

# 基于计算机视觉的啤酒瓶空瓶检测图像采集技术

## Empty bottle inspection method to realize image acquisition technology based on computer vision

何小虎

HE Xiao-hu

(渭南师范学院网络安全与信息化学院, 陕西 渭南 714099)

(School of Network Security and Informatization, Weinan Normal University, Weinan, Shaanxi 714099, China)

**摘要:**针对传统的检测系统速度慢、效率低的缺点,论证基于计算机视觉的啤酒瓶空瓶检测图像采集技术实现的可行性,讨论了图像采集技术实现的方法,论述了系统的基本技术路线,建立了系统框架,并分析了研究中需要解决的主要问题。该技术对于克服当前人工检测的弊端、提高酒瓶空瓶检测效率有极大的推动作用。

**关键词:**计算机视觉;啤酒瓶;空瓶;图像采集

**Abstract:** According to the shortcomings of traditional detection system of slow speed and low efficiency, demonstrated the feasibility based on the computer vision of empty beer bottle detection image acquisition technology, and discussed the methods of image acquisition technology to achieve, discussed the basic technical route of system, established the system framework, and analyzed the main problems need to be solved in the research. To overcome the disadvantages of manual detection and improve the efficiency of empty bottle detection, it plays a great role.

**Keywords:** computer vision; beer bottle; empty bottle detection; image acquisition technology

中国是啤酒消费和生产大国。啤酒消费过程中,啤酒瓶爆炸引起的安全事故时有发生。为此,国家相关部门针对啤酒瓶制定了强制性国家标准,在啤酒瓶的使用上做出了约束性的条文规定<sup>[1-3]</sup>,要求啤酒生产企业在啤酒瓶上印有啤酒瓶的生产日期,使用 2 年以后予以报废。

当前,检测啤酒瓶的方法是人工灯光检查(使用荧光板照射进行目测)。人工检测造成的效率低下、漏检等弊端不能满足当前灌装线的快速发展要求<sup>[4]</sup>。研究一种迅速检测啤酒瓶质量的技术有着现实的必要。

随着电子技术和互联网技术的快速发展,使得在计算机

视觉基础上研发啤酒瓶空瓶检测图像的收集技术有可能实现。文献[5~6]介绍了不同空啤酒瓶检测系统和方法,基本上满足了检测的需求,但效果不是很好,效率较低。

开展图像采集技术的研究,向高效率、智能化和标准化发展,对中国啤酒消费市场及啤酒生产企业大有裨益。因此,文章对基于计算机视觉的啤酒瓶空瓶检测图像采集技术的可行性进行分析探讨,通过组建完善的检测体系,以提高啤酒瓶质量检测效率,可有效保证啤酒瓶使用的安全性。

### 1 基于计算机视觉的检测图像采集系统的组成

图像处理模块、系统控制模块、光学成像模块三大模块共同构建了计算机视觉图像检测体系。

啤酒瓶空瓶检测图像采集系统流程:

光学成像图像采集→图像预处理→图像识别测量→智能决策→控制系统

#### 1.1 成像装置

啤酒瓶属于玻璃器具,有着反射、扭矩、折射等玻璃的属性,同时还有自身的特点。为了确保啤酒口感与品质不因光线照射而变差,通常将啤酒瓶设计成白色、棕色、绿色等深色系颜色。根据啤酒的性质不同选用不同类型的玻璃容器。深颜色不利于发现细微破损点,所以光学成像模块包括下面几个部分:① 成像透镜部分,能够对 1 个或多个对象实现成像,有着若干子区域,以供成像参数调用;② 位置传感部分,能够对 1 个或多个对象所述成像装置的位置信息进行采集;③ 信息处理模块,用于根据所述至少一个对象相对于所述成像装置的位置信息确定所述成像透镜模块上对应子区域的成像参数;④ 透镜调节模块,用于根据所述确定的成像参数对所述成像透镜模块的对应子区域进行成像参数的调节。因此,成像装置的设计不仅提高了监测性能的准确性,而且增加了检测系统操作性能的可控性。成像装置见图 1。

