

文章编号: 1007-2780(2011)06-0836 -05

一种基于人工神经网络的人脸识别方法

沈凌云^{1,2,3}, 郎百和¹, 朱 明²

(1. 长春理工大学 电子信息工程学院, 吉林 长春 130022, E-mail: Shenshly@gmail.com;

2. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘 要: 提出了一种基于 BP 人工神经网络的人脸识别新算法。采用积分投影与几何特征提取相结合的方法进行人脸图像特征提取, 构建特征向量, 利用 BP 神经网络分类识别。仿真结果表明, 该算法应用于 ORL 人脸库的分类识别, 仅用 13 个特征即可达到平均识别率 99%, 识别能力显著增强, 同时有效地降低了所需特征维数和计算复杂度。

关 键 词: 人脸识别; BP 神经网络; 图像特征向量

中图分类号: TP391 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20112606.0836

Face Recognition Method Based on Artificial Neural Network

SHEN Ling-yun^{1, 2, 3}, LANG Bai-he¹, ZHU Ming²

(1. School of Electronics and Information Technology, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China, E-mail: Shenshly@gmail.com;

2. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: New method, back propagation neural network based face recognition was presented in this paper. The proposed method extracts feature from face image with differential projection and geometrical features into eigenvector which was classified by back propagation neural network. The experimental results on ORL face database show that the proposed method can achieve an average recognition accuracy of 99% by using only 13 features. Moreover, the identified power was enhanced effectively, and the computing complexity and feature dimensions were reduced greatly.

Key words: face recognition; back propagation neural network; image eigenvector

1 引 言

人脸识别技术是当前数字图像处理和模式识别领域的研究热点, 在很多安全部门和商业等系统中有着重要的应用^[1]。目前, 已有的人脸检测方法主要有两类: 快速检测算法和基于模板的方法。前者的主要算法有基于肤色的方法、基于马赛克规则的方法等; 后者的主要算法有基于特征

脸的方法和基于聚类学习的方法等^[2]。一般来讲, 快速检测方法适用于场景受到较强约束的图像中人脸检测; 而基于模板的方法能够适用于一般场景图像中的人脸检测, 有较强的鲁棒性, 具有很大的发展潜力。本文提出一种新的基于模板的识别技术——基于 BP 神经网络的人脸识别技术。目前人脸识别系统可使用的特征主要集中在以下 3 个方面: 面部几何特征点的提取和识别; 变

收稿日期: 2011-06-23; 修订日期: 2011-08-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No. 60772153)

作者简介: 沈凌云(1979—), 女, 湖北钟祥人, 博士研究生, 讲师, 主要从事图像处理与模式识别方面的研究。

换域中面部特征的提取及识别;面部特征连续形状的提取及识别。一般可以从两个角度研究器官的特征提取:一个是通过面部拓扑结构几何关系的先验知识,利用基于结构的方法,在知识的层次上提取人脸面部主要器官特征,可以用一个包括器官的人脸模板来对它们进行提取。另一个是在信号的层次上将面部器官特征提取视为一个高维图像空间中的信号检测问题。利用主元分析形成特征脸作为匹配特征,在人脸图像尺度、姿势,光照变化不大的情况下可以有效地提取人脸面部特征^[3]。本文采用了第一种基于知识层次上的人脸特征提取方法,采用积分投影与几何特征提取结合的方法进行人脸图像特征提取,可以快速、有效地确定人脸的主要器官,如眼睛、鼻子和嘴巴的位置。

2 BP 神经网络算法及改进

人工神经网络(Artificial Neural Networks, 简称 ANN),简称神经网络。它是一种基于距离度量的数据分类方法,由一系列相互联系的、相同的单元(神经元)组成的。相互间的联系可以在不

