

基于梯度改进 Hough 变换的油菜籽图像分割方法

杨冬平

(北京东孚久恒仪器技术有限公司, 北京 100037)

摘要:提出了一种基于梯度改进的 Hough 变换的图像分割算法,用于提高油菜籽的图像分割质量。先将原始图像转换成灰度图像,然后通过改进的 Hough 变换找到油菜籽粒的圆心,连接两个相邻的籽粒的圆心,将垂直于圆心连线的切线作为两个籽粒的分界限,从而实现油菜籽粒的分割。采用一些通用的分割算法与本方法对同一图像的分割效果进行比较,结果表明本方法的分割效果优于其它方法。

关键词:Hough 变换;梯度改进;图像分割;油菜籽

中图分类号:TP 391.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)04-0080-03

A method for improving the quality of rapeseed image segmentation based on the gradient improvement of Hough transform

YANG Dong - ping

(Beijing Dongfu Jiuheng Instrument Technology Co., Ltd, Beijing 100037)

Abstract: A method for improving the quality of rapeseed image segmentation based on the gradient improvement of Hough transform is proposed. At first, the original image is converted to gray image, then the center of rapeseed is found by the improved Hough transform, the connecting line of the center of the two adjacent rapeseed is found, and the tangent that perpendicular to the connecting line of the center is considered to be the boundary between the two rapeseed to separate it. Compared the segmenting effects of the same image, the result by above method is superior to those by some common image segmentation methods.

Key words: Hough transform; gradient improvement; image segmentation; rapeseed

图像分割是指根据灰度、彩色、空间纹理、几何形状等特征把图像划分成若干个互不相交的区域,使得这些特征在同一区域内,表现出一致性或相似性。图像分割是所有图像处理的前提。目前,随着计算机技术的飞速发展,机器视觉检测技术在谷物、油料外观检测技术方面得到了广泛应用。在基于机器视觉的油菜籽外观检测系统中,由于油菜籽属于圆形的细小颗粒,无法进行整列定位,摆放在图像采集装置上会出现颗粒紧挨在一起的情况,进行油菜籽图像采集时,反映在图像上就会不可避免的出现大量籽粒粘连情况,因此对油菜籽图像进行分割处理是油菜籽外观检测系统中不可缺少的关键环节,并且分割效果的好坏直接影响后续的检测效果。目前,图像分割的算法很多,例如形态学分割法、区域

增长法等,但它们都有个明显的缺点:这些方法没有充分考虑到目标的类圆形特性,对粘连分割效果都不好。

本文提出一种基于梯度改进的 Hough 变换的图像分割算法用于提高油菜籽图像的分割效果。这种分割方法将背景分割和籽粒粘连分割结合在一起,通过对圆形特征进行处理,达到籽粒分割的目的。从试验结果看,这种方法在进行背景和粘连分割的同时还能很好地保持图像边缘,分割效果令人满意。

1 基于梯度改进的 Hough 变换

1.1 Sobel 算子边缘提取

为了最大限度地保留边缘信息和边缘方向信息,采用一阶微分拉普拉斯算子对籽粒目标图像进行边缘提取。用 Sobel 算子进行滤波卷积,得到梯度 dx , dy , 计算梯度边缘的强度 $v = \sqrt{dx^2 + dy^2}$, 设置边缘提取阈值 $edge_thr$, 选取 $v > edge_thr$ 的点进

收稿日期:2015-12-14

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划课题(2013BAD17B03-2)

作者简介:杨冬平,1978年出生,男,高级工程师。

入下一步,滤去边缘强度较小的点。

1.2 改进的圆形 RHT 算法

1.2.1 广义 Hough 变换的不足

广义 Hough 变换的基本思想是通过一些处理,将二维图像的点集转化为参量空间统计图,然后计算统计图的极值得到相应的信息。对于圆形的随机 Hough 变换 (randomized hough transform, RHT) 而言,通常情况是通过一些方法计算圆心参量统计图像,来达到检测圆心的目的。

