

基于 BP 神经网络的人脸识别系统

安大海, 蒋砚军

(北京邮电大学 计算机学院, 北京市 100876)

摘 要: 随着移动设备的发展, 人脸识别技术在移动端得到极为广泛的应用。移动设备采集的图像其背景和光照条件等特征更容易发生变化, 进而影响人脸识别的准确率。本文提出了一种基于 BP 神经网络的人脸识别系统, 并通过对人脸图像的预处理来消除背景及光照条件等特征对人脸识别准确率的影响, 系统对人脸图像进行直方图平衡, 滤波, 椭圆遮罩等方式进行处理, 提高了人脸识别的准确率。本文搭建了真实的人脸识别系统, 并对图像预处理工作能提高人脸识别准确率的有效性进行了验证。

关键词: 人工智能; 人脸识别; 图像预处理; BP 神经网络

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1003-6970.2015.12.018

本文著录格式: 安大海, 蒋砚军. 基于 BP 神经网络的人脸识别系统[J]. 软件, 2015, 36 (12): 76-79

A Face Recognition System Based on BP Neural Network

AN Da-hai, JIANG Yan-jun

(Computer Science Department, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

【Abstract】: With the development of mobile devices, face recognition technology has been widely used in the mobile terminal. Changes are constantly taking place in the backgrounds and illumination conditions of images collected by mobile phone, and the accuracy of face recognition is affected. This paper presents a face recognition system based on BP neural network, and pre-process the images by histogram equalization, smoothing and elliptical mask so as to improve the accuracy of face recognition. In this paper, a real face recognition system is built and the effectiveness of the algorithms is verified.

【Key words】: Artificial intelligence; Face recognition; Image preprocessing; BP neural network

0 引言

随着现代计算机技术的发展, 人脸识别技术在安全验证、人机交流、公安系统等方面得到了广泛的使用, 并且在视频会议、档案管理、医学医疗等方面也发挥着很大的作用。所以, 人脸识别技术已经逐渐成为人们在人工智能领域所研究的重点课题。^[1]人脸识别主要是分为两个方面: 一是人脸检测, 指的是在图像中检测是否存在人脸, 如果存在人脸, 定位出人脸的位置; 二是人脸识别, 指的是从数据库中已经存在的人脸样本中确定出当前人脸图像的身份。

人脸识别系统的原理是首先在捕捉到的图像中

进行人脸识别, 之后将该图像进行人脸的具体身份匹配, 通过 BP 神经网络建模, 完成人脸识别。当前移动设备越来越多, 移动互联网时代下的人脸识别技术场景也越来越多。在移动设备上捕获的人脸图像会出现背景的变换以及光照的变化。背景及光照的变化会影响人脸识别的准确率。

针对上述问题, 本文提出了一种人脸图像预处理的方法, 用来解决背景及光照对于人脸识别准确率的影响。同时基于 BP 神经网络实现了人脸识别系统, 验证了方法的有效性。

1 人脸图像的预处理

1.1 人脸及人眼检测

作者简介: 安大海 (1991-), 男, 北京邮电大学计算机学院研究生, 研究方向: 计算机网络; 通信联系人: 蒋砚军, 副教授, 主要研究方向: 计算机网络。

人脸检测能在一幅图像中定位到一个至多个人脸区域，主要运用的算法是 viola-jones 人脸检测算法。viola-jones 人脸检测算法^[2-5]主要有三个要点：Haar-like 特征，AdaBoost 算法^[6]和 Cascade 结构。Haar-like 特征利用积分图像快速的计算矩形区域的差分信号；AdaBoost 算法选择区分能力强的特征结合 Stump 函数做弱分类器，然后把若干这些弱分类器线性组合在一起增强分类性能；Cascade 结构做早期决策，来快速抛弃明显不是人脸的扫描窗口。

通过 viola-jones 人脸检测算法快速定位图像中的人脸图像，同时基于人眼做兴趣区域处理，排除掉背景对于人脸识别过程中的处理。具体处理流程如下：首先在图片中定位人脸，如图 1 所示，然后基于人眼的识别，截取人脸面部特征图像，如图 2 所示。

