

面向服装 E-Commerce 的模特眼睛定位方法^①

周千明¹, 朱欣娟¹, 王巧侠²

¹(西安工程大学 计算机科学学院, 西安 710048)

²(陕西师范大学 新闻与传播学院, 西安 710062)

摘要: 针对电子商务网站二维服装虚拟试穿与搭配展示中模特图像配准的需求, 提出了一种基于 K-均值聚类和扫描标号法相结合的模特眼睛定位方法。首先对模特图像进行 Gamma 矫正, 进而以 K-均值聚类为基础分割图像并完成候选区域的边缘检测, 最后采用扫描标号法定位模特眼睛。实验结果表明了该方法的鲁棒性与有效性。

关键词: 人眼检测; 眼睛定位; 图像分割; 边缘检测; 扫描标号; 服装模特

Model Eyes Location in Apparel E-Commerce

ZHOU Qian-Ming¹, ZHU Xin-Juan¹, WANG Qiao-Xia²

¹(School of Computer Science, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

²(School of News and Media, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Aiming at the needs of registration for model images in two-dimensional virtual try-on and fashion match presentation in E-Commerce web sites, this paper proposes a model eyes location method based on K-means clustering combined with scanning labeling method. First, gamma correction is taken on the model image, then image segmentation is achieved based on K-means clustering. Followed by image segmentation, edge detection of candidate region is fulfilled. At last, scanning labeling method is used to locate model eyes. Experimental results show the robustness and effectiveness of this method.

Key words: eye detection; eye location; image segmentation; edge detection; scanning labeling method; fashion model

人眼检测作为模式识别领域的研究热点已越来越受到人们的重视^[1]。近几年来, 人们提出了很多人眼检测与定位的算法。目前, 眼睛定位算法可分为两类: 基于知识的方法和基于统计学习的方法^[2]。前者包括积分投影法、模板匹配法、边缘提取法等, 而神经网络、支持向量机、AdaBoost 算法等可以归到后者。

二维服装展示是 B2C 电子商务网站必备和基本的功能。在当前流行的服装电子商务中, 核心特色就是服装产品的虚拟试穿与搭配展示。文献[3]提出了二维服装搭配展示原型系统, 通过拍照获得裸体模特和不同着装模特的蓝屏图像, 并假定所拍摄的照片都是标准的, 采用抠图技术和图像叠加技术实现服装的虚拟试穿与搭配展示。在实际对服装模特图像的采集中, 所拍摄不同图像模特的几何位置可能存在一定程度的

偏差, 从而会对最终的试穿与搭配展示效果造成影响。为了消除这种偏差, 使不同图像中模特的几何位置标准化, 需要预先对模特图像进行配准。考虑到服装模特在着装前后固有的一些变化(如发型变化, 某些区域的皮肤被服装覆盖等), 在不影响服装展示美观的前提下, 模特眼睛是配准模特图像的基准点选择的理想区域。在文献[3]研究的基础之上, 针对服装模特图像的特点, 本文提出一种基于 K-均值聚类和扫描标号法相结合的眼睛定位方法, 并给出实验结果。

1 模特眼睛定位算法框架

本文所提出的模特眼睛定位算法的核心是基于 K-均值聚类的图像分割和图像扫描标号, 系统的工作流程如图 1 所示。结合电子商务网站二维服装虚拟试

① 基金项目:西安市科技局创新支撑计划(CXY1010(3))

收稿时间:2011-04-13;收到修改稿时间:2011-05-03

穿与搭配展示的实际,系统对输入的模特图像要求是:
a) 通过专业数码相机拍摄的裸体模特或着装模特的蓝屏图像;b) 图像中模特的头发不能将眼睛完全遮盖或部分遮盖;c) 图像中模特的姿势相对于端正姿势的旋转角度位于 $[-50^\circ, 50^\circ]$ 区间内。

