

文章编号: 1671-251X(2009)12-0029-04

# 基于图象腐蚀和区域生长的矸石图象分割算法

宋永宝，孙伟，赵峻，权强强，叶家良

(中国矿业大学信电学院, 江苏徐州 221008)

**摘要:** 在实际的矸石分选过程中, 要求的目标主要是将大块的矸石分选出来。但是在拍到的胶带运行过程图片中, 往往夹杂着很多小的煤颗粒或是矸石颗粒, 如果不滤除掉这些小的颗粒, 会影响矸石分选的效果和效率。针对上述问题, 提出了一种融合图象腐蚀和区域生长的矸石图象分割算法。该算法首先对采得的原始图象进行图象压缩, 然后对压缩的图象进行直方图均衡化, 通过设定合适的腐蚀半径对原图象采取图象腐蚀处理, 并选择合适的种子和阈值对腐蚀后的图象进行区域生长, 最后将处理后的图象和原图象做“与”运算, 得到边缘清晰的大块矸石图象。仿真结果表明, 该算法能有效分割出大块矸石, 且经图象腐蚀后的区域生长阈值的取值范围明显变大, 对其它边缘模糊图象具有一定的参考作用。

**关键词:** 眸石; 分选; 图象腐蚀; 区域生长; 图象分割; 阈值

**中图分类号:** TD94      **文献标识码:** A

Segmentation Algorithm of Gangue Image Based on Image Eroding and Region Growing

SONG Yong-bao, SUN Wei, ZHAO Jun, QUAN Qiang-qiang, YE Jia-liang

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** In actual process of gangue separation, the main target is separating big gangue from coal and gangue. But images captured from running belt usually adulterate a lot of small coal particles or gangue particles, which will influence effect and efficiency of gangue separation if no filtering these particles. For above problems, the paper proposed a segmentation algorithm of gangue image based on image eroding and region growing. The algorithm firstly compresses the original image, then takes the compressed image for histogram equalization, makes image eroding process by setting suitable radius of eroding, and selects suitable seeds and threshold to make region growing. At last, It takes the processed image to compute with the original image, which can get big gangue image with clear edge. The simulation result showed that the algorithm can separate large gangue effectively, and the range of threshold of region growing of eroded image is bigger, which has reference function for images with bad edge.

**Key words:** gangue, separation, image eroding, region growing, image segmentation, threshold

## 0 引言

选煤在整个煤矿生产中具有十分重要的作用。目前, 在实际的生产过程中, 大块原煤和矸石的分选仍然停留在人工分选, 不仅费时费力, 而且效率不高。为了提高大块矸石的分选自动化水平, 可以应用图象处理算法处理矸石, 其中矸石的图象分割则

是这部分工作的核心。本文介绍了一种基于图象腐蚀和区域生长的矸石图象分割算法, 对矸石进行了图象分割, 并给出了分析结果。

## 1 图象腐蚀和区域生长算法

### 1.1 图象腐蚀

图象腐蚀运算可以这样表示: 输入图象  $f(x, y)$  被结构元素  $b(x, y)$  腐蚀定义为  $f \ominus b$ , 其表达式为

$$(f \ominus b)(s, t) = \min\{f(s+x, t+y) - b(x, y) | (s+x, t+y) \in D_f, (x, y) \in D_b\} \quad (1)$$

收稿日期: 2009-08-25

作者简介: 宋永宝(1985-), 男, 山东滨州人, 中国矿业大学信电学院在读硕士研究生, 研究方向为图象处理和复杂系统先进控制。联系电话: 0516-83883204; E-mail: songyongbao@cumt.edu.cn

式中:  $D_f$ 、 $D_b$  分别是输入图象  $f(x, y)$  和结构元素  $b(x, y)$  的定义域。

这里限制  $(s+x, t+y)$  在  $f$  的定义域中, 与二值腐蚀运算要求的结构元素必须全部包含在被腐蚀的集合中的运算相类似。同样, 该表达式与函数的二维相关非常类似, 只是在这里用“相减”代替相乘, 用“求最小”代替求和运算。

对于只有 1 个变量的函数, 将用一维函数代替二维函数来解释灰度膨胀的含义和运算操作机理。灰度膨胀表达式为

$$(f \ominus b)(s) = \min\{f(s+x) - b(x) \mid (s+x) \in D_f, x \in D_b\} \quad (2)$$

