

基于视觉的静态手势识别系统

朱 越 李振伟 杨晓利 胡志刚

(河南科技大学 河南 洛阳 471023)

摘 要: 为了丰富手势识别方法的多样性,提高手势识别的正确率,提出了一种基于手势轮廓像素变化的手势识别方法。在 Matlab 环境下,设计并开发了一个基于视觉的静态手势识别系统。系统主要由两部分组成:手势分割与手势识别。该系统通过摄像头实时采集手势图像,根据 HSV 颜色空间上的簇特性,通过结合 RGB 和 HSV 双颜色空间的手势分割方法得到二值化图像,再对图像进行平滑滤波、形态学处理等处理后得到矩形手势区域图像。手势轮廓可以很好地表征手势图像的局部特征,文中在获取手势轮廓的基础上根据手势区域的像素变化进行手势识别。实验结果表明,该系统能够对规定的四种常用静态手势进行识别,系统鲁棒性很好,平均识别率达到了 90%,总体识别有效率达到了 85.9%,有较好的识别效果。

关键词: 手势轮廓; 手势识别; 像素遍历; 图像处理; Matlab

中图分类号: TP302

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2019)02-0069-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2019.02.014

Static Gesture Recognition System Based on Vision

ZHU Yue, LI Zhen-wei, YANG Xiao-li, HU Zhi-gang

(Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

Abstract: In order to enrich the diversity of gesture recognition method and improve the accuracy of gesture recognition, we propose a gesture recognition method based on the change of gesture contour pixel. In the Matlab environment, we design and develop a visual static gesture recognition system which consists of two parts: gesture segmentation and gesture recognition. This system collects the gesture images in real time through the camera. According to the clustering characteristics of HSV color space, the binary image is obtained by combining the gesture segmentation method of RGB and HSV dual-color space, and then the image is processed by smoothing and morphological processing. The gesture contour may well characterize the local feature of the gesture image, which is signed in response to the pixel change of the gesture region based on the acquired gesture contour. The experiment shows that the system can identify four commonly used static gestures with strong robustness and great recognition effect. The average recognition rate is up to 90% and the overall recognition rate is 85.9%.

Key words: gesture contour; gesture recognition; pixel traversal; image processing; Matlab

0 引 言

人机交互(human computer interaction, HCI)是指人与机器相互理解的模式,包括交互的方法、设备和界面等^[1]。手势是一种自然、直观的行为方式,手势具有多义性、多态性,具有时间和空间上的差异性^[2],是目前智能识别领域的重要研究对象之一。手势识别在人机交互中的应用越来越广泛,出现了各种各样的识别方法。易靖国等^[3]将深度信息和 HSV 肤色信息相结合,利用 BP 神经网络来识别手势。王兵等^[4]采用基

于像素分类的指尖检测算法,通过隐马尔可夫模型训练和识别手势。高晨等^[5]提出一种结合凸包和曲率检测指尖的算法,利用支持向量机(SVM)进行手势识别,识别率高达 97.1%。丁毅等^[6]采用 HOG 特征对手势图像进行表示,然后采用直方图相交核支持向量机进行手势识别,识别率达到了 93.33%。

用于人机交互的手势识别系统,不仅需要较高的识别率,而且对于系统的稳定性和实时性也有一定的要求。因此,提出了一种基于手势轮廓像素变化的手

收稿日期: 2018-03-26

修回日期: 2018-07-31

网络出版时间: 2018-11-15

基金项目: 河南省 2018 年科技发展计划项目(182102410046)

作者简介: 朱 越(1996-),女,研究方向为图像处理与模式识别;李振伟,博士,副教授,研究方向为数字图像处理与机器视觉;杨晓利,博士,副教授,研究方向为医学信号处理与分析;胡志刚,博士,教授,研究方向为康复工程与医疗机器人。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20181115.1050.068.html>

势识别方法。首先采用结合 RGB 和 HSV 双颜色空间的手势分割方法排除背景区域,经过图像平滑和形态学处理,再通过手势区域判断条件去除类肤色区域和人脸区域,提取出矩形手势区域,最后基于手势轮廓像素变化进行手势识别。

