

掌纹身份识别系统中的定位分割技术

戴青云¹, 余英林², 张大鹏³

(1. 广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州, 510643;

2. 华南理工大学 信息工程学院, 广东 广州, 510640; 3. 香港理工大学 计算机系, 香港)

摘要: 重点研究在线掌纹的定位与归一化方法, 结合在线掌纹图象的特点采用灰度形态梯度提取掌纹的轮廓线, 然后通过考察以轮廓点为中心的圆盘内目标及背景所占面积的大小来提取定位掌纹所需要的特征点, 取得了理想的实验结果.

关键词: 掌纹图象; 定位; 轮廓特征点; 形态学梯度; 图象分割

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2002)01-0001-06

引 言

当今社会电子商务飞速发展, 迫切需要一种能够自动鉴别个人身份的技术. 基于生物统计学的身份自动鉴别技术, 利用人的生理特征或行为特征通计算机来鉴别一个人的身份, 被认为是一种最可靠、最有前途的身份鉴别技术. 目前广泛用于身份鉴别的生物统计学特征主要有指纹、人脸、掌纹、视网膜、虹膜、声音、动态签名等^[1].

掌纹是指手腕至手指之间的手掌内表面上的各种纹线^[2], 主要分为乳突纹、皱纹和屈肌线三大类. 掌纹与指纹、人脸、手形等其它生物统计学特征相比具有以下优点: (1) 具有终生不变性和唯一性; (2) 利用轮廓特征点对掌纹进行定位具有旋转不变性和唯一性; (3) 掌纹的区域比指纹大得多, 除细节特征具有唯一性和稳定性以外, 掌纹中的各类线特征也具有唯一性和稳定性; (4) 在获取掌纹的同时还可获取手掌的几何特征; (5) 不易仿造; (6) 由于对掌纹图象的分辨率可降低要求, 采集设备成本较低.

基于掌纹的身份鉴别方法^[3], 既能满足个人身份鉴别系统的技术指标(唯一性、抗噪声、防伪、实时、安全可靠、低成本、特征数尽可能少、在精度上降低两类误差、保护隐私等), 又能克服指纹方法的局限性, 可大大简化掌纹图象采集、掌纹特征提取与掌纹鉴别过程, 为该技术的实用化提供了可能, 可广泛应用于公安系统犯罪嫌疑人的身份识别、信用卡身份鉴别、公司员工身份鉴别、出入控制、遗传性研究、安全系统控制、人类学、医学研究等方面.

目前采用的掌纹图象主要分脱机掌纹和在线掌纹图象, 是指在手掌上涂上油墨, 然后在一张白纸上按印, 然后通过扫描仪进行扫描而得到数字化的图象, 如图 1 所示. 束为^[4]等用方向投影的方法提出了对脱机掌纹图象的定位方法.

脱机掌纹的采集方式有很多缺点, 如油墨按印的采集方式不易被接受, 图象质量易受用力程度及纸张质量的影响, 中央部分的信息易丢失等^[4], 而且脱机掌纹主要采用点特征进行匹配,

收稿日期: 2001-04-09

作者简介: 戴青云(1965), 女, 副教授, 博士, 主要研究方向为图象处理与模式识别.

由于掌纹面积大, 而提取掌纹的点特征需要较高的空间分辨率 158 点/cm(指纹要求 197 点/cm), 导致数据量及特征空间太大, 不适于掌纹自动识别.

在线掌纹则是用专用掌纹采样设备直接获取, 采集方法简单, 可进行非接触采集, 位置可基本固定, 图象质量相对比较稳定. 图 2 为在线掌纹样本实例. 与图 1 所示的油墨按印式的脱机掌纹图象相比, 图象质量有很大的改善, 适合对掌纹进行在线处理, 因此对在线掌纹的分析与研究将成为掌纹身份鉴别的主要方向.

