

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 200329013

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

人脸识别系统的研究和应用

A Study And Application of Face Recognition System

黄 玉 程

指导教师姓名: 胡国清 教授

专 业 名 称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2006 年 6 月

论文答辩时间: 2006 年 6 月

学位授予日期: 2006 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2006 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

人脸识别是近几年来非常受关注的研究课题之一。这一研究领域综合了多个学科：图像处理、模式识别、计算机视觉、神经网络，心理学等等。人脸识别所要解决的问题可以概述如下：给定场景下的静态图像或动态图像序列，应用已知人脸库，从场景里识别一个或多个人。本文研究静态人脸图像识别，这个问题的解决包括：从场景中分割人脸（人脸检测），人脸区域的特征提取、识别或验证。在识别问题中，输入系统人脸图像是未知的人脸，系统将从人脸数据库中找出与输入一致的人脸。

本文的主要研究工作：

1. 本文第一章主要研究与人脸识别相关的神经科学和计算机人脸识别的各种方法，探讨生物识别和计算机识别的相互联系，以及生物识别方法，特别是人脸识别技术的应用。

2. 自然界中的噪声可以看成是一种随机信号。根据图像获取的途径，噪声的融入有很多种方式。对于用于人脸识别的图像，由于噪声的引入，将不可避免地造成识别率下降。为了减少噪声对人脸识别各个环节的影响，本文第二章主要研究人脸识别系统中图像噪声的去除方法。

3. 人脸检测和人脸识别是近年来非常受关注的研究课题之一。在这一研究领域，如何确定人脸特征并对这些特征进行有效的提取是非常关键而且复杂。人脸边缘是人脸非常重要的一个特征。本文第三章主要研究人脸边缘检测的方法；第四章主要研究人脸检测方法、色彩空间、人脸肤色的检测和基于 CrCbY 的人脸检测方法。

4. 在进行人脸识别前，必须对人脸图像进行处理，本文第五章主要研究人脸图像的归一化方法。

5. 在现实应用中，人脸图像的数据量将非常庞大，这些数据并非都很重要。为了有效地提高识别效率，必须对人脸图像进行特征提取，以每个人脸的特征量来代替这些庞大的数据量。本文第六章主要研究特征提取方法。

6. 模式识别和人工智能所研究的是如何用计算机实现人脑的一些功能。人脸由于具有虽有固定结构却无固定形状的这种模式的特殊性，使其识别方法很特

殊。神经网络用于人脸识别，可以取得比较满意的结果。本文第七章主要研究人工神经网络。

关键词：人脸检测；人脸识别；特征提取；神经网络

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

Machine recognition of human face still and video images is one of the active research areas including several disciplines such as image processing, pattern recognition, computer vision and neural networks, psychology and so forth. A general statement of the problem can be formulated as follows: Given still or video images of a scene, identify or verify one or more persons in the scene using a stored database of faces. In this thesis, Author studies the still human face image. The solution to problems involve segmentation of faces(face detection) from cluttered scenes, feature extraction from face region, recognition or verification. The input image is unknown; through the system the face in the database which is the most similar to the input is decided.

The mainly researching contents in this thesis:

1. In the first chapter, author studies the neural science which is concerned with face recognition and several computer human face recognition technologies. Author also discusses the relationship between the biology recognition and computer recognition, as well as Author studies biology recognition method, especially, the application of human face recognition.

2. The noise could be seen as the random signal. According to the way in which the images are captured, there are many ways noise blend into the images. Because of noise, the recognition rate of the system is decreased. In order to improve the recognition rate, the de-noising methods in face recognition system is studied in the second chapter.

3. Human face detection and recognition is one of the hottest fields in recent years. How to define and extract the feature of human face is vital and complicated. The edge and contour of face is one of important feature. The methods of human face edge detection are carefully studied in the third chapter. The human face detection, color space, the detection of human face skin color and human face detection based on CrCbY are mainly studied in the fourth chapter.

4. Before human face recognition, the image need to be preprocessed, the regularized methods of human face image is studied in the fifth chapter .

5. There are great many of data in the human face image, but not all of the data

are important. In order to make the recognition quickly, it is necessary to extract feature from face images and instead of the face image with the feature. The feature extraction methods are mainly studied in the sixth chapter.

6. How to realize the certain functions of human brain in computer are studied in pattern recognition and artificial intelligence. Human face is very special. It has determinate configuration and doesn't have determinate shape. So the methods used to recognize human faces are also special. Neural network pattern recognition could get better result in human face recognition system. The artificial neural network is studied in the seventh chapter.

