

基于机器视觉的开心果闭壳与开壳识别

郭晓伟

(罗定职业技术学院 电子信息系, 广东 罗定 527200)

(28033902@qq.com)

摘要:为从开心果中选出开壳果和去除闭壳果以提高开心果的品质。采用以单排等间距方式在传送带上输送开心果,输送过程中用摄像头拍摄每个开心果的图像,传输至电脑,经图像处理算法识别出开心果壳是否裂开,最后在传送带末端利用气嘴吹走闭壳果实以实现开心果自动分级。开心果图像缩小至原来的0.2倍,然后找出二值化图像中开心果的质心,再在开心果的质心、上半部分二分之一和下半部分二分之一处各取横向像素线,分别求取3条像素线上所有像素点灰度值变化之和,最后每个开心果综合3条像素线特征判断开心果是否开壳。实验证明开心果开壳果正确识别率为93%,闭壳果正确识别率达100%。

关键词:开心果;机器视觉;分级

中图分类号: TP391.41 **文献标志码:** A

Discrimination between closed and open shell pistachio nuts using machine vision

GUO Xiao-wei

(Department of Electronics and Information Engineering, Luoding Polytechnic, Luoding Guangzhou 527200, China)

Abstract: To improve the quality of pistachio nuts, it is necessary to remove the closed shell pistachio nuts. A single row equally spacing method was taken to carry the pistachio nuts on the conveyor belt, and every pistachio nut image was captured by camera during the transmission. Then the image processing algorithm was used to detect whether its shell was open or not. Finally, gas nozzle, which was at the end of the conveyor belt, was used to blow away the closed shell pistachio nuts. Pistachio image was reduced to 0.2 times, and then the centroid of binary pistachio image was searched. After that, three horizontal pixel lines were described from the binary pistachio image, which was positioned in the centroid of pistachio, the middle of the upper part of pistachio and the middle of the lower part of pistachio. The gray value changes of all pixels of three lines were calculated respectively, and the features of those three pixel lines were integrated to judge whether the pistachio shell was open or not. Experiment results prove that the correct discrimination rates of the open shell pistachio nuts and the closed shell pistachio nuts are 93% and 100% respectively.

Key words: pistachio nut; machine vision; sorting

开心果富含蛋白质、脂肪、碳水化合物及多种矿物质元素,具有很高的经济价值。理想的果壳特征是消费者能用手指取出核仁,由于开心果的果壳非常坚硬,消费者难以得到核仁,因此未裂的果实不能销售,而需多经过一道夹口工序^[1]。美国加州1998~2002年开心果每年平均开裂度最低73.4%,最高达85.3%^[2],而我国新疆种植的开心果平均开裂度据玉树清等人^[3]报道为47%,美国加州同年开裂度为81%^[4]。如何从收获的果实中选出闭壳果实从而提高开心果品质,国外已开展了相关研究^[5-6],而国内还未见报道。因此,研究开心果的分级自动化系统,将有利于提高我国开心果加工自动化程度和开心果品质,提高我国开心果竞争力。图像处理技术在食品分级中已得到成功应用,本文介绍利用图像处理技术,通过对开心果图像处理算法研究,将开壳果与闭壳果识别出来。

1 自动分级系统及图片获取

1.1 自动分级系统

自动分级系统框图如图1所示。

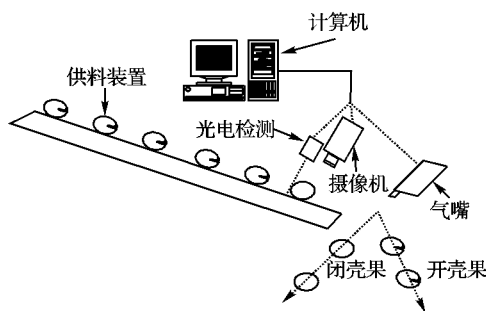


图1 开心果分级系统框图

图1中,给料装置定时向倾斜的物料传送带投放一颗开心果,开心果可沿物料传送带向下滚动。在物料传送带末端装有一光电传感器检测是否有开心果进入摄像头可拍摄范围内,当检测到有开心果进入时摄像机拍摄图像。图像传输至计算机进行处理,识别出当前开心果为开壳果或闭壳果,若为闭壳果则打开气嘴利用气流将其吹离原来运动轨迹至闭壳果分类区,而为开壳果时气嘴无气流吹出,开壳果按原运动轨迹至开壳果分类区。从而实现开心果的开壳果与闭壳果分选。

