

基于 YCbCr 肤色模型和 SNOW 分类器的人脸检测^①

苑岩岩 惠晓威 (辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院 辽宁 葫芦岛 125105)

摘要: 人脸检测是人脸识别的首要步骤,在人脸识别领域有重要的应用价值。基于 YCbCr 彩色空间,提出一种 RGB 彩色图像的人脸检测方法。该方法利用 YCbCr 肤色模型进行肤色分割,得到类肤色区域作为候选人脸区域;结合 split up Sparse Network Of Winnows (SNOW)分类器精确定位人脸的位置。应用 matlab 编程技术对多组图像进行实验,结果表明,该方法适用于复杂条件下的人脸检测,并且不受人脸表情的限制,对于多人脸检测同样适用。

关键词: 人脸检测 YCbCr 彩色空间 肤色模型 SNOW 分类器

Face Detection Based on YCbcr Skin Color Model and SNOW Classifier

YUAN Yan-Yan, HUI Xiao-Wei

(School of Electronics and Information Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

Abstract: Face detection, the first step of face recognition, is significant to application. A novel method for face detection in color images is presented by using YCbCr color space. The skin color segmentation is carried out and this skin-like region is used to be candidate face. Sparse Network Of Winnows(SNOW)classifier is used to detect face region precisely. With Matlab Programming used in the experiment, the results show that the face detection method, which isn't limited by expression, is suitable in complex background and in detecting many faces.

Keywords: face detection; YCbCr color space; skin color model; SNOW classifier

1 引言

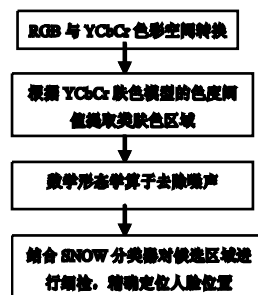
人脸检测即确定图像中是否包含人脸,以及准确定位人脸的位置、大小和姿态等。在实际的操作中,光照强度、面部表情及脸部遮挡物等因素会增加人脸检测的难度。人脸检测的效果直接影响人脸识别的准确率。因此,近年来越来越多的研究者致力于人脸检测的研究。

到目前为止,人脸检测有很多较好的方法。比较常用的有模板匹配法、本征脸法、支持向量机法、人工神经网络法、肤色分析加人脸特征验证检测法等^[1]。彩色图像中的肤色信息不受形状、大小和姿态的影响。与 RGB 彩色空间相比, YCbCr^[2,3]彩色空间将亮度与色彩信息分离,并且肤色信息在该空间的分布具有集中性。据此本文利用 YCbCr 彩色空间对彩色图像进行处理,分割出图像中的肤色区域作为人脸候选区域。

此候选区域范围比较大,它可能包含脖子、手臂等其他肤色区域。所以本文提出结合人脸分类器算法对人脸候选区进行细检,从而达到精确定位人脸的目的。

2 人脸检测总体流程

本文的人脸检测具体流程如下:



① 基金项目:辽宁省教育基金(2008D028)

收稿时间:2009-05-04

3 肤色分割算法

3.1 色彩空间的转换

YCbCr 色彩空间和 RGB 色彩空间的转换公式^[3]为

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ -0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

根据 (1) 式, 将输入的 RGB 彩色图像(图 1)转换为 YCbCr 色彩空间, 实验结果如图 2 所示。



图 1 RGB 色彩空间的彩色图像



图 2 YCbCr 色彩空间的彩色图像

3.2 肤色分割

研究表明^[4], 人的肤色差异主要由亮度引起, 而色度则分布在很小的范围内。据此本文将彩色图像转换到可分离亮度的 YCbCr 色彩空间, 根据肤色的分布特点, 建立肤色分布模型, 分割彩色图像肤色区域。

