

基于静脉识别的身份认证方法研究

王科俊 丁宇航 王大振

(哈尔滨工程大学自动化学院 哈尔滨 150001)

〔摘要〕 首先简要介绍了身份认证技术与生物特征识别,然后指出目前应用最广泛的生物特征身份认证方法——指纹识别的缺点和不足,在此基础上提出了一种新的生物特征身份认证方法——静脉识别。分析了静脉识别的理论依据、特点和难点,提出了一种新的图像阈值分割方法和静脉图像特征匹配方法,进行了特征匹配实验,得出了较好的实验效果。

〔关键词〕 身份认证 生物特征识别 静脉识别 阈值分割 特征匹配

〔中图分类号〕 X915.3 D918.9

〔文献标识码〕 A

〔文章编码〕 1000-7857(2005)1-0035-03

A STUDY OF HAND VEIN-BASED IDENTITY AUTHENTICATION METHOD

WANG Ke-jun DING Yu-hang WANG Da-zhen

(School of Automation, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: In this paper, the identity authentication technology and biological characteristic recognition were introduced at first. Then the shortcomings of fingerprint recognition—the most extensively used biological characteristic identity authentication method at present, was indicated. On this basis, a new biological characteristic identity authentication method—the hand vein recognition was proposed. Theoretical foundation and difficulty of hand vein recognition was analyzed. A new threshold segmentation method and match method of vein picture were proposed. The match experiment was carried on, very good experiment result was obtained.

Key Words: identity authentication, biological characteristic identity recognition, hand vein recognition, threshold segmentation, characteristic matching

CLC Numbers: X915.3 D918.9

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)1-0035-03

1 引言

信息时代的到来给人类社会带来了极大的变革,人们对信息的需求和依赖日益增强,信息安全显得越发重要,身份认证在信息时代也有了新的内涵。利用生物特征的身份认证,由于利用了人体固有的生理和行为特征而展现出极大的优越性。本文简要介绍了生物特征识别技术,并简要分析了指纹身份认证技术的优缺点,提出了一种新的身份认证方法,即基于静脉识别的身份认证方法。

2 身份认证技术与生物特征识别

身份认证指的是信息系统对拥有身份的特殊个体提供的他/她是谁进行判断的处理过程。认证机制是安全系统的第一道防线,用来确保安全机制的有效性和访问控制的有效性,也是避免攻击者主动攻击,如假冒、篡改等的有效手段^[1]。而生物认证确定用户的身份是建立在用户提交的特殊的生理或行为特征的真实性的上的,所利用的生物特征先天决定了一个人的身份特征,比基于知识的和基于令牌的身份认证技术更加安全和可靠。

目前,大量生物特征识别技术或者是在广泛使用,或者

是在研究,已经有很多生物特征识别技术可用于身份认证。除指纹识别外,这些技术还包括虹膜识别、视网膜识别、面部识别、签名识别、声音识别、掌形识别、脸部温度记录图识别等。这些识别技术各有其特点。当以上识别技术应用于身份认证时,要考虑到设备成本、易用性、用户接受程度、对用户健康影响、对环境要求、识别速度、精确性、生物特征的稳定性等各方面的因素。下面仅对指纹识别作简要分析^[2]。

3 身份认证中的指纹识别^[3]

基于指纹的身份认证技术作为生物特征身份认证技术的一种,它具有其它特征识别所不可比拟的优点,主要有以下几个方面:(1)指纹具有唯一性,每个人的指纹基本上是独一无二的,即使双胞胎也不可能存在着相同的指纹;(2)指纹具有稳定性,每个人的指纹是相当固定的,很难发生变化;(3)指纹具有携带方便性,它是每个人天生具有的,所以获取指纹样本较为方便。

3.1 基于指纹身份认证的基本过程

与其它身份认证方法类似,基于指纹身份认证过程也是一类典型的模式识别过程,它包括两个部分,即采集过程和认证过程。

收稿日期:2004-12-20。

基金项目:黑龙江省科技攻关项目(GC04A114)。

作者简介:王科俊,男,1962~,哈尔滨工程大学教授,主要从事智能理论、模式识别、生物特征识别、智能控制、网络安全方面的研究;E-mail: heukejun@sohu.com。

