

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2018.12.019

基于 SVM 的图像识别在零件分拣系统中的应用*

孙小权, 邹丽英

(浙江工业大学之江学院, 浙江 绍兴 312030)

摘要:针对外观形状、质心分布较均匀的零件在自动化生产中难以实现有方位要求的自动送料问题,对零件的图像采集、图像处理、图像特征提取和分类识别等作了研究和分析。提出了以图像识别为核心的零件分拣系统,在振动盘出料口安装摄像头进行图像采集,对采集的图片进行小波变换,滤去干扰噪声和降维,用主成分分析法(PCA)对图片进一步降维和特征提取,提取得到的特征向量作为支持向量机(SVM)的输入向量,通过 SVM 对输入向量进行了样本识别,从而确定零件的位置状态,最后通过驱动装置将不符送料要求状态的零件推出送料轨道,从而为下道工序实现自动送料。实验结果表明:训练样本达到 20 以上时,该方案两种零件的识别正确率都达到了 100%,单个零件的识别时间在 1 s 以内,能满足实际生产要求。

关键词:零件分拣;小波变换;主成分分析法;支持向量机

中图分类号:TP181

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2018)12-1353-04

Application of image recognition based on SVM in part sorting system

SUN Xiao-quan, ZOU Li-ying

(Zhejiang College, Zhejiang University of Technology, Shaoxing 312030, China)

Abstract: Aiming at solving the problem that the parts with the uniform appearance shape and mass distribution were hard to realize automatic material feeder under the directional requirement, the analysis and selection of the image acquisition, image processing, image feature extraction and pattern recognition to the parts were made, and the parts sorting system based on the image recognition was proposed. Wavelet transform was used on the images that were acquired by installing cameras on the exit of the vibrating disk, and then the disturbance filtering and dimensionality were performed. Principal component analysis (PCA) was further applied to reduce dimensions and extract the features of images, and support vector machine (SVM) was used on the input vectors for pattern recognition. The location of the parts was determined by carrying out SVM on the input vectors, and meanwhile the parts that do not comply with the requirement were propelled by the drive set, for the purpose of realizing automatic feeding in the next procedure. The experimental results indicate that when the number of training samples reaches 20, the recognition accuracies of the two kinds of parts are 100%, and the recognition time of one single part is within one second, which can meet the actual production requirements.

Key words: part sorting; wavelet transform; principal component analysis (PCA); support vector machine (SVM)

0 引 言

随着自动化技术的发展,在零件生产中的许多人工所做的工作也逐步被自动生产装置所取代,自动上料是零件自动化生产的重要一环。对于小型零件而言,排序上料最常用的装置就是振动盘。振动盘利用

零件本身的外观形状、质心分布等特征进行分拣排序,让零件按照设计要求的状态沿轨道送出。而当零件的外观形状、质心分布无法确定零件的送出状态时,振动盘送料就无法实现。

文献[1]通过对图像分割确定零件在传送带上的位置,控制机械手对零件进行了抓取;文献[2]对图像

收稿日期:2018-03-30

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(61703370)

作者简介:孙小权(1970-),男,安徽安庆人,副教授,主要从事模式识别、信号检测、智能装备等方面的研究。E-mail:sunxq@zjut.edu.cn

进行了孔洞分析,结合零件的结构特征从而识别不同的零件;文献[3]通过角点检测和模板匹配实现了零件方位识别,识别正确率在 90% 左右;文献[4]利用 PCA 与 SVM 对人脸图片进行识别,取得了较高的识别率。

本研究将针对外观形状、质心分布较均匀的零件在自动化生产中难以实现有方位要求的自动送料问题,对零件的图像采集、图像处理、图像特征提取和分类识别等进行研究和分析,提出以图像识别为核心的零件分拣系统。

1 零件分拣系统方案设计

正畸带环如图 1 所示。

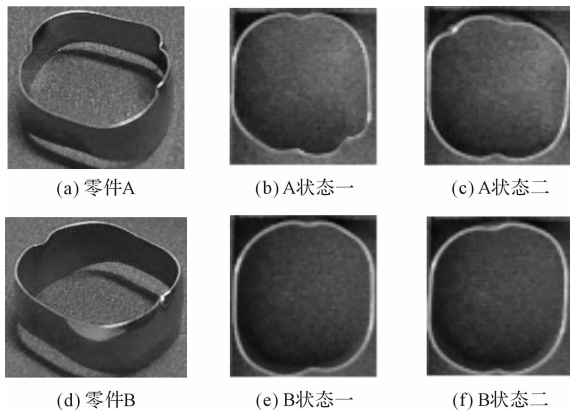


图 1 零件的两个状态

由于生产的需要,该零件在后续加工过程中要求按状态一的方位送到加工位置。该零件可以利用下部的圆弧缺口实现带环中心轴与输送方向垂直,但由于图 1 零件 A 上下两边相差一个很小的凹坑,图 1 零件 B 上下两边仅是圆弧角度有较小的差异,形状差异很小,质心位置基本居中,振动盘无法将上下两边分出,达不到上料要求。

