

一种基于图像轮廓线的稻种模糊模式识别方法

喻擎苍¹, 严红滨²

(1. 浙江大学; 2 浙江省电力培训中心)

摘要: 该文对二值图像轮廓线的提取, 提出了一种简捷的算法。在对稻种轮廓线大量试验分析的基础上, 确定了以轮廓线中心到轮廓线距离最大的线段为参考, 12 个方向上的线段长度和轮廓线长度组成特征向量。对模糊模式识别中的欧几里德距离算法提出了两种改进方法, 并根据最大隶属度原则, 实现稻种的模糊模式识别。试验结果表明: 改进后的算法对浙 852、Z94-35、广陆矮 4 号三类种粒的正确识别率分别达到 79.89%, 89.63% 和 93.27%。该方法同样适用于果品、机械工件等对象的模糊模式识别。同时该特征参数的确定方法中已经考虑了对象放置方向和放置面的随意性, 并将对象按统一方向和统一面识别, 因此该方法还可以进一步发展为对象旋转方位角的测定和对象中任意预定义的几何参数的光学测量。

关键词: 稻种; 图像; 轮廓线; 模糊模式识别

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2002)01-0150-04

图像处理是机器视觉中的关键^[1,2], 而一幅图像中所包含的巨大信息(特别是色彩信息)是图像处理的难题, 它不仅大大增加了内存开销, 提高了算法的复杂性, 还大大降低了处理速度^[3-5], 从而难以保障图像处理的实时性。

轮廓是计算机视觉、模式识别的基础, 是图像中重要的特征和属性。在分析物体外形, 测量物体局部长度(面积), 统计物体数量等众多场合下, 可采用轮廓识别来实现。轮廓识别可以摒弃图像中的色彩信息和灰度信息, 从而大大减少图像体积(二值图像的体积仅为 24 位图像的 1/16777215), 并且降低算法的复杂性, 提高计算速度。本文通过对图像轮廓的提取, 对轮廓外形参数的研究及其模糊表述, 实现对象的模糊模式识别。

1 轮廓和特征参数的提取

1.1 轮廓提取(边缘检测)

对于二值图像的边缘检测, 突变检测是最好的轮廓线提取方法之一。

对图像沿 X 方向和 Y 方向各作一次扫描, 设 $f(i)$ 是图像沿 X 方向或 Y 方向一条扫描线, 有:

$$f(i) = \begin{cases} 1 & \text{当扫描线第 } i \text{ 点为白色} \\ 0 & \text{当扫描线第 } i \text{ 点为黑色} \end{cases}$$

作

$$g_i = f(i) - f(i-1)$$

$$S_i - g_i \times g_i = \begin{cases} 1 & i \text{ 点是轮廓点} \\ 0 & i \text{ 点不是轮廓点} \end{cases}$$

严格地说这种处理方式是不准确的, 轮廓将在右方和下方放大一个像素, 但如果以 1200DPI 的分辨率考虑, 一个像素的大小为 0.021 mm, 小于稻种最小宽度的 1%, 因此是可以接受的。

本文提出这种算法, 一是因为该算法非常简捷; 二是该算法对轮廓线的提取与背景色无关, 避免对所采用背景色的限制, 用户可以根据实际情况选择背景色而不需任何额外的指示。图 1 和图 2 分别显示了黑背景色和白背景色稻种的二值图像以及所提取的轮廓线。

1.2 特征参数提取

图 1 和图 2 所显示对象的朝向是随意的, 因此, 任何按预先设定的方向来进行识别是徒劳的, 将对象按某一方向预先排列是不切实际的。本文提出以最大中心距为参考方向的特征提取方法。

设某一对象所提取的轮廓线上共有 n 个点, 第 i 点的坐标记作 (x_i, y_i) ($i = 1, \dots, n$)。

以轮廓线上点的坐标的几何均值作为中心点的坐标, 假设中心点坐标为 (c_x, c_y) , 则有

$$\begin{cases} c_x = \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \\ c_y = \bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$$

轮廓线上第 i 点与中心点的几何距离 L_i 为

$$L_i = \sqrt{(x_i - c_x) \times (x_i - c_x) + (y_i - c_y) \times (y_i - c_y)}$$

定义最大中心距 L_0 为

$$L_0 = \max_{i=1}^n (L_i)$$

收稿日期: 2001-08-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(6008001)

