

学校编码：10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号：X2013232056

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

基于胡子去除的电信面签人脸识别系统  
的设计与实现

Design and Implementation of Telecom Face  
Recognition System Based on the Removal of the Beard

李夏鈺

指 导 教 师： 洪清启 助理教授

专 业 名 称： 软 件 工 程

论文提交日期： 2016 年 3 月

论文答辩日期： 2016 年 5 月

学位授予日期： 2016 年 6 月

指 导 教 师： \_\_\_\_\_

答 辩 委 员 会 主 席： \_\_\_\_\_

2016 年 3 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈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其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）  
课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）  
经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请  
在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此  
项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ）1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（  ）2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日

## 摘 要

随着当前移动互联网的不断发展，在移动终端上做基于人脸识别的身份注册、认证、登录等，将会变得更加安全、方便。为此电信集团针对自己的诸多业务都开始采用面签人脸识别技术，为此需要面向两个问题：一个是人脸的统一平台的构建，需要能够支持电信的所有的业务系统调用；第二个是人脸识别针对采集的人脸信息的有效性识别。为此，本文设计的人脸识别系统主要搭建一个系统平台，并且采用了胡子去除的技术来对人脸图像进行优化，提高人脸识别的能力。

本文从电信公司面签过程中人脸识别应用的业务和用户需求出发，深入分析电信面签中客户的多样性和人脸的多变性现状及问题，确定了需要进行采用基于优化的人脸识别预处理机制，同时建立一个人脸识别库的管理平台。因此，本文采用了基于胡子去除的人脸识别预处理模块，根据业务需求设计了系统管理、查询统计、人脸识别库管理和人脸识别的功能模块。在设计过程中，采用了基于ASM的智能刮胡子算法，并采用静态结构和动态结构设计了模块的内部类结构，并按照系统管理、人脸管理、识别业务、查询统计分别设计了数据库的模型。其中基于ASM的智能刮胡子算法，对于每一张有胡子图片，通过无胡子训练集中重建，可以粗略地得到一张无胡子图片，然后再针对每一张有胡子图片和与之对应的无胡子图片，找出两张图片之间的差别，便是胡子区域，在利用图像处理的方法将该部分胡子区域滤除。文章在经过描述实现过程后，采用了胡子去除效率测试、关键模块测试、性能测试方法对系统进行测试，旨在验证该平台的预处理的效率和被外围系统调用的效率，最终测试结果也表明了系统的可用性。

本系统实现了电信业务中的面签人脸识别系统的模块，既能保护客户的隐私，又可以作为公共平台服务于电信的业务发展。

**关键词：**刮胡子；人脸识别；电信面签

## Abstract

With the continuous development of the mobile Internet and in mobile terminal to do base on face recognition identity registration, authentication, log, etc., will become safer and more convenient. Therefore Telecom Group for many of their business started by signed in face recognition technology. Therefore, it is necessary to face two problems: is a face of a unified platform for building, need to be able to support the telecom business system call; the second is face recognition for identification of validity of face information collection. Therefore, in this paper, the design of the face recognition system mainly build a system platform, and uses the beard removal technique is used to optimize the face image, improve ability of face recognition.

The business and user requirements of the application of face recognition from the telecommunications company interview process of in-depth analysis of Telecom signed customers of diverse and face the variability present situation and problems, identified the need to use optimization based face recognition pre processing mechanism, and the establishment of a person face recognition database management platform. Therefore, in this dissertation, the beard removal based face recognition pre processing module, according to the needs of the business design system management, query statistics, face recognition database management and face recognition module. In the design process, using the ASM intelligent shave beard algorithm, and design the module's internal structure based on the static structure and dynamic structure based on and in accordance with the system management, human management, service identification, query statistics were designed model of the database. Which ASM intelligent shaving algorithm based on, for each a bearded pictures by the beard concentrated training reconstruction can be roughly get a clean shaven pictures, then for every piece of bearded pictures and the corresponding no beard pictures, find out the differences between the two pictures is the beard area, in the use of image processing methods will be the beard area filtering. The article after describing the realization process, the beard removal efficiency test, the key module testing,

performance testing of the system test, to verify the platform of the pretreatment efficiency and efficiency of external system calls. Finally, the test results also show that the availability of the system.

