

# 基于 OpenCV 的实时手势识别算法研究

许艳旭<sup>1</sup>, 张 崎<sup>2</sup>, 武 霞<sup>1</sup>

(1. 北京科技大学计算机与通信工程学院, 北京 100083; 2. 北京科技大学自动化学院, 北京 100083)

**摘 要:** 文中介绍了一种易于实现的快速实时手势识别算法。研究借助计算机视觉库 OpenCV 和微软 Visual Studio 2008 搭建开发平台, 通过视频方式实时提取人的手势信息, 进而经二值化、膨胀腐蚀、轮廓提取、区域分割等图像处理流程甄别出当前手势中张开的手指, 识别手势特征, 提取出人手所包含的特定信息, 并最终将手势信息作为控制仪器设备的操作指令, 控制相关设备仪器。

**关键词:** 图像处理; 手势识别; 特征; OpenCV

## Research of algorithm for real-time gesture recognition based on OpenCV

XU Yan-xu<sup>1</sup>, ZHANG Qi<sup>2</sup>, WU Xia<sup>1</sup>

(1. School of Computer & Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;  
2. School of Automation and Electrical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This article describes an easily achieved real-time gesture recognition algorithm. In this study, it sets up the development platform by means of computer vision library OpenCV and Microsoft Visual Studio 2008. Extracting gesture information through the real-time video, image binarization, expansion and corrosion, contour extraction, region segmentation and other process would be used to screen out the open fingers in the current gesture. Then characteristics recognition and information extracted would be operated to achieve the gesture information. Finally, it uses the gesture information to control equipment as the operating instructions.

**Key words:** graphics; gesture recognition; feature; OpenCV

## 0 引言

随着现代科技的高速发展及生活方式的转变, 人们越发追求生活、工作中的智能化, 希望享有简便、高效、人性化的智能操作控制方式。而伴随计算机的微型化, 人机交互需求越来越高, 人机友好交互也日益成为研发的热点。目前, 人们已不仅仅满足按键式的操作控制, 其目光已转向利用人体动作、表情变化等更加方便、友好、直观地应用智能化交互控制体系方面。

近年来, 国内外科学家在手势识别领域有了突破性进展。1993 年 B. Thamas 等人最先提出借助数据手套或在人手粘贴特殊颜色的辅助标记来进行手势动作的识别, 由此开启了人们对手势识别领域

的探索。随后, 手势识别研究成果和各种方式的识别方法也纷然出现。从基于方向直方图的手势识别到复杂背景手势目标的捕获与识别, 再到基于立体视觉的自然手势识别, 每次探索都是手势识别领域内的重大突破。

## 1 手势识别流程及关键技术

本文将介绍一种基于 OpenCV 的实时手势识别算法, 该算法是在现有手势识别技术基础上通过解决手心追踪定位问题来实现手势识别的实时性和高效性。

收稿日期: 2012-11-12

作者简介: 许艳旭(1987-), 男, 硕士, 研究方向为手势识别与数字家庭。

基于 OpenCV 的手势识别流程如图 1 所示。首先通过视频流采集实时手势图像,而后进行包括图像增强、图像锐化在内的图像预处理,目的是提高图像清晰度并明晰轮廓边缘。根据肤色在 YCrCb 色彩空间中的自适应阈值对图像进行二值化处理,提取图像中所有的肤色以及类肤色像素点,而后经过膨胀、腐蚀、图像平滑处理后,祛除小块的类肤色区域干扰,得到若干块面积较大的肤色区域;此时根据各个肤色区域的轮廓特征进行甄选,获取目标手势区域,而后根据目标区域的特征进行识别,确定当前手势,获取手势信息。