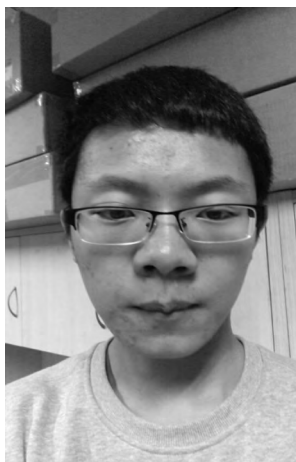


图 1 人脸图像

Fig.1 Face image



图 2 人眼识别的兴趣区域

Fig.2 The eye area

1.2 人脸及人眼检测

人脸图像经过基于人眼识别的兴趣区域处理之后，可以获得人眼部分的人脸特征截图，对于这些特征图像进行预处理，可以减少光照和背景对于人脸识别准确率的影响。

首先对图像进行直方图平衡化处理（Histogram Equalization）^[7]，处理后的图像有更高的对比度，扩展了图像灰度值的动态范围，使得图像更加清晰，如图 3 所示；然后对图像进行滤波（smoothing）^[8]处理，减少图像的噪点，如图 4 所示；最后对图像

做椭圆遮罩（elliptical mask）处理，在原有图像中屏蔽掉背景，如图 5 所示。



图 3 直方图平衡化处理后的图像

Fig.3 The image after histogram equalization



图 4 滤波后的图像

Fig.4 The image after smoothing



图 5 椭圆遮罩后的图像

Fig.5 The image after elliptical mask

2 BP 神经网络

2.1 BP 神经网络的构建

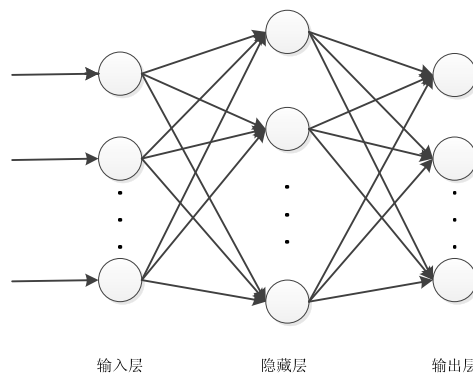


图 6 BP 神经网络结构

Fig.6 The structure of BP Neural Network

BP 神经网络^[9-10]是一种按误差逆传播算法训练的多层前馈网络，可以分为三层，分别为输入层、隐藏层、输出层。层与层之间采用全连接映射，同层之间的神经单元之间没有连接，这样经过层层处理，可以实现将输入的向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 非线性映射到向量 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ 。将 BP 神经网络用于人脸识别时，通常采用三层的神经网络结构，即一层输入层，一层隐藏层和一层输出层。如下图 6 所示：

神经网络中的每个神经单元是一个单独的感知器，感知器可以将一个实数值向量作为输入，计算

这些输入的线性组合,然后如果结果大于某个阈值,就输出 1,否则输出-1。本论文中的感知器采用 sigmoid 压缩函数,输入向量经过 sigmoid 函数计算之后进行输出,可以压缩输出值,使得整个神经网络可以较快的进行收敛。Sigmoid 函数计算公式如下:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

整个神经网络采用反向传播算法,通过反向传播的误差值来不断调整网络中每个神经单元的权重,最终得到整个神经网络的稳定收敛权值,完成训练。训练完成后,对于新的图像输入,即新的向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 可以得到唯一的向量 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, 向量 Y 可以用作图像的结果识别。

反向传播算法的步骤如下,流程如图 7 所示:

- 将向量 X 输入网络,并计算网络中每个单元 u 的输出 o_u ,使误差反向传播
- 对于网络的每个输出单元 k ,计算误差项 δ_k

$$\delta_k = o_k(1 - o_k)(t_k - o_k)$$
- 对于网络的每个隐藏单元 h ,计算它的误差项 δ_h

$$\delta_h = o_h(1 - o_h) \sum_{k \in \text{output}} w_{kh} \delta_k$$
- 更新每个网络权值 w_{ji}

