

文章编号 :0253-9721(2006)12-0029-03

# 机器视觉在蚕茧表面积测量中的应用

周志宇<sup>1</sup>, 刘喜昂<sup>2</sup>, 杨东鹤<sup>1</sup>

(1. 浙江理工大学 信息电子学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江科技学院 信息与电子工程学院, 浙江 杭州 310023)

**摘要** 针对传统评茧方法的缺陷,提出了基于机器视觉技术的蚕茧表面积测量方法。利用机器视觉系统拍摄蚕茧图像,根据图像的灰度分布特征,通过 Otsu 法分割蚕茧图像得到二值化图像,将蚕茧看作椭圆柱体,由蚕茧区域的长轴和短轴值计算出蚕茧表面积。根据蚕茧的边缘图像,利用最小矩形法确定椭圆长轴和短轴的值,可以测量任意旋转角度的蚕茧表面积。实验结果表明该方法是有效的,为科学评茧提供了依据。

**关键词** 蚕茧; 表面积; 最小矩形法; 机器视觉; Otsu

中图分类号: TS1 01. 8 文献标识码: A

## Application of machine vision in measurement of cocoon superficial area

ZHOU Zhi-yu<sup>1</sup>, LIU Xi-ang<sup>2</sup>, YANG Dong-he<sup>1</sup>

(1. College of Informatics and Electronics, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China;

2. School of Information and Electronic Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023, China)

**Abstract** Aiming at the drawbacks of the traditional way for cocoon evaluation, a measurement method for cocoon superficial area was advanced based on the technology of machine vision. It employed the system of machine vision to obtain the cocoon image, advanced segmentation using the way of Otsu for the image character of gray value distribution. Assuming that cocoon is ellipsoid, cocoon superficial area can be calculated by the long axis and short axis of cocoon region. Using the value of elliptical long axis and short axis determined by minimum enclosing rectangle based on cocoon edge image, the cocoon superficial area at discretionary vertiginous angle can be measured. The experiment result indicated that the method is effectively, offering a basis for scientific evaluation of cocoon.

**Key words** cocoon; superficial area; minimum enclosing rectangle; machine vision; Otsu

干壳量检测<sup>[1]</sup>是我国鲜茧收购、评茧计价的主要手段。传统的干壳量检测方法仅仅反映蚕茧量的多少,难以体现蚕茧质量的各项指标,而且传统的检测是通过人工完成,因此效率和质量都不高。为了改变茧站采用眼看、手摸、口喊价的主观随意性,保证评茧的科学性,从而保护蚕农的经济利益,提高蚕农改善蚕茧质量的积极性,根据蚕茧表面积、厚度及密度来测量干壳量是一种有效的方法。

本文利用机器视觉技术测量出蚕茧表面积,克服了人工检测所造成的各种误差,大大提高了检测精度和效率。正是由于视觉系统的高效率和非接触

性,机器视觉技术在纺织检测中的应用已经越来越广泛<sup>[2]</sup>。

## 1 机器视觉测量方法概述

机器视觉系统是研究建立输入输出之间的约束关系,从二维图像中获取三维信息的综合系统。视觉系统将 CCD 摄像机拍摄的真彩色图像转化为灰度图,进行图像预处理后,再用 Otsu 法进行图像的二值化,由蚕茧的椭圆柱体三维特征,即可求解蚕茧表面积。

收稿日期:2006-03-04 修回日期:2006-06-23

基金项目:浙江省教育厅科研资助项目(20060598)

作者简介:周志宇(1974-),男,汉族,讲师,硕士。主要从事计算机视觉、GIS 等的研究。

### 2 图像预处理

利用 CCD 摄像机拍摄得到的是 24 位真彩色图像,在转化为灰度图时由于传感元件的抖动和随机干扰造成蚕茧图像噪声,必须对灰度图像进行噪声过滤等图像预处理,本文使用中值滤波处理。中值滤波器<sup>[3]</sup>由 J. W. Tukey 在 1971 年首先提出并应用于一维信号处理技术中,后来被二维图像信号处理技术所引用。中值滤波器在一定条件下可以克服线性滤波器带来的图像细节模糊,而且对滤除脉冲干扰及图像扫描噪声最为有效。中值滤波器的基本思想是采用像素点邻域灰度值的中值来代替该像素的灰度值,从而可以消除孤立的噪声点,使得蚕茧图像的灰度直方图分布出现较为明显的峰和谷。