**作者简介:**何小虎(1980—),男,渭南师范学院讲师,硕士。

E-mail: hxiaohu@126.com

**收稿日期:**2016-03-21

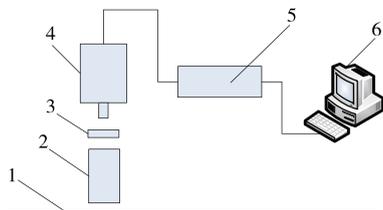


图1 成像装置示意图

Figure 1 Schematic diagram of imaging device

## 1.2 图像处理

图像处理是用计算机对图像进行分析,以达到所需结果的技术。中国日产数以千万瓶啤酒,必须提高啤酒瓶的质量检测、识别和处理的效率,方能满足当前安全使用啤酒瓶的要求。而怎样组建图像收集处理系统,并将其开发成相关的检测程序,是提升啤酒瓶检测效率的重心,图像处理模块通常包括3个部分:①对图像进行预处理;②对图像进行测量;③对图像进行智能识别与抉择<sup>[7]</sup>。

**1.2.1 图像预处理** 由于受到硬件设备、传输效果等各种条件的影响,使得原始图像存在噪声和突变,影响到后面的图像处理,图像预处理就是必须在对图像分析前对噪声、突变等因素进行去除,增加图像的对比度,平滑效果,以达到所使用的图像信息特征值不失真,全面反映物体信息,从而为进一步的研究打下坚实的根基。

常用滤波方法:高斯滤波、均值滤波等。高斯滤波使用中值滤波器,它仅对中间值进行传输,它的核心功能即使各点(灰度值不同)更加趋于其邻近点,能够快速有效地过滤掉突变点与噪声点。由于相较中值而言,平均值对最大/最小灰度值更加敏感,因此相较于均值滤波器,高斯滤波器形成的图像更加清楚,对图像细节上能得到很好的保留。因此本研究采用中值滤波的办法<sup>[8]</sup>。

**1.2.2 图像测量** 图像测量是在预设的不同缺陷或故障的情况下,在完成了图像预处理以后,计算出污垢、气泡等破损点的具体参数,然后将参数传输到数据识别系统中。

**1.2.3 识别及智能决策** 电脑程序对酒瓶传送机制和摄像装置实行联动管控,利用图像收集卡将拍摄的各个酒瓶图像传送至电脑端,应用程序将对图像边缘进行提取,同时对检测图像进行特性总结,从而得到故障图像的边缘特征,以形成特性识别模式。Sobel算子、Laplacian变换和Diff变换是边缘提取的3种常用手段,由于Laplacian变换边缘提取方式中有着较大的噪音干扰,所以图像较为模糊。又由于Diff变换方法有着矢量的特性,所以只有Sobel算子在图像边缘特征提取中使用得最为广泛。而在提取边缘后需对其与标准啤酒瓶进行异常处理,即减影处理,将瓶子正常的部分以减影的方式删掉,保留图像异常部分。再结合特性模式识别对其进行类别判断,最后对其尺寸进行测量计算,根据图像测量计算出来的具体数据与系统设计的参数是否一致,来判断该次检测的数据是否有效,若数值不在设定的参数范围内,计算机将识别出有缺陷的啤酒瓶,并向外围设备发出指令信号,很快将存在质量缺陷的啤酒瓶剔除出来。

## 1.3 数字图像处理技术

数字图像处理是指将图像信号转换成数字信号并利用计算机对其进行计算分析的过程,进而实现预期目标。它具有精度高,图片细节保存较为完整的特点,因此能够计算繁杂的非线性问题,处理内容广泛,而仅需要对处理软件进行变换。但该技术对电脑的硬件设施有着较高的需求,对计算机运算速度有着较高的需求性,并且计算过程花费时间较长,对数字图像处理系统也有着较高的要求。

**1.3.1 数字图像处理主要核心技术** 数字图像处理包括诸多内容,如图像增强、边缘锐化、图像编码等。首先对图像进行预处理以便输出图像更易于识别,便于计算机下一步分析与处理。在图像处理的过程中,分别运用平滑滤波处理算法、快速定位算法、灰度变换、图像分割等算法,这些算法能很好地解决运动物体图像不清晰的问题。

