

# 全手形特征的生物识别技术综述

于为民, 赵继印, 李敏, 郑蕊蕊, 许爽

(大连民族学院 信息与通信工程学院, 辽宁 大连 116605)

**摘要:**全手形特征多模态生物识别是结合指纹、手形和掌纹的全手形特征信息,具有信息更全面可靠的独特优势,能有效地提高生物特征识别的准确率。简述了全手形生物特征识别技术的基本原理和一些关键技术,对目前流行的各种单模态和多模态生物特征的优势和不足进行了分析,并对生物特征识别技术中存在的问题和未来的研究方向进行了讨论。

**关键词:**全手形特征识别;多模态生物特征;特征提取;特征匹配;特征决策融合

中图分类号:TP391

文献标志码:A

## Review of Biometric Identification Technology Based on Characteristics of the Whole Hand

YU Wei-min, ZHAO Ji-yin, LI Min, ZHENG Rui-rui, XU Shuang

(College of Information & Communication Engineering,

Dalian Nationalities University, Dalian Liaoning 116605, China)

**Abstract:** The multi-modal biometric recognition of the whole hand is an identification technology using comprehensive feature of fingerprint, hand shape and palm, which have more comprehensive and reliable information and can effectively improve the accuracy of biometric recognition. Firstly, in this paper, the basic principles and some key technologies of the whole hand biometric technology are described. Then, the strengths and weaknesses of a variety of popular single-mode and multi-modal biometric feature are analyzed. Finally, problems and future research directions biometric identification technology are discussed.

**Key words:** whole hand feature recognition; multi-modal biometric; feature extraction; feature matching; feature decision fusion

21世纪是数字化和网络化的时代,人们在数字化网络社会生存和生活都离不开身份识别与认证。传统的身份识别与认证方法最致命的缺点是:标识物品容易丢失或伪造,标识知识容易记错或遗忘。而基于生物特征识别与认证的技术是依据人类自身所固有的生理特征和行为特征,使用计算机或嵌入式系统进行自动识别与认证。因此,生物特征识别技术是一种有发展前景的重要

身份认证手段。

基于各种单一生物特征的识别系统都不可能达到百分之百的完美程度,研究多种生物特征相融合的多模态生物特征识别理论和技术是该技术领域一种新的研究方向<sup>[1-3]</sup>。全手形特征是指具备手形、掌纹、指纹等三种单一生物特征,将这三种单一生物特征识别技术相融合,形成全手形特征身份认证系统,提高认证系统的识别率,使系统

收稿日期:2011-09-15;最后修回日期:2011-11-01

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(DC10010103);国家民委科研项目(10DL03);辽宁省教育厅(L2010094)。

作者简介:于为民(1960-),女,吉林通化人,副教授,主要从事智能图像处理与模式识别的研究。

更安全可靠。全手形身份确定性特征提取与识别方法,为嵌入式全手形特征身份认证系统的构建提供科学依据和技术方法,具有十分重要的科学价值和应用前景。将逐步形成嵌入式全手形特征的身份认证系统的产品,其认证系统将具有更高的准确性、可靠性和性能价格比以及更广泛的实用性。因此,全手形身份确定性特征提取与识别方法的研究具有十分重要的理论意义和实际应用价值。

## 1 研究现状

生物特征识别技术是随着计算机科学技术的不断发展,特别是计算机图像处理和模式识别等

学科的发展而逐步形成的新兴学科,是模式识别的一种典型应用。作为网络化与信息化时代必不可少的身份鉴别手段,生物特征识别技术已成为国内外的前沿热点研究方向。

从 20 世纪 60 年代至 70 年代自动指纹识别设备在美国大范围的使用,以及 80 年代虹膜系统的出现,至今已开展了包括指纹、掌形、虹膜、人脸、DNA、签名、语音等多种生物特征识别技术的研究和应用。国际上对生物特征识别的研究已成为热点问题,并取得了大量的研究成果。国内的生物特征识别研究与国外相比,虽起步较晚,但在单模态生物特征识别方面已取得了丰硕的成果。典型单模态生物特征身份认证技术性能比较见表 1<sup>[4]</sup>。

