

使用第2代身份证的人脸识别身份认证系统

任小龙, 苏光大, 相 燕
(清华大学 电子工程系, 北京 100084)

摘 要:介绍了一种使用第2代身份证的新型人脸识别身份认证系统. 该系统采用人脸的多部件融合与主成分分析(MMP-PCA)方法. 同时还使用各种图像处理方法如几何尺寸归一化、眼镜摘除与不同设备得到图像的灰度属性校正等提高系统性能. 在实际数据库中的实验表明该系统在图像质量较低、光照情况不可控的情况下仍可达到比较高的正确率. 由于第2代身份证广泛使用在公共安全、海关、银行及其他领域, 因此这种使用第2代身份证的身份认证系统有很高的实用价值.

关键词:人脸识别; 第2代身份证; 几何归一化; 眼镜摘除; 灰度属性校正; MMP-PCA

中图分类号:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2009)03-0213-05

Face authentication system using the Chinese second generation identity card

REN Xiao-long, SU Guang-da, XIANG Yan

(Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: This paper presents a new face authentication system that was developed to use the Chinese second generation identity card (2G-ID card). A face recognition method based on multi-modal parts and principal component analysis (MMP-PCA) was adopted. Image preprocessing methods for various input devices, such as geometric normalization, glasses removal and grayscale normalization on a region of interest (ROI) were employed to improve the performance of the system. Experimental results on a real database proved that this authentication system can achieve acceptable results for recognition even though the resolution of the image is quite low and the illumination is uncontrolled. Because of the extensive application of 2G-ID card in public security, customs, banking and other areas, the proposed face authentication system using 2G-ID card has great practical value.

Keywords: face authentication; 2G-ID card; geometric normalization; eyeglasses removal; grayscale normalization; MMP-PCA

在当今的信息社会中,自动化的精确身份认证变得越来越重要^[1-3]. 这些认证系统一般采用一种或几种生物特征:指纹、人脸图像、手掌形状、虹膜、声音等等^[4]. 认证系统可以通过互联网验证1个人的身份,可使用在例如银行取款机、有安全要求的建筑入口等情况下. 如同FRVT 2002^[5]中所描述的那样,人脸识别技术主要有3种应用:认证、查询与监视. 在认证系统中,一个人将其当前的生物特征与身份标识号提交给人脸识别系统. 接着系统便会根据其身份标识号提取数据库中与其对应的预先储存的生物特征,并与当前的特征比对以判定是否为同一

人. 在人脸查询系统中,一幅未知身份的人脸图像被提交给系统,系统将其与数据库中的资料比对,得到系统认为最与其相近的人脸与身份资料,其结果不是认证系统的非否即是二值逻辑. 而监视系统则介于以上两者之间,它是对被监视区域内的人动态跟踪与识别,发现可疑人员即通知后台系统. 本文的主题是认证系统.

文中所描述的认证系统使用第2代身份证(以下简称二代证)来验证其身份. 首先,读卡器读出一个身份证上的信息,包括文字信息与图像信息;同时,2个不同高度的摄像头分别采下很多动态人脸图像,从中得到最佳的二维人脸图像;经过一系列图像处理过程,系统输出二代证上的照片,并与现场采

集照片进行比对判定其是否为同一人。

二代证自 2004 年 1 月开始逐步取代一代证, 2008 年基本上完成了整个取代计划。在质量与安全性方面, 二代证远超一代证。而且二代证内嵌不可触摸的芯片, 使得机器也可以读取其中的信息。与一代证相比, 这是重大的进步, 因为一代证只能由人眼辨认, 伪造起来相对容易很多。过去使用一代证的时候, 惟一的并且也是很主观的辨认一个人身份证的方法就是通过人眼。相对的, 二代证的信息存储与认证可以通过电脑自动完成。因此, 二代证将广泛应用在社会各行各业上, 而基于二代证的人脸识别认证系统也有很高的实用价值。

1 系统框架结构与图像示例

认证系统的结构框图如图 1 所示。每个系统都配有二代证读卡器以读取其中的文字信息与图像信息, 同时 2 部不同高度的摄像头用来采集动态人脸图像。而多通道人脸检测板卡用来完成高速识别, 识别完成后, 系统将结果发送至决断与控制工作站。