### 3 基于 Otsu 法的图像分割

利用阈值方法来分割灰度图像是基于一定的图像模型的,蚕茧图像由具有单峰灰度分布的蚕茧目标和背景组成,在蚕茧图像区域内部的相邻像素间的灰度值是高度相关的,但蚕茧目标图像区域在背景交界处与背景像素灰度值有很大的差别。因人工确定阈值的方法容易受周围环境变化的影响,所以必须重新调整阈值来获得最佳分割。

采用阈值法进行图像分割关键在于选择阈值,在图像分割时,若阈值选得过高,则过多的蚕茧区域像素被误归为背景像素;反之,将会有过多的背景像素误归为蚕茧区域像素。这样必定给分割出来的蚕茧目标的大小和形状造成不应有的误差。Otsu<sup>[4]</sup>的基本原理为用最佳阈值将图像的灰度直方图分割成 2 部分,使 2 部分的类间方差取最大值,即分离性最大。设一帧总像素数为  $N \times L$  的蚕茧图像,其灰度级从 1 到  $M$ ,灰度为  $i$  的像素的概率为

$$p_i = \frac{n_i}{NL} \tag{1}$$

式中  $n_i$  是灰度为  $i$  的像素总数。设阈值为  $T$ ,把蚕茧图像整个灰度级分为蚕茧区域灰度级 $[1, 2, \dots, T]$ 与背景灰度级 $[T+1, T+2, \dots, M]$ 。

蚕茧区域灰度分布为  $p_1/\alpha(T), \dots, p_T/\alpha(T)$ ,背景灰度分布为  $p_{T+1}/\beta(T), \dots, p_M/\beta(T)$ ,其中:

$$\alpha(T) = \sum_{i=1}^T p_i \tag{2}$$

$$\beta(T) = \sum_{j=T+1}^M p_j \tag{3}$$

$$\text{蚕茧区域灰度均值为 } u_1 = \sum_{i=1}^T i p_i / \alpha(T) \tag{4}$$

$$\text{背景灰度均值为 } u_2 = \sum_{j=T+1}^M j p_j / \beta(T) \tag{5}$$

蚕茧区域和背景的两类间偏差为

$$\sigma_B^2 = \alpha(u_1 - u)^2 + \beta(u_2 - u)^2 \tag{6}$$

式中  $u$  为蚕茧图像的灰度均值,最优阈值  $T^*$  使两类间偏差取得最大值,即

$$T^* = \arg \max_T \sigma_B^2 \tag{7}$$

这样就得到了蚕茧的二值化图像。

### 4 蚕茧表面积计算

显然可以把蚕茧看作是一个椭圆柱,这里设  $f(x) \geq 0$  是  $[-a, a]$  上的连续函数,如果曲面是由曲线  $y = f(x) (x \in [-a, a])$  绕  $x$  轴旋转而成,则曲面可以表示为

$$x = x, y = f(x) \cos \varphi, z = f(x) \sin \varphi$$

式中,  $-a \leq x \leq a, 0 \leq \varphi \leq 2\pi$ ,于是曲面的面积<sup>[5]</sup>为

$$S = 2\pi \int_{-a}^a f(x) \sqrt{1 + f'(x)^2} \cdot dx \tag{8}$$

根据二值化图像,对于实际拍摄中存在偏离角度的情况,可以提取蚕茧图像的边缘,利用最小矩形法<sup>[6]</sup>确定椭圆长轴  $a$  和短轴  $b$  的值。先确定出蚕茧的中心坐标,把中心位置作为图像旋转中心,将图像边缘点绕旋转中心按逆时针方向旋转  $\theta$  角后的旋转公式为

