

注：西南科技大学大学生创新基金项目（项目编号：CX14-075）

摘要：设计了一个简单的鸡蛋表面质量检测系统。系统通过 USB 摄像头采集图像，利用噪声过滤和二值化等方法对图像进行预处理，再经过设定阈值、目标分割等步骤，利用 LabVIEW 软件中视觉工具分析得到鸡蛋的中心坐标值、长轴、短轴和蛋形指数等，最终实现鸡蛋表面质量分级。实验结果证明，通过此种方法研制的鸡蛋表面质量检测系统具有高效率、低成本、易操作的特点，能够替代传统人工筛选，实现鸡蛋质量表面的检测，具有良好的应用前景。

关键词：机器视觉；图像处理；鸡蛋表面；质量检测

中图分类号：TP311 文献标识码：B 文章编号：1006-883X (2015) 04-0037-04

收稿日期：2015-03-05

一种简单的鸡蛋表面质量检测系统设计

徐春梅¹ 向思帆² 陈艺²

1. 西南科技大学工程训练中心，四川绵阳 621010；2. 西南科技大学制造科学与工程学院，四川绵阳 621010

一、引言

现在，机器视觉技术广泛应用于自动生产线，包括现场操作控制和产品测试。使用 LabVIEW 编程系统^[1]将采集到的目标图像进行一系列处理可得到被测对象的各个参数，从而实现各种检测及控制。

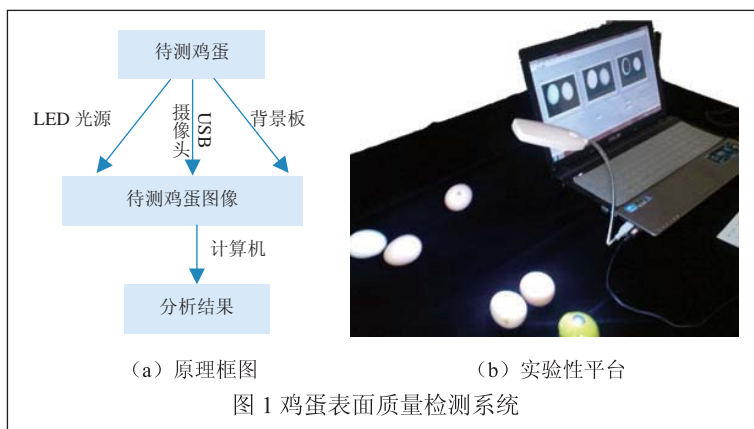
鸡蛋在进入销售或加工之前，通常都会经历分选分级过程。例如蛋制品加工中，为防止鸡蛋表面脏污在鸡蛋破壳时随蛋液流入食品中，一般需要先对鸡蛋进行清洗。而在销售过程中，更是要求有一种分选装置可以高效地区分出需要清洗的鸡蛋，然后按照颜色分类，再按大小进行产品分级，最后根据分级结果进行特定包装、定价，进入销售环节。人工分选会导致劳动力投入过大、效率低下、分选标准不一，容易出现鸡蛋漏检等现象，不适合用于大批量鸡蛋分选现场。因此研发一种低成本、易操作、适用于各种环境，高效率的自动鸡蛋分选系统是非常必要的。

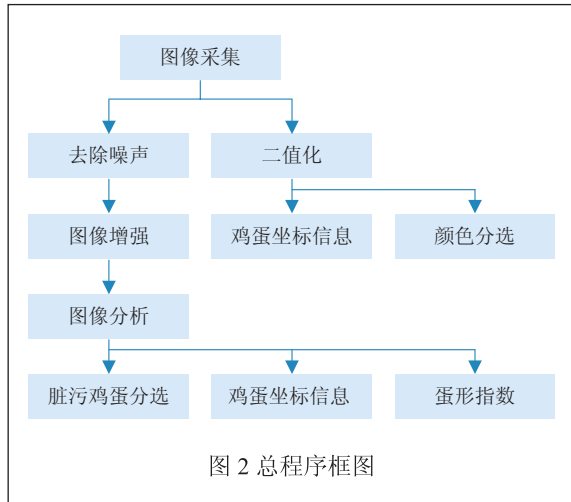
实验以鸡蛋作为检测对象，利用 LabVIEW 平台开发质量检测系统，对鸡

蛋图像进行实时采集，根据检测对象之间所存在的差异，利用图像学对采集到的图像进行分析，运用计算机软件对图像进行处理，按要求对鸡蛋进行挑选、分级^[2]，实现鸡蛋质量表面的检测。