Keywords: Face Detection; Face Recognition; Feature Extraction; Neural Network

目 录

第一章 人脸识别技术背景与综述	1
1.1 神经物理学与人脸识别相关的神经科学	2
1.2 人脸识别的生物视觉特征	3
1.3 计算机人脸识别方法	4
1.4 人脸识别技术的应用前景分析	13
1.5 本文主要研究工作	17
第二章 人脸识别系统中图像噪声去除方法研究	19
2.1 线性滤波	19
2.2 中值滤波	20
2.3 维纳滤波	20
2.4 小波去除噪声基本原理	21
2.5 实验和结果分析	22
2.6 噪声去除和特征提取相结合	25
2.7 小结	25
第三章 人脸图像边缘检测的方法研究和应用	26
3.1 边缘检测的基本原理	26
3.2 试验结果分析	29
3.3 边缘检测的应用	31
3.4 小结	31
第四章 人脸检测	32
4.1 人脸检测问题的分类和人脸模式	32
4.2 肤色特征	34
4.3 色彩系统	35
4.4 肤色检测	39
4.5 基于肤色的人脸检测	43
4.6 小结	44
第五章 人脸图像归一化	45

5.1 几何归一化.....	45
5.2 灰度分布标准化.....	48
5.3 实验.....	50
5.4 小结.....	52
第六章 特征提取.....	53
6.1 离散的有限 K-L 变换.....	53
6.2 奇异值分解.....	55
6.3 主成份分析.....	56
6.4 实验.....	60
6.5 小结.....	62
第七章 神经网络在人脸识别中的应用.....	63
7.1 神经元模型.....	64
7.2 神经网络典型结构.....	66
7.3 神经网络的学习规则.....	67
7.4 实验.....	73
7.5 小结.....	76
总 结.....	77
符号表.....	79
附录一.....	80
参考文献.....	86
硕士期间发表的论文.....	92
致 谢.....	93

Contents

Chapter 1 Background and overview	1
1.1 Neural physics and neural science concerned with face recognition	2
1.2 Biology vision character of face recognition.....	3
1.3 Computer human face recognition.....	4
1.4 Pospect analysis of application of human face recognition technique	13
1.5 Mainly researching contents in this thesis	17
Chapter 2 A study of de-noising methods in face recognition system	19
2.1 Linear filter.....	19
2.2 Median filter	20
2.3 Weiner filter	20
2.4 Wavelet de-noising principle.....	21
2.5 Experiment and discuss.....	22
2.6 Combine de-noising with feature extraction	25
2.7 Summary.....	25
Chapter 3 Human face image edge detection methods and application ...	26
3.1 The theory of edge detection	26
3.2 Experiment result analysis	29
3.3 The application of edge detection	31
3.4 Summary.....	31
Chapter 4 Human face detection.....	32
4.1 The classification of face detection and human face pattern	32
4.2 Skin color feature.....	34
4.3 Color system	35
4.4 Skin color detection.....	39
4.5 Human face detection based on skin color	43
4.6 Summary.....	44
Chapter 5 Human face image regularization.....	45
5.1 Geometrical regularization	45
5.2 Standardization of gray distribution.....	48

5.3 Experiment	50
5.4 Summary.....	52
Chapter 6 Feature extraction.....	53
6.1 Discrete finity K-L transform	53
6.2 Singular value decompose	55
6.3 Principal component analysis	56
6.4 Experiment	60
6.5 Summary.....	62
Chapter 7 The application of artificial neural network in face recognition	63
7.1 Neural cell model.....	64
7.2 Framework of artificial neural network.....	66
7.3 Training regulation of neural network.....	67
7.4 Experiment	73
7.5 Summary.....	76
Conclusions	77
List of symbols.....	79
Appendix.....	80
References	86
Publications	92
Acknowledgements	93

第一章 人脸识别技术背景与综述

人脸识别作为图像处理和图像分析的最成功应用之一，最近几年来成为研究图像识别的热点，受到广大学者的特别关注。在人脸识别的国际会议：如 AFGR^[1]和 AVBPA^[2]对人脸识别技术进行了系统的实验与评估，包括 FERET^[3,4,5,6]和 XM2TVS^[7]草案（协议）。出现这个趋势的重要原因至少有两个：第一个是商业方面发展和法律方面对这项技术的应用需求；第二个是经过三十多年的研究和展，技术逐步成熟。虽然已有非常可靠的生物身份识别方法存在，例如指纹分析和视网膜或瞳膜扫描，但这些方法需要参与者的协作。然而基于正面人脸图像或人脸轮廓的身份识别系统不需要参与者的协作。Phillips^[8]详细叙述了不同生物测定的方法的优缺点。表 1.1 是人脸识别的典型应用。

