

研究生教育书系
信息与电子学科

人脸图像信息 处理与识别技术

史东承 著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

人脸图像信息处理与识别技术

史东承 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍人脸图像信息处理技术的基本理论和方法,包括人脸图像分形压缩编码及其最优参数选择的研究、基于肤色的人脸检测技术、人脸图像描述与编码模型、核主元分析(KPCA)特征提取、基于核主元分析的人脸姿态估计、复杂视角条件下的人脸图像特征抽取与识别、小波域的人脸特征提取与识别、视觉信息联想记忆存储器(VIAM)、人脸表情分析与识别、视频序列中的表情分析与综合等内容。

本书的特点是紧跟国际、国内学术发展动态,以作者学术研究成果为基础,以国际、国内技术发展为主线,讨论目前学术研究领域里的热点问题,主要内容均有研究实验结果。

本书可以作为高等学校计算机科学、电气与电子信息类专业高年级本科生和研究生教材,也可作为从事图像处理工作的工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

人脸图像信息处理与识别技术/史东承著. —北京:电子工业出版社,2010.10
(研究生教育书系·信息与电子学科)

ISBN 978-7-121-11677-3

I. ①人… II. ①史… III. ①面—图像识别—研究生—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第164360号

策划编辑:段丹辉

责任编辑:段丹辉 特约编辑:王 纲

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:15.25 字数:342千字

印 次:2010年10月第1次印刷

印 数:2000册 定 价:39.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

在计算机视觉研究领域中，对人脸图像信息的处理与识别技术是一个备受关注的研究课题，人脸图像信息处理有着广泛的作用。人脸是由眼睛、鼻子、嘴、下颚(俗称下巴)等部位构成的。这些部位形状和大小的差异使每个人的脸既不相同，又相类似。在人脸图像中，由于器官分布的复杂性，以及不同人、不同姿态、不同表情的变化等因素的影响，使人脸图像信息的处理与识别变得非常复杂，也给广大科技工作者和工程技术人员提供了一个非常有意义的研究课题。

本书在作者十余年的研究基础上，总结过去的一些研究成果和国际、国内发表的大量相关领域研究论文，经过整理、汇总、编辑完成此书。其中有些内容源自作者完成的科研项目的研究技术报告，此次也在本书中首次出版发表。

本书首先介绍了人脸图像信息处理与识别技术的基本概念与基本方法。对目前流行的研究技术手段给出了一个简单的轮廓。然后针对人脸图像压缩编码、人脸检测技术、人脸图像描述模型、核主元分析(KPCA)、复杂视角条件下的人脸图像特征抽取与识别、小波域的人脸特征提取与识别方法、视觉信息联想记忆存储器(VIAM)、人脸表情分析与识别、视频序列中的表情分析与综合等问题进行了深入的研究和探讨。

本书的完成是作者及其学生们多年努力的结晶，在有关资料整理与分析、算法研究与实现等方面，这些学生们做了大量的工作，在此对他们表示深深的感谢。参加相应研究工作的学生有武丹丹、张俊芬、谢玉鹏、王栋、程思宁、赵忠惠、姚海燕、江杰青等，没有他们的努力工作就不会有该书的顺利出版。书中的许多研究结果反映出他们刻苦敬业、努力专研的精神，这些研究成果是集体智慧的结晶。

