

# 一种新的人脸识别算法

王李冬

(杭州师范大学, 浙江 杭州 310012)

**摘要:**针对基于SVM的人脸识别算法运算量较复杂的问题,提出了一种基于RS-SVM的人脸识别算法。进行基于几何特征的特征提取,在人脸图像上标记24个特征点形成12个测量距离,作为脸部特征。为了从所有提取的特征中选择出与人脸识别相关的、必要的特征,使用了粗糙集理论(Rough Set)的属性约简算法进行特征选择,有效降低特征维数。然后用支持向量机(SVM)进行分类。实验证明,该方法可以有效降低SVM的运算复杂度,并具有良好的识别效果。

**关键词:**粗糙集理论;支持向量机;RS-SVM

**中图分类号:**TP301.6

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)05-0147-03

## A New Algorithm of Face Recognition

WANG Li-dong

(Hangzhou Normal University, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** In order to reduce the computing costs of face recognition based on SVM, a new approach based on RS-SVM (rough set theory based attribution reduction and support vector machine) is proposed. Firstly, feature extraction based on geometric features is implemented, mark 24 points on face image to compute 12 measurement distances, which are considered as facial features. In order to select the necessary features for face recognition, use the attribution reduction in rough set theory which can effectively reduce the dimensions of features. Secondly, SVM is adopted for classification. Finally, the experiment results show that our algorithm reduces the computing costs of SVM with no difference in classification ability.

**Key words:** rough set theory; support vector machine; RS-SVM

## 0 引言

人脸自动识别是一种用计算机分析人脸图像,从中提取有效信息并进行自动鉴别的技术,由于其在安全系统及人机交互等方面的巨大应用前景,已成为计算机视觉和模式识别领域的重要研究课题之一。人脸识别的关键是如何有效获取人脸面的主要特征<sup>[1,2]</sup>并进行识别分类。

目前,人脸特征的提取主要分两种:基于几何特征的特征提取<sup>[3]</sup>和基于模板的特征提取。前者主要是把人脸部件的几何关系作为人脸的特征;后者包括人脸整体的特征提取和局部人脸部件的特征抽取,典型的案例分别是:特征脸、Fisher脸和弹性图匹配等。人脸识别的方法目前已有一定的研究基础,文献[4]采用弹性匹配的方法,该方法速度较快,但识别率不高;文献

[5]采用HMM方法,识别率较高,但当人脸数据库较大时实时性不好;文献[6]则采用了支持向量机(SVM)方法,获得了较高的识别率。

文中采用基于几何特征的特征提取。首先,在人脸图像上标记24个特征点形成12个测量距离,作为脸部特征。为了从所有提取的特征中选择出与人脸识别相关的、必要的特征,去除冗余的、不相关的特征,使用了粗糙集理论(Rough Set)的属性约简方法进行特征选择。然后采用SVM作为识别方法,将选择后的特征作为支持向量机(SVM)的输入向量,大大减少SVM的训练时间和测试时间,提高SVM的分类效率。最后,实现了一人脸识别系统,从耗时和识别率上验证了该方法的有效性。

## 1 特征提取与选择

### 1.1 基于几何特征的特征提取

文中在人脸图像上标记24个特征点,如图1所示。由这24个特征点形成12个测量距离,距离和面部特征点之间的长度的对应关系见表1。

收稿日期:2008-09-15

基金项目:浙江省教育科研项目资助(20060823);杭州师范大学科研基金项目(2008QJM11)

作者简介:王李冬(1982-),女,助教,硕士,研究方向为数字图像处理、模式识别。

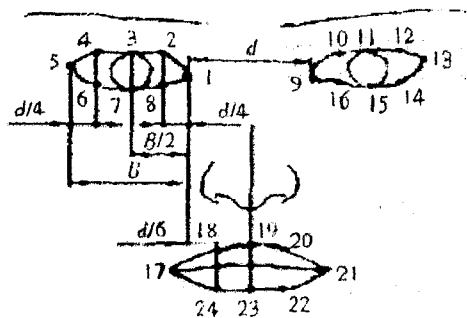


图 1 脸部特征点

表 1 测量距离和特征点之间的关系表

$d_1 = \frac{D_{1,5}}{2}$	$d_2 = D_{2,8}$	$d_3 = D_{3,7}$
$d_4 = D_{4,6}$	$d_5 = \frac{D_{9,13}}{2}$	$d_6 = D_{10,16}$
$d_7 = D_{11,15}$	$d_8 = D_{12,14}$	$d_9 = \frac{D_{17,21}}{2}$
$d_{10} = D_{18,24}$	$d_{11} = D_{19,23}$	$d_{12} = D_{20,22}$

表 1 中  $D_{ij}$  表示面部特征点  $i$  和  $j$  之间的直线长度,  $d_i$  表示第  $i$  个测量距离。由这些测量距离归一化,即按照下式形成脸部特征:

$$X_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^{12} d_i} \quad i = 1, 2, \dots, 12 \quad (1)$$