表 1.1 人脸识别的典型应用^[9]

领域	具体应用
生物测定	驾驶执照，
	移民，身份证，密码，选举注册
	社会安全
信息安全	桌面登入（Windows）
	应用软件安全，数据库安全，文件加密
	局域网（Intranet）进入，Internet 进入，医疗记录
	交易终端的安全
法律实施和监视	高级视频监控，CCTV 控制
	入口控制，已过事件的分析
	入店行窃监视跟踪和调查
智能卡	存储安全，用户鉴定
访问控制	设备的访问，车辆的访问

人脸识别所要解决的问题归纳如下：给定场景下的静态图像或动态图像序列，应用已知人脸库，从场景里识别一个或多个人，可以结合种族、年龄、性别、人脸表情和语音等多种方法，提高系统的识别率。关键问题的解决包括：从场景中分割人脸（人脸检测），人脸区域的特征提取，识别或验证。在识别问题中，输入系统的是未知的人脸，系统将从人脸数据库中找出与输入一致或近似率较高的人脸；接着在系统中进行鉴别，系统经过分析，对输入人脸的判别结果做出接受或拒绝。

商业用途和相关法律的实施给人脸识别技术（FRT）从静态、可控制格式的

照片到动态、不可控制的视频序列图像，带来了一系列技术挑战。进行人脸识别需要应用图像处理、图像分析、图像理解和模式识别等多学科的交叉技术。从广义上来分析，可以把人脸识别所面临的技术难题分为以下两类：静态和动态匹配。这两类在具体应用中同样存在着很大的差别。不同点包括：图像质量，大量不同的背景（增加了分割算法的难度）；精心设计的匹配准则也因实际情况而有很大的不同，例如，使用者的数量、类型和自然特性等等。在某些应用中也存在差别，例如应用计算推断某人在不同年龄的长相，即一个人的图像通过一系列已设置的传递函数，基于他们现在获得的图像预测他将来可能的长相。

1995年，Chellappa et al.^[9]的一篇综述文章详尽地概述了当时人脸识别技术（FRT）的进展，目前能查到的文章中，较早的一篇综述文章是 Samal^[10]发表于1992年，那时，对视频的人脸识别技术的研究刚刚开始。在过去的五年里，人脸识别受到了很大关注，在技术方面也取得了很大的进步，许多应用人脸识别技术的商业系统逐步问世。目前研究人员的主要精力集中在基于视频的人脸模型、处理和识别。可以毫不夸张地说，人脸识别已成为模式识别、图像分析和理解中最成功的应用之一。

1.1 神经物理学与人脸识别相关的神经科学

一般人的人脸识别系统使用大范围的光谱刺激，大部分从人的感知器官获取，但不是从所有的感知器官（视觉、听觉、嗅觉、触觉等等）。这些刺激或者单独作用或者联合作用于保存和修复人脸图像。在很多情况下，要应用到相关的信息，例如，周围的环境，对于人脸识别中的人脸的位置起到很重要的作用。人们认为，试图设计一种模拟所有人类的能力的系统是没有意义的。人脑在精确记住人的总个数上有其不足之处。相比之下，计算机系统最具优势的能力是可以处理大量的人脸数据库。在许多应用中，图像是单一的或多角度的两维密度数据。这使输入算法的图像是多角度的。由于这些原因，在这部分涉及与人类视觉感知相关的内容。

许多心理学和神经科学方面的研究成果和发现，直接引起了工程工作者对设计机器人脸识别算法和系统的兴趣^[11]。例如，光线影响因素在工程上的一个可能解释^[12]是：对于熟悉的人脸，在记忆中已建立了三维模型；当实际的光线方向和

