

## 基于图像信息的马铃薯薯形检测方法研究

周平, 徐旭艳, 杨兵, 吕冬, 马德贵\*

(安徽农业大学工学院, 合肥 230036)

**摘要:** 马铃薯按薯形分级是提高其经济价值的重要方法。作者提出了一种基于图像边缘信息的薯形检测方法。从马铃薯 BMP 图像中提取 R、G、B 分量, 利用 R+G-B 构建灰度图像, 经开、闭形态学处理和二值化处理后, 运用 canny 算子检测出边缘点信息; 最后利用最大横径与最大纵径的比值作为形状特征参数, 建立马铃薯薯形的预测规则。试验结果表明, 该方法可以有效地判断马铃薯薯形, 为在线检测马铃薯形状奠定了基础。

**关键词:** 马铃薯; 薯形; 图像; 检测方法

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2013)05-0883-03

### Potato shape detection based on image edge information

ZHOU Ping, XU Xu-yan, YANG Bin, LV Dong, MA De-gui

(School of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

**Abstract:** Sorting potato by shape is an important way to improve the economic value of potato. This paper presents an image edge information based detection method. Firstly, the original BMP image was grayed by using the formula of "R+G-B", and then the gray image was changed into binary image after open and close morphological processing; later, the edge was detected by 'canny' module; finally, the maximum transverse diameter ( $L$ ) and the maximum longitudinal diameter ( $LD$ ) were defined with the edge information. And the value of  $L/L_D$  was selected to be the shape characterization parameters. The test results show that this detection method can be effectively applied into potato classification, specifically for online detection of potato shape.

**Key words:** potato; shape; image; detection method

薯形是马铃薯规格等级标准中的重要指标<sup>[1]</sup>。近年来, 国内学者采用计算机视觉技术对此作了不少算法研究。2009年, 郑冠楠等采用离心率法将马铃薯的形状类型分为球型和椭球型两类<sup>[2]</sup>, 郝敏等人提取了19个具有旋转不变性的Zernike矩特征参数并输入到支持向量机中, 实现了对马铃薯薯形的检测分类<sup>[3]</sup>。孔彦龙等计算图像面积与周长, 给出了马铃薯形状的识别方法<sup>[4]</sup>。周竹等人通过边缘点首先获取长轴, 然后再通过边缘点获得外接矩形和外接圆柱, 提出了一种马铃薯大小的检测方法<sup>[5]</sup>。以上研究基本处于理论阶段, 均没有给出所涉及参数的计算机识别算法。为此, 作者运用计算机视觉技术, 在图像预处理后, 定义了薯形特征参数, 并给出了实现思路, 最后依据特征参数建立薯形判别

模并检验验证, 以期薯形检测与分级设备研制奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

从超市采购球型、椭球型和其他型马铃薯各200颗, 依次标号, 其中每组1~100号用于统计建模, 第101~200号用于模型检验。

### 1.2 方法

依次采集马铃薯图像, 通过灰度化、形态学处理、二值化和边缘检测后, 依据本文定义的形状特征参数, 建立薯形判别模型并试验验证。

收稿日期: 2013-04-01

基金项目: 安徽农业大学青年基金重点项目(2012zd004)和稳定和引进人才项目共同资助。

作者简介: 周平, 男, 博士, 讲师。E-mail: zhou@ahau.edu.cn

\* 通信作者: 马德贵, 男, 副教授。E-mail: hfmdg@ahau.edu.cn

## 2 图像预处理与边缘检测

### 2.1 图像预处理

**2.1.1 灰度化** 提取 R、G 和 B 分量灰度。通过比较发现 R 分量、G 分量、灰度图中目标与背景的差异较大，而 B 分量法的目标与背景灰度很相近。利用 R+G-B 表达式对原始图像进行灰度化，其效果如图 1 所示，新方法灰度化时增强了目标与背景的分度。