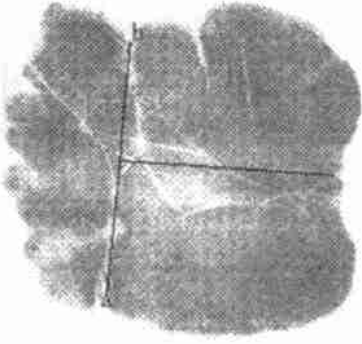


图 1 脱机掌纹图象实例

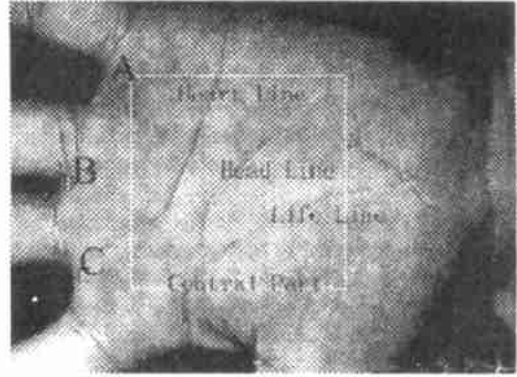


图 2 在线掌纹图象实例

为了减少采集过程中由于平移、旋转、扭曲引起的误差和失真, 在采样设备中设计了定位系统, 即在食指与中指间设计了定位用的装置, 用于固定手掌的位置. 但是不同人的手掌的大小不同, 同一个人不同的时刻摆放的位置也不相同. 因此所采集到图象会存在一定程度的差异, 在匹配识别时需进一步配准. 为此, 需要建立一个坐标系对掌纹进行归一化和定位, 本文重点研究在线掌纹的定位与归一化.

1 轮廓特征点的定义

由图 2 可见, 在线掌纹图象中的轮廓线中存在很多轮廓特征点. 轮廓特征点包括角点和切点. 角点是反映目标轮廓线上曲率超过一定阈值的局部极大值点, 切点是圆弧与直线的平滑过渡点. 轮廓点是表示目标形状的特征单元, 对掌纹的形状起决定的作用. 利用 A、B、C 等关键点可建立参照坐标系, 用于对掌纹进行定位和归一化, 进而描述和计算几何特征. C 点代表食指与中指的交叉点, 也是定位装置对应的位置; B 点代表中指与无名指的交叉点; A 点代表无名指与小指间的交叉点. 角点 A、B、C 在轮廓线上的曲率最大, 相对也比较稳定, 可参照角点检测的方法提取.

2 轮廓特征点提取方法

得到掌纹平滑的轮廓线是准确提取轮廓特征点的关键. 如直接二值化再用普通的边缘检测或轮廓跟踪方法得到的轮廓线中含有很多的噪声. 为了得到平滑的轮廓线, 根据掌纹右上角和右下角的背景灰度最低的特点, 设计分割算法, 实现掌纹区域与背景的分隔; 然后用灰度形态学梯度提取掌纹的轮廓线; 最后用角点检测方法提取轮廓特征点.

2.1 掌纹图象与背景的分隔方法

设 $f(i, j)$ 代表采集到的原始图象, $g(i, j)$ 代表分割结果图象, $f(i, j)$ 代表邻域均值平均图象, W 表示白色(225), H 表示黑色(0). 用 5×5 的邻域对图 2 所示在线掌纹图象的右上角和右下角的背景采样, 其邻域最小值用 \min 表示.

$$f(i, j) = \begin{cases} W & \bar{f}((f(i, j) \leq \min) \cap (f(i, j) \leq \min)) \\ f(i, j) & \bar{f}((f(i, j) \leq \min) \cap (f(i, j) > \min)) \\ f(i, j) & \bar{f}(f(i, j) > \min) \end{cases} \quad (1)$$

通过上述条件,可将图象中的黑色背景转换为白色,同时保留掌纹内部的所有象素的灰度不变,分割结果如图3(b)所示。

2.2 基于灰度形态学梯度的轮廓线的提取方法

用形态学梯度与阈值技术相结合的方法提取掌纹的轮廓线,可克服噪声的干扰,得到较平滑的轮廓线。

灰度形态学梯度是灰度形态膨胀运算和灰度腐蚀运算结果的差。对图象中的某一点 $f(x, y)$, 灰度形态学腐蚀运算的定义为^[6]:

$$(f \oslash g)(x, y) = \min_{i,j} \{f(x-i, y-j) - g(-i, -j)\} \quad (2)$$

灰度形态学的膨胀运算的定义为:

$$(f \hat{\vee} g)(x, y) = \max_{i,j} \{f(x-i, y-j) + g(i, j)\} \quad (3)$$

其中, f 代表图象的灰度值, g 代表以原点为中心的扁平结构元素的灰度值。

则形态学梯度的定义为:

$$GRAD(f) = (f \hat{\vee} g) - (f \oslash g) \quad (4)$$

对图3(b)用灰度形态梯度阈值化,可提取出轮廓线,细化后的结果如图3(c)所示。

2.3 角点检测

目前角点提取方法大多采用相邻的一组轮廓点来计算轮廓线上各点的曲率或相近似两直线为夹角来判断,轮廓线上曲率超过所设门限的点就构成了角点的集合。这种方法运算量大且易受噪声干扰的影响。

陈燕新、戚飞虎^[7]提出:根据以轮廓点为中心的圆盘内目标及背景所占面积的大小来提取轮廓特征点的方法,运算量较小、检测及定位性能也较好,比较适合掌纹轮廓关键点的提取。

设有一个以轮廓点为中心、半径为 $n2$ 个象素的圆盘在轮廓线上移动。当圆盘处在直线上时,目标和背景在圆盘中的面积是圆盘面积的一半,而当移到图示 A 、 B 、 C 等关键点处时,目标在圆盘中的面积大于一半,而背景在圆盘中的面积小于一半。判决算法如下:

```
for(j= n2; j< nH- n2; j+ +)
  for(i= n2; i< nW- n2; i+ +)
  { sum= 0
    if(m _bmpEdge. m _puR[ j* nW+ i] = = 255) continue;
    for(jj= - n2; jj< = n2; jj+ +)
      for(ii= - n2; ii< = n2; ii+ +)
      { if((int)(sqrt(jj* jj+ ii* ii)) > n2) continue;
        ugray= m _bmp. m _puR[ (j+ jj)* nW+ i+ ii];
        if(ugray< 255)
          sum= sum+ + ;
      }
    if((sum< 105)&(sum> 90)) continue;
    m _bmpEdge. m _puR[ j* nW+ i] = 255;
  }
}
```

其中 $n2$ 为圆盘的半径(取为9), $m_bmpEdge. m_puR$ 代表输入图象,角点检测结果如图

3(d) 所示. 角点与轮廓线迭加的结果如图 3(e) 所示.

以 B 点为标原点, A、C 的连线为 Y 轴, 过 B 且垂直 Y 轴的直线即为 X 轴. 建立的坐标系如图 3(f) 所示.

