

12-12-2019

Face Skin Detection and Color Transferring

Fangfang Chen

Institute of Graphics and Image, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;

Zhongping Ji

Institute of Graphics and Image, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Face Skin Detection and Color Transferring

Abstract

Abstract: The reliable and accurate extraction of facial skin is a key and urgent problem for skin detection. This paper proposes a *face alignment and GMM (Gaussian mixture model)* to achieve face skin detection. We use the SCUT-FBP5500 face database, combined with *SOM (self-organizing Maps) and K-means clustering method* to cluster 9 pairs of facial features, and then use ResNet50 to predict face score. The color migration algorithm based on Lab space is used to migrate and edit the face color. The facts prove that the method has certain effect.

Keywords

face alignment, facial features, Gaussian mixture model, color transfer algorithm

Recommended Citation

Chen Fangfang, Ji Zhongping. Face Skin Detection and Color Transferring[J]. Journal of System Simulation, 2019, 31(7): 1377-1386.

人脸肤色检测与编辑

陈芳芳, 计忠平

(杭州电子科技大学图形图像研究所, 杭州 310018)

摘要: 可靠而准确的提取脸部皮肤是皮肤检测中关键而又紧迫的问题, 为了解决这一问题, 提出一种结合人脸对齐技术和高斯混合模型 *GMM (Gaussian mixture Model)* 来实现人脸皮肤检测。利用 SCUT-FBP5500 人脸数据库, 利用 *SOM (Self-organizing Maps)* 与 *Kmeans* 结合的聚类方法对其中 9 对人脸脸型特征进行聚类处理, 利用 ResNet50 进行人脸颜值打分预测, 利用基于 Lab 空间的颜色移植算法对人脸肤色进行迁移编辑操作, 事实证明方法是有一定效果的。

关键词: 人脸对齐; 脸型特征; 高斯混合模型; 颜色移植算法

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2019) 07-1377-10

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.18-VR0744

Face Skin Detection and Color Transferring

Chen Fangfang, Ji Zhongping

(Institute of Graphics and Image, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The reliable and accurate extraction of facial skin is a key and urgent problem for skin detection. This paper proposes a *face alignment and GMM (Gaussian mixture model)* to achieve face skin detection. We use the SCUT-FBP5500 face database, combined with *SOM (self-organizing Maps)* and *K-means clustering method* to cluster 9 pairs of facial features, and then use ResNet50 to predict face score. The color migration algorithm based on Lab space is used to migrate and edit the face color. The facts prove that the method has certain effect.

Keywords: face alignment; facial features; Gaussian mixture model; color transfer algorithm

引言

互联网及人工智能时代的蓬勃发展使得一系列新兴行业像雨后春笋般涌现, 计算机视觉和新一代人机交互方面的应用价值使得肤色检测技术成为一种独立的研究课题从而深受国内外学者的关注。其中肤色检测技术具体是指通过检测一张图片中的像素是否被判定为皮肤像素的技术的过

程。在很多应用领域肤色检测技术发挥了关键性的作用, 如人脸识别检测、人脸表情识别、人脸追踪、手势识别、虹膜识别、掌纹识别和不良图像过滤等^[1-3], 驾驶员疲劳检测^[4], 人机交互^[5-6]以及各种计算健康信息学^[7], 其中, 皮肤检测作为最重要且最为基本的步骤, 具有相当大的研究价值和意义。

1 背景介绍

在许多流行的使用色彩空间中, 皮肤之间存在显着的重叠和非皮肤像素, 背景中许多物体(例如墙壁, 木头和布)可以具有与不同类型的人类皮肤相似的颜色。一些背景复杂的不考虑相邻像



收稿日期: 2018-06-14 修回日期: 2018-11-05;
基金项目: 国家自然科学基金(61572161, 61202278, 61202279);
作者简介: 陈芳芳(1993-), 女, 安徽安庆, 硕士生, 研究方向为计算机图形图像; 计忠平(通讯作者 1980-), 男, 浙江桐乡, 博士生, 副教授, 硕导, 研究方向为数字几何处理、计算机图形学和机器学习。

<http://www.china-simulation.com>

• 1377 •

素, 很难确定单个像素是皮肤还是非皮肤。此外, 皮肤检测的表现还受到各种其他因素(不均匀照明, 相机特性, 受试者种族, 年龄, 性别等)的影响^[8]。在过去几年中, 已经提出了多种方法来解决这些问题。近些年中的研究集中在不同的色彩空间(如 RGB^[9], YCbCr^[10], CIE-XYZ^[11], HSV^[12]和 SKN^[13]), 特征提取(如色彩^[14], 纹理^[15]和空间分布^[16])以及分类方法(高斯混合模型^[17], 支持向量机^[18], 神经网络^[19], 随机森林^[20])。人脸的审美标准中, 除了脸型和五官外, 皮肤的纹理及肤色是人脸审美中很重要的一个部分。颜色是图像中最吸引人的一部分, 能够将源图像色彩信息传递给目标图像, 然后使目标图像能够具有源图像相似的色彩特性。很多学者提出通过各种颜色移植算法修改人脸的肤色。Rechhard 等^[21]提出通过彩色图像之间颜色的迁移算法实现对图像整体颜色的修改, Welsh 等^[22]提出对灰度图进行着色的颜色改变算法, 在保持亮度的前提下找到与源图像中匹配的像素然后将其传递给目标图像。在数据挖掘和智能计算中, 作为数据可视化和挖掘的强大工具, SOM 已经被应用于各种领域^[23-24]。如模式识别, 成像分析, 行业过程监控, 故障检测, 入侵等。Kmeans 可以有效的处理数据库, 但是它依赖于初始数据的选择, 否则它不能收敛或收敛到局部最优^[25]。最近, 面部吸引力预测已成为面部美容分析的一个重要问题^[26], 基于数据驱动的学习方法, 可以为推荐系统^[27], 基于内容的图像检索^[28], 脸部美化^[29]和脸部编辑^[30]等各种有用的应用建立自动面部吸引力预测器。

