

基于 ANN-SVM 级联分类器的胎号数字识别系统

颜卫卫¹, 贾晓艳¹, 马铁军^{1,2}

(1. 华南理工大学 机械与汽车工程学院, 广东 广州 510640; 2. 广州华工百川科技股份有限公司, 广东 广州 510640)

摘要: 将支持向量机应用于数字图像的识别, 根据胎号数字图像的特点, 设计使用了人工神经网络-支持向量机的级联分类器, 有机结合了人工神经网络对复杂分类问题的处理能力以及支持向量机实现最优超平面分类的能力, 提高了数字图像识别系统的正确率。

关键词: 轮胎胎号; 支持向量机; 人工神经网络; 图像识别; 分类器

中图分类号: TQ336.1; TP391.41 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2014)10-0634-03

轮胎胎号是在轮胎硫化时通过凹凸字模在胎侧对压形成的编号, 轮胎企业根据胎号信息对轮胎的生产和销售进行管理, 胎号的自动识别技术可以大幅度降低人工抄号造成的误差, 提高识别效率。但胎号作为一种凹凸字符, 其特点为视觉上是无色差字符, 空间上是三维立体图像, 光学成像依靠程度不同的反射光线, 致使获取的字符图像灰度区域均匀性差, 字符形状可能呈现局部断裂和不连续现象。本文重点介绍一种同时具有高识别效率和精度的级联分类器。



图1 CCD采集的胎号原始图像

1 图像预处理

图像预处理的目的是去除杂质信息, 加强有用信息, 并对图像进行几何变换或规范化处理等。模式识别是在字符图像预处理的基础上进行的, 因此预处理图像质量直接影响识别的精度和效率。CCD 摄像机采集到的胎号原始图像如图 1 所示。为了得到规范化的点阵, 需要对图像进行文字区域定位、锐化处理、形态学滤波、二值化、字符分割以及图像位置和大小归一化处理等。二值化后的图像如图 2 所示。



图2 二值化后的胎号图像

该具有良好的区别性、可靠性和独立性等特点。实际应用中特征提取方法的选择应同时考虑到分类器的特性, 以尽可能地提高识别系统的整体效应。可以发现在位置和大小归一化后的数字图像中, 不同类别数字的左右轮廓与图像左右边缘的水平距离均不相同, 如图 3 所示, d_1 为左距离, d_2 为右距离。如果将特征定义为这样的若干个水平距离(以下称为轮廓特征), 则不失为一种简单而

2 特征提取

特征提取的主要目的是从数据中抽取出用于区分不同类别的本质特征, 好的特征提取方法应

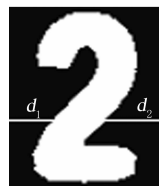


图3 胎号数字特征

作者简介: 颜卫卫(1987—), 男, 湖南湘潭县人, 华南理工大学在读硕士研究生, 从事数字图像处理以及过程控制与装备的研究。

有效的区分方式。经试验验证,数字的左右各平均抽取 10 个轮廓特征为宜。

根据数字图像特征设计了另一种特征向量建立方法。在以上 20 维的轮廓特征基础上,增加灰度和投影特征。灰度特征是将数字图像 20 等分后,每等分的灰度总和值共 20 维;投影特征则是将数字图像分别向 0° 、 45° 、 90° 和 135° 方向投影后灰度各自的总和值,每个方向取 10 等分共 40 维,因此该特征提取方法最后总维数为 80 维。为了达到更好的区分性,先采用主成分分析法(PCA)降成 10 维后再采用线性判别分析法(LDA)处理。

3 级联分类器设计及仿真结果

3.1 常用分类器

分类器的设计直接决定了图像识别系统的最终性能。常用的分类器包括模板匹配法、近邻法、人工神经网络以及支持向量机(SVM)等,其中人工神经网络是最常用的分类器之一,它可以提供复杂的类间分界面,而且因其特有的网络结构,与常规的算法相比具有很强的容错性与鲁棒性^[1]。

