

人脸检测

chensonglu

January 19, 2016

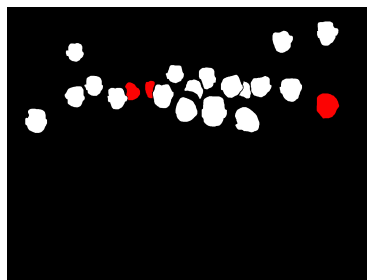
1 问题描述

该问题来源于斯坦福大学2002-2003年春季的“数字图像处理课程”，题目就是“Face Detection” [1]。原题目比较复杂，除了人脸检测之外还有性别识别，结果评测需要通过专门的评测程序，最终结果要考虑运行时间、人脸检测的准确率和性别识别的正确率。我将题目进行了简化，只关心其中的人脸检测部分，尽可能提高人脸检测的准确率。

这个项目提供了七张训练图片和对应的Ground Truth。如下，图1是其中的一张测试图片和对应的Ground Truth。



(a) 训练图片



(b) Ground Truth

图 1: 训练图片示例

图1(b)中白色的部分表示男生的人脸，红色表示女生的人脸。在该实验中不涉及性别识别，所以不考虑这个区别。

七张训练图片中包含的人都大体相同，只是每个人的位置和图片的背景有所区别。除了七张训练图片外，这个项目还提供了一张测试图片和对应的Ground Truth，我要做的就是根据所有的训练图片找出测试图片中的人脸。

2 算法描述

2.1 颜色分割

利用颜色分割的方式进行人脸分割是一种非常成熟的方法，常见的颜色模型有RGB、HSV、YIQ和YCbCr等。该实验要处理的图片都是基于RGB模型，但是RGB图片三个通道之间的关联性很强并且容易受到不同光照的影响，不太适合于图片阈值分割。该实验采用YCbCr颜色模型，其中Y分量包含亮度信

息，Cb和Cr分量包含色度信息，因此去掉Y分量就可以减少不同亮度条件下对人脸检测的影响。RGB转换到YCbCr的公式如下式(1)。

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

在Matlab中自帶了`rgb2ycbcr`的函数，可以方便地实现颜色空间转换，但是并没有按照式(1)进行转换，最终的结果都是无符号数。我自己按照上式重新完成了`ycbcr.m`的函数。

`cbcrPlate.m`调用`ycbcr.m`，可以得到所有训练图片中的人脸在Cb-Cr坐标系下的分布，如下图2。

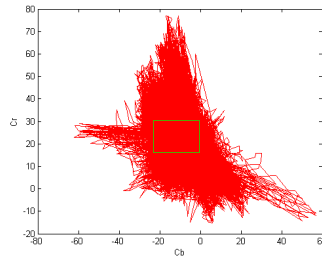


图 2: Cb-Cr分布

`cbcrPlate.m`可以得到人脸在Cb-Cr坐标系下的均值和标准差，如下式(2)。

$$\begin{bmatrix} cb_mean & cb_std \\ cr_mean & cr_std \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -11.7334 & 5.6738 \\ 23.3290 & 7.1929 \end{bmatrix} \quad (2)$$

图2中绿框是根据实验得到的经验范围，以`cb_mean`和`cr_mean`为中点，宽为4倍的`cb_std`，高为2倍的`cr_std`。

2.2 人脸分割

根据2.1得到的Cb-Cr阈值，对测试图像进行二值化处理，可以初步得到图3的结果。

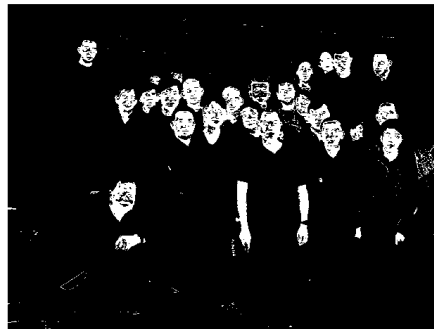
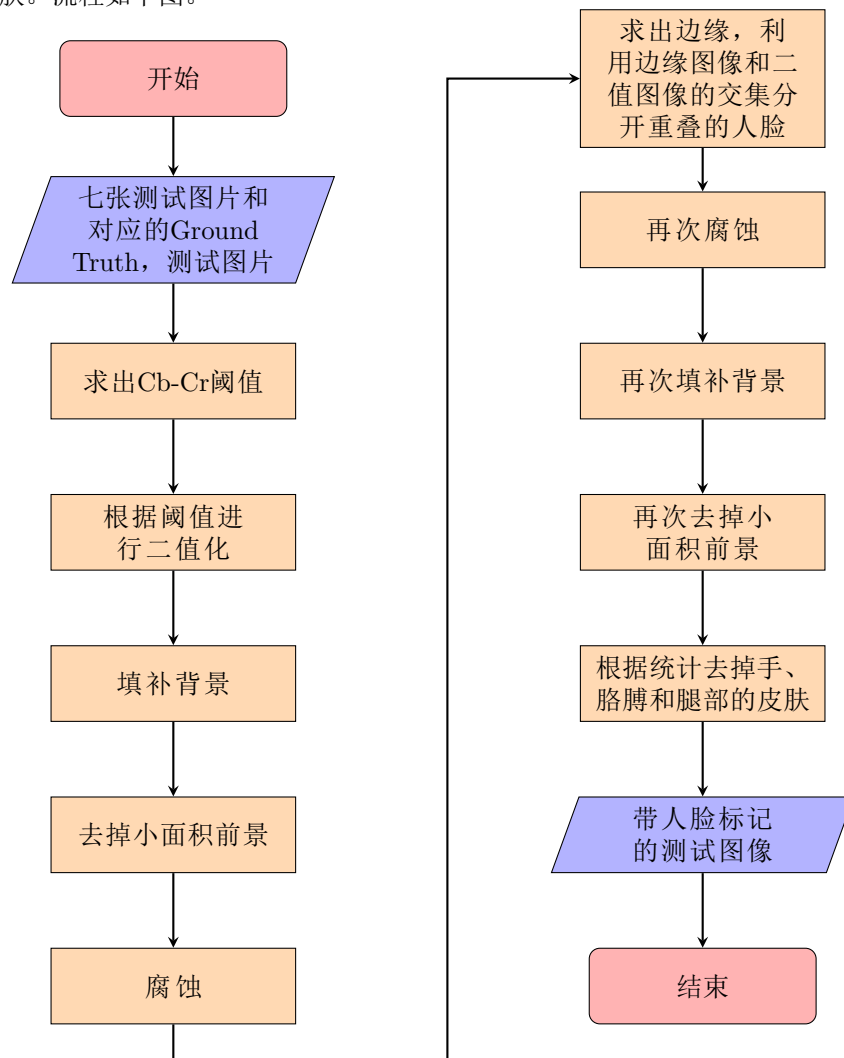