$$X' = (X - X_0) \cos \theta - (Y - Y_0) \sin \theta \tag{9}$$

$$Y' = (X - X_0) \sin \theta + (Y - Y_0) \cos \theta \tag{10}$$

式中:  $(X, Y)$  为边缘点的坐标;  $(X_0, Y_0)$  为蚕茧的中心坐标;  $(X', Y')$  为边缘点旋转后的坐标;  $\theta$  为旋转角度。连续旋转  $\theta$  角后,计算出使  $|X_{\max} - X_{\min}| \cdot |Y_{\max} - Y_{\min}|$  最小的边缘点横坐标的最大值  $X_{\max}$  和最小值  $X_{\min}$  及纵坐标的最大值  $Y_{\max}$  和最小值  $Y_{\min}$ ,通过公式  $a = |X_{\max} - X_{\min}|/2, b = |Y_{\max} - Y_{\min}|/2$  求出  $a$  和  $b$  的值,根据椭圆柱表面积公式就可求出蚕茧的表面积。

### 5 测试结果与讨论

利用 CCD 摄像机获取的蚕茧原始图像如图 1

所示,灰度化处理后,经二值化后的图像如图 2 所示,获取的  $a = 494$  像素点数,  $b = 298$  像素点数,通过计算得到的表面积为  $S = 1\ 627\ 591$  像素点数。

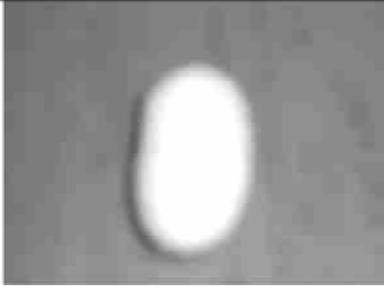


图 1 蚕茧原始图像

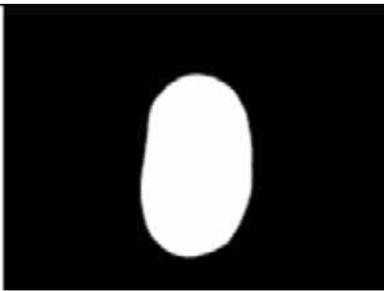


图 2 蚕茧二值化图像

根据蚕茧的边缘图像,利用最小矩形法确定椭圆长轴  $a$  和短轴  $b$  的值,可以测量任意旋转角度的蚕茧表面积,更加适应实际场景中的蚕茧图像拍摄。实验中  $\theta$  角可以先取  $3^\circ$ ,再逐步增加至  $90^\circ$  得到矩形面积最小的长轴  $a$  和短轴  $b$  的值。

实验中得到的表面积是用像素的多少来代替

的,计算机在进行数字图像处理时的分辨率很高,1 mm 图像对应的像素点数为 10 个到数十个,甚至上百个,因此每个像素点所代表的面积就非常小,通过计算得到的表面积值的精度就非常高。

## 6 结束语

干壳量检测是评茧的一种有效方法,利用机器视觉技术测量蚕茧表面积,可快速有效地获得蚕茧表面积,为干壳量不剖茧检测及科学评定蚕茧质量提供了依据,避免了人工评茧的主观随意性,有利于鲜茧收购中按质论价,保护蚕农的经济利益,促进蚕农采取措施提高蚕茧质量。

FZXB

### 参考文献:

- [ 1 ] 胡祚忠,杜一普,张绍文.干壳量检测方法的理论与实践[J].四川丝绸,1998,76(3):14-17.
- [ 2 ] 刘曙光,屈萍鸽,费佩燕.机器视觉在纺织检测中的应用[J].纺织学报,2003,24(6):597-599.
- [ 3 ] 贾云得.机器视觉[M].北京:科学出版社,2000.78-79.
- [ 4 ] Otsu N. A threshold selection method from gray-level histogram[J]. IEEE Transactions on System Man and Cybernetics,1979,9(1):62-66.
- [ 5 ] 沈永欢,梁在中,许履瑚,等.实用数学手册[M].北京:科学出版社,1992.208-209.
- [ 6 ] 应义斌,成芳,马俊福.基于最小矩形法的柑桔横径实时检测方法研究[J].生物数学学报,2004,19(31):352-356.