二、系统硬件原理与结构

为实现鸡蛋表面质量检测系统易搭建、高效率及低成本等特性，系统由照明、USB 摄像头、背景板、计算机等组成，原理框图如图 1 所示。其中，照明采用普通 LED，摄像头采集速度为 30frame/s 即可，背





景板为摄影用黑色吸光布制成。将鸡蛋放置在指定位置，给予特定光线照射，采集一帧鸡蛋的图像，系统对该图像进行识别、处理、分析，并将结果显示出来，即可根据结果挑选鸡蛋^[3]。

三、软件系统设计

系统软件部分包括：图像采集系统、颜色识别系统、参数运算系统等。总程序框图如图 2 所示。

1、图像采集系统

LabVIEW 编程环境简洁，通过一个简单的程序即可实现摄像头与计算机的连接和图像采集功能。主要函数是 IMAQdx 工具包的 Open Camera、Snap 和 Close Camera 函数。该程序段可以将采集的图像按规定名称命名，存入预设地址或直接引用入下一段程序。

2、颜色识别系统

该系统由“二值化”、“低通滤波”、“图像增强”三部分组成，核心函数是 IMAQ 工具包的 ExtractSingleColorPlane、Threshold、LowPass 和 BCGLookup 函数。图像本身具有多特征和复杂性，所以图像的处理需要多个函数共同来完成。

(1) 颜色模型的选定

摄像头采集到的图像是 RGB 类型图像，而基于人的视觉系统的 HSL 模型是一种图像处理的理想颜色模型。由于鸡蛋的颜色主要为白色或红色（深浅不同），通过实验发现，RGB 模型和 HSL 模型都不适用于鸡蛋颜色的识别。对采集的 RGB 图像转化为黑白图像后

得到其灰度模型，实验表明利用灰度值的差异对识别鸡蛋颜色非常有效，因此选用灰度模型。

(2) 阈值的选取

阈值是一个由上下两个临界值所包括的值域，实验中我们需要选择的阈值，也就是选择一个值域，即确定两个临界值。阈值的选定将用于下文中图像二值化的处理。

颜色识别是根据颜色的差异来辨别场景中的目标物体，阈值的选取是决定识别效果的关键。

“二值化”是从 0~255 这 256 个灰度值中选取适当的阈值，将结果置于 0 或 255 两个极端灰度值，从而使图像呈现出对比明显的黑白效果。二值化可使图像不再涉及灰度的多级值，从而使得数据的压缩量变小，处理变得简单。LabVIEW 的二值化公式可以定义为：

$$m = \begin{cases} 0, & t_a < t < t_b \\ 255, & t_c < t < t_d \end{cases} \quad (1)$$

式中， m —灰度值，

t —阈值， t_a 、 t_b 、 t_c 、 t_d 为自定义选取的阈值。

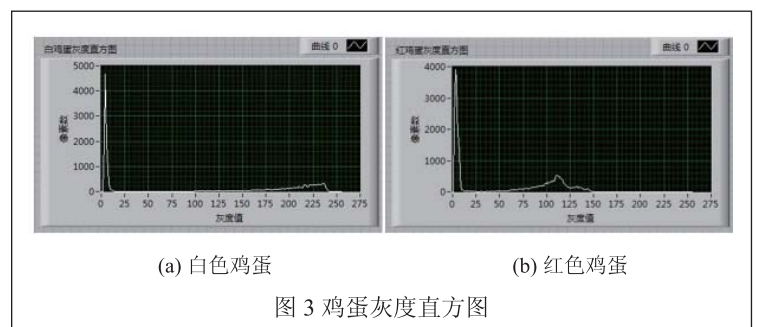
该效果的实现主要通过 Extract Single Color Plane 等功能来实现，如果一个对象具备匀称划一的在设定阈值范围内的灰度值，并且具有另一灰度等级的均匀背景，利用该函数的阈值选取技术即可得到分割效果^[5]。