## 1.2 粗糙集理论

粗糙集理论 (RS)<sup>[7]</sup> 是波兰科学家 Z. Pawlak 在 1982 年提出的,它是处理不完备数据和不精确知识的强有力数学工具,目前已经成为人工智能领域的一个新的学术热点,在知识获取、知识分析和决策分析等方面得到了广泛的应用。粗糙集理论的知识表达方式采用信息表或称信息系统的形式,表示为四元有序组:

$$S = \langle U, R, V, f \rangle \quad (2)$$

式中  $U$  表示对象的全体,即论域,是一组对象集  $\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ ,在本项目中表示人脸特征样本。 $R$  表示属性集,  $R = C \cup D$ ,  $C$  表示条件属性 (文中表示公式 (1) 中提取出的距离特征),  $D$  表示决策属性 (即人脸分类的类别)。最后可以利用属性约简进行属性集  $R$  的维数的减少。属性约简的目标就是要从条件属性集合中发现部分必要的条件属性,使得根据这部分条件属性形成的相对于决策属性的分类和所有条件属性形成的相对于决策属性的分类一致,即和所有条件属性相对于决策属性  $D$  有相同的分类能力。

运用粗糙集处理属性集  $R$  时,一般要求属性中的值用离散数据表达<sup>[8]</sup>。因此,首先将算得的各个距离向量点离散化,再采用基于条件信息熵的约简方法。算法以信息熵为基础,以决策属性  $D$  相对条件属性  $a$  的条件熵  $H(D | \{a\})$  的大小作为条件属性  $a$  对于决策的

参考重要度,  $H(D | \{a\})$  的值越大,属性  $a$  对于决策的参考重要度越小。算法起点是初始条件属性集,采用逐步删除属性来达到约简的目的。其中,条件熵定义:

条件知识 (属性集合)  $Q(U | \text{IND}(Q) = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\})$  相对于知识  $P(U | \text{IND}(P) = \{X_1, X_2, \dots, X_m\})$  的条件熵  $H(Q | P)$  为:

$$H(Q | P) = - \sum_{i=1}^n p(X_i) \sum_{j=1}^m p(Y_j | X_i) \log(p(Y_j | X_i)) \quad (3)$$

$$\text{其中, } p(X_i) = \frac{|X_i|}{|U|}, p(Y_j | X_i) = \frac{|X_i \cap Y_j|}{|X_i|}。$$

基于条件信息熵的约简算法具体描述如下:

(1) 计算决策属性  $D$  相对条件属性  $C$  的条件熵  $H(D | C)$ ;

(2) 计算决策属性相对每个条件属性的条件熵  $H(D | \{a_i\}) (a_i \in C)$ , 将  $a_i$  按照  $H(D | \{a_i\})$  的大小降序排列;

(3) 令  $A = C$ , 按照  $H(D | \{a_i\})$  递减的顺序对每个  $a_i$  重复下列运算:

① 计算  $H(D | \{A - a_i\})$ ;

② If  $H(D | \{A - a_i\}) = H(D | C)$ , 则属性  $a_i$  被约简,  $A = A - a_i$ ; ELSE  $a_i$  不被约简

在人脸特征中针对每幅训练样本提取出原有 12 个脸部属性特征,经属性约简算法后仅保留 6 个属性特性,大大减少了属性数量,达到了特征选择的目的。

## 2 基于 RS-SVM 的人脸分类

粗糙集是一个强大的数据分析工具,仅利用数据本身提供的信息,无需任何先验知识;其次,它能表达和处理不完备信息,以不可分辨关系为基础,能在保留关键信息的前提下对数据进行约简并求得知识的最小表达;能识别并评估数据之间的依赖关系;能从经验数据中获取易于证实的规则知识。粗糙集理论的缺点是容错能力与泛化能力较弱,而这恰好是 SVM 算法的长处。因此,采用 RS-SVM<sup>[9]</sup> 进行人脸识别。通过把粗糙集约简方法引入 SVM 分类器,在进行 SVM 分类前,用粗糙集方法进行属性约简,去除冗余的和不属于的属性,以减少特征个数,有利于分类器的分类。

文中收集待识别的  $M$  个人脸训练样本,对每类样本人脸提取特征,并进行特征选择,训练生成用于识别的支持向量机,这样就可减少 SVM 的训练时间。RS-SVM 算法的具体训练和识别过程如图 2 所示。

## 3 实验结果与分析

本实验对象采用的是 ORL 数据库,该数据库有

40 人,每人 10 幅,大小为  $100 \times 100$ ,分别具有不同的表情(如睁眼、闭眼、笑等)、不同的人脸细节、不同的姿态。训练时,每人选择 5 幅图片作为训练集,另 5 幅图片作为测试集,样本集和测试集包含 200 张图片。数据库里面部分人脸例图如图 3 所示。

