

文章编号:1671-6833(2010)04-0069-04

## 基于改进的奇异值和遗传算法的人脸识别研究

段向军<sup>1</sup>, 王 敏<sup>2</sup>

(1. 南京信息职业技术学院 机电分院, 江苏 南京 210046; 2. 解放军理工大学 气象学院, 江苏 南京 211101)

**摘 要:** 提出了一种基于改进的奇异值和遗传算法的人脸识别方法. 首先对预处理后的人脸图像进行改进的奇异值特征提取, 应用遗传算法并行搜索选择满足最小类间欧氏距离的类别特征. 最后运用选择特征子集来训练 BP 神经网络作为分类器. 实验结果表明: 该方法的识别率及平均检测时间均优于普通方法.

**关键词:** 人脸识别; 奇异值分解; 遗传算法

**中图分类号:** TP391 **文献标识码:** A

### 0 引言

人脸识别相对于指纹识别、虹膜识别等其他生物特征识别方法具有特征录入方便、适用场合广泛等优点, 具有广阔的应用前景. 它不仅是自动人脸识别系统的关键环节, 而且在基于内容的检索、视觉监测和新一代人机界面等领域都有着巨大的应用价值, 一直是模式识别和人工智能领域的重要研究课题<sup>[1]</sup>. 通常情况下, 一人脸自动识别系统包括以下 3 个主要技术环节: 人脸检测、特征提取、人脸识别.

特征提取是人脸识别技术中一个基本又十分重要的环节, 寻找有效的特征是解决识别问题的关键. 比较常见的人脸特征提取方法有几何特征提取法, 线性鉴别分析, 特征脸方法, 奇异值分解方法<sup>[2]</sup>, 独立分量分析法等. 由于奇异值固有的稳定性、比例不变性和旋转不变性, 能有效地反映矩阵特征, 在人脸识别中将图像矩阵的奇异值作为识别的特征很有效. 但仅采用图像奇异值特征作为识别特征是远远不够的. 针对这个问题, 笔者应用一种基于整体与部分奇异值分解相结合的人脸识别算法.

在以上的基于改进的奇异值融合的特征提取方法中, 并没有考虑到哪些奇异值特征适于分类识别, 哪些奇异值特征不适于分类识别. 即上述方法没有从分类角度选取显著特征. 对此, 笔者提出了应用遗传算法选取适于分类的特征. 实验结果

表明: 应用遗传算法选取奇异值特征, 不仅使识别率有所提高, 而且减少了人脸模式的存储量. 为了验证提出方法的有效性, 笔者还进行了和其他人脸识别方法的对比实验.

### 1 基于整体与部分奇异值分解的特征提取

为克服图像奇异值特征包含的有效识别信息不足的问题<sup>[3]</sup>, 笔者首先将所有整体人脸样本图片投影到同一标准特征矩阵, 得到了此样本一种新的基于投影系数的整体代数特征, 并以此作为该幅人脸的特征向量.

基于整幅图像的奇异值分解有一个明显的不足: 整幅图像的特征向量反映的是整幅图像的特性, 对细节描述不够; 另外, 图像中人脸表情和位置的变化, 只有部分区域的灰度值变化显著, 而其他区域变化并不明显, 如果将人脸图像进行分块处理, 提取出最能反映该人特点的子图像部分特征向量作为识别特征, 将能更加充分地利用图像信息.

一个人最具“个性”的局部特征常见的就是眼睛、鼻子、嘴巴、眉毛等五官面部信息, 在此笔者选取眼睛、鼻子、嘴巴 3 个位置的代数特征作为人脸的局部特征. 局部区域的切割依赖于人脸特征点(眼角、鼻侧点、嘴角)的准确定位, 依照三庭五眼规则, 建立灰度投影曲线, 可以标记出眼睛(因左右眼对称只选取左眼部位即可)、鼻子、嘴巴 3

收稿日期: 2010-04-05; 修订日期: 2010-06-01

作者简介: 段向军(1978-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 南京信息职业技术学院讲师, 硕士, 研究方向: 模式识别、非线性系统辨识与控制.

个矩形区域,进而对每个小块区域单独做奇异值分解,得到表征该图片的 3 组局部代数特征.进而将整体奇异值与 3 组部分奇异值进行融合,以此作为最终的人脸图片代数特征.

## 2 基于遗传算法的图像匹配

上一节得到的人脸图像奇异值特征向量维数较大,特征可能有利于分类识别,也可能不利于分类识别.将众多图像的所有特征向量输入到分类器中进行匹配分类,既增大了搜索难度,又降低了搜索效率.本节应用遗传算法“物竞天择,适者生存”的进化规律选取有利于分类识别的频率特征.下面给出遗传算法的基本原理及过程.