The system realizes the module in Telecom signed in front of the face recognition system, both the protection of customer privacy, and can serve as a common platform for telecom business development.

**Key Words:** Shave; Face Recognition; Telecom Interview

厦门大学博硕士论文摘要库

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目开发背景及意义 .....	1
1.2 国内外同类系统的综述 .....	2
1.3 本系统的特点 .....	3
1.4 论文章节安排 .....	4
<b>第二章 关键技术介绍</b> .....	<b>5</b>
2.1 PCA .....	5
2.1.1 主成分定义及性质.....	5
2.1.2 主成分分析算法原理.....	7
2.2 ASM .....	8
2.2.1 ASM 形状建模 .....	9
2.2.2 ASM 纹理建模 .....	10
2.3 本章小结 .....	11
<b>第三章 需求分析</b> .....	<b>12</b>
3.1 业务和用户需求分析 .....	12
3.2 功能需求分析 .....	12
3.2.1 系统管理.....	13
3.2.2 查询统计.....	15
3.2.3 人脸识别库管理.....	16
3.2.4 人脸识别.....	18
3.3 非功能性需求分析 .....	18
3.4 本章小结 .....	20
<b>第四章 系统设计</b> .....	<b>21</b>
4.1 系统逻辑设计 .....	21

4.1.1 系统逻辑结构.....	21
4.1.2 系统物理结构.....	21
<b>4.2 基于图像处理的智能刮胡子算法 .....</b>	<b>24</b>
4.2.1 人脸标准化.....	25
4.2.2 刮胡子算法.....	28
<b>4.3 功能设计 .....</b>	<b>32</b>
4.3.1 系统管理.....	32
4.3.2 查询统计.....	34
4.3.3 人脸识别库管理.....	35
4.3.4 人脸识别.....	39
<b>4.4 非功能设计 .....</b>	<b>40</b>
<b>4.5 数据库设计 .....</b>	<b>41</b>
4.5.1 系统管理模块.....	43
4.5.2 人脸管理模块.....	47
4.5.3 人脸识别模块.....	51
4.5.4 查询统计模块.....	54
<b>4.6 本章小结 .....</b>	<b>60</b>
<b>第五章 系统实现 .....</b>	<b>61</b>
5.1 系统开发环境 .....	61
5.2 系统管理实现 .....	62
5.3 查询统计实现 .....	64
5.4 人脸识别库管理实现 .....	65
5.5 人脸识别实现 .....	66
5.5.1 系统调用处理实现.....	66
5.5.2 智能刮胡子算法实现.....	69
<b>5.6 本章小结 .....</b>	<b>73</b>
<b>第六章 系统测试 .....</b>	<b>74</b>



6.1 系统测试环境 .....	74
6.2 测试规划 .....	74
6.3 测试用例和结果 .....	75
6.3.1 胡子去除效率测试.....	75
6.3.2 关键模块测试.....	77
6.3.3 性能测试.....	79
6.4 本章小结 .....	83
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>84</b>
7.1 总结 .....	84
7.2 展望 .....	84
<b>参考文献 .....</b>	<b>86</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>88</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

**CONTENTS**

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Project Development Background and Significance .....	1
1.2 Summary of Domestic and Foreign Similar Systems .....	2
1.3 System Features .....	3
1.4 Papers Section Arrangement .....	4
<b>Chapter 2 Technologies.....</b>	<b>5</b>
2.1 PCA .....	5
2.1.1 Principal Component Definitions and Properties .....	5
2.1.2 Principle of Principal Component Analysis Algorithm .....	7
2.2 ASM.....	8
2.2.1 ASM Shape Modeling.....	9
2.2.2 ASM Texture Modeling .....	10
2.3 Summary.....	11
<b>Chapter 3 Demand Analysis.....</b>	<b>12</b>
3.1 Business and User Requirement Analysis.....	12
3.2 Functional Requirement Analysis .....	12
3.2.1 System Management .....	13
3.2.2 Query Statistics .....	15
3.2.3 Face Recognition Library Management.....	16
3.2.4 Face Recognition .....	18
3.3 Non-functional Requirements Analysis .....	18
3.4 Summary.....	20
<b>Chapter 4 System Design.....</b>	<b>21</b>
4.1 System Logic Design .....	21
4.1.1 System Logic Structure.....	21