表 1 几种生物特征身份认证技术的比较

| 生物特征  | 普遍性 | 独特性 | 持久性 | 采集性 | 识别精度 | 接受性 | 防伪性 |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 指纹    | 中   | 高   | 高   | 中   | 高    | 中   | 高   |
| 掌纹    | 中   | 高   | 高   | 中   | 高    | 中   | 中   |
| 手形    | 中   | 中   | 中   | 高   | 中    | 中   | 中   |
| 人脸    | 高   | 低   | 中   | 高   | 低    | 高   | 低   |
| DNA   | 高   | 高   | 高   | 低   | 高    | 低   | 高   |
| 耳廓    | 中   | 中   | 高   | 中   | 中    | 高   | 中   |
| 面热辐射  | 高   | 高   | 低   | 高   | 中    | 高   | 高   |
| 步态    | 中   | 低   | 低   | 高   | 低    | 高   | 中   |
| 手静脉血管 | 中   | 中   | 中   | 中   | 中    | 中   | 高   |
| 虹膜    | 高   | 高   | 高   | 中   | 高    | 低   | 高   |
| 击键打字  | 低   | 低   | 低   | 中   | 低    | 中   | 中   |
| 体味    | 高   | 高   | 高   | 低   | 低    | 中   | 高   |
| 视网膜   | 高   | 高   | 中   | 低   | 高    | 低   | 高   |
| 签名    | 低   | 低   | 低   | 高   | 低    | 高   | 低   |
| 声音    | 中   | 低   | 低   | 中   | 低    | 高   | 低   |

各种生物特征身份认证技术的比较分析结果表明:现有的基于不同生物特征的识别系统,其识别精度或用户接受程度还不够高。这些系统有时会错误地接受假冒者或者拒绝合法者<sup>[5]</sup>。理想的生物识别系统应该同时满足高精度、高用户接受度和低成本的要求,然而目前的系统很难同时满足这些要求,它们各有优缺点。

多模态生物特征识别的研究始于 1995 年, Brunelli 和 Falavigna<sup>[6]</sup>提出基于语音与人脸特征的识别系统,使用 HyperBF 网络实现并验证了多模态系统的有效性,找到了信息融合技术作为多模态生物识别理论基础。信息融合的主要方法有传感器数据融合、特征融合、决策融合及意见融合。1997 年, Bigun 与 Duc 等最先提出“多模态”的概

念,提出在贝叶斯框架下估计各个分类器的偏差,实现了融合人脸和语音的综合决策认证。多模态生物特征识别的优点是<sup>[7]</sup>:

(1) 准确性:多个生物特征的运用可以提高整个身份鉴别的准确性;

(2) 可靠性:伪造多个生物特征显然比伪造单个生物特征更为困难;

(3) 适用性:每种生物特征都存在应用的局限性,融合多种生物特征可以扩大单个生物特征的适用范围。

2000 年以来,多模识别技术进入快速发展期,越来越多的科研院所投入了相关研究,涌现出许多新的融合系统,如指纹/声纹、人脸/步态、声纹/唇动、人脸/虹膜、掌纹/手形等双模态生物特

征融合系统,人脸/指纹/手形、人脸/声纹/唇动等三模态系统。近些年来,涌现出许多商用产品,如瑞典跨国公司 Precise Biometrics 研制出人脸/指纹/虹膜融合认证的电子护照,并称之为“第二代生物特征识别”产品;美国 ImageWare 公司开发出的人脸/指纹/笔迹/DNA 四模态认证系统在墨西哥政府得到应用。另外,还出现了像 Merkatu 等专门致力于多模识别的跨国公司<sup>[8]</sup>。

虽然国内许多科研机构也开始相关研究,由于从国外引进技术设备的费用昂贵、核心技术掌握不多、行业应用没有统一的规范和标准、产品结构趋同化现象严重等原因,可以说多模生物识别系统在国内的真正开发应用才刚刚起步,国内对多模生物识别系统的自主研制才刚刚开始。因此,基于多生物特征融合来进行身份识别与认证的多模态生物特征识别的研究和应用逐渐兴起和深入。

国内外对全手形特征多模态生物识别技术的研究还没有达到像单一生物特征如指纹、手形、人脸研究那样系统和深入,还有许多问题有待解决和完善<sup>[9-11]</sup>。这对于科学研究以及对人类自身独特生理特征的认识都是相当重要的。同时人们对于自身安全的关注,加剧了人们对于安全领域的市场需求<sup>[12]</sup>,所有这些都使得全手形多模态生物识别成为生物识别技术中的重要研究内容和发展趋势。

