

非接触式掌纹图像采集与图像增强技术研究

张 洋,马钰然,郑倩冰

(国防科技大学 计算机学院,湖南 长沙 410073)

摘 要:掌纹识别是生物特征识别领域的前沿课题,其中非接触式的掌纹识别技术因其具有用户体验性好、无卫生污染等特点,日益成为相关研究领域的热点。但是非接触式的掌纹识别技术易受背景复杂、光照不足等不良因素的影响,给掌纹的图像采集与特征的提取匹配带来了困难。为了更好地解决这些问题,需要采用更为有效的图像增强技术。文中介绍了非接触式图像采集与预处理过程中图像增强技术的基本概念,对该技术实现方法进行了归类阐述和分析,探讨了该技术的发展趋势。

关键词:非接触式;掌纹识别;图像采集;图像增强

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)11-0001-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.11.001

Research on Contactless Palmprint Image Acquisition and Image Enhancement Technology

ZHANG Yang, MA Zheng-ran, ZHENG Qian-bing

(School of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Palmprint recognition is a leading subject of biometric identification. The contactless palmprint recognition has increasingly become a hot research field because of its good user experience, no pollution of health. But contactless palmprint recognition is susceptible to complex background, insufficient light and other adverse factors, which makes it difficult to match the palmprint image acquisition and feature extraction. In order to solve these problems, need to adopt a more effective image enhancement technology. Introduce the basic concepts of image enhancement in image acquisition and pre-processing of the contactless technology. The technical implementation methods are categorized and then described and analyzed respectively. Discuss the development trend of the technology.

Key words: contactless; palmprint recognition; image acquisition; image enhancement

0 引言

掌纹识别^[1]作为一种新兴的生物特征识别技术,近年来日益成为众多机构、公司的关注和研究热点,具有很好的市场前景。目前,大多数掌纹识别系统中的设备是基于接触式设计,虽能方便地采集掌纹图像,但随之带来的是卫生隐患,且多次使用会造成采集平面污染,严重影响掌纹识别效果。因此,非接触式掌纹识别技术已成为发展趋势^[2]。

与接触式相比,由于图像背景的复杂性以及人手的姿态变化,非接触式掌纹识别系统需要首先解决手掌图像的采集问题,并对采集图像进行预处理,才能为后续掌纹识别提供合适的特征区域,而作为预处理过程中的关键步骤,图像增强技术对于非接触式掌纹图

像至关重要。这就使图像采集方法以及图像增强技术的选取格外重要,在工程应用和理论研究方面具有重要意义。文中选择有代表性的文献对这两个问题进行了整理,希望能够给后续工程和研究人員提供启发和参考。

1 非接触式掌纹图像采集与图像增强技术的基本概念

在非接触式掌纹图像的采集中,由于人手可能会发生姿态以及距离的改变,造成手掌图像发生尺度、角度变化,加上环境光以及复杂背景的引入,从而给手掌检测与分割造成很大的困难。图像采集方法的选择目的是为后续工作提供易处理的掌纹图像,因而非常重

收稿日期:2013-02-07

修回日期:2013-05-12

网络出版时间:2013-08-28

基金项目:2012年度国家级大学生创新训练项目(201290002059)

作者简介:张 洋(1991-),男,研究方向为掌纹识别技术;郑倩冰,博士,副教授,CCF会员,研究方向为信息安全、社会网络、P2P网络。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130827.1432.014.html>

要。

掌纹图像的预处理直接影响到特征提取以及识别的结果,如图 1 所示,它主要包括以下几个步骤:

- (1)检测 and 分割手掌图像;
- (2)滤波降噪处理,提取手掌边缘轮廓;
- (3)利用相关算法定位关键点;
- (4)提取合适的 ROI。

其中(1),(2)两步主要是图像增强内容,(3),(4)两步主要是感兴趣区域(Region Of Interest, ROI)定位问题。图像增强指运用图像处理技术分割掌纹图像的背景、去除或降低掌纹图像的噪声等影响。由于(3),(4)两步在很多文献中已经有很详细的总结,文中主要对掌纹图像预处理的前两个步骤进行归纳和分析^[3-4]。

