

# 基于机器视觉的红枣裂纹特征提取

朱丽娟

新疆理工学院 新疆阿克苏 843000

**摘要:** 裂纹是缺陷枣的一种常见外部呈现形态,剔除裂纹红枣可提升红枣附加值。本文先采用机器视觉系统采集红枣,选出正常红枣和裂纹红枣各 20 粒作为实验对象,并对这 20 组红枣进行预处理,然后通过实验验证正常红枣和裂纹红枣各自的不变矩特性,再将正常红枣和裂纹红枣的原始图像转换成 HSI 图像,通过在 I 分量上的差别采用二值图像不变矩进行图像处理,表明此方法的可行性,对红枣具有较好的区分功能。

**关键词:** 机器视觉;红枣;裂纹

## Crack Feature Extraction of Red Jujube Based on Machine Vision

Zhu Lijuan

Xinjiang Institute of Technology XinjiangAksu 843000

**Abstract:** The crack is a common external appearance of defective jujube, and the added value of jujube can be increased by eliminating the crack. In this paper, the machine vision system is first used to collect red dates, 20 normal dates and 20 cracked dates are selected as test objects, and the 20 groups of red dates are preprocessed, and then the invariant moment characteristics of normal dates and cracked dates are verified through experiments, and the original images of normal dates and cracked dates are converted into HSI images. Through the difference of I component, the binary image invariant moment is used to process the image, which shows the feasibility of this method, and has a good function of distinguishing jujube.

**Keywords:** machine vision; red jujube; crack

“世界红枣在中国,中国红枣在新疆”——我国枣种植面积及产量居世界第一,占世界枣种植面积及产量的 98% 以上。近几年来,新疆的红枣栽植面积和产量增长迅猛,成为全国最大的商品化红枣种植基地。据统计年鉴数据,2019 年新疆红枣产量占到我国红枣总量的 50%,是我国红枣的绝对主体。新疆红枣主要分布在和田、喀什、阿克苏、巴州和东疆的吐鲁番、哈密等地,并已形成和田骏枣、阿克苏红枣、若羌枣、哈密大枣等四大获得国家农产品的地理标志保护的畅销品牌。

随着居民可支配收入的提升以及对高生活品质的需求,人们对枣果的外观品质<sup>[1]</sup>和内在营养成分有更高的要求。红枣的外部品质主要是指大小、表面褶皱、缺陷<sup>[2]</sup>等。红枣外部品质分级一般是通过颜色、质地、大小和质量等外部品质标准在工业分级机上自动完成的,但是根据其他外观标准对红枣进行分级,如擦伤、腐烂和裂纹等一些不明显的缺陷,这些缺陷使健全的果皮呈现相同的颜色和质

地,因此仍然是通过人工分选。人工分选存在主观性较强、耗时、分选不一致等缺点,并且容易受到周围环境的影响。

随着科学技术的进步,基于机器视觉<sup>[3]</sup>的无损检测在干果分级上有着突飞猛进的发展。机器视觉也被称为计算机视觉,其分级系统是首先通过相机获取红枣的图像,然后将红枣图像传入计算机中并进行一系列处理,从而提取红枣的外部品质信息并对信息进行分析,依据分析结果对红枣进行分级。

针对红枣缺陷分类问题,海潮等<sup>[4]</sup>在 HSV 颜色空间中提取 H 分量和 S 分量,将 Blob 算法应用在红枣与其背景分离上,取得 90% 的缺陷果识别效果。参考文献[5]将高光谱成像技术应用于裂纹、虫害和瘀伤等果子缺陷识别之上,虽然加入高光谱成像技术使得检测精度高,但速度慢,成本高,不利于市场的推广。杨志锐等<sup>[6]</sup>将基于网中网卷积神经网络这一深度学习算法应用在红枣缺陷

检测上,该方法相较于基于常规 SVM(Support Vector Machine)的视觉检测方法和基于 AlexNet 网络的分类方法更有效。方双等<sup>[7]</sup>通过增加深度和宽度对 AlexNet 卷积神经网络进行改进,采用多尺度卷积神经网络对霉变枣、破头枣和正常枣进行了检测,提高了模型的检测准确率。参考文献[8]提出了一种基于特征关注度的多标签枣缺陷分类关系网络,实现对同一红枣多种缺陷类别的检测与识别。