作者简介: 喻擎苍, 男, 博士, 杭州 浙江大学农业工程与食品科学学院, 310029

该线段定义为最大中心距线段, 轮廓线上对应的点定义为最大偏差点, 记为 0, 如图 3。

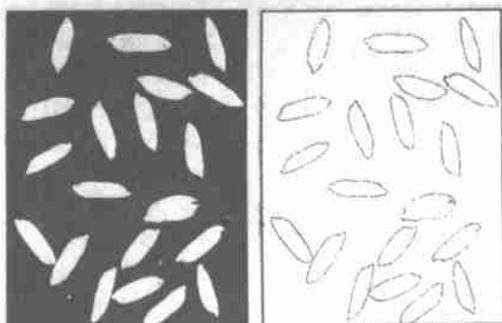


图 1 黑背景色的二值图像与提取的轮廓线
Fig 1 Black background color and contour line

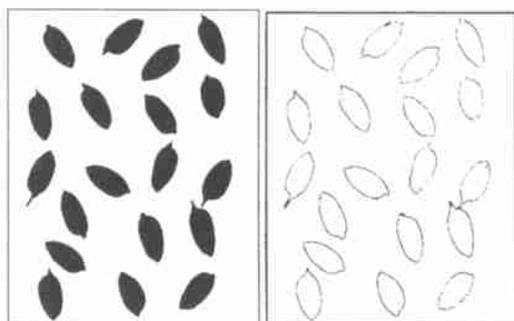


图 2 白背景色的二值图像与提取的轮廓线
Fig 2 White background color and contour line

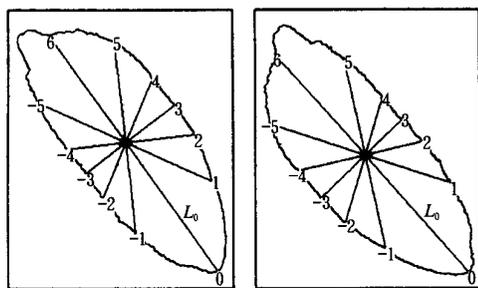


图 3 正反方置特征参数图
Fig 3 Diagram of feature parameters

以最大中心距线段为参考, 从中心点每隔 30° 作直线与轮廓线相交, L_0 左上部分交点分别记作 1、2、3、4、5、6, L_0 右下部分交点分别记作 - 1、- 2、- 3、- 4、- 5(从程序实现的方便性考虑), 对应的线段长度分别记作 $L_1, \dots, L_6, L_{-1}, \dots, L_{-5}$ 。

L_{-5}, \dots, L_6 这 12 个参数基本上勾画出对象轮廓的外形, 并且这 12 个参数都是以最大中心距线段作为 0° 参考的, 因此, 可以认为如果对象外形基本相似的话, 上述参数确定方法已经对随意朝向的对象作了旋转, 将其按统一的方向排列。

另外, 本文采用轮廓线上点的数目 n 来代表轮

廓线的长度, 表征对象的大小。

n, L_{-5}, \dots, L_6 这 13 个参数即为本文所采用的特征参数。

在此要提及对象的正反面放置方法, 图 3 显示了某一对对象的正反两种放置方法, 按上述参数提取方法, 所确定的最大偏差点 0 和最大中心距 L_0 是相同的, 但其他所有线段长度均不同, 这要求程序对同一对象作两次判断, 第二次应沿最大中心距线段对称反转, 即将 L_1 与 L_{-1}, \dots, L_5 与 L_{-5} 对换再作判断。

2 模糊模式识别

2.1 均值样板

设论域 U (本文中为所有种粒) 中有 N 个类别 (模糊子集) A_1, A_2, \dots, A_N 。对象元素 $u \in U, u$ 的特征向量为

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_{13})$$

其中: $u_1 = n, u_2 = L_{-5}, u_3 = L_{-4}, \dots, u_{13} = L_6$

设模糊子集 A_i 中有 m_i 个样板 $u_{ij} (j = 1, 2, \dots, m_i)$, u_{ij} 的特征向量数值为

$$u_{ij} = (u_{ij1}, u_{ij2}, \dots, u_{ij13})$$

以模糊子集 A_i 中 m_i 个样板的几何均值作为模糊子集 A_i 的均值样板 u_i

$$u_i = (u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik}, \dots, u_{i13})$$

其中:

$$u_{ik} = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} u_{ijk} \quad k = 1, 2, \dots, 13$$