YCbCr 色彩空间中, Y 分量代表亮度, Cb 和 Cr 分量分别代表蓝色和红色色度。在此色彩空间中, 肤色分布具有集中性。去掉亮度分量 Y, 就可以建立 YCbCr 色彩空间的肤色模型。YCbCr 色彩空间的肤色模型的阈值取为: $0.33 \leq Cb \leq 0.53$ 且 $0.53 \leq Cr \leq 0.62$ 。色度在阈值范围的像素取为 1(肤色区域); 不在阈值范围内的取为 0(非肤色区域)。YCbCr 彩色图像转换为二值图像, 如图 3 所示。



图 3 二值图像

4 去噪处理

4.1 小区域去噪

背景或衣服之类肤色会引进噪声, 二值图像的肤色区域就会存在一些小黑点, 非肤色区域存在一些小点, 如图 3。这些小点无检测价值, 还会影响检测速度和准确度, 所以本文采用小区域去噪法消除此类噪声。

经反复实验, 小区域面积取为图片总像素的 2% 就能有效的消除小白点并保留所需黑点。在实验中, 我们选用半径为 5 的算子来进行小区域的去噪, 效果较好, 如图 4 所示。



图 4 小区域去噪处理结果

4.2 数学形态学开运算

开运算^[5](即先腐蚀后膨胀的过程)是形态滤波器的基础, 基于图像的几何特征, 利用事先定义的结构元素对图像进行匹配和局部修正, 达到抑制噪声的目的。腐蚀的作用是消除边界点, 使外界向内部收缩。膨胀的作用是与物体接触的所以背景点合并到该物体中, 边界向外部扩张, 填补物体中的空洞。开运算可消除小物体, 在纤细点分离物体, 平滑大物体的边界且不明显改变原来物体的面积。比较适用于消除肤色区域的细小噪声, 从而有利用人脸检测的准确性。

通过对算子的反复实验研究, 采用半径为 3 的算子对二值图像进行开运算比采用其他算子的效果显著, 实验结果如图 5、图 6 所示。



图 5 数学形态学开运算结果

5 基于SNOW分类器的人脸定位算法

经过肤色分割、噪声去除之后, 我们得到人脸候选

区域,如图6所示。应用SNOW分类器的检测算法^[6]可以快速找到人脸区域并进行标记。



图6 人脸检测候选区域

5.1 基于SNOW分类器的人脸定位算法

SNOW(Sparse Network of Windows)学习体系用于人脸定位最初由Roth提出。本文利用肤色信息已经粗检测到人脸候选区域,结合SNOW算法对该候选区域进行人脸定位,速度更快,准确率更高。

5.2 SNOW分类器算法研究

5.2.1 算法步骤

① 计算图像亮度均值 $E(x,y)$

② 以 $E(x,y)$ 为判断条件,对样本图像的亮度 $Y(x,y)$ 进行二值化,得到二值化图像 $B(x,y)$ 。

即 $Y(x,y) \xrightarrow{E(x,y)} B(x,y)$, 具体如下:

$$B(x,y) = \begin{cases} 1, & Y(x,y) \geq E(x,y) \\ 0, & Y(x,y) < E(x,y) \end{cases} \quad (2)$$

③ 按(3)式将 $B(x,y)$ 映射为 $B'(x,y)$ 。

$$B'(x,y) = B(x,y) + 2 \times B(x+1,y) + 4 \times B(x,y+1) + 8 \times B(x+1,y+1) \quad (3)$$

④ 利用 $B'(x,y)$ 作为像素特征训练样本。

5.2.2 SNOW分类器的训练规则

① 首先定义判决门限 θ , 上升参数 α , 下降参数 β 。其中 $\alpha > 1, 1 > \beta > 0$ 。令 $P_t = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ 为人脸样本的特征集合,它们对应网络上的目标节点 t 。设 ω_i^t 为网络节点 t 的第 i 个特征的权重。当且仅当 $\sum_{i \in A} \omega_i^t > \theta_t$ 时,网络的权重满足要求,否则将根据训练规则调整网络节点的权重 ω_i^t 。

