

原煤块率图象检测方法的研究

刘富强 王新红 钱建生

(中国矿业大学信息与电气工程学院, 徐州 221008)

摘要 原煤的大小块率直接影响原煤的价格, 所以煤炭生产企业迫切希望能够有效控制采出煤的块率, 以提高企业的经济效益. 以前多为人工统计, 为了改变原煤块率人工统计效率较低的状况, 提出了一种将图象处理与识别用于原煤块率监测的新方法, 并研究了煤块图象的分割方法, 同时采用直径测量法进行统计, 从而取得了较好的效果.

关键词 图象处理 原煤块率 检测 图象采集卡 图象识别

中图法分类号: TD82-39 TP391.41 文献标识码: B 文章编号: 1006-8961(2000)07-0622-03

The Research of Monitoring Method the Rate of Lump Coal Using Image Processing

LIU Fu-qiang, WANG Xin-hong, QIAN Jian-sheng

(College of Information and Electrical Engineering, CUMT, Xuzhou 221008)

Abstract Because the rate of lump coal influence the price directly, so coal enterprises hope to have a method to control the rate of lump coal and increase the economy profit. Previously manual work in statistics is processed. Now the new method is proposed in this paper to use image processing and image recognition to monitor the rate of lump coal. The image segmentation in the image of lump coal is discussed and the statistic method using diameter measuring is used in the paper.

Keywords Image processing, Rate of lump coal, Monitoring, Image grabber, Image recognition

0 引言

我国是产煤大国, 原煤的块率直接影响原煤的价格, 因此以综采为主的煤炭生产企业希望能够有效控制采出煤的块率, 以提高企业的经济效益. 目前, 原煤块率的监测均采取人工的方法, 即首先从采煤工作面采集一定的样煤, 用人工方法测出煤块大小, 记录下数据, 然后进行统计分析, 而采煤时要不断根据统计值去调整采煤机的参数. 如果采煤工作面的地质条件发生了变化, 采出的原煤块率也将变化, 因此需要重新调整采煤机, 再次进行上述块率统计及采煤机的调整工作. 由此可见, 块率的监测如果采用自动化的手段, 无论对提高煤矿的经济效益, 还是减轻监测人员的工作强度都是有重要意义的.

1 系统构成^[1, 2]

原煤块率检测系统由硬件和软件两部分组成. 其中, 硬件系统构成如图 1 所示. 该系统的工作过程是: 首先在综采工作面顺槽输煤皮带上光线比较好的地方, 设置一台矿用本安型光纤摄像机, 由该摄像机输出的视频信号经图象采集卡后输入到计算机中, 以得到工作面煤块的原始图象; 然后原始图象经过一定的预处理、边缘增强后, 由计算机进行煤块的识别和块率大小计算, 最后对得到的数据进行统计; 统计后的数据经 KT6007 光端机转换成光信号, 通过光缆传输到光接收机, 进而将输出结果发送到综合采煤机, 用于调整采煤机的工作状况. 在这里, 从安全考虑, 摄像机、光端机均采用矿用本安型, 电源

采用矿用防爆电源。

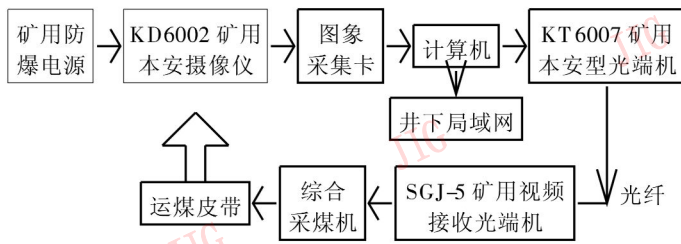


图 1 原煤块率检测系统硬件框图

2 图象处理和分析^[3,4]

实际上, 由于煤块形状均是不规则的, 且本身是黑色的, 其在传送皮带上背景也是黑色的, 这就给识别带来了困难. 但是煤具有光泽性, 在灯光照射下会反光, 这在其图象上就有一定的灰度变化, 因而又给识别带来了可能性. 为了便于识别, 在用摄像机摄取图象时, 应合理调整灯光的照度及照射方向, 以使拍摄到的图象尽可能轮廓清晰. 然后对采集到的图象进行预处理, 即进行图象分割、细化、孤立点消除等处理. 最后对煤块块度进行计算和统计.