在相关情况下, 对于正的  $s$  值, 函数  $f(s+x)$  移向右边, 对于负的  $s$  值, 函数  $f(s+x)$  移向左边。不管是移向右边还是移向左边, 都要求  $(s+x)$  在  $f(x)$  的定义域内,  $x$  在  $b$  的定义域内, 这与二值图象腐蚀中要求结构元素必须全部包含在腐蚀的集合中的运算相类似。

由以上论述可知, 需要求解由结构元素形状定义的邻域中  $f \ominus b$  的最大值, 故灰度腐蚀运算通常产生以下 2 种效果:

(1) 如果在结构元素所定义的邻域中其值为正, 腐蚀后  $f \ominus b$  的值比  $f$  值小, 因此, 图象会比输入图象暗;

(2) 如果输入图象中亮细节的尺寸比结构元素小, 则腐蚀后明亮细节将会削弱, 削弱的程度与该亮细节周围的灰度值和结构元素的形状以及结构元素的值有关<sup>[3]</sup>。

本文运用了腐蚀运算的第二个效果, 通过设定较大的参数, 就可以将过小的颗粒图象腐蚀掉。

## 1.2 区域生长

区域生长是指将图象中的每一个像素看成是连接图中的 1 个节点, 然后按照一定的生长准则将特征相似的像素节点合并起来<sup>[1]</sup>。

图 1 给出了一个区域生长的例子。设有一个图象, 如图 1(a) 所示, 本例以灰度最大值点作为种子, 该点的灰度值为 9。本例采用的生长相似性准则就是邻点的灰度级与已生成的区域的平均灰度级的差小于 2, 即阈值等于 2。第一次区域生长达到 3 个灰度级为 8 的邻点, 如图 1(b) 所示。此时, 这 4 个已接受点的平均灰度为  $(8+8+8+9)/4=8.25$ , 故第二次区域生长只得到灰度级为 7 的 1 个邻点, 如图 1(c) 所示, 此时, 这 5 个已接受点的平均灰度级为  $(8+8+8+9+7)/5=8$ , 因为已经没有灰度级

大于 6 的邻点, 区域生长过程终止。

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 8 | 6 |
| 4 | 8 | 9 | 7 |
| 2 | 2 | 8 | 5 |
| 3 | 2 | 5 | 4 |

(a)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 8 | 6 |
| 4 | 8 | 9 | 7 |
| 2 | 2 | 8 | 5 |
| 3 | 2 | 5 | 4 |

(b)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 8 | 6 |
| 4 | 8 | 9 | 7 |
| 2 | 2 | 8 | 5 |
| 3 | 2 | 5 | 4 |

(c)

图 1 区域生长示例图

基于单连接区域生长虽然比较简单, 但是, 从区域生长的过程来看, 区域生长法需要解决 3 个问题: 选择一组能正确代表待分区域的种子; 确定在生长过程中将相邻像素(小区域)包含进来的判定准则; 确定让生长过程终止的条件。

种子的选取直接影响到区域生长法的最终效果。其选取可以采用人工介入的方式, 也可以采用全自动的方式。人工介入的方式实际上就是人工选择一组适当的种子, 这种方式选择的种子一般具有代表性。全自动的方式通常要视具体问题的特点进行<sup>[2]</sup>。本文采用的是人工介入的方式, 即在初始化时给出种子坐标进行区域生长。

生长准则的确定不仅依赖于具体问题的本身, 还与图象数据及图象性质有关<sup>[4]</sup>。这对于区域生长的结果是很关键的, 需要综合考虑。例如是否考虑了像素邻近区域灰度的均匀性和非均匀性会直接影响到分割结果。本文采取了图象预处理的措施, 对图象进行直方图均衡化后再进行区域生长, 实际运行结果表明, 达到的效果较好。

