

基于局部分块式手形特征点定位算法^①

张真林¹, 张秀峰², 谢红¹

¹(哈尔滨工程大学 信息与通信工程学院, 哈尔滨 150001)

²(大连民族大学 机电信息工程学院, 大连 116600)

摘要: 手形特征点定位的准确性直接影响手形匹配的正确性, 在现有的手形特征定位的基础上, 提出了一种基于局部分块扫描式的特征点定位算法, 算法由最容易定位的中指指峰入手, 再根据中指指峰坐标按照固定顺序一步步递推式分块确定其余手指的指峰点和指谷点的坐标. 再根据已确定的特征点提取手形特征矢量, 应用于手形特征矢量的匹配算法进行匹配. 实验结果表明, 该算法的特征点定位成功率达 93%, 手形正确识别率为 80.5%, 可以准确的对手形进行特征点定位, 算法具有可行性.

关键词: 特征定位; 直线扫描; 局部扫描; 特征提取; 手形识别

Location Algorithm Based on the Block-Type Hand-Shaped Feature Points

ZHANG Zhen-Lin¹, ZHANG Xiu-Feng², XIE Hong¹

¹(College of Information and Communication Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

²(College of Electromechanical and Information Engineering, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

Abstract: The accuracy of the hand feature points location directly affects the correctness of the hand matching. On the basis of the existing hand features location, this paper proposes a feature points location algorithm, which is based on partial blocks scanning. The algorithm starts from the middle finger peak which is the most easy to locate. Then we determine the coordinates of the rest fingers peak points and valley points, step by step according to a fixed order recursive formula block based on the coordinate of the middle finger peak. Then, we extract the hand feature vectors based on the determined feature point and use matching algorithm based on the hand feature vectors to match. Experimental results show that the success rate of the algorithm's feature points is up to 93% and the accuracy rate of the hand shape recognition is up to 80.5%. This indicates that the algorithm can accurately locate the hand feature points and the algorithm is feasible.

Key words: feature location; rectilinear scan; partial scan; feature extraction; hand shape recognition

手形识别^[1-2]是指对手部的轮廓所构成的几何图形进行识别, 提取的特征为手的不同部位的尺寸或是手指边缘的轮廓点集. 手形识别技术具有成本低、认证快的特点, 易与其他技术结合. 目前手形和掌纹的融合^[3-4]技术是研究的热点之一.

对于二维手形图像的识别主要有手形轮廓点集匹配和手形特征矢量匹配两种方法^[5]. 由于轮廓点集匹配运行速度太慢, 特征矢量匹配运行较快, 故通常应用最多的是特征矢量匹配的方法. 因此, 特征点的定

位^[6]是手形生物特征识别的重要环节, 其定位的准确性直接影响到识别的精确性. 目前特征点定位方法主要有直线法、曲率法、圆盘法和直线拟合法等^[7-11], 这些算法都存在一定的局限性如圆盘法不易确定半径和面积的阈值, 直线拟合法不能应用于手指残缺的对象、曲率法复杂不易操作以及直线法精确度不高等问题. 针对现有算法实用性不足、适用范围小和运行速度慢等问题, 提出了基于局部分块扫描式的特征点定位算法, 算法操作简单, 精确度也较高, 并且对于手指有

① 基金项目: 辽宁省科学技术计划项目(2013216032)

收稿时间: 2015-09-30; 收到修改稿时间: 2015-11-11 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005171]

缺陷的对象也适用, 很具有实用性.