这些方法的最大问题是在计算参量统计图像时,计算量很大。

1.2.2 算法实现

对于类圆形籽粒图像 IMG(油菜籽颗粒是类圆形的),圆心 O 位于圆边缘方向延长线附近,如图 1 所示。根据这一特性,生成圆心参量统计图像 PAR。

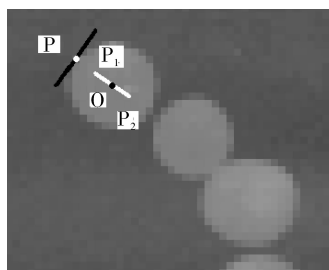


图1 圆心所在位置示意图

对于 IMG 上满足边缘强度的点 $P(x, y)$: 设置半径最大值 $MaxR$ 、最小值 $MinR$, 在圆心参量统计图像 PAR 上, 在点 $P_1(x + dx/v \times minR, y + dy/v \times minR)$, $P_2(x + dx/v \times maxR, y + dy/v \times maxR)$ 两点之间利用 Bresenham 画线算法得到连线位置, 并在连线附近的位置 + 1, 对所有点进行如下统计, 得到圆心参量统计图像 PAR, 如图 2 所示。

其中: (x, y) 为 P 点坐标, dx, dy , 为 Sobel 算子滤波两个方向的响应, v 为 Sobel 边缘强度, $Max-RMinR$ 为预先设定检测半径。

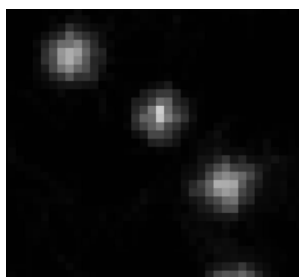


图2 圆心参量统计图像 PAR

2 油菜籽图像分割

2.1 图像预处理

根据实际情况,采集的油菜籽图像都是在蓝色背景下获取的,通过大量实验表明,R - B 色差

分量在实现背景分离时效果最好,因此,首先要将原始图像转换成 R - B 合成的灰度图像。如图 3 所示。

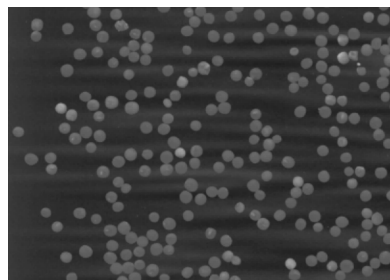


图3 R - B 色差分量灰度图

2.2 对灰度图进行改进的 Hough 变换

对灰度图进行改进的 Hough 变换后得到参数统计图像 PAR,如图 4 所示。对圆心参数统计图像 PAR 进行一大一小双阈值分割,得到区域 region1、region2(其中 region1 包含 region2),分别对 region1、region2 进行联通域聚类,得到 N 个联通域。如图 5 所示。

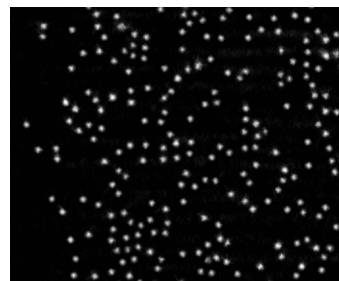


图4 圆心参数统计图像 PAR



图5 双阈值分割图

遍历 region1 的联通域,满足以下两个条件的点,作为为油菜籽粒的中心 {P}:

当 region1 的一个联通域中没有包含或包含 1 个 region2 的联通域时,联通域的一阶距中心点 P_1 ;

当 region1 的一个联通域包含 n 个 region2 的联通域时,n 个 region2 的联通域的一阶距中心点 $P_i (i = 1..n)$ 。

2.3 籽粒分割

使用 Ostu 自适应阈值算法对灰度图像 IMG 进行分割,分割出菜籽区域 region_all,按照油菜籽中

心进行模式分类,算法如下:

对于相邻的两个籽粒 P_i 、 P_j ,连接两个籽粒的中心的连线,将 region_all 上面的点投影到 P_iP_j 的直线上,找到投影极小值。经过过中间的极小值的点切垂直于 P_iP_j 的直线为两个籽粒的分界限,如图 6 所示。对每一个籽粒进行上述操作得到最终的分割效果图,如图 7 所示

