

基于机器视觉的君迁子种子尖端特征识别方法研究

李跃华¹, 冯启高^{1*}, 侯志松², 苏建修¹

(1. 河南科技学院机电学院, 河南新乡 453003; 2. 河南科技学院信息工程学院, 河南新乡 453003)

摘要 针对君迁子种子的外形特点, 基于Ramer轮廓拟合算法, 结合Halcon算法工具包, 提出了一种基于Ramer算法的君迁子种子尖端识别方法。结果表明, 该方法可以对种子轮廓进行拟合分割, 确定种子的尖端位置。通过对5种不同品种君迁子的250粒种子进行识别, 准确率达83.6%。

关键词 机器视觉; 尖端识别; 图像处理

中图分类号 S126; TP391 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)10-0210-03

Identification Method of *Diospyros lotus* Seeds Tip Characteristics Based on Machine Vision

LI Yue-hua¹, FENG Qi-gao^{1*}, HOU Zhi-song² et al (1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003; 2. College of Information Engineering, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract By analyzing the feature of the seeds, a method of identifying the seeds based on the Ramer algorithm was developed, which was based on the Ramer algorithm and the tool kit of Halcon. The experimental results showed that the method could fit and segment the seed profile, and finally determine the tip position of the seed. Through the identification of 250 seeds of 5 different species, the proposed method got accuracy of 83.6% for the tip position of the seeds.

Key words Machine vision; Tip identification; Image processing

种子尖端是许多农作物种子重要的外观特征之一^[1-2]。在计算机视觉技术识别种子品种的过程中, 识别种子尖端、准确定位尖端位置在确定种子的主轴方向、测量种子长短轴尺寸, 特别是在测量种子长轴1/4处和1/8处^[3]尺寸具有重要作用。

对种子尖端的处理方式, 已有相关研究。郝建平等^[4]在图像获取阶段, 为了避免检测籽粒的尖端位置, 采用手工摆放玉米籽粒的方法。张俊雄等^[5]根据玉米籽粒尖端附近灰度值差异, 结合种子形心坐标, 找到尖端点位置。权龙哲等^[6]根据玉米外边界上各点到形心的距离分布, 利用小波变换求取尖端点的位置。杨蜀秦等^[7]利用玉米和南瓜种子尖端角特征显著的特点, 将尖端检测转换为角点检测问题。以上几种检测种子尖端位置的方法主要是针对玉米等经济作物, 其特点是种子尖角特征明显, 易于检测。对于尖角特征不明显的种子, 如君迁子等尚未见相关报道。

君迁子是柿属植物的一个品种, 在柿树砧木育种中应用广泛, 其种子尖端呈圆弧状, 尖角特征不明显, 在计算机识别过程中不易确定其尖端位置^[8]。笔者基于种子的形态特征分析, 结合德国MVtec公司开发的HALCON软件, 通过Ramer算法拟合种子轮廓, 提出了基于Ramer算法的君迁子种子尖端识别方法, 旨在解决尖角特征不明显种子的尖端识别问题。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器 选用5种不同类型的君迁子种子(1号种子、11号种子、38号种子、40号种子、44号种子)。每种类型精选具有代表性的种子各50粒, 共250粒作为测试对象。

基金项目 国家自然科学基金项目(51375149)。

作者简介 李跃华(1986—), 男, 河南灵宝人, 硕士研究生, 研究方向: 机器视觉。* 通讯作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事农业机械化方面的研究。

收稿日期 2017-01-11

图像采集设备为大恒图像设备, 相机为1394接口相机, 型号为DH-HV3110FC。光源为环形光, 型号为LDR2-70SW2。背景采用背板灯, 型号为LFL-100。采集图像过程中, 摄像头的成像平面平行于种子平面, 每粒种子拍摄图片2张, 正反各1张, 共500张。

计算机配置为酷睿I5, 3.3 GHz, 内存为8 G。所有程序基于Halcon12.0运行。

1.2 预处理过程 在尖端检测之前, 首先需要对采集的图像进行预处理。采用白色背光灯作为背景, 背景与种子区别明显, 经过阈值分割^[9], 将种子从图像中识别出来, 再过去噪、填充等操作得到单个种子图像, 最后经过二值化处理, 得到种子的二值图。采集的原始图像和预处理后得到的二值图见图1。