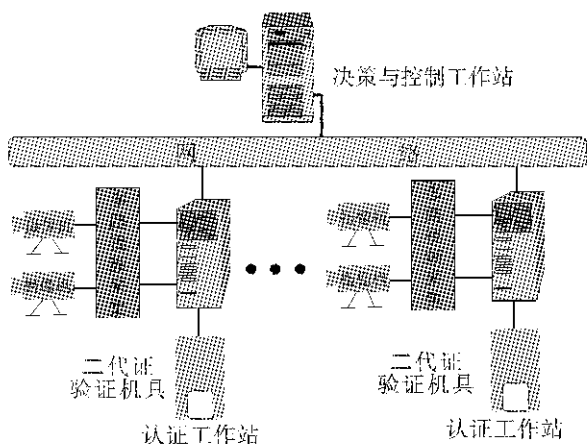


图 1 系统框图

Fig. 1 System framework



图 2 二代证图像示例

Fig. 2 Examples of pictures stored in 2G-ID card

在认证系统中, 有 2 种图像来源: 二代证上面的照片图像与摄像头采集的图像。二代证上面的图像是通过小波变换压缩存储的低质量图像。每幅图像只有 1K 字节, 大小是 102×126 (像素), 两眼中心距

离大约为 25 像素。图 2 为二代证图像示例, 可以清楚地看到脸上与衣领处的锯齿边缘。摄像头采集的图像中两眼距离约为 45 像素, 并且光照条件不可控。图 3 为摄像头采集的视频图像示例。

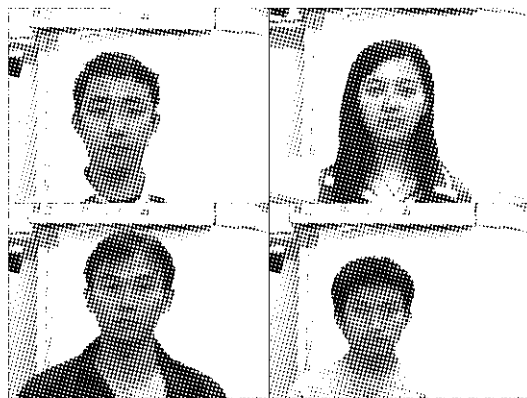


图 3 视频采集图像示例

Fig. 3 Examples of images from CCD camera

2 系统关键技术

这部分将介绍系统使用的几个关键技术, 包括二代证图像与视频图像的预处理、MMP-PCA 算法^[6]以及数据库的动态更新。

2.1 图像的预处理

图像预处理技术包括几何尺寸归一化, 眼镜摘除以及不同设备得到图像的灰度属性校正。

在几何尺寸归一化步骤中, 系统检测到人脸后自动定位眼睛与下颌点。每幅图像都会通过旋转与放缩使得两眼处于同一水平线, 且下颌点到两眼中心的距离为一预先设定好的常数。之后, 图像被裁剪为固定大小 (360×480 像素) 的图像。二代证上面的图像只有 102×126 像素, 因此在进行人脸检测前先用双三次插值将其放大 4 倍。

大多数戴眼镜的人在进行二代证照片采集的时候都被要求戴上没有镜片的镜框, 以防止反光; 但他们戴的镜框大都为黑色或其他深颜色的, 这对人脸识别系统的性能有严重的影响。

认证系统通过计算特定区域的边缘点数量来判断是否戴眼镜, 而边缘点是在由 Sobel 算法得到的边缘图中提取的。接着通过 2 步来去掉眼镜^[7]: 首先提取出眼镜边缘形成的封闭区域, 接着根据提取的区域与重建的图像进行误差补偿, 采用多次迭代 PCA (principal component analysis) 重建方法对眼镜遮挡部分进行补偿。完整步骤可参看图 4, I^R 是 PCA 重建的图像, I^C 是误差补偿后的图像。