$$w_{ji} = w_{ji} + \Delta w_{ji}$$

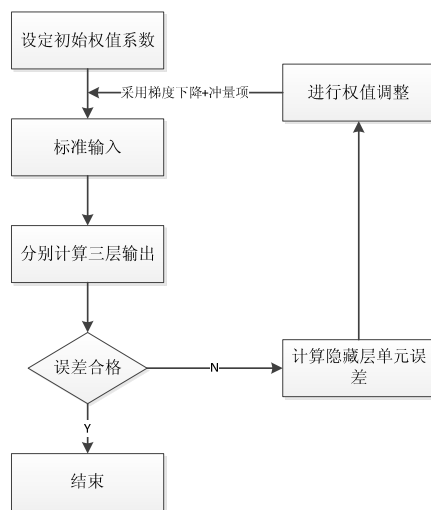


图 7 反向传播算法流程图

Fig.7 The flow chart of face back propagation algorithm

2.2 冲量项的引入

BP 神经网络在采用反向传播算法进行收敛训练时,因为采用的梯度下降算法,可能出现收敛较缓慢或者落入局部最优解的情况。将梯度下降算法理解为球沿误差曲面滚下,那么增加的冲量项的作用,就是使得这个小球从一次迭代到下一次迭代时以同样的方向滚动。冲量有时会使这个球滚过误差

曲面的局部最小值。同时因为它也有增大搜索步长的效果,从而可以加快收敛。冲量项引入后将 2.1 章节中的反向传播算法的 d 步骤公式替换如下:

$$\Delta w_{ji}(n) = \theta \delta_j x_{ji} + \alpha \Delta w_{ji}(n-1)$$

$\Delta w_{ji}(n)$ 其中是算法主循环中第 n 次迭代进行的

权值更新, $\Delta w_{ji}(n-1)$ 是算法主循环中第 $n-1$ 次迭代进行的权值更新。

3 系统设计与实现

3.1 人脸识别系统设计

人脸识别系统主要分为三个模块,第一个模块是图像采集预处理模块,采用 opencv,可以直接利用摄像头进行图像的采集,同时该模块应用 ROI 算法,对图像进行预处理,削弱背景以及光照条件对识别率的影响。第二个模块是神经网络训练模块,该模块通过对训练数据的处理,构建 BP 神经网络模型,完成权值的确定。第三个模块是人脸识别模块,该模块将图像采集模块采集得到的图像输入到已经训练完成的 BP 神经网络模型中进行计算,将结果用欧氏距离进行判定,得到识别结果。整个系统的结构图如图 8 所示:

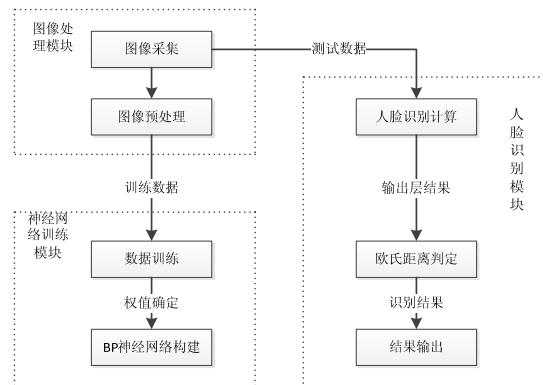


图 8 人脸识别系统结构图

Fig.8 The structure of face recognition system

3.2 系统实验

本系统实验的实验数据来源为 opencv 控制笔记本摄像头采集的全班同学人脸照片,人数共计 45 人,每人人脸图像采集数为 10 张,其中 8 张为训练数据集,2 张为识别结果测试数据集,训练数据集共计 360 张,结果测试数据集共计 90 张。每张人脸图像的像素为 28×23 ,共计 644 个像素点。采集的人脸图像均通过图像预处理模块进行了基于兴趣区域的处理,处理后的人脸数据集作为测试数据。

该实验采用的硬件平台为 OS: WIN7 x64 版本;

CPU: Intel(R)Core(TM)i3-2350M CPU@2.30GHz;
RAM: 8GB。

该系统实验的神经网络模型分为三层，第一层输入层由 644 个神经元组成，每个神经元对应一个像素点输入；第二层隐藏层采用了 20 个神经元，第三层输出层共计 6 个神经元。神经网络构建完成后采用图 6 所示的反向传播算法对神经网络进行训练，得到用于人脸识别的神经网络模型。

在对人脸图像进行识别时对于输出层输出的结果，采用欧式距离做判定。例如 6 个输出层神经元输出的结果是 0.1, 0.2, 0.1, 0.2, 0.9，将该结果与所有 45 位同学的标准输出依次计算欧式距离，取距离最小的目标为对应的判定结果。经计算与 1 号同学距离最小，故判定该人脸图像是 1 号同学人脸。