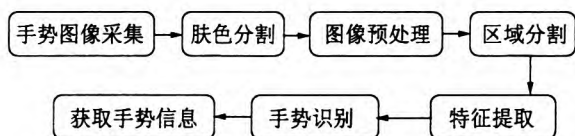


图1 基于 OpenCV 的手势识别流程

此识别过程有三个关键流程:肤色分割、区域分割和手势识别。

### 1.1 肤色分割

完成图像的预处理后,将其色彩空间由 RGB 转化到 YCrCb。“Y”代表亮度(Luminance),也就是灰阶值;而“Cr”和“Cb”分别表示色调与饱和度,二者统一起来共同代表色度(Chrominance)。YCrCb 转换到 RGB 的公式如下(RGB 取值范围均为 0 ~ 255):

$$\begin{cases} Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ Cr = -0.147R - 0.289G + 0.436B \\ Cb = 0.615R - 0.515G - 0.100B \end{cases}$$

本文采用 YCrCb 色彩空间的原因是其亮度信号 Y 和色度信号 Cr、Cb 是分离的。把 RGB 转为 YCrCb 空间后,因该空间受亮度影响较小,其亮度 Y 的影响则可忽略,由此将三维空间模型便可转换为二维空间模型,肤色将会产生较好的类聚。通常,当 Cr 和 Cb 满足:  $133 \leq Cr \leq 173$ ,  $77 \leq Cb \leq 127$  时,即可认为是肤色区域;而此时在事先设定的自调节阈值基础上,通过对当前时刻的 Cr 和 Cb 阈值进行经验性调整,便可更加精确地确定肤色区域。之后,若将肤色区域像素点的像素分量调为 255,非肤色区域像素点的像素分量调为 0,即可得到肤色区域的二值化图像。其原视频图像与二值化图像对比结果示例如图 2 所示。

### 1.2 区域分割

区域分割的主要目的是为剔除与手势无关的脸



图2 图像二值化前后对比

部、另一只无效手部、以及其它类肤色背景的干扰,进而精确定位有效的目标手势区域。使用 cvFindContours 函数对已获取的二值化图像进行轮廓查找,可得到二值化图像中的轮廓总数,继而通过统计每一个轮廓区域占肤色区域总面积的百分比,并判断其百分比的大小(如是否小于 10%),来认定其是否为干扰区域。剔除所有干扰区域后,即可得到若干块较大面积的肤色区域。而后为了在此若干块肤色区域中确定目标手势区域,根据仿生学原理,本研究尝试性地提出“周积比”的概念并以此作为有效手势区域的判别标准。“周积比”即某孤立区域的周长与面积的比值,生态学特征理念之中,生物表面积与体重的比值越大,说明延展度越大。“周积比”概念正是以此为借鉴,来用以确定张开手指的手势区域。经实际测试,在肤色区域块正常识别的情况下,此种方法可以精确地将伸出手指的手势区域与脸部区域区分开来,从而有效确定出手势区域。其区域分割对比结果示例如图 3 所示。



图3 区域分割的结果对比

### 1.3 手势识别

手势识别是整体设计中最关键的一环,手势识别的方法有很多种,不同的识别方法所建立的模型不尽相同。相对于常见且较为耗时的神经网络法以及传统的模板匹配法,本文将采用“手心定位法”。“手心定位法”是将定位目标设定为手势的手掌中心,同时由于正常人的五指指根到手掌中心之间的距离基本相等,因而可以手掌中心为圆心,以大于指根与手心间距的半径做圆,使圆周曲线有效地交割于所有手指,由此进行张开手指个数的识别。继而

根据手指交割的相对角度进一步确定是哪根手指张开,由此判定相应的手势信息。此种方法最大的优点是适用性强,可准确识别出多种手势信息。

## 2 手势识别算法的探究

本文为实现手势识别的高效与实时性,特在具体识别算法中加以深入探究。本研究中手势识别所采用的“手心定位法”关键在于如何高效地确定手心位置。手心定位的主要思路为:确定手掌最宽位置及手掌上下沿位置,并分别确定此三条平行线段的中点;由于掌心处于三个中点所构成的圆弧上,故可在此圆弧上等分若干点,以此作为备选手心点;为确定手心位置,将对各备选手心点做手掌最大内接圆,并选取半径最大者对应的备选点定为手心位置。如若旨在精确定位手心,将需在中点圆弧线上反复优化迭代以选取相应的手心点。而本研究的主要目的是为确定张开的手指个数及其位置,故无需极其精确定位手心,因而在不影响精度的前提下,以10等分划分来确定备选手心点。