根据前述的图像识别的思路,本研究在振动盘出料口安装图像识别装置,控制系统根据图像识别的结果,控制推杆将不符合方位要求的零件推出送料轨道,如此图像识别技术与振动盘相结合,就能较好地解决正畸带环上料方位问题。

零件分拣系统如图 2 所示。



图 2 控制系统组成框图

2 图像的小波变换

目前,CCD 摄像机拍摄的照片像素较高,数据量

较大,须经适当处理,但又要保证图像的主要特征不能丢失。二维小波变换既能降噪,又能在保留主要特征的情况下具有较大压缩比例。

小波变换的原理是通过构造一对正交镜像滤波器^[5],对图像进行滤波处理,得到不同尺度不同方向的高低频分量。对二维图像进行小波变换是分别在水平方向与垂直方向作一维小波变换来实现一层二维小波变换,图像通过一层二维小波变换分解可以得到 4 个区域:低频区域 LL、高频区域 HL、LH、HH。其中,低频区域 LL 表示近似分量,为原图的平滑像,高频区域 HL、LH、HH 分别表示水平分量、垂直分量和对角分量。对于每次变换得到的低频区域 LL 可以再次进行小波变换,一幅图像作 n 次二维小波变换后,低频区域图像的尺寸为原图像尺寸的 $1/4^n$ 。

小波变换分解如图 3 所示。

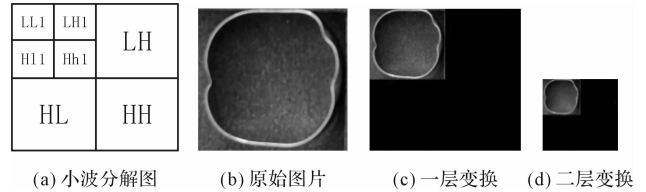


图 3 小波变换图

图 3 中,低频区域 LL 集中了图像的大部分信息,而高频区域则包含了大量的冗余信息和干扰,所以本研究直接对低频区域进行特征提取。由于图像信息相对集中,小波变换不仅能有效地降低维数,去除冗余干扰信息,还能节省空间,提高计算效率。

3 特征提取

识别图片经小波变换,大小已缩小至原图像的 $1/4^n$,但是维数仍然太多,不利于后续识别计算,需要进一步进行特征提取,主成分分析法 (PCA) 是一种常用的基于变量协方差矩阵对信息进行处理、压缩和提取的有效方法,由于其在降维和特征提取方面的有效性,在图像识别领域得到了广泛的应用。PCA 算法主要利用 $K-L$ 变换提取图像的主要成分,构成特征空间,识别时将测试图像投影到此空间,得到一组投影系数,即该测试图像的特征向量^[6]。

主成分分析 (PCA) 具体算法是:(1) 将图像的二维矩阵按行转换成一维向量,把一幅大小为 $M \times N$ 的图像的像素矩阵的每行连在一起构成一个长度 $D = M \times N$ 的特征向量,设有 n 个训练样本,则构成 $D \times n$ 向量矩阵;(2) 求每列均值;(3) 计算每列值与均值的差,构建新的 $D \times n$ 向量矩阵;(4) 构建协方差矩阵;(5) 求协方差矩阵的特征值和特征向量,构造特征图