### 2.1 遗传算法基本原理

遗传算法将生物进化的原理和机制引入实际问题的解群体(种群)中,种群中的每个个体是由位串编码构成的个体解,不同的个体对应于具体问题的一个适应值,即个体解的优良程度,按照适应值的不同而保留较优个体.由于基因复制,选择操作形成的子代中保留了大量的父代遗传信息.同时,引入交叉和变异操作,使得子代种群中可能出现与父代个体基因不相同的新个体,这种新个体将新的遗传基因带入种群中,为种群的进化提供了物质基础.然后在新进化的种群中再按照适应值选择出足够数量的子代个体以组成子代种群,如此周而复始,使得由代表问题解决方案的个体组成的种群不断向前进化,直到满足某一结束条件则退出算法.此时,当前种群中适应值最高的个体即代表了所获得的问题解决方案.其一般算法流程如图 1 所示.

### 2.2 基于遗传算法的特征选取

应用遗传算法进行特征选取及识别的一个关键在于适应函数的定义.对于分类识别来说,衡量模式之间可分性的度量函数很多.一般来说,认为不同类模式之间的距离越大,模式之间的可分性越好.由于前述工作已经基本得到一幅标准图像的全部有效特征,故笔者选取不同类样本之间的最小距离分类器作为适应函数的定义,应用遗传算法全局寻优进行匹配分类.

适应度函数(目标函数)理论上确定为采用欧式距离的最近邻分类函数.由于欧式距离是随着计算尺度的变化而变化,为此引入样本特征均值及方差对每一特征进行正规化,标准化处理后样本集均值为零且消除了武力量纲的影响.然后应用 leave-one-out 的方法计算精度.

$$fitness(C) = Q(F_c) + \alpha \left( \frac{n-k}{n} \right) \quad (1)$$

式中: $Q(F_c)$ 为所选特征子集 $F_c$ 所得样本分类准确精度; $n$ 为特征总个数; $k$ 为 $F_c$ 特征个数; $\alpha$ 为一权系数,衡量人们在分类精度和特征个数之间的取舍,一般取 0~0.1 之间.因为这里进行选择的目标是进行模式识别,分类精度是首要要求.而且保证在分类精度接近时,较小特征数的个体获得较高的适应度.

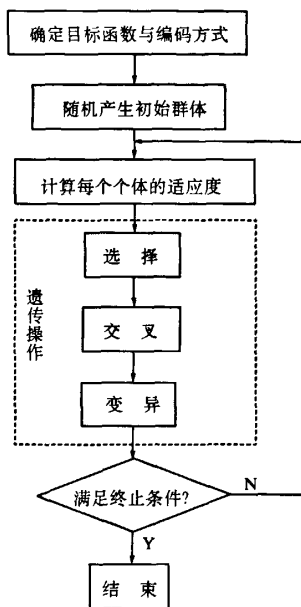


图 1 标准遗传算法流程框图

Fig. 1 Function chart for standard GA algorithm

应用遗传算法必须把搜索空间解的表示映射成遗传空间解的表示——即编码.由于二进制编码相比之下能反映更多数目的基因模式,因此采用二进制编码.假设二进制位组成  $C = c_1, c_2, \dots, c_n$ , 位的下标表示其在染色体中的位置.因此若  $c_i = 1$ , 表示特征  $f_i$  包含在特征集中;反之则表示此特征未被选中.

选择采取截断选择的策略,即根据计算出的适应度值选取最好的前  $M$  个分配方案<sup>[4]</sup>.

交叉采用两点杂交算子,在个体编码串中随机设置两个杂交点,然后进行部分基因变换.

变异采用基本位变异作为变异算子,即以变异概率  $P_m$  对个体编码串中基因座上的基因值做变异运算.

## 3 神经网络分类器

由于人工神经网络具有较强的容错能力、较

强的自适应学习能力以及并行信息处理结构、速度快等三大优势,在模式识别领域有广泛的应用<sup>[5]</sup>。

神经网络模型采用最精华的标准三层 BP 神经网络,其模型见图 2。传统的 BP 算法往往由于初始值选取不当,易陷入局部极小而导致学习失败,而遗传算法具有搜索全局最优解的能力,故本研究采用遗传算法选取初始值进行训练。为了使遗传算法寻优方向是特征数由少至多,采用如下的优化策略:每个个体初始化时随机地仅含一个特征。

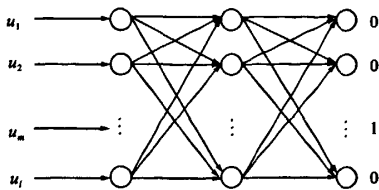


图 2 人脸识别中 BP 神经网络的结构模型

Fig.2 BP network model for face recognition

神经网络的输入层节点数为样本选择特征维数;输出为判别分类层。隐含结点数选为输入结点数  $M$  和输出结点数  $N$  的几何均值。网络训练采用误差反向传播的方法来调整结点间的权值连接。输入层采用了经特征选择后的特征,数目极大减少,大大简化了人工神经网络的结构,减少了计算量,也提高了分类精度。