同的神经元之间传递增强或抑制信号。增强或抑制是通过调整相互间联系的权重系数(Weight)实现的。神经网络可以实现监督和非监督学习条件下的分类和回归工作,这是通过适当的调节权重系数实现的。人们通过权重系数调节机制使神经网络的输出收敛于正确的目标值,它拥有的重要功能是对输入向量进行分析,得出该输入所属的物体属于哪一类。人脸识别的最关键问题包括对人脸的确认和辨认,通过对输入人脸特征向量的分析,得出一个输出向量,通过与数据库里人脸图像样本的输出值进行比较,得出最相似的人脸。因此神经网络作为人脸识别系统的分类器是非常适合的^[3]。目前,在人工神经网络的实际应用中,绝大部分的神经网络模型是采用 BP 网络和它的变化形式,它也是前向网络的核心部分,体现了人工神经网络最精华的部分^[4]。

2.1 BP 神经网络模型

BP 神经网络是基于 BP 算法的多层前馈神经网络^[5-6],BP 网络模型一般由一个输入层、一个(或多个)隐含层和一个输出层构成,如图 1 所示。

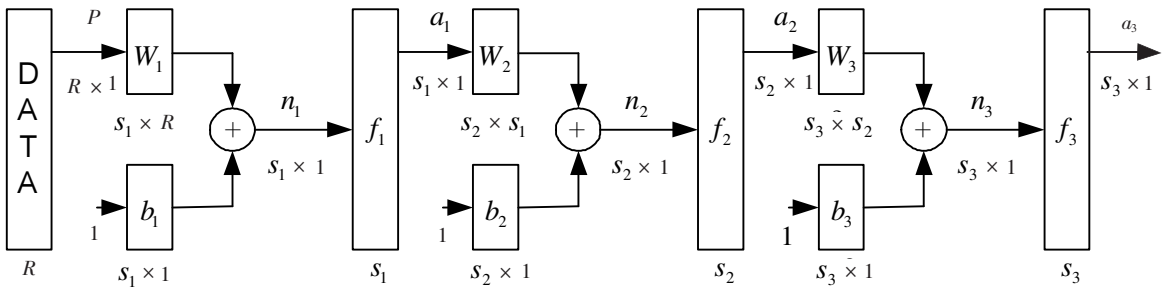


图 1 改进的 BP 网络模型

Fig. 1 Improved BP neural network model

2.2 BP 神经网络算法

BP 神经网络是一种有监督的网络学习方法,其输入为类似如下的样本集合:

$$(p_1, t_1), (p_2, t_2), \dots, (p_q, t_q) \quad (1)$$

这里 $p_i, t_i (1 < i < q)$ 分别是网络的输入及对应的目标输出。

根据图 1,上一层的输出是下一层的输入。描述此操作的公式为:

$$a_{m+1} = f_{m+1}(W_{m+1}a_m + b_{m+1}) \quad (2)$$

$$m = 0, 1, \dots, M - 1$$

这里, M 是网络的层数, W_{m+1} 是权值矩阵。

第一层的神经元从外部接收输入:

$$a_0 = p \quad (3)$$

是公式(2)的起点。最后一层神经元的输出是网络的输出:

$$h = a_m \quad (4)$$

然后将网络实际输出与目标输出相比较,利用式(5)可得到均方误差。

$$MSE(x) = E[e^2] = E[(t - h)^2] \quad (5)$$

BP 算法把误差 E_p 归结为 W “过错”,因此将 E_p 逐层向输入层逆向传播,“分摊”给各层的权矩阵,并按式(6)、式(7)调整 W 及 b 值,使均方误差最

小化, BP 网络达到最佳性能。

$$W_m(k+1) = W_m(k) - \partial_{S_m}(a_{m-1})^T \quad (6)$$

$$b_m(k+1) = b_m(k) - \partial_{S_m} \quad (7)$$

式(6)、式(7)中, $W_m(k+1)$ 为第 k 次网络训练后第 m 层的权值矩阵, $b_m(k)$ 为第 k 次网络训练后第 m 层的偏置值; a_{m-1} 为第 $m-1$ 层的输出向量; S_m 为第 m 层的敏感性指数, 用于描述 m 层的输出误差的指数。