2 全手形特征多模态生物识别的关键技术

全手形特征多模态生物识别技术的研究涉及到众多领域的理论和方法,并对全手形特征多模态生物识别的研究会给所涉及的领域不断提出新的问题和补充新的内容,与这些领域相互促进、共同发展。因此全手形特征多模态生物识别技术是一个具有重要理论价值和应用背景的研究课题。

手形识别是利用人手独有的特征来进行身份

识别。这些特征包括:手的外部轮廓、内部的线条、手的几何特性、手指的长度和大小等。与其它生物特征识别相比,手形的识别比较容易实现,对图像获取设备的要求较低,手形的处理相对也比较简单,需要的计算机存储空间小,认证速度快,特征稳定性高。缺点是精确度偏低、且手形大小会随着年龄的增长而发生改变。唯一性不能得到充分论证;劳动和受伤等情况会使手形发生变化。可以仿造具有相同参数的假手等<sup>[13]</sup>。

指纹识别是发展最早、应用最普遍、技术最成熟的生物特征识别技术。指纹的纹路不是连续、平滑、流畅的,而是经常出现中断、分叉和转折,这些断点、分叉点和转折称点称为细节点,就是这些细节提供了指纹唯一性的识别信息。使用计算机进行指纹自动识别时,计算机并不直接存储指纹的图像(考虑到隐私和存储空间方面的一些限制),而是记录指纹的细节点特征,指纹识别算法最终归结为在图像上找到并比对指纹的特征<sup>[14-15]</sup>。指纹识别缺点是相当一部分人不能采集到清晰的指纹,比如脱皮和伤痕等,使指纹的稳定性差,降低识别率。

掌纹识别是利用人的掌部纹理作为生物特征进行身份确认的,是生物认证领域的较新技术。与指纹和手形相比,具有信息量丰富、特征稳定度较高、不易受噪声干扰、容易同指纹、手形等其他生物特征结合等优点,从理论上来说,掌纹比指纹和手形具有更高的识别能力<sup>[16]</sup>。但掌纹识别算法复杂,计算速度相对手形和指纹慢。

上述分析表明,指纹、掌纹和手形的单一生物特征识别技术都存在某种缺陷,不能同时满足普遍性、独特性、持久性、可采集性、识别精度、易接受性、防伪性和低成本的技术要求<sup>[17]</sup>,因此,生物特征识别技术的大范围应用必然是几种生物特征识别技术的融合运用。指纹特征、手形特征、掌纹特征和全手形特征生物识别技术性能见表 2。

表 2 全手形生物特征身份识别技术性能

| 生物特征 | 普遍性 | 独特性 | 持久性 | 采集性 | 识别精度 | 接受性 | 防伪性 |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 指纹   | 中   | 高   | 高   | 中   | 高    | 中   | 高   |
| 手形   | 中   | 中   | 中   | 高   | 中    | 中   | 中   |
| 掌纹   | 中   | 高   | 高   | 中   | 高    | 中   | 中   |
| 全手形  | 中   | 高   | 高   | 高   | 高    | 中   | 高   |

全手形生物特征识别方法比手形识别更具有独特性和持久性,比指纹和掌纹更具有可采集性,

有效地提高了防伪性,并保持了单一生物特征系统的低成本,充分发挥多模态生物特征识别技术

的优势,将使识别精度得到大幅度提高。结合指纹、手形和掌纹的全手形特征信息作为个人身份代码具有信息更全面可靠的独特优势,能有效地提高身份认证系统的识别率,克服以单一生物特征为手段的身份认证系统的缺欠。国内外对多模态生物识别技术的研究还没有达到像单一生物特征研究那样系统和深入,还有许多问题亟待解决。关键技术体现在以下几点:

### 2.1 全手形身份确定性特征提取方法

全手形特征信息包含了指纹、手形、掌纹三种模态信息,其特征信息因人而异,非常丰富,具有持久性和确定性。在特征提取时,主要提取包括奇异点特征和纹理特征的指纹特征、包括手掌和手指几何形状特征的手形特征以及包括主线特征和皱褶特征的掌纹特征,所有这些特征都表现为统计特征和结构特征。结构特征比较直观,能较好地反映全手形身份确定性特征的结构特性;缺点是对结构基本单元提取困难,各结构元素之间的拓扑关系复杂,抗干扰性较差。统计特征提取方便,抗干扰能力强,缺点是没有充分利用手形、掌纹、指纹的结构信息。单独运用结构特征或统计特征必然存在识别的盲区,融合结构特征和统计特征可以实现各种特征的优势互补,更全面地反映全手形身份确定性特征。待解决的关键问题:通过图像分割的方法将获取全手形特征图像分割为指纹图像、手形图像和掌纹图像,分析指纹图像的奇异点特征和纹理特征、手形图像的手掌和手指几何形状特征、掌纹图像的主线特征和皱褶特征,所有这些特征都表现为统计特征和结构特征,研究全手形身份确定性特征提取算法。结构特征提取的 Gabor 小波降维方法<sup>[18-20]</sup>;全手形模式的灰度统计特性分析和提取方法;几何形状特征参量的计算方法等。

