

· 计算机软件理论、技术与应用 ·

基于手指角度特征的静态手势识别算法

俞 博, 陈永强*, 王双一, 张文龙, 黄颖姝

(西华大学电气信息学院, 四川 成都 610039)

摘 要:提出一种基于手指角度特征的静态手势识别算法。以指尖到手掌中心的连线构成手势骨架, 计算手指间的角度; 以角度的大小和指间数量进行分类, 把手势定义为一、二、三、四、五、六、七、八、九等9种。该算法不受手势的方向和尺度的影响, 仅通过判断手指间的角度大小来识别手势。对900幅手势图进行分析识别的实验结果表明: 该算法正确率达96.8%, 准确性高; 平均用时不超过0.05 s, 实时性好。

关键词:手势识别; 指尖检测; 手势模型; 肤色分割

中图分类号: TP391.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-159X(2014)01-0069-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-159X.2014.01.017

Static Gesture Recognition Algorithm Based on Characteristics of Finger Angle

YU Bo, CHEN Yong-qiang*, WANG Shuang-yi, ZHANG Wen-long, HUANG Ying-shu

(School of Electrical and Information Engineering, Xihua University, Chengdu 610039 China)

Abstract: This paper puts forward a static gesture recognition algorithm based on finger angle characteristics. With the fingertips attachment the authors constitute the gesture framework by the line from finger to the center of palm, and calculate the angle between your fingers. To view the number and size of classification, the gestures are defined as one, two, three, four, five, six, seven, eight, nine. The algorithm is not affected by gestures to the direction and scale, and only by judging the fingers point size to recognize hand gestures. In experiments, 900 gesture image recognition are analyzed, the accuracy rate is 96.8%, the average is less than 0.05 seconds, which indicate that the algorithm is of high accuracy, good real-time performance.

Key words: gesture recognition; fingertip detection; gestures model; skin color segmentation

肢体语言是人类表达信息的一种重要途径。使用人体姿态而不借助于其他设备来进行自然的人机交互成为了人机交互领域的一个新兴发展方向。常用交互方式主要包括人脸识别、表情识别、手势识别和体势识别等。

目前研究的手势识别系统主要有基于数据手套的手势识别系统和基于视觉的手势识别系统。前者需要使用者戴上数据手套^[1], 这就给使用者造成一定的不便; 而后者在一定程度上为使用者提供了更加自然、直接的人机交互方式。目前基于视觉的手势识别系统已有一些相对成功的实现了^[2]。其中, 识别率较高的大多是根据手区域的几何特征(如手指、手指方向、手的轮廓等特征)来进行识别,

也有一些是根据非几何特征(如肤色、纹理、运动轨迹等特征)来识别; 但它们识别速度差强人意^[3-11]。

为同时具有较快的识别速度和较高的正确率, 本文采用手指间的角度特征作为识别特征, 以指尖到手掌中心的连线构成手势骨架, 通过计算手指间角度的大小和指间数量来进行手势识别。实验结果表明, 该算法识别率高、速度快, 且不受手势方向和尺度大小的影响。

1 特征提取

1.1 图像预处理

对采集到的图像采用 YCbCr 颜色空间进行肤色分割。YCbCr 空间中肤色聚类特性比较好^[5], Y

收稿日期: 2013-06-25

基金项目: 四川省教育厅自然科学重点项目(10ZA098); 四川省信号与信息处理重点实验室开放基金项目(Szjj2012-014); 西华大学人才项目(R0520932)。