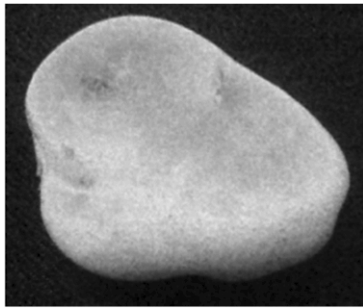


图 1 R+G-B 法灰度化  
Figure 1 Grayed by formula of R+G-B



图 2 二值化  
Figure 2 Binary image

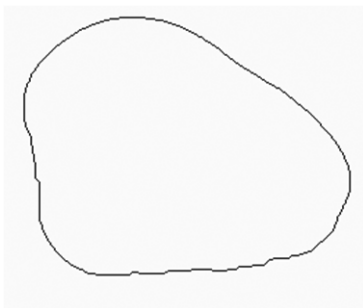


图 3 边缘图像  
Figure 3 Edge image

**2.1.2 形态学处理** 针对马铃薯图片中斑点芽眼及背景中的点状态噪声，利用圆状结构元素对灰度化的图像进行腐蚀与膨胀处理。处理后目标与背景的差异增大，更加有利于二值化，同时背景中的噪声

得到抑制，目标上的斑状噪声也得到有效抑制。

### 2.2 二值化和边缘检测

图 2 是二值化的结果。图 3 是利用 canny 算子进行边缘检测的结果。

## 3 特征参数提取

### 3.1 质心的计算

设  $f(i,j)$  表示二值化图像信息(其中:  $i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N$ ;  $M$  表示图像高度,  $N$  表示宽度)。对于目标区域  $f(i, j)=1$ , 背景区域  $f(i, j)=0$ 。图像面积  $S$  由式 (1) 计算。质心  $O$  的横坐标  $x_0$  与纵坐标  $y_0$  分别由式 (2) 和式 (3) 计算。

$$S = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j) \tag{1}$$

$$x_0 = (\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N j \times f(i, j)) / S \tag{2}$$

$$y_0 = (\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N i \times f(i, j)) / S \tag{3}$$

### 3.2 最大纵径的提取

设直线  $L$  经过质心与图像边缘相交于  $D$ 、 $E$  两点，定义最大纵径 ( $L$ ) 长度为  $D$ 、 $E$  两点之间的最大距离值。其确定方法参考文献[6]。图 4 是检测出的最大纵径  $L$  示意图。

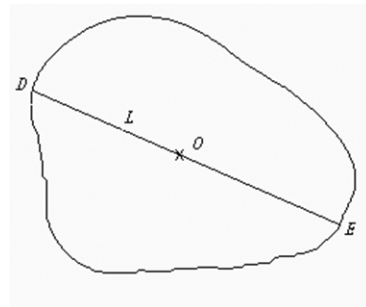


图 4 最大纵径  
Figure 4 The maximum longitudinal diameter

设  $D(x_1, y_1)$ 、 $E(x_2, y_2)$  是最大纵径的 2 个端点， $O(x_0, y_0)$  为图像质心，则最大纵径所在直线可以用式 (4) 表达。式中:  $k=(y_1-y_2)/(x_1-x_2)$ , 表示最大纵径的斜率。

$$y = y_0 + k(x - x_0) \tag{4}$$

### 3.3 最大横径的提取

利用式 (4) 构造边缘点相对于最大纵径的位置判别函数  $F(x, y)$ , 如式 (5) 所示。

$$F(x, y) = y_0 + k(x - x_0) - y \tag{5}$$

把检测到的边缘点坐标分别代入式 (5), 若

$F(x,y) > 0$  表示边缘点在最大纵径的某一侧, 则  $F(x,y) < 0$  表示边缘点在最大纵径的另一侧。依次查找两侧到最大纵径距离最大的点  $A$  和  $B$ 。其中边缘点到最大纵径的距离  $Dis$  用公式 (6) 进行计算。

$$Dis = |y_0 + k(x - x_0) - y| / \sqrt{k^2 + 1} \quad (6)$$

定义  $AB$  的长度  $L_D$  为最大横径值。图 5 分别是计算得到的  $A(x_3, y_3)$ 、 $B(x_4, y_4)$  点,  $AB$  间的距离用式 (7) 计算。

$$L_D = |AB| = \sqrt{(x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2} \quad (7)$$