利用以上步骤, 通过不断地输入样本向量, 比较实际输出目标和标准输出目标的误差(通过性能指数来描述), 然后根据一定的规则修改 BP 网络训练权值, 对 BP 神经网络进行不断的训练, 使最终性能指数达到规定的阈值而使网络收敛。此时, 该网络性能达到特定的应用要求^[7]。

3 实验研究及结果分析

3.1 基于神经网络的人脸识别技术的试验研究步骤

3.1.1 建立供神经网络学习用的训练集

人脸图像依照每个个体代表一个类, 人脸

表 1 训练集样本(10 个人每人 2 张照片, 分别用 A, B 表示)

Table 1 Samples of training set (2 image per object, denoted with A, B, respectively)

T	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
	31.9	32	30.1	30	27	27.1	34.1	34	29.4	29	38.1	38	25.7	26	32.1	32	30.1	30	30.3	30
	22.8	23	20.1	20.2	18.1	18.2	23.1	23.3	16.3	16.1	17.2	17.1	18	18.1	20.1	20	20.1	20	15.9	16
	49.8	49.9	48.1	48	46.1	46	48	48	52.3	52	53.1	53	54.3	54	47.9	48	48.9	49	50	50
p	12.9	12.8	12.1	12	13	13	11	11	11.2	11.4	9	9	13.9	13.8	13.1	13	10.3	10	10	10
	12.9	12.8	12.1	12.3	13.1	13.3	11.4	11.3	11	11	9.1	9.2	13.8	14	12.9	13	10.2	10	10	10
	51.9	52	42	42	48.3	48.4	53.1	53.2	51	51	52	52	49.1	49.2	48.1	48	44.1	44	48	48
	54.2	54.3	43.2	43	50.2	50	54.3	54.1	52	52.1	52	52.3	50.5	50.1	52	52	48	48	50.1	50

3.1.2 网络训练

采用本文第 2 部分介绍的 BP 算法对前馈网络进行有监督训练, 采用的 BP 网络结构为: 输入层 13 个神经单元, 为从人脸图像提取特征并进行降维后的特征空间的维数; 隐含层 10 个单元, 为根据试凑及经验选的结点数; 当网络在学习过程中不收敛时, 可以适当增加隐层的神经元个数; 输出层 1 个单元, 为网络输出的维数。

3.1.3 网络泛化映射能力测试

从训练集及非训练集中分别选用一组特征向量作为已训练好的网络输入, 网络输出及与真实值之间的均方误差分别为 h_1 、 h_2 、 MSE_1 和 MSE_2

识别的目标是将其中的一张人脸与其他所有人脸区分开来, 因此训练样本数的多少就代表有多少类。实验采用 ORL 人脸数据库。库中共有 400 幅人脸图像, 它们是在英国剑桥大学的 Olivetti Research Laboratory 拍摄的。选取 40 人, 每个人有 10 张标准人脸图片, 大小为 64×64 , 10 张人脸图像在灰度、表情和偏转方向上都存在一定的变化。实验中分别选用任意 10 个人的任意 6 张图片, 5 张照片作为训练集样本(选用其中 1 张作为样本测试集), 1 张照片作为非样本测试集。

首先, 对这 10 个人的 60 幅正面人脸图像采用积分投影和几何特征提取的方法提取特征值。特征的选取应保证最具有代表性, 信息量大, 冗余量小, 并且要求在一定的干扰下也能保持一定的不变性和适应性。基于这种要求, 定位了瞳孔距离^[8]、内眼宽度、外眼宽度、嘴巴宽度、嘴唇高度等 13 个特征点, 其中 2 组(10 个人每人 2 张照片)训练集样本人脸特征组成的矢量 p 及真实值 t 如表 1 所示, 特征矢量数据的单位为像素。