由于水平有限，书中难免有不妥之处，敬请批评指正。

史东承
2010年6月于长春

目 录

第 1 章 人脸图像信息处理技术	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 人脸图像信息处理与识别系统典型结构	(2)
1.1.2 人脸图像信息处理技术的研究内容	(4)
1.1.3 人脸图像信息处理技术应用	(5)
1.1.4 人脸图像信息处理基本方法	(5)
1.2 本书的组织	(6)
本章参考文献	(7)
第 2 章 人脸图像分形编码压缩算法	(9)
2.1 数字图像压缩技术	(9)
2.1.1 目前主要的图像压缩编码标准	(10)
2.1.2 分形图像压缩方法及发展现状	(12)
2.2 分形图像编码的基本理论	(14)
2.2.1 分形压缩编码的基本概念	(15)
2.2.2 分形压缩编码的数学基础	(15)
2.2.3 迭代函数系统理论	(18)
2.2.4 基于迭代变换理论的分形编码方法	(21)
2.3 分形图像编码方法	(24)
2.3.1 Jacquin 的分形图像编码算法	(24)
2.3.2 Fisher 的自适应二叉树分形图像编码算法	(27)
2.4 基于小波变换的分形编码算法	(29)
2.4.1 小波理论	(29)
2.4.2 基于小波变换的图像分形编码算法	(33)
2.5 人脸图像分形编码算法实验结果	(36)
2.5.1 三种分形编码算法的性能比较	(36)
2.5.2 基于小波变换的人脸图像二叉树分形编码	(37)
本章参考文献	(42)
第 3 章 人脸的检测与定位	(44)
3.1 人脸图像获取与预处理	(44)
3.1.1 图像变换增强	(44)

3.1.2	直方图均衡法	(45)
3.1.3	非线性平滑滤波	(46)
3.1.4	人脸图像的归一化	(46)
3.2	人脸检测与定位基本方法	(46)
3.2.1	基于知识的方法	(46)
3.2.2	基于模板匹配的方法	(47)
3.2.3	基于外观形状的方法	(47)
3.2.4	基于特征的方法	(47)
3.3	基于肤色检测的人脸定位算法	(47)
3.3.1	人脸检测算法流程	(47)
3.3.2	彩色空间及其转换	(48)
3.3.3	肤色模型的建立及肤色的提取	(52)
3.3.4	邻域滤波噪声消除算法	(52)
3.3.5	基于边缘检测的肤色区域分割	(55)
3.3.6	人脸区域粗分割	(57)
3.3.7	基于双眼确认的人脸区域定位	(58)
3.4	基于肤色检测的人脸定位算法实验结果	(59)
	本章参考文献	(61)
第 4 章	基于模型的人脸描述与编码	(63)
4.1	计算机视觉中的统计模型	(65)
4.1.1	构造可变模型研究的必要性	(65)
4.1.2	基于统计模型的特点	(66)
4.1.3	统计形状模型的理论基础和建立	(66)
4.1.4	选择适当的标定点	(67)
4.1.5	变化形状的建模	(67)
4.1.6	统计模型的匹配	(69)
4.1.7	统计模型的测试	(70)
4.1.8	估计形状向量的分布	(70)
4.2	基于统计形状模型的图像解释	(71)
4.3	主动形状模型	(72)
4.3.1	标定训练集	(73)
4.3.2	训练集标准化	(74)
4.3.3	提取统计信息并建立统计模型	(77)
4.3.4	灰度外观模型的建立	(80)
4.4	点分布模型在图像搜索中的应用	(81)

4.4.1	初始估计值	(82)
4.4.2	最佳的位移距离的确定	(82)
4.4.3	形状和姿态参数的确定	(83)
4.4.4	形状和姿态参数的更新	(84)
4.5	加权主动形状模型	(85)
4.5.1	评价信息	(86)
4.5.2	形状子空间的加权投影	(87)
4.5.3	调整加权矩阵	(88)
4.5.4	WASM 搜索过程	(89)
4.5.5	实验结果	(90)
4.6	主动外观模型	(91)
4.6.1	形状无关图像的统计分析	(91)
4.6.2	形状无关纹理统计模型的计算	(93)
4.6.3	AAM 模型的建模	(94)
4.6.4	实验结果	(96)
	本章参考文献	(97)
第 5 章	多视角人脸图像处理与识别方法	(100)
5.1	核主元分析技术	(100)
5.1.1	人脸图像特征提取	(101)
5.1.2	KPCA 的基本概念	(102)
5.1.3	KPCA 人脸识别流程	(105)
5.1.4	奇异值分解定理	(107)
5.2	观察子空间学习理论	(108)
5.2.1	无监督 ISA 观察子空间学习	(109)
5.2.2	有监督 ISA 观察子空间学习	(109)
5.3	核空间基于支持向量机的模式分类器	(113)
5.4	基于观察子空间的人脸图像姿态估计与人脸检测	(113)
5.4.1	基于观察子空间的人脸图像姿态估计	(114)
5.4.2	多姿态人脸检测	(117)
5.5	人工神经网络分类器	(118)
5.5.1	人工神经网络的基本概念	(118)
5.5.2	BP 神经网络	(120)
5.6	基于 KPCA 和 BP 神经网络的多视角人脸识别	(122)
5.6.1	人脸图像预处理	(123)
5.6.2	KPCA 特征提取	(128)