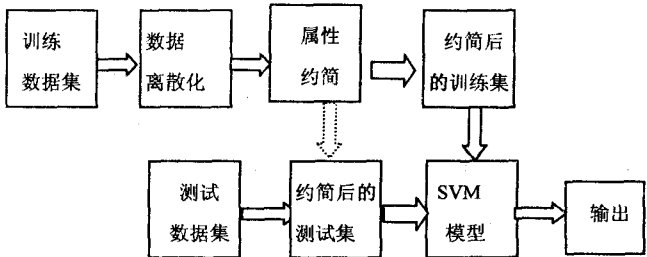


图 2 RS-SVM 算法流程图

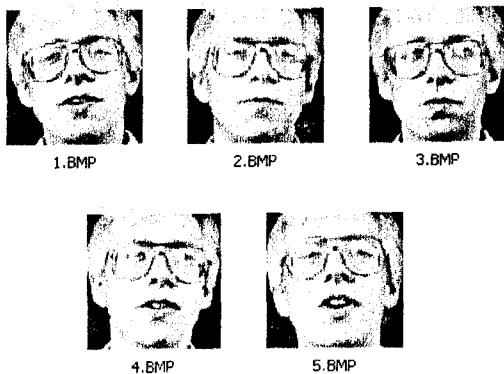


图 3 图像库例图

文中分别采用了 RS-SVM 和 SVM<sup>[10]</sup>两种方法进行。其中,基于 RS-SVM 的实验效果图如图 4 所示,其与 SVM 方法的实验结果对比见表 2。



识别结果如下:

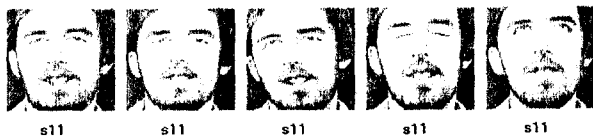


图 4 人脸识别效果图

表 2 SVM 和 RS-SVM 结果比较

实验序号	SVM	RS+SVM
	识别率(%)	识别率(%)
1	90.5	87.2
2	87.5	87.0
3	89.25	92
4	85.5	86
5	84.5	87.5
平均	87.45	88.8
训练时间(s)	23.654	1.727

为了有效进行结果分析,本次实验总共安排 5 次

实验,每次实验都是多次不同的识别结果平均得到,最后再针对每次实验计算总的平均值。由图 4 和表 1 的数据可得,RS-SVM 的识别率跟 SVM 相比非常接近。另外,RS-SVM 的训练时间只需 1.727s,相比 SVM 大大减少,从而使得识别效率大幅提升。这是因为采用 RS-SVM 方法通过粗糙集的属性约简方法,大大减少了支持向量机的输入向量的维数,降低了支持向量机训练的复杂度,从而减少了训练的时间。

4 结束语

提出了一种基于 RS-SVM 的人脸识别方法。首先用基于几何特征的特征提取,然后引入粗糙集理论的属性约简算法对特征进行选择,去除冗余信息,提高支持向量机的分类效率。最后由实验结果表明,该方法具有一定的有效性。然而,如何解决人脸大幅度旋转问题<sup>[11]</sup>并涉及,这也是今后工作的重点。

参考文献:

[1] 张翠平,苏光大.人脸识别技术综述[J].中国图形图像学报,2000,5(11):885-887.

[2] 李金屏,韩延彬,杨清波,等.人脸识别新技术研究进展[J].计算机科学,2004,31(10A):293-295.

[3] Hong Z. Algebraic feature extraction of image for recongnition[J]. Pattern Recongnition,1991,24(3):211-219.

[4] Kotropoulos C, Tefas A, Pitas I. Morphological elastic graph matching applied to frontal face authentication under well - controlled and real conditions[J]. Pattern Recognition, 2003, 33(12):31-43.

[5] Nefian A V, Hayes M H. Hidden Markov models for face recognition[C]//Proc of IEEE Int Conf on Image Processing. Michigan. Avenue Chicago, Illinois, USA:[s. n.], 2000.

[6] Gates K E. Fast and accurate face recognition using support vector machines[C]//IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, CA, USA:[s. n.], 2005.

[7] 王 汪,苗夺谦,汪育健.关于 RoughSet 理论与应用的综述[J].模式识别与人工智能,1996,9(4):337-344.

[8] 侯利娟,王国撤,吴 渝.粗集理论中的离散化问题[J].计算机科学,2000,27(12):89-94.

[9] Zhang G Y, Zhang J. A Hybrid RS-SVM Dynamic Prediction Approach to Rotary Kiln Sintering Process[C]//Proceedings of the Third International Conference on Machine learning and Cybernetics. Shanghai:[s. n.],2004:478-482.

[10] 王 辉.主成分分析及支持向量机在人脸识别中的应用[J].计算机技术与发展,2006,16(8):24-26.

[11] 高宏娟,潘 晨.基于非负矩阵分解的人脸识别算法的改进[J].计算机技术与发展,2007,17(11):63-66.