1 轮廓提取

轮廓的提取是进行特征定位的关键步骤, 采用的图像为自行车用摄像机拍摄的图像和香港科技大学手形库图像, 处理过程如下:

1) 图像灰度处理. 将图像灰度化, 绘制灰度图像的直方图, 找出灰度像素集中范围, 利用公式(1)(其中 a、b 分别为灰度图像直方图中灰度值集中分布的左右边界点, x、y 分别代表灰度增强前后的灰度值)对灰度图像进行灰度增强, 使图像更加清晰.

$$y = 255 \times \frac{(x - a)}{(b - a)} \quad (1)$$

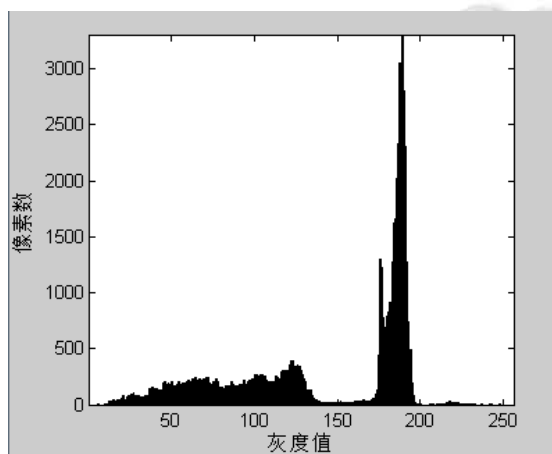


图 1 灰度直方图

2) 确定图像分割阈值, 进行二值化. 由采集的图像可以看出图像由上到下逐渐变暗, 为获得更好的二值化效果采用局部阈值二值化. 由公式(2)得每一部分的分割阈值 t_k , 其中 m_1 、 m_2 分别代表每一部分图像的起始行和结束行的行数, n 代表图像的总列数. 根据每一部分的分割阈值, 对每一部分进行二值化, 二值化公式如(3). 对二值化后的图像再采用半径为 1 的圆盘进行腐蚀膨胀运算, 剔除小区域.

$$t_k = \frac{1}{(m_2 - m_1 + 1) \times n} \sum_{i=m_1}^{m_2} \sum_{j=1}^n g(i, j) \quad (2)$$

$$f(i, j) = \begin{cases} 1, & g(i, j) > t_k \\ 0, & g(i, j) \leq t_k \end{cases} \quad (3)$$

3) 边界跟踪. 根据 8 邻域边界跟踪算法^[3]获取手形边界轮廓.



图 2 二值图和轮廓图

2 特征点定位

此处说的图像分块是指对一个 $m \times n$ 的图像矩阵 I 中的不同的 $p \times q$ 的子图矩阵进行操作.

即

$$I = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \cdot & I_{p \times q} & \cdot \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

其中 p 、 q 的大小不是固定的, 位置不同大小不同, 且不同的子图矩阵可能有部分相交. 首先在图像中确定一个点 T , 根据该点分出两个子图, 在子图中确定其他特征点位置, 再根据确定的特征点对原图重新分割出子图确定剩余特征点位置, 直至找到所有特征点.

2.1 指峰指谷点的定位

特征点固定定位顺序及具体步骤如下:

1) 创建 7 个空数组 ($S_i [i=1, \dots, 7]$) 用来存放满足条件的属于同一根手指的指峰或指谷的特征点.

2) 对原图图像 3(a) 进行由上向下、由左向右的扫描, 搜索扫描线与手指的首次交点, 将此行所有交点存入数组 S_1 中, 数组 S_1 的中间点就是中指指峰点 T_2 .

3) 根据点 T_2 将原图分为两个子图图 3(b)、3(c), 对子图 3(b) 由下向上、由左到右扫描, 当扫描线与轮廓线首次出现多个交点时, 将该行除与左侧边缘轮廓线的交点之外的其余交点存入数组 S_2 中, 数组 S_2 的中间点就是小拇指与无名指的指谷点 T_7 .

4) 计算 $n_3 = x_2 + \frac{1}{3} \times |x_2 - x_7|$, 其中 x_2 、 x_7 为 T_2 、 T_7 的横坐标, 对子图 3(c) 以 n_3 为左边界即是子图 3(e) 区域, 进行步骤 2) 同样的扫描可找到食指指峰 T_1 .

