

文章编号 1000-5013(2000)04-413-06

标准正面人脸图象的特征提取

陈启泉 邱文宇 陈维斌

(华侨大学计算机科学系, 泉州 362011)

摘要 人脸的识别技术(FRT)是当前模式识别领域的一个热点课题,人脸特征的自动提取是人脸自动识别过程中至关重要的一步.文中采用基于人脸几何特征的方法,设计一个初步的自动人脸特征提取系统.首先通过改进后的边缘检测和阈值技术在头肩型图象中找到头部轮廓,再利用“三停五眼”的标准进一步确定五官大概的位置,最后提取出7个有效的特征点.本系统建了一个包含50个人脸图象的数据库,实验结果表明这种方法可以有效地获取头部轮廓和人脸特征点.

关键词 人脸识别,特征提取,人脸几何模型,头部轮廓,图象处理,特征点

中图分类号 TP 391.41 : TN 911.73 : TP 392

文献标识码 A

人脸的识别技术(FRT)是一个难度较大的课题,同时也是一项具有广泛应用前景的技术.在很多重要场合,如保安系统、信用卡确认、罪犯识别、海关过境检查等,都需要进行可靠的人脸识别.如何建立有效、快速、自动的人脸识别手段,成了迫切需要解决的问题.而人脸特征的自动提取,是人脸自动识别过程中至关重要的一步.人脸虽有固定的结构却无固定的形状,使人脸特征提取的方法特殊,它对于识别成功与否起着极其重要的作用.本文介绍的工作着重于研制一个计算简单、有效和实时的全自动的人脸特征提取系统,具体讨论了计算机自动提取头部轮廓、特征点的方法.

1 采用的方法

我们采用基于几何特征的人脸识别方法.从现有的基于几何特征的识别方法来看,各方法都有它的优缺点和适用范围.积分投影方法^[1]简便易行,但有很大的局限性,一般只是针对简单图象,要求正立、正面、光照均匀、表情严肃、无小胡子、眼镜等饰物,因而不适合实际应用.可变形模板方法^[2]和Snake方法^[3]比较灵活,可适用于质量比较差的照片,缺点在于模板的描述不够精确,更适合于变化性比不大的器官.因此,它常用于提取眼睛、口的轮廓.这两种方法都需要起始位置,起始位置不正确就会导致轮廓提取的失败,而且其收敛速度慢.

本文系统所处理的,是针对证件类型照片的识别,照明条件一般比较好.在这种情况下,可以采用传统的测量特征点的方法^[4].这方法,可以辨别人脸特征点之间的细微差别,实现简单,效率比较高.

针对证件类型照片空白背景的特点,我们采用先定位头部轮廓,再定位脸部器官的方法.因为这种图象中的头部轮廓,相对比较容易定位.头部轮廓的提取是人脸识别过程中很重要的一步.通常要将低级的边缘信息转变为有意义的轮廓是很困难的.但是,可以利用人脸检测与识别的先验知识,使图象的分割和五官的定位相对容易得多.再通过改进后的边缘检测和阈值技术,很容易在头肩型图象中找到头部轮廓.

头部轮廓确定后,利用“三停五眼”的标准,可进一步确定五官大概的位置.在头部轮廓的范围内,通过检测边缘线,就可以实现特征点的提取.

2 头部轮廓的提取

头部轮廓的定位是人脸识别的第一步.它对于人脸特征提取和基于模板的图象编码,都有重要的意义.头部轮廓的定位方法,其流程图见图1所示.

2.1 边缘检测

我们决定采用传统4个方向的Sobel算子,对原图进行检测得到处理后的灰度图象.Sobel算子是边缘检测的简单而有效的方法.在二值化的过程中,我们发现对所有的图象,取单一固定的阈值得到的处理效果并不理想.由于照明、背景等因素的影响,这些图象对比度可能变化很大,没有适用于所有的图象的阈值.阈值取得太大或太小,得到的二值图象效果都不好.图2显示了当图象取不同的阈值时,截然不同的效果(用相同的Sobel边缘检测).其中,图2(a)为原图,图2(b), (c)和(d)的阈值分别为取30%, 95%和80%的像素点所对应灰度值.这里我们采用自适应的阈值技术,对被处理的图象作直方图统计,得到图象中每个灰度级下的总的像素点个数.统计结果表明,选取占整个图象区域80%的像素点个数所对应的灰度值,作为阈值得到的处理效果比较理想.