### 2.1 算法流程

本研究算法流程如图4所示。

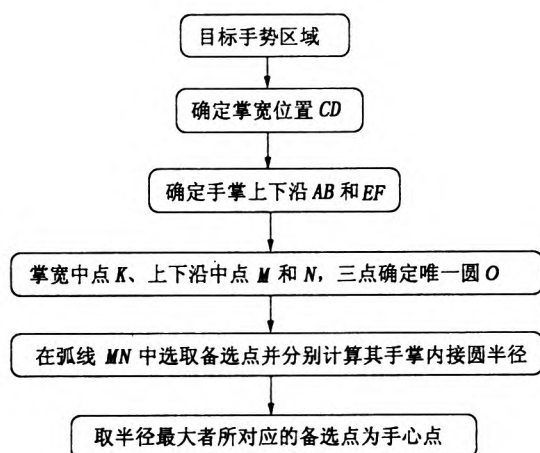


图4 手心定位算法流程

### 2.2 算法实现方法

本算法具体实现方法如下。

#### ①确定手掌最宽及上下沿位置

对手势所在区域进行初次扫描,确定区域之中最宽一行记为  $CD$ ,并记录最宽像素个数  $L_{\max}$ 、所在行数  $i_{CD}$ ,而后再一次扫描,找出手掌上边沿  $AB$  和手掌下边沿  $EF$ 。其定位示意图如图5所示。

在此,本文对手掌上下边沿的界定方法如下。

手掌上沿:手势区域中首次满足行数不大于  $i_{CD}$  且连续肤色像素点个数大于  $2 * L_{\max}/3$  的像素行,记

为  $AB$ ,行数为  $i_{AB}$ 。

手掌下沿:手势区域中满足行数不小于  $i_{CD}$  且连续肤色像素点个数大于  $L_{\max}/2$  的像素行中肤色像素点变化率最大的一行,记为  $EF$ ,行数为  $i_{EF}$ 。

其中,系数  $2/3$ 、 $1/2$  分别为正常人手五指张开时上沿与最宽部位、下沿与最宽部位的近似比值。

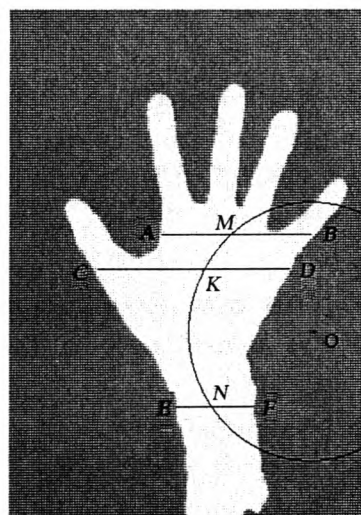


图5 手心定位方法示意图

#### ②中点圆弧曲线的确定

确定  $AB$ 、 $CD$ 、 $EF$  后,分别取其中点,记为  $M$ 、 $K$ 、 $N$ ,其坐标依次为:  $M(X_M, Y_M)$ 、 $K(X_K, Y_K)$ 、 $N(X_N, Y_N)$ 。

根据三角函数方法可求出经由三个中点的圆弧曲线中心及半径。即:

首先求得直线  $MK$  和  $NK$  的直线方程:

$$\begin{cases} MK: (X_M - Y_K)y - (Y_M - Y_K)x + X_K Y_M - X_M Y_K = 0 \\ NK: (X_N - X_K)y - (Y_N - Y_K)x + X_K Y_N - X_N Y_K = 0 \end{cases} \quad (1)$$

进而求得直线  $MK$ 、 $NK$  的中垂线方程  $L1$ 、 $L2$ :

$$\begin{cases} L1: 2(Y_M - Y_K)y - 2(X_M - X_K)x + Y_K^2 - Y_M^2 + X_M^2 - X_K^2 = 0 \\ L2: 2(Y_N - Y_K)y - 2(X_N - X_K)x + Y_K^2 - Y_N^2 + X_N^2 - X_K^2 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

