

基于图像识别的包装机下料控制系统设计

黄斌

(成都工业学院, 成都 610031)

摘要:设计了一种基于图像识别技术的包装机下料控制系统。从下料系统存在的问题、系统总体框架、实现及实验结果几方面进行了研究。该设计采用闭环控制,以包装袋口形状图像为反馈信息,使下料控制系统具有很高的准确性、快速性和稳定性。实验结果表明,该设计适用于控制高速、自动、准确度高的包装机下料,已成功应用于一些企业的自动化包装线上。

关键词:图像识别;下料控制;高速包装;闭环控制;自动包装机

中图分类号: TB486+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)23-0075-05

Design of Feeding Control System of Packaging Machine Based on Image Identification

HUANG Bin

(Chengdu Technology University, Chengdu 610031, China)

Abstract: A feeding control system of packaging machine was designed based on image identification technology. Several aspects of feeding control system were discussed, including existent problem of feeding system, system total framework, realization and experiment result. The design used closed loop control, whose feedback information comes from bag mouth image, to ensure accuracy, quickness and stability of the feeding control system. Experiments results showed that the design is applicable for feeding of fast, automatic and accurate packaging machine, including some automatic packaging lines.

Key words: image identification; feeding control; fast packaging; closed loop control; automatic packaging machine

近年来国家对农副产品深加工的大力支持,使各种土特产品、果汁、果酱、调味品等走出了原产地,其包装往往采用全自动高速包装机作业。而制约包装质量的主要因素之一是下料控制,如文献[1]就是对包装机中间仓自控下料阀进行改造。包装物按外观形态一般分为固态、液态、混合态(俗称流质体)3种。固态产品的包装容易,下料机构简单,控制方便,即便洒落在袋外也容易回收利用,不会对连续生产造成大的影响,文献[2]是基于模糊控制的固态下料系统设计。但液态、混合态的包装要求很高,其下料位置要求准确,下料时机要恰当,否则一旦溢出袋外就很难回收。因液态与混合态的食品中通常都带有酸、碱、盐和食用油,溢出袋外势必带来停产、清理打扫场地等一系列事情,而且还浪费资源,造成经济损失。此

外因连续管道输送与包装的需要,这些带有酸碱盐的流质体往往要升温到 40℃左右,其散落在包装机上很容易引起腐蚀生锈,进而影响设备寿命和食品卫生。鉴于此,企业总是尽力杜绝这种现象出现,甚至探索总碱度的自动测定方法^[3],在必要时实施控制。

目前国内传统的自动包装机,按预先设定的工艺过程和大致时间周期用 PLC 控制,没有专门的下料控制机构。通常有 5 个动作:夹袋、上袋、开袋、下料、封口,周而复始地进行。而开袋过程中包装袋口未正确打开的现象时有发生,但下料还是按预先设定的顺序继续,这必然会下料到包装袋外,造成停产清理现场。而袋口的位置受包装袋材质、夹头和吸盘力大小等因素影响,很难保证袋口位置完全正确。从国外引进带下料控制的包装机,其价格十分昂贵,一套在 100 万

收稿日期: 2012-06-11

基金项目: 四川省教育厅自然科学基金项目[2009]749 号(09ZA001)

作者简介: 黄斌(1967-),男,四川人,博士,成都工业学院副教授,主要研究方向为数字图像处理及计算机应用。

元左右,几乎是国内同样生产能力的包装机价格的10倍,因此很有必要自主开发该下料控制系统。

解决问题的关键,是如何识别包装袋口是否正确打开。只要袋口位置不正确,必然造成下料不准、封口不严及其他异常,导致浪费和停产。目前已有不少研究机构和人员,试图用超声波测距、红外线探测甚至激光对射等手段,尝试识别包装袋口是否正确打开,但以难成功。因为包装袋一般不足1 mm厚,而超声波测距的误差在2 cm左右,显然无能为力;红外线和激光的使用则更为复杂,受包装作业环境空间狭小等限制很难安装测试。厚度与位置形状本没有必然联系,测试也证明,上述方法均不能识别袋口形状的正确性。理想的、正确的袋口形状见图1,图1中包装