5.6.3	BP 神经网络分类	(129)
	本章参考文献	(131)
第 6 章	基于小波分析的人脸特征提取与识别技术	(134)
6.1	小波分析的基本概念	(134)
6.1.1	小波变换的多分辨率分析	(136)
6.1.2	二维离散小波变换	(137)
6.2	Mallat 算法	(138)
6.2.1	一维信号的 Mallat 算法	(138)
6.2.2	二维信号的 Mallat 算法	(140)
6.2.3	小波变换实例	(141)
6.3	基于小波分析的人脸特征提取与识别	(141)
6.3.1	特征提取	(141)
6.3.2	识别算法	(145)
6.4	实验结果及讨论	(146)
6.4.1	小波分解层数的确定	(146)
6.4.2	网格数的确定	(147)
6.4.3	小波函数的选取	(148)
6.4.4	训练图像数目对识别率的影响	(149)
6.4.5	支持向量机核函数的选择	(149)
6.4.6	实验结果	(150)
	本章参考文献	(150)
第 7 章	基于视觉联想的人脸识别技术	(153)
7.1	协同计算的基本概念	(154)
7.1.1	协同学原理: 一种联系宏观特征与微观状态的非线性系统模型	(155)
7.1.2	广义协同计算	(157)
7.1.3	视觉计算的系统结构	(157)
7.2	序化动力系统数学模型	(158)
7.3	序化动力系统模型的神经网络实现	(161)
7.4	基于协同神经网络的视觉信息联想记忆算法	(162)
7.4.1	视觉信息联想记忆的实现方案	(163)
7.4.2	基于 ODSM 模型的视觉信息联想算法	(163)
7.5	ODSM 模型的并行计算结构及其硬件实现	(165)
7.5.1	Cannon 分块矩阵计算方法及其实现	(165)
7.5.2	序参量初始值的硬件计算和状态输出部件	(166)
7.5.3	竞争层的硬件计算部件	(166)

7.5.4	仿真结果及其性能分析	(166)
7.6	梯度动力学协同神经网络学习算法	(170)
7.6.1	标准原形模式学习算法	(170)
7.6.2	基于梯度动力学的协同神经网络学习算法	(171)
7.6.3	改进的梯度动力学的协同神经网络学习算法	(171)
7.6.4	新模式扩展学习算法	(172)
7.7	基于子波域旋转不变特征的协同神经网络人像识别	(174)
7.7.1	基于小波变换的旋转不变性特征向量	(174)
7.7.2	协同神经网络人像识别算法	(175)
7.7.3	实验结果	(177)
	本章参考文献	(181)
第 8 章	人脸表情分析与识别技术	(183)
8.1	人脸表情识别方法研究现状	(184)
8.2	人脸表情识别技术	(185)
8.2.1	人脸表情识别系统框架	(185)
8.2.2	表情区域定位方法比较	(186)
8.2.3	表情特征提取方法分类	(188)
8.2.4	表情识别方法分类	(189)
8.2.5	人脸表情识别技术的难点	(190)
8.3	小波变换与 PCA/LDA 相结合的表情识别算法	(191)
8.3.1	二维离散小波	(191)
8.3.2	PCA/LDA Fisher 判别分析	(192)
8.3.3	最近邻分类	(193)
8.3.4	实验结果	(194)
8.4	基于 Gabor 变换的表情特征提取	(195)
8.4.1	小波变换概述	(195)
8.4.2	基于 Gabor 小波变换的特征提取	(196)
8.4.3	人脸表情图片的预处理	(197)
8.4.4	K 近邻分类	(197)
8.4.5	实验结果	(198)
	本章参考文献	(200)
第 9 章	视频序列中的表情分析与表情综合	(202)
9.1	人脸建模与人脸表情合成技术	(204)
9.1.1	人脸建模技术	(204)
9.1.2	人脸表情合成技术	(206)

