关系，因此它更能适应线段图之间的微小变化。实验结果表明，LHD在不同光照条件下和不同姿态情况下都有非常出色的表现，但是它在大表情的情况下识别效果不好。

**7.支持向量机（SVM）人脸识别**

近年来，支持向量机是统计模式识别领域的一个新的热点，它试图使得学习机在经验风险和泛化能力上达到一种妥协，从而提高学习机的性能。支持向量机主要解决的是一个2分类问题，它的基本思想是试图把一个低维的线性不可分的问题转化成一个高维的线性可分的问题。通常的实验结果表明SVM有较好的识别率，但是它需要大量的训练样本(每类300个)，这在实际应用中往往是不现实的。而且支持向量机训练时间长，方法实现复杂，该函数的取法没有统一的理论。·

**三．结论**

**1.各个识别方法的优缺点**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **识别方法** | **优点** | **缺点** |
| **几何特征识别** | 存储量小、对光照不敏感，同时识别速度快 | 从图像中抽取稳定的特征比较困难，对强烈的表情变化和姿态变化鲁棒性差；一般几何特征只描述了部件的基本形状与结构关系，忽略了细微特征，造成部分信息丢失，适合于粗分类。 |
| **特征脸（PAC）识别** | 基于图像灰度识别，识别准确度较高 | 当图像较大时，运算量非常大（但在改进方法2DPAC及2DDPAC中运算量减少 |
| **神经网络** | 对部分受损的人脸图像、光照变化的人脸图像的识别能力较好，识别速度快还可以用于性别和种族识别可以通过学习 从而获得对于人脸图像规则隐形的一种表达，避免进行复杂的特征提取，有利于硬件的实现 | 运算时间较长需要多张人脸图像进行训练，在训练过程中往往需要对一些参数进行人为的调整，而在许多应用中，样本数量是很有限的，所以适合范围被限制于小型人脸库。 |
| **弹性图匹配** | 对光照、位移、尺度变化不敏感，精度高 | 计算量和存储量大,识别速度相对慢。 |
| **线段距离（LHD）** | 适应线段图之间的微小变化LHD在不同光照条件下和不同姿态情况下都有非常出色的表现 | 在大表情的情况下识别效果不好 |
| **支持向量机（SVM）** | SVM有较好的识别率，精准度高 | 需要大量的训练样本而且训练时间长，方法实现复杂 |

1. **参考文献**

**人脸识别的弹性匹配改进方法研究\_王彩云**

**基于多尺度池化的卷积神经网络人脸识别方法研究\_吴斯**

**基于PCA的人脸识别研究\_黄泉龙**

**基于几何特征的人脸识别方法研究\_徐媛**

**基于LDP的人脸识别方法研究\_李鑫**

**人脸的几何特征提取与查询\_黄雪琳**

**基于多尺度池化的卷积神经网络人脸识别方法研究\_吴斯**

**面部图像识别系统的研究\_陆继祥**

**特征提取和模式分类问题在人脸识别中的应用与研究\_朱杰**