因为不同的采集设备其成像机制也各异^[8], 所

以多通道输入设备采集的图像间有不同之处,这使得识别性能下降.在本系统中有2种图像来源:数字摄像机采集的二代证照片图像与摄像头采集的现场图像.因此在灰度标准化这一步中,采用灰度拉伸校正方法改变图像的灰度直方图分布.灰度拉伸校正可以减弱不同成像机制导致的面部差异,加强不同人面部细节差异导致的面部图像差异.根据这种方法,面部的灰度分布被归一化至一个标准分布,这个标准是由大量图片训练得出的.这种方法可以根据图像的均值、方差以及高阶矩来归一化,同时保持相邻像素间的灰度分布特征.

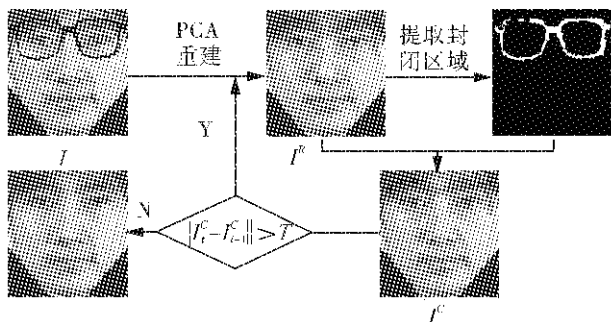


图4 眼镜摘除的完整过程

Fig. 4 Whole procedure of eyeglasses removal

本系统只对摄像头采集的图像进行了灰度属性校正,而处理区域与多部件融合识别算法MMP-PCA相同.也就是说,裸脸、眼眉、眼睛、鼻子与嘴分别进行灰度归一化.图5是原始裸脸与灰度归一化后的裸脸图像与其灰度直方图的比较.

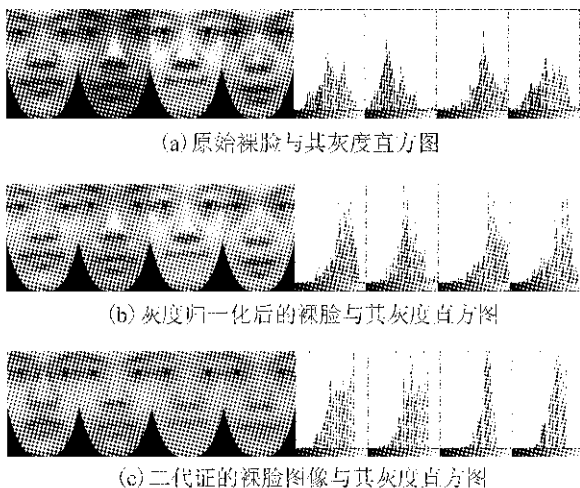


图5 裸脸图像与对应的灰度直方图

Fig. 5 Images and the corresponding grayscale histograms

在图5中,图5(a)为原始裸脸与其灰度直方图;图5(b)为图5(a)中图像进行灰度归一化后的图像与灰度直方图;图5(c)为由二代证图像得到的

裸脸图像与其灰度直方图.比较图5(b)与图5(c)可发现它们的灰度直方图很相似,而脸部细节上,图5(a)与图5(b)是相同的.

2.2 MMP-PCA 人脸识别算法

认证系统的核心算法称为基于主成分分析的人脸多部件融合算法(MMP-PCA).与传统的特征脸方法相比,MMP-PCA有着更高的识别率与适应性.

在进行MMP-PCA之前,系统先定位眼睛与下颌点,接着定位鼻尖点.根据这些关键点,人脸被分为5个部分:裸脸、眼眉、眼睛、鼻子和嘴.图6展示了这5部分.

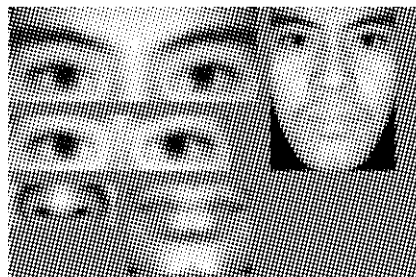


图6 5个人脸部件

Fig. 6 Five different facial parts

接下来对这些部件进行主成分分析(PCA).计算每个部件的特征值,选择 d 个最大的特征值(每个部件使用不同的 d),接着计算得出对应的特征向量.于是特征脸、特征眼眉、特征眼、特征鼻子、特征嘴便可以分别得到了.