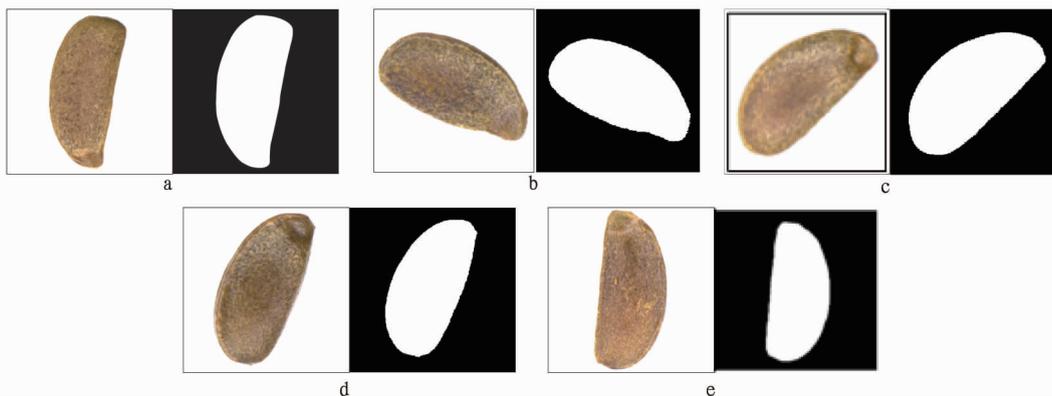
1.3 试验方法 君迁子种子呈扁平细长状, 颜色分布均匀, 在计算机图像识别中, 灰度值差异不大, 尖端附近尖角特征不显著, 使用角点检测效果也不理想。由观察可知, 种子尖端附近的曲率特征较为明显, 基于形态特征考虑, 将尖端检测问题转换为曲率半径检测问题。

Ramer算法又称道格拉斯-普克算法(Douglas-Peucker)。此种算法的基本原理是不断地对轮廓进行细分, 直到所有线段到各个线段所对应的轮廓的最大距离均小于事先确定的距离阈值为止^[10]。如图2所示, 原始轮廓有n个点, 先建立从初始点到索引为n/2点的线段, 然后计算对应轮廓上所有轮廓点到线段的距离, 若最大距离大于dmax, 则建立最大距离的点到线段两端点的线段, 同时当前线段被新的2条线段代替, 接着在新线段上做同样处理, 直到所有线段均能满足最大距离约束条件为止。

基于Ramer算法的轮廓细分算法是先使用Ramer算法用一个多边形逼近原轮廓, 然后逐一检查相邻线段, 看是否能用圆弧做更好的近似, 若用圆弧拟合后的误差比2条线段

的最大拟合误差小,则 2 段线段被标记为处理的候选对象。在检查完所有线段后,具有最小拟合误差的那对直线将会被

合并。如此迭代处理,直到没有能被合并的线段为止。



注:a.1 号种子,b.11 号种子;c.38 号种子;d.40 号种子;e.44 号种子
Note:a. No. 1 seed, b. No. 11 seed, c. No. 38 seed, d. No. 40 seed, e. No. 44 seed

图 1 种子的原始图像和预处理后的二值图

Fig. 1 The original image and binary image of seed

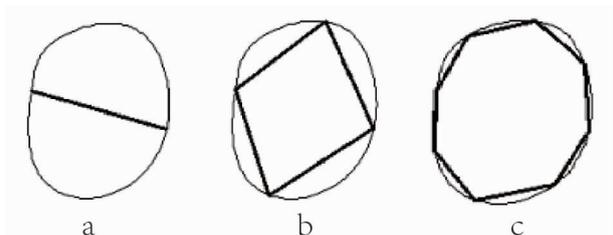


图 2 Ramer 算法示例

Fig. 2 The example of Ramer algorithm

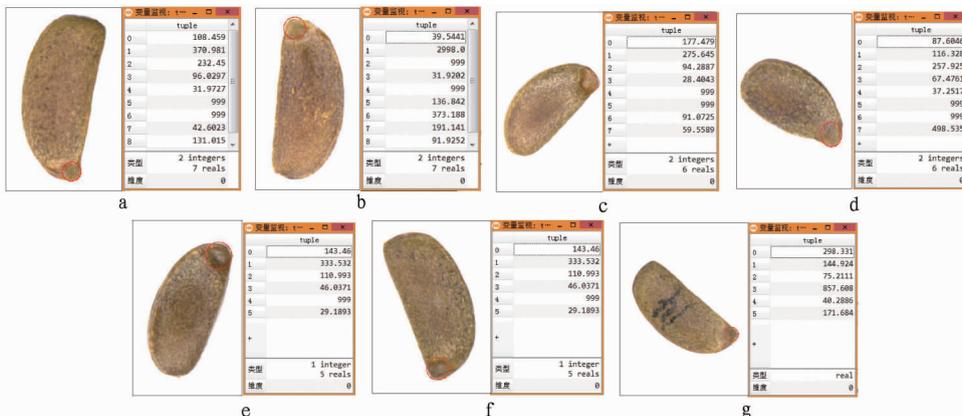
种子尖端识别算法:①用 Ramer 算法对种子轮廓逼近,将输入轮廓近似为多边形,阈值为 MaxLineDist1。②用圆弧对生成的多边形轮廓进行拟合,如果轮廓能更好地被圆弧近似,邻近的线段将会被圆弧替代,阈值为 MaxLineDist2。③对分割后的曲线进行编号,计算每一段轮廓的拟合半径,若拟合为线段,则记录该段半径为 MAX。④拟合半径最小的部分即为种子的尖端位置。

