

工厂自动化

# 视觉系统实现食品罐自动检测

基于视觉的检测系统确保了食品罐的严格质量控制要求。

作者: Greig Lambourne, Adbro Controls公司应用工程师

食品罐在装运前必须要进行检测,以确保它们的盖子上印有有效期代码、罐体上贴有正确的标签且具有防伪印章。

过去,食品罐的检测是由人工手动完成的。这是一个容易出现人为错误的耗时且昂贵的过程。为了降低手工检测的成本并提高效率,英国食品公司 AarhusKarlshamn (以下简称 AAK 公司)向 Adbro Controls 公司寻求帮助,专门为其产品检测开发了一套基于视觉的自动化系统。

该系统可以在软件控制下进行重新配置,使其能够检测装有蛋黄酱、芥末和沙拉酱等食品的不同形状和不同尺寸的食品罐。

在实际检测过程中,装有特定食



图1: 装有农产品的食品罐在传送带上移动时,四台相机用于捕获食品罐侧面的图像,以检测是否遗漏标签和防伪印章。另外一台相机用于检测盖子上是否印有日期代码。

品的食品罐通过 Bosch Rexroth 公司的传送带以 0.5m/s 的速度被输送到该视觉系统中。一旦食品罐进入该视觉系统,来自 IFM Electronic 公司的一个光反射传感器 07P200 07P-DPKG 即被触发。随后,安装在传送带上的 SICK 公司的一个 DFS60 编码器,开始跟踪食品罐的位置信息,直到食品罐到达系统中的一个最佳位置。在这个最佳位置处,五台 Point Grey 公司的 Blackfly 相机被触发,用于捕获食品罐外部的 360° 视图以及食品罐盖子的图像(见图 1)。

该系统中使用了 Point Grey 公司的五台 BFLY-PGE-13E4C Blackfly 彩色相机,其中四台具有 6mm 的焦距和 CS 镜头接口,它们安装在 X/Y 平面,距离食品罐 300mm,用于捕获食品罐侧面的四幅图像。每台相机都装有偏振滤光片,以确保白光 LED 发射的光,不会使直接面对它的相机中的成像器饱和。

第五台垂直安装的 Blackfly 相机可以在 PC 的控制下垂直移动,以适用于不同高度的食品罐。这台相机用于捕获食品罐顶部的图像。这台相机的镜头是借助在一块不透明硬质塑料

板上切割出的一个小孔安装的,以此提供穹顶灯的一种廉价替代方案。位于 x/y 平面中的四个 LED 发出的光,被该塑料板反射,从而能以一种均匀扩散的方式为食品罐顶部提供足够的照明(见图 2)。

一旦系统被触发,相机开始捕获数据,并且通过千兆以太网(GigE)接口将这些数据传送给 Moxa 公司的一个五端口 GigE 交换机,并最终将数据送至英特尔多核 i7 PC。接下来,PC 中的视觉检测软件将处理这五幅图像。

## 软件解决方案

整个视觉检测系统的软件组件是利用面向对象的 C# 编程语言开发



图2: 垂直安装的相机是借助一块不透明塑料板安装的。位于x/y平面中的四个LED发出的光,被该塑料板反射,从而为食品罐顶部提供足够的照明。



图3: 为了确定日期代码、标签和防伪印章的存在, 该系统的图像处理组件包括用于每个检验程序的不同的C#类。这些类从MVTec Software公司的HALCON集成开发环境 (IDE) 中调用图像处理例程, 以执行特定的图像处理程序。

如果发现了有缺陷的食品罐, 则将启动气动剔除系统, 将有缺陷的食品罐从检测线中移走。

为了确定日期代码、标签和防伪印章的存在, 该系统的图像处理组件包括用于每个检验程序的不同C#类。这些类从MVTec Software公司的HALCON集成开发环境 (IDE) 中调用图像处理例程, 以执行特定的图像处理程序 (见图3)。

