

文章编号:1674-2869(2011)10-0107-04

动态人脸识别系统的设计与实现

夏平平¹, 吕太之²

(1. 江苏海事职业技术学院信息工程系, 江苏 南京 211170;

2. 南京理工大学计算机科学与技术学院, 江苏 南京 210094)

摘 要:介绍了动态人脸图像的识别问题,包括模块结构设计、系统结构设计和系统的实现等方面.首先,设计了图像采集模块,通过摄像头在 VC++ 环境下实现动态图像的采集、捕捉、存储等功能.其次,对人脸检测与识别的实现过程和算法进行了详细的阐述.设计出的动态人脸识别系统时间复杂度比较低,占用较少的系统空间资源,实验结果具有很高的准确率.

关键词:人脸识别;动态图形;人脸录入;特征提取

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.10.025

0 引 言

人脸识别技术近年来得到广泛关注,是属于人体生物认证技术的一种^[1],它是通过计算机技术来识别信息,为人类提供商业和法律服务.当前人脸识别方法有很多,如 Fisher 线性判别(Fisher Linear Discriminant, FLD)^[2]、主成分分析方法(Principal Component Analysis, PCA)、独立成分分析(Independent Component Correlation Algorithm, ICA)等^[3].这些传统的特征提取和识别方法具有识别准确率高、性能稳定等优点,但是也有一些缺点,诸如容易受到光照强弱、人脸姿态和表情等因素影响识别准确率^[4].

本系统的人脸检测算法主要是差分图的方法,并加以改进,改进后的算法有着计算速度快、准确率高等优点,并采用 C/S 架构设计,前台主要包括图像输入、人脸检测、特征提取和人脸识别模块,这些模块都是采用 VC++6.0 来实现的.后台数据库采用的是 Access,里面共有三张表 MANINFO、FACEINFO、EIGENFACES.人脸图像、身份信息和特征值等一切数据都保存在这个数据库中.以下主要从模块结构、系统结构和系统的实现三个方面来介绍本系统.

1 模块结构设计

人脸识别系统主要包括两大模块:人脸录入模块和人脸识别模块.人脸录入模块的功能是把

检测到的人脸图像录入到数据库,在录入的同时,还要让系统管理员手工的输入人脸的身份信息,如:姓名、年龄、地址等,在识别过程中,当这张人脸被识别出来时,这些信息就会显示出来.人脸识别就是对待识别的人脸图像进行特征提取并进行识别,识别完毕后显示识别结果.本课题实现的系统也包括了这两个模块,而且为了使系统更加具有模块性,操作起来更加方便,在开发和设计系统时,就把人脸识别模块分解成两个模块,一个是特征提取模块,它主要做的就是对人脸图像进行特征提取,并把这些新特征值保存到数据库中;另一个被分解出来的模块是也叫人脸识别模块,这个模块主要是做狭义的人脸识别工作,即:识别图像中的人脸,并显示人脸的身份信息.

如图 1 所示,这个系统还包括图像输入模块和人脸检测模块.

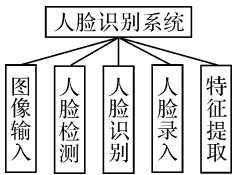


图 1 系统的模块图

Fig. 1 System modules design

图像输入模块就是对捕捉图像的外设作实时数据检测,当检测到有图像的时候,就把检测到的图像传入缓冲区,并通知人脸检测模块,让它对图像进行人脸检测.人脸检测模块就是对缓冲区中

收稿日期:2011-09-19

基金项目:江苏省教育厅高校科研成果产业化推进项目资助(2011-28)

作者简介:夏平平(1975-),男,安徽马鞍山人,高级工程师,硕士.研究方向:计算机应用.