5) 计算 $n_4 = x_1 + \frac{1}{3} \times |x_2 - x_7|$, x_1 为 T_1 的横坐标,

对子图 3(c)行由 y_7 (T7 的纵坐标)向上, 列由 x_2 到 n_4 即子图 3(d)所示区域进行扫描, 与步骤 3)相似即可找到特征点 T5.

6) 计算 $n_5 = x_7 + \frac{1}{3} \times |x_5 - x_7|$, x_5 为 T5 的横坐标,

对子图 3(b)行由 y_7 (T7 的纵坐标)向上, 列由 n_5 到 x_2 即子图 3(f)所示区域进行扫描, 与步骤 3)相似即可找到特征点 T6.

7) 计算 $n_6 = x_2 - \frac{1}{4} \times |x_2 - x_6|$, 对子图 3(b)以 n_6 为

右边界即子图 3(g)区域,进行步骤 2)同样的扫描可找到无名指指峰 T3.

8) 根据已确定的点计算 $y_{max} = MAX(y_1, y_3)$, $y_{min} = MIN(y_1, y_3)$, $a_3 = |y_2 - y_{min}|$, 对子图 3(b)行由 $(y_{max}+a_3)$ 向下, 列以 n_6 为右边界即子图 3(h)所示区域进行扫描, 记录交点首次大于 2 的行数, 将满足 $|n_i - n_{i+1}| \geq 2$ 的交点存入数组 S_7 中, 数组 S_7 的中间点就是小拇指指峰点的特征点 T4.

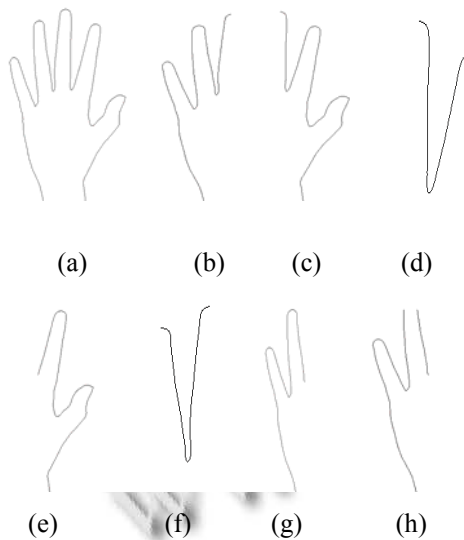


图 3 局部分块示意图

如图 4 所示,由于手形弯曲或者某些手指的部分残缺不影响该算法的进行,故应用此方法也可以找到手形的特征点.

2.2 两侧边界点及指根点的定位

两侧边界点的定位是指的食指右侧边界点 T8 和小拇指左侧的边界点 T9, 计算 T1 和 T5 的距离|T1T5|, 以点 T1 为圆心|T1T5|为半径画圆, 与手指右侧的交点

即为边界点 T8, 在该点的确定中同样可以根据 T1 和 T5 坐标缩小扫描区域以减少扫描时间. 左侧边界点 T9 的搜索与此相同, 以 T4 为圆心|T4T7|为半径.

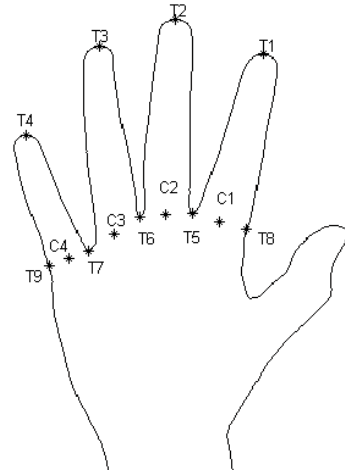


图 4 特征点定位仿真图

指根点的定位是指四根手指的指根, 每根手指的指根点定位方法相同. 以食指为例, 由前面工作已经确定指谷和两侧边界点的位置, 由公式(4)、(5)求得食指指根点 C1 的横纵坐标 x_c 、 y_c . 同样可求得中指、无名指和小拇指的指根点 C2、C3 和 C4. 本模块算法流程如图 2 所示.