C#编程能提供与类中特定操作相关联的图像处理例程的属性 (例如对图像进行阈值操作的颜色值), 以便通过一个也是用C#编写的人机界面 (HMI) 接口组件显示给用户。这样一来, 这些属性就能在图形用户界面内进行修改。

在执行适当的图像处理操作之前, 要对系统进行培训, 以便其能在一张图像中定位特定类型的食品罐。要做到这一点, 首先要将一个食品罐放置在成像区域内并捕获其图像。然后, 针对图像中从食品罐顶部到罐体的弯曲区域, 创建一个形状模型。该形状模型对于每种类型的食品罐而言都是独一无二的。随后, 标签相对

于该形状模型的位置信息, 将被保存到系统数据库中 (见图4)。

在实际检验过程中, 使用来自MVTec图像处理库的一种形状匹配算法, 来识别相同的形状。然后, 系统可以在图像中定位食品罐的具体位置。有了这个数据, 就可以确定图像中需要贴标签的感兴趣区域的位置。

在设置过程中, 针对标签颜色, 系统还被授予一系列可接受的值。在实际检验过程中, 图像中应该贴标签的区域, 将使用一种色彩阈值算法进行处理, 以确定是否该区域的颜色处于规定的公差范围内。

彩色Blackfly相机返回的是RGB值, 随后这些值将被转换成HIS颜色空间进行处理。HSI颜色空间被认为是与人类如何感知颜色最为匹配的色彩空间。使用HSI通常更容易找到良好的阈值, 尽管该系统也支持在RGB色彩空间设置阈值。

食品罐的防伪印章, 通常是一个贴在罐子顶部和罐体上的彩色标签。为了确定防伪印章是否存在, 该系统还采用了形状匹配技术来定位食品罐在图像中的位置。食品罐的位置确定后, 软件便识别防伪印章可能发现的感兴趣区域。然后, 利用来自Halcon图像处理库的一种颜色阈值算法, 用于去除处于规定颜色范围内的图像部分, 使得颜色值在该范围之外的对象 (如防伪印章) 得以确定。

如同标签和防伪印章检验算法使用形状匹配算法来定位食品罐在图像中的位置一样, 日期代码识别软件也采用了这种方法。有了这个位置数据后, 系统能够识别图像中食品罐盖子上可能会印有日期代码的特定感兴趣区域。然后, 再对图像使用一个局部颜色阈值算法, 以从食品罐盖子的图

像中提取出现的任何日期代码。接下来, 系统便可以确定日期代码是否存在 (见图5)。

来自每台相机的数据, 被分配自己的线程用于图像处理。系统将根据需求自由分配这些线程到处理器的多个内核。此外, HALCON中的许多算法自动支持多核。

在视觉系统软件已经检验到一个食品罐是否具有日期代码、标签或防伪印章后, 来自这三个检验过程的结果, 将被C#系统软件的另一个组件所记录。如果这三个检验项目中有一个缺失, 系统软件将利用来自光电反射传感器和编码器的数据, 确定何时应该触发SMC公司的一组气动喷嘴, 在不合格的食品罐离开视觉检验区域后从传送带上剔除。

如果视觉系统被触发, 并且该软



图4: 针对图像中从食品罐顶部到罐体的弯曲区域的形状, 创建一个形状模型保存到系统中。有了这个模型, 视觉系统就可以确定标签、防伪印章和日期代码的位置。



图5: 系统能够识别图像中食品罐盖子上可能会印有日期代码的特定感兴趣区域。然后, 再对图像使用一个局部颜色阈值算法, 以确定图像中是否存在日期代码。

件未能在相机捕获的图像中找到任何产品，系统将自动启动剔除程序，认为检验到了一个不合格的产品。

为了确保没有错误的产品运送给客户，本系统采用了第二个光电反射传感器。如果一个被视觉系统确定为要剔除的食品罐继续在传送带上向下输送，这个光电反射传感器将被触发。这时，系统会向操作员发出警报，以提示需要人工干预，从生产线上剔除不合格的产品。

