

基于多色彩空间的肤色检测研究

赵艳妮¹, 郭华磊²

(1. 陕西职业技术学院 计算机科学系, 陕西 西安 710100;

2. 西安通信学院, 陕西 西安 710106)

摘要:针对图像处理中人的肤色区域不能快速正确识别以及人的肤色相似区域误识别为肤色区域的问题,通过采集大量图像进行统计分析,提出一种基于多色彩空间的肤色检测算法。该算法把图像的 RGB 色彩空间信息分别转换为 YUV、YIQ 和 HSI 色彩空间信息,结合空间色度、色调和饱和度分量信息对图像进行阈值分割,得到包含人类肤色的区域。实验结果表明该算法简单,容易实现,能快速准确地检测到包含人的肤色区域。

关键词:肤色检测;YUV;YIQ;HSI

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)10-0250-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.10.063

Research of Skin Detection Based on Multi-color Spaces

ZHAO Yan-ni¹, GUO Hua-lei²

(1. Department of Computer Science, Shannxi Vocational & Technical College, Xi'an 710100, China;

2. Xi'an Communication College, Xi'an 710106, China)

Abstract: In view of the problem that human skin color regions can not be quickly and correctly identified as well as those similar human skin color regions are mistakenly identified as skin color regions in image processing, through collecting a large number of images for statistical analysis, a skin detection algorithm is proposed based on multi-color spaces. The algorithm converts RGB color space information into YUV, YIQ and HSI color space information respectively, combined with space chromaticity, hue and saturation to do image threshold segmentation, the area that contains human skin is obtained. It is shown from the experiments that the algorithm is simple, easy to realize, can quickly and accurately detect human skin area.

Key words: skin detection; YUV; YIQ; HSI

0 引言

肤色检测通常作为图像处理的基础环节,是为后期图像处理提供最典型的特征。在颜色空间上,选用那些具有认知属性、能够将图像亮度和色度分开表示的颜色空间;在人的肤色模型上,选用那些算法简单、能够快速识别的模型。

例如:Hunke^[1]建立人脸颜色分类器,利用一个感光模型对输入图像亮度进行修正和补偿,把人脸颜色分类器的输出作为神经网络的输入对图像进行检测;Jebara^[2]以高斯混合模型为基础统计人脸肤色 R、G、B 的分布,通过阈值对图像进行人脸识别;Fleck 等^[3]把 R、G、B 分量转换为相应对数,得到图像的饱和度和色度,对图像进行肤色检测。

1 基于 YUV 色彩空间的肤色检测

在 YUV 色彩空间中, Y 表示颜色的明亮度,即灰度值;而 U 和 V 表示色度,描述图像颜色及饱和度。YUV 的优点是亮度 Y 同色度 U 和 V 是分离的。如果图像只有 Y 分量且缺少 U 和 V 分量,那么该图像是黑白图像或灰度图像^[4]。RGB 空间到 YUV 空间的转换用矩阵表示如公式(1):

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

图1是YUV的色度向量图。在UV平面上,U和V是两个相互正交的向量,它们的和称为色度向量,是一个二维向量^[5];色度向量的模Ch表示饱和度,如公

式(2);色度向量的相位角 θ 表示色调,如公式(3):

$$\text{Ch} = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \tag{2}$$

$$\theta = (180/\pi) \tan^{-1}(|V|/|U|) + 90 \tag{3}$$

在图 1 中,相位角任意、模为 0 的原点表示黑色和白色,由于人的肤色分布在红色与黄色之间,通过大量试验统计分析,确定人的肤色色调的相位角: $\theta \in [100,155]$ 。

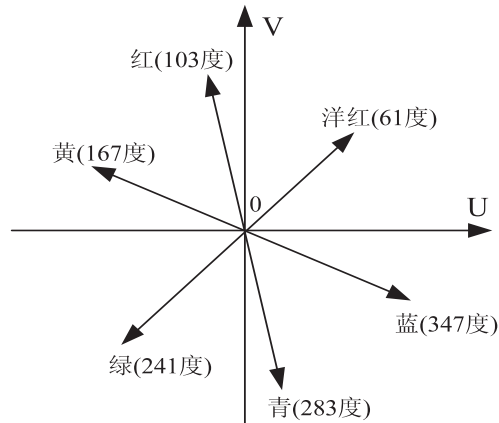


图 1 YUV 色彩空间中的色度向量图

2 基于 YIQ 色彩空间的肤色检测

YIQ 色彩空间基于对颜色编码所得信号的冗余信息最少的原则进行定义,利用了人眼对色彩的分辨能力,只传送和重现人眼看见的信息。在 YIQ 色彩空间中,亮度由 Y 表示,色调由相互正交的分量 I 和 Q 表示,从 RGB 空间到 YIQ 空间的转换如公式(4)^[6]:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & -0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \tag{4}$$