一般设想的方向相反时，阴影原型重构(shape-from-shading)算法可以从不正确的结构信息中恢复形状，这样的结果使人脸识别更加困难。

由于神经物理学和神经科学方面的研究不属于本文研究范围。因此，本文只对与人脸识别系统设计相关的内容进行研究。相关的研究背景以及作者感兴趣的内容如下：

人脸识别是一个精细的处理过程^[13,14]？ 在这方面最新的研究表明人脸识别是一个精细的过程，和一般的物体识别大有区别^[14]。通过试验得出的人脸识别和实物识别有七大不同点如下：（1）结构影响（这和选择不同类型的机器识别系统有关）；（2）专门技能；（3）不同的表示；（4）对相反的极性和光线方向敏感（这和机器识别中的照明有关）；（5）度量；（6）深度旋转（这和机器识别中系统的姿态有关）；（7）平面旋转/颠倒的人脸。

人脸感知是由于整体分析的结果还是特征分析的结果^[15]？ 整体信息和特征信息对人脸感知和识别都非常重要。研究表明识别首先利用的是整体信息，接着为了更准确的识别而基于特征信息。如果有了主要的特征信息，那么就可以不用整体信息。例如，在一个人脸记忆的研究中，发现人们很容易记住那些奇异的特征，像大耳朵，弯钩鼻，大眼睛等等。与其他的物体识别不同，因为人脸会发生变形，所以人脸识别需要更多局部的特征信息和整体信息。

1.2 人脸识别的生物视觉特征

近几年的研究表明^[16]，人类视觉数据处理是多层次的过程，其中最低层的视觉过程(视网膜功能)起信息转储作用，即将大量图像数据转换为较为抽象的信息，这一任务由视网膜中的两类细胞完成：低层次细胞对空间的响应与小波变换作用类似，高层次细胞则依据低层次细胞的响应，而作出具体的线、面乃至物体模式的响应。这表明在视觉处理过程中，神经元并不是随便地、不可靠地把视觉图像的光照强度投射到感觉中枢，它们以检测模式单元，区分物体的深度，排除无关的变化因素，并组成一个使人感兴趣的层次结构。人脸识别不仅有着以上普通视觉过程的特点，而且还具有以下独特之处：

(1) 针对人脸识别，大脑中存在一个专门的处理过程。经过长期的研究^[3,4]，人们发现大脑对人脸形状有着特殊的兴趣。

(2) 不同的局部特征作用对识别的贡献也不同。研究也表明,头发、人脸轮廓、眼睛以及嘴巴对识别和记忆有着重要影响,鼻子的作用则不是很重要。通常来讲人脸的上部比下部对识别作用更大些。

(3) 不同空间频率上信息的作用不同。低频信息代表了整体的描述,高频信息包含了局部的细节。对于性别的判断,仅利用低频信息就足够了,对身份识别没有高频信息就无法完成。

(4) 光照对视觉的影响。有实验表明,从人脸底部打光会导致识别困难^[19]。

(5) 动态信息比静态信息更利于识别。研究还发现^[20],对熟悉的人脸,人类的识别能力在动态场景中要高于静态场景。

(6) 面部表情的分析与人脸识别并行处理。通过对脑部受损的病人研究表明^[21],表情的分析与识别的处理虽有联系,但总体来说是分开的。

1.3 计算机人脸识别方法^{[45][46]}

计算机人脸识别方法的研究主要有两大方向:一是基于人脸图像部件特征的识别方法;二是基于人脸图像整体特征的识别方法。

基于人脸图像部件特征的识别通常抽取人脸器官如眼睛、眉毛、鼻子和嘴等器官的位置,尺度以及彼此间的比率作为特征。进一步可以用几何形状拟合人脸器官,从而以几何参数作为描述人脸的特征。由于此类方法要精确地抽取出位置、尺度、比率或几何参数作为描述人脸的特征,因此,对人脸图像的表情变化比较敏感。同时,人脸器官分割的精确度也对人脸特征的提取有一定的影响。另外该类方法并没有充分利用到人脸图像本身具有的灰度信息,该方向已经不是人脸识别技术发展的主流方向。

基于人脸图像整体特征的人脸识别方法由于不需要精确抽取人脸图像中部件的具体信息,而且可以充分利用到人脸图像本身的灰度信息,因此可以获得更好的识别性能。目前,各类杂志期刊和会议发表的文章大部分是这方面的。基于人脸图像整体特征的人脸识别方法主要有特征脸法,最佳鉴别矢量集法, Bayesian(贝叶斯)法,基于 Fourier(傅立叶)不变特征法,弹性图匹配法,相关方法,线性子空间法,可变形模型法和神经网络法等。这些方法有的侧重于表述人脸图像的特征提取,如弹性图匹配法、Fourier 不变特征法;有的侧重于分类,

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库