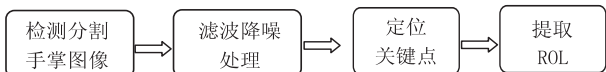


图 1 预处理主要步骤

2 图像采集方法

非接触式掌纹图像采集方法的不同,主要体现在采集设备上,下面根据目前主流的几种采集设备进行分类。

2.1 基于 CCD 的图像采集

大多数的掌纹识别系统都是采用 CCD 图像采集设备来获取掌纹图像,因为事先需要严格设置镜头、光照等参数,使得采集的图像质量较高,由于设置背景单一,手掌的检测和分割相对容易,识别精度较高。其中,香港理工大学的 Zhang 等^[5]率先提出这种图像采集方式,并建立了一个掌纹图像库。此外,Han 等^[6]和 Kong&Zhang 等^[7]利用该技术取得的掌纹图像能够很好地满足掌纹识别需要。

2.2 基于数字/视频摄像头的图像采集

如图 2 采用数字或视频摄像头来采集图像,对用户的要求很低,无需过多的参数设置。从某种层面上说,它增强了用户的体验并减少系统的维护,但却可能造成图像质量的降低。这种图像采集方式由 Doublet 等^[8]率先提出,极大地扩展了掌纹图像采集方式。基于这种采集设备,Michael 等^[9]结合白炽灯以及遮蔽板,提高了手掌图像的采集质量。



图 2 数字摄像头采集设备

2.3 基于双目图像传感器的图像采集

如图 3 所示,基于双目图像传感器的图像采集方法^[10]为了在最短的时间里充分获取掌纹的生物特征,采用了商业上现成的两个低分辨率的图像传感器。第一个传感器用于采集可见光图像,第二个传感器用于采集红外图像。此外,该方法在图像传感器周围设置白炽灯,发射淡黄色光用于增强掌纹的纹理特征。因为该方法的目的除了获取掌纹特征,还有掌脉特征,所以设置了一个结合红外过滤器的普通网络照相机,同样为了增强掌脉特征,在设备上设置了许多红外线 LED 灯。该方法还充分考虑了红外线辐射对掌纹图像的影响,在采集平面上铺了一层漫射纸,有效地降低了影响。

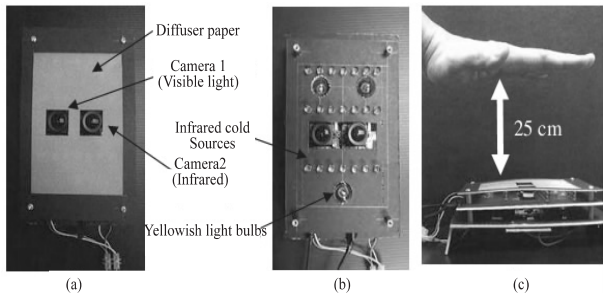


图 3 基于双目图像传感器的图像采集设备

2.4 基于 3D 技术的图像采集

三维(3D)技术已成功地在人脸和人耳识别中使用,而人的手掌也含有一定的 3D 信息。2008 年后,Zhang 等^[11-12]提出了基于 3D 和二维(2D)掌纹信息融合的识别技术,Kumar 等^[13]首先利用 3D 激光扫描仪非接触式地采集掌纹数据,取得了较好的识别效果。

2.5 基于移动终端摄像头的图像采集

近几年,伴随着移动终端(手机、平板电脑等)的逐渐普及,由于其低成本、使用率广、可移动以及用户友好性,Michat 提出了基于移动终端的掌纹和指节特征识别技术^[14]。如图 4 所示,移动终端自身的摄像头可被利用来采集掌纹图像。在此基础上,Wei 等^[15]利用一个数码相机以及两个智能手机,建立一个 100 个对象的 12 000 张掌纹灰度图像。



图 4 移动终端采集方式

2.6 图像采集方式总结

各种图像采集方式的优缺点如表 1 所示。通过比较优缺点,可以发现基于移动终端的图像采集方式存在低成本、使用广泛、可移动并易于使用等优点,随着移动终端摄像头的分辨率越来越高,基于移动终端摄像头的图像采集将成为一种很有前景的采集方式。