2 肤色检测

2.1 SCUT-FBP5500

华南理工大学发布了关于颜值预测的论文和数据集^[33], 数据集包括 5 500 人, 每人按颜值魅力打分, 分值在 1~5 分之间。这个数据库包括 5 500 张图片, 其中 2 000 张亚洲女性, 2 000 张亚洲男性, 750 张高加索男性, 750 张高加索女性, 其中

本文本篇论文主要是对其中 2 000 张亚洲女性图片进行颜值预测。(注明: 本文中所采用的人脸照片全都源于 SCUT-FBP5500 数据集^[32])如图 1 所示。



图 1 SCUT-FBP5500 数据库
Fig. 1 SCUT-FBP5500 database

2.2 人脸对齐

Dlib 是一个包含机器学习算法的 C++ 开源工具包。Dlib 可以帮助创建很多复杂的机器学习方面的软件来帮助解决实际问题。目前 Dlib 已经被广泛的用在行业和学术领域, 包括机器人, 嵌入式设备, 移动电话和大型高性能计算环境。

首先利用 Dlib 库, 对人脸五官进行对齐操作, 利用种子皮肤即精确的人脸部分皮肤; 然后对这一部分种子皮肤建立高斯混合模型, 阈值化之后得到分割皮肤区域的二值图像, 结合开运算和闭运算以及连通域查找算法筛选人脸伪轮廓找到准确的人脸皮肤范围。如图 2 所示。

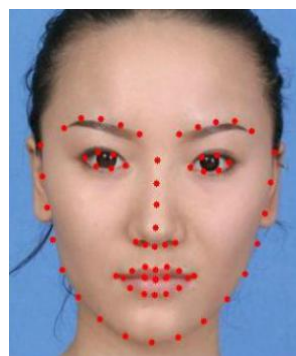


图 2 人脸对齐
Fig. 2 Face alignment

2.3 高斯混合模型

本文选取 Lab 模型, 它的色度空间是基于人类对色彩的感知, 此模型拥有 3 个通道, 其中 L 表示亮度, a, b 两个通道分别表示色彩范围。高斯混合模型能够充分将人脸肤色像素点在 ab 空间良好的聚类效果呈现出来:

其中 $P(X)$ 表示像素 $X(a,b)$ 属于肤色的概率:

$$P(X) = \sum_{j=1}^M W_j G_j(X, U_j, C_j) \quad (1)$$

单高斯模型的个数用 M 来表示, 第 j 个单高斯模型的权值和均值向量以及协方差矩阵分别用 W_j, U_j, C_j 表示。

如下所示:

$$\sum_{j=1}^M W_j = 1, 0 \leq W_j \leq 1, G_j(X, U_j, C_j) \quad (2)$$

$$G_j(X, U_j, C_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi|C_j|}} \times \exp\left[-\frac{1}{2}(X - U_j)C_j^{-1}(X - U_j)^T\right] \quad (3)$$

由式(2)判断像素 $X(a,b)$ 是否属于肤色像素, 通常, 采用 EM (Expectation Maximization Algorithm) 算法对 W_j, U_j, C_j 进行参数估计, 假定样本的像素总数为 N , 如下所示:

(1) 本文采用 Kmeans 聚类算法对肤色样本进行聚类操作, 分别计算各类的均值 U_j , 协方差矩阵 C_j 以及各类样本占样本总数的比例 W_j :

(2) 更新权值 W_j 和均值 U_j 以及协方差矩阵 C_j :

$$\text{令 } \alpha_{ij} = \frac{W_j G_j(X_i, U_j, C_j)}{\sum_{i=1}^M W_i G_i(X_i, U_i, C_i)}, \text{ 则}$$

$$W_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha_{ij} \quad (4)$$

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij} X_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij}} \quad (5)$$

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij} (X_i - U_j)(X_i - U_j)^T}{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij}} \quad (6)$$

(3) 反复迭代更新第(2)步一直到第(2)步中的 W_j, U_j, C_j 的参数值不再变化。

3 肤色编辑

3.1 RGB 空间和 Lab 空间的转化

本文一开始是将 RGB 空间转换基于人类感知的 Lab 色彩空间。由于 Lab 是由 LMS 锥空间进行的变换, 本文首先将图像转换为 LMS 空间, 分两步执行。第 1 种是从 RGB 到 XYZ 转换, 因为本文将色度图中的白色定义为: $x=X/(X+Y+Z)=0.333$, $y=Y/(X+Y+Z)=0.333$, 所以本文需要一个映射 $X=Y=Z=1$ 为了达到这个目的, 本文修改了 XYZitu601-1(D65)标准转换矩阵使行数加起来为 1。国际联盟标准矩阵为:

$$M_{lms} = \begin{bmatrix} 0.4306 & 0.3415 & 0.1784 \\ 0.2220 & 0.7067 & 0.0713 \\ 0.0202 & 0.1295 & 0.9394 \end{bmatrix} \quad (7)$$

通过让 $M_{lms}x=(111)^T$, 求解 x , 本文得到一个向量 x , 本文利用这个向量乘以矩阵 M_{lms} 的列, 产生所需的 RGB 到 XYZ 的转换:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5141 & 0.3239 & 0.1604 \\ 0.2651 & 0.6702 & 0.0641 \\ 0.0241 & 0.1228 & 0.8444 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