## 1 原料与方法

### 1.1 试验样品

本研究所使用的实验样品购买于阿克苏农副产品批发市场,该红枣是仅仅经过人工简单清洗,未被烘干的阿克苏当地半干灰枣,人工选择各 20 粒正常红枣和裂纹红枣作为实验样本。

### 1.2 机器视觉采集系统

本研究的图像采集系统主要由计算机、工业摄像头、光源、图像采集卡等组成。由于该采集系统需要处理大量的图像数据,故计算机配置为 2.80GHzCPU,16GB 内存和 1T 硬盘;采用维视智造推出的超高性价比高速数字相机 MV-HS 系列工业相机,体积较小且适合安装固定;为了减少不合理的光照分布对采集的图像造成的影响,照明装置采用直流供电、无频闪和光照均匀的 LED 环形光源;采用中安视讯 SV2000 图像采集卡。为了达到较好的分离效果,在实验平台上选用不同颜色背景进行测试,最终决定使用白色作为图像采集背景,这样可以将目标更加容易凸显分辨。

### 1.3 图像处理软件

在相机采集红枣图像过程中,用到相机自带的图像采集软件;在后期的图像处理过程中,本研究用 MATLAB R2019b 软件对红枣图像进行数字化处理分析。

## 2 红枣的裂纹特征提取

### 2.1 裂纹图像不变矩

矩本身是概率与统计中的概念,其本质是数学期望。一阶矩与形状有关,二阶矩显示曲线围绕直线平均值的扩展程度,三阶矩则是关于平均值的对称性的测量。由二阶矩和三阶矩可以导出一组共 7 个不变矩,即 Hu. M. K 提出的 7 个几何不变矩。不变矩是图像的统计特性,满足平移、伸缩、旋转均不变的不变性,在图像处理中可以作为重要的特征来表示物体,可以据此特征来对图像进行分类等操作,在图像识别领域得到了广泛的应用。

一副  $M \times N$  的数字图像  $f(i, j)$ , 其  $p+q$  阶中心矩  $\mu_{pq}$  为:

$$m_{pq} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N i^p j^q f(i, j), p, q = 0, 1, 2, \dots$$

$$\mu_{pq} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (i - \bar{i})^p (j - \bar{j})^q f(i, j), p, q = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{式中, } \bar{i} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \bar{j} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

为了消除图像比例变化带来的影响,定义规格化中心矩为:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{\frac{p+q}{2}}}, \left( \gamma = \frac{p+q}{2} + 1, p+q = 2, 3, \dots \right)$$

### 2.2 红枣图像处理

将采集的红枣图像读入 MATLAB R2019b 软件中进行图像滤波,对正常红枣和裂纹红枣各自进行不变矩验证实验,然后将滤波后的原始彩色图像转换得到其 HSI 图像,并获取 I 分量图,然后在 I 分量上对红枣区域使用 OTSU 大津阈值分割求得裂纹分割图像,再提取裂纹二值图,将裂纹二值图 7 个不变矩组作为特征参数。以一组正常红枣和裂纹红枣为例,其旋转不变矩如图 1~图 4 所示,其原始图像、HSI 图像、I 分量图如图 5、图 6 所示。