---

4.1.2 System Physical Structure.....	21
<b>4.2 Intelligent Shave Algorithm Based on Image Processing.....</b>	<b>24</b>
4.2.1 Standardization of The Face .....	25
4.2.2 Shave Algorithm .....	28
<b>4.3 Functional Design.....</b>	<b>32</b>
4.3.1 System Management.....	32
4.3.2 Query Statistics .....	34
4.3.3 Face Recognition Library Management.....	35
4.3.4 Face Recognition .....	39
<b>4.4 Non-functional Design .....</b>	<b>40</b>
<b>4.5 Database Design .....</b>	<b>41</b>
4.5.1 System Management Module .....	43
4.5.2 Face Management Module.....	47
4.5.3 Identify Business Module.....	51
4.5.4 Query Statistics Module.....	54
<b>4.6 Summary.....</b>	<b>60</b>
<b>Chapter 5 System Implementation.....</b>	<b>61</b>
5.1 System Development Environment .....	61
5.2 System Management Implementation .....	62
5.3 Query Statistics Implementation.....	64
5.4 Face Recognition Library Management Implementation .....	65
5.5 Face Recognition Implementation .....	66
5.5.1 System Call Processing Implementation .....	66
5.5.2 Smart Shaving Algorithm Implementation .....	69
<b>5.6 Summary.....</b>	<b>73</b>
<b>Chapter 6 System Test .....</b>	<b>74</b>
6.1 System Test Environment .....	74

---

<b>6.2 Test Plan .....</b>	<b>74</b>
<b>6.3 Testing Cases and Result.....</b>	<b>75</b>
6.3.1 Beard Removal Efficacy Testing .....	75
6.3.2 Key Module Testing.....	77
6.3.3 Performance Testing .....	79
<b>6.4 Summary.....</b>	<b>83</b>
<b>Chapter 7 Conclusions and Prospect .....</b>	<b>84</b>
<b>7.1 Conclusions.....</b>	<b>84</b>
<b>7.2 Prospect.....</b>	<b>84</b>
<b>References .....</b>	<b>86</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>88</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 项目开发背景及意义

在日常生活中，我们经常需要在一些场合通过各种技术或者非技术手段，向他人证明自己的身份，以便获得某种权利或者许可，即身份认证。例如，在登陆操作系统时，需要输入用户名和密码证明自己的身份，以获取使用该计算机的权利；在飞机登入口时，需要向机场安检人员出示有效证件证明自己的身份，以获取登机的许可；在海关出入口时，需要向海关出入境管理人员通过虹膜识别或者指纹识别证明自己的身份，以获得出入境的许可等。

针对上述的应用场景，以往较多采用的是传统的身份认证方式，例如：身份标识知识（如密码、口令等）和身份标识物品（如钥匙、身份证）等，但是这些都是通过身外之物来判断一个人的身份，而一旦这些身外之物被泄露或者被别人仿冒，那么这个人的身份就很容易被冒充<sup>[1-2]</sup>。因此，传统的身份认证方式存在很多安全隐患，已经越来越难以满足社会的需求。如何利用电子科技技术，有效、方便、快捷地进行个人身份认证，已经成为一个必须解决的关键社会问题。