收稿日期:2010-08-05;修回日期:2010-10-08。

作者简介:郭晓伟(1979-),男,河南驻马店人,讲师,硕士,主要研究方向:计算机视觉应用、计算机检测与控制。

自动分级系统中的硬件装置可利用其他分级系统的相关硬件装置实现。

1.2 开心果与图像获取

开心果形状为椭圆形或长圆形,长约2 cm,宽约1 cm,先端尖^[7],如图2所示,图2(a)为开壳果,其特征是坚硬的果壳先端裂开露出绿中带红的果仁^[8],图2(b)为闭壳果,其果壳坚硬且未裂开。

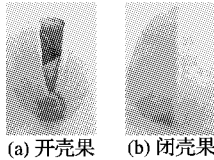


图2 开心果实物图

开心果自动分级系统的关键在于开心果图像处理技术。实验中选取开心果样本152颗,其中开壳果120颗,闭壳果32颗,用USB摄像头在自然光照条件下拍摄单颗开心果得到样本图像,图像格式为JPEG,大小为640×480的彩色图像。样本图像中开心果先端朝上和先端朝下的样本各76颗,此两类样本中分别包括开壳果60颗,闭壳果16颗。

2 图像处理

为消除图像中的噪声和在图像中找到开心果,对图像进行了如下处理。

拍摄的开心果样本图像为RGB三基色表示的彩色图像,经多次实验,认为B分量处理效果最佳,因此选取彩色图像中的B分量得到灰度化处理后图像。为了去除图像背景部分存在的噪声,选用3×3模块对灰度化后的图像进行中值滤波处理,消除了图像采集过程中的图像噪声^[9],改善了图像质量。对图像进行特征提取时,需对整幅图像进行扫描,为减少运算量,缩短系统处理一幅开心果图片的时间。将中值滤波后的图像进行0.2倍缩小处理,得到大小为128×96的图像,如图3(b)所示,为了图片能显示清楚,对图3(b)进行了放大显示。

灰度图像二值化可将图像分为前景和背景,即相当于阈值分割^[10]。其思想是在0~255灰度级内确定一个阈值,以其为分界点分割图像。图3(c)所示为通过自动阈值分割法处理后的图像,其中背景为白色,感兴趣的区域为黑色。将二值化图像(图3(c))和滤波缩小后的图像(图3(b))逐点按式(1)进行运算,实现了在保留目标区域为灰度图像的同时将背景转换成黑色,如图3(d)所示。

$$P_d = \begin{cases} P_b(i, j), & P_c(i, j) = 0 \\ 0, & P_c(i, j) \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中: P_b 、 P_c 、 P_d 分别表示滤波缩小后图像、二值化图像和运算后图像上某点的灰度值; i 表示行号($i = 1, 2, \dots, 96$); j 表示列号($j = 1, 2, \dots, 128$)。

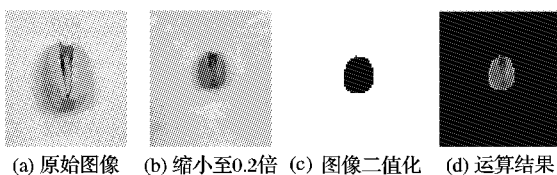


图3 图像处理

3 特征提取与判断

3.1 特征提取

开心果在缝合线处裂开即为开壳果,其先端裂开较大,向下慢慢变小,同时开心果的果实和果壳颜色存在差异。因此,可通过分析中心区域来提取特征参数。但是在图像采集时,开心果区域在整幅图像中的位置和先端朝向不确定。为实现特征量提取,采用质心公式(2)、(3)确定开心果的中心位置,提取开心果的中心位置行上各点灰度值。若只选取中心位置行的灰度值,将难以识别出开壳不充分的开心果,或是开壳果中心位置处果肉颜色与果壳相近时也难以识别,因此特征提取上增加了开心果上二分之一位置和下二分之一位置两行各点的灰度值,如图4所示。图中选用未经处理的图片作示意图,而系统处理的是运算处理后的图像,即图3(d)所示图像,其背景灰度值已全为0。