本文可使用以下转换将图像转换为 LMS 空间:

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3897 & 0.6890 & -0.0787 \\ -0.2298 & 1.1834 & 0.0464 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (9)$$

结合这两个矩阵对 RGB 和 LMS 这两个空间之间的进行以下转换:

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3811 & 0.5783 & 0.0402 \\ 0.1967 & 0.7244 & 0.0782 \\ 0.0241 & 0.1288 & 0.8444 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (10)$$

由于这个颜色空间中的数据表现出很大的偏差, 我们通过将数据转换为对数空间, 发现可以大大消除这些偏差:

$$\begin{aligned} L &= \log L \\ M &= \log M \\ S &= \log S \end{aligned} \quad (11)$$

Ruderman 等利用下面的转化:

$$\begin{bmatrix} l \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/\sqrt{3} & 0 & 0 \\ 0 & 1/\sqrt{6} & 0 \\ 0 & 0 & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

本文使用 Lab 改变到 LMS 使用矩阵变换:

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sqrt{3}/3 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{6}/6 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2}/2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

最后本文将 LMS 转化到 RGB 通道变化:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.4679 & -3.5873 & 0.1193 \\ -1.12186 & 2.3809 & -0.1614 \\ 0.0497 & -0.2439 & 1.2045 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} \quad (14)$$

3.2 颜色移植算法

l , a , b 定义为源图像数据的信道值, L , A , B 定义为修改后的信道的值;

源图像各通道均值: ml , ma , mb , 着色图像的各个通道的均值: ml' , ma' , mb' ;

源图像各个通道方差: nl , na , nb , 着色图像的各个通道的方差: nl' , na' , nb' ;

本文的目标是让合成图像呈现出另一幅图像的外观和感觉。更正式地说, 这意味着本文希望在 lab 空间中的某些数据点的分布可以在图像之间转移。因此, 我们的目标是用源图像和目标图像分别计算这些度量。本文分别在 Lab 空间中来分别计算 L , a , b 通道的均值和标准差。第 1 步, 先对每个通道减去通道自身的均值:

$$\begin{aligned} L &= l - ml \\ A &= a - ma \\ B &= b - mb \end{aligned} \quad (15)$$

然后, 本文通过利用各个方差比例因子来缩放包括合成图像的数据点:

$$\begin{aligned} L' &= \frac{nl'}{nl} L \\ A' &= \frac{na'}{na} A \\ B' &= \frac{nb'}{nb} B \end{aligned} \quad (16)$$

第 2 步:

$$\begin{aligned} L &= L' + ml' \\ A &= A' + ma' \\ B &= B' + mb \end{aligned} \quad (17)$$

结合前面的几个算式, 则修改后的源图像的各个通道的值为:

$$\begin{aligned} L &= \frac{nl'}{nl}(l - ml) + ml' \\ A &= \frac{na'}{na}(a - ma) + ma' \\ B &= \frac{nb'}{nb}(b - mb) + mb' \end{aligned} \quad (18)$$

4 脸型聚类

4.1 SOM 聚类算法

自组织映射神经网络, 称为 SOM (Self Organizing Maps), 是在从输入层到隐藏层的无监督学习类别中定义的人工神经网络算法。训练时采用“竞争性学习”, 每个输入样本在隐藏层中找到它的激活节点, 也叫“winning neuron”, 其中用随机梯度下降的方法来更新它的参数。与此同时, 与激活节点相邻的样本点还根据样本与激活节点的接近度来适当地更新参数。因此, SOM 的一个特征是隐藏层的节点是具有拓扑结构的。这个拓扑关系需要我们去确定, 如果隐藏节点依次连成一条线便可以得到我们的一维拓扑结构; 如果隐藏节点成为一个平面便可以得到我们想要的二维拓扑结构, 如图 3 所示(也叫 Kohonen Network)。

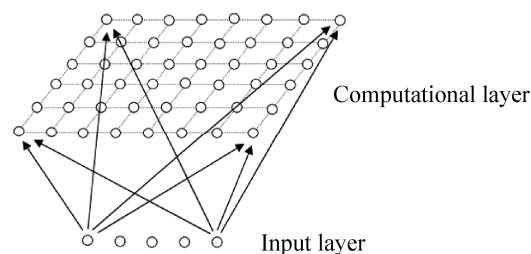


图 3 Kohonen 网络
Fig. 3 Kohonen network

由于隐藏层是具有拓扑结构的, 并且 Computation layer 节点与 Input layer 节点是具有全连接结构的,

因此可以理解为给定任意维度的样本输入都可以被 SOM 离散化到一维或者二维的离散空间上。

4.2 Kmeans 聚类算法

Kmeans 算法是通过使用误差平方和准则函数作为聚类标准的一种硬聚类算法。提出利用函数求极值的方法对迭代运算的不断调整的这样一个规则。Kmeans 算法使用欧几里得距离作为评判的一个依据, 即找到最佳分类向量 V , 其通过初试聚类中心使评估指数 J 最小化。如图 4 所示。