1 手势分割

1.1 颜色空间

手势分割作为手势识别的第一步,也是基础的一步,其结果对手势的识别和理解有着直接的影响。文中采用 RGB 颜色空间的阈值分割,再结合 HSV 空间上肤色分布的聚类性,两者之间做与运算,实现了肤色区域的提取。

基于肤色的分割方法通过对肤色在颜色空间中的聚类特征,从背景图像中分割出肤色区域,用肤色特征信息来实现手势分割^[7]。这种分割方法直观、高效并且准确。通过式 1~3,将图像由 RGB 空间转换到 HSV 空间,转换结果如图 1(b) 所示。

$$H = \begin{cases} \theta, & G \geq B \\ 2\pi - \theta, & G < B \end{cases} \quad \theta = \arccos^{-1} \left\{ \frac{[(R - G) + (R - B)]}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(R - B)}} \right\} \quad (1)$$

$$V = \max(R, G, B) \quad (2)$$

$$S = 1 - \min(R, G, B) / V \quad (3)$$

其中, R 、 G 、 B 分别是图像中每一像素点处 RGB 颜色空间对应分量的值。

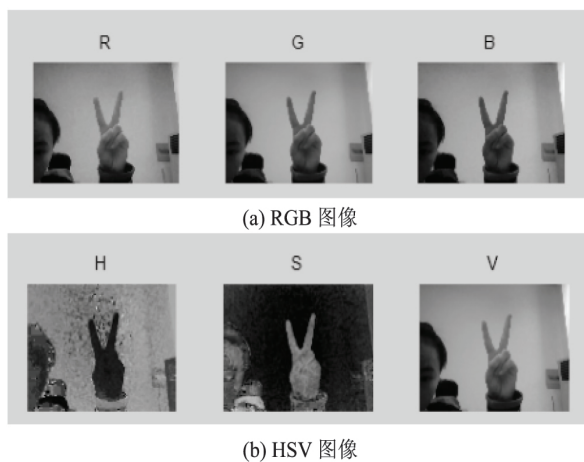


图 1 颜色空间转换

1.2 手势分割

经过实验得出,人类的肤色颜色空间 HSV^[8] 范围如下: $H(2 \sim 28)$, $S(50 \sim 200)$, 由此判断手势,便使得肤色的提取能以更简单的方法进行,有利于增强系统的实时性。此外,肤色的特征色调在 RGB 空间中,其 RGB 值符合 $R > G > B$ ^[9],肤色的这一特征相当稳定,对于人种的变化还是环境光照的变化都不会改变,因

此可以在肤色提取中结合这一特征进行提取。

根据上文的肤色信息,可以对采集到的包含手部的图像进行二值化处理,得到肤色区域。根据原图像 (x, y) 处的 H 、 S 值和 R 、 G 、 B 值判断二值图 (x, y) 处的像素值为:

$$f_{(x,y)} = \begin{cases} 255, & H \in \{2 \sim 28\} \text{ and } S \in \{50 \sim 200\} \text{ and } R > G > B \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (4)$$

其中, $f_{(x,y)}$ 为二值化图像中坐标为 (x, y) 处的像素值; H 、 S 、 R 、 G 、 B 分别为原图中 (x, y) 处像素的 HSV、RGB 颜色空间对应分量的值。

采用循环嵌套遍历图像的方式,判断原图中 (x, y) 处像素的对应分量是否满足条件,如果符合条件则零矩阵 (x, y) 处像素等于 1;反之,则等于 0。肤色区域提取结果如图 2(a) 所示。



(a) 二值图像



(b) 中值滤波后图像



(c) 手势区域图



(d) 形态学处理后图像

图 2 预处理过程示意图

2 获取矩形手势区域

2.1 预处理

在手势识别过程中,改善图像质量,使之能够准确地进行手势识别,图像预处理尤为重要。当获取的手势信息转换成能够用计算机处理的数字图像时,手势图像在生成、变换的过程中会因受到不同噪声的干扰而出现不同程度的畸变。因此需要对图像进行预处理,加强图像的有用信息,滤除掉不需要的信息。

预处理步骤如下:

步骤1:对肤色区域图像进行中值滤波^[10]。如图2(b)所示,文中采用中值滤波不仅可以去除噪声,而且可以保持图像的边缘特性,不会使图像产生显著的模糊。

步骤2:去除手势之外的肤色区域以及背景中的类肤色区域。若二值化^[11]后的肤色区域或类肤色区域占整幅图像面积比低于0.06,那么这些区域不是手势区域,需要去除。

步骤3:针对二值化手势图像存在的边缘的毛刺和内部的空洞,可以结合膨胀、腐蚀等形态学处理^[12]去除。实验证明,该处理可以有效平滑轮廓,填充空洞。

2.2 矩形手势区域

获取矩形手势区域的算法思想为:从左到右,从上

往下遍历手势二值图的每一行像素,当扫描到第 i 行第 j 列时,若 (i, j) 处的像素值为1,则可确定矩形的顶部横坐标 top ;以此类推,底部横坐标 $bottom$ 可由从左到右,从下往上扫描得到。同理可得到矩形手势区域的左右边界,以此截取矩形手势区域,截取时两边各预留5个像素宽度。

图3为计算矩形手势区域的算法示意图。

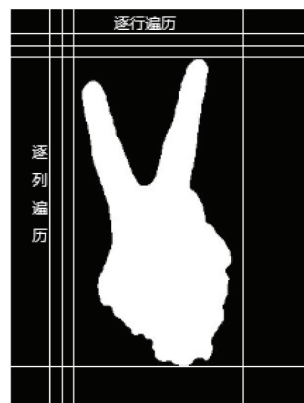


图3 计算矩形手势区域示意图

3 手势识别

手指个数是手势最明显的特征,文中通过计算手指个数,识别规定的4个静态手势(如图4所示),分别为手势1~4,并显示识别结果。

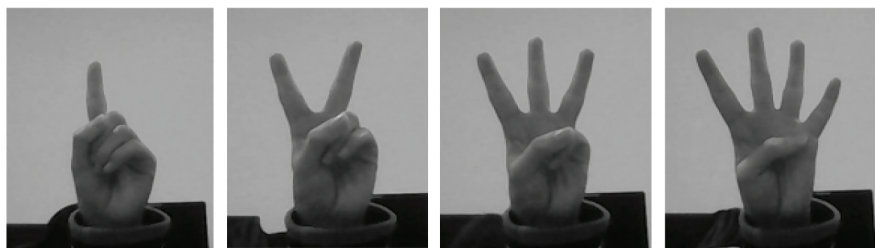


图4 规定手势1~4

根据手指边缘处像素的变化来计算手指个数。由手势区域的图像可以看到,在手指部分一根手指的像素变化为两次,如果是手势2则像素变化为4,手指个数等于4除以2等于2,以此类推。

计算手指个数的算法思想:从指尖方向开始行扫描,得出手指根数。当一条直线穿过手指时,直线与每个手指必然有两个交点,且交点之间的距离(像素数)在一个手指宽度范围内(实验中,由于不同手势中手指宽度会有少许变化,因此手指宽度取一个区间值)。由于手指通常出现在矩形手势区域的上1/4到1/3范

围内^[13],识别手势时仅检测矩形手势区域的上7/24部分,减少了计算量并提高了检测的准确率。

4 实验结果与分析

将1~4共4类手势中的每类取16个做测试样本,共64个测试样本对系统进行性能测试。测试结果如表1所示。由数据可知,该系统手势识别的正确率为90.9%,正确率较高,拒绝识别率为14.1%,也比较高。总体识别有效率为85.9%。

表1 手势识别测试结果

手势	样本个数	识别个数	错误识别	正确率/%	拒绝识别个数	拒绝率/%	有效率/%
手势1	16	13	2	84.6	3	18.75	81.25
手势2	16	15	0	100	1	6.25	93.75

续表 1

手势	样本个数	识别个数	错误识别	正确率/%	拒绝识别个数	拒绝率/%	有效率/%
手势 3	16	14	0	100	2	12.5	87.5
手势 4	16	13	3	76.9	3	18.75	81.25
总计	64	55	5	90.9	9	14.1	85.9