表 1 不同图像采集方式的优缺点对比

图像采集方式	优点	缺点
基于 CCD 的图像采集	采集的图像质量较高 手掌的检测和分割容易	需要事先严格设置参数 需要设置单一背景
基于数字/视频摄像头的图像采集	对用户要求低、用户体验好 系统维护少	图像质量较差
基于双目图像传感器的图像采集	短时间充分获取特征 获得掌脉特征并增强	高成本 使用率低
基于 3D 技术的图像采集	存在成功先例 (人脸、人耳)	人的手掌含有一定的 3D 信息,但是比较少
基于移动终端摄像头的图像采集	低成本、使用率广 可移动、用户友好性	摄像头像素限制,但可以满足掌纹识别的要求

3 图像增强技术

由于非接触式采集的掌纹图像存在光照、手掌位置等众多因素的影响,必须对采集图像进行一定的预处理。如表 2 所示,根据目的不同,图像增强技术可以分为去除背景和消除干扰两大类。实际非接触式采集过程中的背景主要是纯深色和复杂背景两种,而消除干扰根据影响因素的不同,可以分为校正色斑和消除变形,消除亮差和离焦复原,滤波除噪以及针对 3D 采集技术的消除干扰方法。下面就目前非接触式掌纹识别的图像增强技术进行归纳阐述。

表 2 图像增强技术分类

目的	影响因素	图像增强技术
去除背景	背景	去除纯深色背景
		去除复杂背景
	手掌自身干扰	校正手掌色斑,消除自由变形
消除干扰	采集设备干扰	消除亮度差异,离焦复原
	图像噪声干扰	滤波除噪
	3D 采集技术中的干扰	针对 3D 采集技术的消除干扰方法

3.1 去除背景方法

对于纯深色背景的处理较简单,主要包括灰度化、手掌区域增强和二值化^[16]三个过程。首先将采集到的彩色图像转换成灰度图像,然后利用灰度直方图拉伸方法增强图像的对比度,随后选取适当的阈值即可获得一幅二值图像,图像中手掌所在区域是白色,图像其余部分作为背景,为黑色。

复杂背景下的掌纹图像要考虑如何准确定位手掌区域的问题,Phung 等^[17]提出了一种“肤色模型”思路,在不同的颜色空间中对已知图像上属于皮肤的点

进行分析,总结出这类点的共同点,训练出分类器,对未知图像上的点进行分类,区分开属于手掌皮肤的点以及不属于皮肤的背景点。Michat Choras^[14]利用 RGB 颜色空间中的几何关系 $R > 95, G > 40, B > 20, \max(R, G, B) \min(R, G, B) > 15$ 以及 $|R - G| > 15, R > G, R > B$ 来检测手掌肤色区域。Belongie 等^[18]则提出了一种基于形状的人手定位方法,考虑到人手的若干个预先定义好的模板图像,然后对输入的待检测图像进行边缘提取,提取后的图像中还会包含大量的非手掌轮廓的边缘信息作为干扰数据存在。该方法利用已有模板图像的形状,从包含大量噪音干扰的边缘数据中找出与模板图像最匹配的形状来,从而将手掌区域检测出来。

3.2 消除干扰方法

手掌自身的干扰主要包括色斑以及自由变形两方面。色斑主要是掌纹中可能存在的一些非永久性的创伤或挤压皮肤形成的局部充血,计算机可能将其作为纹理特征来处理,从而给识别效果带来影响。针对这个问题,杨震群等^[19]首先获取异常肤色和正常肤色的色彩特征,然后将异常肤色点转化为正常肤色范围内。通过制作的色斑分类器,很好地将异常斑点校正为正常肤色。而自由变形主要是由于人手摆放方式和位置的灵活性,可能造成手掌平面和图像传感器镜头平面不平行,从而使掌纹出现小范围的自由变形。林森^[20]结合人手本身是非刚体的特点,提出基于 Demons 非刚性配准算法的变形掌纹归一化校正模型,如图 5 所示,进一步增强变形图像与标准图像的相似性,弥补了传统刚性方法校正效果不佳的缺陷。