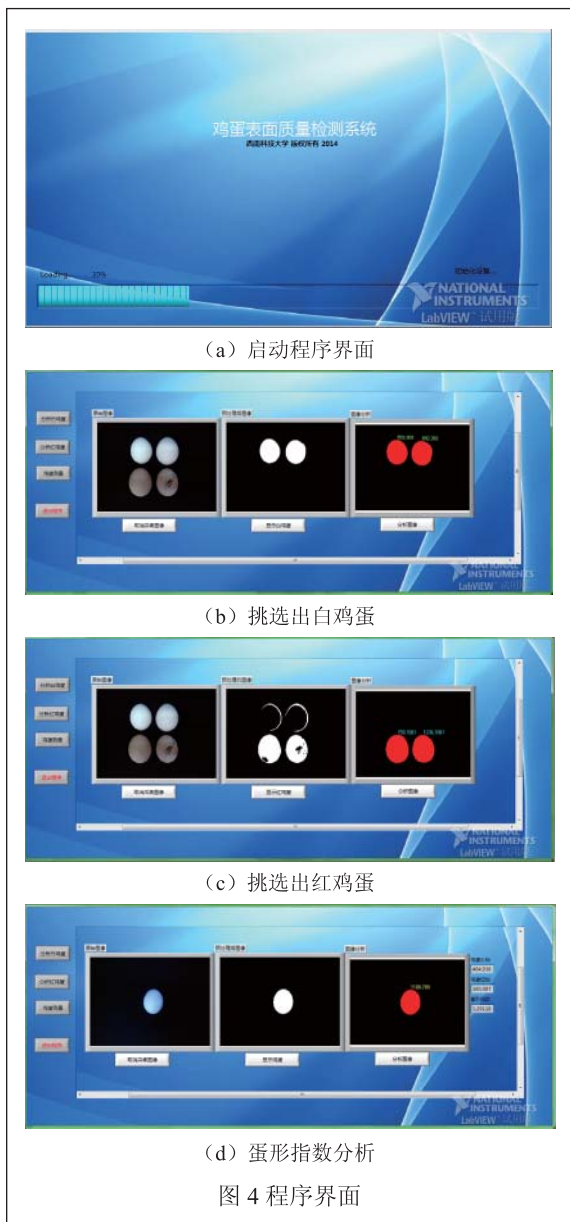
如图 3，利用此方法可得出不同颜色鸡蛋的灰度阈值。经多次试验，确定出在室内常规灯光条件下，红色鸡蛋的阈值为 60~140，白色鸡蛋的阈值为 160~255。由此可通过阈值设定分别显示红白鸡蛋所在的空间位置信息，传给下位机，进行指定颜色鸡蛋的挑拣，达到色选的目的。

(3) 图像分析系统

要获得鸡蛋几何中心坐标、长、短轴长度、蛋形指数等信息还需要对图像进行去除噪声和图像增强等预处理。

通常噪声是利用积分运算来平滑，但是当图像模糊时又需要利用微分运算来锐化边缘和细节使其清晰。本研究所使用的低通滤波函数 IMAQ LowPass，其主要参数是 Size 和 Tolerrance，是一个簇，其中





Tolerance 是允差, X Size 和 Y Size 是卷积邻域的大小。X Size 和 Y Size 越大, Tolerance 越小。利用 IMAQ LowPass 可在平滑噪声的同时, 最大程度地保留边缘信息和细节, 使噪声和边缘的信息和细节达到一个较为理想的平衡点。

“图像加强”能够按需求彰显出图像上的一些信息, 并同时减弱或去除一些无关紧要的信息。本研究把图像看成一种二维信号, 对其进行基于二维傅里叶变换的信号增强。采用频率域法中高通滤波法, 在修

改灰度图像的同时, 提高图像的视觉效果, 以供给直观且清晰并适于分析的图像。

分析经过预处理的图像, 首先改进目标物体(鸡蛋)的形状——填补目标物体中的空洞及去掉接触目标物体边沿的信息不完整的颗粒, 然后利用分割目标物体而不使其形状改变。去掉无关的大、小颗粒后, 再过滤掉不感兴趣的颗粒, 以保留具有良好质量形状的颗粒。最后返回图像中的颗粒数, 并且通过相关颗粒距离计算得出鸡蛋的中心坐标值、长轴、短轴等参数。这些参数可反应鸡蛋大小及蛋形指数, 为鸡蛋分级提供依据。图像分析得出鸡蛋的颜色的灰度值可成功将红白鸡蛋识别出来, 为鸡蛋后续分拣提供信息。另外, 通过分析可知鸡蛋表面颜色不连续即表示鸡蛋有裂纹或者脏污痕迹, 这些都将成为鸡蛋分选的重要依据。

该程序段先通过 IMAQ 工具包的 FillHole, RejectBorder, Separation, RemoveParticle 和 Morphology 函数对图像进行进一步的处理, 使图像中的特征像素点得到增强, 利于后面的分析。接着再利用 Particle Filter、Particle Analysis 和 Overlay Text 函数对图像进行分析, 得出待测鸡蛋的各项参数。

四、实验测试

1、程序界面

简易鸡蛋表面质量检测系统用户界面如图 4 所示。

主程序界面中“分析白鸡蛋”和“分析红鸡蛋”可以分别识别白鸡蛋和红鸡蛋, 并得到它们的中心坐标值。还可通过其中的“预处理后图像”挑选出蛋壳表面有缺陷(如裂纹、污斑等)的鸡蛋。当被采集鸡蛋个数为 1 时, 主程序界面中的“鸡蛋测量”功能在显示鸡蛋中心坐标值的同时, 还可计算出该鸡蛋的长轴、短轴和蛋形指数。如图 4(b)~(d)。