**1.3.2 图像变换** 图像变换是使空间域图像转变成转换域图像的一种方式,所谓的图像变换就是以分析数学为基础,把图像转换到另一个空间处理,并且转换后的图像往往有利于增强、压缩和图像编码。

**1.3.3 图像增强** 它的根本目的是改善图像的视觉效果,进而使图像直观上更加友好。根据给定图像的应用场合,有目的地强调图像的整体或局部特征,将原来不清晰的图像变得清晰,有效消除无关信息,使得增强后的图像清晰直观有利于分析处理。图像增强的算法主要有频率域法和空间域法。前者是以灰度映射为基础,直接对图像进行处理;后者主要通过傅里叶变换完成图像处理,可以有效解决动态变换的图像。经过对比,拟采取空间域法完成空啤酒瓶的检测。

**1.3.4 图像复原** 该技术主要是针对当前图像因品质退化而变差时,对其进行图像复原。图像的复原主要考虑两个问题:图像退化过程的了解程度和采取何种方式进行复原。目前常用的方法有很多,如逆滤波、最小二乘法、迭代滤波等。由于贝叶斯算法的重要性以及优越性,故选取贝叶斯算法<sup>[9-10]</sup>。

**1.3.5 边缘锐化** 所谓的边缘锐化是对图像的轮廓边缘进行强化处理,从而使边缘更加清楚易辨。能够使图像放映物体的特征并能在检测中有效分辨出来的目的。边缘通常存在于目标与目标、基元与基元之间等。边缘是分割图像的关键性因素,也是提取图像特征的重要信息来源和重要基础。

**1.3.6 图像分割** 图像区域与边缘区域两点,进而有效地对图像进行判别、分析处理与信息判定。图像分割的根本是对像素类别的划分,而像素主要根据下面几点进行类别划分:颜色、空间特性、灰度值、频谱、纹理特性等。图像分割也是图像分析处理的关键性环节,现今能够通过以下几种方式对图像进行分割:基于阈值的分割方法、基于区域的分割方法、基于边缘的分割方法以及基于特定理论的分割方法等<sup>[11]</sup>。根据上面的介绍,选取区域分割法,它能将相似的像元集合起来,可以很好地完成图像分割,但是处理的速度比较慢。图像分割对准确提取图像信息起到重要作用。

**1.3.7 图像编码** 图像编码主要是研究在图像质量得到保证的情况下,对图像信号进行有效编码进而控制图像数据的存储空间大小,有利于系统检测数据信息的传递效率,并能

节约存储空间,尤其在有着大量数据信息的图像处理中极为关键。因此,数据压缩主要通过数据编码完成。

1.3.8 图像识别 按照系统软件设定的步骤,图像经过前面的处理后,再经过详细的分析论证,可以得到缺陷长度或直径等具体参数,为图像识别奠定基础。主要工作为对图像进行分割和图像特征的提取,然后进行判断识别。在识别过程中使用到分形方法,它属于模糊数学的范畴,以对目标近似性的识别判定来完成目标的识别。

## 2 图像处理技术在啤酒瓶空瓶检测中的应用

### 2.1 在瓶口检测中应用

瓶口检测的目的就是检查瓶口圆环上是否存在破损现象。在啤酒瓶空瓶检测中,根据不同的检测部位采用不同的检测原理。利用瓶口反射成像,瓶口检测采用的光照以角度 $75^\circ$ 的光线照射在瓶口上。正常情况下,瓶口能够均匀的反射入射光,形成均匀的白色光环图像,当瓶口出现破损时,由于瓶口破损处凹凸不平,不能均匀的反射入射光,造成入射光散射开来,形成间断的光环。瓶口图像采集单元见图 2。