2.2 距离

求取一对象元素 u 对于某一模糊子集 A_i 的隶属函数之前, 需计算 u 与模糊子集 A_i 均值样板 u_i 之间的距离 $d_i(u, u_i)$ 。本文讨论了以下三种计算方法:

1) 欧几里德距离^[6]

欧几里德距离是经典的距离计算方法。

$$d_i(u, u_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^{13} (u_j - u_{ij})^2}$$

欧几里德距离对本文所采用的特征向量无法直接应用, 因为欧几里德距离的大小与对象元素的大小直接成比例关系, 而稻种个粒大小的分布较宽, 只要外形相似, 仍然属于同一种稻种。鉴于此, 本文对欧几里德距离作了改进, 提出:

2) 周长比差距离(自定)

$$d_i(u, u_i) = \sqrt{\sum_{j=2}^{13} (u_j/u_1 - u_{ij}/u_{i1})^2}$$

u_1 和 u_{i1} 分别是对象元素的周长和第 i 个模糊子集样本的均值周长, 旨在降低对象元素个粒大小对距离的影响, 从而提高轮廓形状的权重。

3) 标准差比距离(自定)

$$d_i(u, u_i) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{u_j - u_{ij}}{u_{ij}} \right)^2}$$

如果认为均值样板是一种标准的话, 该距离可理解为实际值与标准值偏差的百分值, 同样可以降低对象元素个粒大小对距离的影响。

2.3 隶属函数及判断准则

一对像元素 u 对于某一模糊子集 A_i 的隶属函数为

$$\mu_{A_i}(u) = 1 - \frac{d_i(u, u_i)}{D_i}$$

其中:

$$D_i = \max_{u \in U} (d_i(u, u_i))$$

判断准则: 以最大隶属度为识别判断准则, 即:

$$\mu_{A_k}(u) = \max_{i=1}^N (\mu_{A_i}(u)), \text{ 则认为 } u \text{ 属于 } A_k$$

3 试验结果

3.1 实验设计

模糊识别系统结构框图如图 4。

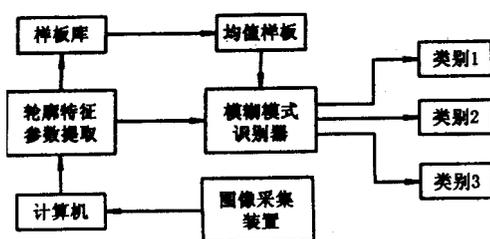


图 4 模糊识别系统结构框图

Fig 4 Block diagram of fuzzy recognition system

本文选择 Z94-35、广陆矮 4 号、浙 852 三个品种的稻种进行试验, 由于种粒较小, 故采用扫描仪作为图像输入工具, 扫描分辨率为 1200DPI。

模糊模式识别器可以对不同品种的种粒进行混合识别, 但是为了结果检查方便, 本文将不同品种的稻种分别扫描输入, 每种采集 4 幅种群图像(不重复)。

在采集的 12 幅种群图像中, 挑选其中的部分种粒作为该类的样本, 各类样板点数量和均值样板特征参数以及方差值如表 1。

3.2 试验结果

对每幅种群图像分别作周长比差距离和标准差比距离的识别试验。试验结果如表 2 和表 3。

因为本文中不涉及分割技术, 所以当两颗以上种粒粘联时, 即发生拒辨。表 2、表 3 中的可识别总数是剔除所有粘联数目后的总数目, 并以此作为正确识别率的基数。

表 1 均值样板特征参数及方差/像素

Table 1 Average feature parameter and difference/pixel

特征参数名称	Z94-35	广矮陆 4 号	浙 852
样板点数(点)	26	17	34
周长均值/方差	1228/18330	1017/9402	1035/11304
L-5 均值/方差	118.7/260.7	125.4/85.09	120.8/156.0
L-4 均值/方差	75.36/102.3	91.82/36.38	79.85/100.1
L-3 均值/方差	66.08/67.16	81.16/27.23	69.41/73.51
L-2 均值/方差	76.52/75.86	89.07/28.55	77.43/79.26
L-1 均值/方差	122.1/170.8	122.1/41.60	116.2/139.3
L0 均值/方差	225.7/112.7	188.4/86.07	194.2/140.0
L1 均值/方差	119.7/126.0	123.2/45.16	122.0/167.1
L2 均值/方差	76.24/47.25	90.31/25.79	85.02/98.57
L3 均值/方差	67.42/39.49	81.86/23.79	74.64/76.86
L4 均值/方差	78.95/76.24	92.67/36.47	84.47/119.2
L5 均值/方差	123.9/218.2	126.4/40.85	118.3/177.8
L6 均值/方差	196.9/401.5	171.2/274.9	167.9/213.7

