

文章编号:1007-2780(2019)01-0070-04

一种肤色定位的人脸检测算法

林国军¹, 杨明中¹, 陈明举^{1*}, 解梅²

(1. 四川理工学院 自动化与信息工程学院, 四川 自贡 643000;

2. 电子科技大学 电子工程学院, 四川 成都 611731)

摘要: 进行人脸识别前, 首先要精确定位出一幅图像中人脸的位置, 为了快速定位人脸位置, 本文提出一种肤色定位的人脸检测算法。首先将实际获取的彩色图像转换为 YCbCr 和 HSI 空间图像, 并将 Cb 和 Cr 图像中的数值进行四舍五入处理, 结合 Cb、Cr、H 和 S 的阈值去除大部分背景, 再统计当前图像中的彩色部分的 Cb 和 Cr 值, 分别取最多 2 个数值来共同确定肤色位置, 最后由当前位置的亮度信息图像排除手等纯肤色部分, 准确定位人脸。本文算法能提高正检率并降低误检率, 有利于人脸检测。

关键词: 人脸检测; YCbCr; 肤色定位

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193401.0070

Face detection algorithm based on skin color location

LIN Guo-jun¹, YANG Ming-zhong¹, CHEN Ming-ju^{1*}, XIE Mei²

(1. School of Automation & Information Engineering,

Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China;

2. School of Electronic Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: Face detection needs to locate the position of the face in an image before face recognition. In the paper, a face detection algorithm based on skin color location was presented for rapidly locating face position. Firstly, the actual obtained color images were converted into YCbCr and HSI space images. The numerical values of Cb and Cr image were rounded. A lot of spaces of background were eliminated with combining the thresholds of Cb, Cr, H and S. Secondly, the Cb and Cr values of the color part of the present image were counted, not more than two values of Cb and Cr were chosen respectively to jointly confirm skin color location. Finally, the luminance information image of the present location eliminated the pure skin color part such as hands to accurately locate face. The proposed algorithm can improve correct detection rate and reduce false detection rate to be beneficial to face detection.

收稿日期: 2018-07-12; **修订日期:** 2018-10-29.

基金项目: 四川省教育厅项目 (No. 17ZB0302); 四川理工学院科研项目 (No. 2015RC16, No. 2015RCA9)

Supported by Project of Sichuan Provincial Department of Education (No. 17ZB0302); Scientific Research Project of Sichuan University of Science and Engineering (No. 2015RC16, No. 2015RCA9)

* 通信联系人, E-mail: chenmingju@live.cn

Key words: face detection; YCbCr; skin color location

1 引言

由于来源丰富、采集方便、非侵犯性等良好特点,人脸识别作为身份识别与人体生物认证技术在政府、工业和商业中得到了广泛的应用^[1-2]。进行人脸识别前,首先要精确定位获取有背景的人脸位置,常见方法有模板匹配法、SVM模型、AdaBoost算法^[3-4]、深度学习^[5]以及肤色检测^[6]。在实际应用中,实时获取的多为彩色图像,所以肤色检测算法的应用更加广泛。李明等^[7]构造彩色人脸模版,通过五官色彩模板化检测人脸。Francisco等^[8]构造模糊高斯函数系统,设定熵分割肤色定位人脸。

研究发现,肤色位置在YCbCr彩色空间中与背景有较大差别,缩小YCbCr彩色空间的阈值能精确定位肤色位置。由于不同彩色图像中肤色部分色彩不同,设定能变化的阈值从而适应不同图像将会精确定位。本文提出一种肤色定位的人脸检测算法,2次定位肤色位置,从而能够准确定位。

2 构造彩色空间模型

现实获取的彩色图像为RGB彩色图像,红、绿、蓝三基色即代表颜色信息,又代表亮度信息,光照影响变化大,不适合构造肤色模型。而YCbCr彩色空间是一种与视觉感知同一性的空间,有效地将彩色信息与亮度信息分开,将RGB图像转化为YCbCr空间图像,构造肤色模型。

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112.000 \\ 112.000 & -93.786 & -18.214 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (1)$$

在Cb和Cr图像中,肤色部分值集中在某一区间内,为了拉开肤色与背景的差距,将Cb和Cr图像的数值进行四舍五入处理,如图1所示。

$$\text{number}(ABC) = \begin{cases} 10AB & \text{if } C < 5 \\ 10A(B+1) & \text{if } C \geq 5 \end{cases}, \quad (2)$$



图1 原始图与公式(2)处理的Cb和Cr图。(a)原始图;(b)Cb图;(c)Cr图。

Fig.1 Original image and the images of Cb and Cr processed by Eq. 2. (a) Original image. (b) Cb image. (c) Cr image.

研究多幅YCbCr彩色空间的Cb和Cr图可知,分别在Cb和Cr图中选择1个或者2个值,就能定位出肤色位置。由于不同彩色图像中肤色部分色彩不同,初始阈值的区间较大,本文选定初始阈值为 $90 \leq Cb \leq 130$ 和 $130 \leq Cr \leq 170$ 。由于初始阈值太大,引入非肤色的背景较多,不利于后期处理,本文引入HSI彩色模型。HSI模型是直接使用颜色三要素(色调、饱和度和亮度),可以分离亮度和色度特性,能供计算机处理构造肤色模型。

$$\begin{cases} H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \\ S = 1 - \frac{3[\min(R, G, B)]}{R + G + B} \\ I = \frac{R + G + B}{3} \end{cases}, \quad (3)$$

其中:

$$\theta = \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-G)(G-B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}.$$

本文选定H和S为约束条件, $H < 0.06$ or $H > 0.9$ 和 $0.03 < S < 0.4$ 。由Cb、Cr、H和S约束条件,可以排除大部分背景区域,如图2所示。