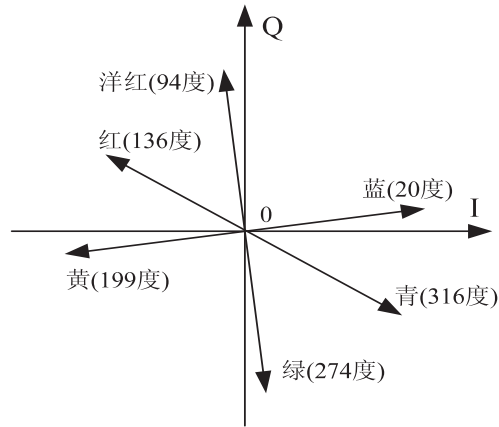


图 2 YIQ 色彩空间中的色度向量图

图 2 是 YIQ 的色度向量图。在 YIQ 空间中,色分解力较弱的紫红色和绿黄色色调位置表示 Q 色度分量;相位角为 123° 的红黄色和 303° 的青蓝色色调位置表示 I 色度分量,I 值越小,包含的黄色越多,蓝绿色越小,因此肤色的 I 值在一个范围里变化。通过大量试

验统计分析,确定人的肤色色调的 I 分量的范围: $I \in [25,50]$ 。

3 基于 YUV&YIQ 色彩空间的肤色检测

通过大量实验分析,YUV 的相位角 θ 难以区分肤色和灰色背景等区域,却易于区分肤色与黄绿色;而 YIQ 的 I 分量难以区分肤色与黄绿色,却易于区分肤色和灰色背景区域。于是段丽娟等人^[7]提出基于 YUV 和 YIQ 色彩空间相结合的肤色识别算法,该算法利用 YUV 色彩空间的相位角 θ 和 YIQ 色彩空间的 I 确定人的肤色在色度上的范围。如果像素 p 满足条件: $\theta_p \in [\theta_{\min}, \theta_{\max}]$ 且 $I_p \in [I_{\min}, I_{\max}]$,则 p 是肤色点。YUV 与 YIQ 结合的模型能够有效提取白色和黄色肤色区域,明显比单独采用 YUV 或 YIQ 方法效果好。

但是,上述肤色检测模型具有一定的局限性。例如某些图像的光照条件在蓝光或绿光等特殊情况时不能被正确识别,人的有些肤色区域被误认为非肤色区域,而一些非肤色区域被误认为人的肤色区域。

4 基于 HSI 色彩空间的肤色检测

基于 YUV 和 YIQ 色彩空间结合的肤色检测方法具有较好的效果,但仍有很大的误差,于是引入 HSI 色彩空间,利用阈值分割的方法进行肤色检测。其中, H 为色调(Hue), S 为饱和度(Saturation), I 为强度(Intensity)。从 RGB 色彩空间到 HSI 色彩空间的矩阵转换如公式(5)~(7)所示:

$$H = \begin{cases} \theta, & G \geq B \\ 2\pi - \theta, & G < B \end{cases} \tag{5}$$

其中

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

$$S = 1 - \frac{3\min(R, G, B)}{R + G + B} \tag{6}$$

$$I = \frac{R + G + B}{3} \tag{7}$$

在 HSI 色彩空间中,实验研究表明人的肤色信息在色调从红色到棕黄色,都可能是肤色;肤色的饱和度值包含在一个很宽的范围。并且色调 H 不随亮度、对比度变化而变化的优点,对肤色检测很有用的,但是 H 容易受到彩色噪声的干扰,肤色检测不太理想,而 S、I 的信息对肤色检测的结果也有较大的影响。因此,在 HSI 空间中进行肤色检测时,应综合考虑色调 H 和饱和度 S。试验分析确定人的肤色 H 和 S 的范围^[8]: $H \in [15,45]$ 且 $S \in [0.1,0.45]$ 。

5 基于 YUV&YIQ&HSI 色彩空间的肤色检测

实验发现基于 YUV 或 YIQ 的肤色检测对某些背景的图像效果较差,相反基于 HSI 的肤色检测却对这类图像效果较好;而对基于 HSI 的肤色检测却对某些背景的图像效果较差,相反基于 YUV 或 YIQ 的肤色检测却对这类图像效果较理想^[9-10],因此文中给出了一种基于 YUV、YIQ 和 HSI 相结合的多色彩空间的肤色检测算法。具体步骤如下:

- (1)将图像从 RGB 色彩空间分别转换为 YUV、YIQ 和 HSI 色彩空间表示;
- (2)对每一个像素点进行阈值判断,满足 $140 \leq \theta \leq 155, 25 \leq I \leq 50, 15 \leq H \leq 45, 0.1 \leq S \leq 0.45$, 确定该点为肤色点;
- (3)确定是肤色的像素用白色显示,其他用黑色显示。