9.2	图像的预处理	(208)
9.2.1	尺寸归一化处理	(208)
9.2.2	人脸图像的旋转	(208)
9.2.3	人脸图像的比例裁剪与缩放	(209)
9.2.4	光照补偿处理	(209)
9.3	基于 MPEG-4 的人脸表情转换	(213)
9.3.1	MPEG-4 中人脸动画标准简介	(214)
9.3.2	MPEG-4 中人脸表情参数化	(214)
9.3.3	MPEG-4 中人脸动画控制数据的获取方法	(217)
9.3.4	MPEG-4 的标准人脸模型动画实现方法	(219)
9.4	真实感细微表情的合成	(225)
9.4.1	表情比例图的原理	(225)
9.4.2	局部表情比例图	(226)
9.4.3	局部表情的金字塔分解与重构	(227)
9.4.4	面向 FAP 的 PERI 参数化方法	(229)
9.5	展望	(231)
	本章参考文献	(231)

第 1 章 人脸图像信息处理技术

1.1 概述

在计算机视觉研究领域中，对目标物体进行定位与描述是一个备受关注的研究课题，从图像中找到感兴趣的目标区域并借助计算机进行解释是计算机视觉研究的一个基本问题，也是将计算机视觉技术应用于工业检测、目标识别和图像处理等领域中一个必不可少的重要步骤。这一技术已得到众多科研工作者的注意，并且已取得了大量的成果。

对于人脸图像，虽然人类可以从一幅人脸图像中轻松地分辨出面部特征点的准确位置，但是对于计算机来讲却并非一件易事。

早在 20 世纪 70 年代初，就有学者对人脸识别问题进行了初步的探索。早期的人脸图像处理研究大都是利用人脸的几何特征作为检测依据，并对输入的人脸图像有严格的限制，如要求人脸拍摄背景简单，必须面对摄像机等。此外，早期人脸图像处理系统都需要利用人的某些先验知识，摆脱不了人的干预。直到 20 世纪 90 年代，随着高速高性能计算机的出现，人脸图像处理方法有了很大的突破。近几年，人们越来越关心复杂情况下的人脸自动识别技术，人脸检测与定位得到了较多的重视，人脸检测进入了真正的机器自动检测阶段。

目前，国内外对人脸图像信息处理问题进行研究的机构很多，国外比较著名的有美国麻省理工学院(MIT)、美国卡耐基·梅隆大学(CMU)、密歇根州立大学(MSU)、加利福尼亚大学洛杉矶分校(UCLA)、英国的曼彻斯特大学(UM)等高等院校，国内有清华大学、北京工业大学、吉林大学、哈尔滨工业大学、中山大学、南京理工大学、南京大学、上海交通大学、浙江大学、北京交通大学、长春工业大学、中国科学院计算技术研究所和中国科学院自动化研究所等高等院校和科研院所。

人脸有复杂的三维表面结构，形成二维图像的变化非常复杂。尤其对于不同的人脸姿态、表情和不同的光照条件，得到二维图像的差别非常明显。因此准确的人脸图像描述、特征抽取与识别是一个热点课题。

人脸识别研究的发展历史可以分成三个阶段：第一阶段主要研究人脸识别所需要的面部特征，这一阶段的工作特点是识别过程全部依赖于操作人员。第二阶段是利用计算机进行识别的阶段。在该阶段，以 Harmon 和 Lesk 为代表的研究方法是基于几何特征参数的正面人脸表示，并给出了基于这一特征表示法的识别系统。另一种研究思路以 Kaya 和 Kobayashi 为代表，采用统计识别的方法，并用欧氏距离来度量人脸特征的差异。这两类方法都摆脱不了人的干预。第三阶段是真正的机器自动识别阶段。随着高速、高性能数字