图 3: Cb-Cr阈值分割

从图3的结果开始，多次进行填补背景、去掉小面积前景、腐蚀、边缘提取，从而去掉大部分非皮肤的部分。最后利用统计信息去掉手、胳膊和腿部的皮肤。流程如下图。



其中去掉小面积前景的阈值设置为500像素，这是多次实验的结果，既可以去掉大部分无关的区域，又可以保留大多的人脸区域。腐蚀采用的是5*5的全1矩阵，两次使用腐蚀可以去掉小面积的前景并且有效的分开重叠的人脸。在第二次腐蚀之前需要进行边缘提取，这样可以提取出大部分人脸的轮廓。该实验采用的是参数为0.1的Roberts算子，这样既可以保证准确性，也可以保证提取速度，边缘提取结果如下图4。

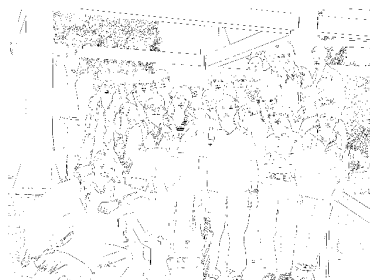
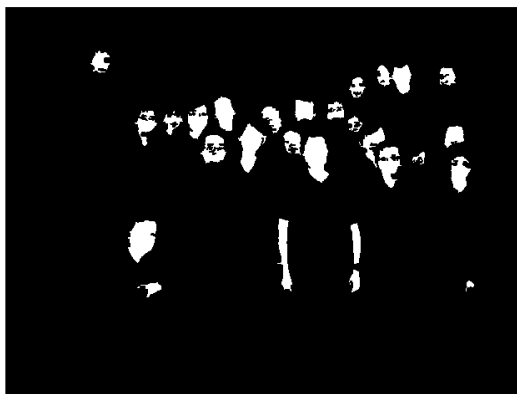


图 4: 边缘提取结果

通过流程图所示的处理之后，可以得到图5中的二值化图5(a)以及效果图5(b)。



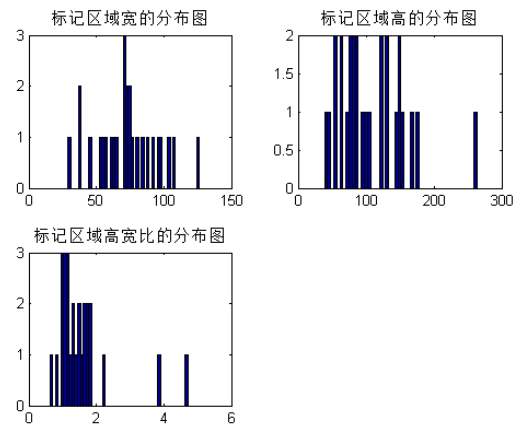
(a) 二值化图



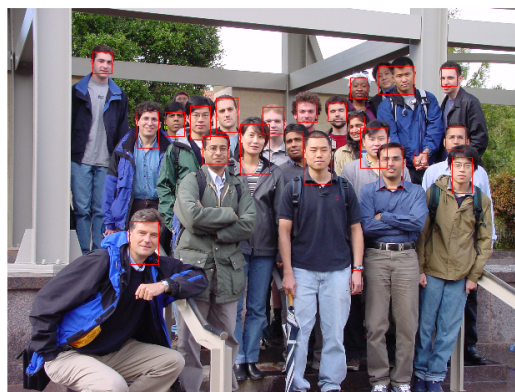
(b) 效果图

图 5: 皮肤检测图

从图中可以看出仍有部分手和胳膊被标记成了人脸，可以根据统计信息来去掉这些扰乱信息。统计信息主要包括标记区域的长、宽以及长宽比。通过实验可以得出当宽高比小于0.75或者大于3，或者宽小于40像素并且高小于50像素的情况下基本是非人脸区域，如图6(a)。人脸检测的最终结果如图6(b)。



(a) 标记区域统计结果



(b) 人脸检测最终结果

图 6: 最终结果

3 总结

该报告题目来源于斯坦福大学2002-2003年春季“数字图像处理”课程，题目就是“Face Detection”。评价标准包括正确检出数、错误检出数和人脸合并数。所有训练图片和测试图片的检测如下表1。当然目前存在的问题还有很多，比如漏检、错检、人脸合并、同一张人脸检测成多张等问题，需要进一步改善。

测试图片	图片人脸数	检出区域	正确检出数	错误检出数	人脸合并数
TestImage.jpg	23	23	21	2	1

表 1: 检测结果

References

- [1] <http://web.stanford.edu/class/ee368/Project03/project03.html>