### 2.2 全手形特征匹配方法

全手形身份确定性特征匹配是按照某种匹配准则将所提取的全手形身份确定性特征与数据库中的注册模板进行相似性度量,是典型的模式识别问题。全手形特征匹配方法是验证未知样本与既定模型的一致性。这里,匹配的精度和计算速度是需要同时兼顾的关键技术指标。

待解决的关键问题包括:K 近邻投票法的快速粗分类方法;基于遗传算法的支持向量机(SVM)核函数的参数优化方法等。

### 2.3 全手形特征决策融合方法

基于手形特征识别、掌纹特征识别和指纹特征识别的全手形身份确定性特征识别方法在一定识别精度的情况下,有效地解决了生物特征识别问题,在此基础上,为了进一步提高身份识别的准确率,还需要在大量实验验证的基础上进行统计分析,研究基于统计分析理论和证据理论相结合的全手形特征多模态融合决策方法。

### 2.4 全手形特征图像获取和全手形特征图像库建立方法

为了实现全手形特征图像获取和图像库建立的目的,必须研究全手形特征图像采集系统和图像库建立方法,实现全手形特征的图像采集、存储和传输。全手形身份确定性特征提取与识别方法和目前普遍采用单一的手形、掌纹、指纹的身份认证方法存在着显著的不同,因此,尚没有现成的图像库可以利用,须自己建立符合本项目需求的全手形特征图像库。全手形特征图像包含了手形、掌纹和指纹信息,为全手形特征提取和识别奠定基础。待解决的关键问题包括:数据传输可靠性;全手形特征图像库的追加与再生等。

## 3 结 论

全手形特征的生物识别系统较指纹、手形和掌纹三种单模态具有更多的优势,身份认证中存在的非普遍性、欺诈行为、无效性和不准确性等问题在全手形识别系统中都可以有效地解决,融合和标准化等不同的技巧又使得全手形这种多模态系统更加准确和有效。虽然多模态识别系统相对单模态系统存在成本较高等不利因素,但是随着硬件技术以及系统在公共领域如网络银行、电子商务、法学研究等方面具大潜能的不断提高,全手形多模态生物特征识别系统必然成为未来身份认证技术的主流。

### 参考文献:

- [1] ZHANG D, SHU W. Two Novel Characteristics in Palm-print verification: datum Point Invariance and Line Feature Matching[J]. Pattern Recognition. 1999,32:691 - 702.
- [2] SANCHEZ - REILLO R, SANCHEZ - AVILLA C, GONZALEZ - MARCOS A. Biometric Identification Through Hand Geometry Measurements [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2000,22(18):1168 - 1171.
- [3] IM S K, PARK H M, KIM Y W, et al. A Biometric I-