随后求得  $L1$  与  $L2$  的交点  $O$ ,此交点即为由  $M$ 、 $K$ 、 $N$  三点确定的唯一圆  $O(X_O, Y_O)$  的圆心,其圆心坐标及半径  $R$  的表达式分别如下:

$$\begin{cases} X_o = \frac{(X_N^2 + Y_N^2)(Y_M - Y_K) + (X_M^2 + Y_M^2)(Y_K - Y_N) + (X_K^2 + Y_K^2)(Y_N - Y_M)}{2[(Y_M - Y_K)X_N + (Y_K - Y_N)X_M + (Y_N - Y_M)X_K]} \\ Y_o = \frac{(X_N^2 + Y_N^2)(X_M - X_K) + (X_M^2 + Y_M^2)(X_K - X_N) + (X_K^2 + Y_K^2)(X_N - X_M)}{2[(X_M - X_K)Y_N + (X_K - X_N)Y_M + (X_N - X_M)Y_K]} \\ R = \sqrt{(X_K - X_o)^2 + (Y_K - Y_o)^2} \end{cases} \quad (3)$$

### ③备选点及最大内接圆的确定

在圆  $O$  的圆弧  $\overline{MN}$  中均匀选取若干备选手心点 (本文在此选取十个备选点)。设其中某备选点为  $P$ , 而后分别计算  $P$  点到手掌的上、下、左、右四个边缘的距离  $L_{p1}$ 、 $L_{p2}$ 、 $L_{p3}$ 、 $L_{p4}$ , 并取其中最小值  $L_p = \min(L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}, L_{p4})$  作为  $P$  点在有效手势区域内的最大内接圆半径的近似值。

通过对十个备选点分别计算近似最大内接圆的半径, 而后取其最大者  $R_{\max}$  作为所需的手掌内最大内接圆半径, 并令对应的圆心为  $Q$ 。  $Q$  点即为所需确定的手心位置近似点。

### ④手指交割圆的确定

以近似手心位置的  $Q$  点为圆心, 以 2 倍  $R_{\max}$  为半径做圆, 并通过逐一检测此圆上像素点的突变情况, 来判定是否交割于手指, 由此得出具体伸出的那几根手指, 进而获得该手势的实际含义。图 6 为此算法的手心定位示例。

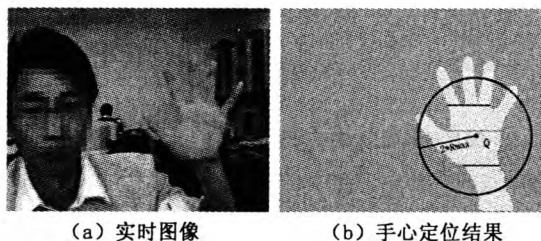


图 6 手心定位结果对比

## 3 结束语

随着人机交互技术的不断发展, 用手势传递控制命令信息并控制家电已并非遥不可及。本文正是以此为出发点来探究一种高效的实时手势识别算法。文中介绍了手势识别的整体流程、关键技术以及改进算法。经测试, 本文提出的基于 OpenCV 的手势识别算法识别具有实时性并且识别准确度较高, 可识别出绝大多数日常手势。同时, 基于 OpenCV 的系统具有良好的可移植性, 可为今后向嵌入式平台的移植创造良好基础。相信不久的将来, 手势识别这种人机交互方式将带人们进入一个高效、便捷的人性化、智能化时代。

### 参考文献:

- [1] 翁汉良, 战荫伟. 基于视觉的多特征手势识别[J]. 计算机工程与科学, 2012, 34(2): 123 - 127.
- [2] 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.
- [3] 姜丽, 许杰, 等. 基于 YCbCr 空间的自适应肤色分割方法[J]. 科技传播, 2010(14): 235 - 236.
- [4] 张晓宇, 彭四伟. 基于 OpenCV 的运动目标识别算法与实现[J]. 现代电子技术, 2009, 22: 99 - 101.
- [5] 韩旭, 于小亿. OpenCV 在体感遥控中的应用[J]. 黑龙江工程学院学报, 2012, 26(1): 74 - 77.
- [6] Zhou H, Ruan Q Q. A Real-Time Gesture Recognition Algorithm on Video Surveillance[C]. ICSP2006. Beijing: IEEE, 2006, II: 1754 - 1757.
- [7] 姜丽, 许杰, 等. 基于 YCrCb 空间的自适应肤色分割方法[J]. 科技传播, 2010(14): 235 - 236.

