

文章编号:1673-9469(2012)03-0098-03

基于边缘检测算法的煤矸石自动分选技术研究

牛清娜

(河北工程大学 科信学院,河北 邯郸 056038)

摘要:根据煤块和矸石的灰度与纹理不同,利用图像处理技术来识别煤块和矸石的基本特性,在对图像分析过程中运用中值滤波原理、边缘检测算法等进行图形的预处理与识别,得到煤块和矸石图像直方图灰度概率分布的均值与方差,将其作为标准值储存在计算机中,将实测值与标准值进行比较,并结合计算机技术和控制设备实现煤矸石的在线自动分选。本技术能够降低人工选煤的劳动强度,提高了煤块和矸石分选的效率。

关键词:煤矸石;中值滤波;边缘检测;自动分选

中图分类号:TD94,TP391

文献标识码:A

Automatic separation technology research of coal gangues based on edge detection algorithm

NIU Qing-na

(Kexin College, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: The automatic separation technology of coal gangues is studied. According to the difference between gray and texture of coal and gangue, the paper identify the basic characteristics of coal and gangue using image processing technique, get the gray and texture of coal and gangue's images after image preprocessing and recognition, median filter principle, edge detection algorithm and so on are used in the process of image analysis. Taking the mean and variance of gray probability distribution getting from histogram as the standard value to store in the computer, the paper compare it with the actual image processing result and realize automatic separation of coal and gangue combining with single chip microcomputer and control equipment.

Key words: coal gangues; media filter; edge detection; automatic separation

在煤炭生产过程中,煤矸石的分选已成为提高产品质量必不可少的重要环节,是资源的综合利用和节约能源的一个重要途径,是实现煤炭清洁生产的重要手段。目前采用比较多的分选方法是手工或机械选煤^[1-3]。手工分选方法劳动强度大,效率又低;机械分选主要有采用跳汰机理、浮选机理和重介质机理等的煤矸石分选方法,这些方法采用水或重介质悬浮液作为分选介质,很难应用于水资源缺乏的煤炭生产区,而且在分选过程中容易造成资源浪费和环境污染,因此提出了对煤矸石自动分选技术的研究。根据煤块和矸石的灰度和纹理不同,本文利用图像处理技术来识别其基本特征,运用中值滤波、边缘检测等分析方

法得到煤块和矸石的灰度概率分布的均值和方差,将其作为标准值与实际测得的结果进行比较,实现煤块与矸石的在线自动分选。

1 系统组成

在传统的人工选煤技术中,工人根据煤块和矸石的灰度与纹理的不同进行人工筛选,基于边缘检测算法的煤矸石自动分选机构就是依据煤和煤矸石的图像灰度、纹理特征不同进行的。

根据煤矸石自动分选方法的工作过程,该系统主要有三部分组成^[4-5],如图1所示。

(1)检测部分:检测部分主要由进料斗、皮带输送机、CCD相机、图像数据处理卡等组成。基本

工作流程是:原煤经筛分后从进料斗落到输送带, CCD 相机将采集到的煤矸石图像送入图像数据采集卡转换,并将转换后的信息送入计算机进行处理。

(2)识别与控制部分:该部分由控制设备、单片机和计算机组成,是系统的核心。根据模式识别算法来计算煤和煤矸石的灰分含量,然后识别和判断。如果判断部分是煤,控制部分不操作,煤落入煤块通道,如果判断是矸石,发出控制信号,打开阀门,煤矸石落入矸石通道。

(3)分检部分:主要由阀门、料斗和系统电源设备组成,用于执行分离煤和矸石。

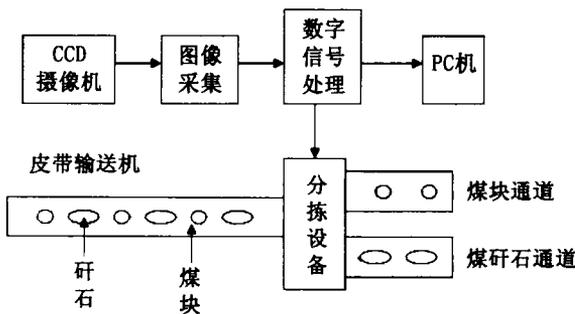


图1 煤矸石自动分选系统组成

Fig.1 The composition of automatic separation system for coal and gangue

2 图像的处理与分析

根据模式识别煤和煤矸石的原理,两者除了外观的光泽度不用之外,主要表现是在光线的照射下他们的反射光线和波长不用,导致煤和矸石的灰度分布不同,其分布曲线的峰值也不用,即它们的灰度概率分布的均值及其方差也不同。根据这一原则,就可以将煤和煤矸石的灰度概率分布的均值与方差作为标准样品值存在计算机中。在分选过程中将实际测得的煤和矸石的灰度概率分布的均值和方差与之比较,如果所得值小于预先设定的值就可以将煤和煤矸石区别开。图像的处理与分析过程如图2所示^[6]。