#### 4 仿真分析

为验证算法的有效性,笔者用 MATLAB7.0 进行仿真实验。实验中我们拍摄了 20 人的 200 幅正面人脸图像,每人 10 幅  $260 \times 340$  的彩色照片,对摄取的每幅人脸图像按照肤色检测算法检测出脸部图像,再通过旋转校正以及尺寸和灰度的归一化、小波变换等预处理,最终得到  $40 \times 40$  大小的灰度图像,组成人脸特征数据库。处理流程如图 3 所示。

仿真参数:种群规模  $NP = 21$ ,终止代数  $T = 50$ ,选择算子精英数  $N = 4$ ,交叉概率  $P_c = 0.9$ ;变异概率  $P_m = 0.01$ 。

对于通过遗传算法进行的图像匹配分类,用 120 幅人脸图像进行测试,为了进行对比,同时实现了基于奇异值特征之上最小距离分类器的方法,

结果如表 1 所示,笔者的方法错误识别的人脸图像为 13 幅,识别率为 89.1%,平均检测时间为 0.72 s,明显优于另一种方法。

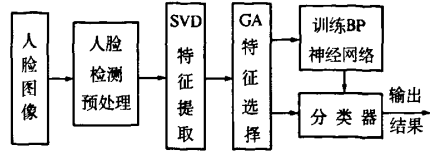


图 3 人脸识别系统框架图

Fig.3 Face recognition system

表 1 不同方法的正确识别率及检测时间比较

Tab.1 Comparison between different methods on recognition rate and testing time

人脸识别方法	测试识别率/%	平均检测时间/s
GABP 网络 (笔者方法)	89.1	1.24
标准 BP 网络	81.0	2.07

#### 5 结论

首先对原有的奇异值分解方法进行了改进,采用整体与部分奇异值分解相结合的特征提取算法,有效的提取出反映该图像最有效的代数特征;为了选出最优的特征以及提高搜索效率,利用基于遗传算法的 BP 网络分类器进行寻优和分类识别,实验验证了该方法的识别率高于普通方法。因而是一种较为有效的解决方法。

#### 参考文献:

- [1] 梁路宏,艾海舟,徐光柘,等. 人脸检测研究综述[J]. 计算机学报, 2002, 25(5): 451-458.
- [2] HONG Z. Algebraic feature extraction of image for recognition[J]. Pattern Recognition, 1991, 24: 211-219.
- [3] 刘晓梅,魏立峰,郭颂. 基于改进奇异值分解的人耳识别算法研究[J]. 微计算机信息, 2007, 4-1: 293-294.
- [4] 汪定伟,王俊伟,汪洪峰,等. 智能优化算法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 26-40.
- [5] 孙芳锦,张大明,殷志祥. 基于图像识别和神经网络的大跨度结构风荷载模拟[J]. 郑州大学学报: 工学版, 2008, 29(4): 116-119.

## Face Recognition Based on Improved Singular Values and GA Algorithm

DUAN Xiang - jun<sup>1</sup>, WAND Min<sup>2</sup>

(1. Mechanical and Electrical Institute, Nanjing College of Information Technology, Nanjing 210046; 2. Institute of Meteorology, PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101)

**Abstract:** The paper proposed a new face recognition method based on Singular values and GA algorithm. After the pre - human face images to improve the singular value feature extraction. GA algorithm is applied to search the minimum Euclidean distance between class categories. Finally neural network with error back - propagation is training using the classification. Experimental results show that this method of recognition rate and the average detection time is superior to ordinary methods.

**Key words:** face recognition; singular value decomposition; GA algorithm

(上接第 18 页)

[3] 项道阳. 薄抹灰外墙外保温系统耐候性试验研究 [D]. 北京: 北京工业大学建筑工程学院, 2008.

[4] GB 50176 - 93, 民用建筑热工设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1993.

[5] JGJ 144 - 2004, 外墙外保温工程技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.

[6] 张朝晖. ANSYS 热分析教程与实例解析[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.

## Thermal - structure Analysis of External Insulation Systems in Extreme Environment in Summer

REN Ling - ling, TONG Li - ping

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** This paper simulates thermal - structural response of the outer wall of a typical residential building in the summer high - temperature and rain environments using finite element analysis methods. The results show that external bad environment is one of the main factors; that polystyrene board has a good thermal insulation effect; that the displacement of the four corners of the windows is larger which must pay attention; that the deformation between mortar and EPS board is not coordinated, so the cracks is appeared firstly in mortar.

**Key words:** Composite wall with external thermal insulation with EPS board; extreme high temperature; heat structural coupling; numerical analysis