3.2 方法概述

3.2.1 指纹图像预处理——纹络增强

在实际的自动指纹身份认证系统中,采集的指纹图像总是出现图像质量偏低的情形,因而,指纹图像增强的研究成为指纹特征提取过程的一个关键所在。

3.2.2 特征提取

根据指纹的总体形状和细节,指纹的特征分为两类,即总体特征和局部特征(细节特征)。其中总体特征包括:基本纹路图案(环型、拱型、螺旋型)、核心点、三角点、式样线数等。局部特征指的是指纹上的节点,通常有6种类型的指纹节点:脊断点、分歧点、分叉点、孤立点、短纹、环形点。因此,一般而言,基于指纹的身份认证系统大多是根据细节节点的数目、类型和位置等信息来实现身份的认证。

3.2.3 匹配及识别

指纹识别系统的核心步骤是指纹匹配,基本包括如下几类:细节点匹配、脊线匹配以及指纹特征向量匹配等。

3.3 指纹识别的缺点以及身份认证的一点设想

指纹身份认证识别中最大的缺点是终端需要安装专用的传感器(指纹采集仪)以及驱动程序,而且价格昂贵;另一个缺点是需要终端待鉴别人与传感器的接触,对人体有一定程度的侵犯,这在一定程度上给待鉴别人带来了不便。这些都给实际操作带来了麻烦,因而实现起来有很大困难。随着计算机技术以及市场的发展,摄像头已经不是高端产品,很多计算机上都装有摄像头,而且摄像头的价格非常便宜。如果我们应用客户端的摄像头拍摄的静脉图像来鉴别个体,将会大大降低成本,而且可以克服指纹识别存在的缺点。

4 静脉识别

4.1 静脉识别的理论依据与特点

4.1.1 红外采集原理

根据人体骨骼、肌肉组织的特点,当入射光波长在 $0.72\sim 1.10\mu\text{m}$ 时,能够较好地穿透骨骼和肌肉,凸现出血管结构。该波波长范围属于近红外光线,根据中国国家医用红外检测光源的有关规定,红外光强处于峰值时波长范围在 $0.8\sim 1.5\mu\text{m}$ 之间。因此只要我们有较好的红外采集设备,完全可以拍摄到满足要求的静脉图像。医学研究以及国际上对手背静脉识别的研究表明,所有人的静脉几乎都不一样,即使双胞胎的静脉也不一样。绝大多数人的静脉血管图像随着年龄增长不会发生根本性的变化,因此,识别静脉理论上具有可行性,把静脉识别作为一种身份认证方式应用于网络信息安全中具有非常重要的现实意义。

4.1.2 静脉识别作为一种生物特征识别技术的优点

(1)具有很强的普遍性和唯一性;(2)静脉血管位于体表内,是非接触性的信息采集,不会造成采集界面的污染;(3)由于是身体内部的血管特征,很难伪造或是手术改变;(4)可以避免一旦表皮受损害而无法进行指纹识别的缺陷;(5)相比DNA、虹膜识别,采集过程十分友好;(6)不会有使人联想到犯罪数据库的恐慌;(7)设备成本低廉,具有广泛的应用前景。

4.2 静脉识别的难点

人体静脉识别是模式识别领域的前沿课题。针对目前几乎没有研究静脉识别的机构,所以本文就静脉识别进行

试验性的研究和理论研究,包括静脉图像的采集、图像处理以及特征提取和匹配都采用传统的方法。根据国际国内研究状况,本文认为,静脉识别从技术角度讲主要在两个问题上存有难点:(1)由采集设备采集到的静脉图像的阈值处理,正常情况下我们采集到的图像的灰度差别很小,如果没有很好的阈值处理方法,就不可能得到含有足够信息的有效二值图像;(2)细化后图像的特征提取与比对算法。