* 通信作者: 陈永强(1972-), 男, 副教授, 硕士, 主要研究方向为计算机应用、电气自动化等。E-mail: 910076153@qq.com

代表亮度信息,而 Cb、Cr 分量不受亮度影响,可以有效地将 Y 分离,并且 Y、Cb、Cr 可以由 R、G、B 经过线性变换得到,具有较高的计算效率。

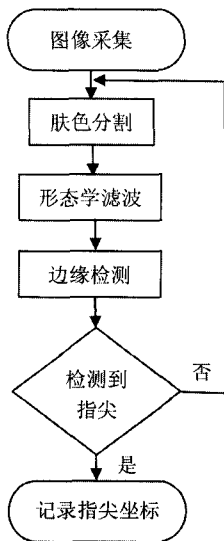


图1 图像预处理框图

检测到人手区域后,通过形态学滤波和边缘检测,最后得到手势轮廓的二值图像。在二值图像上,由上至下从左至右开始寻找第1个值为1的点,记为 $a_1(j_1, k_1)$,并按顺时针方向依次记录轮廓的坐标 a_1, a_2, \dots, a_n ,手掌中心(质心)坐标记为 $b(x_0, y_0)$,求出中心与轮廓的距离 D_i 及平均距离 \bar{D} :

$$D_i = \sqrt{(j_i - x_0)^2 + (k_i - y_0)^2} \quad (1)$$

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n D_i / n \quad (2)$$

因寻找如图2所示的手势轮廓坐标时,可能从手指部份开始记录,并且按同一时针方向寻找下一个坐标点,这样就会将手指部份的坐标分离,如图3所示,使得在指尖检测时对指尖造成漏检,最终影响对手势的判断。为此,将连续 m 个小于 \bar{D} 的点的中间坐标点,视为新的距离起始点,依次重新排列,得到一个重排后的距离坐标,如图4所示,这样就保持了手指附近坐标的连续性,以便于指尖检测。

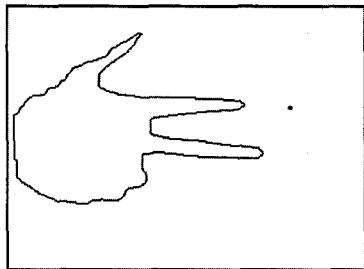


图2 手势轮廓

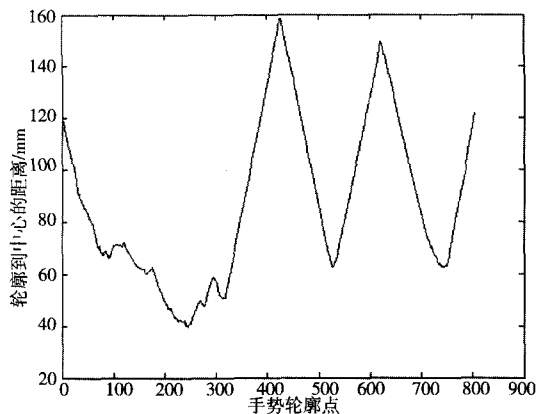


图3 计算出的距离坐标

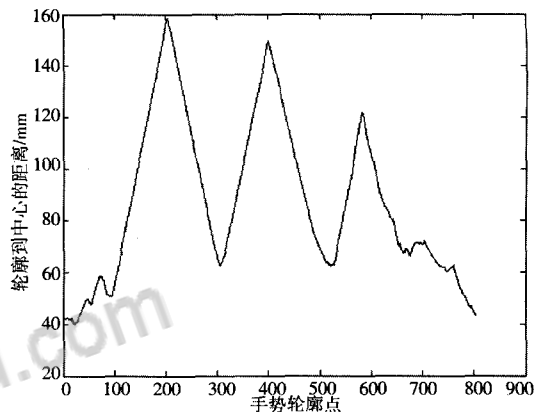


图4 重排后的距离坐标

1.2 手势建模

通过测量得知,正常人五指分开后,手指间的角度在 $10 \sim 180^\circ$ 之间。大拇指与食指间的角度为 $40 \sim 90^\circ$,食指与中指、中指与无名指、无名指与小指的角度为 $10 \sim 35^\circ$,大拇指与小指间的角度为 $95 \sim 150^\circ$ (这里的度数为指尖与手掌中心连线以后的角度),这为本文的算法提供了依据。本文将指尖与手掌中心坐标以直线连接,形成手形骨架,计算手指间的角度;以手心 $b(x_0, y_0)$ 为中心,采用先计算绝对角度 α_r ,再计算相对角度 β_r 的方法对指尖夹角进行测量。