2.1 图象预处理

图象预处理主要是通过对图象进行平滑去噪、灰度线性变换等处理来改进图象的质量, 使得图象清晰, 识别易于进行.

从统计的意义上讲, 只有在大样本空间内才能有效地消除噪声的干扰. 因此, 为进一步抑制噪声和准确地提取图象特征, 应在较大样本空间内对图象进行数学描述. 但由于采煤工作面煤尘较大, 使得摄取到的图象不可避免地带有一定的噪声. 为了在保持图象细节的情况下, 对图象做平滑处理, 我们采用中值滤波法. 设窗口大小为 $N \times N$, 对窗口内的各象素灰度值进行比较排序, 用其中值取代窗口中心象素的灰度值. 这种非线性滤波可以很大程度地防止边缘模糊.

由于得到的原始图象灰度集中在较暗区域, 对比度很差, 因此需进行处理, 以增强对比度. 一般可采用灰度线性变换的方法作灰度扩展处理来增强对比度. 设原图象 $f(x, y)$ 的灰度范围为 $[a, b]$, 希望变换后的图象 $g(x, y)$ 的动态范围为 $[c, d]$, 其灰度线性变换式为

$$g(x, y) = \frac{(d - c)[f(x, y) - a]}{b - a} + c$$

2.2 图象分割

虽然煤块本身是黑色的, 但在灯光照射下, 其表面对光具有不同反射, 使得到的煤块图象具有灰度变化. 其原因是由于传送皮带上的煤块呈堆积状态, 每一块煤都紧靠在一起, 因此我们观测到的只是表面与边缘的信息, 没有背景信息; 而且由于煤块的表面不光滑, 是凹凸不齐, 并有棱角的, 其对光线的反射量依据煤块表面的粗糙程度不同而不同.

煤块的大小是通过观测煤块影象边缘信息得到的, 但对煤块图象用传统的边缘算子来提取边缘显然有一定的难度. 因此本文采用灰度空间极值法来检测边缘. 从图象灰度上看, 煤块的表面相对来说具有较高的灰度, 而边界处具有较低的灰度. 因此若将图象中灰度的极小值点检测出来, 必将包含边缘信息. 其检测方法为:

设原始图象为 $f(i, j)$, $g_0(i, j, k)$, $g_{45}(i, j, k)$ 、 $g_{90}(i, j, k)$ 、 $g_{135}(i, j, k)$ 分别表示 $f(i, j)$ 在 (i, j) 点 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 方向的特征值.

(1) 如果 $f(i, j)$ 满足

$$f(i, j - k) \geq f(i, j) \leq f(i, j + k)$$

则 $g_0(i, j, k) = 1$, 否则 $g_0(i, j, k) = 0$;

(2) 如果 $f(i, j)$ 满足

$$f(i + k, j - k) \geq f(i, j) \leq f(i - k, j + k)$$

则 $g_{45}(i, j, k) = 1$, 否则 $g_{45}(i, j, k) = 0$;

(3) 如果 $f(i, j)$ 满足

$$f(i - k, j) \geq f(i, j) \leq f(i + k, j)$$

则 $g_{90}(i, j, k) = 1$, 否则 $g_{90}(i, j, k) = 0$;

(4) 如果 $f(i, j)$ 满足

$$f(i - k, j - k) \geq f(i, j) \leq f(i + k, j + k)$$

则 $g_{135}(i, j, k) = 1$, 否则 $g_{135}(i, j, k) = 0$.

