

一种基于颜色和形状特征的人脸检测方法

An Algorithm of Face Detection Based Color and Shape

王文宁 李慧娟 师 磊 (山东农业大学信息学院 山东泰安 271018)

摘 要: 人脸检测在人脸识别领域有重要的应用价值。本文针对复杂背景下的彩色图像,构造了一种颜色特征人脸图像,提了一种基于眼睛的颜色特征和形状特征的人脸检测定位方法。依据肤色模型、数学形态学处理检测出肤色区域,再利用颜色特征人脸图像准确快速的分割出脸部的非肤色区域(眼睛与嘴巴),最后由眼睛模板验证。该算法适合图像质量较好的各种姿态的人脸定位,利用肤色特征和眼睛的颜色特征分两步分割出眼睛存在的区域,减少了搜索面积,从而使计算量大大降低,提高了检测速度。

关键词: 肤色检测 颜色特征 形态膨胀和腐蚀 模板匹配

1 引言

人脸检测是模式识别的一个新近的发展方向 and 重要应用,人脸检测和识别在安全识别、身份鉴定、以及公安部门的稽查活动中都有广泛而重要的应用前景。就人脸检测这一部分,它是人脸识别的首要步骤,长久以来人们都在致力于找到一个能够快速定位人脸的算法。人脸检测经过十几年的研究发展,已有好多较好的算法,基于马赛克规则算法,基于模板匹配的算法,基于特征脸的算法,基于神经网络的算法等^[1]。对于多姿态的人脸检测还存在不少困难,有效的方法不多。有些文献中关于多姿态人脸检测成功率很高,但速度始终不高,目前的文章关于人脸多姿态检测的主要是用人脸的特征在肤色区域内进行匹配,这需要很大的计算量。Liang^[2]等人提出了一种多姿态的单人脸检测算法,Han^[3]提出了一种基于局部特征的人脸检测算法,能够解决多姿态的人脸检测问题,但是只是对似眼物的检测,这会导致人脸的漏检和误检。Shen^[4]在似眼物检测上进行了多尺度多阈值的横纹目标的提取。Qu^[5]提出了基于面部局部特征(似眼物)的算法,其主要还是对灰度图像用模板匹配来实现人脸检测。Wang^[6]提出了一种基于新颜色空间 YCgCr 的人脸检测与定位方法,适合于旋转人脸,但涉及矩阵变换,运算繁琐。国外对人脸检测问题的研究很多,比较著名的有 MIT, CMU 等;国内的清华大学^[7,8]、北京工业大学^[9,10]、中国科学院计算技术研究所^[11]和中

国科学院自动化研究所^[12]等都有人员从事人脸检测相关的研究。

针对复杂背景下的彩色图像,本文提出了一种人脸定位方法是首先根据肤色模型初步检测出肤色区域;根据眼睛的颜色特征对人脸区域进一步分割眼睛可能存在的区域,大大减少了眼睛的搜索范围;利用眼睛的黑白相间的特点和眼睛虹膜的形状特征,设计简单的圆形模板,检测定位出虹膜位置;最后,用眼睛模板来最终验证是否是人脸。

2 基于色度空间的肤色区域分割

2.1 肤色点提取

基于肤色空间的稳定性,首先检测出肤色区域。期望的肤色建模效果可以准确地定位肤色并且尽可能的减少噪声。Yang^[13]等在考察了不同种族、不同肤色后认为影响人类肤色值变化最主要的原因是亮度,去除亮度信息以后,肤色的色度空间可以表现出一种聚类性。

NTSC 的 RGB 模型和 YUV 模型之间的变换关系如下:

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

其中,Y 是亮度分量,U 和 V 是色差分量,R、G、B 是 RGB 颜色模型表示红、绿、蓝三基色分量的值,Y、U、V、R、G、

B 都是 8 位的,在 0~255 的区间内量化取值。

然后,根据事先确定的 YUV 肤色模型确立 U 分量和 V 分量的选择范围,逐个考察待测图像中每个像素,对于像素值落入选择范围内的点,认定为肤色。如果是标记为白色像素点,反之,即黑色像素点,得到肤色区域的二值肤色分割图像。

2.2 基于数学形态学处理的肤色区域分割

我们得到二值肤色分割图,对每个区域形态学处理,数学形态学定义了两种基本的变换,即膨胀与腐蚀。膨胀操作的运算符为 $\bullet$,腐蚀的运算符为 $\ominus$,B 为算子,A 用 B 来作膨胀腐蚀操作写作 $A \bullet B$,其定义为:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2)$$

先膨胀填补空洞,再腐蚀保持肤色区域大小不变,最后分割出完整没有空洞的肤色区域。去除一些面积比较小的肤色区域小于 4×4 的,认为不是人脸或者没有检测意义的人脸,保留主要肤色区域。