图 1 正常红枣

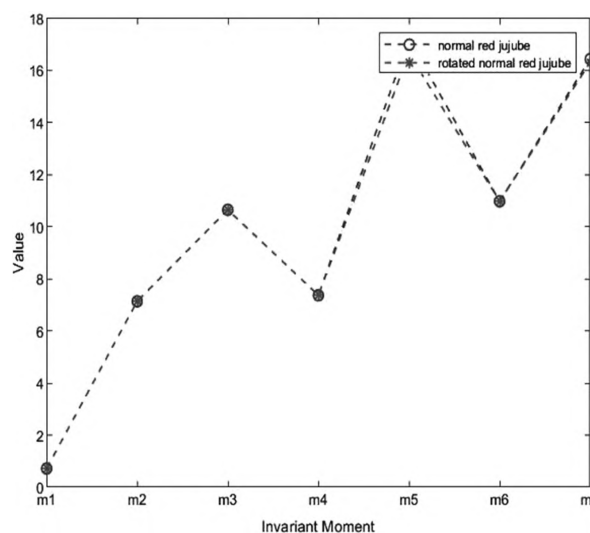


图 2 正常红枣不变矩

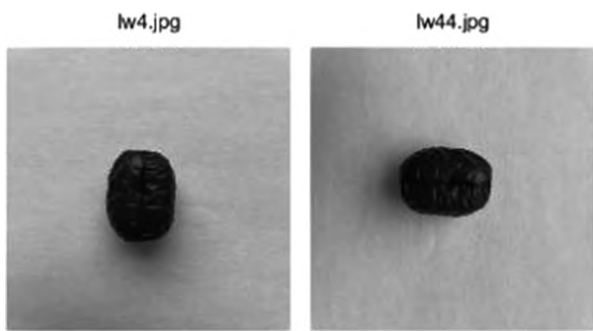


图 3 裂纹红枣

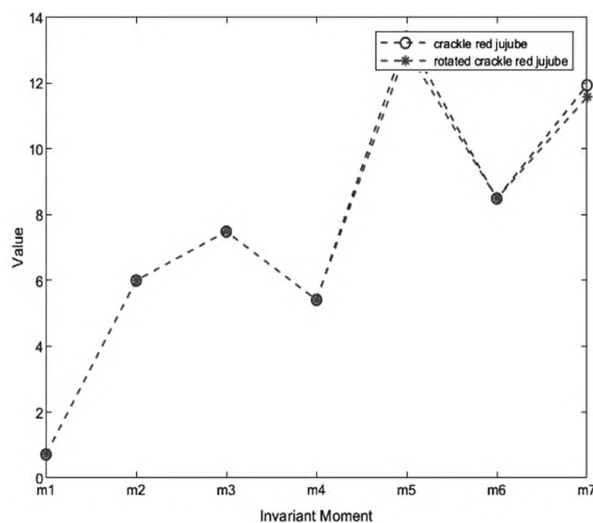


图 4 裂纹红枣不变矩



图 5 正常红枣



图 6 裂纹红枣

### 2.3 结果分析

本文以各 20 粒正常红枣和裂纹红枣作为实验样品,使用 MATLAB R19b 软件完成实验。从上图的 I 分量图中可得出带有裂纹的红枣其裂纹处亮度比正常红枣的亮度低,裂纹处颜色更深,表明通过此方法提取裂纹特征的可行性,进而可以对红枣进行分类。

### 3 结论

本文采用机器视觉采集红枣,对正常红枣和裂纹红枣各自进行不变矩验证实验,然后将原始彩色图像转化成 HSI 图像,提取图像的 I 分量,根据裂纹红枣和正常红枣在 I 分量的差别采用二值图像不变矩进行图像处理,进而区分裂纹红枣与正常红枣,对红枣的分级具有十分重要的意义。

### 参考文献:

[1] 饶剑,吕自玉. 基于机器视觉的类球形水果外部品质分级方法研究[J]. 科技与创新, 2022(05): 63-65.

[2] 马博. 基于机器视觉的红枣缺陷检测及分选系统的研究[D]. 塔里木大学, 2021.

[3] 李聪,李玉洁,李小占,等. 基于机器视觉的红枣外部品质检测技术研究进展[J]. 食品工业科技, 2022, 43(20): 447-453.

[4] 海潮,赵凤霞,孙烁. 基于 Blob 分析的红枣表面缺陷在线检测技术[J]. 食品与机械, 2018, 34(01): 126-129.

[5] WU L G, HE J G, LIU G S, et al. Detection of common defects on jujube using Vis-NIR and NIR hyperspectral imaging[J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 112: 134-142.

[6] 杨志锐,郑宏,郭中原,等. 基于网中网卷积神经网络的红枣缺陷检测[J]. 食品与机械, 2020, 36(02): 140-145+181.

[7] 方双,赵凤霞,楚松峰,等. 基于多尺度卷积神经网络的缺陷红枣检测方法[J]. 食品与机械, 2021, 37(02): 158-163+168.

[8] XU X H, ZHENG H, YOU C H, et al. Far-net: Feature-wise attention-based relation network for multilabel jujube defect classification[J]. Sensors, 2021, 21: E392.

项目:新疆理工学院校级项目“基于机器视觉的红枣外观品质分级方法研究”(项目编号:ZZ202104)

作者简介:朱丽娟(1987—),女,汉族,山东菏泽人,研究生,副教授,研究方向:人工智能、机器视觉、图像处理。