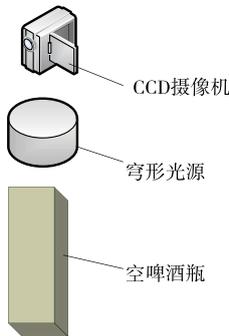


图 2 瓶口图像采集单元

Figure 2 The bottle mouth image acquisition unit

### 2.2 在瓶身检测中的作用

图像传感器通过光源从空瓶的侧面水平照射图像,瓶身的图像信号传递到采集卡中。为了能够真实检测出整个瓶身范围,检测过程中空瓶需要旋转,确保能够采集到每个面的瓶身图像。常见的缺陷图像有瓶身软气泡图像、瓶身裂纹图像、瓶内拉丝图像、瓶身厚薄不均。在正常的透光情况下,当光线以一定的角度照射在瓶身时,摄像机会拍摄到灰度变化平缓的图像。否则,若瓶身出现缺损,则会出现不同灰度的区域图像<sup>[12-13]</sup>。瓶身图像采集单元见图 3。

### 2.3 在瓶底检测中的作用

由于瓶底的破损、裂纹或异物的存在导致透光率不同于

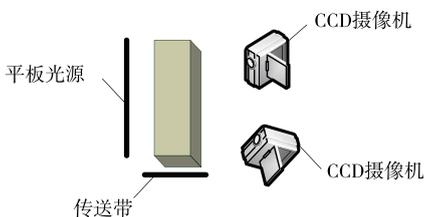


图 3 瓶身图像采集单元

Figure 3 The bottle body image acquisition unit

正常折射产生的图像,形成灰度明显与其他区域不同,经过计算机系统软件处理后,将图像采集卡采集到的图像进行处理,计算出各个独立污点尺寸,然后通过预先输入的污点尺寸进行比对分析,从而判断出瓶底是否合格。瓶底的图像采集单元见图 4。

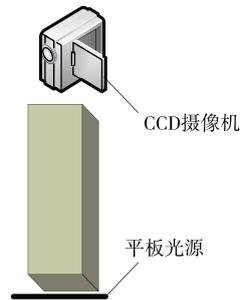


图 4 瓶底图像采集单元

Figure 4 The bottle bottom image acquisition unit

## 3 结语

文章详细介绍图像采集系统的组成,并阐述了图像处理技术的关键部分。图像的处理技术主要包括图像的变换、增强、复原、边缘锐化以及图像分割。特别是图像的增强是采用傅里叶变换的算法,有一定优越性,但是整体算法比较复杂。另外,选用基于空间域的图像分割满足处理的要求,由于处理速度较慢,还存在着一定的局限性。文章系统地总结了图像处理技术,可为同类技术的研究提供一定的参考。

### 参考文献

- [1] 吴斌,胡彦彦,肖爱民,等.基于计算机视觉的空瓶检测系统[J].北京工业大学学报,2007,33(2):134-139.
- [2] 王文华,李小朋.基于机器视觉的啤酒瓶检测系统的设计[J].电子质量,2014(9):35-38.
- [3] 顾勇,何明昕.基于机器视觉的啤酒瓶检测系统研究[J].计算机工程与设计,2012,33(1):248-253.
- [4] 陶跃珍,王东.啤酒瓶自动检测系统的设计[J].机械,2010,37(10):59-61.
- [5] 高翔,谷吉海.基于Canny算法的啤酒空瓶杂质检测方法[J].包装工程,2009,30(3):63-65.
- [6] 王梁,蔡健荣.灌装后啤酒质量监测研究[J].食品科技,2009(7):243-247.
- [7] 王程,边绍辉,周泽魁.啤酒瓶空瓶检测系统的视频图像采集部分的实现[J].酿酒,2005,32(1):91-93.
- [8] 段峰,王耀南,刘焕军.基于机器视觉的智能空瓶检测机器人研究[J].仪器仪表学报,2004,25(5):624-627,662.
- [9] 鲁晓磊.图像复原一模型、贝叶斯推理及迭代算法研究[D].武汉:华中科技大学,2009:30-50.
- [10] 黄丽丽.图像复原中若干问题的正则化模型与算法[D].南京:南京理工大学,2013:23-42.
- [11] 李欣.基于机器视觉的啤酒瓶空瓶检测机设计开发[D].济南:山东大学,2006:20-34.
- [12] 张纪明.基于PC的机器视觉系统研究[J].可编程控制器与工厂自动化,2006(11):107-110.
- [13] 赵宏伟,张晓清,冯裕钊,等.基于数字图像处理的啤酒瓶静态智能检测技术[J].机电产品开发与创新,2005,18(4):94-96.