图1 肤色区域的提取过程

3 基于眼睛的颜色特征和形状特征的人眼定位方法

眼睛具有很明显的黑白区域相邻的特征。如果存在人脸,利用这一特征,在有限的肤色区域容易检测出眼睛。本文提出一种检测眼睛的算法:首先,利用一种

特殊的颜色特征图分割出非肤色区域,减少搜索范围;然后设计圆形模板,模板的大小根据肤色区域的面积灵活设计(人的眼睛与脸的面积成一定的比例);用圆形模板遍历已分割出的非肤色区域,依据最佳匹配原则检测出眼睛。这种算法的优点是分割出的非肤色区域很小,计算量小;采用圆形模板,检测不受人脸姿势的影响。

3.1 非肤色区域分割

黑白两色是两个很特殊的颜色,有两个特征:黑色的红绿蓝三基色的值几乎相等,白色也是;白色亮度高,黑色亮度低。利用黑白色的这一特点,让三基色两两相减所得差值代替本身的灰度值,则最终黑色和白色点将变成灰度极低的像素点,然后进行阈值很容易分割黑白二色。我们构造了一种特征灰度图,利用 RGB 三色两两差值的绝对值作为像素的取值。图 2 (a) 是根据亮度信息得到的普通灰度图像及其直方图,图 2 (b) 是我们构造特征灰度图像及其直方图,可以看出这种特殊的映射图像比普通的灰度图像更有利于图像分割。根据经验值可以很容易分割出眼睛区域(图 2 (c))。

已知三种基本颜色分别为 RGB,设三种颜色两两差值的绝对值为 F,则用公式表示如下:

$$F = (|R - B| + |R - G| + |B - G|) / 3 \quad (3)$$

肤色区域内分割非肤色点的过程可表述如下:

$$f(i, j) = \begin{cases} f(i, j), & f(i, j) \geq T \\ 255, & f(i, j) < T \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中, $f(i, j)$ 为本文设计的特殊灰度图像的像素值,T 为非肤色分割阈值,阈值的选取依据直方图的谷点位置。



图2 (a) 普通灰度图像及其直方图

(b) 特征灰度图像及其直方图(c) 分割结果

3.2 圆形可变模板检测定位虹膜

在这一步,搜索范围已经缩小到肤色区域内部的非肤色像素点,因此除了这些像素点以外的其他像素点,赋值 0。分析人的眼睛的颜色特征和形状特征,我

们可以总结如下几个特征: (1) 眼睛是黑白相间的; (2) 虹膜是黑色的, 且是圆形的; (3) 眼白包围着虹膜, 即虹膜的外围大部分是被眼白包围。分割出眼睛候选区域后, 把这些区域分割为黑区和白区, 黑区赋值 1, 白区赋值 -1, 其他赋值 0。本文采用圆形模板 (如图 3) 和环形模板 (如图 4) 来检测眼珠, 圆形模板赋值为 1, 环形模板赋值为 -1。遍历眼睛候选区域, 圆形模板不受方位的限制, 无论人脸是什么姿势都可以很好的检测出。我们采用的模板较普通的眼睛模板小, 而且采用二值模板, 计算量小。

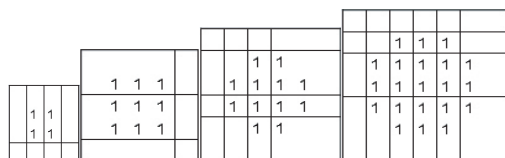


图 3 依次增大的圆形模板

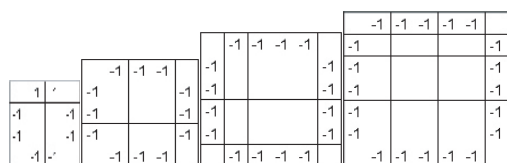


图 4 依次增大的环形模板

具体算法如下:

- (1) 选定最小面积的圆形区域 (半径 $r=1$);
- (2) 圆形模板从最小的开始, 找到一些匹配较好的一些区域 (在这里设定匹配度达到 60% 以上就符合要求);
- (3) 逐渐变换大模板, 每增大一次, 重新寻找最佳匹配区域, 与上一次匹配程度比较, 若匹配度依旧符合要求, 返回 2, 否则停止;
- (4) 记录匹配程度较好的这些区域, 初步假定是虹膜, 再验证是否是眼睛;
- (5) 最后用环形模板再次筛选候选区域, 若满足设定匹配阈值, 即可认为这块区域是眼睛的虹膜所在, 也就是符合黑色眼球被白色眼包围这个事实。