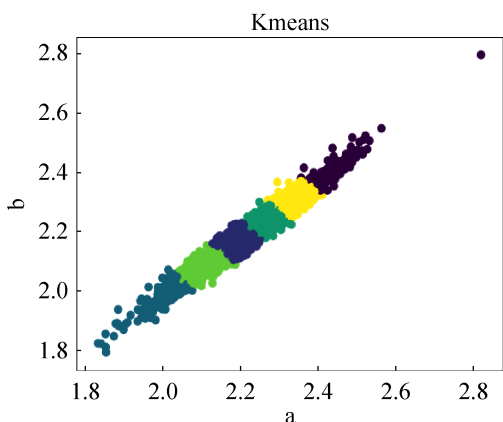


图 4 Kmeans 聚类算法
Fig. 4 Kmeans clustering algorithm

Kmeans 算法是一种聚类算法, 它通过使用距离作为相似性的评估指标这样的一种规则。其中它指出距离越近的样本变得更容易组成一个簇, 因此成为一个紧凑并且独立的簇成为该算法的最终目标。在初始化开始的时候, 任意 k 个样本点随机用作初始簇的中心点, 表示独立的簇。该算法最初根据每个采样点到集群中心的距离, 在每次迭代之后, 将数据样本中的每个样本分配给最接近每个样本的类。通过检查完所有数据样本, 完成迭代操作之后进而再次计算新的集群中心。直到迭代之前之后 J 的值都没有什么改变的话则说明算法已经趋于收敛的状态。如图 4 所示, 为 Kmeans 聚类算法结果图。

4.3 Kmeans+SOM

提出 Kmeans+SOM 结合的聚类方法, 利用

SOM 的在高维空间的拓扑结构不变性, 然后利用 Kmeans 基于距离的聚类算法对 SCUT-FBP5 500 其中的 2 000 张亚洲女性人脸的脸型聚类操作。其中利用人脸的几何特征对脸型进行分类, 其中本文选取了 9 对点对生成面部的几何特征。见图 5。

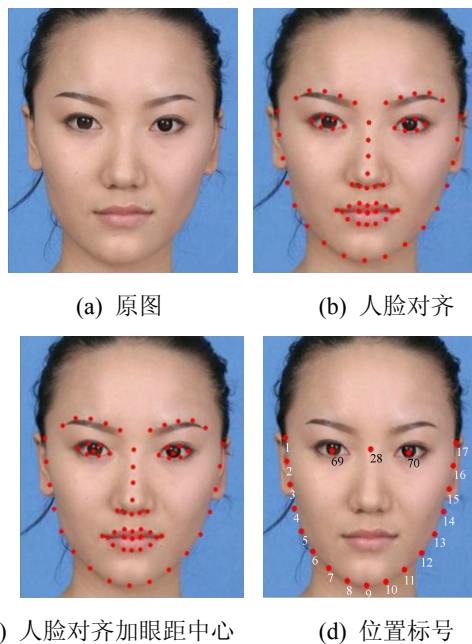


图 5 人脸对齐
Fig. 5 Face alignment

本文利用这 9 对点对作为人脸脸型判断特征。本文计算左右眼的中心点分别是第 69 个点, 第 70 个点, 其中本文选取 9 对点集特征进行归一化处理, 其中 9 对点对, 如表 1 所示。

表 1 人脸特征选取表

| Tab. 1 Face feature selection table | | |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|
| 序号 | 特征 | 比例 |
| 1 | 脸长/眼距 | dist (28, 9)/dist (69, 70) |
| 2 | 脸宽 1/眼距 | dist (1, 17)/dist (69, 70) |
| 3 | 脸轮廓 2/眼距 | dist (2, 16)/dist (69, 70) |
| 4 | 脸轮廓 3/眼距 | dist (3, 15)/dist (69, 70) |
| 5 | 脸轮廓 4/眼距 | dist (4, 14)/dist (69, 70) |
| 6 | 脸轮廓 5/眼距 | dist (5, 13)/dist (69, 70) |
| 7 | 脸轮廓 6/眼距 | dist (6, 12)/dist (69, 70) |
| 8 | 脸轮廓 7/眼距 | dist (7, 11)/dist (69, 70) |
| 9 | 脸轮廓 8/眼距 | dist (8, 10)/dist (69, 70) |

9 对点对中, 例如(28, 9)等, 表示第 28 个点 到第 9 个点之间的欧几里得距离, 然后将这九对特

征对作为脸型的判断标准。根据 9 维特征然后利用 SOM 和 Kmeans 结合的方法将 2 000 张亚洲女性人脸进行脸型分类。

图 5(a)是原图,图 5(b)是 dlib 定位到的 68 个坐标点,图 5(c)是加入了眼距中心的 2 个点分别是第 69 个点和第 70 个点,图 5(d)是定位本文 20 个点的位置图。

本文考虑将 som 与 Kmeans 相结合,根据选择的 9 对人脸脸型特征,首先利用 som 在高维空间上面的拓扑结构的不变性优势,使得投影点投影到二维平面,然后利用 Kmeans 将二维平面的点集进行聚类操作,将同一类脸型特征进行聚类处理。图 6(a)是 SOM+Kmeans 聚类算法在二维空间的投影图,如图 6 所示。图 6(b)是利用归一化结果,其中本文选择将人脸脸型聚类分为 5 类,更为符合人脸的脸型分类结果。如图 6 所示。