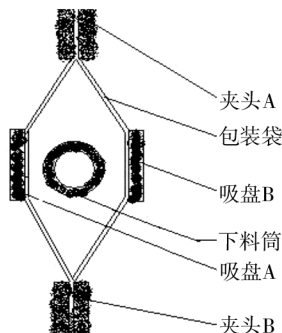


图1 正确打开的包装袋口形状
Fig.1 Shape of bag mouth opened correctly

袋夹头A和B夹住包装袋口的两端,负压吸盘A和B作相反移动,把包装袋口往外分开。而圆形下料筒固定于袋口的对称中心位置之上,以便正对着包装袋下料。实验证明,只有形如图1所示的袋口图形,即下料口在袋口的对称中心位置之上,才能下料准确,随后的封口、装箱等才能继续进行。除此之外的其他袋口形状,不是把料下到袋外,就是封口不准、不严,漏气等现象出现。

1 系统总体设计

从上述分析可知,袋口位置是否正确,是下料顺畅乃至连续正常作业的关键。由于袋口形状的表现形式是图像,因此用图像识别来判断袋口形状,自然就成了这里的首选方法。目前也有学者作基于图像识别的带式输送机监护系统方面的研究。系统总体设计的架构见图2,它由CCD相机、计算机、控制器和包装机4个部分构成,被控对象是自动包装机。

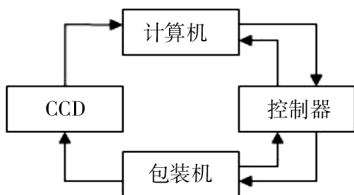


图2 系统的总体框架
Fig.2 Total frame of the system

1.1 CCD相机

其功能是实时监测袋口形状。当包装机给控制器发出开袋指令时,控制器通过串口通信把指令传给计算机,计算机在CCD上传的视频中截取袋口位置的实时图像供识别用。

1.2 计算机

其功能是图像识别并与控制器进行通信。它从截取的图像中识别袋口形状,并将识别结果转化为控制指令,通过串口发给控制器。

1.3 控制器

其功能是与计算机和包装机进行双向通信,对包装机的下料动作实施控制。当包装机开袋指令发出时,控制器通知计算机实时采集袋口形状图像并识别。识别结果是否下料,计算机给控制器发指令,由控制器控制下料机构的运行。下料系统的控制方框图见图3。

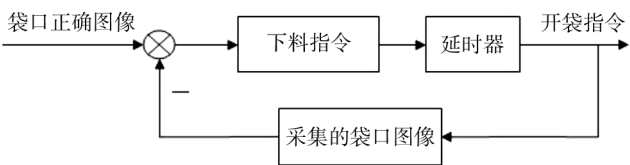


图3 下料系统的控制框图
Fig.3 Control frame picture of the feeding system

系统先通过袋口位置的图像学习,得到“袋口正确图像”,见图1,保存为图像识别的源文件,作为以后每次比对的标准。在得到包装机的开袋指令以后,计算机实时截取视频中的袋口位置图像,即“采集的袋口图像”。在计算机中把“袋口正确图像”和“采集的袋口图像”进行对比识别,将识别的结果转化为“下料指令”,用于控制下料机构是否下料,一个循环过程结束。“延时器”执行包装机预先设定的延时后,包装机再次发出“开袋指令”,开始了新一轮循环。连续包装过程就这样周而复始地在控制器的控制下进行,直到人为干预而停止。

1.4 包装机

其功能是实现全自动包装,目前是完成上袋、夹袋、开袋、下料、封口5个过程。关键流程是下料,是否下料或何时下料,完全受控制器的控制。如果识别结果为不能下料,则重新开始新一个周期,不会产生停产现象。这里的下料控制系统是独立的,并不改变原包装机的任何软硬件。