计算系统的发展,人脸识别方法有了一定的突破,出现了多种人脸自动识别系统,使人脸识别技术开始进入实用化阶段。典型的实用系统有 Eyematic 公司研发的人脸识别系统和我国清华大学研究并由公安部主持鉴定的“十五”攻关项目“人脸识别系统”。

1.1.1 人脸图像信息处理与识别系统典型结构

人脸图像信息处理系统由 4 个主要功能结构组成,如图 1.1 所示。

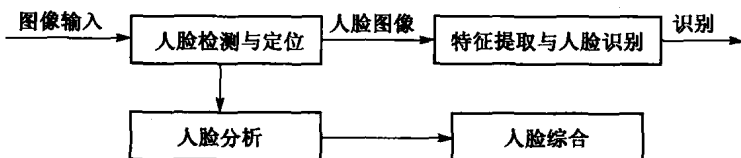


图 1.1 人脸信息处理系统功能结构

人脸检测与定位功能的任务是在输入图像中确定所有人脸(如果存在)在图像中的位置,提取出人脸类图像,将人脸从背景中分割出来。

特征提取和人脸识别功能可以实现辨认检测出的人脸是谁。

人脸分析功能主要完成人脸几何结构信息或统计信息分析,把人脸图像影射为特征数据,在有限失真准则下实现数据的降维描述,为特征提取和分类器设计提供依据。

人脸综合功能是根据人脸分析的结果和人脸描述的数据完成人脸的合成与重建。

人脸分析与综合是基于模型的视频编码的基础,在低码率数字视频通信领域具有重要应用价值。

在人脸图像信息处理系统的 4 个功能组件中,人脸检测结果直接影响后序处理的有效性,也决定着整个系统的性能。

人脸检测的基本思想是用知识或统计的方法对人脸建立模型,比较所有可能的待检测区域与人脸模型的匹配度,从而得到可能存在人脸的区域。人脸检测实际研究的是人脸和非人脸两类分类问题。检测方法大致可以分为 4 类:① 基于知识的方法;② 基于特征不变性的方法;③ 基于模板匹配的方法;④ 基于外观的方法。

1. 基于知识的方法

这类方法利用人的知识建立若干规则,从而将人脸检测转化为假设检验问题。该方法采用一种分级的基于知识的人脸检测方法,也就是常说的马赛克方法,它给出了基于人脸区域灰度分布的规则,依据这些规则对图像从低分辨率到高分辨率进行筛选,以样本满足这些规则的程度作为检测的判据。这种方法在一组测试图像(60 幅图像)中进行测试能够找到 50 幅图像中的人脸。但是这类方法存在一个问题,就是如何将人所具有的知识转化为规则,如果规则过于严格仔细,会出现由于不能满足所有条件而不能检测到人脸,如果规则过于普遍,那么又会出现错误的检测。同时这种方法无法适应人脸姿态的变化。

2. 基于特征不变性的方法

这类方法基于这样一种假设，人们能够毫不费力地发现不同姿态、不同光线下的人或物体，所以他们必然存在某些不变的特征。这类方法主要是采用基于人脸特征来进行人脸检测的，如基于皮肤颜色、基于纹理特征的检测算法及基于多个特征综合的检测方法。这类方法的缺点在于这些特征会由于照明、噪声及遮挡情况而被破坏。在这种情况下很多方法都会失效。

3. 基于模板匹配的方法

这类方法首先人工定义或者参数化地建立一个函数来描述标准人脸模式(通常是正面人脸)，然后根据输入的人脸和定义的标准人脸的相关性来进行检测。主要有两类：预定义模板法和可变形模板法。该类方法的好处在于比较容易实现，但是对于比例、姿态、形状变化的自适应不是很好。最近提出了多分辨率模板、多比例模板、子模板等方法来适应比例及形状的变化。

4. 基于外观的方法

这类方法主要依赖于统计分析和机器学习理论，对应于模板匹配的预先定义模板的方法，这类方法通过从样本图像学习获得“模板”进行人脸检测。通过将人脸图像视为一个高维向量将人脸检测问题转化为高维空间中分布信号的检测问题。该类方法主要包括以下几种。

