

基于肤色补偿的人脸彩色照片高光修正方案

The Usage of Highlight Correction Method Based on Complexion Compensation in Color Face Photo

江玉珍

JIANG Yu-zhen

(韩山师范学院数学与信息技术系, 广东潮州 521041)

(Department of Mathematics and Information Technology, Hanshan Teachers' College, Chaozhou, Guangdong, 521041, China)

摘要: 基于 RGB 色彩空间模型, 结合人脸肤色特征和皮肤高光特征, 采用手动指定高光中心及设置皮肤修正基色的方法, 提出基于肤色彩色分量补偿的高光修正方案, 并通过计算机对方案的修正效果进行实验验证. 该方案根据人脸肤色特征对相片中人脸区域进行分割, 识别出与皮肤高光灰度相近的眼白, 眼珠反光等非处理区域, 然后根据肤色特征和皮肤高光程度对高光区各颜色分量进行恰当的减量处理, 实现人脸彩色照片高光修正. 该方案简单可行, 可控性强, 可以对大多数人脸彩色照片进行较好的高光修正.

关键词: 照片 脸部 高光 修正

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2008)02-0095-03

Abstract: On the basis of the RGB color space model combined with the complexion character and skin highlight character, the paper presents a highlight correction method based on complexion color quantity compensation by manually pointing out the center of highlight and setting the basic skin correction color. The correction effect has been proved by computer experiments. At first, the method separates the face area in photo according to complexion character. Then it distinguishes the unwanted areas such as the white and highlight of eyes. Finally, actualizes the complexion compensation with reducing several color quantity correctly according the skin character and highlight grade. Experiments prove that the scheme is simple, feasible and well controllable. It also showed that the scheme can correct most of face photos.

Key words: photo, face, highlight, correction

人脸高光问题是证件相片处理中的一个常见问题, 适量的高光可以体现脸部的凹凸形状, 但是由皮肤油光、环境光照、镜头反光等引起的局部高光则可能影响相片的视觉效果, 甚至造成对人脸理解的偏差. 因此, 高光修正是许多人脸相片, 尤其是正式的证件相片在后期处理上的一个重要环节. 目前许多常用的图像处理软件(如 Photoshop)并没有提供直接消除高光的工具或方法, 图像的高光处理一直是

图像研究人员致力研究的热点. 在基于人脸高光修正的研究文献中, 较成功的方案是采用双色反射模型估算照明色彩, 并以此进行辐射校正^[1], 该方案对高光的分析需要在三维色彩空间中做复杂的面反射矢量和体反射矢量计算, 文献[2]在文献[1]的基础上将算法降低到二维平面上, 简化了计算的复杂度, 但是由于高光处的体反射向量和面反射向量在平面图像中难以估算, 算法的实施难度仍然较大. 对此, 本文基于 RGB 色彩空间模型, 结合人脸肤色特征和皮肤高光特征, 采用手动指定高光中心及设置皮肤修正基色的方法, 提出基于肤色彩色分量补偿的高光修正方案, 并通过计算机对方案的修正效果进行了实验验证.

收稿日期: 2007-09-26

作者简介: 江玉珍(1977-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事图形图像处理, 人工智能, 信息安全方面的研究工作.

1 肤色特征分析

1.1 人脸肤色特征

人脸的皮肤颜色因人而异,作者对 200 张原始证件相片进行检测:从每张照片中随机抽取面部皮肤像素 20 个,再对所得的 4000 个采样像素在 RGB 色彩空间中采用文献[3]的方法建立肤色模型,得到如图 1 的分布结果.图 1 结果显示,各种人脸肤色在 RGB 色彩空间中形成一带状聚集,同时,该聚集在 3 个分量方向上均占据较大范围.

由图 1 可得,各种肤色的三颜色范围大致为:

$$\begin{cases} 100 \leq R \leq 250, \\ 50 \leq G \leq 230, \\ 40 \leq B \leq 240. \end{cases} \quad (1)$$

此外,分析图 1(b)、(c)、(d)可知,几乎所有的肤色点的颜色分量值均符合关系

$$R > G > B, \quad (2)$$

该关系式在文献[2~4]上也有论证.人体皮肤的这一特征相当稳定,甚至环境光照的变化也不足以改变该关系式,这就为高光处色彩分量补偿提供了一个约束条件.当然,在彩色人相上, R, G, B 三分量满足该不等式的也可能不只是肤色,因此还需要对非人脸区域做出识别.

