

啤酒液位与杂质自动检测系统的结构设计和开发

王 程 蔡晋辉 周泽魁 浙江大学控制系(310027)

Abstract

In order to improve the automatic production level of beer packaging production line, a visual inspection system based on machine vision is designed. This system is used to inspect the liquid level and impurity in the bottle and can separate automatically the off-grade product from the packaging production line. In this paper, some image algorithms used are also introduced in brief.

Keywords: machine vision, DSP, visual inspection, PLC, image processing

摘 要

为了提高啤酒灌装线生产自动化的水平,开发设计了一套基于机器视觉的啤酒质量检测系统,可完成灌装后啤酒瓶内液位和杂质的检测,并自动分离出不合格品。本文着重介绍了检测系统的结构组成,并且介绍了相关图像算法。通过软硬件合理的结合,本系统能很好地满足工业实际生产要求。

关键词: 机器视觉, DSP, 视觉检测, PLC, 图象处理

利用机器视觉技术实现灌装后啤酒瓶内液位和杂质的自动检测,不仅可减少企业的人力投入,而且效率不受外界干扰,能大大提高产品的质量。因此,设计出符合我国国情的验瓶机对我国啤酒生产装备国产化具有重要的社会效益和经济效益。该技术在食品饮料、医药以及包装等其他相关行业中也具有广阔的应用市场。

本机器视觉系统实现的功能有:根据整条灌装线的情况自动调节进瓶速度和瓶间距、瓶底外表面杂质吹扫、自动采样触发、图像采集、智能判断决策、不合格品的自动定位并分离等,此外还需要简单易行的操作界面和有效地集成到灌装车间的控制系统。在技术方面需要满足以下要求:实时,检测项目可扩展,检测瓶类型可设定,经济,判断可靠准确等。

1 检测目标

检测机在构成上采用了积木的思想,使用者可以根据自身的实际需要和经济能力选择相应的功能模块,非常方便地进行增减。检测对象有:

1)质量较重,沉积在啤酒瓶底的固体颗粒,根据检测对象是否透光、颜色等特性,分别采用了光源侧面透射、光源顶部透射、光源侧面折射三种图像采集方式;

2)悬浮在液体中的杂质颗粒,采用光源侧面透射方式;

3)啤酒瓶内的液位是否达到合格的高度,采用侧面透射方式。

2 系统结构设计

检测系统的总体结构见图1,主要由三部分组成:实现数据统计、分析、打印、管理等功能的上层管理单元;对各个检测单元进行监控的中间层操作站;由位于底层实现视频采集、图像处理的各检测单元和机械电气控制装置组成的检测机。

图中编号代表了信号和数据的流程:“1”-透射式光电传感器触发 CCD 采样信号;“2”-CCD 将采集到的数据传输到图像处理单元;“3”-如果需要,图像处理单元将处理结果传递给 PLC;“4”-PLC 根据图像处理单元的触发信息,利用内部的计数器定位不合格瓶的位置,并驱动气动执行机构将不合格品剔除到旁路。“5”-实时检测灌装线的关停等状态,并传递给 PLC;“6”-根据灌装线的状态,通过变频电机等传动装置,驱动检测机内的传送带,并调节系统内啤酒瓶的传送速度,合理分离瓶间

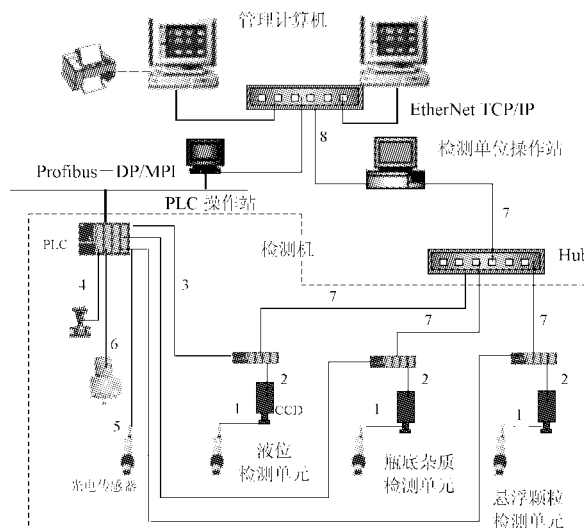


图1 系统结构示意图

距,必要时平滑地启动和停止检测机,减少破损、阻塞和噪声;“7”-以 PC 机为检测机的操作站,提供了基于 Windows 操作系统、简单易操作的图形界面;通过 USB 接口向图像处理单元下载配置参数和读取图像数据,并且加以显示;“8”-管理层的计算机通过以太网远程控制检测单元操作站和 PLC 操作站。检测机平面示意图如图2所示。