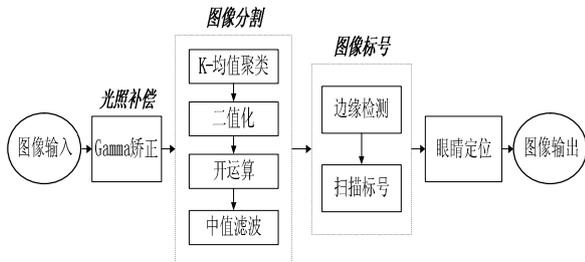


图 1 模特眼睛定位工作流程

图像输入之后,第一步采用 Gamma 矫正的方式进行光照预处理。第二步,采用 K-均值聚类算法分割图像,并进行相应的区域颜色归一化,将图像二值化为黑白两个区域,进而运用形态学开运算和中值滤波算法除去图像中噪声及分割图像带来的斑点。第三步即图像扫描标号,先对包含脸部皮肤的区域进行边缘检测,获得边界值,再在此边界囊括的范围内进行图像扫描标号,进而根据标号的顺序与几何关系准确定位眼睛。

2 模特眼睛定位算法的实现

2.1 光照预处理

经过试验发现输入图像的色彩信息常常会受到光源颜色、光照强度、数码相机色彩偏差等因素的影响,为了提高模特眼睛定位的准确性,有必要预先对图像进行光照补偿。Gamma 矫正可以使得图像阴影区域的灰度值变化的幅度增大,同时压缩高光区域灰度值变化的幅度。一般情况下,当用于 Gamma 矫正的值大于 1 时,图像的高光部分被压缩而暗调部分被扩展^[4]。用于 Gamma 矫正的映射表为:

$$\begin{cases} R_{destination} = 255 \left(\frac{R_{source}}{255} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \\ G_{destination} = 255 \left(\frac{G_{source}}{255} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \\ B_{destination} = 255 \left(\frac{B_{source}}{255} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \end{cases} \quad (1)$$

其中, R_{source} 、 G_{source} 、 B_{source} 分别为源模特图像像

素的色彩分量,相应地, $R_{destination}$ 、 $G_{destination}$ 、 $B_{destination}$ 分别为矫正后的像素色彩分量。在实际处理中, γ 的值取 1.32。如图 2 所示,经过 Gamma 矫正之后,整个模特图像的亮度变高了,从而减少对非肤色像素误判的几率。



图 2 Gamma 矫正前后的模特图像对比图

2.2 模特图像分割

2.2.1 K-均值聚类及二值化

由于模特图像背景为蓝屏,除了服装之外,整个图像的相近颜色区域比较集中,如蓝屏背景区域、模特头发区域、模特皮肤区域等。一般而言,模特肤色、背景颜色与服装颜色三者差异较大,具有明显的颜色梯度。以此为出发点,采用 K-均值聚类算法对模特图像进行分割,进而容易获取模特眼睛定位的目标区域。K-均值聚类算法是一种典型的特征空间聚类算法,可以将图像分割成 K 个区域。K-均值聚类算法的具体步骤如下^[5]:

- ① 确定 K 个初始聚类: C_1, C_2, \dots, C_k ($C_i = [R_i, G_i, B_i]$ $i=1, 2, \dots, k$).
- ② 根据欧式距离计算各个像素与聚类之间的距离,并归入距离最小的那个类。
- ③ 更新聚类:

$$\begin{cases} C_{jR}(n+1) = \frac{1}{N_j(n)} \sum_{x \in K_j(n)} x_R \\ C_{jG}(n+1) = \frac{1}{N_j(n)} \sum_{x \in K_j(n)} x_G \\ C_{jB}(n+1) = \frac{1}{N_j(n)} \sum_{x \in K_j(n)} x_B \end{cases} \quad (2)$$

其中, $N_j(n)$ 为第 n 次迭代后聚类 K_j 中像素的个数,

x_R 、 x_G 、 x_B 分别为 R、G、B 分量值。

④ 若所有聚类中的 R、G、B 分量有 $C_i(n+1) = C_i(n)$ ，则终止迭代，否则回到步骤②。

在对模特图像的处理中，设定 $K=3$ ，效果如图 3 所示。模特图像经过 K -均值聚类后，整个图像只有 3 种颜色区域，分别标记为 1、2、3。模特头发与服装呈现同一种颜色(标号 2)，模特皮肤与腰带呈现为同一种颜色(标号 1)，标号 3 为背景蓝屏颜色。并且，各个颜色区域的交界处像素的颜色差异十分明显，不存在区域边缘过渡颜色带，这为后续精确的边缘检测提供了极大的方便。