在计算出二代证图像和视频图像的投影参数后,使用式(1)计算它们之间的相似度.

$$S(X, Y) = \sqrt{1 - \frac{\|X, Y\|}{\|X\| + \|Y\|}} \quad (1)$$

式中: X 表示由视频图像得到的投影向量, Y 表示由二代证图像得到的投影向量.

最后采用各部件加权平均的方法得到最终的相似度,以适应不同的情况.实验结果表明使用所有部件的全局识别模式(global recognition pattern, GRP)能得到最优的结果.裸脸、眼眉、眼睛、鼻子与嘴的投影特征值权重为8:5:2.5:2:3.

2.3 数据库的动态更新

由于年龄变化及图像质量等问题,即使是同一人的二代证图像与视频图像比对的相似度也不是很高,这对最后的判决不可避免地产生相当的影响.为了解决这个问题,系统还采用了数据库的动态更新方法.

在理论上,系统实际上只需要二代证照片与视

频照片即可完成比对,也不需要数据库的支持.但为了提高系统性能,建立了一个简单的数据库,存储身份证号、图像信息与提取的特征.在第一次比对时仍然采用二代证图像,若认证成功,则更新数据库,但存储的是现场的视频照片及其特征.于是在第2次比对时使用数据库中的信息进行比对,由于是视频图像与视频图像的比对,其相似度可以达到很高,可大大提高判决准确性.同时系统管理员也可以在第一次认证失败后人工判断其是否为同一人,若判断是一人则可以手动更新数据库,这样下次比对便可使用数据库中的信息了.

实验表明这种方法可很大程度上提高第2次及以后认证时的准确率,尤其适合人员相对固定的场合.

3 实验结果

在这部分中,进行了一系列实验来评估二代证身份认证系统的性能.测试集为102人的二代证照片与视频图像,最终结果如图7所示.

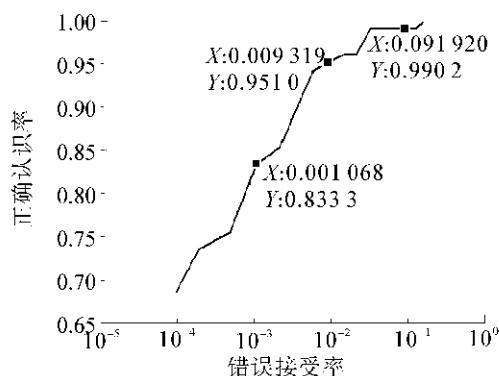


图7 系统的ROC曲线

Fig. 7 ROC curve of the system

由表1可以看到当错误接受率(false acceptance rate, FAR)为2.117%,错误拒绝率(false rejection rate, FRR)为1.960%,几乎与FAR相等.在图7的ROC曲线上看,在FAR分别为0.1%、1%与10%时,相对的GAR(正确接受率, $GAR = 1 - FRR$)分别是83.33%、95.10%与99.02%.

表1 系统的FAR与FRR

Table 1 FAR and FRR of the system %

评价参数	实验结果
FAR	2.117
FRR	1.960

FRVT 2006^[9]的结果表明,在不可控光照情况下,超高分辨率图像(两眼距离为190像素)集上的FAR为0.001时,FRR为0.103;高分辨率图像(两

眼距离为110像素)集上的FAR为0.001时,FRR为0.119.在本认证系统中,图像分辨率很低,如同第一部分中所指出的那样,二代证图像两眼距离为25像素.视频图像两眼距离为45像素.因此这说明本系统的性能与FRVT 2006上的结果相当,并且满足实际使用的需要.