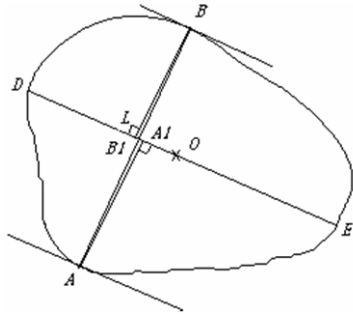


图 5 最大横径

Figure 5 The maximum transverse diameter

### 3.4 形状特征参数

形状特征参数  $Index$  定义为最大横径 ( $L_D$ ) 与

最大纵径 ( $L$ ) 的比值。即式 (8):

$$Index = L_D / L \quad (8)$$

## 4 模型建立与试验检验

### 4.1 形状判别模型

参照标准 NY/T 1066-2006, 把薯形分成球型、椭球型和其他型, 根据试验统计, 建立其判别模型为:

$$Index = \begin{cases} (0.8, 1.0) \text{球型} \\ [0.5, 0.8) \text{椭球型} \\ [0.0, 0.5) \text{其他} \end{cases} \quad (9)$$

### 4.2 试验检验

涉及的算法均用 matlab 编程实现。对检验组球型、椭球型和其他型的马铃薯各 100 颗进行测试。表 1 为测试结果。实际球型共 100 颗, 模型预测为 105 颗, 准确预测球型 95 颗, 球型准确预测率为 95%, 虚假率为 5%; 实际椭球型共 100 颗, 模型预测为 96 颗, 准确预测球型 88 颗, 球型准确预测率为 88%, 虚假率为 12%; 实际其他型共 100 颗, 模型预测为 99 颗, 准确预测球型 97 颗, 球型准确预测率为 97%, 虚假率为 3%。

表 1 试验检验结果

Table 1 The test results

类型 Type	预测结果/颗 Prediction number	实际球型/颗 Actual number of spherical type	实际椭球型/颗 Actual number of ellipsoid type	实际其他型/颗 Actual number of others type	准确率/% Accuracy rate
球型 Spherical	105	95	10	0	95
椭球型 Ellipsoidal	96	5	88	3	88
其他型 Others	99	0	2	97	97

## 5 小结与讨论

本文提出了一种基于图像边缘信息的马铃薯薯形检测方法。通过对 BMP 图像提取 R、G、B 分量, 利用 R+G-B 完成图像灰度化; 在形态学处理和二值化后获得图像边缘点数据; 依据边缘点信息定义了最大纵径与最大横径, 给出了其程序实现思路; 提出了形状特征参数, 并依此建立了薯形判定模型, 试验检验结果是球型预测率达 95%, 椭球型达 88%, 其他型达 97%。影响预测结果的主要因素可能是马铃薯实际上是一个不规则体, 表面存在根、芽眼、二次生长等干扰因素。后续研究可望克服这些不确定因素, 以期提高预测的准确性, 满足马铃薯商品化生产的需要。

## 参考文献:

- [1] 马铃薯等级规格(NY/T 1066-2006)[S]. 中华人民共和国农业部, 2006.
- [2] 郑冠楠, 谭豫之, 李伟, 等. 基于计算机视觉的马铃薯自动检测分级[J]. 农业机械学报, 2009, 40(4): 166-168.
- [3] 郝敏, 麻硕士, 郝小冬. 基于 Zernike 矩的马铃薯薯形检测[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 347-350.
- [4] 孔彦龙, 高晓阳, 李红玲, 等. 基于机器视觉的马铃薯质量和形状分选方法[J]. 农业工程学报, 2012, 28(17): 143-148.
- [5] 周竹, 黄懿, 李小昱, 等. 基于机器视觉的马铃薯自动分级方法[J]. 农业工程学报, 2012, 28(7): 178-183.
- [6] 周平, 刘俭英, 文友先, 等. 鸡蛋图像检测方法与质量预测模型[J]. 农业机械学报, 2007, 38(11): 80-83.