

计算机图像处理技术在异色羽绒分选中的应用*

韩立强 岳晓峰 于骏一
(吉林工学院) (吉林工业大学)

摘要: 为了解决异色羽绒的自动分选问题, 实现异色羽绒的自动识别和自动提取的目的, 提出了一种基于数字图像处理技术的机器视觉分选方法。该文对视觉识别中的窗口处理、图像分割以及面积和重心的计算做了介绍; 分析了图像分割最佳阈值的计算方法, 讨论了异色羽绒提取的信号控制方式; 介绍了异色羽绒自动分选机的实验运行结果及其应用前景。

关键词: 计算机图像处理; 异色羽绒分选; 位控; 射流提取

我国是羽绒出口大国, 国际市场对纯白绒的需求量很大, 市场价格较高。我国虽然羽绒资源丰富, 但原白绒中异色绒含量较高(5% 以上), 远不能满足国际市场的要求(0.7% 以下)。目前, 异色羽绒的分选只能依靠人工完成。这种方式工人劳动强度大、生产效率低; 由于工人疲劳及主观因素的影响, 分选质量不能从根本上得到保证。这一状况严重地制约了我国羽绒及其制品的出口创汇。鉴此, 羽绒出口企业迫切需要一种自动化分选设备。显然, 实现异色羽绒自动分选的关键技术是异色羽绒的自动识别和异色羽绒的准确、高效提取。本文提出了一种基于计算机数字图像处理技术的机器视觉分选方案; 介绍了作者研制的机器视觉自动分选设备; 重点讨论了羽绒图像的图像处理技术和异色羽绒的提取控制技术。异色羽绒分选机试运行结果表明, 本文所述的机器视觉系统可以有效地实现异色羽绒的自动识别, 综合漏检率低于 0.7%。

1 异色羽绒分选系统原理

图 1 为异色羽绒自动分选系统原理图。原料绒通过上料机构被均匀地平铺在匀速运动的传送带上。工业摄像机 CCD 逐帧摄取随传送带运动而进入检测视场的原料绒图像, 视场照明采用多点直射恒定光强的人工光源。摄像机的视频信号通过图像采集卡转换成数字信号输入计算机, 经图像处理, 位控信号将作用于相应的电磁阀。位控信号是图像处理所得到的异色羽绒位置坐标信息。经延时后, 使所对应

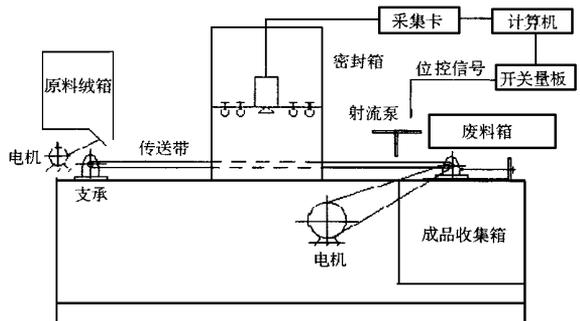


图 1 分选系统原理图
Fig 1 Sketch of the grader

收稿日期: 1998-11-20 修订日期: 1999-06-14

* 吉林省科技发展基金资助项目(941008)

韩立强, 教授, 长春市延安大路 17 号 吉林工学院, 130012

电磁阀开启,压缩空气射入沿传送带横向等距分布的射流泵,其吸嘴产生的真空将对应坐标点的异色羽绒吸出,并吹入废料箱。

2 异色羽绒识别

为了提高处理速度,便于坐标定位,我们在每帧图像中提取 16 行像素进行分析,并将其按列分为 16 个区段,即开出 16 个 16×16 窗口。对每个区段逐次处理,通过判别异色绒位置,计算出位控信息。图 2 为所采集到的原始图像,区段位置如图所示,背景为白色羽绒,异色羽绒是要识别的目标景物。

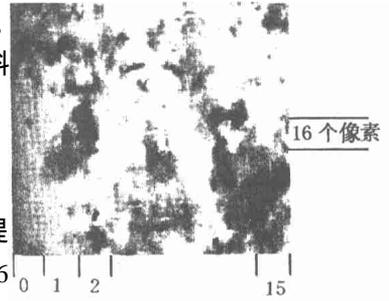


图 2 羽绒原始图像
Fig 2 Original image of the fluff

2.1 图像分割

视频信号经采集卡进入计算机内存,在传输过程中由于各种电气信号的干扰会在原始图像上产生噪声,为了抑制这种图像上的退化,系统首先采用中值滤波技术对信号作降噪处理,然后根据灰度分布直方图对图像进行分割。图 3 是如前所述每帧图像中间位置的 16×256 条形图像窗口内的灰度分布直方图。图中横坐标为灰度级,纵坐标为各灰度级出现的像素点数。由于原始图像中背景与目标景物灰度级差别较大,所以在灰度分布直方图中呈现出较为明显的双峰性。