表 2 按周长比差距离的识别试验结果

Table 2 Results based on perimeter proportion 粒

序号	类别	拒辨	可识别总数	识别结果			正确识别率%	
				A	B	C	本次	本类
1	A	1	163	114	7	42	69.94	71.85
2		189	132	7	50	69.84		
3		137	102	2	33	74.45		
4		186	137	6	43	73.66		
5	B	0	118	3	92	23	77.97	71.75
6		126	6	98	22	77.78		
7		98	5	70	23	71.43		
8		104	7	60	37	57.69		
9	C	0	178	32	70	76	42.70	39.52
10		182	44	65	73	40.11		
11		171	42	58	71	41.52		
12		180	54	65	61	33.89		

A: Z94-35 品种; B: 广陆矮 4 号品种; C: 浙 852 品种。

表 3 按标准差比距离的识别试验结果

Table 3 Results based on deviation proportion 粒

序号	类别	拒辨	可识别总数	识别结果			正确识别率%	
				A	B	C	本次	本类
1	A	1	163	147	3	13	90.18	89.63
2		189	170	1	18	89.95		
3		137	125	1	11	92.24		
4		186	163	1	22	87.63		
5	B	0	118	2	111	5	94.07	93.27
6		126	2	119	5	94.44		
7		98	3	90	5	91.84		
8		104	3	96	5	92.31		
9	C	0	178	14	17	147	82.58	79.89
10		182	19	26	137	75.27		
11		171	16	23	132	77.19		
12		180	16	12	152	84.44		

A: Z94-35 品种; B: 广陆矮 4 号品种; C: 浙 852 品种。

4 结论与讨论

1) 因为稻种表面较为毛糙, 且轮廓线极不平

滑, 有较多的噪声信号寄生在轮廓线上, 对轮廓线长度的干扰严重(见表 1 周长方差), 所以按周长比差距离的识别率较低, 直接以轮廓线上点的数量作为轮廓线长度的计算方法必须予以修正。

2) 3 个品种中, Z94-35 较长, 广陆矮 4 号较短, 浙 852 介于两者之间。但浙 852 长度上的离散性又较大(见表 1 中 L_0 方差), 因此, 浙 852 中部分差异较大的种粒极容易被误辨, 导致浙 852 的正确识别率下降。

3) 试验中 3 个品种, 按标准差比距离识别的正确识别率分别达到 79.89%, 89.63% 和 93.27%。

4) 本方法应同样适用于果品、机械工件等对象的模糊模式识别。

5) 文中特征参数的确定方法已经考虑了对象放置方向和放置面的随意性, 并将其按统一方向和统一面识别。因此, 本方法可进一步作对象旋转方位角的测定, 和任意定义的对象几何参数的光学测量。

[参 考 文 献]

- [1] 应义斌, 饶秀勤, 赵 匀等. 机器视觉技术在农产品品质自动识别中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2000, 16(3): 4~ 7.
- [2] 应义斌, 饶秀勤, 赵 匀等. 机器视觉技术在农产品品质自动识别中的应用(I) [J]. 农业工程学报, 2000, 16(1): 103~ 108.
- [3] Ni B, Paulsen M R, Reid J F. Corn kernel crown shape identification using image processing[J]. Trans of the A S A E, 1997, 40(3): 833~ 838.
- [4] Sarkar N, Wolfe R R. Computer vision based system for quality separation of fresh market tomatoes[J]. Trans of the A S A E, 1985b, 28(5): 1714~ 1718.
- [5] Miller B K, DeWiche M J. A color vision system for peach grading[J]. Trans of the A S A E, 1989, 32(4): 1484~ 1490.
- [6] 张 跃, 邹寿平, 宿 芬等. 模糊数学方法及其应用[M]. 北京: 煤炭出版社, 1992. 114~ 131.