其中,MaxLineDist1 为 6,MaxLineDist2 为 2,MAX 为 999。关键代码:

```
Edges_sub_pix( BinImage,Edges, 'canny', 1,20,40)
Segment_contours_xld( Edges, ContoursSplit, 'lines_circles', 55,6,2)
count_obj( ContoursSplit, Number)
for i: = 1 to Number by 1
select_obj( ContoursSplit, ObjectSelected, i)
get_contour_global_attrib_xld( ObjectSelected, ont_approx, Attrib)
if ( Attrib > 0)
fit_circle_contour_xld( ObjectSelected, uber, -1, 2, 0, 3, 2, Row, Column, Radius, rtPhi, EndPhi, PointOrder)
else Radius = MAX
endif tuple[ i - 1 ] := Radius
endifor
```

2 结果与分析

2.1 检测结果 图 3 为基于 Ramer 算法的识别方法对部分种子的检测结果。以图 3a 为例,每张图的左边为识别结果,



注:a.1 号种子,b.11 号种子,c.38 号种子;d.40 号种子,e.44 号种子;f.1 号种子反面;g.1 号种子正面
Note:a. No. 1 seed, b. No. 11 seed, c. No. 38 seed, d. No. 40 seed, e. No. 44 seed, f. No. 1 seed back, g. No. 1 seed front

图 3 种子尖端位置识别结果

Fig. 3 The identification results of seed tip position

已标记出种子尖端位置,右边为种子轮廓分割后的拟合结果。由图3可知,种子轮廓被分割为9段,编号5、6拟合半径为999,表示其被拟合为线段,其他为圆弧,数字代表拟合半径。其中下标为4的圆弧半径最小,将其标记出来,即为种子的尖端位置。

由检测结果可知,提出的方法识别种子尖端位置仅与种子轮廓有关,对种子的品种、颜色和摆放位置和方向均不敏

感(图3)。Ramer算法在拟合种子轮廓过程中,还原了种子的形状特征。图3f与图3g为同一种子的正面和反面,种子的摆放位置和方向不同,拟合的轮廓基本相同,分割后的结果也相同,拟合的轮廓半径相差不超过20像素点。

由表1可知,对于100幅图片的识别准确率在79.0%~88.0%,其中40号种子的识别率最低,准确率为79.0%。38号种子的识别率最高,准确率为88.0%。综合识别率为83.6%。

表1 识别结果

Table 1 Identification result

品种 Varieties	总数 The total numbe	正确识别粒数 Grain number of correct identification	误识别粒数 Grain number of error identification	识别准确率 Identify accuracy//%
1号种子 No.1 seed	100	87	12	87.0
11号种子 No.11 seed	100	84	16	84.0
38号种子 No.38 seed	100	88	12	88.0
40号种子 No.40 seed	100	79	21	79.0
44号种子 No.44 seed	100	80	20	80.0
总计 Total	500	418	82	83.6

2.2 误识别分析 经过图像对比分析,误识别的种子主要分为两类:第一类是种子边缘有毛刺(图4a),或者种子边缘有轻微破损,外形不完整,破损处有明显的角特征,易造成误识别。此类误识别经过膨胀腐蚀算子处理后,可得到正确的识别结果(图4b)。

另一类是种子外形为两头尖,两头的拟合半径相差不大(图4c),种子两端轮廓拟合半径相差1像素点,因而造成误识别。绝大多数误识别均属于此类。此类误识别需要进一步结合种子的其他特征进行检测。