② 权重 ω_i^t 的调整过程: 输入人脸样本图像,当 $\sum_{i \in A} \omega_i^t < \theta_t$ 时,令 $\forall i \in A_t: \omega_i^t \leftarrow \alpha \omega_i^t$; 输入非人脸样本图像,当 $\omega > \theta$ 时,令 $\forall i \in A_t: \omega_i^t \leftarrow \beta \omega_i^t$ 。

③ 当输入一幅含有人脸的图像(图6)时,该网络就可以实现人脸定位,如图7(a)所示。

④ 以上训练过程结束后,系统已经具有定位人脸的功能,对应原始图像(图1)即可得到人脸定位结果如图7(b)所示。

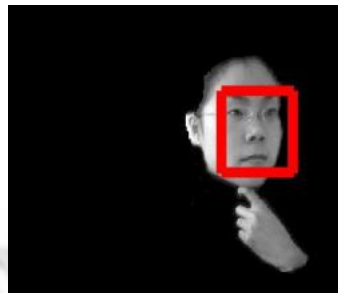


图7(a) 人脸定位结果

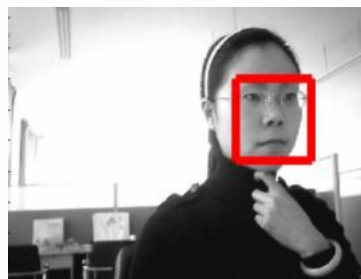


图7(b) 人脸定位还原图

6 实验结果

对不同大小、不同背景、不同人数的60幅图片进行了处理。图片来源包括Internet下载的图片30幅,自行拍摄的图片30幅。其中单人脸图片20幅,双人脸图片20幅,多人脸20幅。共包括174个不同角度和姿态的人脸。实验最终成功检测159个人脸,准确率为91.4%;漏检9个人脸,漏检率为5.2%。实验结果表明,本文提出的人脸检测方法对于人脸的大小、表情,遮挡等情况具有较好的适应能力。部分实验结果,如图8、图9、图10所示。

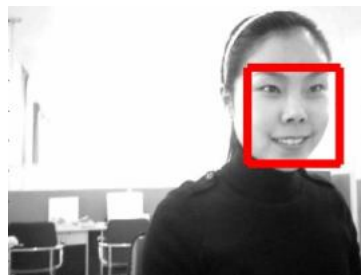


图8 单人脸检测结果



图9 双人脸检测结果



图10 多人脸检测结果

7 结语

本文利用肤色信息建立 YCbCr 色彩空间肤色模型,对彩色图像进行肤色分割得到人脸候选区域,结合 SNOW 分类器人脸定位算法对彩色图像中的人脸候

选区域进行了准确定位。文中还讨论了数学形态学开运算在噪声处理中的应用。实验结果表明该检测方法能准确的检测出彩色图像中小角度偏转的人脸,还能检测出人脸密集图片中的多个人脸,检测速度较快,漏检率较低。

参考文献

- 1 王金庭,杨敏.人脸检测技术研究.计算机系统应用,2006,15(4):31-33.
- 2 于玲,张健,牛芳琳.利用双重彩色空间肤色模型实现快速人脸检测.辽宁工业大学学报,2008,28(3):162-165.
- 3 Phungsl, Bouzerdouma, Chaid. A novel Skin color model YCbCr color space and its application to human face detection. Proc. of International Conference on Image Processing, 2002,1:289-292.
- 4 陈虹宇,黄大荣,林金麦.基于颜色信息和几何不变性的人脸检测定位.计算机测量与控制,2007,15(12):1688-1690.
- 5 王文宁,李慧娟,师磊.一种基于颜色和形状特征的人脸检测.计算机系统应用,2008,17(7):58-61.
- 6 孙伟青,汪荣贵,李守毅.一种改进的基于特征和基于图像相结合的人脸检测.工程图学学报,2007,5:62-