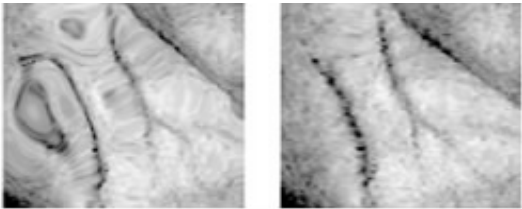


图 5 归一化效果

采集设备干扰主要包括亮度差异和设备离焦两种。亮度差异主要是在非接触式掌纹图像的采集过程中,每次采样的受光角度会有所偏差,加之手掌表面是非绝对平面,很难保证每次成像后的样本都具有同样的亮度分布情况。针对这个问题,杨震群等^[19]首先将原图像平均切割成 $32 * 32$ 的方块,求出每块的最大值构成 $32 * 32$ 的二维矩阵,然后使用双三次插值(bicubic interpolation)将求得的 $32 * 32$ 的二维矩阵放大到与原图像同样大小,再用原图像减去放大后的图像并做灰度拉伸就得到调整好的图像。而针对采集设备不能自动调焦(离焦)的情况,吴丹阳等^[21]提出了一种基

于正则化的图像复原方法:首先将掌纹图像均匀分成 $n \times n$ 相互重叠的子块,使得每个小子块内图像的离焦量近似相同,避免了重构复原图像时产生的马赛克现象。接着利用正则迭代方法实现离焦掌纹图像的恢复,不仅避免了图像恢复中的病态问题,而且在保证了足够接近精确解的同时,保证了解的平稳性,从而有效地解决了采集设备离焦的问题。

图像噪声干扰主要包括手掌轮廓噪声以及手掌内部噪声。为了降低非接触式采集过程中带来的不同噪声,Hennings 等^[22]提出了基于形态学变换的降噪方法,利用形态学中的腐蚀、膨胀变换,膨胀变换使手掌轮廓变得光滑,断开狭窄的间断和消除细的突出物,腐蚀变换使手掌轮廓线更为光滑,消除长细的鸿沟以及小的孔洞,并填补轮廓线中的断裂,极大地改善了预处理方法的鲁棒性。此外,Wang 等^[23]利用方向可调滤波器对手掌图像进行滤波降噪处理,由于方向滤波器具有任意旋转功能,从而通过线性组合若干基滤波器,进而对手掌内部噪声进行滤波处理。

针对利用 3D 技术采集掌纹图像所存在的干扰,Huang 和 Zhang^[24-25]提出了一种利用复合彩色条纹投影技术来提高获取掌纹精度的方法,通过在彩色图像的红、绿、蓝三通道中分别编码三个正弦条纹图,将采集到的一帧彩色变形条纹图像分离出三幅包含相位信息的灰度条纹图像。这种基于编码结构光的方法,克服了点、线结构光的缺点。对于投影系统和成像系统中透镜的使用所产生的横向色差,Zhang 等^[26]结合条纹数与图像的展开相位成正比关系,利用展开相位图的相位差计算不同颜色通道间条纹个数之差,补偿颜色通道间的横向色差。此外,对于大多数所采集的彩色条纹图的颜色通道中不能直接提取出具有正弦形状的条纹模式,Zhang 等^[27]利用系统中颜色通道间的重叠是固定的特点,通过补偿消除了影响。王召慧等^[28]在此基础上结合四步相移算法和最佳三条纹选择方法计算折叠相位和绝对相位,从而提取出高精度的掌纹图像。

3.3 图像增强技术总结

目前的图像增强技术主要运用图像处理中的相关技术,来去除背景,降低或消除噪声等,提高掌纹的对比度,突显更多细节信息,为后面特征区域提取操作提供高质量的手掌区域图像。单一的图像增强技术的运用只能减小或消除某一方面的干扰,要更好地为后续操作提供高质量掌纹图像,需要根据实际采集过程中的问题,综合运用以上几种图像增强技术。

4 结束语

非接触式掌纹识别技术因其自身易受背景、光照

等干扰因素影响,从而对图像采集设备以及图像增强技术的选取提出较高要求。通过对采集设备和图像增强技术的归纳分析,可以得出以下几点结论:

1) 非接触式掌纹图像的采集相对于接触式采集复杂性提高,各种采集设备的选取并无统一方法。基于移动终端摄像头的图像采集方式具有较好的前景。

2) 由于非接触式掌纹图像的自身复杂性,针对掌纹图像的图像增强技术选择,要根据具体掌纹图像的采集效果来合理组合各种图像增强技术,才能较好达到处理效果。

3) 今后的图像增强技术应着力克服复杂背景、光照色斑、手掌距离角度等不良因素造成的影响,具备更强的适应性、稳定性和通用性。

参考文献:

- [1] 岳峰,左旺孟,张大鹏.掌纹识别算法综述[J].自动化学报,2010,36(3):353-365.
- [2] 黄德双,贾伟,李文新.掌纹识别技术[J].中国计算机学会通讯,2011,7(5):24-29.
- [3] 林森,苑玮琦.掌纹感兴趣区域定位与选择方法综述[J].计算机工程与应用,2011,47(14):21-24.
- [4] 许慧,林家恒,刘增晓.掌纹识别技术研究进展[J].山东大学学报(工学版),2005,35(增刊):136-139.
- [5] Zhang D, Kong W, You J, et al. On-line palmprint identification[J]. IEEE transaction on PAMI, 2003, 25(9):1041-1050.
- [6] Han C C. A hand based personal authentication using a coarse-to-fine strategy[J]. Image and vision computing, 2004, 22(11):909-918.
- [7] Kong A, Zhang D. Competitive coding scheme for palmprint verification[C]//Proceedings of international conference on pattern recognition. [s. l.]:[s. n.], 2004:520-523.
- [8] Doublet J, Revenu M, Lepetit O. Robust grayscale distribution estimation for contactless palmprint recognition[C]//Proc of first IEEE international conference on biometrics: theory, application, and system. [s. l.]:[s. n.], 2007:1-6.
- [9] Ong M G K, Connie T, Jin A T B. Touch-less palm print biometric system[C]//Proc of international conference on computer vision theory and applications. [s. l.]:[s. n.], 2008:423-430.
- [10] Ong M G K, Connie T, Jin A T B. A contactless biometric system using palm print and palm vein features[C]//Proc of advanced biometric technologies. [s. l.]:[s. n.], 2011:155-178.
- [11] Aggithaya V K, Zhang D, Luo Nan. A multimodal biometric authentication system based on 2D and 3D palmprint features[C]//Proc of SPIE. [s. l.]:[s. n.], 2008.
- [12] Zhang D, Lu Guangming, Li Wei, et al. Palmprint recognition using 3-D information[J]. IEEE trans on system, man and cy-