1) 记录指尖坐标。将检测到的 r 个指尖坐标记为 $p_1(l_1, t_1), p_2(l_2, t_2), \dots, p_r(l_r, t_r)$, ($r \leq 5$)。当检测到1个指尖时,定义为手势一。检测到2个以上指尖时,进行下面的计算。

2) 计算绝对角度。 $p_r(l_r, t_r)$ 为指尖坐标, $b(x_0, y_0)$ 为手掌中心(质心)坐标。

(1) $l_r - x_0 < 0$,则指尖在手心上方的一、二象限内

$$\alpha_r = \frac{180^\circ}{\pi} \arccos \frac{(t_r - y_0)}{\sqrt{(l_r - x_0)^2 + (t_r - y_0)^2}} \quad (3)$$

(2) $l_r - x_0 = 0$ 且 $t_r - y_0 > 0$, 则指尖在手心正右方, α_r 为零度。

(3) $l_r - x_0 = 0$ 且 $t_r - y_0 < 0$, 则指尖在手心正左方, α_r 为 180° 。

(4) $l_r - x_0 > 0$, 则指尖在手心下方的三、四象限内

$$\alpha_r = 360^\circ - \frac{180^\circ}{\pi} \arccos \frac{(t_r - y_0)}{\sqrt{(l_r - x_0)^2 + (t_r - y_0)^2}}$$

(4)

3) 计算相对角度。

$$\beta_1 = |\alpha_2 - \alpha_1|; \beta_2 = |\alpha_3 - \alpha_2|; \cdots; \beta_r = |\alpha_1 - \alpha_r|。$$

4) 手势判别。相对角度中, 记 $10 \sim 35^\circ$ 的相对角度有 c_1 个, $40 \sim 90^\circ$ 的相对角度有 c_2 个, $95 \sim 150^\circ$ 的相对角度有 c_3 个, 若有大于 180° 的角度, 则表示是与手指指向相反的角度, 将其舍去。判别函数定义为

$$d(r, c_1, c_2, c_3) = 1000r + 100c_1 + 10c_2 + c_3$$

(5)

对 9 种手势进行定义, 如表 1 所示。手势轮廓如图 5 所示。

表 1 手势定义

<i>d</i> 的数值	1 000	2 100	3 200
定义	手势一	手势二	手势三
<i>d</i> 的数值	4 300	5 310	2 001
定义	手势四	手势五	手势六
<i>d</i> 的数值	2 010	3 110	4 210
定义	手势七	手势八	手势九

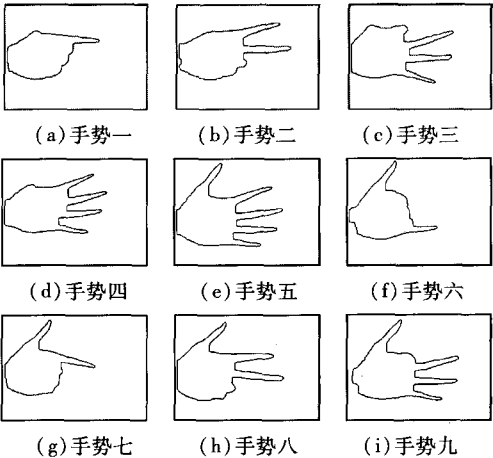


图 5 9 种手势轮廓图

2 实验结果

为检验此算法的准确性和实时性, 笔者进行了实验。上位机采用 2.6 GHz、4G 的 PC 机, 以 MAT-

LAB 软件为实验平台, 下位机为置有 9 个 LED 灯的 51 单片机。选取 20 个人, 每人每个手势采集 5 幅方向和尺寸各不相同的手势图, 共 900 幅图像进行测试识别, 部分的手势如图 6 所示。将每个手势识别正确的个数记录于表 2 中, 得到 9 种手势的判定结果直方图, 如图 7 所示。