的图像进行人脸检测计算,来判断这幅图像中是否有人脸,如果有人脸就定位出人脸在图像上区域的坐标。

2 系统结构设计

这个系统的系统结构如图 2 所示. 图像输入是系统启动后最先被调用的模块. 因为这个系统处理的原图像是基于 USB 口摄像头的动态图像——实时连续的多帧图像,所以系统在图像输入部分使用了一个线程,这个线程的专职是检测 USB 口上是否有图像传来,如果检测到有,首先把图像显示在界面上,然后再唤起人脸检测函数对图像进行检测. 当人脸检测函数检测到人脸并定位出人脸在图像上的坐标时,就根据系统当时的状态,来选择下一步骤,如果系统在人脸录入状态,就唤起人脸录入函数,如果系统在识别状态,唤起人脸识别函数. 在人脸录入函数被执行时,检测到的人脸从图像中被分割出来,连同手工输入的身份信息都通过 ODBC 保存到数据库中. 当人脸识别函数被启动时,该函数就会通过特定的方法对待识别的人脸进行特征提取,并与数据库中人脸特征进行匹配,找出匹配最好的一组,并显示在界面上. 特征提取是单独的一块,它和别的部分没有太大的联系,它计算的数据是从数据库中提取,计算的结果也保存在数据库中。

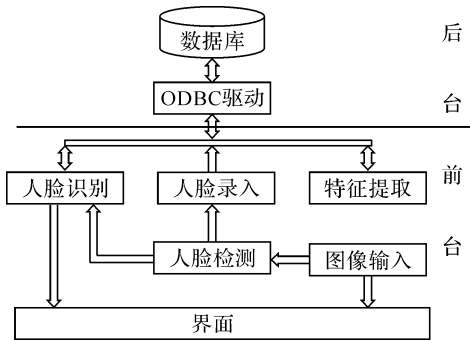


图 2 系统结构图

Fig. 2 System architecture design

摄像头输入的图像被设置为 30 帧/幅,也就是说,从得到原始图像到识别出人脸要在 1/30 s 中进行完毕,这对于现在的计算机硬件资源和计算速度来说,是可以的,但是对日常生活来说是没有必要的^[5],因为,在动态图像中,有人脸的图像也只是它记录着人脸在摄像头前某一时刻的位置信息,如果人脸在摄像头面前只是一闪而过,那么就没有必要对它进行识别. 所以,系统在唤醒人脸识别或人脸录入模块之前,先对当前连续多帧(系统设置为 10)图像进行比较,如果在这些帧的图像

中都有人脸,而且人脸区域是否相对稳定的,就启动后面的步骤,否则,同样什么也不做,返回系统。

3 系统的实现

3.1 人脸检测

系统无论在什么状态,都是以检测人脸为前提,也就是说,检测人脸是系统计算的前提,只有检测到图像上的人脸,系统才进行以后的人脸录入和识别工作。

3.1.1 差分图像 摄像头捕捉到的图像是动态图像,也就是每秒中连续的向计算机输入 k 帧图像(本系统 $k=30$). 连续的图像记录着图像上物体的动态信息. 这些信息可以使用图像间的减法运算来得到^[6]. 在本系统中,如果在系统开始运行的时候保存一张背景图像,然后再用要预处理的图像与背景图像相减,就可以得到这幅图像的信息. 这个过程如图 3 所示。



图 3 差分计算结果显示

Fig. 3 The differential results show

图 3(a)是图像的背景图像,图 3(b)是图像的差分图像. 从图 3(b)中,可以看出,人脸信息得到很好的保存,当然,还不可以拿它直接去做存储或识别,它还要经过二值化、平滑、膨胀等算法环节。

3.1.2 图像的二值化、平滑、垂直投影和确定边界 经过上面的计算,得到的差分图像 256 级,它的红色颜色范围还是从 0 到 255,为了计算,必须给予二值化。

图 4(a)是一幅差分图像二值化的结果,但是由于物体的反光和光线的变化,在二值化处理后,图像上有很多的噪音点,这些噪音点有的是孤立分布,有的是几个聚集在一起,围成一个面积不大的区域,它们共同的特点就是面积小、个数小. 为此,本系统使用了一种区别与传统方法的平滑方法,这种方法效果较好,实现也很方便。

这种方法的步骤是:从左到右逐行扫描,在每一列中找到连续的红色像素点,判断它们的高度,高度小于一定权值的(系统取的是图像高度的 1/10)就应为它是噪音点集合,从图像上去除,否则保留. 然后再从上到下,使用同样的做法处理. 图 4(b)就是一幅图像经过这种方法平滑的后的结果。

图像经过平滑后,还要对图像的做一次垂直的投影.垂直投影的的算法步骤也比较简单.从左到右从上到下扫描每一列,在每一列中找到第一个红色像素点,然后把这个找到的红色像素点以下的所有像素点都置为红色.图 4(c)是就是一幅图像在经过差分、二值化、平滑和垂直投影后得到的图像结果.