## 2 算法设计与仿真

在实际的矸石分选过程中, 要求的目标主要是将大块的矸石分选出来, 但是在胶带运行过程中拍到的图片中, 往往夹杂着很多小的煤颗粒或是矸石颗粒, 这些小的颗粒如果不滤除掉的话, 会对下一步的处理产生影响, 影响矸石分选的效果和效率。目前, 选煤厂跳汰机分选颗粒主要分为 9 mm、13 mm、25 mm 等规格, 因此, 对于直径大于 25 mm 的颗粒, 本文中认为是较大颗粒, 予以图象分割, 进行下一步处理, 对于直径小于 25 mm 的颗粒, 则认为是干扰颗粒, 将予以滤除。

图象分割主要有边缘检测和区域生长 2 种方式, 由于选煤厂现场环境比较恶劣, 拍出的图象受空气中粉尘影响较多, 产生很多噪声, 且由于矸石和胶带都为黑色, 边界区分比较模糊, 如果采用边缘检测的方法, 将产生一些假边缘和空白, 且在连接的过程中由于一些边缘不是很清晰, 会产生间断和空白, 这

直接影响了图象分割的效果。

因此,本文采用区域生长算法。但是,采用传统的区域生长算法很难将这些小的颗粒滤除掉,如果采取减小阈值的方法,则会产生欠生长;如果采取增大阈值的方法,则会产生过生长。在图象没有任何先验知识的情况下,要取得一个合适的阈值是比较困难的,在有些情况下甚至是不可能的。图2为阈值分别为10和50时采用传统区域生长算法时的矸石处理结果图。



图2 阈值为10和50时采用传统区域生长算法时的矸石处理结果图

从图2可看出,矸石图象分割结果出现了非常明显的欠生长和过生长现象。由于矸石现场的特殊性,拍出的有些图象甚至在1~70之间的任一阈值都不能达到满足处理条件的效果。

针对上述情况,本文提出了一种融合图象腐蚀和区域生长的图象分割算法,在处理图象的过程中,先对图象进行预处理,经过压缩和直方图均衡化,然后通过分析直方图选取适当的阈值。通过分析现场拍得的50张矸石图片的直方图,本文选择阈值为50。根据小于25 mm的颗粒都看做是噪声这一要求,选择图象腐蚀的半径为2,实际的处理结果证明,该半径选择效果很好。然后将图象腐蚀后的图象运用区域生长算法分割。具体步骤如下:

- (1) 对采得的原始图象进行图象压缩;
- (2) 对压缩的图象进行直方图均衡化;
- (3) 通过设定合适的腐蚀半径对原图象采取图象腐蚀处理;
- (4) 选择合适的种子和阈值对腐蚀后图象进行区域生长;
- (5) 将处理后的图象和原图象做“与”运算,得到边缘清晰的大块矸石图象。

根据上述步骤,笔者在Matlab7.0上做仿真,结果如图3所示。

从图3可看出,在未融合腐蚀算法之前,图象处理存在明显的过生长情况,而在融合了腐蚀算法之后,腐蚀后的图象轮廓清晰,可以有效地去除噪声和小颗粒的影响,对于区分大块矸石和小的颗粒有很好的效果。

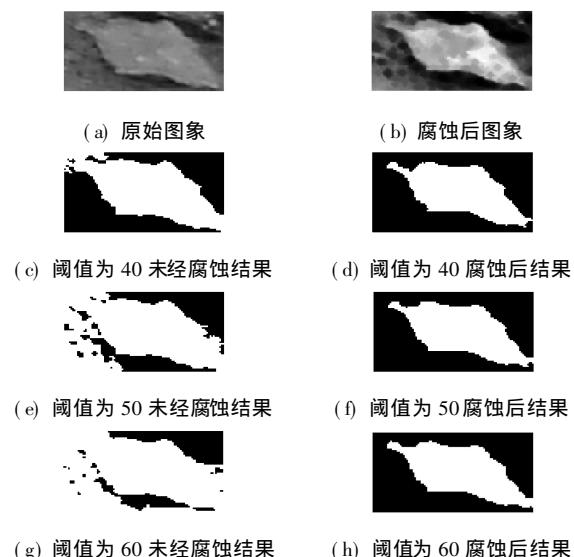


图3 采用融合图象腐蚀和区域生长的图象分割算法的矸石处理结果图

最后,对图象进行复原,结果如图4所示。这样有利于下一步对煤和矸石的区分。



图4 还原后的矸石图象

### 3 结语

本文提出的融合图象腐蚀和区域生长的图象分割算法,对于小颗粒去噪具有很好的效果,且得到的轮廓清晰、完整、准确,有效地避免了区域生长算法的过生长和欠生长问题,取得了很好的效果。仿真结果表明,经过图象腐蚀后,阈值可选择范围变大。由于矸石图象具有边缘区分不明显、矸石图象和背景图象像素相似度较高等特点,在本算法成功用于矸石图象分割之后,对其它边缘模糊的图象处理具有很好的参考和借鉴作用。