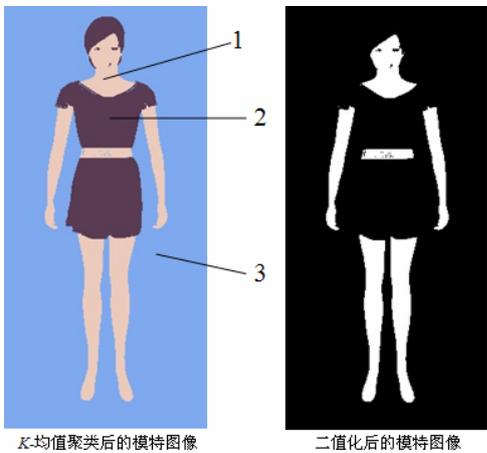


图 3 K-均值聚类后与二值化后的模特图像

在 K -均值聚类的基础上，进一步对模特图像进行分割。通过自左至右、从上往下逐像素扫描的方法，先后获取标号 3、标号 2 区域的颜色值，然后将整个模特图像与标号 3 或标号 2 颜色相同的像素颜色置为黑色，将剩余部分的像素颜色置为白色，从而得到二值化的模特图像。

2.2.2 形态学开运算与中值滤波

模特图像经过 K -均值聚类与二值化之后，额外地增加了一些噪声与疵点，这就需要对这些噪声与疵点进行处理。一般来说，开运算能有效去除孤立的小点、毛刺，使对象的轮廓变得光滑，断开狭窄的间断(即连通两块区域的小点)，而对象的总体位置和形状不变^[6]。在数学形态学图像处理中，开运算实际上就是先作腐蚀运算，再作膨胀运算。腐蚀运算可以降低图像较亮边缘的灰度值且收缩区域边缘。膨胀运算具有边缘暗细节消除作用，增强亮区域边缘。本文采用“十”字型腐蚀和“十”字型膨胀对模特图像进行开运算，数学表

达式为：

$$g(x, y) = \text{dilation}\{\text{erosion}[f(x, y), B], B\} \quad (3)$$

其中， $g(x, y)$ 为开运算后的二值图像， $f(x, y)$ 为原二值图像， B 为结构元素。 $\text{erosion}[f(x, y), B]$ 为腐蚀运算， $\text{dilation}\{\text{erosion}[f(x, y), B], B\}$ 即对腐蚀运算后所得的二值图像作膨胀运算。本文采用的结构元素 B

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

为 3 位“十”字型结构元素，其矩阵表示为

为了进一步消除噪声可能带来的影响，提高眼睛定位的准确性，在形态学开运算的基础上，采用 3×3 中值滤波技术对模特图像进行处理。效果如图 4 所示。

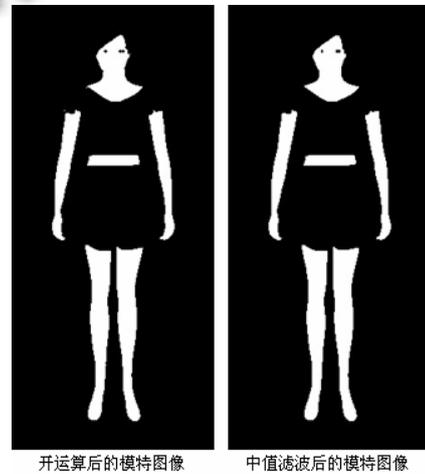


图 4 形态学开运算后与中值滤波后的模特图像

对比二值化后的模特图像，不难发现，对模特图像进行形态学开运算处理后，图像中的小区域像素点如果不能构成“十”字，就被剔除掉，如模特嘴角部位的小区域像素点。经过开运算后，图像中某些孤立的疵点仍可能存在，中值滤波对形态学开运算作了较好的补充，进一步将这些孤立的疵点除去，并且对图像边缘起到了一定程度的平滑作用。

