

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2105879

视觉分类识别系统设计

翟伟良¹ 姜立标² 王熙尧¹

(1. 华南理工大学广州学院 工程研究院 广州 510000; 2. 华南理工大学 机械与汽车工程学院 广州 510000)

摘要: 针对企业生产过程中零件混装问题,设计了使用基于高斯混合模型的背景分离算法,实现稳定且灵活的背景分离效果,使用基于等级灰度、形状相似和简单轮廓的特征提取算法,实现有效且稳定的特征数据提取效果,利用基于xml数据存储的多层神经网络算法,实现物品种类动态变更的效果。通过对图像进行分离、提取、识别后,达到分类的效果,结果表明,该系统不仅可以达到工业环境的稳定且智能的物品分类识别效果,而且在确保99%以上的高分类准确率的同时快速完成了分类任务,为市场多样化的需求提供了简洁有效的解决方案。

关键词: 机器视觉;背景分离;特征提取;多层神经网络

中图分类号: TP31 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4050

Visual classification and recognition system design

Zhai Weiliang¹ Jiang Libiao² Wang Xiyao¹

(1. Engineering Institute, Guangzhou College of South China University of Technology, Guangzhou 510000, China;

2. School of Mechanical and Automotive Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510000, China)

Abstract: Aiming at the problem of mixed assembly of parts in the production process of enterprises, the background separation algorithm based on Gaussian mixture model is designed to achieve stable and flexible background separation effect. The feature extraction algorithm based on gray level, similar shape and simple contour is used to achieve effective and stable feature data extraction effect. The multi-layer neural network algorithm based on xml data storage is used to realize the background separation effect the effect of dynamic change of item type. Through the image separation, extraction, recognition, to achieve the effect of classification, the results show that the system can not only achieve the stable and intelligent classification and recognition effect of industrial environment, but also ensure more than 99% of the high classification accuracy at the same time, quickly complete the classification task, and provide a simple and effective solution for the demand of market diversification.

Keywords: machine vision; background separation; feature extraction; multilayer neural network

0 引言

在20世纪90年代初,国外的研究者们就已经开始了计算机视觉在线监测技术的研制和开发。经过长期的积累,他们已经拥有了相当成熟的技术和较为完善的管理体系。如美国NI公司研制的基于PC的视觉检测系统,文献[1]将机器视觉、运动控制与LabVIEW虚拟仪器软件相结合,取得了非常突出的成效。德国Siemens公司在1999年推出了智能化工业视觉系统SIMATICVS710,文献[2]提供了一体化的分布式高档图像处理方案,它将CDD、图像处理器、I/O继承在一个小型机箱内,提供PROFIBUS的联网方式或集成的I/O和RS232接口,通过Windows下的ProVision组态软件等优点。还有国外某大型公司推出的BVIS一系列吹瓶机检测系统^[3],其最大能

够检测32000个容器/时,在确保准确率的同时极大地提高了工业生产的效率^[1-6]。

当前,我国的各类制造业正在步入“以信息化带动工业化”的新阶段。在我国很多制造型企业中,都需要对产品进行实时检测、识别与分类,而大量的人工识别与分类不仅影响生产效率和准确性,更不利于企业的信息化管理。将机器视觉分类识别系统应用于制造企业的产品生产现场,不仅可以实现实时、准确的在线检测,极大地提高生产效率,而且有利于产品的信息化管理。本文以视觉分类识别系统设计为课题,利用基于高斯混合模型的背景分离算法对图像进行分类、识别和提取,通过基于xml数据存储的多层神经网络算法实现了物体动态变更的效果,并进行了实验检验和分类效果展示。实验结果表明,该系统的分类效果

收稿日期:2021-03-02

准确率能保持在99%以上,为当前工业环境中的机器视觉系统提供了有效方案^[7 10]。

1 背景分离算法研究

背景分离算法就是通过获取纯背景图片和含有物品的图片进行所有像素点的对比,把像素点差别较大的像素点提取出来,这些提取到的像素点集组合就为分离出来的检测物品区域。

1.1 基于动态阈值的背景分离算法

1)实现原理

拟定公式 $g_o(x, y)$ 为原图片对应的宽 y 和高 x 处的灰度值,公式 $g_t(x, y)$ 为检测物品图片对应的宽 y 和高 x 处的灰度值,此时通过设置一个偏差值 $Offset$,如果存在 $g_t - Offset > g_o$ 或 $g_o > g_t + Offset$,把符合条件的 g_t 提取集合,则可以获取到分离的物品区域了。


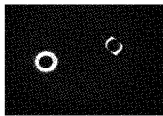
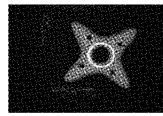
2)使用主要步骤