(表 2), 并将真实值与网络输出值进行比较, 如图 2 所示。

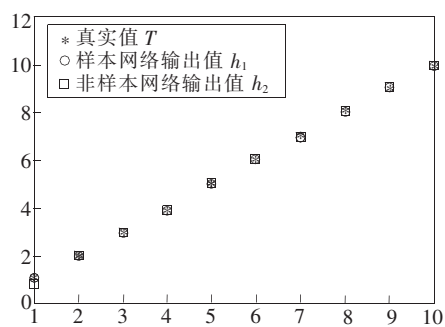


图 2 真实值与网络输出值

Fig. 2 True value and network output value

表 2 网络测试结果

Table 2 Results of network test

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_1	1.082 6	1.981 7	3.006 3	3.932 3	4.955 1	6.004 9	6.997 7	8.019 9	9.113 7	10.039 9
MSE_1	0.002 9									
h_2	0.831 4	1.937 7	2.964 7	3.917 9	5.037 7	6.026 8	7.081 8	8.022 0	9.020 0	9.934 3
MSE_2	0.005 4									

3.2 实验结果与分析

实验测试:从训练集中选取任意一个样本,构建特征矢量,测试结果如图 3 所示。

针对 ORL 人脸数据库的同一样本,本算法

与文献[7]中的传统 BP 神经网络算法在平均识别率与算法计算时间的比较分别如图 4、图 5 所示。结果表明,本文算法具有更高的识别率与较小的计算复杂度。

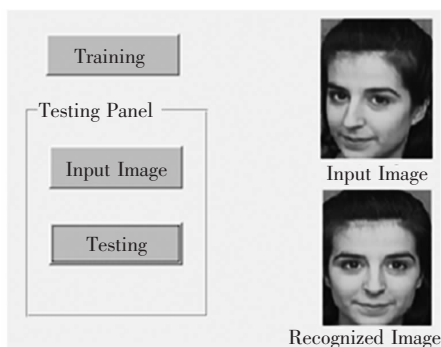


图 3 测试图形用户界面

Fig. 3 Graphical user interface for testing

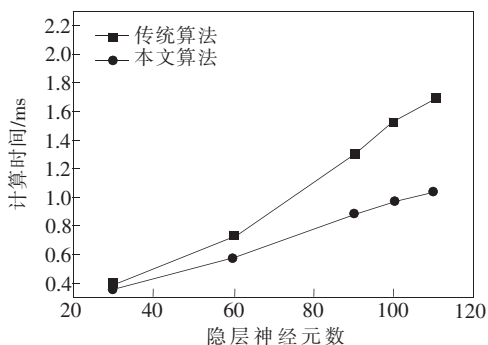


图 5 改进算法与传统算法计算时间

Fig. 5 Computing time of improved algorithm and traditional algorithms

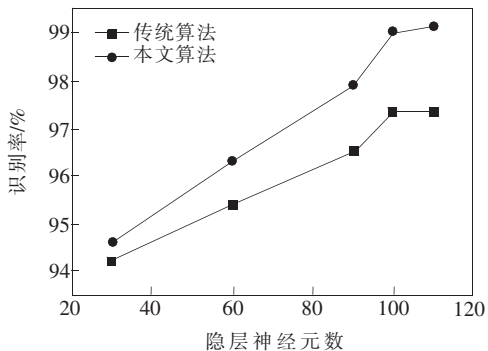


图 4 改进算法与传统算法的识别率

Fig. 4 Recognition rate of improved algorithm and traditional algorithms

4 结 论

提出了一种基于神经网络的人脸识别算法,在使用较少训练样本的情况下,基于正面或具有少量偏转及倾斜的人脸图像,构造出了性能较高的人脸检测系统。该算法可用于人脸识别的在线实时检测,神经网络映射平均时间小于 1 ms,平均识别率达到 99%。所提出的算法显著地降低了特征维数和计算复杂度,但在人脸图像尺度、姿势、光照变化较大的情况下,算法的鲁棒性还有待进一步提高。