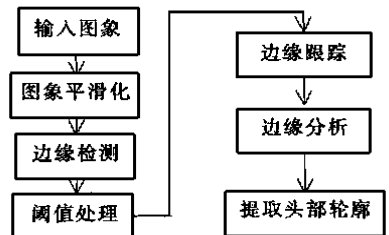


图1 头部轮廓定位流程图

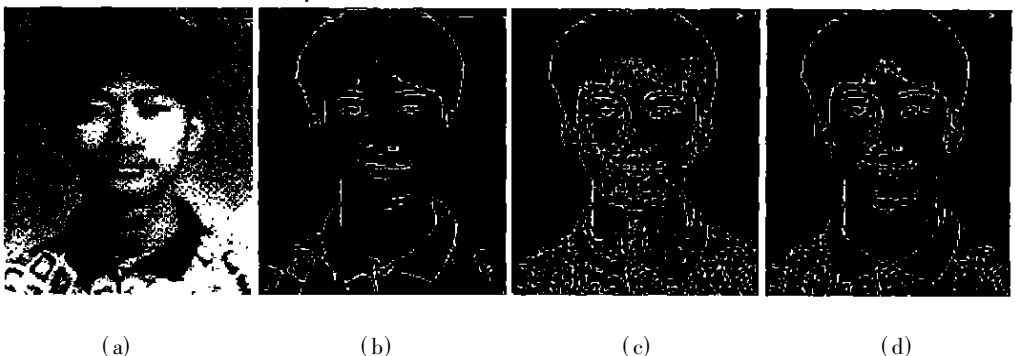


图2 阈值比效果对比

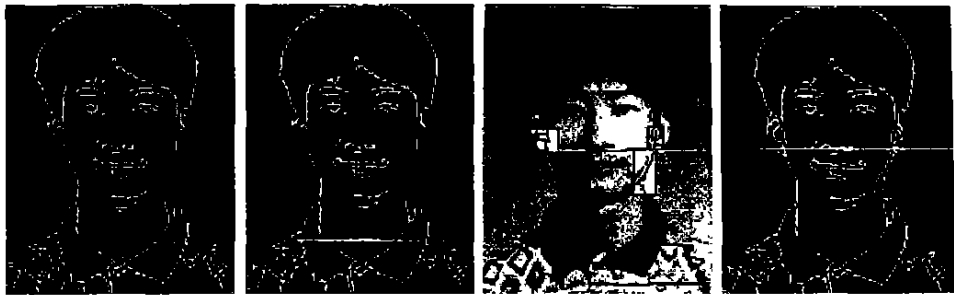
2.2 边缘跟踪

对边缘图进行跟踪.在边缘图中,从上至下,从左至右逐行扫描,将相连的象素点构成连续的曲线段.一个完整的头部轮廓曲线应该是从照片的左边界起始,到照片的右边界结束.通常情形下,由于阴影、发丝、噪音等的影响,跟踪后的头部轮廓由若干条断开的曲线段组成.跟踪结果中不仅包含了人的头肩轮廓线,同时也包括内部的人脸、五官初步的轮廓线.为了减少背

景噪音的影响, 当某曲线段的长度很小的时候, 系统自动消除它. 图 3(a), (b) 分别显示了原照片和边缘图跟踪后的结果.

2.3 边缘分析

边缘分析主要是检测边缘是否断开, 对各曲线段间的间隙进行处理. 在边缘图中, 如果两个曲线段间的间隙很小, 则认为两个曲线段原本是连在一起的. 这时将相近的两端点用直线连接起来. 如果两个曲线段出现大的间隙, 对两个端点间的局部区域重新进行边缘检测和自适应阈值处理. 处理过程与前面相同. 这样局部处理后, 可以把该区域内原来没有检测到的边缘线提取出来. 最后, 再对该区域及其邻域进行线段合并, 去掉噪音. 局部处理效果如图 3(c) 所示. 在原照片中, 背景比较暗淡, 脸颊部分的头部轮廓线部分断开. 图 3(d) 显示边缘分析后, 头部



(a) 原照片 (b) 边缘跟踪后 (c) 局部边缘检测 (d) 边缘分析后

图 3 边缘跟踪与分析结果

轮廓断开部分已修补完毕.

3 特征点的选择

特征点的选择对于识别成功与否起着极其重要的作用. 特征点的选择不仅要能反映人脸识别中最重要的特征, 又要容易提取. 特征点的个数要包含足够的信息, 又不能太多.

传统的特征点提取系统在实际应用背景中都有很大的局限性, 因为在实际环境中得到的人脸图象经常是具有一定倾斜角度的. 在证件类型的照片中也不能保证绝对的正面像. 如果一个数据库中包含有个人不同姿势的照片需要识别时, 几何特征的角度不变性就显得越发重要.