当图像经过垂直投影后,就可以很好的定位出图像上人脸的区域.首先,以图像的列为横坐标,以每列中的红色像素点的个数为纵坐标作一条曲线,这条曲线的最大值对应着人脸的中心位置,然后在这个最大值的两侧找到斜率绝对值最大的曲线点,这两个曲线上的点的横坐标是要找的人脸左右两侧,人脸的左右边界坐标找到了,然后再找人脸上下边界,再以图像的行为纵坐标,以每一行中红色像素点的个数为横坐标,作一条曲线,这条曲线如图 4(d)所示.

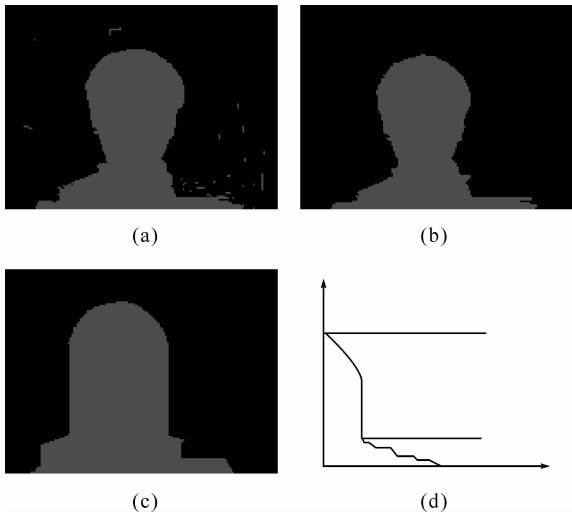


图 4 处理后的结果和坐标显示

Fig. 4 Processed results and coordinates display

3.2 特征提取

特征提取的方法使用了数学里的降维思想.在判断和分析特征向量的时候,将判断 N 个特征向量减少为只要判断 T 个模最大的 ($N \gg T$) 特征向量.这种方法很有效果,系统的特征提取步骤分为 7 步:

(1)计算数据库中全部人脸的平均脸.它的计算公式(1):

$$\sigma = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M F_i \tag{1}$$

这里 σ 平均脸, M 是图像的个数, F_i 是第 i 幅图像,图 5(a)是系统求出的平均脸.

(2)把 $F_i (N \times T)$ 的矩阵)描述成一个 $1 \times NT$ 的向量.

(3)利用式(1)计算 $a_i: a_i = F_i - \sigma$ (2)

(4)计算协方差矩阵 $C: C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M a_i a_i^T = AA^T$

($NT \times NT$ 矩阵).

where $A = [a_1, a_2, \dots, a_M] (NT \times M \text{ 矩阵})$ (3)

(5)计算 $A^T A$ 矩阵的特征向量,选择其中模最大的 $K (K=7)$ 个.

(6)计算 AA^T 矩阵的 K 个特征向量,使用式(4):

$$u_i = A v_i (i=1, 2, \dots, K) \tag{4}$$

其中, u_i 为 AA^T 的向量, v_i 为五计算出来的 K 个特征值.图 5(b)~(h)是本系统的特征值(特征脸).

(7)求的数据库中每幅图像的 K 个特征值,并单位化.

$$\text{eigen} F_i = u_j^T F_i (i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, K) \tag{5}$$