6 实验结果与分析

为验证算法的有效性,将它与 YUV、YIQ、YUV 和 YIQ、HSI 算法对人脸图像和裸露大面积皮肤图像分别进行实验。实验环境:CPU Intel Core i3 M 370 2.40 GHz,内存 2 G,用 Matlab 7.0 编程实现。

6.1 人脸识别结果

图 3 为肤色分割结果图。

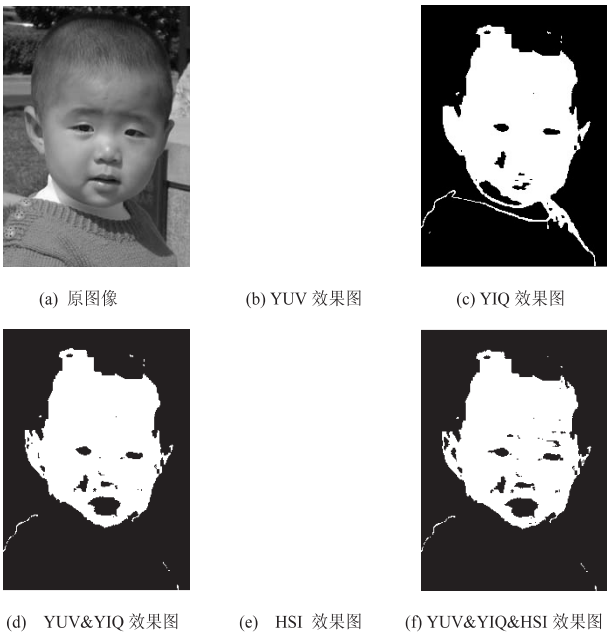


图 3 肤色分割结果图

由图 3 可知,基于 YUV 或 HSI 的肤色检测算法不能把人的皮肤从背景中分割出来,效果不理想;基于 YIQ 或 YUV&YIQ 的肤色检测算法虽然把人的肤色从背景中分割出来,但是都把大量非肤色的区域误认为肤色区域,前者把与人的肤色接近的其他区域(暗的

红色毛衣)当作肤色区域,后者把眉毛误认为肤色区域;基于 YUV&YIQ&HSI 的肤色检测算法较好地吧肤色从背景中区分出来,效果明显优于前四种算法。

6.2 大面积皮肤识别结果

由图 4 可知,基于 YUV 的肤色检测算法不能很好地把人的皮肤从背景中分割出来,效果不理想;基于 YIQ 的算法虽然把人的肤色从背景中分割出来,但是把与人的肤色接近的黄色衣服区域当作肤色区域;基于 YUV&YIQ 的算法效果明显要比基于 YUV 或 YIQ 的算法好,但是细节上有待提高;基于 HSI 算法把黄色衣服区域和黑色头发区域误认为肤色区域;基于 YUV&YIQ&HSI 的肤色检测算法较好地吧肤色从背景中区分出来,效果比较理想。



图 4 肤色分割结果图

7 结束语

文中把图像的 RGB 色彩空间信息分别转换为 YUV、YIQ 和 HSI 色彩空间信息,结合 YUV 空间的 UV 二维色度向量、YIQ 空间的 IQ 二维色度向量和 HSI 空间的色调和饱和度信息,吸取它们在肤色检测中的优点,利用阈值对图像进行分割。实验结果表明,该算法能够快速准确地检测到人的皮肤区域,有一定的实用价值。

参考文献:

[1] Hunke H M. Locating and tracking of human faces with neural network[D]. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 1994.
[2] Jebara T, Pentland A. Parameterized structure from motion for 3D adaptive feedback tracking of faces[C]//Proceedings of

3. 1, 7. 52, 5. 52, 10. 2 (见表 2), 所以 N_8 优先推荐给用
户 D。

表 2 用户浏览待推荐新闻指标

| | $N_5(P_1, P_2, P_3, P_4)$ | $N_6(P_1, P_2, P_3, P_4)$ | $N_7(P_1, P_2, P_3, P_4)$ | $N_8(P_1, P_2, P_3, P_4)$ |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A | (1. 4, 2, 1, 1) | (2. 2, 1, 1, 1) | (1. 8, 1, 1, 1) | (1. 4, 1, 0, 1) |
| B | (0. 9, 1, 1, 0) | (1. 3, 1, 0, 1) | (2. 2, 2, 1, 1) | (1. 6, 2, 1, 1) |
| C | (0. 8, 1, 0, 0) | (1. 4, 1, 1, 0) | (1. 7, 1, 0, 1) | (0. 4, 2, 1, 1) |
| D | 3. 1 | 7. 52 | 5. 52 | 10. 2 |