2 系统实现

2.1 下料控制系统运行流程

下料控制系统运行流程见图4,由图可见,系统

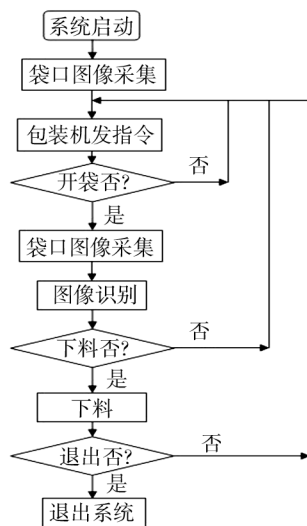


图4 系统运行流程

Fig. 4 Running flow of the system

启动后,先要进行一次袋口图像采集,即采集袋口正确位置的图像,用此作为以后识别袋口形状是否正确的比对对象,然后等待包装机发指令。如果开袋,则实时采集袋口形状图像,进行图像识别,判断是否可以下料;如果可以下料则发出下料指令,否则等待包装机再发指令。如果用户选择退出系统,则结束全部操作。流程中的每一步判断只要为“否”,则返回到包装机发指令处,等待再发指令。如此周而复始地循环,则可以控制每一次下料动作,确保下料准确可靠,不出现把料下到袋外等异常现象。此处的控制方法与文献[4]所采用的神经网络PID控制不同,但明显结构简单、控制准确。

2.2 串口通信

控制器与计算机的串口通信在后台运行,采用微

软的MSCOMM控件编程实现,通信协议采用自定义的方式。通信参数取波特率9600,奇校验,8位数据,1位停止位。

2.3 控制板电路框图

该控制板有4个功能模块和1个用于通信的DB9接口构成,其结构见图5。

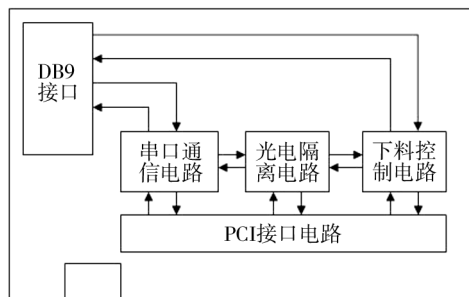


图5 控制板电路框图

Fig. 5 Frame of control circuit board

2.4 图像识别算法流程

图像识别过程复杂,涉及知识面广,在文献[5]中有详细阐述。图6是袋口位置的识别算法流程,是对文献[5]中理论的实际应用。采用图6所示的图像识别算法流程,能准确识别袋口位置。下面对该图像识别流程图中“袋口图像学习”和“图像识别”2个关键过程作详细分析。

2.4.1 袋口图像学习

由于实用中包装袋尺寸大小、色彩和材质存在多样性,为了该系统有广泛适用性,在面对不同包装袋时,首先要进行袋口图像学习,即预先采集包装袋正确打开时袋口的形状图像,见图1。CCD相机得到的图像往往像素很高,袋口只是其中一部分,因此要进行袋口形状图像剪切^[6],即只取包含袋口形状的图像作为识别对象,这样可减少计算量,提高识别速度和准确率。图像识别本质上是基于内容的图像检索,在文献[7]中都有专门的探讨。这里对袋口图像的剪切,是在系统设置时指定采集的图像区域坐标值。每次面对不同尺寸的包装袋,都要进行一次袋口图像学习。

2.4.2 图像识别

本设计重点阐述下料控制系统方案构建,图像识别算法流程见图6,图像识别则采用了文献[5]中所述的方法。该方法的原理是,对源图像和待识别图像进行相同方法的分块,即图像子块^[8],以便利用图像间的位置关系,如分成 16×16 共256块,分别计算对

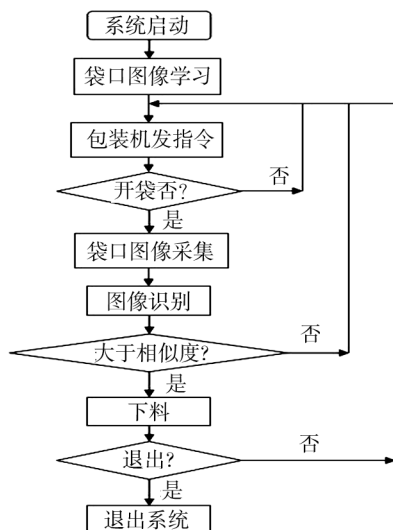


图6 图像识别算法流程

Fig. 6 Arithmetic flow based on image identification

应块的欧氏距离,同时考虑对应块的纹理特征和空间位置关系,最后融合多个图像内容特征信息计算相似度,即2幅图像的相似程度,更准确地说,是2幅图像对应位置像素点的相似程度,一般以百分比计算。如果相似度为100%则是同一幅图像,小于100%则有差异,相似度愈小,差别愈大。