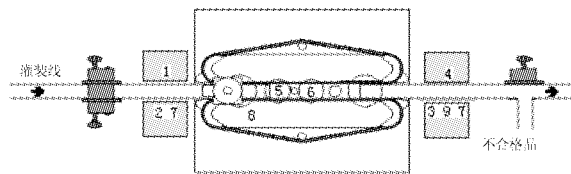


图2 检测机俯视图

图中 1-4:瓶底沉积颗粒检测-侧面透射光

5:瓶底沉积颗粒检测-顶部透射光

6:瓶底沉积颗粒检测-侧面折射光

7:瓶内悬浮颗粒检测

8:瓶底吹扫装置

9:液位检测

3 检测机的机械及电气控制装置

1)PLC 控制系统,采用了西门子 s7-200 系列;一方面可以

接受或检测各种传感器信号并控制本装置内电气设备的运行,另一方面利用工业网络和灌装车间控制系统内的其他 PLC 和工控机相连接,进行数据交流,集成为车间控制系统的一部分。

2)中间层操作站:包括了 PLC 操作站和检测单位操作站,这两者作为检测机的外接设备而存在。前者作为 PLC 的上位机,主要完成对 PLC 中的数据进行读取和显示,并下传有关操作指令和设定参数。后者主要是通过 USB 接口读取检测单元中的图像数据,并且下传检测参数,如瓶子的规格、最大移动速度等。这二者的功能也可以由一台工控机完成。

3)不合格品剔除机构:一旦某检测单元发现不合格瓶,会立即触发 PLC 进行计数操作,以便准确地计算出输瓶链桥上不合格品的位置,发出剔除指令,激发执行结构(次瓶击出器),将经过的瓶子推入旁路。

4)传送控制:包括侧夹式传送带、变频器等传动装置,需要通过 PLC 的自动调节使系统中的传动装置和车间灌装线的输瓶链桥速度达到大致同步。

5)瓶底吹扫装置:瓶子在输送带上的传送过程中,瓶底往往会沾上杂质和水滴,为了避免干扰采样,在瓶底图像采集前需要先进行预处理,利用真空装置清洗瓶底。

6)分瓶机:合理地设置瓶间距,这是为了保证每次采集的图像中只有一个瓶子,避免临近瓶子形成干扰区域;同时也可以减少瓶子间的碰撞。

7)其他,如在紧急情况下以声光形式报警的报警装置等。

4 检测单元

包括了透射式的光电感应器、CCD 摄像头和图像处理单元等。主要实现的功能包括了光电传感器的采集触发,视频采集,图像处理和智能决策,与操作站及 PLC 通信等。其核心是用于图像处理算法运算的图像处理单元。

图像处理单元是一块采用了一个或多个数字信号处理器 DSP 作为运算核心的高速数字图像处理卡,其突出的特点是运算速度快,如 Ti 公司最新的 DSP 芯片 TMS320C64XX 系列可以达到 600MHz Clock,4800MIPS 的运算速度,另一个特点是软件可重复编写,根据检测目标的特性,自由编写合适的软件,并可通过 JTAG 接口下载到 DSP 和 CPLD 中,这样大大提高了整个检测系统的使用灵活性,图 3 是一个根据啤酒瓶检测特点而设计的基于单 DSP (TMS320C6201B)的数字信号处理系统框图。