- bernetics, part C, 2009, 39(5): 505–519.
- [13] Kanhangad V, Kumar A, Zhang D. Contactless and pose invariant biometric identification using hand surface [J]. IEEE transactions on image processing, 2011, 20(5): 1415–1424.
- [14] Choras M, Kozik R. Contactless palmprint and knuckle biometrics for mobile devices [J]. Pattern anal applic, 2012, 15: 73–85.
- [15] Jia Wei, Hu Rongxiang, Gui Jie, et al. Palmprint recognition across different devices [J]. Sensors, 2012, 12: 7938–7964.
- [16] Zheng Y, Shi G S, Zhang L, et al. Research on offline palmprint image enhancement [C]//Proceedings of international conference on image processing. Washington D C, USA: IEEE, 2007: 541–544.
- [17] Phung S L, Bouzerdoud A, Chai D. A novel skin color model in YCbCr color space and its application to human face detection [C]//Proc of IEEE international conference on image processing. [s. l.]: [s. n.], 2002: 289–292.
- [18] Belongie S, Malik J, Puzicha J. Shape matching and object recognition using shape contexts [J]. IEEE trans on pattern analysis and machine intell, 2002, 24(4): 509–522.
- [19] 杨震群, 魏骁勇, 徐 丹. 掌纹样本采集技术及预处理技术的分析与研究 [J]. 计算机应用, 2007, 27(2): 380–383.
- [20] 林 森, 苑玮琦. 基于 Demons 算法的变形掌纹归一化方法研究 [J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(1): 62–68.
- [21] 吴丹阳, 张忠波, 马骊良. 非接触式掌纹识别中的图像复原方法 [J]. 吉林大学学报(理学版), 2008, 46(2): 293–295.
- [22] Hennings–Yeomans P H, Kumar B V K V, Savvides M. Palmprint classification using multiple advanced correlation filters and palm-specific segmentation [J]. IEEE transactions on information forensics and security, 2007, 2(3): 613–622.
- [23] Wang Yangxia, Ruan Qiuqi. Palmprint images enhancement using steerable filters based fuzzy unsharp masking [J]. Journal of information science and engineering, 2008, 24: 539–551.
- [24] Huang P S, Hu Q Y, Jin F, et al. Color-encoded digital fringe protection technique for high-speed three-dimensional surface contouring [J]. Optical engineering, 1999, 38(6): 1065–1071.
- [25] 张宗华, 彭 翔, 胡小唐. 一种新型彩色三维光学成像系统 [J]. 光学学报, 2002, 22(8): 994–998.
- [26] Zhang Z H, Towers C E, Towers D P. Compensating lateral chromatic aberration of a color fringe projection system for shape metrology [J]. Optics and lasers in engineering, 2010, 48(2): 159–165.
- [27] Zhang Z H, Towers D P, Towers C E. Snapshot color fringe projection for absolute three-dimensional metrology of video sequences [J]. Applied optics, 2010, 49(31): 5947–5953.
- [28] 王召慧, 黄淑君, 孟莎莎, 等. 基于复合彩色条纹投影的非接触式三维掌纹和手形采集系统 [D/OL]. 2012. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201211-113>.

热烈祝贺 2013 中国计算机大会在长沙隆重举行

2013 中国计算机大会 (CCF China National Computer Congress, CNCC) 于 2013 年 10 月 24 日—26 日在湖南长沙圣爵菲斯大酒店隆重举行, 本次大会由中国计算机学会 (CCF) 主办, 国防科学技术大学承办。CCF 副理事长、南京大学副校长吕建和 CCF 会士、中国科学院院士、国防科学技术大学校长杨学军共同担任本次大会主席。大会得到国际知名计算机学术组织 IEEE CS 和 ACM 的支持, IEEE CS 的主席 David Grier 和执行总监 Angela Burgess、ACM 主席 Vinton Cerf 以及 CEO John White 来华参加本次盛会。

中国计算机大会是目前国内级别最高、规模最大的高端学术会议, 它重点探讨计算及信息科学技术领域最新进展和宏观发展趋势, 展示计算领域学术界、企业界最重要的学术、技术成果, 搭建交流平台, 促进科技成果转换。大会由主题报告、论坛、论文交流、颁奖晚宴和科技展览几部分组成。与会者来自学术界、高校、产业界、政府、媒体界等, 本次大会参会人数超过 2200 人, 创 CNCC 创建以来新高。

2013 中国计算机大会的主题是“数据空间, 放飞梦想”, 重点探讨大数据领域的学术、技术以及应用问题, 以及移动互联网等业界关心的问题。大会邀请到包括图灵奖获得者、两院院士和国内外著名企业在内的国内外计算领域著名专家作为特邀讲者, 为与会者展示前沿趋势, 分享最新成果。

在会议期间举办的 CCF 颁奖晚宴上, 颁发了 CCF 王选奖、CCF 海外杰出贡献奖、CCF 科学技术奖, 并首次向“CCF–Intel 青年学者提升计划”和“CCF–腾讯犀牛鸟科研基金项目”的获得者颁发证书。CCF“计算机职业资格认证”项目也在会议期间宣布正式启动。

会议期间, 还举办了 CCF 优秀大学生颁奖仪式。

非接触式掌纹图像采集与图像增强技术研究

作者：[张洋](#)，[马钲然](#)，[郑倩冰](#)，[ZHANG Yang](#)，[MA Zheng-ran](#)，[ZHENG Qian-bing](#)
作者单位：[国防科技大学 计算机学院, 湖南 长沙, 410073](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：[2013\(11\)](#)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201311001.aspx