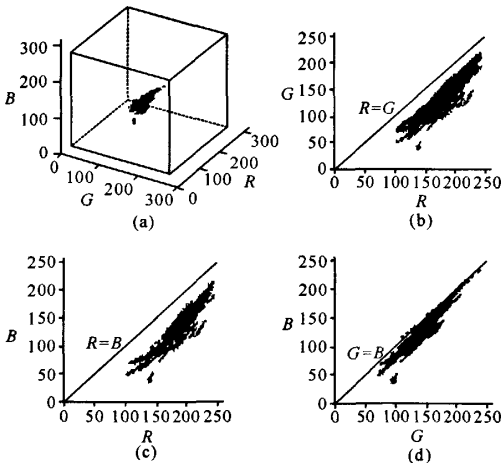


图 1 皮肤采样像素在 RGB 色彩空间上的分布

(a)RGB 空间; (b) $R = G$; (c) $R = B$; (d) $G = B$.

1.2 高光肤色特征

人眼对高光的感应在于高光区所呈现的亮度值要高于周围像素的亮度值.因此,对高光肤色的辨别可基于像素亮度, R, G, B 分量值计算像素的亮度值可采用 NTSC 制式推导的亮度公式^[5]:

$$Gr = 0.99R + 0.587G + 0.114B. \quad (3)$$

由图 1 可知,大多数肤色的亮度范围是 $80 \leq Gr < 200$, 因此根据实践经验设置高光亮度阈值为 185,即:在修正区域内 $Gr \geq 185$ 的像素将视为可能产生高光的像素.

2 高光修正方案

2.1 人脸皮肤区域的划分

相片中背景、衣服、眼白、眼珠反光等区域可能既符合肤色特征又符合高光特征,为防止这些部分被识别成皮肤高光而进行处理,必须对这些非人脸区域先行识别并标识起来.其中,背景及衣服可通过特定位置的颜色块抽取、划分相近颜色连通区域的方法识别.眼睛的识别则通过手动指定眼睛范围,再通过识别眼眶特殊像素的方法划分眼睛区域.在背景、衣服、眼睛的区域外寻找大于(1)式下限又符合(2)式条件的集合,视该集合为人脸皮肤区域.

2.2 高光修正方案

基于肤色色彩分量补偿的高光修正步骤如下.

(1)用户设置最大的修改半径 L , L 的实际取值范围为: $12 \leq L \leq 100$. 在图像中点击鼠标时,将以点击位置为修正中心(圆心),以 L 为半径确定本次的修改范围.在该修改范围内,将对属于人脸皮肤区域的像素逐一做下一步的处理.

(2)用(3)式计算当前像素的 Gr 值.

(3)若 $Gr \geq 185$,则依据表 1 对 Gr 值的划分求三颜色的补偿量 dr, dg, db .表 1 中, C 为用户设置的肤色修正基色参数, C 的实际取值范围为: $0 \leq C \leq 36$.如人体肤色较白,则 C 值设小一些($C \leq 18$),反之 C 值设大一些.表 1 的制定结合了(1)式、(2)式的肤色特征和多次的实践经验.因为补偿量是作为减量来处理的,各分段颜色分量的补偿量满足 $dr < dg < db$,这样可以确保修正后的肤色各分量仍有 $R > G > B$ 的关系,此外,修正后的肤色也能符合(1)式中各肤色颜色范围.

表 1 三颜色的补偿量

Gr 范围	dr	dg	db
$185 \leq Gr < 191$	$4 + 0.25C$	4	6
$191 \leq Gr < 199$	$6 + 0.375C$	$6 + 0.125C$	$8 + 0.125C$
$199 \leq Gr < 206$	$8 + 0.5C$	$10 + 0.25C$	$12 + 0.25C$
$206 \leq Gr < 213$	$9 + 0.725C$	$12 + 0.25C$	$14 + 0.25C$
$213 \leq Gr < 220$	$11 + 0.75C$	$13 + 0.325C$	$16 + 0.325C$
$220 \leq Gr < 227$	$12 + C$	$14 + 0.325C$	$18 + 0.325C$
$227 \leq Gr < 234$	$12 + 1.125C$	$17 + 0.5C$	$21 + 0.5C$
$234 \leq Gr < 241$	$11 + 1.25C$	$22 + 0.625C$	$26 + 0.625C$
$241 \leq Gr < 248$	$10 + 1.5C$	$28 + 0.75C$	$34 + 0.75C$
$248 \leq Gr < 255$	$10 + 1.5C$	$36 + 0.75C$	$46 + 0.75C$