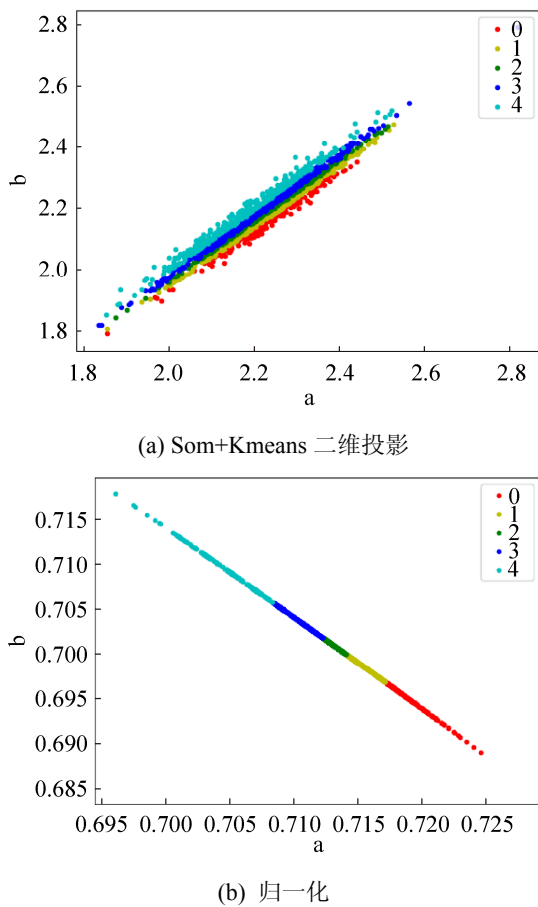


图 6 Som 结合 Kmeans 算法聚类图

Fig. 6 Clustering diagram based on SOM and K-means algorithms

5 实验结果及比较

5.1 肤色检测实验结果分析与对比

首先本文对图 7(a)利用 dlib 库进行人脸对齐,其次利用图 7(b)部分皮肤进行高斯混合模型建模,使之得到精确的人脸皮肤。图 7(c)是阈值化之后得到的肤色分割的二值图像。如图 7 所示。

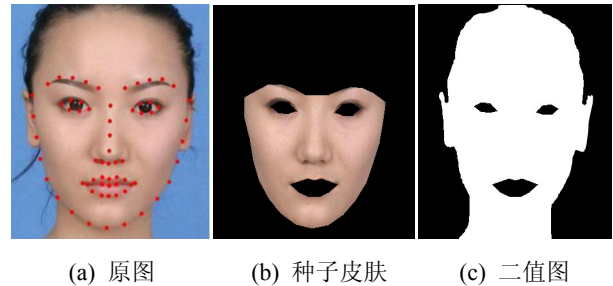


图 7 利用高斯混合模型得到二值图
Fig. 7 Using Gaussian mixture model to obtain a binary

图 8 中通过与椭圆肤色检测模型进行了对比,实验证明本文通过人脸对齐与高斯混合模型结合的方法相对于椭圆模型在检测上面有相当大的优势。利用本文的算法可以精确的检测出嘴巴眼睛等位置,辨别非皮肤区域肤色,相较于椭圆模型来说检测效果更为精确。而椭圆模型在肤色识别的效果上相较于边缘区域而言不是特别精确特别是在椭圆模型检测的第 3 幅图上面对于头发区域误检为人脸区域,对于检测效果鲁棒性不够,本文中立足于由一到一,而不是多到一,具体解释为不同个人之间肤色的是有一定差异的,针对每个人来说,每个人的全身的肤色变化相对来说确是比较小的。因此利用人脸的部分皮肤估测整体人脸面部皮肤是有相当大的意义和价值的。如图 8 所示。

5.2 ResNet50 网络结构

图 9 是 ResNet50 的整体模型图。ResNet50 是一个深度卷积的残差网络,它通过增加网络的深度来改善网络的性能,其中的 CONV 表示卷积层, Batch Norm 表示 Batch 归一化层, ID BLOCK 表示 Identity 块, Conv BLOCK 表示卷积块,见图 9。