参 考 文 献:

[1] 龚卫国.《人脸识别技术》专题文章导读[J]. 光学 精密工程,2008,16(8):1452-1453.
 [2] 梁路宏,艾海舟,徐光佑,等.基于模板匹配与神经网络确认的人脸检测[J]. 电子学报,2001,29(6):744-747.
 [3] 李华胜,杨桦,袁保宗.人脸识别系统中的特征提取[J]. 北方交通大学学报,2001,25(2):18-21.
 [4] 王聃,贾云伟,林福严.人脸识别系统中的特征提取[J]. 微计算机信息,2005,21(11):53-55.
 [5] 黎新伍.基于 BP 神经网络的 CRT 显示器色彩管理新模型[J]. 液晶与显示,2008,23(2):235-240.
 [6] Rowley, H A, Baluja S, Kanade T. Neural network based face detection[J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and*

Machine Intelligence, 1998, 20(1): 23-38.

[7] 黎奎, 宋宇, 邓建奇, 等. 基于特征脸和 BP 神经网络的人脸识别[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(6): 236-237.

[8] 孙艳丰, 于永庆. 一种人眼瞳孔定位方法[J]. 北京工业大学学报, 2011, 37(2): 272-276.

2012 中国平板显示学术会议征稿细则

1. 论文请按下述顺序书写: 题目、[作者姓名、工作单位(包括所在城市、邮政编码、电子信箱)、摘要、关键词(3~8 个, 中英文对应, 采用规范化的名词术语, 缩略语应加以说明)、正文(引言、实验、实验结果、讨论与分析、结论)、参考文献、英文摘要(英文文章则中文摘要)。

2. 中文摘要 200 字左右, 英文摘要 8 个完整句。英文摘要应包括论文题目、作者姓名(汉语拼音)、工作单位、摘要内容。

3. 论文中使用的物理量和量的单位应严格执行国家标准 GB-3100~3102-93 中的有关规定。外文字母和符号要写清楚(特别是易混淆的外文字母, 如 $a, \alpha; B, \beta; r, \gamma; p, \rho; w, \omega$ 等), 不同文种的字母, 大、小写, 正、斜体, 上、下角标应易于辨认。

4. 论文中的图、照片(灰度图)、化学结构式务必要清晰, 附在正文中相应位置上, 并在其下方分别用中、英文注明图号、图题。照片和灰度图的质量要达到印刷水平, 放大或缩小比例应用标尺表示。图和照片的总数一般不超过 6 幅。表格请制做成三线表, 在表的上方用中、英文对照给出表号、表题。

5. 参考文献应引用最主要的(未公开发表的文献、资料请勿引用), 按正文中引用的先后顺序编码, 并附在文后。其著录格式如下:

期刊:[序号]作者(姓前名后, 仅列前 3 名, 3 名以后加等(下同)). 文献题名[文献类型标志]. 连续出版物题名:其他题名信息, 年份, 卷号(期号):起止页码[引用日期]. 获取和访问路径.

专著:[序号]作者. 题名[文献类型标志]. 析出文献其他责任者//专著主要责任者. 专著题名:其他题名信息. 版本项(第 1 版略). 出版地:出版者, 出版年:析出文献的页码[引用日期]. 获取和访问路径.

专利:[序号]专利所有者. 专利题名:专利国别, 专利号[文献类型标识]. 公告日期或公开日期[引用日期]. 获取和访问路径.

电子文献:[序号]主要责任者. 题名:其他题名信息[文献类型标识]. 出版地:出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径.

6. 来稿请注明文稿所属资助项目的名称及批准号, 如属国家自然科学基金资助, 请在论文首页下方注明:“国家自然科学基金资助项目, NO:XXXXXX”。