(4)根据当前像素与修正中心的距离确定修正强度.为防止修改区域内外之间形成明显的灰度对比,将圆形修改区域边缘处 $1/4L$ 的宽度设成强度渐减的羽化效果,如图 2 所示.方法是根据当前像素与修改中心的距离 dis 确定一修改强度系数 α :

$$\begin{cases} dis \leq 3/4 * L, \alpha = 1; \\ dis > 3/4 * L, \alpha = 1 - (dis - 3/4 * L)/10. \end{cases} \quad (4)$$

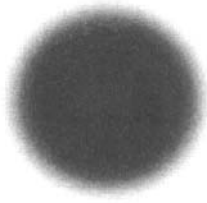


图 2 圆形修改区域羽化效果

(5) 确定该像素的最终三颜色分量值:

$$\begin{cases} R = R - \alpha * dr, \\ G = G - \alpha * dg, \\ B = B - \alpha * db. \end{cases} \quad (5)$$

3 实验效果

为验证本方案对明显高光区的修正效果,首先在一证件相片的右脸上人为地添加明显的高光区,高光中心区为极值白色,如图 3(a).设置 $L = 60, C = 25$,在高光中心处做 4 次肤色补偿后(同位置上单击 4 次鼠标),右脸高光完全消失,该区域颜色过渡自然,看不出有修改过的痕迹,结果如图 3(b)~(e)所示.可见,本方案可以胜任明显高光区的修正.

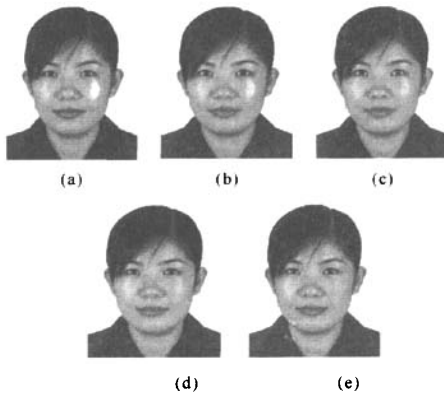


图 3 高光修正图例 1

(a)修正前;(b)1 次补偿;(c)2 次补偿;(d)3 次补偿;(e)4 次补偿.

实际相片的额头、颧骨处、鼻头等处易有高光现象,如图 4(a).取 $L = 50, C = 18$,在各高光处分别做 2 次补偿,可得图 4(b)修正效果.可见对于由皮肤油光、环境光照、镜头反光等引起的高光现象,一般只需要做 1 或 2 次补偿即可得到较好的修正效果.

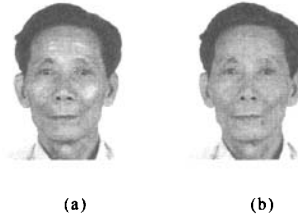


图 4 高光修正图例 2
(a)修正前;(b)修正后.

4 结束语

相对于复杂的双反射模型高光修正算法,本文采用的基于肤色补偿的修正方案具有计算简单、可控性强的优点.因为皮肤的修正基色可根据实际人相的肤色来设置,在实际应用中,该方案对大多数人脸彩色照片均能取得令人满意的高光修正效果.

参考文献:

- [1] Strörring M, Ganum E, Andersen HJ. Estimation of the illumination colour using highlights from human skin: proceedings of the 1st International Conference on Color in Graphics and Image Processing, Saint Etienne, 2000 [C/OL]. [2007-07-18]. <http://www.cvmt.dk/~mst/Publications/cgip2000html/>.
- [2] 陈锻生,刘政凯.彩色图像人脸高光区域的自动检测与校正方法[J].软件学报,2003,14(11):1900-1906.
- [3] Terrillon J C, Shirazi M N, Fukamachi H, et al. Comparative performance of different skin chrominance models and chrominance spaces for the automatic detection of human faces in color images; proceedings of IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Grenoble, France, 2000 [C]. Grenoble: IEEE Computer Society, 2000: 54-61.
- [4] 陶霖密,彭振云,徐光祐.人体的肤色特征[J].软件学报,2001,12(7):1032-1040.
- [5] 林福宗.多媒体技术基础[M].第 2 版.北京:清华大学出版社,2002:124-138.

(责任编辑:韦廷宗)