$$X_0 = \frac{\iint x \times f(x, y) dx dy}{\iint f(x, y) dx dy} \quad (2)$$

$$Y_0 = \frac{\iint y \times f(x, y) dx dy}{\iint f(x, y) dx dy} \quad (3)$$

其中(X_0, Y_0)为质心坐标。

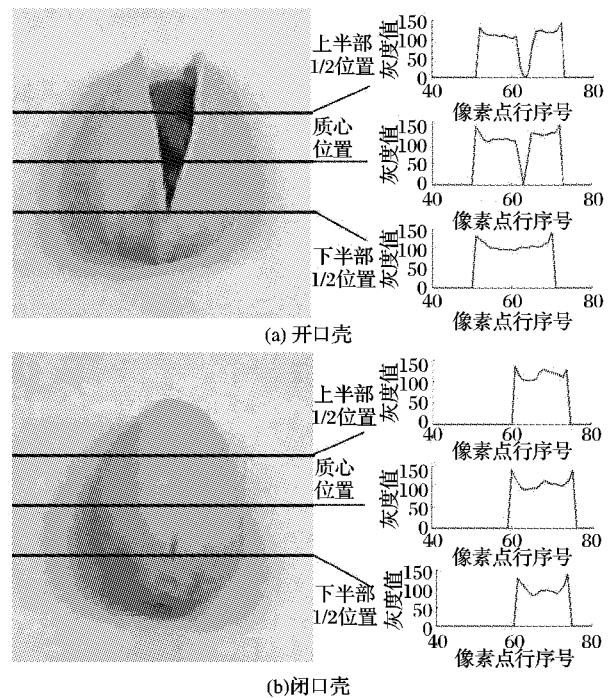


图4 特征提取示意图

3.2 开壳果与闭壳果判断

从提取出的特征来看,提取的像素行有裂缝时灰度值曲线有个窄的凹陷,而提取的像素行无裂缝时灰度值曲线变化相对较平缓,如图4(a)和图4(b)右侧曲线所示。可利用这个特点来区别开心果为开壳果或闭壳果,表达式见式(4)~(7)。

$$K_0 = \sum |P_i - P_{i-1}| \quad (4)$$

$$K_1 = \sum |P_i - P_{i-1}| \quad (5)$$

$$K_2 = \sum |P_i - P_{i-1}| \quad (6)$$

(下转第434页)

聚类精度达到了传统 K -means 的最高聚类精度,而且 E 的值等于传统算法的 E 的最小值,这说明改进后的算法对于 Iris 和 Hayes-Roth 数据集有非常好的聚类效果。对于 Glass Identification 数据集,改进的算法的聚类精度低于传统算法的平均聚类精度,但是 E 的值小于传统算法 E 的平均值,这说明改进后的算法对于 Glass Identification 数据集有较好的聚类效果。而对于 Wine 数据集,虽然改进的算法的聚类精度等于传统算法的最小精度,但是 E 的值是传统算法的最小值,这说明改进的算法对于 Wine 数据集的聚类效果也有一定的改进。

由表 3 可以可知,本文算法较传统的 K -means 算法在执行时间上要长,分别是传统算法执行时间的 6.9 倍、11.7 倍、8.3 倍和 3.9 倍。虽然本文算法在聚类精度和准则函数都有了一定的改进,但是本文算法的执行时间延长了。对于较小数据量的数据集,本文算法延长的执行时间是可以接受的。

但是也看到,对于 Wine 数据集本文算法的聚类精度较传统的 K -means 算法的平均聚类精度低,只能达到传统算法的最低聚类精度。Wine 数据集的每个数据项有 14 个属性,各个数据项的取值范围差距较大,尤其是 Proline 属性,它的取值范围是 278 ~ 1680,在计算数据对象间距离时该属性的影响很大,致使处于高密度区域的相互距离最远的 k 个对象并不能很好地体现数据的实际分布情况^[4]。这说明本文算法有一定的局限性。

