

基于综合肤色检测和二值形态学的人脸定位研究

文常保, 孙文正

(长安大学 电控学院, 陕西 西安 710064)

摘 要: 针对人脸定位检测中存在的速度慢、精度低及噪声干扰问题, 提出了一种基于综合肤色检测和二值形态学的人脸定位检测算法。该算法将 YCrCb(明亮度-色调-饱和度)模型与 HSV(色相-饱和度-色调)模型用于人脸综合肤色检测, 在 YCrCb 与 HSV 空间中根据待检测图像每点的颜色值进行人体区域或背景区域的判断; 然后, 将检测图像转换为二值图像, 对图像进行形态学处理; 最后, 选用人脸几何特征对筛选后连通区域进行判别, 实现人脸的准确定位和检测。实验结果表明, 该算法对于简单、中等、复杂三种情况下人脸图像的检测正确率分别达到了 99%、92% 和 85%。另外, 由于二值形态学消噪算法的使用不仅提高了人脸检测的准确率, 而且加快了检测速度。

关键词: 肤色检测; 二值形态学; 几何特征检测; 人脸检测

中图分类号: TP301.6

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)03-0040-04

Face Location and Detection Algorithm Based on Skin Color and Binary Morphology

WEN Chang-bao, SUN Wen-zheng

(College of Electronics and Control Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The face location and detection algorithm based on skin color and binary morphology was proposed in this paper. The HSV (Hue-Saturation-Value) model and YCrCb (Brightness- Value-Saturation) model are applied to the face skin detection in this detection algorithm, and these models can detect and judge every pixel of image which belongs to human body region or background region according to the color value. Simultaneously, the image can be converted into the binary image by the threshold method, and be processed by the binary morphology algorithm. Finally, the connected region which is screened can be decided by the geometric features of human face, and the face can be located and detected accurately. Hence, the face location and detection algorithm based on skin color and binary morphology consists of three steps, which are the skin color detection, the morphological operation and the geometric features of distinguish. The experimental results show the algorithm can improve the accuracy of face detection and speed up the recognition speed of face location and detection.

Key words: skin color detection; binary morphology; geometric features of distinguish; face detection

1 引言

人脸识别技术作为一种对被识别对象直观、自然、无侵害的生物识别技术, 在个人身份识别、电子信息管理、门禁、刑侦、出入境等安全系统上得到了广泛应用^[1]。

目前, 人脸定位检测技术主要有基于统计模型^[2]、基于线性子空间^[3]、基于支持向量机^[4]、基于模版匹配^[5]的方法等, 然而这些算法计算量大、速度慢, 对运算设备要求高, 而且受检测对象的种族、检测环境的光照、亮度等因素的影响非常大, 一定程度上降低了最终的检测准确度^[6-7]。

收稿日期: 2013-06-28; 修回日期: 2013-08-22

基金项目: 国家自然科学基金(60806043); 中央高校基本科研业务费专项资金(CHD2013TD010, CHD2012JC056)

本文正是基于人脸定位检测中存在的问题及相关算法的特点,将 YCrCb 与 HSV 检测算法有机结合,并将形态学滤波器用于识别图像中噪声信号的抑制,实现了人脸的定位与检测。

2 算法研究

2.1 综合肤色检测算法

目前,用于人脸识别的图像多是基于 RGB 色彩模式标准,而在这种图像中人脸肤色有一个显著特点就是受亮度和光照的影响比较大,如果不能很好地处理这两个问题,将会降低最终人脸定位的准确度。

YCrCb 模型是彩色视频信号的一种颜色编码方法^[8],它采用 YCbCr 色彩空间的 Cb 和 Cr 色度差分量对图像进行表征,忽略掉了图像中亮度的影响,使肤色点产生更好的类聚。由于这种模型使肤色点与非肤色点相互分离,克服了通常情况下图像在 RGB 空间处理后,存在的肤色点离散、肤色区域存在非肤色点等问题,因此在人脸、手部等人体部位定位与识别中得到了广泛的应用。下面以图 1(a)为例,说明 YCrCb 模型的应用研究,其转换公式如式(1)所示。