先保存记录标准的背景图片、获取含有物品的检测图片、设置偏差值 $Offset$,所有像素对比找出符合值 g_t 、 g_t 集合形成物品区域。

3)使用效果分析

本点设定偏差值 $Offset = 15$,分离效果如表1所示。

表1 分离效果

	使用背景	相同背景	偏差背景
分离效果			

由效果可知,使用基于对比度的动态阈值方式,该方法实现简单且运行速度快,但是因为只能使用一张标准背景图片进行数据对比,因此只能应用于只有一种背景的环境中,如果检测的环境含有多种情况或有轻微的变动,则会使得分离效果变差,因此限制比较大^[11-12]。

1.2 基于高斯混合模型的背景分离算法

1)实现原理

对一个背景图像,特定像素亮度的分布满足高斯分布,即对背景图像 $B(x, y)$ 点的亮度满足: $IB(x, y) \sim N(u, d)$,这样背景模型的每个像素属性包括两个参数:平均值 u 和方差 d 。对于一幅给定的图像 G ,如果 $Exp(-(IG(x, y) - u(x, y))^2 / (2 \times d^2)) > T$,认为 (x, y) 是背景点,反之是前景点。通观整个高斯模型,他主要是由方差和均值两个参数决定,对均值和方差的学习,采取不同的学习机制,将直接影响到模型的稳定性、精确性和收敛性。


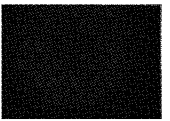

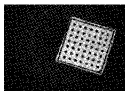

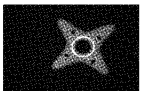
2)使用主要步骤

产生一个1维度特征,1个分类种类且使用1~5个高斯模型初始化分类器、获取足够量的背景图片进行像素点数据训练分析、读取物品图片并分析像素值、提取出所有的

前景点即为物品的区域。

3)使用效果分析,分离效果如表2所示。

表2 分离效果

	背景1	背景2	背景3
使用背景			
分离效果			

由效果可知,使用高斯混合模型虽然需要付出一定的背景训练时间,但是依旧可以快速分离背景图片,并且由于有背景训练的效果,因此可以对环境变化的容差率更加大,可以同时支持不同的背景检测效果,因此该文的分离背景使用基于高斯混合模型的背景分离算法进行处理^[13-16]。

2 特征提取算法研究

特征数据是指一个事物具有的属于自身的特定的数据,因此特征的数据应该是可以用来区别物体的数据,应该避免非常统一化的数据或无意义的数据作为特征数据,而且为了能达到尽可能多的物品检测,特征数据种类也应该尽可能的多。因此为了达到工业检测的最基本分类要求,本物品分类技术使用了10个特征数据作为区别物品的特征数据组,其中包括基本形状相似特征数据、基本轮廓特征数据和等级灰度值特征数据3种主要特征类型数据。

2.1 基本形状相似特征数据

其中包括有物品面积、圆相似度、矩形相似度3种特征值。其中物品面积为高斯混合模型物品分离个数的集合;圆相似度为: $C = F / (max^2 \times \pi)$,其中 F 为该物品的总面积, max 为该物品中心点到边缘点最大的值, π 为圆周率,因此 $max^2 \times \pi$ 为最大的外接圆面积,通过面积对比算出圆的相似度;同理矩形相似度为: $C = F / (max_h \times max_w)$,其中 max_h 是外界矩阵的高, max_w 是外界矩阵的宽。

基本形状相似特征数据识别效果:适合识别面积和形状相差较大的物品,对应亮度不一样但是形状显示的物品分类效果差。

2.2 基本轮廓特征数据

使用统一的轮廓查找参数对物品进行轮廓查找处理,把获取到的所有轮廓长度集合和轮廓分段数量作为特征数据,为了提高处理效率,该文使用了快速索贝尔算子的轮廓提取算法。

基本轮廓特征识别效果:使用了基于轮廓的特征值,可以进一步区分出总体物品相似,但表面细分不相同的物品,

适合作为分类同系列当不同型号的产品检测中,但是基于简单轮廓的提取算法会受物品摆放的位置影响较大,不同的位置会产生较大的轮廓差异。

2.3 等级灰度值的特征数据

为了较为稳定的识别轮廓,这里通过灰度值的发光亮度占比进行了一次模拟轮廓的方法,基本像素灰度值为 0~255 个灰度值范围,该文的实现把这个范围分为 5 个阶段的灰度值数量统计处理,统计出 5 个阶段的灰度值的占比量作为灰度值,这种方法可以和轮廓特征的数据进行辅助矫正的效果。