(1) 特征脸(Eigenfaces)方法

这种方法将 K-L 变换引入了人脸检测，在人脸识别中采用的是主元子空间(特征脸)，人脸检测利用的是次元子空间(特征脸空间的补空间)，用待检测区域在次元子空间上的投影能量，即待检测区域到特征脸子空间的距离作为检测统计量，距离越小，表明越像人脸。

(2) 子空间方法

这种方法的特点在于简便易行，但由于没有利用反例样本信息，因此对与人脸类似的物体的辨别能力不足。

(3) 神经网络方法

人脸检测可以看成是只有人脸样本和非人脸样本的两类模式识别问题，通过对人脸样本集和非人脸样本集进行学习可以产生分类器。目前已经提出了多种神经网络结构用于人脸检测。神经网络在人脸检测方面获得了很大的成功，不过由于神经网络中的结点数选择、网络层数选择及学习速度的调整等不同对神经网络的检测结果有很大影响，一般情况下是通过经验来确定神经网络的结构与参数，因此神经网络方法有一定的盲目性。

由于人脸模式的多样性和图像获取过程的不确定性，人脸在图像空间中分布非常复杂，建立人脸在高维图像空间的精确分布模型是一件非常困难的工作。建立一个统计可靠的估计不仅需要大量的正例样本，而且还需要充分多的有效反例样本。目前研究的一个趋

势是反例样本的产生和利用问题。这也是最终提高人脸检测正确率的必然道路。根据具体应用的需要,对检测环境进行合理的假设,从而简化问题,提高系统的实用性能也是一条切实可行的途径。

人脸识别系统的基本功能是:给定一个静止或动态人脸图像,利用某种方法对其进行处理,并和已存储的人脸数据库中图像进行匹配,从而确定给定图像中的人是不是库里面的特定人(人脸确认)或者判断是库里面的哪个人(人脸识别),其基本识别过程如图 1.2 所示。

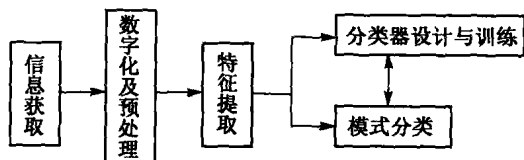


图 1.2 典型人脸识别框图

人脸识别系统主要由 4 个功能模块组成,各模块所发挥的作用如下:

① 数字化及预处理模块主要完成对样本图像或待识别图像的归一化工作。即消除噪声干扰,消除或减小光照的影响,消除成像系统本身及外部环境等因素对待处理图像产生的干扰,克服不同图像中人脸大小和亮度的差异,为后续的分析与识别提供尽可能相同的条件。该模块的作用是为后续处理提供统一的图像信息。

② 特征提取模块采用某种策略对经过预处理后的人脸图像进行分析,将原始的人脸空间中的数据映像到特征空间,其本质是通过从人脸图像空间到特征空间的映像实现对原始数据的变换,以得到最能反映分类本质的特征,为后续有效地实现分类识别提供依据。提取特征的稳定性和有效性直接关系到识别效果的成败。在提取特征的过程中,应根据不同的识别方法选取相应的特征形式。

③ 分类器设计与训练模块主要对已知的人脸图像序列(称为训练序列)按照无监督或有监督的方式进行知识抽取,以便得到训练序列的分布规律和类分布特点,并把这些知识交给分类器作为分类判决的依据。

④ 人脸识别模块根据训练所得的参数完成人脸的判别、分类工作,得出判别结果。

1.1.2 人脸图像信息处理技术的研究内容

人脸识别(Face Recognition)的研究范围从广义上来讲,大致包括以下 6 个方面的内容。

1. 人脸检测(Face Detection)与定位 即从动态的场景与复杂的背景中检测出人脸的存在并确定其位置,并且分离出人脸子图像,这一任务主要受到光照、噪声、面部倾斜及各种遮挡的影响。