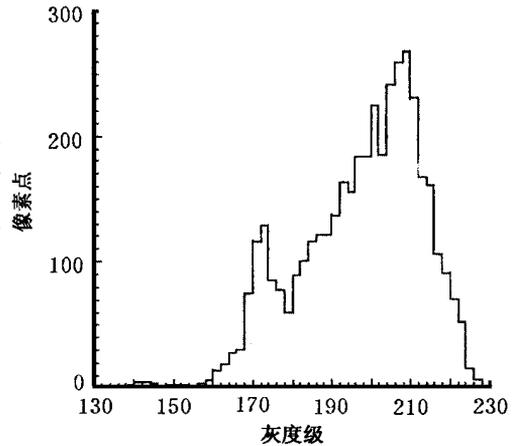


图 3 灰度分布直方图
Fig 3 Histogram of the image in the window

若以双峰之间谷点为分割阈值 X ,则将产生两种误差:一种误差是将背景误划分为目标景物(将纯白羽绒误划为异色羽绒),其概率为

$$E_1(X) = \int_0^X p_1(x) dx \quad (1)$$

式中 $p_1(x)$ ——背景灰度概率密度分布函数。

设背景灰度分布为正态分布,则

$$p_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2}} \quad (2)$$

式中 μ_1 ——背景灰度分布的均值; σ_1 ——背景灰度分布的标准差。

另一种误差是将目标景物误划分为背景(将异色羽绒误划为纯白羽绒),其概率为

$$E_2(X) = \int_X^+ p_2(x) dx \quad (3)$$

式中 $p_2(x)$ ——景物灰度概率密度分布函数。

设景物灰度分布为正态分布,则

$$p_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(x-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}} \quad (4)$$

式中 μ_2 ——景物灰度分布的均值; σ_2 ——景物灰度分布的标准差。

设景物与背景的面积百分比分别为 λ_1 与 λ_2 , $\lambda_1 + \lambda_2 = 100\%$,则产生上述两种误差的总

概率为

$$E(X) = \lambda_1 E_1(X) + \lambda_2 E_2(X) \tag{5}$$

将 $E(X)$ 对 X 求导并令其等于零, 得到使总出错率最小的最佳图像分割阈值 X

$$X = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \tag{6}$$

由图 3 可以确定: $\mu_1 = 210, \mu_2 = 170$; 因此, 根据式 (6) 得 $X = 190$, 灰度大于 190 视为背景, 灰度小于 190 视为目标景物。图 4 就是根据最佳阈值分割得到的图 2 上 16×256 条形窗口内原始图像的二值化图像。

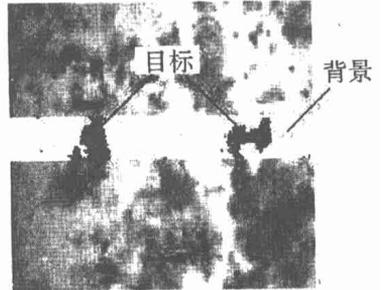


图 4 二值化图像

Fig 4 Thresholded image in the window

2.2 异色绒区域面积及其重心坐标的计算

考虑到二值化后图像中背景和景物已完全分离, 有理由应用区域生长的方法, 从二值化图像中将各异色羽绒分布区域逐次提取。二值图像区域生长算法如下 (参见图 5):

- (1) 对窗口内图像进行扫描, 找出代表异色羽绒的黑像素点, 作为“当前点”, 其标记为“1”; 如图 5a 所示;
- (2) 对当前点四邻接像素依据“是否为 1”判别其是否与“当前点”为一个目标的像素点, 如图 5b 所示;
- (3) 重复以上过程, 进行新区域生长, 如图 5c 所示。

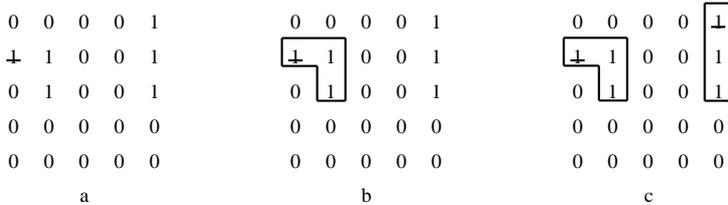


图 5 二值图像的区域生长

Fig 5 Region growing of thresholded image

应用区域生长法对二值图像进行区域生长计算后, 即可得到不同位置各异色羽绒区域的点集坐标。据此即可计算出各连通域的异色羽绒面积和重心坐标。图 4 所示条形窗口中各像素点的灰度值可以形成一个 16×256 的矩阵, 每一像素点在矩阵中的位置 (x_i, y_j) 等于其所处行、列的序号, 其坐标范围是 $0 \leq x_i \leq 255, 0 \leq y_j \leq 15$ 。矩阵左上角第一个元素的行、列序号为 $(0, 0)$, 令其作为坐标原点。在该坐标系中, 若某一黑域经区域生长后所得坐标序列为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, 则其重心坐标为:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{7}$$

$$Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \tag{8}$$

黑域面积 S 以黑域所含像素点数 n 表示, 即

$$S = n \tag{9}$$

3 异色羽绒的提取

异色羽绒提取应保证纯白羽绒的夹带率不大于 4%、成品羽绒中异色羽绒的含量不大于

0.7% 两项技术指标。为达到上述指标,经实验反复考证,本文确定以异色羽绒面积 $S > 51$ 作为异色羽绒提取的控制门限值。在本文研制的异色羽绒分选机控制系统中,设有 16 路位控信号(0-15 位),每一位与其控制的射流泵一一对应,其中“0”表示有异色羽绒提取控制信息;“1”表示没有异色羽绒提取控制信息。它们分别控制着与图 2 所示 16 个图像区段相对应的 16 个区段异色绒的提取动作。