(上接第 149 页)

7) 迫切要求农机制造厂商尽力使眼光超越单纯的市场压力, 来提供支持整个系统发展所必须的基本技术, 这样才能为有效的保障不同地区人口的粮食安全作出贡献。

2 农业机械制造行业标准的制订

讨论建议: 标准文件中具有两个主要的部分, 其中包括基本原理以及与工人和购买者相关的特殊部分。特别出于对购买者的考虑, 文件中规定农业机械制造厂商必须: 符合购买者的期望; 提供安全、具有良好性能、并在正常的技术条件下具有较长使用寿命的高质量产品; 保证产品符合不同国家对保障环境与工作现场安全的规定; 随产品提供完整的文档, 使相关的信息和知识能够在购买者之间广泛传播。在许多情况下, 接受农业机械制

造标准的制造厂商对机械的运行负有责任。而机械的运行状况则必须由性能、安全、工人和动物的健康等指标所表明。

一般性的建议认为, 每个国家都应该根据国内现行的个别标准来制订并采用相应的标准。这样可以使购买者能够根据不同制造商与经销商所提供的质量保证, 来决定使用哪一种农业机械。

与会者还进一步建议农业机械制造者协会与这一领域中公共或私人的组织, 其中包括研究与扩展服务机构, 共同协作来促进对标准的推广与接受。特别需要强调的是对转移或销售到发展中国家的机械设备开发的同时, 要考虑到建立技术培训和教育系统日益增长的重要性。

(本刊摘引自中国农业大学精细农业研究中心
 卞继双、张 漫译, 汪懋华校阅的定稿)

Ding Lijun, Wu Zhenhui, Cai Chuanghai (Department of Biology and Chemistry, Hanshan Normal Institute, Chaozhou, Guangdong 521041, China)

Abstract: The extraction of the flavonoid from Pagodatree flower with water system and alcohol-water backwatering system was studied. With water extracting method, the effect of temperature, pH value, and different technology was studied. With alcohol extracting method, through the orthogonal experiment, the optimum technical condition is obtained. The results showed that the optimum technology of extracting flavonoid from the Pagodatree flowers is B2C3A2, namely, 2 times volume 40% alcohol-water, 3 extracting times (2 h/each time), and the content of flavonoid is 13.04%.

Key words: pagodatree flowers; optimum technical conditions for extraction; backwatering; orthogonal experiment; flavonoid

· Agricultural Electronics and Information Technology ·

Information Processing System for Precision Agriculture Based on GPS and GIS ... (145)

He Yong, Fang Hui, Feng Lei (College of Agricultural Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: To acquire spatial information quickly and analyze it properly, an information processing system which uses MapObjects to integrate GPS with GIS is researched. This information processing system has the function of visualizing and analyzing spatial data, showing and tracking moving point and calculating area of closed polygon. It can integrate GPS and GIS into Expert System and Decision Support System perfectly. A new way of information processing and a new model of information processing system for the research of precision agriculture are put forward.

Key words: precision agriculture; GIS; GPS; information processing system

Fuzzy Pattern Recognition Method Based on Image Contour Line (150)

Yu Qingcang¹, Yan Hongbin² (1. College of Agricultural Engineering and Food Science, Zhejiang University Hangzhou 310033, China; 2. Zhejiang Power System Training and Education Center, Hangzhou 310029, China)

Abstract: A simplified method was put forward on a binary image contour line extraction. Distance between centroid and dots on contour line was calculated, and based on the maximum centroid-dot distance, a feature vector including twelve direction segments and lengths of contour line was studied in this paper, and two distance algorithms based on euclid distance were promoted. The experimental results show that the correct recognition ratios on three kinds of paddy seed reach respectively 79.89%, 89.63% and 93.27%. This method can also be applied to fuzzy pattern recognition on fruits, machine parts etc. As random of object's lay direction and side were taken into account in this paper, and objects are recognized at the same direction and on the same side, so this method can also be promoted to the optic measurements on object rotation angle and any preindicated geometrical parameters.

Key words: paddy seed; image; contour line; fuzzy pattern recognition

Measuring Area of Leaves Based on Computer Vision Technology by Reference Object (154)

Xu Guili, Mao Hanping, Hu Yongguang (College of Machinery Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: A method of measuring area of leaves by reference object based on computer vision technology was studied. The sampling box of live leaves was developed, and its data were optimized. The measurement process was studied. The reference object was segmented from the original image by the method of threshold. The data of threshold was gained by means of derivation. The way of removing the noises in the image was studied. Generally, the results show that this method has better feasibility, higher precision and higher efficiency.

Key words: leaf area; computer vision; method of reference object; measurement

Reversible Airflow Drying System Based on Single-Chip Computer Control (158)