提出的基于手势轮廓像素变化的手势识别方法计算量小,识别速度快,系统稳定,最终也取得了较高的识别率,说明了该方案的可行性。

5 结束语

文中提出了一种基于手势轮廓像素变化的手势识别方法,利用肤色的特殊性,结合 RGB 和 HSV 双颜色空间处理的肤色检测技术更加准确地分割出手势区域;然后经过手势区域判定条件去除类肤色区域和人脸区域,得到有效的手势区域;最后,基于手势轮廓像素变化完成了 4 种手势分类识别。

实验结果表明,该系统能够实时地采集手势,对从摄像头输入的四种常用静态手势进行识别,得到了较好的识别结果。由于在手势分割阶段采用的是基于颜色空间的手势分割,当背景中有大面积类肤色干扰时,分割效果将会不理想,甚至是无法分割,从而影响后续工作的进行以及最终的识别效果。因此下一步的工作方向是提高系统对类肤色干扰的适应性和鲁棒性,并且进一步提高手势识别的准确性。

参考文献:

- [1] 李加力.复杂背景下的手势识别算法研究[D].厦门:厦门大学,2013.
- [2] LIU Yun,ZHANG Lifeng,ZHANG Shujun.A hand gesture recognition method based on multi-feature fusion and template matching[J].Procedia Engineering,2012,29: 1678-1684.
- [3] 易靖国,程江华,库锡树.复杂背景下的手势识别方法[J].数字技术与应用,2016(9):50-53.
- [4] 王兵,董洪伟,张明敏,等.基于 Kinect 的动态手势识别[J].传感器与微系统,2018,37(2):143-146.
- [5] 高晨,张亚军.基于 Kinect 深度图像的指尖检测与手势识别[J].计算机系统应用,2017,26(4):192-197.
- [6] 丁毅,曹江涛,李平,等.复杂背景下的手势识别算法研究[J].自动化技术与应用,2016,35(8):113-116.
- [7] DHRUVA N,RUPANAGUDI S R,SACHIN S K,et al.No-vel segmentation algorithm for hand gesture recognition[C]//IEEE international multi conference on automation computing,control,communication and compressed sensing. Kottayam,India:IEEE,2013:383-388.
- [8] HASAN M M,MISHRA P K.HSV brightness factor matching for gesture recognition system[J].International Journal of Image Processing,2010,4(5):456-467.
- [9] 徐战武.静态图像肤色检测研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [10] HE Liwen,XU Yong,CHEN Yan,et al.Recent advance on mean shift tracking: a survey[J].International Journal of Image and Graphics,2013,13(3):1350012-1-1350012-29.
- [11] 付潇聪,王浩平.一种基于视觉的手势识别系统[J].电子设计工程,2017,25(17):26-30.
- [12] QURESHI A,MARVI M,UNAR M A,et al.Performance analysis of skin classifiers in RGB and YCbCr,color space[C]//International multi topic conference. Karachi,Pakistan:IEEE,2014:223-228.
- [13] 鲁妹.基于视觉的手势识别研究[D].天津:天津工业大学,2016.
- [9] 刘念,马长林,张勇,等.基于树核的蛋白质相互作用关系提取的研究[J].华中科技大学学报:自然科学版,2013,41:232-236.
- [10] NIU Y,OTASEK D,JURISICA I.Evaluation of linguistic features useful in extraction of interactions from PubMed; application to annotating known,high-throughput and predicted interactions in I2D[J].Bioinformatics,2010,26(1):111-119.
- [11] 高飞.基于 MapReduce 的蛋白质相互作用信息抽取系统的设计与实现[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [12] YANG Zhihao,HONG Li,LIN Hongfei,et al.Extraction of information on protein-protein interaction from biomedical literatures using an SVM[J].CAAI Transactions on Intelligent Systems,2008,3(4):361-369.
- [13] 刘敏捷.基于组合学习和主动学习的蛋白质关系抽取[D].大连:大连理工大学,2015.
- [14] ZHOU Zhihua,ZHANG Minling,HUANG Shengjun,et al.Multi-instance multi-label learning[J].Artificial Intelligence,2011,176(1):2291-2320.
- [15] ZHOU Zhihua,ZHANG Minling.Multi-instance multi-label learning with application to scene classification[C]//International conference on neural information processing systems. Canada:MIT Press,2007:1609-1616.

(上接第 68 页)

白质关系抽取[J].计算机工程,2011,37(10):184-186.