神经网络的缺点是在训练过程中的优化目标只是基于经验风险最小化,却没有考虑最小化的置信范围值,使得其训练结果容易陷入局部最小值,难以确保最终的实际拟合水平而导致推广能力有一定的局限性。

支持向量机以训练误差作为优化问题的约束条件,以置信范围值最小化作为优化目标,通过解二次规划问题,寻找将数据分为两类的最优超平面。这使得超平面在保证分类精度的同时,其两侧的空白区域最大化,从而让支持向量机能够实现对线性可分数据的最优分类。该算法的学习结果具有全局最优性,在解决小样本、非线性及高维模式识别中表现出许多特有的优势,现有的模拟结果已表明它比神经网络有更好的逼近和泛化能力^[2]。不足的是,支持向量机只能用于两类别问题的判别分类,而实际的识别问题却经常是多类别分类问题,目前提出的解决办法包括“一对一”、“一对余”、“二叉树”以及有向无环图法等,甚至还有与传统方法相结合的模糊 SVM 方法^[3],但遗憾的是各种改进方法仍没有彻底解决该问题。

3.2 分类器组合方法

多年的研究和试验结果表明,进一步提升传统单一分类器的分类性能十分困难,单个识别器也很难从根本上提高系统性能。

分类器组合方法能显著地降低分类器的错误率,从体系结构上可分为并联、级联和混合 3 种类型,应根据识别对象特征和应用场合选择分类器组合方法^[3-5]。

观察印制的胎号数字图像可以发现,如果以数字左侧轮廓为区分特征,0~9 共 10 个数字可分为 8 类,其中 0 和 6 一类,8 和 9 一类,剩下的 6 个数字分为 6 类,即左侧轮廓特征会将 0 和 6,8 和 9 认为是同一个类别,剩下的 6 个数字可以被正确识别。而右侧轮廓正好可以将 0 和 6,8 和 9 分别正确区分。但是在很多情况下,特别是胎号图像印制较差或者有污损时,0 和 6,8 和 9 的区分特征并不明显,如图 4 所示。根据以上情况,采用人工神经网络和支持向量机的级联形式进行组合,第 1 级的分类器充分利用人工神经网络对复杂问题的分类能力将 10 个数字分为 8 类,第 2 级则利用支持向量机寻找最优分类超平面的能力,将上一级区分出来的 0 和 6,8 和 9 进一步区分。

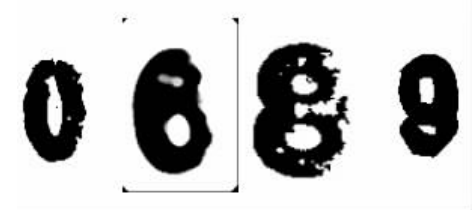


图 4 模糊样本示意

3.3 仿真运行

为了选择并确认分类器效果,设计了 4 种分类器系统和两种特征向量建立方法,如表 1 所示。

表 1 不同分类器系统的识别效果

分类器设计	常规样本 识别率/%	模糊样本 识别率/%	总识别 率/%	运行时 间/s
轮廓				
单个 BP 神经网络	90	88	89	6.41
级联 BP 神经网络	80	82	81	9.84
BP 神经网络-SVM	96	98	98	4.89
轮廓+灰度统计+投影				
单个 BP 神经网络	94	92	93	78.31
PCA-LDA+ BP 神经网络	94	86	90	21.81

其中,单个 BP 神经网络的特征向量为 20 维的轮廓特征,级联 BP 神经网络分类器采用上述的 BP 神经网络-SVM 分类器特征向量。训练集样本为 0~9 数字各 8 个,测试集样本为 0~9 数字各 5 个。为了研究分类器系统对低质量图像的识别能力,测试样本中包含数字 0~9 模糊的图像样本。

由表 1 可以看出,BP 神经网络-SVM 系统的总识别率最高、运行时间最短。BP 神经网络-SVM 系统运行时间短的原因一是对应设计的特征向量维数很低,二是算法复杂程度不高;而其高识别精度来源于 SVM 达到的最优分类超平面,这一优点在相似程度很高的图像中能更充分地体现出来。