2、实验结果及分析

(1) 污损检测。经过多次实验发现, 系统能够通过简单的预处理程序, 如灰度处理、二值化, 将鸡蛋的污损情况凸显出来, 并分析污损处坐标信息, 为后续分拣下位机提供分选信号。

(2) 色选。系统通过更改阈值范围, 分别检测出白色、深(暗)红色和深粉色的鸡蛋, 对于颜色趋近白色的浅粉色鸡蛋会存在缺陷, 因为检测的鸡蛋是粉色时, 由于阈值选取较低, 会在成像时显现出一部分白鸡蛋的图像。该缺陷虽然在肉眼观测时可以轻易分辨, 但对于自动化检测会有不良影响。

(3) 分型。系统能实现在检测一个鸡蛋时得到它的长轴长、短轴长和蛋形指数, 蛋形指数是长轴长与短轴长之比, 可用于表征鸡蛋的

形状。通过实际测量，检测出的以上三项数值与实际数值吻合，误差不超过 5%。

五、结论

(1) 利用 LabVIEW 图形化编程这一特点和其强大的机器视觉技术，简化了程序的研发并大大缩短了程序开发的时间。

(2) 利用摄影专用的吸光布作为背景，非常有效地解决了背景反光对图像采集的影响，并且成本较低。

(3) 该软件可根据环境的不同（导致光线条件不同）灵活更改阈值，可在不同环境下工作；摄像头等外部硬件设备可灵活更换，可满足不同的图像采集要求。

(4) 可以准确地分辨出鸡蛋的颜色（白或红）、蛋壳表面缺陷（裂纹、污斑等）和鸡蛋的形状（蛋形指数）。

(5) 分析得出鸡蛋的中心坐标，可用于将来的大批量自动化生产加工；而本实验中测量单一鸡蛋的长轴、短轴和蛋形指数，在将来也可用于大批量测量鸡蛋的外形参数。这些信息为物体颜色分选、形状大小分级、表面瑕疵识别等后续研究所用，具有良好的应用前景。

(6) 硬件系统搭建容易，程序界面操作简单，检测效率高，成本低，易于推广。

参考文献

- [1] 吴成东, 孙秋野, 盛科. LabVIEW 虚拟仪器程序设计及应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [2] 敖勤, 徐桂珍. 一种基于机器视觉的柑橘表面质量检测方法 [J], 科技传播, 2014, (4): 141-142.
- [3] 徐春梅, 王春耀, 刘跃, 等. 基于机器视觉系统的颜色识别 [J], 机械设计与制造, 2011, (8): 257-258.
- [4] 刘金桥, 王春耀, 吴金强, 等. 基于 LabVIEW 和 IMAQVision 的农产品颜色识别研究 [J], 农机化研究, 2009, (3): 50-52.
- [5] 佚名. 基于 LabVIEW 的图像采集与处理 [EB/OL]. http://wenku.baidu.com/link?url=Kh9mbOuxN4ty08CbWzSIRWnBgx4qkaLZY1JsTWro34_da4uiH6U9cwEnVITF1drG8qt82b2LgrT9hlEg15Vc0uHXs_DcNT5RMCT06U-xqYa. (2013-01-31)[2014-12-03]

A simple egg surface quality detection system

XU Chun-mei¹, XIANG Si-fan², CHEN Yi²

(1. Engineering Training Center, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China; 2. Manufacturing Science and Engineering Institute, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: A simple egg surface quality detection system is designed in this paper. The egg graphics are captured by USB camera, and pre-processed with noise filtering and binaryzation algorithms, etc. After the steps like threshold setting and multi-target segmentation, the Vision tools of LabVIEW are used to get the center coordinate, long axis, short axis and egg shape index of an egg, thus egg quality classification is implemented. The experiment results show that this egg surface quality detection system is effective, inexpensive, and easy to work, which can be a substitute scheme of traditional hand-operation, and has a good application foreground.

Keywords: Machine Visions; images processing; egg surface; quality detection

作者简介

徐春梅, 西南科技大学, 硕士, 助教, 研究方向: 机械设计制造及其自动化。

通信地址: 四川省绵阳市涪城区青龙大道 59 号西南科技大学大学工程技术中心

邮编: 621010

邮箱: xchunmei22@163.com

向思帆, 西南科技大学, 本科, 研究方向: 机械设计制造及其自动化

陈艺, 西南科技大学, 本科, 研究方向: 机械设计制造及其自动化