4 结束语

本文提出了一种基于MMP-PCA算法的二代证身份认证系统.正如上面提到的那样,用小波变换压缩存储的二代证图像质量很差,这给人脸检测与识别带来了相当的难度.因此先用双三次插值放大图像,接着进行几何尺寸归一化,眼镜摘除步骤也是很必要的,灰度属性校正则可以减弱不同设备造成的图像差别.实验结果表明当FAR为0.1%时,GAR为83.33%.在如此低分辨率与不可控光照条件下,这个结果令人满意.

在以后的工作中,将进一步研究如何提高放大后的二代证图像的质量,并改进MMP-PCA算法,增大训练量,以提高实际应用中的识别性能.

参考文献:

- [1] CLARKE R. Human identification in information systems: management challenges and public policy issues[J]. Information Technology & People, 1994, 7(4): 6-37.
- [2] DAVIES S G. Touching big brother: how biometric technology will fuse flesh and machine[J]. Information Technology & People, 1994, 7(4): 60-69.
- [3] NEWHAM E. The biometric report[R]. New York: SJB Services, 1995.
- [4] JAIN A K, BOLLE R, PANKANTI S. Biometrics: personal identification in networked society[M]. Norwell, USA: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [5] PHILLIPS P J, GROTH P, MICHEALS R J, et al. FRVT 2002: Evaluation Report[EB/OL]. (2003-03-15) [2008-08-16]. <http://www.frvt.org/FRVT2002/documents.htm>.
- [6] SU Guangda, ZHANG Cuiping, DING Rong, et al. MMP-PCA face recognition method[J]. Electronics Letters, 2002, 38(25): 1654-1656.
- [7] DU Cheng, SU Guangda. Eyeglasses removal from facial images[J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 26(14): 2215-2220.
- [8] 章柏幸, 苏光大. 人脸成像特性研究及人脸归一化的目标[J]. 光电子·激光, 2003, 14(4): 406-410.

ZHANG Baixing, SU Guangda. Research on characteristic of facial imaging and goals of facial image normalization[J]. Journal of Optoelectronics · Laser, 2003, 14(4): 406-410.

- [9] PHILLIPS P J, SCRUGGS W T, O'TOOLE A J, et al. FRVT 2006 and ICE 2006 Large-Scale Results[EB/OL]. (2007-03-10) [2008-08-16]. <http://www.frvt.org/FRVT2006/docs/FRVT2006andICE2006LargeScaleReport.pdf>.

作者简介:



任小龙,男,1983年生,硕士研究生,主要研究方向为人脸识别的硬件实现。



苏光大,男,1948年生,教授,博士生导师。主要研究方向为图像识别(人脸识别、指纹识别)和高速图像处理,并致力于智能化的高速图像处理系统的研究。承担了多项国家级和省部级的重点科研任务。获省部级科技成果奖6次,多项发明专利、发明创业奖、发明展金奖,并3次获得清华大学先进个人称号。发表学术论文100余篇,出版专著2部。



相燕,女,1984年生,硕士研究生,主要研究方向为人脸识别算法。

International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics

(ISSN: 1756-378X)

<http://www.emeraldinsight.com/ijicc.htm>

Published in association with

Beihang University, China

Editorial Objective

The International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics objectives are to discuss, through papers, new theoretical developments and techniques in the fields of intelligent computing and cybernetics. All submissions will be thoroughly peer-reviewed by experts in the related fields based on originality, significance and clarity, only papers presenting novel research results or successful innovative applications are seriously considered for publication in IJICC.

The International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics is indexed and abstracted in EI Compindex, Inspec, Scopus, MathSciNet and Zentralblatt MATH.

Call for Papers

The International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics focuses on studying and understanding the underlying principles of natural computation, and how these principles can be adopted or modified to extend and enrich computer science and engineering. Cybernetics is the science of communication and control in society and in individual human beings. Algorithms, techniques and theories in these fields have been successfully applied to a wide range of complex problems. IJICC is an international forum for publication of original papers in all disciplines of intelligent computing and cybernetics. For more information on the journal and detailed author guidelines, please see www.emeraldinsight.com/ijicc.htm.

Submit to the Journal

Submissions should be sent by email to:

Editor-in-chief: Dr Hai-Bin Duan

ijicc@buaa.edu.cn