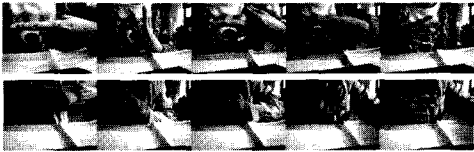


图 6 部分手势图

表 2 测试结果

人员	识别正确数目								
	手势一	手势二	手势三	手势四	手势五	手势六	手势七	手势八	手势九
1	5	4	5	5	5	4	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	3	5	5	4	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	4	5
7	5	5	3	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	4	5	5	5	4	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	3	5	5	5	4	5	5
12	5	5	5	4	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14	4	5	5	5	5	5	4	5	5
15	5	5	5	5	3	5	5	5	4
16	5	5	5	4	5	5	5	5	5
17	5	4	5	5	5	5	5	5	4
18	4	5	5	5	5	4	5	5	5
19	5	4	5	5	4	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	3	4	5

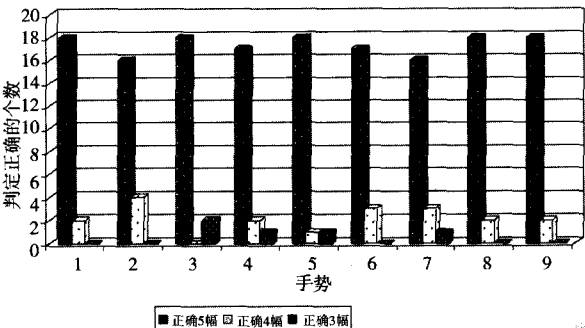


图 7 9 种手势判定结果直方图

[9] Bradley D, Sheppard C G W, Woolley R, et al. The Development and Structure of Flame Instabilities and Cellularity at Low Markstein Numbers in Explosions [J]. Combustion and Flame, 2000, 122: 195 - 209.

[10] Addabbo R, Bechtold J K, Matalon M. Wrinkling of Spherically Expanding Flames [J]. Proc Combust Instit, 2002, 29: 1527 - 1535.

[11] Pan K L, Qian J, Law C K, et al The Role of Hydrodynamic Instability in Flame - Vortex Interaction [J]. Proceedings of the Combustion Institute, 2002, 29: 1695 - 1704.

[12] Kwon O C, Faeth G M. Flame/Stretch Interactions of Premixed Hydrogen - Fueled Flames: Measurements and Predictions [J]. Combustion and Flame, 2001, 124: 590 - 610.

[13] Law C K, Sung C J. Structure, Aerodynamics, and Geometry of Premixed Flamelets [J]. Progress in Energy and Combustion Science, 2000, 26: 459 - 505.

[14] Verhelst S, Woolley R, Lawes M, et al. Laminar and Unstable Burning Velocities and Markstein Lengths of Hydrogen - Air Mixtures

at Engine - Like Conditions [J]. Proceedings of the Combustion Institute, 2005, 30: 209 - 216.

[15] Darrieus G. Propagation D'un Front de Flamme [J]. La Technique Moderne, 1938, 30: 18.

[16] Landau L D. On the theory of slow combustion [J]. Acta Physicochim, 1944, 19: 77 - 85.

[17] Yuan Jiao, Ju Yiguang, Law C K. Pulsating and Hydrodynamic Instabilities at Large Lewis Numbers [J]. Combustion and Flame, 2006, 144: 386 - 397.

[18] 气液物性估算手册 [M]. 赵红玲, 译. 北京: 化学工业出版社, 2006: 489 - 538.

[19] 严传俊, 范玮. 燃烧学 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2006: 118 - 122.

[20] Kwon O C, Rozenchan G, Law C K. Cellular Instabilities and Selfacceleration of Outwardly Propagating Spherical Flames [J]. Proc Combust Instit, 2002, 29: 1775 - 1784.