$$x_c = \frac{x_5 + x_8}{2} \tag{4}$$

$$y_c = \frac{y_5 + y_8}{2} \tag{5}$$

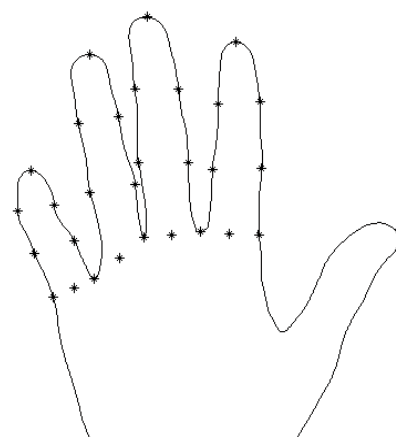


图 5 小拇指弯曲的图像的特征点定

3 特征矢量提取与识别

3.1 特征矢量提取

1) 按照食指、中指、无名指和小拇指的顺序,指尖

点为 T1、T2、T3、T4,指根点为 C1、C2、C3、C4, 连接 T1C1、T2C2、T3C3、T4C4, 根据公式(2)分别求出四根手指的绝对长度|T1C1|、|T2C2|、|T3C3|、|T4C4|.

2) 对于食指, 以点 T1 为圆心分别以 T1C1 的三分之一和三分之二为半径画圆, 圆分别在食指两侧交于两点 K1、K2、K3、K4. 连接两侧相应的点, 则两点间的距离就是该位置手指的宽度|K1K2|、|K3K4|, 取两个宽度的平均值作为食指的宽度矢量 W₁, 用相同的方法可得到中指、无名指、小拇指的宽度矢量 W₂、W₃、W₄.

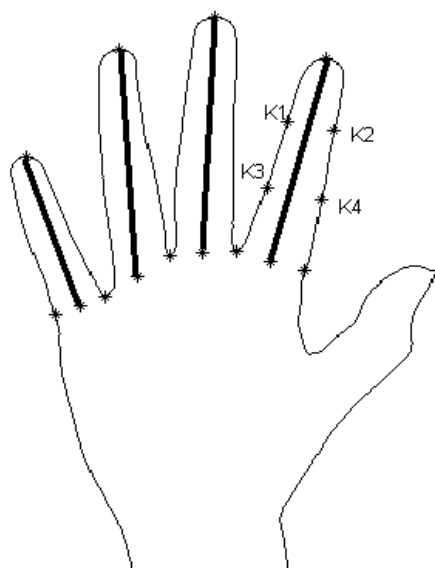


图 6 提取特征矢量

基于提出的特征点的定位方法,提取了四个手指的绝对长度和绝对宽度,可将每两根手指的绝对长度的比值和绝对宽度的比值作为手形的特征矢量^[7].

3.2 匹配识别

实验采用欧氏距离^[7]作为认证决策. 计算待测用户的特征矢量 {x_i, i=1,2,...,n} 与注册用户之间的特征矢量 {x'_i, i=1,2,...,n} 的欧氏距离. 当得到欧氏距离 D 小于设定的阈值时, 判断为同一人的手, 否则判断为不同人的手. 其中 N 表示特征向量的维数, 计算距离的公式为:

$$D = \sum_{i=1}^N \sqrt{(x_i - x'_i)^2} \quad (6)$$

该距离越小, 表明两个特征向量越贴近, 当该距离小于某一阈值时, 即可认为两者达到匹配标准.

4 实验结果与分析

为了验证算法的可行性与效果, 用两个实验分别验证算法的特征定位效果和适用范围的变化.