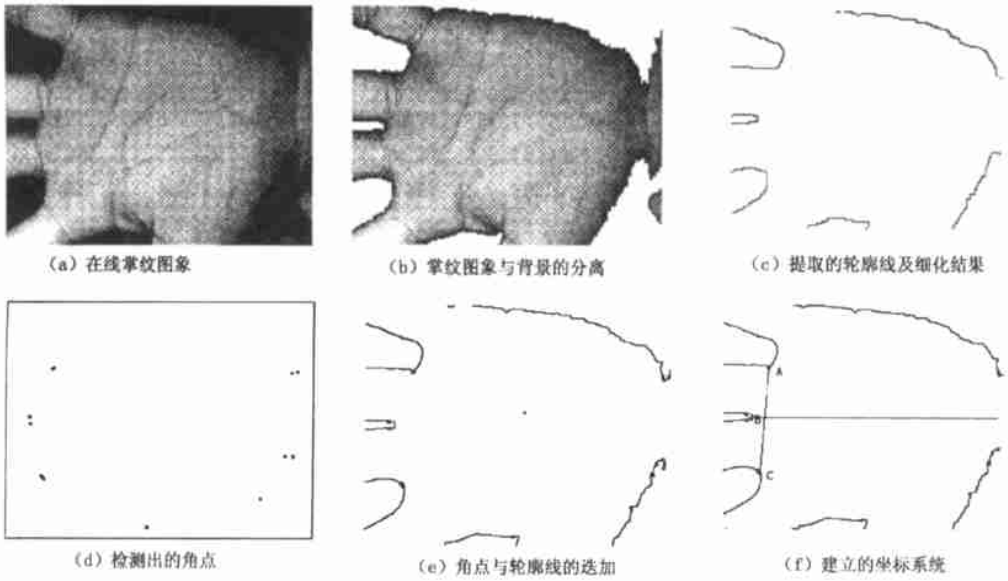


图 3 轮廓特征线的提取与坐标系统的建立

2.4 掌纹中心区域的定位与分割

图 4 为从同一手掌用同一设备采集到的三幅掌纹图象. 为了减少图象匹配的复杂度, 我们选择掌纹的中央部分来提取掌纹的结构特征. 图 5 为通过上述定位算法分割出的大小为 128×128 的掌纹中心区域.



图 4 从同一手掌采集到的三幅掌纹图象

由图 5 可知, 掌纹的中心区域包含了掌纹中的最主要的特征和信息, 由于中心区域图象的分辨率与原图象相同, 但尺寸则不到原图的 $1/4$, 所以用掌纹中心区域进行匹配识别既可减少不必要噪声的干扰, 又能提高算法的运算速度.

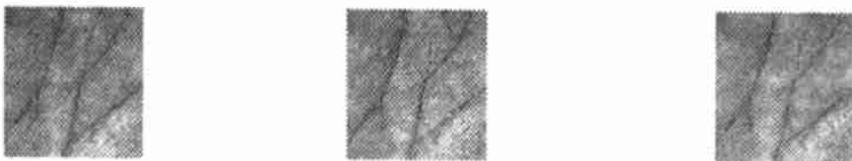


图 5 从同一手掌提取到的掌心区域

3 实验结果与结论

对掌纹图象进行定位的归一化,目的就是从小纹中提取出合适的基准点,建立参照坐标系,以减少采样过程中引入的旋转、平移、扭曲等非线性因素的影响,提高匹配识别算法的鲁棒性.好的定位结果不仅可以为掌纹的其他特征提供参照系,为掌纹的匹配及特征比对提供基准,同时也可据此分割掌纹的中心区域,减少不必要的噪声干扰,降低后续匹配算法的复杂度,实现方位无关性的匹配,保证识别系统的准确率和有效性,在掌纹身份识别系统中具有非常重要的意义.

实验中所采用的图象是用香港理工大学计算机系 Biometrics Center 研制的掌纹输入装置采集到的一系列在线掌纹图象,分辨率为 100dpi,大小为 320×240,灰度级为 256,掌纹中心区域的尺寸为 128×128.测试图象数据库由大小为 100×5(100 个人,每个人采集 5 幅图象)共 500 幅图象组成,分类结果如表 1 所示.其中根据上述算法能正确定位的图象有 491 幅,故准确率为 98.2%.

表 1 定位结果

总图象数	正确定位图象数	错误定位图象数	定位准确率
500	491	9	98.2%

根据对错误定位的掌纹图象的分析发现,产生错误定位的主要原因是手掌伸展不够,或手掌摆放位置不正确、或四指分开不够引起的.如进一步规范手掌的摆放位置与姿势,则可进一步减少错误定位率.实验结果表明上述定位方法简单、有效,算法速度快,可对掌纹进行快速、准确的定位与分割.

参考文献:

- [1] Jain A, Bolle, Pankanti S. Biometrics Personal Identification in Networked Society[M]. London: Kluwer Academic Publishers, 1999. 10-20.
- [2] David D Zhang, Automated Biometrics Technologies and Systems[M]. Singapore: Kluwer Academic Publishers, 2000. 1-30.
- [3] 束为, 荣钢, 边肇祺, 张大鹏. 利用掌纹进行身份自动鉴别方法的研究[J]. 清华大学学报, 1999, 39(1): 95-97.
- [4] 束为, 荣钢, 边肇祺, 张大鹏. 基于方向投影的自动掌纹基准点检测[J]. 清华大学学报, 1999, 39(1): 98-100.
- [5] DaPeng Zhang, Wei Shu. Two Novel Characteristics in Palmprint Verification: datum point invariance and line feature matching[J]. Pattern Recognition, 1999, 32: 691-702.
- [6] 崔屹. 图象处理与分析-数学形态学方法及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 97-125.
- [7] 陈燕新, 戚飞虎. 一种新的提取轮廓特征点的方法[J]. 红外与毫米波学报, 1998, 17(3) 171-176.