- dentification System by Extracting Hand Vein Pattern [J]. Journal of the Korean Physical Society, 2001, 38 (3): 268 – 272.
- [4] JAIN A K, ROSS A, PRABHAKAR S. An Introduction to Biometric Recognition [J]. IEEE Transactions on Circuit and System for Video Technology, 2004, 14(1): 4 – 20.
- [5] ZHANG D. Automated Biometrics: Technologies and Systems [M]. USA: Jkywer Academic Publishers, 2000.
- [6] BRUNELLI R, FALAVIGNA D. Person Identification Using Multiple Cues [J]. IEEE Trans. on PAMI, 1995, 17 (10): 955 – 966.
- [7] DUC B, BIGUN E. Fusion of Audio and Video Information For Multimodal Person Authentication [J]. Pattern Recognition Letters, 1997, 18(9): 835 – 843.
- [8] REIN – LIEN HSU. Face Detection and Modeling for Recognition [D]. PH. D thesis, Michigan State University, 2002.
- [9] JAIN A K, ROSS A, PRABHAKAR S. An introduction to biometric recognition [J]. IEEE Transactions on Circuit and System for Video Technology, 2004, 14(1): 4 – 20.
- [10] PANKANTI S, BOLLE R M, JAIN A K. Biometrics: The future of Identification [J]. Computer, 2000, 33 (2): 46 – 49.
- [11] MATYSA V JR, RIHA Z. Toward Reliable User Authentication through Biometrics [J]. IEEE Security & Privacy, 2003, 1(3): 45 – 49.
- [12] 吴丹阳. 掌纹识别算法研究 [D]. 吉林大学, 2008.
- [13] 秦万广, 杨帆, 刘亚静, 等. 模糊神经网络在指纹与手形信息融和技术中的应用. 微计算机信息, 2007 (9 – 1): 227 – 228.
- [14] 孙冬梅, 裘正定. 生物特征识别技术综述 [J]. 电子学报, 2001, 12: 1744 – 1747.
- [15] 王旂. 指纹识别技术的发展及展望 [J]. 科技向导, 2011, 8: 218 – 220.
- [16] 王科俊, 宋新景, 王晨辉. 手形和掌纹决策融合方法研究 [J]. 黑龙江大学工程学报, 2010, 11: 122 – 123.
- [17] 王瑜, 穆志纯, 徐正光. 多模态生物特征识别技术发展综述 [J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(2): 31 – 32.
- [18] 李云峰, 尚振东. 基于 Gabor 小波变换和最佳鉴别特征的掌纹识别 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(22): 189.
- [19] 苏滨, 姜威. 一种基于 Gabor 小波和 2DPCA 的掌纹识别改进算法 [J]. 计算机应用与软件, 2011(1): 242 – 245.
- [20] 张亚莉, 李云峰. 局部二进制模式与小波特征融合的掌纹识别 [J]. 计算技术与自动化, 2010, 3: 102 – 105.

(责任编辑 刘敏)

(上接第8页)

- [16] WU Bidong, WANG Qingqing, GUO Lei, et al. Amino – substituted  $\beta$  – cyclodextrin copper (II) complexes for the electrophoretic enantioseparation of dansyl amino acids: role of dual chelate – inclusion interaction and mechanism [J]. Analytica Chimica Acta, 2006, 558(1 – 2): 80 – 85.
- [17] LIU Yu, YOU Changcheng, LI Bin. Synthesis and molecular recognition of novel oligo (ethylenediamino) bridged Bis ( $\beta$  – cyclodextrin)s and their copper (II) complexes: enhanced molecular binding ability and selectivity by multiple recognition [J]. Chemistry – A European Journal, 2001, 7(6): 1281 – 1288.
- [18] BOSE P K, POLAVARAPU P L. Evidence for covalent binding between copper ions and cyclodextrin cavity: a vibrational circular dichroism study [J]. Carbohydrate Research, 1999, 323(1 – 4): 63 – 72.
- [19] BONOMO R, CUCINOTTA V, ALESSANDRO F D, et al. Chiral recognition by the copper (II) complex of 6 – deoxy – 6 – N – (2 – methylaminopyridine) –  $\beta$  – cyclodextrin [J]. Chirality, 1997, 9(4): 341 – 349.
- [20] FU Heng, ZHOU Yinghua, CHEN Weilin, et al. Complexation, structure and superoxide dismutase activity of the imidazole – bridged dinuclear copper moiety with  $\beta$  – cyclodextrin and its guanidinium – containing derivative [J]. J. Am. Chem. Soc, 2006, 128(15): 4924 – 4925.
- [21] MERCE A L R, NICOLINI J, KHAN M A, et al. Qualitative study of supramolecular assemblies of  $\beta$  – cyclodextrin and cholecalciferol and the cobalt (II), copper (II) and zinc ions [J]. Carbohydrate Polymers, 2009, 77(2): 402 – 409.
- [22] HARGIS L G, HOWELL J A, SUTTON R E, et al. Ultraviolet and light absorption spectrometry [J]. Anal. Chem, 1996, 68(12): 169 – 184.
- [23] JIANG Huiming, ZHANG Shubiao, SUN Hongjie, et al.  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR investigations of inclusion complexes between  $\beta$  – cyclodextrin and naphthalenediamines/phenol derivatives [J]. J. incl. Phenom. Macrocycl. Chem., 2007, 59: 65 – 70.
- [24] 陈国珍, 黄贤智, 许金钩. 荧光分析进展 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1992.

(责任编辑 邹永红)