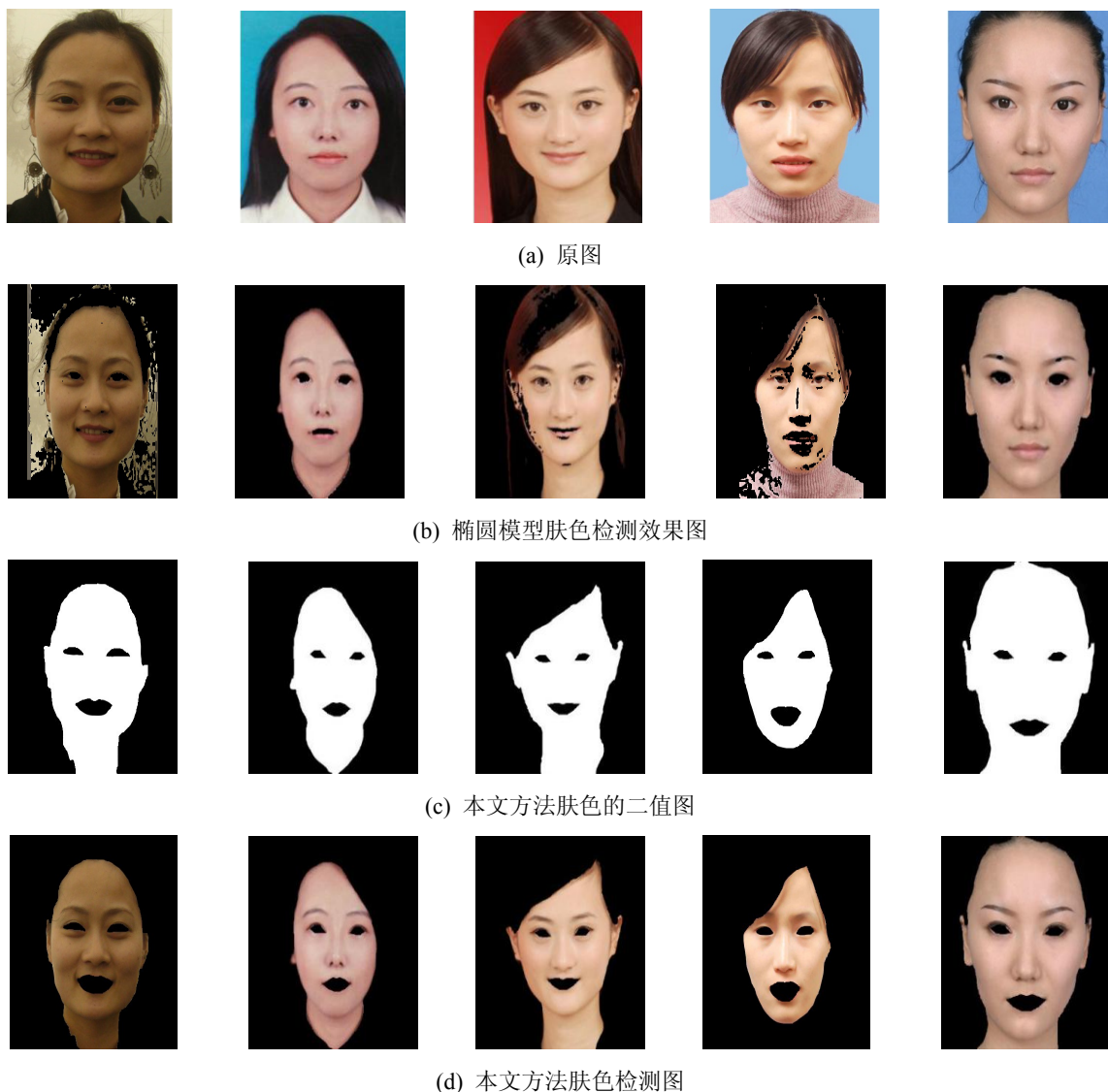


图 8 本文算法与椭圆模型肤色对比实验图
Fig. 8 Comparison of experimental and ellipse models in this paper

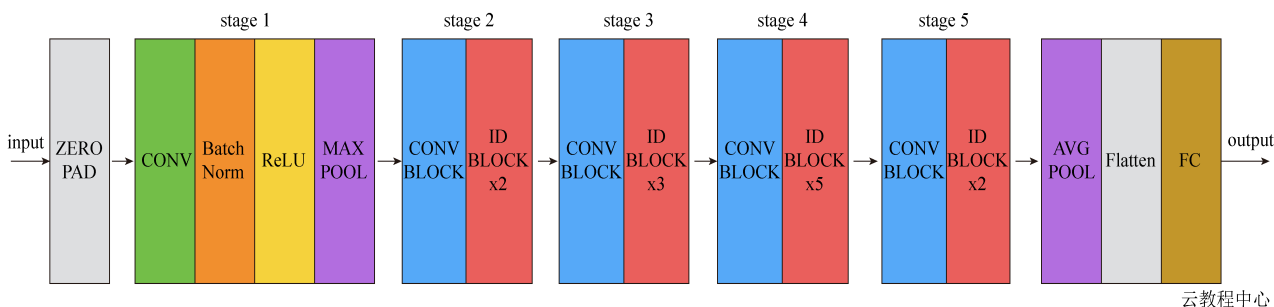


图 9 ResNet-50 的整体结构图
Fig. 9 Overall structure of ResNet50

5.3 实验结果分析

如图 10 所示, 分别显示了不同种肤色的编辑效果, 其中本文中我们训练了 ResNet50 这个网络,

得到了表 2 的得分情况, 如表 2 所示。其中表 2 标签一栏中表示的是原图的分值(其中是由 SCUT-FBP5500label 标签评分), 其中在第 4 个例子中,

<http://www.china-simulation.com>

原图 2.433 分, 经过我们的肤色编辑效果最好的时候达到了 2.750 分, 图 10 中第(1)~(4)行是每个例子呈现的不同效果, 其中每行的第一幅图都是原图, 后面的每幅图都是不同的效果图, 我们可以直观的看出每一行中人脸的肤色都是有一定的变化的, 其中图 10 中每一行效果 1, 效果 2, 效果 3, 效果 4 都是通过不同的人脸肤色对原图肤色编辑所得到的结果。

通过表 2 的效果 1 和效果 2 看肤色是有一定的改变的, 对比图 10 中效果 2 肤色编辑的效果可以看出更为符合人类的审美标准, 皮肤更为白

净, 效果 3 与原图对比在亮度上面有一定的改善, 但是皮肤的整个色度更偏向于橙色, 效果 4 肤色显得更为红润一点, 但是可能肤色更偏向于紫色, 对比表 2 的效果 3 和效果 4 一栏的结果相比人脸肤色评分反而下降了, 进一步说明了利用 Resnet50 颜值评分网络更加符合人类的主观审美标准。