2.3 图像扫描标号及眼睛定位

2.3.1 边缘检测与扫描标号

模特图像经过形态学开运算和中值滤波后，面部轮廓变得平滑清晰，并且模特眼睛区域的像素高度集中，成多边形规则分布。因此，可以采用图像扫描标号法对模特眼睛区域的像素点进行标记，进而由几何关系定位眼睛的中心像素点。考虑到模特眼睛位于中值滤波后图像中由上往下第一个白色区域内(即包含

脸部的白色区域), 可以将对模特图像的扫描标号限定在此区域内进行。显然, 对此区域的获取极其重要。传统的区域生长算法往往需要反复进行费时费内存的堆栈操作, 计算代价很大。为了提高处理速度, 采用一种简单易行的边缘检测算法。首先对此区域进行边缘检测, 获得边界像素值, 然后在这些边界像素值囊括的范围内进行图像扫描标号。

在前文对模特图像的处理基础之上, 容易对包含脸部的白色区域进行边缘检测。由于该区域的边界上下两行的像素的横坐标相差很少(一般在 10 个像素以内), 因而可以以该区域的最高像素行的左右端点为起点, 以该区域对低像素行的左右端点为终点, 将该区域的边缘分为左右两部分, 采用试测法进行检测。以该区域左部分的边缘检测为例, 设 $\text{pixel}(x, y)$ 为该区域左边缘部分的某一像素点, 则获得左边边缘部分下一行像素点 $\text{pixel}(x_{\text{Next}}, y_{\text{Next}})$ 的算法核心流程如图 5 所示:

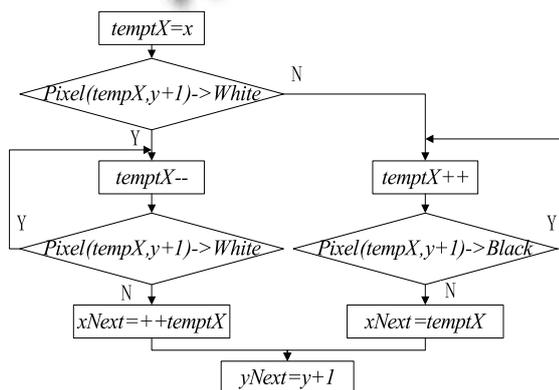


图 5 简化的边缘检测算法核心流程

该算法的思路是: 以像素点 $\text{pixel}(x, y)$ 为基础, 对与它横坐标相同的下一行的像素点 $\text{pixel}(x, y+1)$ 的颜色进行试测, 如果像素点 $\text{pixel}(x, y+1)$ 的颜色为白色, 则以像素点 $\text{pixel}(x, y+1)$ 为中心, 自右至左逐像素点试测, 直到检测到最左的白色像素点, 即 $\text{pixel}(x_{\text{Next}}, y_{\text{Next}})$; 如果像素点 $\text{pixel}(x, y+1)$ 的颜色为黑色, 类似地自左至右逐像素点试测直至检测到 $\text{pixel}(x_{\text{Next}}, y_{\text{Next}})$ 。

根据该算法的思路, 在实际的处理中, 可以对包含脸部的白色区域的左右边缘检测同时进行。当试测的左边缘像素点的横坐标大于已检测的上一行右边缘像素点的横坐标, 或者, 当试测的右边缘像素点的横

坐标小于已检测的上一行左边缘像素点的横坐标时, 边缘检测终止。

扫描标号法的基本出发点就是使图像中不同的不连通的像素点所构成的几何体都有唯一识别的标号。算法分 3 步进行: a) 首先自左至右、从上往下扫描, 同一行中不连通的行程, 按顺序标不同的号, 不同的列按顺序标不同的号; b) 从左上到右下扫描, 如果两个相邻的行中有相连接的行程, 将下行的标号修改为上行的标号; c) 从右下到左上扫描, 如果两个相邻的行中有相连接的行程, 将上行的标号修改为下行的标号。

2.3.2 眼睛定位

根据扫描标号算法确定的标号顺序, 前两个标号即为模特眼睛区域的标号。本文采用模特眼睛区域像素点外接矩形的对称中心位置定位眼睛。为了精确定位眼睛的中心像素点, 需要获得标号为眼睛区域像素点的几何范围。设一标号为眼睛区域确定的几何范围内横坐标的跨度为 $[x_1, x_2]$, 纵坐标的跨度为 $[y_1, y_2]$, 则模特图像中该眼睛区域的中心像素点的坐标为:

$$\left(\left[\frac{x_1 + x_2}{2} \right], \left[\frac{y_1 + y_2}{2} \right] \right)$$