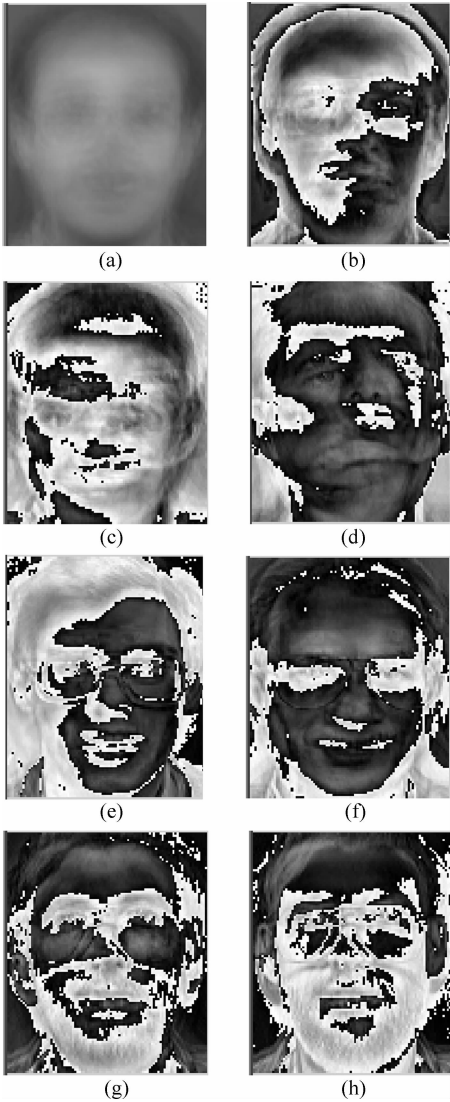


图 5 得到的平均脸和特征脸

Fig. 5 Obtained average faces and features of the face

最后,求得图像的特征值为 double 类型,每个图像共 K (系统中 $K=7$)个特征值.

3.3 人脸识别

人脸识别的步骤可以分为以下 4 步:

(1)用待识别的人脸图像减去数据库中的平均脸,见公式(6). $Q_x=F_x-\sigma$,其中 F_x 是待识别的人脸图像, Q_x 为结果.

$$\text{eigen}F_i=u_j^T F_i(i=1,2,\cdots,M,j=1,2,\cdots,K)$$

(6)

(2)计算待识别的图像的特征值,如公式(7)所示.

$$\text{eigenVal}_i=u_i * Q_x,i=1,2,\cdots,K$$

(7)

(3)对 eigenVal_i 进行单位化.

(4)找到数据库中,与 eigenVal 距离最小的一组特征值.这个特征值对应的人脸,就认为和待识别的人脸是同一个人,并显示信息.

4 结 语

该人脸识别系统在 VC6.0 开发环境下进行开发,所开发的系统具有如下优点:(1)系统具有很强的鲁棒性,能识别各类人群,即使在运动中也有较准确的识别性能.(2)即使戴眼镜或者眼镜反

光,系统识别仍然具有很高的准确率.(3)算法具有一定的抗脸侧向的能力和抗脸倾斜识别能力(在人脸旋转范围 $-10^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 内).实践证明,该方法具有较高的识别精度.设计的算法可行有效,有较强的应用价值.

参考文献:

[1] 庄哲民,张阿姐,李芬兰. 基于优化的 LDA 算法人脸识别研究[J]. 电子与信息学报,2007,29(9):2047-2049.

[2] 熊晓龙,钟满. 概率统计应用于手写模式识别系统[J]. 武汉工程大学学报,2010,32(1):107-110.

[3] Li Zhifeng, Tang Xiaou, et al. Nonparametric Discriminant Analysis for Face Recognition [J]. Pattern Analysis Machine Intelligence,2009,31(4):755-761.

[4] 陈伏兵,陈秀宏,张生亮,等. 基于模块 2DPCA 的人脸识别方法[J]. 中国图像图形学报,2006,11(4):580-585.

[5] 杨帆,刘畅. 基于 D-S 证据理论的多传感器目标识别应用[J]. 武汉工程大学学报,2009,31(1):73-75.

[6] 王伟,张明. 基于对称线性判别分析算法的人脸识别[J]. 计算机应用,2009,29(12):3353-3356.

Design and implementation of dynamic faces recognition system

XIA Ping-ping¹, LV Tai-zhi²

(1. Department of Information Engineering, Jiangsu Maritime Institute, Nanjing 211170, China;

2. College of Computer Science, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: In this paper, how to recognize motive human face images is described,including module design,system architecture design and system implementation and so on. First,the image acquisition modules are designed in this paper,and implemented the dynamic image acquisition,capture,storage and other functions by the camera in VC++ environment. Secondly,the implementation process of faces detection and recognition and the algorithms are described in detail. Dynamic face recognition system design complexity is relatively low,taking up less system space resources and the experimental results are of high accuracy.

Key words: Face recognition;dynamic graphics;face input;feature extraction

本文编辑:邹礼平