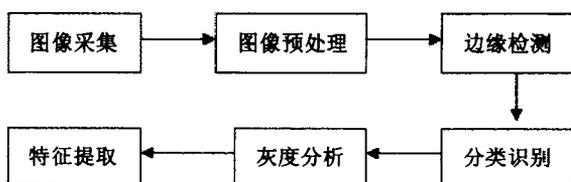


图2 图像的处理与识别过程

Fig.2 The process of image processing and recognition

2.1 图像的预处理

由于在实际操作环境中,粉尘比较大,光线也不够强,致使获得的图像清晰度不够。为改变以上状况,需对图像进行平滑滤波和锐化处理,即对原始图形的亮度、对比度进行调整,使其特征容易识别。平滑滤波和锐化处理的目的主要是去掉不连续的噪声点,使原始图像更加清晰,边缘特征更加明显从而易于提取,采用中置滤波的方法。中值滤波^[7-9]是一种非线性平滑技术,它将每一像素点的灰度值设置为该点某邻域内的所有像素点灰度值的中值。其方法是取某种结构的二维滑动模板,对二维图像区域进行扫描,并将图像内像素按照数值大小进行排序,生成单调上升或下降的二维数据序列,二维中值滤波输出 $g(x,y)$ 为:

$$g(x,y) = median[f(x-k,y-l)], (k,l) \subset w \quad (1)$$

式中 $f(x,y)$, $g(x,y)$ - 原始图像和处理后的图像。

中值滤波能有效的消除孤立的噪声点,因为它是把数字图像或数字序列中一点的值用该点的一个邻域中各点值的中值代替,让周围的像素接近真实值,从而实现消除孤立的噪声点。

2.2 图像特征提取

经过中值滤波方法处理过的原始图像比较清晰,边缘特征也比较明显。要分析煤块和矸石图像的灰度分布情况,就要确定其图像的区域位置,即进行边缘特征的提取,采用边缘检测算法来提取煤块和矸石图像的边缘轮廓。边缘检测的^[8-9]实质是采用某种算法来提取图像的交界线,边缘为图像中灰度发生急剧变化的区域边界。图像灰度的变化情况可以用图像灰度分布的梯度来反应,因此可以用局部图像微分技术来获得边缘检测算子。经典的边缘检测算法是通过将原始图像中像素的某小邻域构造边缘检测算子来达到边缘检测这一目的的。常用的边缘检测算子有 Roberts Gross 算子、Prewitt 算子、Sobel 算子、Canny 算子等算法,本文采用 Sobel 算子法。Sobel 算子法是梯度的边缘检测算子,该算子包含两组 3×3 的矩阵,分别为横向和纵向,将之与图像做平面卷积,即可分别得出横向和纵向的亮度查分近似值。两个检测横向和纵向边缘的模板分别为:

$$\text{检测水平边缘的模板: } \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\text{检测垂直边缘的模板: } \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

则 Sobel 算子可以表示为以下 G_x, G_y , 其中 A 为原始图像, G_x, G_y 也可分别表示为横向和纵向边缘检测的图像:

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * A$$

则图像的每一个像素的横向及纵向梯度近似值可以表示为:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2)$$

梯度方向可以表示为:

$$\theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (3)$$

2.3 灰度分析

将用边缘检测算子法提取到的煤块和矸石图像边缘轮廓映射到原始灰度图像上, 可得到煤和矸石的图像区域, 即可以得到其灰度直方图, 煤块的灰度分布曲线比较尖锐, 煤矸石的比较平坦, 由此可以看出煤块和矸石的灰度概率分布不同, 即他们灰度概率分布的均值与方差亦不同, 通过分析灰度概率分布的均值与方差, 就可以将煤块与矸石区别开。设原始图像 $M \times N$ 的灰度为 $f(i, j)$, $i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, N$, 则其均值 μ 和方差 σ^2 分别为

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f(i, j) \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [f(i, j) - \mu]^2 \quad (5)$$

根据以上公式, 计算出煤块和矸石的灰度概率分布的均值和方差, 通过计算得出煤的均值和

方差分别为 147.3 和 90.5, 矸石的均值和方差分别为 165.4 和 71.2, 将其作为标准值储存在计算机中。在实现煤与矸石自动分选的操作过程中, 将实际通过图像分析得到的煤与矸石图像的灰度概率分布的均值和方差与储存的标准值进行比较, 即可判断出煤块与矸石, 再结合单片机技术与控制设置实现煤矸石的在线自动分选。

3 结束语

根据煤块与矸石灰度与纹理的不同, 运用图像处理技术, 实现了煤矸石的在线自动分选。该技术降低了人工选煤的劳动强度, 改善了工人的工作环境, 提高了煤块和矸石分选的效率, 实现了煤矸石的在线自动分选。

参考文献:

- [1] 邓仁健, 周德如. 基于人工降雨作用下煤矸石路堤污染物释放研究[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2009, 26(1): 94-96.
- [2] 陈永春, 李守勤, 周春财. 淮南矿区煤矸石的物质组成特征及资源化评价[J]. 中国煤炭地质, 2011, 23(11): 20-23.
- [3] 李宏, 郭粤莲, 李连娟. 峰峰矿区煤矸石淋滤与水环境污染分析[J]. 中国煤炭地质, 2011, 23(1): 44-47.
- [4] 赵小楠, 韦鲁滨, 朱学帅, 等. 反倾角工作面物料输送效果实验[J]. 黑龙江科技学院学报, 2009, 19(6): 443-446.
- [5] 蒋勇. 数字图像处理技术在煤矸石自动分选系统中的应用[D]. 陕西: 西安科技大学, 2004.
- [6] 王仁宝, 欧阳名三, 王爽. 基于 DSP 与改进边缘检测算法的煤矸石自动分选系统[J]. 嵌入式技术, 2011, 37(2): 20-22.
- [7] 王慧琴. 数字图像处理[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [8] 章毓晋. 图像工程(上册)图像处理(第2版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [9] 刘富强, 钱建生, 王新红, 等. 图像处理与识别技术的煤矿矸石自动分选[J]. 煤炭学报, 2000, 25(5): 534-537.

(责任编辑 马立)