因此更加合理的说明了我们基于 Lab 空间的肤色移植算法在一定程度上可以改善人脸肤色, 使其修改之后的人脸肤色更为符合人类的一个主观审美标准。

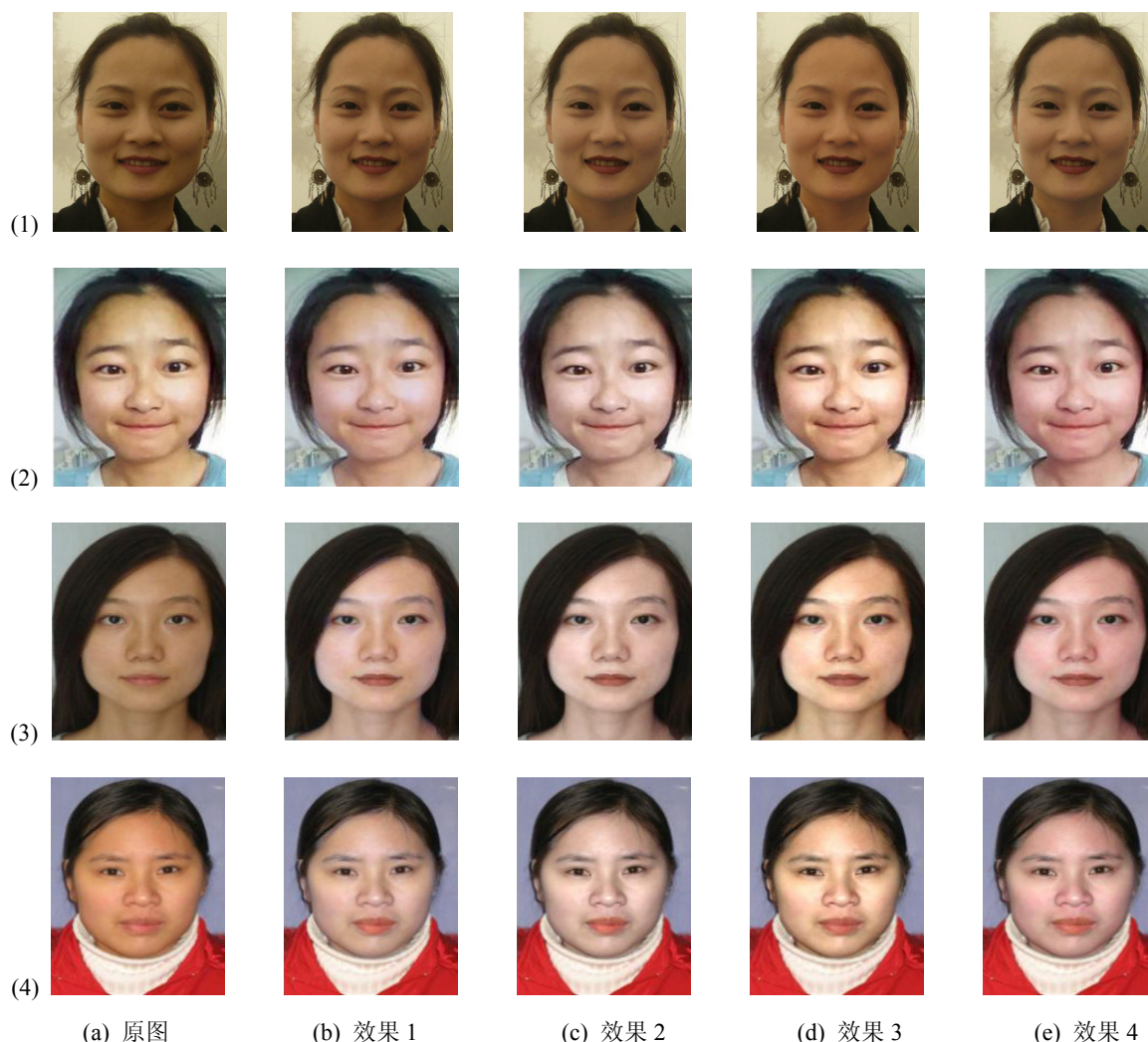


图 10 本文肤色编辑算法效果图
Fig. 10 Rendering of the skin color editing algorithm

表 2 ResNet50 评分图
Tab. 2 ResNet50 score map

| 分类 | 标签 | 原图 | 效果 1 | 效果 2 | 效果 3 | 效果 4 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) | 3.116 | 3.024 | 3.336 | 3.343 | 3.214 | 3.378 |
| (2) | 2.700 | 3.143 | 3.191 | 3.234 | 3.219 | 3.039 |
| (3) | 2.900 | 3.178 | 3.303 | 3.267 | 3.267 | 3.052 |
| (4) | 2.433 | 2.455 | 2.623 | 2.706 | 2.750 | 2.459 |

6 结论

本文提出一种将人脸对齐技术结合高斯混合模型的算法, 根据人脸对齐, 找到人脸精确的部分皮肤, 建立高斯混合模型。然后利用 som 和 Kmeans 结合的聚类算法利用本文所提出的 9 对人脸特征将 SCUT-FBP 5 500 中的 2 000 张亚洲女性的脸型进行脸型分类, 将脸型得到很好的分类, 然后利用基于 Lab 空间的颜色移植算法对人脸肤色进行修改, 实验证明本文的方法还是对人脸肤色检测与编辑有其一定的优势。在对人脸肤色改善方面取得了一定的效果, 也符合人类的一个主观审美标准, 有其一定的优势和价值, 在未来的工作中, 我们将结合深度学习针对人脸的暗光以及侧脸进行进一步的研究和学习。

参考文献:

- [1] Hu W, Wu O, Chen Z, et al. Recognition of Pornographic Web Pages by Classifying Texts and Images[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (S0162-8828), 2007, 29(6): 1019-1034.
- [2] Kakumanu P, Makrogiannis S, Bourbakis N. A survey of skin-color modeling and detection methods[J]. Pattern Recognition (S0031-3203), 2007, 40(3): 1106-1122.
- [3] Lee J S, Kuo Y M, Chung P C, et al. Naked image detection based on adaptive and extensible skin color model [J]. Pattern Recognition (S0031-3203), 2007, 40(8): 2261-2270.
- [4] Devi M S, Bajaj P R. Driver Fatigue Detection Based on Eye Tracking[C]// International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology. Nagpur, Maharashtra, India: IEEE, 2008: S453-S463.
- [5] Chai D, Phung S L, Bouzerdoum A. Skin color detection for face localization in human-machine communications [C]//Signal Processing and ITS Applications, Sixth