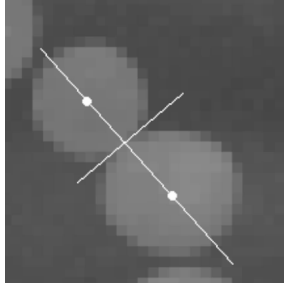


图 6 黏连菜籽的分割线示意图

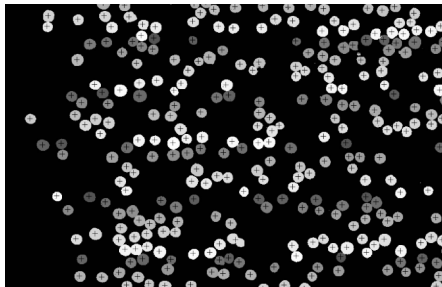


图 7 油菜籽实际分割效果图

3 评价标准与试验结果

3.1 评价标准

正确的分割会得到正确的籽粒数量,如果出现黏连无法分割的情况籽粒数量会减少。本文从分割籽粒数量是否正确和算法的运算速度来验证算法的优劣。

3.2 试验结果

为了验证分割算法的优劣,用几组不同的油菜籽图片来测试本算法、形态学分割法、圆形 Hough 变换(RHT)等方法。形态学方法经过腐蚀、膨胀、联通域分析等处理后,可得到各个籽粒区域;圆形 Hough 变换方法先经过 Hough 变换处理得到籽粒圆心,而后利用本文 3.2 节的方法进行后续操作,可得到各个籽粒区域。

这几组图片用不同算法处理后的结果下表所示。如表 1 所示,在实际分割效果上,本方法优于形态学处理方法,分割效果比 RHT 略优;如表 2 所示,在运算速度上,本方法的运算速度与形态学方法相当,但是远远优于圆形 Hough 变换。综合考虑几种方法的在正确率和运算速度方面的情况,本方法在整体分割效果上优于其它方法。

表 1 不同分割方法对油菜籽图像分割籽粒个数正确率对比

图像编号	实际籽粒数量	本方法		形态学分割法		RHT 变换	
		识别粒数	正确率 /%	识别粒数	正确率 /%	识别粒数	正确率 /%
1	2 836	2 836	100	2 737	96.5%	2805	98.9%
2	3 248	3 240	99.7	3 012	92.7%	3206	98.7%
3	2 543	2 542	99.9	2 308	90.7%	2535	99.6%
4	3 024	3 019	99.8	2 891	95.6%	3010	99.6%

表 2 不同方法运算时间对比

图像编号	图 1	图 2	图 3	图 4
本方法运算时间	76 ms	83 ms	68 ms	71 ms
形态学方法运算时间	58 ms	64 ms	54 ms	60 ms
圆形霍夫变换运算时间	398 ms	452 ms	379 ms	390 ms

4 结论

提出了一种基于梯度改进的 Hough 变换的油菜籽图像分割算法,用于提高油菜籽的图像分割效果。使用梯度方向作为 Hough 变换的统计区域,有效的解决了圆形 RHT 算法无效累计的问题,降低了算法的复杂性,提高了运算速度。通过几组油菜籽图像来验证本文提出的分割算法,采用标准评估方法对不同分割算法进行比较,结果表明本方法的分割效果优于其它方法。

本方法还可用于对其他类型圆形灰度图像求取圆心。改进后的 Hough 变换可以更加快速的对圆形物体进行识别,并可以准确得到圆心坐标,识别误差很小,这对于其它类圆形农作物籽粒的检测是非常有用的。

参考文献:

[1]何俊,葛红,王玉峰. 图像分割算法研究综述[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(12): 58-61.

[2]肖超云,朱伟兴. 基于 Ot su 准则及图像熵的阈值分割算法[J]. 计算机工程, 2007, 33(14): 188-190.

[3]张灿彬,邵定宏. 基于 Hough 变换利用对称点检测圆[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(3): 568-570.

[4]罗志灶,周赢武,郑忠楷. 基于区域增长点连通域标记算法的优化[J]. 闽江学院学报, 2011, 32(2): 41-44.

[5]刘清,林土胜. 基于数学形态学的图像边缘检测算法[J]. 华南理工大学学报, 2008, 36(9): 113-116.

[6]刘松涛,殷福亮. 基于图割的图像分割方法及其新进展[J]. 自动化学报, 2012, 38(6): 911-922.

[7]张梅,张祖勋. 基于微分不变量和区域增长法定深度图分割[J]. 计算机工程, 2008, 39(19): 15-17.

[8]戴青云,余英林. 数学形态学在图像处理中的应用进展[J]. 控制理论与应用, 2001, 18(4): 478-482.

[9]杨丽雯,曾朝阳,张永继. 一种基于数学形态学的灰度图像边缘检测方法[J]. 理论与方法, 2012, 31(2): 27-30.

[10]朱晓林,高诚辉,何炳蔚,黄敏纯,陈杰. 一种基于中点画圆算法的改进 Hough 变换检测圆方法[J]. 工程图学学报, 2010, (6): 29-33.

[11]林笠, Rong CHEN. 基于 Bresenham 算法的四步画直线算法[J]. 赣南大学学报, 2003, 24(5): 19-22.