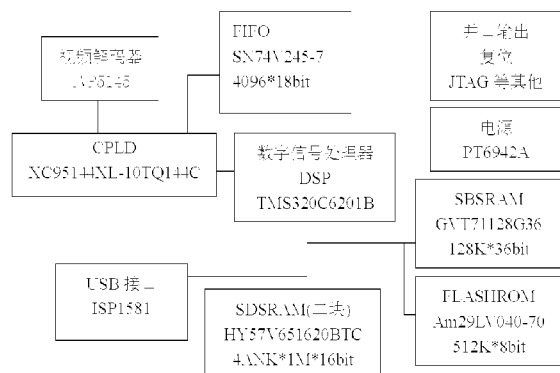


图 3 图像处理单元结构框图

图 3 所表示的结构中,采用 TMS320C6201B 作为运算处理器,该 DSP 最快可以达到 200MHz Clock,1600MIPS 的运算速度。FLASHROM 中一部分存放了 DSP 的程序代码,在上电复

位时自动加载到 DSP 内,另外也存放了一些需要掉电保存的检测设定参数。片外存储器 (SDSRAM 和 SBSRAM) 用于保存图像数据,作为缓冲区供 DSP 处理或上传到检测单位操作站中显示。FIFO 作为实时采样数据和 DSP 间的缓冲区而存在,DSP 根据 FIFO 的半满中断信号激发 DMA 方式,将 FIFO 中的数据读入内部数据存储器。CPLD 主要的功能是完成整个图像处理单元的逻辑控制功能,此外它也是视频解码器和 FIFO 的数据传输中介,这是为了利用 CPLD 完成一些图像的预处理,如简单的滤波处理、YcbCr 格式到 RGB 格式的转换等。视频解码器采用了 Ti 公司的 TVP5145,可以完成模拟视频信号到数字信号的转换,该芯片支持多种输入输出的格式,可以利用 HPI 和 I²C 可编程接口来实现功能设定,在本图像处理单元中采用了 I²C,由 CPLD 控制完成。电源采用了 PT6942A 模块,可以同时提供 3.3v 和 1.8v 电压,最大电流 6A,且自动控制双电压的上电顺序。和操作站通信的 USB 模块采用了 ISP1581。此外处理单元还配置了 25 针的并口作为触发等信号的通道。由于 TMS320C6201B 是 BGA 封装,电路板采用了六层结构。

5 图像算法

虽然有了高效的硬件支持,但图像算法在机器视觉的实现中依然具有重要的作用,只有合理的算法才能保证检测的实时性和准确性。由于本文主要介绍系统的结构组成,所以这里只对涉及的算法作简要介绍,其流程如图 4 所示。

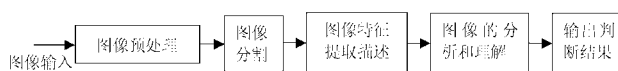


图 4 图像处理算法流程图

1)图像的预处理主要运用了灰度直方图的修正和灰度形态学滤波等噪声平滑算法。

2)图像分割主要采用了灰度阈值法、区域增长等方法分离图像中的瓶子和背景,杂质和瓶子;利用提取突变边缘的方法提取液位。

3)图像特征提取是在图像分割的基础上对物体的面积、圆度等重要特征进行定量估计,把抽取的特征组合在一起,形成特征向量。

4)对于杂质检测,图像的分析 and 理解利用了神经网络等方法,以物体的面积、圆度和矩特征为输入,以是气泡或杂质为判断输出。而对于液位检测,使用了模板匹配的方法,在经过求边缘提取、二值化后的图像中划分出液位应该存在的范围,然后用一个固定大小的长方形窗口从上向下移动,统计窗口中的点数,如果大于一定阈值,表明突变区域存在,也就是液位存在。

6 结束语

啤酒质量检测系统跨越了多个学科的专业知识范围,为了达到检测的目标,需要机械工程技术、电气自动化、数字图像处理技术、模式识别和人工智能等多个相关学科相互协调。本文中的检测系统就是通过各学科的融合,配合有效的算法从而满足工业现场的生产需要。

参考文献

- 1 段峰,王耀南,段伟,段正华.PLC 在直线式空瓶检测机中的应用[J].包装与食品机械,2001,19(6):35~36
- 2 蒋庆,蔡晋辉,边绍辉,周泽魁.基于机器视觉的空瓶图像检测系统[J].粮油加工,2003,10:15~53

[收稿日期:2004.4.3]