通过上述检测, 得到的边缘图象 $g(i, j)$

$$g(i, j) = \bigcup_{m \in s} \left| \bigcup_{k=1}^K g_m(i, j, k) \right|$$

式中, $s = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, K = 1, 2, 3, \dots$ 为可选参数.

2.3 图象细化和孤立点的消除

细化处理是二值图象处理过程中的一个重要环节. 所谓细化就是一个连续剥离形体最外层元素, 直到获得单位宽度的连通线的过程(图 3). 在二值化图象中, 如果某一点为 1(0), 而周围其它象素均为 0(1), 则称该点为孤立点. 在这种情况下, 则用它周围象素的值来代替该象素的值, 这样即可将孤立点消除(图 4).



图2 分割后的图象



图3 图象细化



图4 孤立点消除

3 实验结果

在图象处理中经常采用某一物体在图象中的面积大小来表示该物体的大小. 通常, 面积的大小以该区域中包含的像素数的多少来衡量. 但在煤块检测中, 煤块有可能是一个不封闭的曲线, 即使对图象进行分割、细化、孤立点消除等处理以后, 仍然难以达到全部煤块影象都是封闭的, 这样若采用统计像素的方法则可能有较大的统计误差. 在这里, 我们采用测量煤块影象直径的方法来估计煤块的块率, 具体检测过程是.

首先扫描图象, 当找到一个未测量的区域后, 对该区域分别从横向和纵向进行扫描. 记录每一个扫描直径 d 的大小. 依据直径的大小将煤块影象分为 12 个等级, 其中 d 的大小为 0~ 30pixel 的为第 0 级, 30~ 50pixel 的为第 1 级, 50~ 70pixel 的为第 2 级, …… , 230pixel 以上为第 11 级. 扫描得到一个 d 后即将其归入相应的级别. 最后统计每一直径级别的数目, 如第 0 级中有 24 条, 第二级中有 30 条等, 再计算各个级别在所有检测出的总数中所占的百分比(表 1), 如第 0 级占 12. 63% 等. 如果某一级别所占的百分比不足某一值(本处理中选为 10%) 则舍去它, 这样个别封闭不好的曲线与实际直径误差很大的数据就可以被滤除. 试验检测结果见表 1.

表 1 煤块块度、块率检测统计表

级别	煤块块度直径(pixel)	数量	块率(%)
0	0~ 30	24	12. 63
1	30~ 50	30	15. 79
2	50~ 70	41	21. 58
3	70~ 90	75	39. 74
4	90~ 110	20	10. 53
5	110~ 130	0	0
6	130~ 150	0	0
7	150~ 170	0	0
8	170~ 190	0	0
9	190~ 210	0	0
10	210~ 230	0	0
11	> 230	0	0

取剩下的直径的平均值作为最后的输出, 即平均块度 $D = 62. 41$.

参考文献

- 1 刘富强, 于洪珍, 马小平. 煤矿调度室多媒体监测监控系统研究. 中国矿业大学学报, 1998, 27(1): 23~ 26.
- 2 刘富强. 煤矿多媒体监测监控系统及其关键技术研究. 煤炭学报, 1998, 23(4): 412~ 416.
- 3 田村秀行等. 计算机图象处理技术. 北京: 北京师范大学出版社, 1990.
- 4 田捷等. 实用图象分析与处理技术. 北京: 电子工业出版社, 1995



刘富强 1965 年生, 副教授, 博士后. 1987 年毕业于天津大学电子工程系, 1996 年获中国矿业大学博士学位. IEEE 会员, 江苏省“333”跨世纪学术、技术带头人. 研究方向为多媒体及其相关技术. 已发表论文 40 余篇, 出版专著一部, 获省部级奖 4 项.

王新红 1972 年生, 硕士研究生. 研究方向为图象处理与模式识别. 已发表论文 10 余篇.



钱建生 1964 年生, 副教授. 1985 年毕业于西安电子科技大学, 1988 年获中国科学院西安光机所硕士学位. 研究方向为图象技术和应用. 已发表论文 30 余篇, 获省部级奖 5 项.