- International, Symposium on. IEEE. Kuala Lumpur, Malaysia, 2001: 343-346.
- [6] Jaimes A, Sebe N. Multimodal human computer interaction: a survey[C]// International Conference on Computer Vision in Human-Computer Interaction. Beijing, China: Springer-Verlag, 2005: 1-15.
- [7] Herland M, Khoshgoftaar T M, Wald R. Survey of Clinical Data Mining Applications on Big Data in Health Informatics[C]// International Conference on Machine Learning and Applications. Copenhagen, Denmark: IEEE, 2014: 465-472.
- [8] Mahmoodi M R, Sayedi S M. A Comprehensive Survey on Human Skin Detection[J]. International Journal of Image Graphics & Signal Processing (S2074-9074), 2016, 8(5): 1-35.
- [9] Jones M J, Rehg J M. Statistical color models with application to skin detection[M]. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [10] Khan R, Hanbury A, Ttinger J, et al. Color based skin classification[J]. Pattern Recognition Letters (S0167-8655), 2012, 33(2): 157-163.
- [11] Chaves-González J M, Vega-Rodríguez M A, Gómez-Pulido J A, et al. Detecting skin in face recognition systems: A colour spaces study[J]. Digital Signal Processing (S1051-2004), 2010, 20(3): 806-823.
- [12] Muhammad B, Abu-Bakar S A R. A hybrid skin color detection using HSV and YCgCr color space for face detection[C]// IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications. Kuala Lumpur: IEEE, 2016: 95-98.
- [13] Villagra A, Leguizamón G, Alba E. Active components of metaheuristics in cellular genetic algorithms[J]. Soft Computing (S1432-7643), 2015, 19(5): 1-15.
- [14] Osman M Z, Maarof M A, Rohani M F. Towards Integrating Statistical Color Features for Human Skin Detection[C]// International Conference on Engineering and Applied Sciences. Hong Kong, China: IEEE, 2016.
- [15] Al-Mohair H K, Mohamad Saleh J, Suandi S A. Hybrid Human Skin Detection Using Neural Network and Kmeans Clustering Technique[J]. Applied Soft Computing (S1568-4946), 2015, 33(C): 337-347.
- [16] Kawulok M, Kawulok J, Nalepa J. Spatial-based skin detection using discriminative skin-presence features[J]. Pattern Recognition Letters (S0167-8655), 2014, 41(C): 3-13.
- [17] Lin L, Goodrich M A. Hierarchical Heuristic Search Using a Gaussian Mixture Model for UAV Coverage

- Planning[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (S0018-9472), 2014, 44(12): 2532-2544.
- [18] Zhu Q, Cheng K T, Wu C T. A unified adaptive approach to accurate skin detection[C]// International Conference on Image Processing. Singapore, Singapore: IEEE, 2004, 2: 1189-1192.
- [19] Bhojar K K, Kakde O G. Skin Color Detection Model Using Neural Networks and its Performance Evaluation[J]. Journal of Computer Science (S1549-3636), 2010, 6(9): 955-960.
- [20] Khan R, Hanbury A, Stoeftinger J. Skin detection: A random forest approach[C]// IEEE International Conference on Image Processing. Hong Kong, China: IEEE, 2010: 4613-4616.
- [21] Reinhard E, Ashikhmin M, Gooch B, et al. Color Transfer between Images[J]. IEEE Computer Graphics & Applications (S0272-1716), 2002, 21(5): 34-41.
- [22] Welsh T, Ashikhmin M, Mueller K. Transferring color to greyscale images[J]. Acm Trans Graphics (S0730-0301), 2002, 21(3): 277-280.
- [23] Widrow B, Rumelhart D E, Lehr M A. Neural networks: applications in industry, business and science[J]. Communications of the Acm (S0001-0782), 1994, 37(3): 93-105.
- [24] Chang C H, Xu P, Xiao R, et al. New adaptive color quantization method based on self-organizing maps[J]. IEEE Transactions on Neural Networks (S1045-9227), 2005, 16(1): 237-249.
- [25] Fayyad U M, Reina C A, Bradley P S. Initialization of Iterative Refinement Clustering Algorithms[C]// knowledge discovery and data mining. New York. KDD. 1998: 194-198.
- [26] Zhang D, Chen F, Xu Y. Computer Models for Facial Beauty Analysis[M]. Springer: Springer Publishing Company, Incorporated, 2016.
- [27] Liu Luoqi, Xu Hui, Liu Si, et al. "Wow! you are so beautiful today!"[C]// ACM International Conference on Multimedia. New York: ACM, 2013: 437-438.
- [28] Perronnin F, Marchesotti L, Murray N. AVA: A large-scale database for aesthetic visual analysis[C]// IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Providence, RI: IEEE Computer Society, 2012: 2408-2415.
- [29] Liang L, Jin L, Li X. Facial Skin Beautification Using Adaptive Region-Aware Masks[J]. IEEE Transactions on Cybernetics (S2168-2267), 2017, 44(12): 2600-2612.
- [30] Liang L, Jin L, Zhang X, et al. Multiple Facial Image Editing Using Edge-Aware PDE Learning[J]. Computer Graphics Forum (S0167-7055), 2015, 34(7): 203-212.
- [31] Zhou E, Fan H, Cao Z, et al. Extensive Facial Landmark Localization with Coarse-to-Fine Convolutional Network Cascade[C]// IEEE International Conference on Computer Vision Workshops. Sydney, NSW: IEEE Computer Society, 2013: 386-391.
- [32] Liang L, Lin L, Jin L, et al. SCUT-FBP5500: A diverse benchmark dataset for multi-paradigm facial beauty prediction[C]// 2018 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). Beijing, China: IEEE, 2018: 1598-1603.
- [33] Xie D, Liang L, Jin L, et al. SCUT-FBP: A benchmark dataset for facial beauty perception[C]// 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and = Cybernetics. Kowloon: IEEE, 2015: 1821-1826.