The Orientation and Segmentation Technologies in Palmprint-Based Identification Systems

DAI Qing-yun¹, YU Ying-lin², ZHANG Da-peng³

(1. School of Info. Eng of GDUT, Guangzhou, 510643, China;

2. College of Comm & Elect of SCUT, Guangzhou, 510640, China;

3. HongKong Polytechnic University, Kowloon, Hongkong)

Abstract: The purposes of orientating palmprint images are to set up a coordinate system to normalize the

palmprint images, to reduce the nonlinear interference of rotation, translation and distortion caused in the capture process, and to improve the recognition rate. According to the characteristics of online palmprint images, in this paper, the contour lines are traced out by gray morphological grads, and then, the key points are extracted out by the ratio of the palm's area to the background's area in a circle centered at contour lines. Experiments show that the methods are feasible.

Key words: palmprint images; orientation; contour points; gray morphological grads; image segmentation

简 讯

中国人工智能学会可拓工程专业委员会 在北京大学召开成立大会

中国科学院、中国工程院、中国社会科学院、中国管理科学院、中央党校、国家自然科学基金委员会、北京大学、清华大学、中国人民大学、浙江大学、同济大学、广东工业大学等单位的专家、学者和有关领导 120 多人汇聚北京大学,共同庆祝中国人创立的新学科可拓学在走过艰难历程以后,成立了可拓工程专业委员会。成立大会的召开,标志着可拓学已初具规模,正在从理论研究走向应用研究,从中国走向世界。

中央电视台和北京电视台向海内外播送了成立大会的新闻。

中国人工智能学会可拓工程专业委员会成立大会于 2001 年 12 月 2 日在北京大学英杰交流中心胜利召开。出席成立大会的有中国管理科学学院院长田夫先生、中国人工智能学会理事长涂序彦教授(北京科技大学)、副理事长林尧瑞教授(清华大学)、钟义信教授(北京邮电大学)、董天湘教授(中国社会科学院)、中国系统工程学会副理事长于景元研究员(航天部)、国家自然科学基金委员会管理科学部常务副主任陈晓田研究员、中国统计学会名誉理事长李成瑞教授(中国人民大学)、中国科学院博士生导师朱广田研究员、中国工程院丁朝模研究员、北京大学马名驹教授等专家教授和有关领导。可拓工程专业委员会挂靠单位广东工业大学党委书记陈年强先生专程从广州来京参加成立大会。台湾学者一行也专程前来参加成立大会。

中国人工智能学会理事长涂序彦教授首先宣布了中国人工智能学会关于成立可拓工程专业委员会的决定和专业委员会负责人名单。

可拓学创立者、国家级有突出贡献专家、广东工业大学可拓工程研究所所长蔡文研究员接受了涂序彦教授代表中国人工智能学会授予可拓工程专业委员会的牌匾。委员会主任蔡文研究员、副主任陈俊教授、刘巍教授、贺仲雄教授、陈文伟教授和秘书长杨春燕副研究员接受了涂教授代表中国人工智能学会所授予的证书。

中国管理科学学院院长田夫先生、中国系统工程学会副理事长于景元先生、广东工业大学党委书记陈年强先生、台湾学者代表淡江大学杨智旭副教授等先后发表了热情洋溢的讲话,祝贺可拓学取得的成绩,祝贺成立大会的召开。

在成立大会上,蔡文研究员作了题为“可拓工程应用研究概况”的学术报告,报告在可拓学理论研究成果的基础上,介绍了可拓学在人工智能与计算机领域、控制与检测领域、管理与决策领域等的应用情况,提出了可拓学研究中要注意的若干问题。与成立大会同期,专业委员会举行了“可拓工程与人工智能”专题讨论会,交流了可拓学在人工智能等领域应用的学术论文。

专业委员会决定,全国第九届可拓工程年会于 2002 年 8 月 9 日至 13 日在云南省昆明市召开,由中国人工智能学会可拓工程专业委员会、中国工程院《中国工程科学》编辑部和广东工业大学联合主办。

(可拓工程研究所供稿)