由于人的生物特征具有唯一性、终生不变性、且不会被遗忘和丢失、不易伪造和被盗等特点，因此，相较于传统身份认证方式，研究基于生物特征的身份认证技术更有意义。人脸识别技术，也称为面部识别技术，主要是根据人脸部的一些主要特征进行面部身份识别，从而识别别人的独立身份，通过在摄像头采集到的图像或者视频中进行人脸检测和跟踪等处理<sup>[3-4]</sup>。在当今这个信息化的时代，大街小巷皆可看到众多的摄像头，另外智慧城市与平安城市的概念逐渐深入，在视频中或者图像中识别出人脸显得尤为重要，尤其是在考勤签到系统中的应用也逐渐扩大。

近年来，人脸识别技术已广泛应用于金融服务、人机交互、视频监控、信息安全、刑侦鉴定等领域。手机的普遍使用使得移动互联网技术不断发展，带有摄像功能的手机也让许多应用移动化，包括身份的认证、登陆等，如果能嵌入面签系统，那么这些应用将会变得更加方便<sup>[5]</sup>。例如，证券账户开户，随着移动互联网的深入，许多用户无需到营业厅去办理开户，而只要打开摄像头，再进行面部识别，与身份上的人脸进行比对即可，不仅大大节省了时间，而且也大大提高了

方便程度，间接增加了用户的数量<sup>[6]</sup>。

因此，针对电信移动营业部门的诸多业务，本课题将研究一种面签人脸识别技术。需要解决两个问题：第一个是人脸统一平台的构建，需要能够支持电信所有业务系统的调用；第二个是对所采集的人脸信息的有效性识别。本文设计的人脸识别系统将搭建一个系统平台，并且采用胡子去除的技术来对人脸图像进行优化，提高人脸识别的能力<sup>[7-8]</sup>。

## 1.2 国内外同类系统的综述

早在 80 年代，许多计算机应用技术得到了飞速的发展，尤其是在图像处理方面以及模式识别技术上的提高，使得人脸识别技术有了较好的应用背景。目前的人脸自动识别系统主要分为两个应用模块，首先是对人脸的检测和定位，然后再通过提取出人脸的一些特征来对人脸进行检测和判断识别。人脸检测和定位技术主要实现两个功能，首先对于一张包含人脸的图像，系统需要从复杂的背景中将人脸检测并提取出来；接下来，系统对人脸进行几何和光照的归一化；在人脸识别过程中，通过提取出一系列的人脸特征来判断该人脸是否与目标人脸相匹配，从而进行识别。在人脸检测和定位中，最大的难度在于，不同的图像和不同的背景会因为人脸的光照和拍照角度的不同而对检测造成难度；而在人脸识别环节，最关键的点在于人脸特征的提取以及分类策略的选择上<sup>[9-10]</sup>。近年来，考虑到系统的实用性，人们更加关注研究复杂背景下人脸自动识别。

关于人脸检测与定位方法的研究，主要有以下几种方法：基于人脸知识规则的方法；基于不变人脸特征的方法；基于模板匹配的方法；基于面像的方法。

关于人脸的特征提取与识别方法的研究，经历了三个阶段<sup>[11]</sup>。第一阶段中的中心是对人脸面部特征的识别，这个阶段往往是通过人工来进行判断，通过人的经验来对人脸进行识别；第二阶段逐渐演变出了人机交互式的识别模式，但是这种识别大部分还是依赖于人工的以往经验；第三阶段的发展是近几年来发展的，主要是通过机器来对人脸进行识别，有许多种不同的机器识别系统。主要有以下几类：基于几何特征与模板匹配的识别方法；基于脸像低频带信息的识别方法；基于神经网络与支持向量机的识别方法；基于特征脸的识别方法等。