4.3 本文概述的工作

我们首先用波长在 $0.9\mu\text{m}$ 左右的近红外 CCD 摄像头拍摄 256 灰度级的人体手背静脉图像,得到灰度区分比较明显的静脉灰度图像(见图 1)。这对识别结果起着至关重要的作用,因此要求光照尽量均匀。然后拍摄 60 幅左右手背静脉图像,并将其标准化,包括静脉图像尺寸归一化、静脉图像灰度归一化;最后运用 7 种阈值处理算法对静脉图像作阈值处理。比较其效果后,我们提出一种新的阈值处理算法——阈值图像法,可以作比较好的阈值处理。以下步骤是:引入噪声,根据噪声的特点,运用特殊的去噪声算法滤波去除噪声;细化静脉图像,得到单像素静脉纹络图像;根据得到的单像素图像,以端点、交叉点为基础提取图像特征;最后以比对算法进行匹配试验,选定编程环境为 Windows 平台下 VC++6.0。



图 1 人体手背静脉图像

4.3.1 图像标准化

在光照、手掌倾斜度等条件不同的情况下拍摄的同一人同一只手的图像,由于光照不均,人的肉眼可能看出哪部分是静脉,哪部分是背景,但是对计算机识别来说并非易事。为了尽量保证提取的特征对静脉在图像中的大小倾斜等的不变性,有必要在特征提取和识别之前对静脉图像进行一系列的处理,从而达到位置校准、尺寸灰度均值方差归一化的目的。

图 2、3 显示原始图像和处理效果、尺寸归一化。本文使用最简单的、最邻近插值算法(归一化后尺寸为 256×256),灰度归一化以公式 $y=((x-\min)\times 255)/(\max-\min)$ 为基础计算。

式中: x ——原图像灰度值

y ——变换后的灰度值

$\min$ ——原图像中的灰度最小值

$\max$ ——原图像中的灰度最大值

4.3.2 图像阈值处理与滤波去噪

传统单阈值和多阈值灰度图像阈值分割方法对于静脉

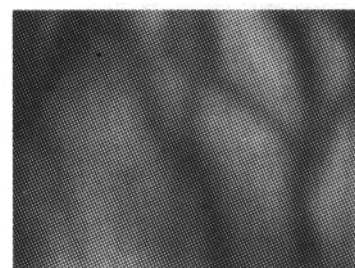


图 2 原始静脉图像

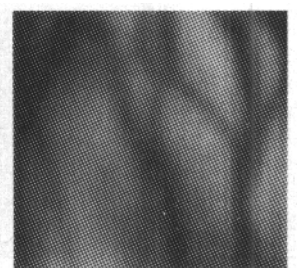


图 3 尺寸标准化

图像来说,基本上是不能得到理想的分割效果的。我们曾经实验过固定阈值、总体均值、总体 OSTU 这些单阈值法和局部均值、局部 OTSU 这些多阈值法,都不能得到满意的阈值分割效果,但是分割效果从单阈值到多阈值有所改善。如果把静脉图像阈值的个数逐渐扩大,直到阈值的个数和原始图像的像素数相等,也就是说如果我们能得到一幅阈值图像,和原图像大小一样,用阈值图像来分割原始图像,那么效果又会怎么样呢?这是一种全新的非传统的分割静脉图像的方法,我们称之为阈值图像法。

其算法原理是:针对每一个像素点 $f(x,y)$,都有对应的一个灰度值 T ,这个灰度值可以决定该点在二值化过程中应该置0还是255,其中 T 决定于 $f(x,y)$ 和它周围的 N 个点, $N=(2k-1)\times(2k-1)-1$,针对静脉图像, k 在本文中取5。

简单描述一下算法过程。首先要求图像足够平滑,在此基础上进行分割,分割过程第一步和平滑图像算法一样。在这里我们仍然用到了平滑模板,模板的大小为 31×31 ,求 31×31 范围内图像像素灰度的均值,把它作为模板中心处像素灰度(模板大小根据实际情况选择)。我们新创建了一个位图 $T(x,y)$,设置新创建的位图的每一个像素点灰度初始值都为0,原始图像为 $f(x,y)$ 。我们知道位图的第一个像素在图像的左下角,从 $f(x,y)$ 左下角开始,用模板计算得到第一个灰度值 T_0 ,它对应的像素位置应该是(16,16),于是我们就设置新位图的(16,16)点的灰度值为 T_0 ,即 $T(16,16)=T_0$,然后把整个模板右移一个像素,计算出新阈值 T_1 作为新位图(16,17)点的灰度,即 $T(16,17)=T_1$,以此类推,直到计算出整个阈值图像 $T(x,y)$ 。须注意的是,在计算阈值图像的整个过程中我们并没有改变原图像上像素灰度值,只读出原始图像每个像素点的灰度。我们把得到的新图像 $T(x,y)$ 称为阈值图像。之所以称之为阈值图像,是因为我们要把整幅图像作为原始图像的阈值,拿原始图像和阈值图像逐点比较。