在计算机内存中先定义一个 16 位整型数作为位控信号,各位的序号分别为 0, 1, 2, ..., 15。设经过以上图像处理之后,窗口图像中共有 m 个黑域,黑域的重心坐标及面积分别为: $(X_j, Y_j), S_j, 0 \leq j < m$ 。若 $S_j > 51$, 则做 $D = \text{mod}(X_j, 16)$ 整形数运算,以判断该黑域重心处于哪一个位控信号作用之下。图 4 所示二值化图像有两个黑域,左边黑域的面积 $S = 128$,其区域重心的 X 坐标为 60,按 $D = \text{mod}(X, 16)$ 模式作整形数运算得 $D = 3$,所以应把位控信号的第三位填入“0”。图 6 是位控原理图,每一个位控信号都相应驱动一个位控电路,以控制与之相对应的射流泵的动作。当位控信号相应位为“1”时,发光二极管不发光,后续电路不动作,射流泵关闭;当位控信号为“0”时,发光二极管发光,光敏三极管导通,继电器闭合,压缩空气经电磁阀进入射流泵,吸取异色羽绒。40ms 之后,程序控制输出口复位,提取结束。

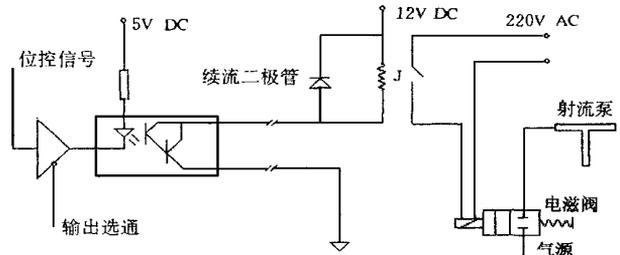


图 6 位控原理

Fig 6 The principle of bit control

当位控信号相应位为“1”时,发光二极管不发光,后续电路不动作,射流泵关闭;当位控信号为“0”时,发光二极管发光,光敏三极管导通,继电器闭合,压缩空气经电磁阀进入射流泵,吸取异色羽绒。40ms 之后,程序控制输出口复位,提取结束。

4 结束语

1) 图像处理技术用于物料分选时,往往需要综合考虑误检率和漏检率的要求,本文所论述的综合概率最佳阈值图像分割方法,可使物料分选的综合出错概率达到最小,保证了异色羽绒的分选精度。

2) 采用区域生长方法来获取二值图像中目标物体全域内的坐标点集,可以快速界定各连通域的范围,适用于连续图像序列的快速分析。

3) 本文研制开发的异色羽绒机器视觉自动分选装置,是一种集光、电、机械、计算机、射流等技术于一体的智能化程度较高的综合系统。系统试运行结果表明,该视觉系统可以有效地实现异色羽绒的自动识别,综合漏检率低于 0.7%,生产效率是人工分选的 20~30 倍。该系统适用性较强,不仅适用于异色羽绒的分选,还可以用于烟梗、茶叶等轻飘物体的分选;经过改装射流提取装置,也可以用于其他种类不同色泽颗粒状物料的分选。

[参 考 文 献]

- [1] 刘健庄, 谢维信等 多阈值图像分割的遗传算法 模式识别与人工智能, 1995, 8(增): 115~ 121
- [2] 陈建国, 贺正辉等 残差分析用于动态门限分割 模式识别与人工智能, 1995, 8(3): 232~ 236
- [3] Thomas J Hebert, Dennis M alagre Optimization approach to edge detection, J Opt Am A, 1994, 11 (1): 80~ 88
- [4] Sugata Ghosal, Rajiv Mehrotra Detection of Composite Edges IEEE Transaction on Image Processing, 1994(1): 14~ 25

Application of Computer Image Processing in Feather Down Color Grader

HAN Li-qiang YUE Xiao-feng

YU Jun-yi

(*Jilin Institute of Technology, Changchun 130012*) (*Jilin University of Technology*)

Abstract: A feather down color grader based on computer image processing technology was presented to carry out the work of feather down color grading automatically. The image segmentation, window processing, the calculation of the color fluff area and its barycenter were introduced. The selection of the optimal threshold and the generation of bit control signal were also discussed. The experimental results showed that the performance of the fluff color grader was reliable.

Key words: computer image processing; feather down color grading; bit control; efflux extracting