除了上述的理论算法研究成果，国内外的人脸数据库也已经十分全面，包含

了各种各样的人脸数据库，例如 Yale、AR、ORL 图像数据库等。

同时，国外多所大学或研究机构已经研制成功一些较好的人脸识别系统，并且投入了商业应用<sup>[12-13]</sup>。例如：德国的 Cognitec 系统和美国的 ndentix 系统等。其中 BioID 系统是较为有名的人脸识别系统，其主要识别过程为摄像头先采集提取出人脸的面部主要信息特征，包括嘴唇、眼睛和鼻子的位置大小等，然后在神武融合技术的基础上对人物的身份进行验证。并且，美国国防部还发起了 FRVT(Face Recognition Vendor Test)和 FERET(Face Recognition Technology) 活动，以此推动人脸识别技术的应用和研究，而从上个世纪 80 年代开始，国内外许多研究机构也开始了对人脸识别系统的研究，形成了较多的研究成果<sup>[14]</sup>。国内多所名牌高校，如清华大学、哈尔滨工业大学、中科院、北京工业大学、南京理工大学和上海交通大学等，展开了人脸识别技术研究，在人脸检测方面取得了较好的研究成果。国内也举行过数届生物识别学术会议，都取得了很好的成果，而且大大推动人脸识别研究的发展<sup>[15-16]</sup>。

目前，在国内已经投入应用的人脸识别系统有：2005 年由公安部推出的用于出入境管理的人脸识别系统，在香港和深圳地区实现，该系统可以快速地识别旅客的人脸，并且确保旅客的平局过关时间为 6 秒，大大地提高了出入境检验的效率；2006 年，国内金融部门的金库开始使用人脸识别系统，通过人脸来“把守”大门的金库。2008 年，北京奥运会开闭幕式入场券实行实名制管理，每个人进入场馆的通行证便是他的人脸，通过门禁人脸识别系统来验证进入者的身份，从而可以避免犯罪分子进入场馆的可能性<sup>[17]</sup>。

### 1.3 本系统的特点

由于当前电信面签中需要直接使用客户的人脸数据，并能够调用识别结果返回给面签等调用系统，让面签系统确认识别成功与否。因此本文的系统实现上主要通过建立一个人脸识别库的管理功能模块，在进行实际的人脸识别过程中需要有高效的识别过程，同时要能够进行查询统计；并且对于人脸的识别上结合了胡子去除的功能<sup>[18-19]</sup>。因此总结出系统的特点如下：

- 1、系统管理：实现人脸识别系统相关要素初始值的设置和维护，包括系统设置、角色管理、节假日管理等子模块。

2、查询统计：包括人脸库查询、系统日志查询、人脸识别日志查询、业务日志查询、单人脸日志查询、人脸识别通过率查询等模块。支持生成 Excel 表格并可导出。

3、人脸识别库管理：主要实现人脸影像的管理，包括人脸建模、人脸重建、人脸普通变更等维护等模块。

4、人脸识别：包括人脸识别、批量识别；支持对人脸库的建模和识别上都进行胡子去除的优化，提高系统的识别能力。

## 1.4 论文结构安排

本文研究的主要内容包括以下七章：

第一章绪论，开展整个论文研究课题内容的相关信息阐述，对课题的背景以及意义做了简单的介绍，并在研究现状和技术路线方面展开了探讨，给出了本文的研究内容。

第二章关键技术介绍，针对人脸识别中关键的胡子去除的应用设计涉及到的 PCA 和 ASM 进行阐述。

第三章需求分析，针对电信面签等系统中需要的人脸识别系统的业务需求内容，分析与确定系统管理、查询统计、人脸识别库管理和人脸识别的功能节点需求内容，以及非功能性需求内容和业务流程内容。

第四章系统设计，研究分析当前需求设计的原则性内容，设计了系统的物理结构，并定义了关联的组件，详细设计了智能刮胡子算法，并对功能需求设计了功能模块，最后设计了人脸识别系统的数据库架构。

第五章系统实现，针对于系统的实现与代码运行需求进行展示，完成系统管理、查询统计、人脸识别库管理和人脸识别的实现。

第六章系统测试，采纳软件设计与软件流程测试理论基础，实现人脸识别效率测试、系统性能测试和关键模块的功能测试。

第七章是总结及展望，对此次开发工作进行了总结，客观评价了系统的优点及不足，并对系统将来的发展方向提出了展望。



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.