等级灰度值的特征识别效果:此特征组适合区别同系列相同大小的物品的区别,但是不适合区分形状相似但大小不同的物品。

2.4 所有特征结合效果

以上 10 种特征结合后,既可以区别形状相似的物品也能区分细微区别,已经能够适用于当前的工业分类检测系统中。

3 动态神经网络分类器的设计

3.1 主要解决问题

该文采用的是基于多层神经网络的分类器,传统神经网络中,采用的是 Back propagation 的方式进行,简单说就是采用迭代的算法来训练整个网络,随机设定初值,计算当前网络的输出,然后根据当前网络输出与 label 之间的差值去改变前面各层的参数,直至收敛(整体上是一个梯度下降法)。创建神经网络分类器需要事先设定输入的特征维度、神经网络隐藏层数目和识别物品种类数目,因此一个分类器只能识别固定物品种类,缺少动态添加物品的灵活性,其中工业的分类检测应用中,主要的检测分类指标为基于 10 种物品分类与检测效果。

3.2 基于 xml 数据存储的多层神经网络算法

1) 基本原理

使用 xml 方式存储当前识别种类数目、识别分类的特征数量、神经网络层数、需要识别的物品类型及该物品对应特征数据组。每次对物品分类识别的管理操作都是基于数据存储上的管理操作,数据管理操作完成后执行重新创建分类器并且根据保存的数据重新迭代训练成新的神经网络分类器,从而达到动态变化的分类器的实现。

2) xml 数据格式创建

xml 基本格式为树状格式,该文创建存储根节点名称 MlpRoot,其中该主节点含有属性有识别物品种类 k_n ,初始化 $k_n=1$ 、特征数据个数 f_n ,对应该文的特征提取算法, $f_n=10$ 、神经网络训练层数为 $p_n=7$ 。根节点下含有 k_n 个物品子节点,因为神经网络在创建的过程中必须要有至少两个输出种类才能创建,并且为了适应于单一物品的识别,这里初始化一个空物品节点 EmptyNode,子节点属性有分类下标 $c_n=0$,该空物品节点含有一组全为 0

值的特征数据组,且该空物品的作用除了应用于分类的初始化外,还可以应用于系统的物品分类过滤中一把不想识别的物品的特征数据归类到 EmptyNode 中即可做出无视该物品的效果。