该系统使用定义了每种食品罐属性的特定形状模型，来识别几种不同类型的食品罐是否有缺陷。操作者可以通过 HMI 触摸屏界面重新配置参数，用于检验各种不同类型的产品。

除了识别不合格的食品罐外，该软件还保持了一个统计数据库，其可以向工厂操作员突出显示正在被剔除产品的类型（不管是因为缺失标签、防伪印章还是缺失日期代码）。它也产生关于生产过程中有多少个检验参

数（如标签的颜色）处于规定范围内的数据，并且会生成 Excel 电子数据表文件，以便生产人员可以从系统中得到可视化的统计数据。

该系统还可以从运行的生产线中输出食品罐的图像，使得远程工作的工程师能够在系统操作过程中分析系统的有效性，并且执行任何可能需要的软件修改。

该系统还可以扩展用于执行不同的检验工作，如通过添加新的测量类来阅读日期代码。测量类可以使用之前测量的结果，因此，在用于识别日期代码是否存在的局部阈值测量中发现的区域，可以被传递到一个 OCR 测量类，用于读取代码。但是目前 AAK 并未考虑这种选择。

Adbro Controls 公司在两个月的时间内，以低于 40,000 美元的成本为 AAK 公司开发出了这套基于视觉的 Adbro 检验系统，并安装在了 AAK 位于英国朗科恩的食品生产线中。目

前，该系统正在以每分钟 150 个食品罐的速度在生产线上成功地执行着检验任务。⊕

## 涉及公司

**AarhusKarlshamn (AAK)**  
Hull, England [www.aak.com](http://www.aak.com)

**Adbro Controls**  
Thatcham, England [www.adbro.co.uk](http://www.adbro.co.uk)

**Bosch Rexroth**  
St. Neots, England [www.boschrexroth.co.uk](http://www.boschrexroth.co.uk)

**IFM Electronic**  
Hampton, England [www.ifm.com](http://www.ifm.com)

**Moxa**  
Taipei, Taiwan [www.moxa.com](http://www.moxa.com)

**MVTec Software**  
Munich, Germany [www.mvtec.com](http://www.mvtec.com)

**Point Grey**  
Richmond, BC, Canada [www.ptgrey.com](http://www.ptgrey.com)

**Sick**  
St Albans, England [www.sick.com](http://www.sick.com)

**SMC**  
Milton Keynes, England [www.smc.eu](http://www.smc.eu)

上接第17页



图4: ControlVisio公司的VisionServer软件作为该系统的人机界面(HMI),用于配置系统参数、监控整个卡扣装配过程。

配过程(见图4)。

VisionServer 通过 Adept 公司的 ACE 软件与机器人实现交互，将位置数据发送到机器人程序。与此同时，ACE 软件也在 PC 机上运行。

VisionServer 也从机器人端获取变量，以便在 HMI 中显示它们。

自从安装了该自动装配系统之后，Sistema 公司便能以每两秒钟一个的速度将卡扣装配到盖子上，所实现的产量比之前的装配过程翻了一番。⊕

## 涉及公司

**Adept Technology**  
Pleasanton, CA, USA  
[www.adept.com](http://www.adept.com)

**Basler**  
Ahrensburg, Germany  
[www.baslerweb.com](http://www.baslerweb.com)

**ControlVision**  
Auckland, NZ  
[www.controlvision.co.nz](http://www.controlvision.co.nz)

**Cognex**  
Natick, MA, USA  
[www.cognex.com](http://www.cognex.com)

**Fujifilm**  
Wayne, NJ, USA  
[www.fujifilmusa.com](http://www.fujifilmusa.com)

**Inspecciones Industriales Inteligentes**  
Monterrey, Mexico  
[www.i3.com.mx](http://www.i3.com.mx)

**McNaughton/McKay Electric Company**  
Madison Heights, MI, USA  
[www.mc-mc.com](http://www.mc-mc.com)

**Sistema Plastics Limited**  
Penrose, Auckland, New Zealand  
<http://sistemaplastics.com>

**Smart Vision Lights**  
Muskegon, MI, USA  
[www.smartvisionlights.com](http://www.smartvisionlights.com)