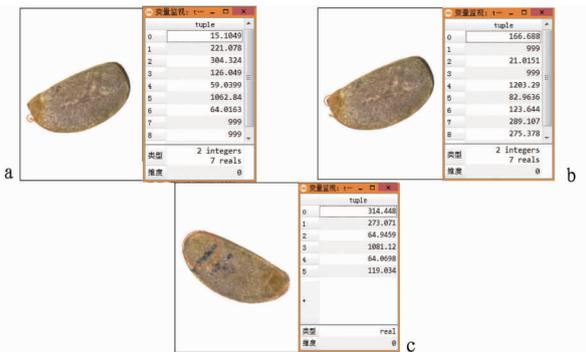


图4 误识别种子

Fig. 4 Seeds of error identification

3 结论

基于君迁子种子尖端形态特征,提出了基于Ramer算法的君迁子种子尖端识别方法,可以快速定位种子的尖端位置。对5种不同品种的君迁子种子尖端进行识别,结果表明,该方法尖端识别率为83.6%。对两端曲率特征相近的种子识别效果不理想,需要结合其他特征进一步识别分析。

参考文献

- [1] LIU J, PAULSEN M R. Corn whiteness measurement and classification using machine vision[J]. Transactions of the ASAE, 2000, 43(3):757-763.
- [2] 刁智华, 王会丹, 魏伟. 机器视觉在农业生产中的应用研究[J]. 农机化研究, 2014(3):206-211.
- [3] 郑宇. 基于机器视觉的稻谷种子特征提取与品种识别方法研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2009:25-32.
- [4] 郝建平, 杨锦忠, 杜天庆, 等. 基于图像处理的玉米品种的种子形态分析及分类研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(4):994-1002.
- [5] 张俊雄, 苟一, 李伟. 基于形态特征的玉米种子表面裂纹检测方法[J]. 光学精密工程, 2007, 15(6):951-956.
- [6] 权龙哲, 马小愚. 基于小波分析的玉米籽粒图像正形研究[J]. 农机化研究, 2006(2):154-156.
- [7] 杨蜀秦, 宁纪锋, 何东健. 基于Harris算子的籽粒尖端识别方法[J]. 农业机械学报, 2011, 42(3):166-169.
- [8] 梁玉琴, 韩卫娟, 张嘉嘉, 等. 河南省柿种质资源表型多样性研究[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(1):74-85.
- [9] 聂森, 王丙龙, 郝欢欢, 等. 基于机器视觉的果园导航中线提取算法研究[J]. 农机化研究, 2016(12):86-89.
- [10] 孙承勃, 李铁鲲, 张志华. 基于道格拉斯-普克算法的图像分割初探[J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35(5):33-35.
- [11] 张军, 刘蕊, 范海阔, 等. 红厚壳高空压条繁殖技术研究[J]. 农学学报, 2013, 3(5):56-57.
- [12] 蒋运生, 韦雷, 漆小雪, 等. 金花茶高空压条繁殖技术[J]. 福建林业科技, 2010, 37(1):68-71.
- [13] 易米平, 张日清, 董凤祥, 等. 杂交榛空中分段压条繁殖技术的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(4):84-89.
- [14] 姜生强, 郭军, 李海. 银川市大树移植中存在的误区对成活率的影响[J]. 宁夏农林科技, 2010(2):76.
- [15] 赵斌, 吴世斌, 朱欢腾. “红枫古道”枫香树古树非适宜季节迁移技术[J]. 浙江林业科技, 2014, 34(5):60-64.
- [16] 毛庆山, 杨艳芳, 张云珍, 等. 梅花大树移植技术初探[J]. 北京林业大学学报, 2012, 34(S1):187-190.
- [17] 陈金凤. 广西蒜头果属及青皮木属木材解剖研究[J]. 广西植物, 1994, 14(4):373-375.
- [18] 江国治. 青皮木播种育苗技术及苗期生长规律初探[J]. 安徽林业科技, 2013, 39(3):78-79.
- [19] 杨学儒, 曹晶晶, 马婧, 等. 植物生长调节剂对无花果高空压条繁殖的影响[J]. 农业科学研究, 2011, 32(4):92-93.
- [20] 陈素传, 肖正东, 吴浩, 等. 欧洲榛子嫩枝压条试验研究[J]. 经济林研究, 2001, 19(1):45-47.
- [21] 张帅, 李荣生, 尹光天, 等. 蛇皮果高空压条繁殖试验[J]. 热带作物学报, 2013, 34(7):1242-1246.
- [22] 陈白冰, 聂东伶, 柏文富. 日本樱花高空压条繁殖技术研究[J]. 湖南林业科技, 2009, 36(5):9-10.

(上接第165页)