表 2 训练样本投影矩阵 20 × 10

特征 样本	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.811 49	1.205 411	0.368 497	-0.053 33	0.0587 89	-0.670 69	-0.098 65	-0.273 11	-0.216 16	0.814 683
2	-1.252 04	1.656 299	0.539 916	0.194 202	0.687 643	-1.020 06	-1.649 21	-0.220 47	-0.256 72	-1.587
3	-2.866 79	0.302 232	-0.850 38	0.795 239	0.660 104	-0.614 89	0.207 973	0.396 817	-0.594 04	0.840 46
4	-1.249 71	1.886 395	0.443 858	-0.761 74	-0.231 67	-0.453 4	0.053 594	-0.223 07	-0.049 46	0.726 795
5	-1.141 82	2.404 732	0.400 84	-1.239 93	-0.052 3	0.575 081	1.036 369	0.007 307	1.055 614	-0.626 76
6	-0.488 6	0.952 402	-0.887 58	-1.117 28	1.081 431	-0.181 86	-0.645 7	-0.910 82	-0.014 48	0.648 822
7	-3.151 34	0.085 475	1.699 896	1.779 499	-0.855 37	0.330 094	0.036 003	0.319 658	0.177 45	0.216 358
8									

(3)SVM 训练与识别。SVM 的分类函数和惩罚因子选择是关键,本例根据经验选择径向基函数,核函数的宽度参数 g 选 2,惩罚因子 c 选 1。

训练时,训练样本投影矩阵中每行为一个样本的 10 维向量,与样本的分类标签作为支持向量机的输入,调用 LIBSVM 中的 svmtrain 函数进行训练,训练结果模型保存在文件中,以供识别时调用。

识别测试时,本研究读取待检测样本,进行灰度化、3 层小波变换和向量化,通过训练时得到的变换矩阵进行变换,得到检测样本投影矩阵,将前述训练得到的分类模型和检测样本投影矩阵,以及检测样本的分类标签输作为 SVM 预测模块的输入,即可得到识别率。工程应用时,直接从摄像头获得图片,进行适当裁剪后按上述程序可以得到一个图片的识别结果,从而驱动控制装置的动作。实验结果如表 3 所示。

表 3 实验结果

零件	训练样本/ 测试样本	训练时 间/s	识别正确 率/(%)	单个零件识 别时间/s
零件 A	4/116	1.76	100	0.682
	8/112	2.739	100	0.676
	12/108	3.521	100	0.641
零件 B	4/74	2.657	95.95	0.712
	8/70	3.21	97.14	0.703
	16/62	5.354	98.39	0.705
	20/58	6.382	100	0.709

6 结束语

本文以正畸带环排位送料为例,通过对零件结构的分析,在振动盘出料口安置 CCD 采集图像,通过小波变换算法对零件图像进行去噪和降维,使零件图像从 40 万

像素转换成 6 000 多像素;通过主成分分析法从 6 000 多像素中提取 10 维向量作为零件主要特征,10 维向量特征作为支持向量机的输入,从而对零件方位进行正确地识别,根据零件的方位状态,控制驱动装置将不合要求的零件推出轨道,为下道工序的生产实现自动送料。

实验结果表明:训练样本达到 20 以上时,两种零件的识别正确率都达到了 100%,单个零件的识别时间在 1 s 以内,能满足实际生产要求。

参考文献 (References) :

- [1] 万剑锋,黎洪松. 基于图像识别的生产线零件分拣系统[J]. 现代电子技术,2016,39(12):62-65.
- [2] 苟建峰,孟 雳. 基于图像处理的零件分拣系统设计与实现[J]. 制造技术与机床,2016(11):26-30.
- [3] 袁 欢,包晓敏,汪亚明,等. 基于计算机视觉的零件方位朝向自动分拣系统[J]. 浙江理工大学学报,2015,33(5):369-374.
- [4] 胡沐哈. 基于 PCA 和 SVM 的人脸识别系统[J]. 计算机时代,2017(12):60-63,67.
- [5] 朱希安,曹 林. 小波分析及其在数字图像处理中的应用[M]. 北京:电子工业出版社,2012.
- [6] 邹莹莹,邓开发. 基于小波 PCA 与 BP 神经网络的人脸识别算法[J]. 信息技术,2015(6):8-11.
- [7] 张 颖,马 波,张 明,等. 基于 EMD 和 PCA 的滚动轴承故障信号特征提取研究[J]. 机电工程,2015,32(10):1284-1289.
- [8] 孙小权,邹丽英. 支持向量机在轴承故障识别中的应用研究[J]. 自动化仪表,2015,36(2):12-15.
- [9] 邓乃扬,田英杰. 支持向量机:理论、算法与拓展[M]. 北京:科学出版社,2009.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:

孙小权,邹丽英. 基于 SVM 的图像识别在零件分拣系统中的应用[J]. 机电工程,2018,35(12):1353-1356.

SUN Xiao-quan, ZOU Li-ying. Application of image recognition based on SVM in part sorting system[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2018, 35(12):1353-1356.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>