本系统选取人脸识别的 7 个特征点 $A \sim G$ ^[5], 如图 4 所示. 图中 A, B, C, D 为 4 个眼角点; E 为鼻尖; F, G 为嘴角点. 这些特征点的分布具有角度不变性的特点. 同时, 与其他采用测量特征点的系统相比, 这 7 个点更容易从图象中提取出来并加以测量. 在进行识别时, 根据这些特征点可以在数据库中, 找到与当前图象中的人脸相匹配而旋转角度小于 45° 的候选者.

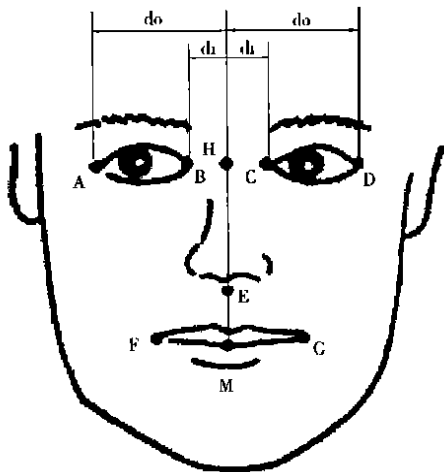


图 4 人脸识别提取的特征点

于 45° 的候选者.

本系统所做实验的数据库有 84 张图像, 每个人都有数张照片, 对应于不同的姿势. 识别率达到 95%. 我们相信采用这些特征向量, 伴随着全自动化的特征提取方法, 它将是开发实用的大型人脸数据库识别系统的关键.

4 确定特征点的搜索范围

因为人脸的五官位于脸部顶点与下巴点之间, 要通过边缘线的检测提取特征点, 就必须进一步确定搜索范围, 目的是排除其他边缘线和噪声的干扰. 这样比较容易实现特征点的提取. 我们将搜索范围设为一矩形区域, 矩形的长为脸部顶点与下巴点的距离, 矩形的宽即是脸宽.

4.1 脸部顶点的定位

这里脸部顶点是指人脸与头发交界处最上方的点. 由于脸部顶点可能不在检测到的边缘线上, 所以有必要重新搜索. 本文提出利用头发与人脸的灰度差来识别脸部顶点. 首先计算头发的平均灰度. 前面已经提取了头部轮廓, 我们在该轮廓上方大约属于头发的部分取一矩形区域, 取区域内的平均灰度值作为头发的平均灰度. 在实验中发现, 如果脸部顶点没有出现在边界上, 通常是因为该点周围灰度变化不大. 但既然是脸部顶点, 从脸部顶点向内推移几个点后即是前额, 前额的亮度比较高. 同理, 从脸部顶点向外推移几个点后即是头发, 两者的灰度差比较大. 为了抗干扰, 取内外各 3 点的灰度差之和作为判断依据. 在头部轮廓的范围内由上至下搜索, 找到的第一个满足以下条件的点为脸部顶点. 即灰度差之和大于头发的平均灰度的 2.5 倍且平均灰度差小于 50. 结果表明, 这种定位方法既简单又有效. 对于头发少的情况, 得到的脸部顶点就是头顶点. 系统提取的脸部顶点, 如图 5 所示.



图 5 脸部顶点示意图

4.2 下巴点的定位

由于胡须、照明及阴影的影响, 下巴点处的对比度可能很低, 在边缘图中可能不可见. 实验中, 我们发现鼻尖或鼻眼相比之下容易检测到. 所以在找到脸部顶点后, 开始定位鼻尖点. 鼻尖或鼻眼, 在第一次边缘跟踪后不一定可见. 我们对原图象中鼻子所在的长方形局部区域, 重新进行边缘检测和自适应阈值处理. 处理过程与前面相同. 处理后, 鼻子的轮廓更清晰. 至少鼻尖或鼻眼中的一个边缘可见. 根据人脸“三停五眼”的比例, 从脸部顶点到鼻子底部的纵坐标距离约占人脸长度的 $2/3$. 因此, 可推算出下巴点的大概的位置.

4.3 脸宽的设定

检测鼻子底部边缘线. 与此边缘线的左端点为起点, 加上一定的偏移量, 由内向外在头部轮廓的范围内进行搜索. 找到的第一个边界点, 它一定是脸颊轮廓线上的点. 将鼻尖所在处的脸部轮廓线的宽度视为脸宽.

5 特征点的定位

有了鼻子底部边缘线和左右脸颊边缘线, 就可以得到鼻尖点的位置和脸宽. 根据人脸五官的分布(图 6), 左眼和右眼约在位于脸长的 $1/3$ 处, 而左右眼的中心分别位于脸宽的 $1/4$ 处. 我们在边缘图中眼的中心进行搜索, 找到的边缘线段就是眼的轮廓线. 这样只要查找线段的最左点和最右点, 就是眼的左、右眼角, 相对左眼而言就是左眼外角和左眼内角. 同样, 可以得到右眼的眼外角点、眼内角点.