4 结语

K -means 算法是一种应用广泛的聚类算法,其初始聚类中心随机选择,聚类结果随初始聚类中心的不同而波动,从而

导致聚类结果不稳定。本文从优化初始聚类中心出发,提出了一种基于密度算法的初始聚类中心的改进 K -means 算法,实验表明,本文算法能够消除对初始聚类中心的依赖,有较好的聚类效果。

本文算法对于属性取值范围很大的数据集有一定的局限性,这将在今后的工作中去完善。

参考文献:

- [1] McQUEEN J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations[C]// Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. Berkeley: University of California Press, 1967: 281 - 297.
- [2] ALSABTI K, RANKA S, SINGH V. An efficient K-means clustering algorithm[C]// IPPS/SPDP Workshop on High Performance Data Mining. Orlando, Florida: [s. n.], 1998: 9 - 15.
- [3] 陆林华,王波.一种改进的遗传聚类算法[J].计算机工程与应用,2007,43(21):170 - 172.
- [4] 曹志宇,张忠林,李元韬.快速查找初始聚类中心的 K -means 算法[J].兰州交通大学学报,2009,28(6):15 - 18.
- [5] ESTER M, KRIEGER H P, SANDER J, et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise[C]// Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Portland: AAAI, 1996: 226 - 231.
- [6] David aha and fellow graduate students at UC irvine[EB/OL]. [2010 - 06 - 01]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.

(上接第 427 页)

其中: K_0 、 K_1 、 K_2 分别表示质心处、上半部二分之一处和下半部二分之一处的特征值, $i = 2, 3, \dots, 128$ 。

$$\bar{K} = \frac{K_0 + K_1 + K_2}{3} \quad (7)$$

式(6)将一颗开心果的 3 个特征值结合在一起,开壳果的 \bar{K} 值要大于闭壳果的 \bar{K} ,因此可设定一个阈值, \bar{K} 值大于设定阈值的开心果为开壳果,而小于阈值的为闭壳果。

4 实验及分析

实验中选取 $\bar{K} = 410$ 为阈值,对 152 幅样本图像进行了实验,其中开壳果图像 120 幅,闭壳果图像 32 幅。结果如表 1 所示,120 颗开壳果能正确识别 112 颗,识别率为 93.3%;而对于 32 颗闭壳果,正确识别率达 100%。因此本算法能从开心果中剔除闭壳果,而且开壳果的识别率效率高。

表 1

类型	颗数	正确识别数	错误识别数	正确识别率/%
开壳果	120	112	8	93.3
闭壳果	32	32	0	100.0

5 结语

本文研究了利用图像处理技术从开心果中选出闭壳果以提高开心果产品品质。提出的闭壳果和开壳果图像特征处理方法能较好地地区分出开壳果与闭壳果,选取 3 条像素行灰度值曲线能有效提高开壳开心果部分果肉与果壳颜色相近时的

识别率。实验结果表明,开壳果的正确识别率为 93.3%,闭壳果的正确识别率达 100.0%,为开心果自动分级提供了基础研究。

参考文献:

- [1] 梁理.开心果生产工艺及卫生安全规范[J].农业与技术,2006,26(3):167 - 168.
- [2] 李疆.美国加州的阿月浑子产业概况[J].经济林研究,2003,21(4):102 - 103.
- [3] 王树清,尚新业,石玉琴,等.新疆阿月浑子资源情况[J].经济林研究,1996,14(4):54 - 55.
- [4] California pistachio production history[EB/OL]. [2010 - 10 - 08]. <http://acpistachios.org/pdf/2009Statistics.pdf>.
- [5] OMID M, MAHMOUDI A, OMID M H. An intelligent system for sorting pistachio nut varieties[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(9): 11528 - 11535.
- [6] PEARSON T, TOYOFUKU N. Automated sorting of pistachio nuts with closed shells[J]. American Society of Agricultural Engineers, 2000, 16(1): 91 - 94.
- [7] 杨恒,魏安智,杨途熙,等.开心果的生物学特性及主要品种简述[J].陕西林业科技,2002(4):54 - 56.
- [8] 蒋建国.美国的开心果产业[J].柑桔与亚热带果树信息,1999(1):16 - 18.
- [9] 谢凤英,赵丹培. Visual C++ 图像处理[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [10] 张宏林.精通 Visual C++ 数字图像处理典型算法及实现[M].北京:人民邮电出版社,2008.