开发了基于该原理的图像识别库,这里直接调用其中的识别函数 SearchPicture。下面是在 Delphi7.0 可视化编程平台下调用该函数的方法说明,其中 CBIRDLL.dll 是图像识别库名字,函数 SearchPicture 就是把实时采集的袋口形状图像 SourceFileName,与预先采集的袋口位置正确的图像 DestFileName 进行比对,最后返回2个图像的相似度值。在本系统中实测,当相似度大于95%时,则袋口位置完全正确。下面是该图像识别函数中各个参数详解,其中 Function 是函数声明关键字。

Function SearchPicture(SourceFileName, DestPath: string; dValue: double; DestFileName: string; actValue: double; FuseIs: boolean): Integer; stdcall; external 'CBIRDLL.dll' name 'SearchPicture';

其中:

SearchPicture: CBIRDLL.dll 库中的图像识别函数名称;

SourceFileName: 源文件名,此处即实时获取的袋口形状图像文件名;

DestFileName: 目标文件名,此处即预先获得的袋

口正确形状图像文件名;

DestPath: 目标文件路径,此处即预先获得的袋口正确形状图像文件的存储物理位置;

dValue: 相似度阈值;

actValue: 识别后实际的相似度值;

FuseIs: 是否使用多信息融合技术;

Integer: 函数返回值,整数数据类型。

上述图像识别函数中7个参数就规定了如何识别、在哪里识别、识别对象是什么、识别结果如何。由于图像识别库的开发是一个相当复杂的过程,这里重点阐述如何应用该库进行图像识别,关于该识别库构建的方法,详细内容参考文献[10]。这里的识别准确率是一个统计平均结果,指袋口形状正确情况下系统正确识别的次数所占的百分比。由于在图像识别库的构建中,采用了图像分块,再对对应子块进行对等识别的策略,不但考虑了颜色特征^[11]和纹理特征^[12],还融合了图像的位置信息特征,加之是取袋口形状正确的图像为比对对象,所以识别准确率高,几乎不会出现不合格的袋口形状识别为合格的现象;有时出现合格的袋口形状识别为不合格的现象,系统不发下料指令,直接进入下一个循环,也不影响连续作业,实用中还是可以接受的。

3 结论

用方发开发的下料控制系统,已成功应用于某火锅底料包装线和某自动包装机上。实测表明,其下料控制准确,系统响应快速,能长期稳定运行。其结构简单、方案合理、控制有效,是液态及流质态包装机下料控制中不可或缺的控制工具。其创新点是取袋口形状图像作为判断是否可以下料的唯一标准,并以此任务为中心展开了一系列的软硬件设计,构成了一套较完整的下料控制解决方案,在自动包装行业有很大的应用前景。

参考文献:

- [1] 何敬森,赵波,姜玉霞.包装机中间仓自控下料阀改造[J].水泥,2011(2):58-59.
HE Jing-sen, ZHAO Bo, JIANG Yu-xia. Reform of Auto Feeding Valve of Packaging's Middle Storehouse [J]. Cement, 2011(2): 58-59.
- [2] 张晓虎,杨小健.基于模糊控制的固态下料系统的设计