2. 人脸表征(Face Representation)(也称人脸特征提取) 即采用某种方法来表示检测出的人脸或数据库中已知人脸,通常的表示方法包括几何特征(如曲率、角点等)、代数特征(如特征向量、特征脸等)、固定特征模板、频谱特征等。

3. 人脸识别(Face Identification) 即将待识别的人脸的特征与数据库中已知人脸特征进行匹配判决,按照一定的距离度量准则给出识别结果信息。这一过程的核心是选择适当的人脸表征方法与匹配策略。

4. 表情/姿态分析(Expression/Gesture Analysis) 即对待识别人脸的表情或姿态信息进行分析,并对其加以分类。

5. 生理分析(Physical Analysis) 即对待识别人脸的生理特征进行分析,得出其年龄、性别等相关信息,或者从几幅相关的图像推导出希望得到的人脸图像,如从父母图像推导出孩子的脸部图像、基于年龄增长的人脸图像估算等。

6. 心理分析(Psychology Analysis) 即通过人脸表情分析使机器具有理解和获取人们内心世界活动的的能力,进而更好地实现智能人机交互。

1.1.3 人脸图像信息处理技术应用

当今,人像信息处理技术在商业、安全和其他领域有着广泛的应用,主要有以下几类。

1. 刑侦破案 公安部门在档案系统里存储有大量案例和嫌疑犯的照片,当从作案现场或其他途径获得某一嫌疑犯的照片或其面部特征的描述后,可以从数据库里迅速查找确认,大大提高了刑侦破案的准确性和效率。

2. 证件验证 在许多场合(如海关、机场、机密部门等)证件验证是检验某人身份的一种常用手段,而身份证、驾驶证及其他很多证件上都有照片,如果用了人像信息处理技术,这项工作可以交给机器来完成,从而实现自动化智能管理。

3. 入口控制 入口控制的范围很广,它可以是设在楼宇、单位和私人住宅入口的安全检查,也可以是计算机系统或者情报系统等的人口检查。在一些保密要求非常严格的部门,除了证件外,还要用一些特殊的技术手段,如指纹识别、掌纹识别、虹膜识别和语音(声纹)识别等。人脸识别与之相比,具有直接、方便和友好的特点。

4. 视频监控 在许多银行、公司、企事业单位,保密部门、公共场合等处都设有24小时的视频监控。当异常情况或陌生人闯入时,需要实时跟踪、监控、识别和报警;另外,侦察员在破案时也要用摄像机对人进行跟踪。这需要对采集到的图像进行具体分析,就要用到人脸的检测、跟踪和识别技术。

1.1.4 人脸图像信息处理基本方法

在人脸图像信息处理过程中,输入的静止图像主要有正面和侧面两种情况,其中研究最多的是正面人像信息的处理,侧面人像信息处理对图像质量要求比较苛刻而发展缓慢。人像信息处理的核心问题是人脸图像的分析与识别。

静止图像中人脸识别的各种方法机理各不相同,主要可分为4大类。

第一类是基于几何特征的识别方法,该识别方法从图像中抽取特征比较困难,对强烈的表情变化或姿态变化鲁棒性较差,更适合于做粗分类。

第二类是基于相关匹配的方法,包括各种模板匹配法,主要是利用计算模板和图像灰度的自相关性来实现识别功能。

第三类为基于统计的识别方法,包括特征脸方法和隐马尔科夫方法。隐马尔科夫模型方法比较复杂,虽然被应用在人脸识别中,但一般多用于语音识别中。

第四类为基于联系机制的方法,包括一般的神经网络方法和弹性图匹配方法。基于神经网络的人脸识别方法很多,有其独有的优势,可避免复杂的特征提取工作,能根据有代表性的样本自我学习,具有鲁棒性和自适应性,而且其并行的信息处理方式,若能以硬件实现,就能显著地提高识别的速度。弹性图匹配方法在理论上优于特征脸方法,但它的计算量和存储量都较大。