3) 神经网络分类器创建

xml 中存储的数据包含神经网络分类器的配置信息,新建的分类器需要的至少有两个以上的物品,通过该文的背景分离和特征提取处理后,可以得到新物品特征数据 Features,此时要更新 xml 中的数据信息,其中根节点 MlpRoot 中识别种类 $k_n=k_n+1$,添加新的物品子节点且设置分类下标属性为 $c_n=k_n$,把特征数据添加进物品节点下即可。最后根据当前 xml 的数据,重新创建一个输入维度为 f_n ,神经网络层数为 p_n ,输出物品种类维度 k_n 的神经网络分类器。如图 1 所示为基本数据存储结构。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MlpRoot k_n="1" f_n="10" p_n="7">
  <EmptyProduct c_n="0" FeaturesNumber="1">
    <Feature0>
      <area>0</area>
      <roundness>0</roundness>
      <rectangularity>0</rectangularity>
      <contourLengthe>0</contourLengthe>
      <contourNumber>0</contourNumber>
      <gradeGray0>0</gradeGray0>
      <gradeGray1>0</gradeGray1>
      <gradeGray2>0</gradeGray2>
      <gradeGray3>0</gradeGray3>
      <gradeGray4>0</gradeGray4>
    </Feature0>
  </EmptyProduct>
</MlpRoot>
```

图 1 基本数据存储结构

4) 神经网络分类数据的训练

通过 xml 的物品节点的遍历算法,根据该节点的下标属性 c_n 将该节点记录的特征数据组循环添加到神经网络训练器对应的物品分类下标中,该文采用 Back propagation 的方式进行数据的训练,迭代的收敛偏差值为 0.01,最大迭代次数为 100 次,每次迭代偏差范围在 1.0,这个训练的值已经能够达到工业分类应用需求,以下为 3 个物品平均每个物品 4 组特征的训练结果,如图 2 所示,其中迭代次数为 9 次即达到 0.01 的收敛效果。

ErrorLog	
0	2.50341
1	0.757704
2	0.29248
3	0.19915
4	0.0883182
5	0.0565799
6	0.0293319
7	0.0165511
8	0.00953504

图 2 迭代收敛效果

4 总体分类效果

以下是对应于C#开发平台的物品分类效果展示,其中分类物品有星型绕线物、圆环、饭卡正面、饭卡背面和螺母等5个物品,其中特征训练数据都为组数据。

4.1 分类效果

如图3所示为分类效果图,其中主要包含背景分离效果区域展示和对应物品有分类效果提示,能够准备分辨出各种不同的物品。

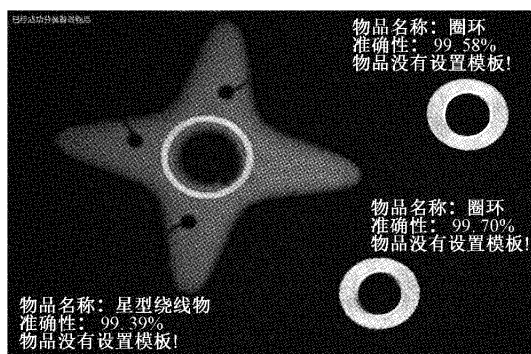


图3 分类效果图

4.2 非相似物品间分类效果

非相似物品间的分类效果如表3所示。

表3 非相似物品间分类效果

名称	相似度	ID
星型绕线物	0.993 90	1
饭卡正面	0.002 44	3
圆环	0.002 06	2

4.3 相似物品间的分类效果

相似物品间的分类效果如表4所示。

表4 相似物品间的分类效果

名称	相似度	ID
饭卡背面	0.997 39	4
饭卡正面	0.001 40	3
圆环	0.000 95	2

5 结论

该文对背景分离算法、特征提取算法和分类器算法3个物品分类关键步骤进行了整体的研究与设计。其中实验使用基于高斯混合模型的背景分离算法相比普通的动态阈值对比算法更加灵活和实用,使用基于等级灰度、形状相似和简单轮廓的特征提取算法能够稳定实现工业上的物品分类要求,利用基于xml数据存储的多层神经网络算法可以实现物品种类动态变更的效果。通过以上3个主要步骤

及方法,总体上既可以达到相似物品的准确分类也可以实现非相似物品的高效分类,满足工业检测上的绝大部分分类物品的需求,从而在维持工业的高效性需求下提高工业视觉应用的灵活性。

参考文献

- [1] 文家昌. 基于LabVIEW机器视觉的产品检测平台设计与应用[D]. 广州:华南理工大学,2012.
- [2] 杨军,周亚军. 视觉系统在零件缺陷分析上的应用[J]. 杭州电子工业学院学报,2003(4):66-69.
- [3] 朱碧婷,郑世宝. 基于高斯混合模型的空间域背景分离法及阴影消除法[J]. 中国图象图形学报,2008(10):1906-1909.
- [4] 戴金波. 基于视觉信息的图像特征提取算法研究[D]. 长春:吉林大学,2013.
- [5] 陈凤东,洪炳镛. 基于动态阈值背景差分算法的目标检测方法[J]. 哈尔滨工业大学学报,2005(7):883-884,955.
- [6] 陈伟. 基于PSO的复杂工业环境视觉目标检测算法应用研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2008.
- [7] 郇正良. 基于小波变换的纹理图像分割算法研究[D]. 青岛:山东科技大学,2003.
- [8] 王朝莉. 基于横截面图像分析的纤维异形度的指标表征和异形纤维种类的自动识别[D]. 上海:东华大学,2012.
- [9] 王亮,寿永熙,秦俊平. 图像重建迭代算法的研究[J]. 黑龙江科技信息,2007(21):72,241.
- [10] 王博,王毅. 多灰度等级图像分割算法及实现[J]. 计算机工程与应用,2002(22):244-245.
- [11] 崔亚飞,罗辉,秦龙,等. 基于机器视觉和BP神经网络的工件分类研究[J]. 济源职业技术学院学报,2020,19(4):35-42,70.
- [12] 张亚婉,朱颖,黎伟健. 基于视觉识别物料分拣机器人的设计[J]. 电子测量技术,2020,43(23):12-16.
- [13] 张聪聪,牟莉. 基于机器视觉的图像边缘检测算法研究[J]. 国外电子测量技术,2020,39(12):80-85.
- [14] 钱晓亮,张鹤庆,张焕龙,等. 基于视觉显著性的太阳能电池片表面缺陷检测[J]. 仪器仪表学报,2017,38(7):1570-1578.
- [15] 支珊,赵文珍,赵文辉,等. 齿距视觉测量的齿廓图像边缘失真修正算法[J]. 电子测量与仪器学报,2019,33(4):50-57.
- [16] 吕政阳,邓涛,张丽艳. 一种基于机器视觉的飞机钣金件跨粒度识别方法[J]. 仪器仪表学报,2020,41(2):195-204.

作者简介

翟伟良,工学学士,实验师,主要研究方向为图像处理、视觉检测技术等。

E-mail:234598917@qq.com