传统的推荐方法中, N_6 将被推荐给用户, 因为 A 与 D 朋友关系最紧密, 而 A 对 N_6 的浏览指标表明, 他更喜欢 N_6 , N_8 推荐给 D 的原因在于与 D 历史浏览数据相似度高, 而且 B, C, D 都喜欢 N_8 。

5 结束语

该研究采用改进的语义相似性度量方法, 计算新闻的语义相似度, 在增加了历史记录数据的挖掘基础上, 通过构建朋友关系网络, 实现向用户及时推荐其想要和“需要”的资讯。除了文中涉及的新闻浏览指标外, 应该还有更能刻画人们浏览资讯的其他指标, 如喜好指标, 特别应该加入信任、谎言以及对说谎进行惩戒的指标, 研究“从众”心理。另外, 新闻资讯很多, 变化也非常快, 朋友关系既有稳定性, 也会改变, 要高效地构建“朋友”关系网络, 需要借助于社会心理学、社会学的研究成果, 完善“朋友”关系的建立方法。在现有相似度计算方法的基础上, 发掘新闻之间的内在联系, 改进相似度计算方法。

参考文献:

[1] 斯科特. 社会网络分析法[M]. 刘 军, 译. 重庆: 重庆大学

(上接第 252 页)

Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'97). New York: [s. n.], 1997: 144-150.

[3] Fleck M, Forsyth D, Bregler C. Finding naked people[C]// Proceedings of European Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]: Springer - Verlag, 1996: 593 - 602.

[4] 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.

[5] 彭 强, 张晓飞. 基于特征向量的敏感图像识别技术[J]. 西南交通大学学报, 2007, 42(1): 13-18.

[6] 王 莹. 基于图像的人脸识别技术研究[D]. 长春: 吉林大

出版社, 2007: 1-50.

[2] 杨建梅. 复杂网络与社会网络研究范式的比较[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(11): 2046-2055.

[3] Young A L, Quan-Haase A. Information revelation and internet privacy concerns on social network sites: a case study of face book [C]//Proceeding of the 4th International Conference on Communities and Technologies. USA: IEEE Conference Publication, 2009: 265-274.

[4] Lu Zhubing, Wang Jian, Li Yuzhou. An overview on overlapping community detection[C]//Proc of 2012 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). USA: IEEE Conference Publication, 2012: 486-490.

[5] 许海玲, 吴 潇, 李晓东, 等. 互联网推荐系统比较研究[J]. 计算机学报, 2009, 20(2): 350-362.

[6] 王 洁, 汤小春. 基于社区网络内容的个性化推荐算法研究[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(4): 1248-1250.

[7] Adomavicius G, Tuzhilin A. Towards the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions[J]. IEEE Transactions of Knowledge and Data Engineering, 2005, 17(6): 734-749.

[8] Julashokri M, Fathian M, Gholamian M R. Improving customer's profile in recommender systems using time context and group preferences[C]//Proc of 2010 5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology (ICCIT). USA: IEEE Conference Publication, 2010: 125-129.

[9] 杨 哲. 基于启发式规则的本体概念语义相似度匹配[J]. 计算机应用, 2007, 27(12): 2919-2921.

[10] 李 峰, 李 芳. 中文词语语义相似度计算-基于《知网》2000[J]. 中文信息学报, 2007, 21(3): 99-105.

[11] 王 刚, 邱玉辉, 蒲国林. 一个基于语义元的相似度计算方法研究[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(11): 3253-3255.

学, 2012.

[7] 段立娟, 高 文, 崔国勤, 等. 多层次特定类型图像过滤方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002, 14(5): 404-409.

[8] 徐 庆, 石跃祥, 谢文兰, 等. 基于改进 YUV 空间的人脸检测方法[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(34): 158-162.

[9] 王建国, 王江涛, 杨静宇. 复杂背景彩色图像中多角度人脸检测[J]. 计算机工程, 2008, 34(3): 210-212.

[10] 丁天怀, 郑东耀. 利用多颜色空间特征融合方法检测近似目标[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2006, 46(2): 176-179.

基于多色彩空间的肤色检测研究

作者: 赵艳妮, 郭华磊, ZHAO Yan-ni, GUO Hua-lei
作者单位: 赵艳妮, ZHAO Yan-ni (陕西职业技术学院 计算机科学系, 陕西 西安, 710100), 郭华磊, GUO Hua-lei (西安通信学院, 陕西 西安, 710106)
刊名: 计算机技术与发展

英文刊名: 
Computer Technology and Development

年, 卷(期): 2013(10)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201310065.aspx