图 6 模特眼睛定位效果图

从模特眼睛定位效果上看, 采用本文提出的基于 K-均值聚类和扫描标号法的眼部定位方法具有较好的鲁棒性。无论是裸体模特图像, 还是模特几何位置具有一定旋转角度 $([-50^\circ, 50^\circ])$ 的模特图像, 该方法都表现了较强的适应性。

3 模特眼睛定位的应用

模特眼睛的准确定位主要应用于模特图像的配

准,对于二维服装电子商务平台下服装试穿与搭配展示有着十分积极的意义。选择用于配准的基准点是模特图像的配准的一个关键,必须保证所选择的基准点位置相对固定且在给模特试穿服装的过程中不会发生变化。在实际中,由于人为地给模特试穿服装,模特存在一些固有的变化,典型的就发型的变化。此外,基准的点不能选择在服装所能覆盖的皮肤区域。综合各方面考虑,模特眼睛是基准点选择的理想区域,模特双眼的中心位置构成两个基准点。



图7 模特图像平移配准效果图



图8 模特图像缩放配准效果图

由于图像的几何变换不改变像素的值,只改变像素的位置。模特眼睛定位后,进而可以对模特图像的几何变换进行配准,包括模特图像的缩放、平移与旋转。需要强调的是,此方法应用于模特图像平移、缩放的效果优于旋转的效果。文献[7]论述了其所在,即以单条直线段的斜率为基础对旋转角度的估计会存在一定的误差。因此,对于模特图像旋转的精确配准,在采用本文提出的模特眼睛定位方法获取两个基准点之后,需要进一步在原模特图像上挖掘出另外的用于旋转配准的基准点。图7、8给出了模特眼睛定位方法

应用于模特图像平移、缩放配准的效果。

从图7、8中可以发现,采用本文提出的模特眼睛定位的方法获得用于配准模特图像的基准点,在模特图像平移、缩放精确配准的应用上起到了较好的效果。

4 结语

本文以电子商务网站二维服装虚拟试穿与搭配展示中模特图像配准为基本出发点,在技术实现上基于K-均值聚类和扫描标号法,研究了模特眼睛定位方法,并通过具体实验,证明了该方法的可行性与有效性。该方法在很大程度上可以作为复杂背景下的人眼检测与定位的借鉴。此外,文章中提出的边缘检测算法对于现有的边缘检测算法的改进具有实际指导意义。

在模特图像的配准应用中,需要说明的是,实验证明,当图像中模特的姿势相对于端正姿势的旋转角度较小($[-3^\circ, 3^\circ]$)时,单纯依靠本文提出的模特眼睛定位方法得到的模特双眼的两个中心像素点为基准点,并以这两个基准点进行模特图像配准,其配准效果不是很理想。因此,对于模特图像旋转的精确配准,在配准方法上有待进一步的改进。

参考文献

- 唐璠,许海柱,王力.图像中人眼检测技术综述.计算机应用研究,2008,25(4):961-965.
- 傅由甲,洪雄,李见为.一种鲁棒的旋转不变性多姿态人眼定位方法.计算机应用研究,2010,27(12).
- 黄俊芳,朱欣娟.电子商务网站中二维服装搭配展示设计与实现.东华大学学报(自然科学版),2011,37(5).
- 彭国福,林正浩.图像处理中Gamma校正的研究和实现.电子工程师,2006,32(2).
- 赵春江.C#数字图像处理算法典型实例.北京:人民邮电出版社,2009.355-359.
- 邓华秋,黄巧洁.结合人脸特征和改进的积分投影的眼睛定位方法.电子工程师,2007,33(6).
- 甘进,王晓丹,赵杰,王霁龄.基于直线特征的图像配准算法.计算机工程与应用,2010,46(11).
- 刘关松,吕嘉雯,徐建国,高敦岳.一种新的二值图像标记的快速算法.计算机工程与应用,2002,38(4).