(编校: 夏书林)

(上接第 71 页)

从图 7 可以看出: 该算法对手势一、三、五、八、九的判断较为准确, 对手势二和七的判断略显不足, 识别正确的有 871 幅, 正确率达 96.8%; 在对单个手势进行判断识别时, 5 幅大小方向均不同的图像能全部判定正确的占 86.7%, 正确判定 4 幅的占 10.6%, 正确判定 3 幅的仅占 2.7%。文献[9]采用传统模板匹配算法进行手势识别, 所定义的 4 种手势与本文中的前 4 种相同。本文分别采用这 2 种算法对 4 种手势做对比实验, 其结果如表 3 所示。结果表明本文算法正确率较高。在实时性方面, 因该算法是基于手势的角度特征进行判定识别, 在保证正确率的前提下, 其计算量大大降低, 处理并识别 1 幅 320 × 240 的原始图像用时不超过 0.05 s。

表 3 对比实验

手势名称	测试数目		正确数目		错误数目		识别率/%	
	本文算法	模板匹配算法	本文算法	模板匹配算法	本文算法	模板匹配算法	本文算法	模板匹配算法
一	100	50	98	37	2	13	98	74
二	100	50	96	38	4	12	96	76
三	100	50	94	37	6	13	94	74
四	100	50	96	45	4	5	96	90

3 结论

本文提出一种基于手指角度特征的手势识别算法, 以指尖到手掌中心的连线构成手势骨架, 计算手指间角度, 以角度的大小和指间数量进行分类。通过对不同人、不同方向和不同尺寸的手势图像进行识别判定的结果表明, 该算法准确率高、实

时性好, 且几乎不受手势方向和尺寸影响。笔者的最终目的是将此识别算法应用于特殊仪器的非接触式控制, 现在正在研究中。该算法还有许多需要改进之处, 如所能识别的手势数量偏少; 因此, 下一步的工作重点是在保证准确率和实时性的前提下, 尽可能增加识别数量, 使此算法更加实用。

参 考 文 献

[1] 吴江琴, 高文. 基于数据手套的汉语手指字母识别 [J]. 模式识别与人工智能, 1999, 12(1): 74 - 78.

[2] Wu Y, Huang T. Vision-based Gesture Recognition: a Review [J]. Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction, 1999, 1739: 103 - 115.

[3] 荆雷, 马文君, 常丹华. 基于动态时间规整的手势加速度信号识别 [J]. 传感技术学报, 2012, 25(1): 18 - 22.

[4] 向守兵, 苏光大, 任小龙, 等. 实时手指交互系统的嵌入式实现 [J]. 光学精密工程, 2011, 19(8): 42 - 50.

[5] 肖冰, 王映辉. 人脸识别研究综述 [J]. 计算机应用研究, 2005, 22(5): 1 - 5.

[6] 唐文平, 胡庆龙. 基于多目标 Camshift 手势识别 [J]. 电子技术, 2012, 25(2): 71 - 81.

[7] 李文生, 解梅, 邓春健. 基于机器视觉的动态多点手势识别方法 [J]. 计算机工程设计, 2012, 5(8): 60 - 72.

[8] Zhang Xu, Chen Xiang, Li Yin. A Framework for Hand Gesture Recognition Based on Accelerometer and EMG Sensors [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A, 2011, 41(6): 1064 - 1076.

[9] 程文山, 谈国新. 基于肤色分割和 Camshift 的手势识别研究 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2009.

[10] 曹维清, 李瑞峰, 赵立军. 基于深度图像技术的手势识别方法 [J]. 计算机工程, 2012, 38(8): 16 - 21.

[11] 谭同德, 郭志敏. 基于双目视觉的人手定位与手势识别系统研究 [J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(1): 259 - 264.

(编校: 饶莉)

论文降重、修改、代写请扫码



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>



阅读此文的还阅读了：

- [1. 尊重就在手指间](#)
- [2. 基于SURF特征跟踪的动态手势识别算法](#)
- [3. 基于MEB-SVM的静态手势识别研究](#)
- [4. 一种复杂背景下的手势提取方法](#)
- [5. 自然触摸手势鼠标](#)
- [6. 基于加锁机制的静态手势识别方法](#)
- [7. 基于形状特征的字母手势的分类及识别算法](#)
- [8. 复杂背景下基于空间分布特征的手势识别算法](#)
- [9. 基于手指角度特征的静态手势识别算法](#)
- [10. 出国要看好自己的手指](#)