$$\begin{cases} f(x,y)=0 & f(x,y)\geq T(x,y) \\ f(x,y)=255 & f(x,y)<T(x,y) \end{cases}$$

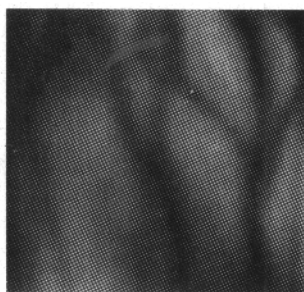


图4 灰度归一化



图5 阈值分割



图6 滤波去噪

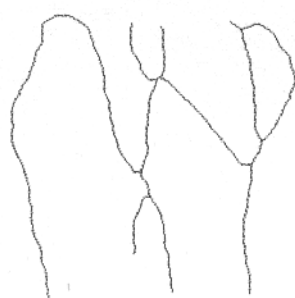


图7 细化

针对图4,我们把分割前后的效果作简单比较。很显然,在这一次处理完毕后,基本上得到了原始图像的纹路,如图5所示,而且在前面几种方法处理过程中出现的大面积黑块现象也消失了,分割效果明显好于前面介绍的单阈值以及多阈值分割方法。

中值滤波方法可以消除毛刺,使边界光滑。另外由于在新的阈值处理算法的处理结果中引入了块状噪声,我们按照面积的大小去除了这些噪声。滤波去除噪声效果如图6所示。

4.3.3 细化与特征提取、匹配

我们对静脉图像细化采用一般的条件细化和模板相结合的方法,细化完毕后去除特殊的非单像素点。

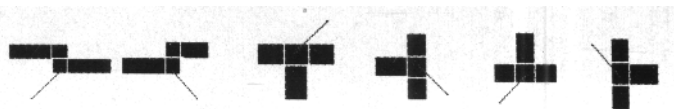


图8 几种非单像素点

本文对静脉图像的特征提取,采取基于端点和交叉点的特征提取方法。根据采集到的静脉图像,一般情况下一幅手背静脉图像的交叉点和端点都不会大于12,然后统计出静脉图像的端点和交叉点,计算出所有这些端点之间的距离与交叉点之间的距离,分别按照从小到大的顺序排列,大概可以得出100多个距离,我们就用这100多个距离进行匹配实验。实验结果见表1。

每个手背在不同时间取5幅图像,共取 $12\times 5=60$ 幅图像作为小规模样本库,然后进行匹配。先进行自匹配,即每个手背的5幅图像互相匹配,用来判断图像的拒识率(拒识:即把A判断成了非A),检验匹配算法的合理性。匹配结果如表1所示,识别率是比较高的。

表1 拒识率判别结果

样本个数	匹配次数	通过次数	拒识次数	通过率(%)	拒识率(%)
60	120	118	2	98.3	1.7

同时一个识别系统的好坏不仅取决于它的拒识率,也取决于它的误识率(误识:即不是A判别成了A),两个性能指标缺一不可。误识单试验的匹配结果如表2所示。

表2 误识率判别结果

样本个数	匹配次数	误识次数	误识率(%)
60	1 000	0	0

从算法实验结果来看,在小范围内该实验原型系统的技术指标达到了很高的要求,试验结果很令人鼓舞。

参考文献(References)

- [1] 朱建新,杨小虎.基于指纹的网络身份认证[J]. 计算机应用与研究,2001,18(12),14~17
- [2] 王爱粉,王晓辉.浅谈身份认证技术[J]. 计算机应用与软件,2002,19(12),46~48
- [3] 吴玺宏,罗定生.信息时代的身份认证[J]. 电子时代,2004(2): 4~7

(责任编辑 李慧政)