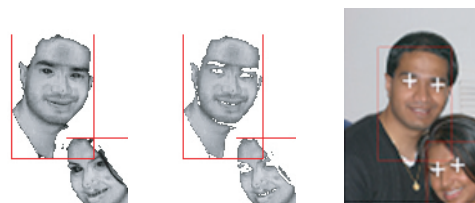
检测过程如图 6。

最后验证是否是人脸, 根据设计好的眼睛模板, 验证眼睛进而确定人脸。眼睛模板大小随虹膜模板大小可变。用眼睛模板来筛选检测到的虹膜位置, 如果和

模板匹配则证明检测到眼睛, 可以确定人脸的存在, 并定位人脸 (图 6(c))。



图 5 左眼模板、右眼模板、左右眼合成模板



(a) 特殊灰度图像 (b) 非肤色区域
分割 (d) 定位眼睛

图 6 眼睛的定位过程

4 实验结果

使用 VC++6.0 实现了基于彩色信息和形状信息的人脸检测定位方法。实验分析, 在同一台机器上, 本文的算法对 366×242 大小的图像检测出人脸需要 0.299 秒 (PIV1.5G CPU, 128M 内存), 而同样的图像利用文献[5]的算法需要 0.404 秒。本算法采用的实验图像是从网络上搜索的各类图片, 下面各图是各类图像检测的关键部分及定位结果。



图 7 电视剧照中人脸的检测



图 8 电影剧照人脸的检测

5 结束语

针对实时人脸检测和定位问题, 提出了一种基于肤色模型和眼睛颜色和结构特征的快速定位方法, 在这部分工作重心主要围绕如何减少计算量展开的, 以达到快速的检测定位的目的。

本文通过研究人的眼睛的颜色特征和形状特征,结合两种特征提出了一种人脸的快速检测定位方法。所采用算法的几个改进:(1)本文提出的边界提取算法更加简单。(2)分割的肤色区域简洁、独立性好,减少了计算量。(3)数学形态学处理边界有两个好处:一是平滑了边界以利于跟踪完整的人脸边界。二是填充了肤色区内的空穴有利于提取出人脸。(4)根据眼睛的颜色特征对人脸区域进一步分割眼睛可能存在的区域,减少了眼睛的搜索范围,提高了运算速度。(5)本文采用圆形模板,对人脸的位置姿势没有要求,所以适合多姿态的人脸检测。(6)最后本文是基于颜色信息和眼睛的形状信息的人脸检测,算法简单,效率高。

参考文献

- Ming - HsuanYang, Kriegman, D. 3, Ahuja, N, Detecting, Faces in images:A Survey. IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence,2002 ,24(1) :34 - 58.
- Liang Luhong, AiHaiZhou, He Kehong, et al. Single Rotated Face Location based on Affine Template Matchin Chinese Jourcal of Computer,2000,23(6) : 640 - 645.
- Han Chin - Chung, Liao Hong - Yuan, Yu Kuo - Chung. Fast Face Detection Via Morphology - based Pro - processing. Pattern Recogonition, 2000, 33 (10):1701 - 1712.
- Shen Lan Sun, Wang Kong qiao, Xing Xin . Automatic human face location and tracing in a complex back-ground. Chinese Journal of Electronics, 2000,9(1) :65 - 69.
- 曲延峰,李卫军,徐健,王守觉. 复杂背景下多姿态人脸快速检测算法. 计算机辅助设计与图形学报 2004,(1) :45 - 50.
- 王建国,王江涛,杨静宇. 基于新颜色空间 YCgCr 的人脸检测与定位. 计算机科学, 2007,9(34) :221 - 223.
- Lu X G, Zhou J, Zhang C S. A novel algorithm for rotated human face detection. In:Proc IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2000: 760 - 764.
- Ai H Z, Liang L H, Xu G Y. A general framework for face detection. In: Tan Tie Niu, Shi Yuan - Chun, Gao Wen et. In:Proc the 3rd Conference on Multimodal Interfaces, Lecture Notes in Computer Science, 1948, Berlin: Springer - Verlag,2000:119 - 126.
- Miao J, Yin B C, Wang K Q et. A hierachical multi-scale and multiangle system for human face detection in a complex background using gravity - center template. Pattern Recognition,1999, 32 (10) : 1237 - 1248.
- 刑昕,汪孔桥,沈兰荪. 基于器官跟踪的人脸实时跟踪方法. 电子学报, 2000, 28 (6) : 29 - 31.
- 刘明宝,姚鸿勋,高文. 彩色图像的实时人脸跟踪方法. 计算机学报, 1998, 21 (6) : 527 - 532.
- Wang J G, Tan T N. A new face detection method based on shape information. Pattern Recognition Letters, 2000, 21 (6) : 463 - 471.
- Yang J, Wallbel A. A real - time face tracker. IEEE Proc of the - 3nd Workshop on ACV, Florida, 1996 (6) :231 - 235.