4 结语

理论上多分类器组合比其中任何一个基分类器的分类精度都高,但是在具体问题的实现中也是有条件的,在同时追求识别效率的情况下,需要考虑的因素包括正确选择基分类器的种类及其组合形式,以及对应的特征向量等。本工作在综合

考虑人工神经网络和支持向量机特点的基础上,有针对性地选取了一种简单的特征向量提取方法,设计实现了一种简单、高效且识别精度好的分类器系统,具有很好的实际应用意义。

参考文献:

- [1] 陈彬彬. 高精度手写体数字的识别[D]. 北京:北京邮电大学, 2006.
- [2] 杜树新,吴铁军. 模式识别中的支持向量机方法[J]. 浙江大学学报(工学版),2003,37(5):521-527.
- [3] Cao J, Ahmadi M, Shridhar M. Recognition of Handwritten Numerals with Multiple Feature and Multistage Classifier [J]. Pattern Recognition,1995,28(2):153-160.
- [4] Chen K, Wang L, Chi H. Methods of Combining Multiple Classifiers with Different Features and Their Applications to Text-independent Speaker Identification [J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 1997,11(3):417-445.
- [5] Bajaj R, Chaudhury S. Signature Verification Using Multiple Neural Classifiers[J]. Pattern Recognition,1997,30(1):1-7.

收稿日期:2014-04-21

2014 年国际橡胶会议在京圆满召开

中图分类号:TQ33 文献标志码:D

2014 年国际橡胶会议(IRC2014)于 2014 年 9 月 16—18 日在中国北京圆满召开。来自中国、马来西亚、韩国、美国、日本、德国、印度等 28 个国家和地区的特邀嘉宾和业界代表 700 余人出席了本次大会。

本次会议由中国化工学会橡胶专业委员会主办,北京橡胶工业研究设计院承办,中国橡胶工业协会、中国合成橡胶工业协会、中国天然橡胶协会和风神轮胎股份有限公司协办,多家单位支持。为指导会议,以中国科学院院士王佛松、沈之荃,中国工程院院士毛炳权、曹湘洪领衔橡胶行业国际知名专家、学者组成了国际技术顾问委员会;以曹湘洪院士、毛炳权院士为主任委员,何晓玫、张立群为副主任委员,携国内知名学者、科技工作者组成了技术委员会。

毛炳权院士、曹湘洪院士及众多国内外专家、学者亲临会议,并做了精彩演讲。

大会执行主席、北京橡胶工业研究设计院副院长马良清主持开幕式。中国石油和化学工业联

合会会长、中国化工学会理事长、IRC2014 组委会主席李勇武先生致欢迎词,他指出:2014 年国际橡胶会议是继 2004 年国际橡胶会议后我国再次举办的国际橡胶会议,10 年间,中国橡胶工业取得了长足发展,产品产量和产值规模均跃居世界前列,中国已经成为世界橡胶产品生产和消费大国,为促进国民经济健康发展做出了重要贡献;同时,中外橡胶工业有很强的差异性和互补性,合作潜力十分巨大、合作前景十分光明,本次国际橡胶会议必将推动中外橡胶工业之间的交流合作迈上一个新的更高台阶。国际橡胶会议组织(IRCO)主席 Anthony Hammond 先生到会致辞。来自澳大利亚的 Anthony Hammond 先生阐述了其对橡胶工业的定义及澳大利亚近年来橡胶工业发生的巨大变化,并对国际橡胶会议组织进行了介绍。中国化工集团公司副总经理范小森先生发表了题为“以合作促共赢,以创新促发展”的贺词,他代表中国化工集团公司对大会表示最热烈的祝贺并真心希望本次会议的成果能够为促进全球橡胶行业的健康发展提供有益的启示。

IRC2014 的主题是“绿色·创新·发展”。9