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

从图 1(b)转换结果中可以看出此算法可以检测出人体的脸部、胳膊、腿部所有裸露部位的皮肤,并使肤色点类聚,形成了很好的连通区域,为进一步的人脸定位,提供了很好的基础。但是,由于光照的影响,背景中的一些信息与肤色部位具有相同的检测效果,特别是一些几何特征与人脸几何形状类似的图形,将给下一步的人脸识别造成了很大干扰,如图 1(b)中的图形 A。

HSV(H 是色相值、S 是饱和度值、V 是色值)是由 RGB 色彩空间演化而来的一种六角锥体色彩模型,在这种处理模式下图像受光照变化的影响缓慢,因此,在肤色识别中如果采用 HSV 模型可以有效降低光照作用的影响。这里,为了对比仍以图 1(a)中所示图像为例进行处理,转换结果如图 1(c)所示。从图中可以发现:与 YCrCb 模型相比,HSV 模型不仅检测出了所有肤色部位,而且通过降低光

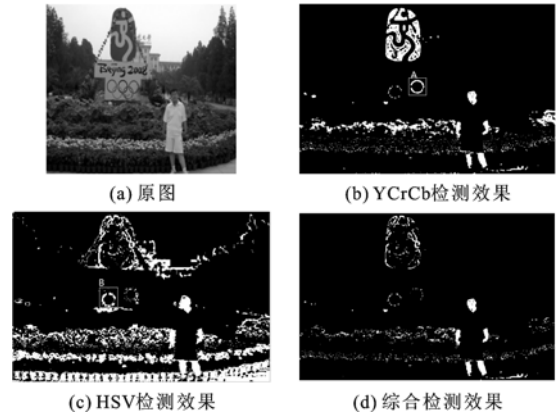


图1 肤色检测图

照对图像的影响,大大减少了背景信息对人脸的干扰,但是,人脸部位肤色点的类聚效果要差于图 1(b)中 YCrCb 模型的检测效果,同时误检了很多非肤色成分,如图 1(c)中的 B 图形,与人脸及头部大小类似,也将给后序的人脸定位造成困难。

从上述算法及实验结果可以观察到:YCrCb 模型算法可以忽略掉了肤色检测图像中亮度的影响,使肤色点产生更好的类聚,因此避免由于亮度因素引起的干扰问题;而 HSV 模型算法可以有效降低光照作用对于肤色检测图像的影响和干扰。因此,可以将 YCrCb 模型算法与 HSV 模型算法有机结合在一起,同时对识别图像使用 YCrCb 模型算法和 HSV 模型算法进行处理,这种综合肤色检测算法不仅可以避免亮度因素引起的干扰问题,而且可以有效弥补 HSV 模型算法在光照因素方面处理的不足。

对图 1(a)应用综合肤色检测图,得到的结果如图 1(d)所示。由图 1(d)可以发现,联合处理后的误检降低了很多,而且不再出现大面积类似头像的误检,明显好于单独使用 YCrCb 模型或 HSV 模型的转换结果,这也将有助于大大提高人脸定位及检测正确率。

2.2 二值形态学消噪算法

在对图像进行肤色处理后,通常都有许多噪声,这些噪声产生的原因主要来自于记录该影像时环境的因素的变换,如光源等,这些噪声将恶化图像质量,使图像变得模糊,甚至淹没图像的有用特征信息,降低最终的检测精度。也正是这方面的原因,在经过肤色检测的图 1(d)图像中有非常多的噪声点,这些噪声将会严重影响图像的后续处理及人脸的识别结果,因此,有必要进行消噪处理。

二值形态学基本思想是用具有一定形态的结构

元素去度量 and 提取图像中的对应形状, 以达到对图像的分析 and 识别的目的. 该方法通过腐蚀、膨胀、开运算和闭运算等处理技术, 不仅可以保持图像基本的形状特性, 去除不相干的噪声干扰结构, 而且具有天然的并行计算结构, 实现了形态学分析和处理算法的并行运算, 提高了图像分析和处理的速度和精度. 针对图 1(d), 这里先用 5×5 模板矩阵对其进行开操作, 再用 9×9 模板进行闭操作, 就很好地消除了噪声干扰, 经过开闭操作后的效果图如图 2 所示.