- [J]. 自动化仪表, 2006(9): 45-48.
- ZHANG Xiao-hu, YANG Xiao-jian. Design of the Solid Materials Feeding System Based on Fuzzy Control[J]. Automation Instrumentation, 2006(9): 45-48.
- [3] 秦玉华, 王东兵, 张海燕, 等. 基于图像识别技术的总碱度自动测定方法[J]. 仪器仪表学报, 2011(11): 2586-2589.
- QIN Yu-hua, WANG Dong-bin, ZHANG Hai-yan, et al. Automatic Determination of Total Alkalinity Based on Image Identification Technology[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2011(11): 2586-2589.
- [4] 陈满儒, 王海峰, 张文明. 神经网络 PID 在包装机控制系统中的应用研究[J]. 包装工程, 2009, 30(4): 10-11.
- CHEN Man-ru, WANG Hai-feng, ZHANG Wen-ming. Applied Research of Neural Network PID in Control System of Packaging Machine[J]. Package Engineering, 2009, 30(4): 10-11.
- [5] 黄斌, 杨世洪, 吴钦章. 基于内容的特大图像检索研究及实现[J]. 计算机工程与应用, 2005(12): 31-33.
- HUANG Bin, YANG Shi-hong, WU Qin-zhang. A Project to Retrieve Super Large Image Based on Contents[J]. Computer Engineering and Applications, 2005(12): 31-33.
- [6] 朱学芳. 多媒体信息处理与检索技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 32-43.
- ZHU Xue-fang. Multimedia Info Processing & Search Technology[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2002: 32-43.
- [7] 李逸波. 多媒体数据库技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 113-134.
- LI Yi-bo. Multimedia Database Technology[M]. Beijing: China Machine Press, 2004: 113-134.
- [8] 高建, 茅时群, 周宇玫, 等. 一种基于映射图像子块的图像缩小加权平均算法[J]. 中国图象图形学报, 2006: 1460-1463.
- GAO Jian, MAO Shi-qun, ZHOU Yu-mei, et al. A Weighted Averaging Algorithm of Image Zooming-out Based on Image Sub-block[J]. Journal of Image and Graphics, 2006: 1460-1463.
- [9] 郁方方. 基于图像识别的带式输送机监护系统(硬件设计)[J]. 中国高新技术企业, 2011(11): 50-52.
- YU Fang-fang. Wardship System (Hardware) of Strap Transportation Based on Image Identification[J]. China Hi-tech Enterprise, 2011(11): 50-52.
- [10] HAFNER J, SAWHNEY H S. Efficient Color Histogram Indexing for Quadratic Form Distance Functions[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995, 17(7): 729-736.
- [11] STRICKER M, ORENGO M. Similarity of Color Images[C]. IS & T/SPIE Conf on Storage and Retrieval for Image and Video Databases III, San Jose, CA: Feb, 1995: 381-3920.
- [12] TAMURA H, MORI S, YAMAWAKI T. Texture Features Corresponding to Visual Perception[C]. IEEE Trans. On Systems, Man, and Cybernetics, Smc-8, June, 1978.

(上接第 55 页)

- [2] VARAS D, ZAERA R, LOPEZ-PUENTE J. Numerical Modeling of the Hydrodynamic Ram Phenomenon[J]. International Journal of Impact Engineering, 2009, 36(3): 363-374.
- [3] SUVANJUMRAT C, THUSNEYAPAN S, PUTTAPITUKPORN T. A Suitable Mathematical Model of PET for FEA drop-Test Analysis[J]. KMITL Science Journal, 2007, 7: 6-17.
- [4] LI Qiang, LIU Shu-lian, ZHENG Shui-ying. Rate-dependent Constitutive Model of Poly(Ethylene Terephthalate) for Dynamic Analysis[J]. Journal of Zhejiang University-Science A: Applied Physics & Engineering, 2010, 11(10): 811-816.
- [5] 刘永辉, 张银. 基于有限元分析的洗衣机跌落冲击仿真及改进设计[J]. 振动与冲击, 2011, 30(2): 164-166.
- LIU Yong-hui, ZHANG Yin. Dropping Simulation and Design Improvement of a Washing Machine Based on FE Analysis[J]. Journal of Vibration and Shock, 2011, 30(2): 164-166.
- [6] 华丽, 钱静. 洗衣机运输包装件的跌落仿真分析[J]. 包装工程, 2008, 29(4): 61-62.
- HUA Li, QIAN Jing. Dropping Simulation Analysis of the Transport Package of Washing Machine[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 61-62.
- [7] 王俊丽, 陈喜春. 缓冲包装的跌落仿真[J]. 包装工程, 2007, 28(9): 8-10.
- WANG Jun-li, CHEN Xi-chun. Drops Simulation of Cushion Packaging[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(9): 8-10.
- [8] 朱若燕, 李厚民. 空调包装结构的跌落仿真分析[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 4-5.
- ZHU Ruo-yan, LI Hou-min. Dropping Emulation Analysis of the Packaging Structure for Air Conditioner[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 4-5.