3.3 实验结果分析

本文首先对于未经图像预处理模块的数据集进行了测试，得到如图 9 所示的结果。然后对经过了图像预处理模块的数据集进行了测试，得到如图 10 所示的结果。可以看到经过图像预处理模块的结果好于未处理的结果，识别准确率约提升了 6%。

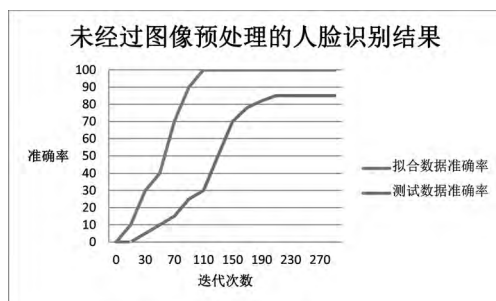


图 9 未经过图像预处理的人脸识别结果

Fig.9 Face recognition results without image preprocessing

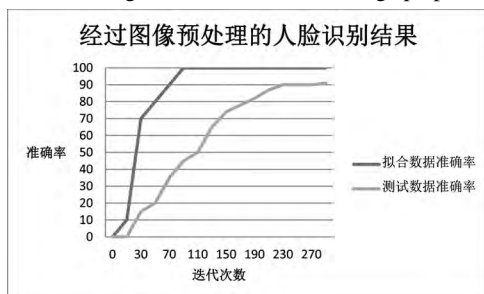


图 10 经过图像预处理的人脸识别结果

Fig.10 Face recognition results with image preprocessing

4 结论

本文给出了一种基于 BP 神经网络设计的人脸识别系统。本文首先介绍了图像兴趣区域处理和 BP 神经网络的基本概念，然后基于 python 语言实现了

BP 神经网络，并在实验室环境中真实的搭建了整个人脸识别系统。最后通过实验验证了图像兴趣区域处理对于人脸识别正确率的影响。本系统是 BP 神经网络模型应用于人脸识别领域的典型范例。后续的工作将针对神经网络的增量学习进行研究，使得该系统可以实时的对于新增的人脸身份进行识别。

参考文献

- [1]侯鲲, 贾隆嘉, 王赫宁.人脸识别技术的现状和发展趋势[J].科协论坛(下半月), 2011, 11: 43-44.
- [2]HOU K, JIA L J, WANG H N.Present situation and development trend of face recognition technology[J].Science & Technology Association Forum, 2011, 11: 43-44.
- [3]Viola, P., Jones, M.Rapid object detection using a boosted cascade of simple features[J].CVPR, 2001, 1: 511-518.]
- [4]He Lianghua.Multi-Dimension Principal Component Analysis based on face recognition[J].The Journal of New Industrialization, 2012, 2(1): 59-65.
- [5]黄宏博, 穆志纯.小训练样本的人脸识别研究[J].软件, 2014, 35(3): 167-169
- [6]孙文荣, 周先春, 嵇亚婷.基于直方图均衡化、PCA 和 SVM 算法的人脸识别[J].软件, 2014, 35(8): 11-15
- [7]曹莹, 苗启广, 刘家辰.AdaBoost 算法研究进展与展望[J].自动化学报 2013, (6): 745-758.
- CAO Y, MIAO Q G, LIU J C.Research progress and Prospect of AdaBoost algorithm[J].Acta Automatica Sinica, 2013, (6): 745-758.
- [7]马士友, 付致伟, 王晓东.基于直方图均衡和幂次变换的灰度图像增强算法[J].计算机应用与软件, 2013, 30(4): 261-263
- MA S Y, FU ZH W, WANG X D.Gray level image enhancement algorithm based on histogram equalization and power transformation[J].Computer Applications and Software, 2013, 30(4): 261-263
- [8]康牧, 王宝树.一种基于图像增强的图像滤波方法[J].武汉大学学报, 2009, (7): 822-825.
- KANG M, WANG B SH.Image filtering method based on image enhancement[J] Journal of Wuhan University, 2009, (7): 822-825.
- [9]高鹏毅.BP 神经网络分类器优化技术研究[D].武汉: 华中科技大学, 2012.
- GAO P Y, Research on optimization techniques of BP neural network classifier[D] Wuhan: The Huazhong University of Science and Technology, 2012.
- [10]杨家荣, 许伟, 谈宏志.基于人工神经网络的车间产能预测[J].软件, 2014, 35(8): 22-25.