图 2 开闭操作效果图

2.3 基于几何形状特征的人脸定位

经过去噪处理后的二值化图像, 背景中的有些类似肤色的区域也被处理为白色了, 因此, 要精确地定位人脸, 还需将人脸区域和背景分开. 这里可以根据人脸的几何形状特征^[9], 进行人脸候选区筛选, 并进一步确定人脸区域, 规则如下: (1) 若目标高宽比小于 0.8 而大于 2.0, 则认为不是人脸区域, 删除此区域; (2) 区域面积过大或过小, 认为不是人脸区, 删除此区域; (3) 矩形面积 = 目标区长度 $\times$ 宽度, 若矩形面积占目标区域的面积小于 60%, 则认为不是人脸区域.

其中, 规则 1 限定了要检测的人脸区域的比例大小, 排除了一些颜色类似皮肤但长宽不符合要求的区域, 如: 颜色与皮肤接近的衣物的情况. 规则 2 和 3 排除一些不规则但色调和皮肤接近的物体, 同时也可排除人体其他的非脸部区域, 如四肢等. 根据此规则, 对图 2 处理及检测后的效果如图 3 所示.



图 3 检测后效果图

3 实验

综合上述算法, 可以得到基于综合肤色检测和二值形态学的人脸定位算法的完整流程具体的人脸检测流程图如图 4 所示.

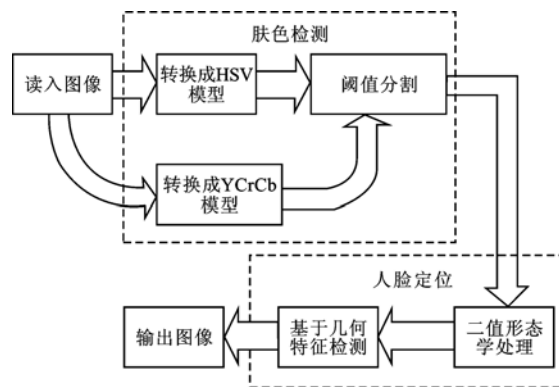


图 4 人脸检测流程图

为了对该算法的定位效果及使用范围进行测试, 本实验采用了下面三种情况的人脸图像. 第一种为检测对象主要部分为人脸图像, 背景中干扰因素较少的简单图像, 第二种为检测对象为全身照, 或是半身照, 背景比较复杂, 并有少数类似人肤色的土地, 花草等物体的中等复杂图像, 第三种为检测对象为全身照, 人脸受光照以及亮度变化较大, 背景复杂, 有非常多的类似人肤色的物体的复杂图像, 使用该方法取得较好的检测结果.

采用上述方案, 对所有采集的图片进行了测试, 整个测试实验按照上述三种情况分为三个测试集, 每种测试集的图片数量均为 100 张, 测试结果如表 1 所示.

表 1 检测结果

测试集	测试数	正确率	漏检数	误检数
第一种	100	99%	1	0
第二种	100	92%	6	2
第三种	100	85%	10	5

通过实验可以发现: 采用基于综合肤色检测和二值形态学的人脸定位算法进行人脸检测, 由于减少了亮度和光照的影响, 对于以待识别人脸为图像主要部分的第一种测试集, 正确率达到 99%, 对于背景比较复杂, 并有少数类似人肤色的土地, 花草等物体等的第二种测试集情况, 正确率达到 92%, 对于图片为全身照, 人脸受光照以及亮度变化较大, 背景复杂的第三种测试集情况, 正确率达到 85%. 同时, 该算法由于采用了二值形态学消噪算法, 不仅增加了定位的准确率, 而且降低了计算量, 加快了检测速度. 以图 5(a)为例, 在 PC 机上 (Pentium(R) Dual-Core 1G 内存) 应用本算法, 对像素为 240×240 的真彩色图像进行检测, 人脸检测时间为 0.149 s, 总检测时间为 0.649 s, 而不采用二值形态学消噪算