左右嘴角的确认. 由于嘴在鼻下方, 所以直接从鼻端向下搜索找到一条扁长的线段就可以找到嘴唇所在的位置. 同理, 我们只须查找嘴唇所属线段的最左点、最右点, 就找到了左嘴角、右嘴角. 到此, 我们完成了全部的特征点提取工作. 原照片与特征点提取结果, 如图 7 所示.

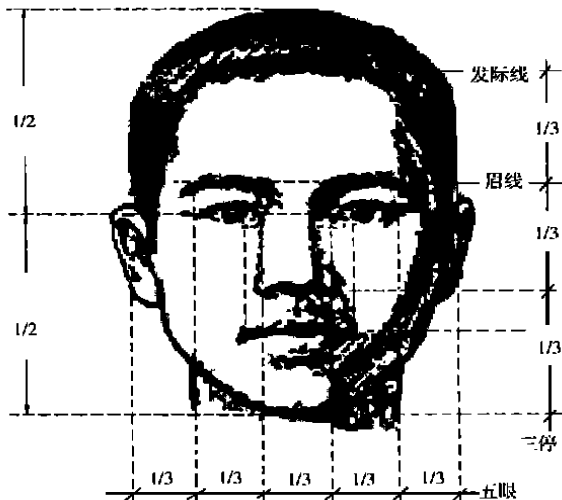


图 6 三停五眼示意图



图 7 原照片与特征点提取结果

6 实验结果

我们使用具有 50 个人脸的数据库进行实验. 每张照片都是标准证件类型的黑白照. 结果表明对于头部轮廓的提取, 97% 的效果很好. 对于脸部轮廓, 80% 以上效果好或很好, 其余的出现部分断开. 85% 的人特征点的定位正确或基本正确.

要指出的是, 提取头部轮廓和脸部轮廓的算法不仅适合正面人像, 且当被摄者的头部在水平和垂直方面上 30 度范围内的倾斜时, 在多数情况下也能得到比较好的效果. 另外, 人脸表情的变化可能影响特征值的大小. 例如, 人微笑时嘴角的牵动导致嘴角点位置的变化. 本系统目前不考虑脸部表情的影响.

7 结论

(1) 针对头部轮廓提取问题, 我们提出采用改进后的边缘检测和阈值技术, 明显提高了效率. 再通过边缘跟踪与边缘分析的办法修补轮廓, 较大地改进了效果. (2) 针对特征点提取问题, 我们提出由头部轮廓进一步确定搜索的范围, 再充分利用人脸识别的先验知识. 根据“三停五眼”的标准对五官所在的中心位置进行搜索, 从而确定眼角点和嘴角. 实现 7 个特征点的提取. (3) 与传统的特征点提取系统相比, 本系统增强了对非正面人像的支持. 本系统试图克服这种局限性, 即从提取头部轮廓的算法到特征点的选择与提取, 都均考虑有一个角度变换的人像识别. 目前, 它适用于旋转角度不大的情况.

参 考 文 献

- 1 Brunelli R, Roggio T. Face recognition: features versus template[J]. IEEE Trans. PAMI, 1993, 15: 1 042 ~ 1 052
- 2 Yuille A L. Deformable templates for face recognition[J]. J. Cognitive Neuroscience, 1989, 3: 59 ~ 70
- 3 Waite J B, Welsh W J. Head boundary location using snakes[J]. Br. Telecomm. Technol. J., 1990, 8 (3): 127 ~ 135
- 4 Lee C H, Kim J S, Park K H. Automatic human face Location in a complex background patt[J]. Reco., 1996, 29: 1 877 ~ 1 889
- 5 刘隆达, 陈启泉, 陈维斌等. 多媒体文档系统 MDS- 的设计与实现[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 1999, 20(2): 200 ~ 203

Extraction of the Features of Human Face Image

in Standard Front-View

Chen Qiquan Qiu Wenyu Chen Weibin

(Dept. of Comput. Sci., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract Face recognition technology (FRT) is a hot spot in the field of pattern recognition today. Automatic extraction of face image is the crucial step during automatic face recognition. By adopting the method based on geometric features of human face, an initial automatic system is designed for face feature extraction. At first, to find head outline in head-shoulder image by improved edge detection and threshold technology. And then, to further define rough position of ears, nose and eyes by the norm of partitioning human face image into 3 parts vertically and 5 parts horizontally. And finally, to extract 7 effective feature points. A database involving 50 images of human face is built up by this system. Head outline and feature points of human face can be effectively achieved by this method, as shown by experimental results.

Keywords face recognition, feature extraction, geometrical face model, head outline, image processing, feature points