随后,统计图2肤色区域的Cb和Cr数值的出现频率,取频率最高2个数的均值为最后Cb和Cr的阈值中点,分别确定Cb和Cr的邻近2值为阈值,再对图2分割处理,可得到几乎没有背景的肤色部分区域,如图3所示。

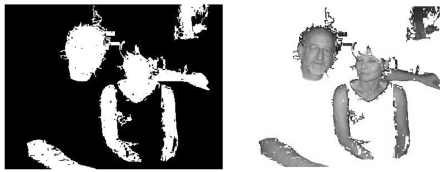


图 2 第一次定位肤色位置

Fig.2 First time locating the position of the skin color



图 3 第二次定位肤色位置

Fig.3 Second time locating the position of the skin color

3 形态学处理确定肤色区域

由图 3 知,经过肤色分割后得到的二值图像存在孤立的小块,这些是由眼睛、嘴巴和噪声等影响而存在的小块,不利于进一步肤色人脸检测,采用腐蚀、膨胀等形态学算子对二值图像进行处理,得到平滑边缘的待检测区域,此时出现较多候选区域,有些区域的形状大小明显区别与人脸的几何特征,可以排除面积过小与长宽比例过大的区域,如图 4 所示。



图 4 形态学处理后的区域

Fig.4 Region processed by morphology

4 亮度信息图像确定人脸区域

由上肤色区域可以得到对应的亮度信息 Y 图像,人脸区域由于有眼睛和嘴巴等区域使得该区域的亮度信息明暗分明,而手、纯皮肤等亮度信息均匀,如图 5 去除均匀亮度信息区域,确定人脸区域。

5 实验

为了验证本文算法,选择加州理工大学彩色人脸库(Faces)、丹麦艺术大学人脸库(IMM)和 AFW 人脸数据库。Faces 与 IMM 都为单人图像,其中 Faces 除去灰色卡通人脸拥有 445 幅彩色人脸图像,IMM 除去 18 幅灰度图像有 462 幅彩色图像;AFW 中有单人与多人图像,排除图像过大而个人计算机无法处理,有 329 人的 178 幅彩色图像。实验结果如表 1 所示。对比文献[8]算法,本文算法的正检率提高了约 2%,误检率下降将近 2 倍,实验结果表明本文算法的正检率比较高,误检率大大降低,有利于人脸检测的应用。



图 5 人脸检测定位

Fig.5 Face detection and location

表 1 不同人脸库检测结果

Tab.1 Detection results on the different face databases

算法	Faces			IMM			AFW		
	正检率/%	误检率/%	漏检率/%	正检率/%	误检率/%	漏检率/%	正检率/%	误检率/%	漏检率/%
文献[8]算法	88.54	22.25	11.46	100	0.65	0	70.21	27.66	29.79
本文算法	89.66	11.01	10.34	100	0.22	0	72.34	17.63	27.66

6 结 论

本文算法实现肤色粗检并完成细检,再由亮度信息排除纯皮肤区域确定人脸位置,实现复杂背景下的人脸检测。形态学处理有效地解决了人

与其他部位或多人之间的连接,消除非人脸部分的影响,提高人脸检测的准确率,用3个人脸库进行实验验证,结果表明本文算法能有效提高人脸正检率。由于复杂环境影响,误检率仍然较高。降低误检率,提高正检率将是进一步研究的重点,从而适应于更加广泛复杂的实际生活中。

参 考 文 献:

- [1] ZHU N B, LI S T. A kernel-based sparse representation method for face recognition [J]. *Neural Computing and Applications*, 2014, 24(3/4): 845-852.
- [2] LI H J, SUEN C Y. Robust face recognition based on dynamic rank representation [J]. *Pattern Recognition*, 2016, 60: 13-24.
- [3] 刘王胜, 冯瑞. 一种基于 AdaBoost 的人脸检测算法[J]. *计算机工程与应用*, 2016, 52(11): 209-214.
LIU W S, FENG R. Face detection method based on AdaBoost algorithm [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2016, 52(11): 209-214. (in Chinese)
- [4] 王志伟, 张晓龙, 梁文豪. 利用 SVM 改进 Adaboost 算法的人脸检测精度[J]. *计算机应用与软件*, 2011, 28(6): 32-35.
WANG Z W, ZHANG X L, LIANG W H. Improving face Detection accuracy in AdaBoost algorithm with SVM [J]. *Computer Applications and Software*, 2011, 28(6): 32-35. (in Chinese)
- [5] WU Y, JI Q. Discriminative deep face shape model for facial point detection [J]. *International Journal of Computer Vision*, 2015, 113(1): 37-53.
- [6] YADAV S, NAIN N. Fast face detection based on skin segmentation and facial features [C]// *Proceeding of the 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems*. IEEE, 2016: 663-668.
- [7] 李明, 平凯, 年福忠. 基于彩色人脸模板的人脸检测算法[J]. *计算机工程与应用*, 2014, 50(15): 153-156.
LI M, PING K, NIAN F Z. Algorithm of human-face detection based on color face template [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2014, 50(15): 153-156. (in Chinese)
- [8] PUJOL F A, PUJOL M, JIMENO-MORENILL A, et al. Face detection based on skin color segmentation using fuzzy entropy [J]. *Entropy*, 2017, 19(1): 26.

作者简介:



林国军(1979—), 浙江温岭人, 博士研究生, 讲师, 2014 年于电子科技大学获得博士学位, 主要研究方向为图像处理、人脸检测和人脸识别。E-mail: 386988463@qq.com



陈明举(1982—), 重庆大足人。硕士研究生, 副教授, 2007 年于重庆邮电大学获得硕士学位, 主要研究方向为图像处理。E-mail: mailcmj@163.com