由于本文阈值选取主要依靠实际经验,设计一个适合每一张图片的自动阈值选取方法是下一步研究的重点。

### 参考文献:

- [1] RAFAEL C. Gonzalez Digital Image Processing Using Matlab [M]. 北京:电子工业出版社, 2004: 407~411.
- [2] 田浩, 葛秀慧, 王顶. 数字图象处理原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 109~111.
- [3] 朱秀昌, 刘峰, 胡栋. 数字图象处理与图象通信 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2002: 150~151.
- [4] LI W, HUANG H, ZHANG D. A Color Image

文章编号: 1671-251X(2009)12-0032-03

# 矿井高压电缆接头温度在线监测系统的研究\*

齐建伟，宋建成

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

**摘要:** 针对目前煤矿井下高压电缆接头运行可靠性差、故障发生率高的问题, 提出了一种矿井高压电缆接头温度在线监测系统的设计方案, 给出了系统整体结构, 详细介绍了系统硬件及软件的设计。实验结果表明, 该系统运行稳定、可靠性高, 各项指标满足国家煤炭行业标准和实际运行要求, 具有一定的实用价值。

**关键词:** 矿井; 高压; 电缆接头; 温度; 在线监测; 数据处理

**中图分类号:** TD608      **文献标识码:** A

## Research of On-line Monitoring System for Temperature of High voltage Cable Joint of Mine

QI Jianwei, SONG Jiancheng

(College of Electrical and Power Engineering of Taiyuan University of Technology,  
Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** To solve the problems of poor operation reliability and high fault probability of underground high voltage cable joint, the paper proposed a design scheme of on-line monitoring system of temperature of high voltage cable joint of mine, gave overall structure of the system, introduced design of hardware and software of the system in details. The experiment result showed that the system has advantages of stable running and high reliability and its each index meets with national standards for coal industry and actual operation requirements, which has a practical value.

**Key words:** mine, high voltage, cable joint, temperature, on-line monitoring, data processing

## 0 引言

随着大型煤矿矿井生产进度的不断深入, 井下高压供电网规模越来越大, 电缆接头数目越来越多, 电缆故障频频发生, 直接影响着煤矿的安全生产。据不完全统计, 电缆故障中, 70%以上是由电缆接头引起的。接触电阻、过负荷、恶劣环境等因素是造成

收稿日期: 2009-08-28

\* 基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAK29B05)

作者简介: 齐建伟(1979-), 男, 山西吕梁人, 太原理工大学电气与动力工程学院在读硕士研究生, 主要从事智能电器技术的研究工作。E-mail: qjianwei@163.com

电缆接头温度过高、引起电缆接头处绝缘老化或崩烧故障的主要原因。目前, 我国煤矿井下高压电缆检测常用的方法是工作人员定期巡检各个电缆接头的好坏, 这种方法可靠性低、实时性差, 严重制约着煤矿生产效率的提高。因此, 研究开发矿井高压电缆接头温度在线监测系统具有重要的现实意义。

本文介绍的矿井高压电缆接头温度在线监测系统包括2项关键技术: 一是制作智能终端采集温度数据, 选择合适的温度传感器安装在电缆接头处, 可采用平面或立体测量结构, 在设计和制作工艺上采用全密封、屏蔽接地、高压吸收隔离等措施, 确保数据采集的安全、稳定和高精度; 二是开发监测软件, 通过图形、表格、报警等方式将电力电缆接头的温度

- Segmentation Method Based on Automatic Seeded Region Growing [C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, 2007: 1925-1929.  
[5] 韩磊. Matlab在数字图象处理中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2008(1).  
[6] 赵建平, 李捍东. 基于DSP的图像处理系统的应用研究[J]. 自动化技术与应用, 2008(11).