基于几何特征的识别方法和基于相关匹配的识别方法是最早研究的两种传统的人脸识别方法,其余的均为现代人脸识别方法。

1.2 本书的组织

本书共分9章。第1章主要介绍了人脸图像信息处理与识别技术的基本概念与基本方法。对目前流行的研究技术手段给出了一个简单的轮廓。

第2章对人脸图像压缩编码技术进行了研究,针对人脸图像讨论了分形编码基本原理及其与小波变换相结合的专用人像编码方法,给出了针对固定图像库条件下的最佳编码参数。

第3章鉴于人脸检测技术在人脸图像信息处理系统中的重要性,专门介绍了人脸检测与定位的基本原理和方法,讨论了肤色检测与区域判断相结合的一种算法。

第4章重点介绍了人脸图像描述模型,主要介绍统计描述模型技术。针对国际上流行的ASM和AAM两种模型进行了详细的分析和阐述。

第5章利用核主元分析(KPCA)与神经网络相结合,详细讨论了复杂视角条件下的人脸图像特征抽取与识别问题,给出了一种头部姿态估计算法。利用姿态估计器可以完成复杂视角条件下的基于特征子空间的人脸检测、特征抽取与识别等问题。

第6章介绍了基于小波域的人脸特征提取与识别方法。

第7章介绍了非线性动力学系统中协同神经网络的基本概念,讨论了协同学中的序化动力系统模型(ODSM),根据该模型给出了协同神经网络结构,同时也给出了协同神经网络结构的硬件实现方案。在此基础上给出了一个视觉信息联想记忆存储器(VIAM)。

第8章介绍了人脸表情分析与识别的基本概念,分别介绍了小波变换与PCA/LDA相结合的表情识别算法和基于Gabor变换的表情特征提取算法。

第9章介绍了视频序列中的表情分析与表情综合方法,深入讨论了MPEG-4框架下的人脸表情转换和真实感细微表情的合成的实现方案。

本章参考文献

- [1.1] Brunelli, R. Face Recognition: Features versus Templates. *IEEE Trans. on PAMI*, 1993, 15 (10): 1042~1052.
- [1.2] G. Z. Yang. Human face detection in a complex background. *Pattern Recognition*, 1994, 27 (1): 53~63.
- [1.3] 梁路宏. 人脸检测研究综述. *计算机学报*, 2002, 25 (5): 449~458.
- [1.4] 陈茂林. 人脸图像检测及分类系统的研究. *电子学报*, 2001, 29(12A): 1917~1919.
- [1.5] Osuna E. Training support vector machines: an application to face detection. In: *Proc. of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR')*, 1997, 130~136.
- [1.6] Belhumeur P N. Eigenfaces vs fisherfaces: Recognition using class specific linear: Projection. In: *IEEE Trans. On PAMI*, 1997, 19 (7): 711~729.
- [1.7] Yuen P. C. Wavelet-based PCA for human face recognition. In *Proceeding of the IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation*, 1998, 223~228.
- [1.8] Moghaddam B. Probabilistic visual learning for object representation. *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1997, 19 (7): 696~710.
- [1.9] J. G. Leu. Shape Normalization Through Compacting. *Pattern Recognition Letters*, 1989, 10 (4): 243~250.
- [1.10] M. K Hu. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, *IEEE Transactions on Information Theory*, 1962, 8 (2): 179~187.
- [1.11] C. T. Zahn. Fourier Descriptors for Plane Closed Curves, *IEEE Trans. Comput.*, 1972, 21 (3): 269~281.
- [1.12] E. Persoon. Shape Discrimination Using Fourier Descriptors, *IEEE Trans. on PAMI*, 1986, 8: 388~397.
- [1.13] Sung K K. Learning and example selection for Object and Pattern Detection. PhD Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 1996.
- [1.14] Sung K K. Example-based learning for view-based human face detection. Technical Report AI Memo 1521, MIT AI Lab, 1994.
- [1.15] Sung K K. Example-based learning for view-based human face detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1998, 20 (1): 38~51.
- [1.16] Propp M. Artificial neural network architectures for human face detection. *Intelligent Engineering Systems Through Artificial Neural Networks*, 1992, 2, 535~540.
- [1.17] Soulie F. Multi-modular neural network architectures: Pattern recognition applications in optical