实验 1 对图库进行特征点定位实验. 实验图库为自行采集的小型图像库和香港科技大学手形图像库两组. 自行采集图像库由摄像头无接触式采集, 图像分辨率 524×394, 共 100 张图像(20 人每人 5 张右手图像, 1 张样本图像 4 张测试图像). 从香港科技大学图库随机抽取 50 人, 每人 10 张(1 张样本图像 9 张测试图像), 分辨率 640×480, 共 500 张图像, 作为另一组图库. 实验是在普通个人电脑上用 MATLAB 编程, 应用新算法进行定位、识别, 实验结果如表 1 所示.

表 1 数据统计表

图像总数	特征定位成功数	平均时间(s)	匹配阈值	匹配识别率(%)
采集图库	100	1.89	2.51	90.2
香港科技大学图库	500	1.92	2.51	86.3

由表 1 可以看出提出的算法可以准确的定位手形图像的特征点, 匹配识别率较高. 另外分析部分图像特征定位失败的原因, 可能是由于图像采集时手指分开的角度太小或者手形倾斜度过大造成的. 实验结果表明算法可以准确定位特征点, 具有可行性.

实验 2 改进适用范围验证实验. 从实验 1 中的两组图库中选取手指弯曲或手指部分缺失的图像 20 人, 每人 5 张图像, 应用新算法和文献[7]、文献[11]的算法进行特征定位实验, 再进行同样匹配方法的匹配实验, 实验环境同实验 1, 实验结果如表 2 所示.

表 2 实验对照表

图像总数	特征定位成功数	平均时间(s)
新算法	87	1.89
圆盘法	10	2.10
直线拟合法	40	1.82

由表 2 可以看出与文献算法相比, 新算法对手指弯曲或手指部分缺失有缺陷的图像, 特征定位成功率有很大程度的提高, 且新算法的运行时间也较短, 算法继承了文献[7]算法运行时间短的优点. 实验结果表明算法很大程度上扩大了手形特征定位的适用范围.

5 结语

研究了手形特征点定位问题, 针对现有方法的不足提出了局部分块式扫描特征点定位方法. 算法不仅可以准确、快速的进行手形特征点定位, 而且扩大了传统特征定位的适用范围, 算法还摆脱了图像采集时固定栓的束缚提高了对用户的友好性. 但此算法要求

手指必须张开且倾斜程度不能太大因此有一定的局限性, 仍需进一步研究扩展其适用性.

参考文献

- 1 Hu RX, Jia W, Zhang D. Hand shape recognition based on coherent distance shape contexts. *Pattern Recognition*, 2012, 45(9): 3348-3359.
- 2 Karnan M, Akila M, Krishnaraj N. Biometric personal authentication using keystroke dynamics: A review. *Applied Soft Computing*, 2011, 11(2): 1565-1573.
- 3 胡戎翔. 基于掌纹和手形的生物特征识别方法[博士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2012.
- 4 桑海峰, 武红娇, 何大阔. 手形、掌纹和掌静脉多特征融合识别. *仪器仪表学报*, 2015, 6(6): 1356-1361.
- 5 荆澜涛. 非理想条件下手形识别方法的研究[博士学位论文]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2014.
- 6 Hu RX, Jia W, Zhang D, et al. Hand shape recognition based on coherent distance shape contexts. *Pattern Recognition*, 2012, 45(9): 3348-3359.
- 7 苑玮琦, 李燕. 手形特征点定位方法. *计算机应用*, 2010, 30(12): 3311-3313.
- 8 闫琳, 史彦龙. 基于手指轮廓的手形验证算法. *计算机安全*, 2009, 1: 73-76.
- 9 Deng LY, Hung JC, Keh HC, et al. Real-time hand gesture recognition by shape context based matching and cost matrix. *Journal of Networks*, 2011, 6(5): 697-704.
- 10 Xiong W, Toh KA, Yau WY, et al. Model-guided deformable hand shape recognition without positioning aids. *Pattern Recognition*, 2005, 38(10): 1651-1664.
- 11 苑玮琦, 马学亮. 手形特征点定位方法的研究. *机械工程与自动化*, 2012, 12: 209-211.