责任编辑: 肖滨

~~~~~ (上接第 98 页) ~~~~~

并在此基础上进行了传输速率分析, 推导出传输速率的闭合表达式。早期的研究表明, 增量中继相对于波束形成和空时编码而言, 具有一系列的优势。本文中通过 Monte Carlo 仿真结果证明, 通过设置不同的门限值, 采用了增量中继技术的协作网络不仅可以达到很高的分集增益, 同时也能够为系统节省一定量的资源。而且增量中继技术具有很大的灵活性, 可以通过设置不同的中继判决门限值, 来满足不同信道质量的 QoS 服务要求。


### 参考文献:

- [1] Laneman J N, TSE D N C, Wornell G W. Cooperative diversity in wireless networks: efficient protocols and outage behavior[J]. IEEE Trans. Inf. Theory, 2004, 50: 3062 - 3080.
- [2] Laneman J N, TSE D N C, Wornell G W. Distributed space-time-coded protocols for exploiting cooperative diversity in wireless net-

- works[J]. IEEE Trans. Inf. Theory, 2003, 49: 2415 - 2425.
- [3] Marchenko N, Bettstetter C, Elmenreich w. Incremental cooperative relaying in time-correlated Rayleigh fading channels[C]. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM), Miami, FL, Dec. 2010.
- [4] Ngo D T, Tuan H D, Nguyen H H. Jointly optimal signature sequences and power allocation for CDMA systems[J]. IEEE Trans. Wireless Commun., Nov. 2008, 7: 4122 - 4127.
- [5] Zhu J, Yang H C. Zero-forcing incremental beamforming transmission for multiuser MIMO systems[C]. 23rd Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Calgary, Canada, May. 2010.
- [6] Gore D, Heath R W Jr, Paulraj A. On performance of the zero forcing receiver in presence of transmit correlation[C]//Proc. ISIT 2002, Lausanne, Switzerland. Jun. 2002: 159.
- [7] Laneman J N, Wornell G W. Energy-efficient antenna sharing and relaying for wireless networks[C]//Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conf. (WCNC), Chicago, IL, Sept. 2004.

责任编辑: 刘新彩



作者: [许艳旭](#), [张崎](#), [武霞](#), [XU Yan-xu](#), [ZHANG Qi](#), [WU Xia](#)  
作者单位: [许艳旭, 武霞, XU Yan-xu, WU Xia \(北京科技大学计算机与通信工程学院, 北京, 100083\)](#), [张崎, ZHANG Qi \(北京科技大学自动化学院, 北京, 100083\)](#)  
刊名: [信息技术](#)   
英文刊名: [Information Technology](#)  
年, 卷(期): 2013(4)

## 参考文献(7条)

1. [翁汉良; 战荫伟](#) [基于视觉的多特征手势识别](#) 2012(02)
2. [曹维清; 李瑞峰; 赵立军](#) [基于深度图像技术的手势识别方法](#) 2012(08)
3. [姜丽; 许杰](#) [基于YCbCr空间的自适应肤色分割方法](#) 2010(14)
4. [张晓宇; 彭四伟](#) [基于OpenCV的运动目标识别算法与实现](#) 2009
5. [韩旭; 于小亿](#) [Opencv在体感遥控中的应用](#) 2012(01)
6. [Zhou H; Ruan Q Q](#) [A Real-Time Gesture Recognition Algonithm on Video Serveillance](#) 2006
7. [姜丽; 许杰](#) [基于YGrCb空间的自适应肤色分割方法](#) 2010(14)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xxjs201304027.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xxjs201304027.aspx)