法进行定位则至少需要 2 s 以上的时间。

4 结束语

本文首先综合利用基于 HSV 和 YCrCb 的肤色检测算法进行肤色的阈值分割,既降低了光照和亮度的影响,又加快了检测的速度,而后运用二值形态学处理算法消除噪声,既保留了原有图像的特征,又有效的消除了噪声信号。经过实验本算法检测可以克服传统算法的不足,快速完成人脸检测,而且具有较高的准确率。

参考文献:

- [1] Theodorides T, Vijaykrishnan N, Irwin M J. A parallel architecture for hardware face detection[D]. Germany, ISVLSI Karlsruhe, 2006.
- [2] Teewoon Tan, Hong Yan. Face recognition using the weighted fractal neighbor distance [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews, 2005, 35(4):576-58.
- [3] Roberto Brunelli, Tomaso Poggio. Face recognition: feature versus templates [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1993, 15(10):1042-1052.

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] Wen Z F. New algorithms for the LCA problem and the binary tree reconstruction problem[J]. Information Processing Letters, 1994, 51(1):11-16.
- [2] Xu Y, Papakonstantinou Y. Efficient keyword search for smallest LCAs in XML databases[C] // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD 2005). New York: ACM Press, 2005:527-538.
- [3] Guo L, Shao F, Botev C, et al. XRANK: ranked keyword search over XML document[C] // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD 2003). New York: ACM Press, 2003:16-27.
- [4] 孔令波,唐世渭,杨冬青. XML 信息检索中最小子树根节点问题的分层算法[J]. 软件学报, 2007, 18(4): 919-932.
- [5] Jiangxin Li, Chengfei Liu, Rui Zhou, et al. Top-k keyword search over probabilistic XML data[C] // Proceedings of the 27th International Conference on Data Engineering (ICDE 2011). Los Alamitos: IEEE

- [4] Yi Junyan, Yang Gang, Zhang Zhiqiang, et al. An improved elastic net method for traveling salesman problem[J]. Neurocomputing, 2009, 72(4/6):1329-1335.
- [5] Kwang Tsao, Anthony Lee, Yingho Liu, et al. A data mining approach to face detection [J]. Pattern Recognition, 2010, 43(3): 1039-1049.
- [6] Zhong Jin, Zhen Lou, Yang Jingyu, et al. Face detection using template matching and skin-color information[J]. Neurocomputing, 2007, 70(4/6):794-800.
- [7] 曹建秋,王华清,蓝章礼. 基于改进 YCrCb 颜色空间的肤色分割[J]. 重庆交通大学学报:自然科学版, 2010(3):488-492.
- [8] Theodorides T, Vijaykrishnan N, Irwin M J. A parallel architecture for hardware face detection[D]. Germany, ISVLSI Karlsruhe, 2006.
- [9] Zhao Guoying, Cui Li, Li Hua, et al. Gait recognition using fractal scale and wavelet moments [C] // 18th International Conference on Pattern Recognition. Hongkong, 2006:453-456.

作者简介:

文常保 男, (1976—), 博士, 副教授. 研究方向为真空微纳电子器件、信息处理器件及传感器。

孙文正 男, (1989—), 硕士. 研究方向为图像处理。

Press, 2011:673-684.

- [6] Abiteboul S, Chan T. H, Kharlamov E. Aggregate queries for discrete and continuous probabilistic XML [C] // Proceedings of the 13th International Conference on Database Theory. Lausanne, Switzerland: ACM Press, 2010:50-61.

作者简介:



张晓琳 女, (1966—), 博士, 教授. 研究方向为数据库理论与技术、信息安全。

苏龙超 男, (1988—), 硕士研究生. 研究方向为数据库理论研究。

韩雨童 女, (1988—), 硕士研究生. 研究方向为数据库理论研究。

刘立新 女, (1983—), 硕士研究生, 助教. 研究方向为信息安全、不确定数据管理。