

# 基于图像处理的堆积物计数方法研究

肖 鹏, 闫建国, 赵元伟

(西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安 710129)

**摘 要:** 目前堆积物数目的计算仍停留在比较低的水平, 主要靠人工来完成, 这项工作机械单调, 而且容易出现误差。为了研制自动化程度较高的计数系统, 提出了一种基于数字图像处理的自动计数方案, 重点放在对图像处理的算法研究与实现上。采用棋子的图像作为堆积物研究对象, 通过数码照相机对其进行拍照, 然后经过图像灰度转换, 图像增强, 图像二值化, 图像的形态学操作, 连同区域标记以及参数提取, MATLAB 软件计算出来的结果表明该方法能够对棋子数目进行较为精确的检测。该算法精准方便且易实现, 很好地解决了堆积物数目的自动计数问题, 可以结合其他算法投入到生产实践中。

**关键词:** 自动计数; 数字图像处理; MATLAB; 数目检测

**中图分类号:** TP39

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2013)09-0182-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.046

## Research on Counting Methods of Deposits Based on DSP

XIAO Peng, YAN Jian-guo, ZHAO Yuan-wei

(College of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

**Abstract:** The level of the calculation of the number of deposits remained relatively low. It is often calculated manually and this mechanical and dull job is prone to errors. In order to develop a high automatic counting system, a plan which is based on digital signal processing is put forward and the algorithms and implementations of the image processing are the focuses. Have chess pieces as deposits and take the photograph of them using the digital camera, and then after the image grayscale conversion, image enhancement, binarization, image morphology operations, regional tags and parameter extraction, achieve the exact detection of the number of pieces under the help of MATLAB. This method is precise, convenient and easy to realize, so it can be combined with other algorithms to be put into practice.

**Key words:** auto-counter; digital image processing; MATLAB; detection of the number

## 0 引言

目前, 堆积物数目统计大都采用人工方法来计量。比如棒材生产和钢管生产, 成品的计量通常需要现场工人手工进行。通常都是采用油漆或颜料来进行标记以区分分数后和未计数的棒材或钢管, 可即便这样也只能得出一个不精确的结果, 厂方还需要专门的技术人员采用专门的技术或仪器如钢筋点支计数仪来进一步检验计数的准确程度。这样的计数过程枯燥费时, 还容易出错, 非常不方便。

针对目前对于堆积物数目统计现状, 研究一种识别率高、计数准确的方法有着极为重要的现实意义。目前有基于 hough 变换法<sup>[1-3]</sup>以及基于存在概率图的圆的检测<sup>[4-6]</sup>来达到计数的目的, 但结果不够准确、快

速。文中综合以上研究的优缺点, 通过对堆积物进行图像采样, 并对采样后的图像进行处理和数目统计, 完成了运用图像处理技术对堆积物进行自动化计数的研究。研制这样的计数系统能有效地提高计数效率, 降低错误率, 不仅具有一定的理论意义, 同时还有良好的市场前景。

## 1 自动化计数系统的设计

设计的系统如图 1 所示, 由相机采集图像输入笔记本电脑, 由计算机中的 MATLAB 软件进行图像的处理, 实现计数功能并输出结果<sup>[7-8]</sup>。

图 2 为堆积物端面图像处理和计数的流程。这样的设计简单易行, 且有良好的实用性和可移植性。

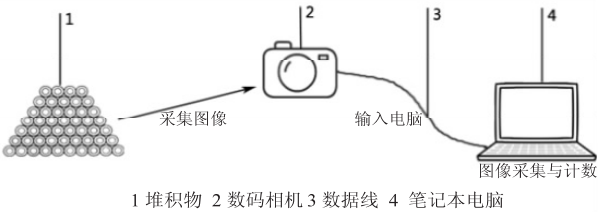


图1 堆积物端面图像采集和处理系统

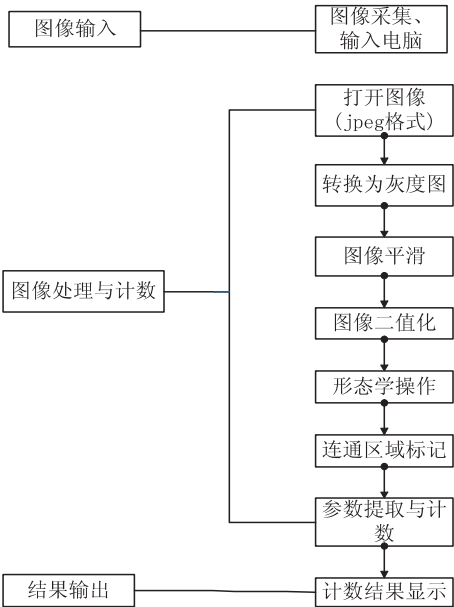


图2 计数系统流程图

48	22	26	37	10	27	43	30	36	45	47	28	39	34	35	41	43	46	42	42	30	19	48	36
20	45	23	40	35	25	47	24	25	15	35	22	45	24	17	36	15	12	32	25	27	21	31	48
49	18	47	40	33	11	37	28	29	22	31	23	36	22	24	19	21	48	23	34	31	22	36	41
47	28	23	46	31	44	18	44	36	34	55	32	15	18	15	33	30	29	26	29	45	33	25	52
23	45	35	34	12	19	36	30	43	23	14	26	49	36	44	20	18	11	51	12	22	41	43	11
45	47	14	23	54	17	29	17	17	30	20	25	39	33	44	41	30	21	37	41	29	39	17	30
29	45	30	49	39	47	42	7	68	27	21	12	19	36	23	43	34	25	18	5	53	35	37	37
51	42	22	27	27	36	42	39	44	32	23	12	24	37	27	60	32	49	18	49	32	28	22	47
30	25	27	27	25	39	24	28	29	9	43	37	20	9	28	35	31	50	37	42	37	48	52	43
55	48	26	11	19	25	43	35	16	20	42	31	34	14	56	44	86	45	97	73	66	72	98	65
35	23	33	24	16	19	39	42	17	56	53	55	48	61	85	97	83	89	93	105	93	121	93	112
65	4	34	18	35	49	15	36	37	52	68	54	87	95	117	105	112	97	118	117	120	119	136	111
36	36	21	55	52	22	40	34	45	68	83	87	109	112	117	104	146	111	137	126	107	117	116	101
34	35	30	33	44	33	41	67	97	120	106	98	136	128	111	122	115	123	115	114	126	112	112	125
34	29	49	30	41	89	106	115	110	81	97	123	114	112	111	108	115	109	112	132	109	100	129	109
41	27	59	73	83	95	112	110	115	98	120	109	122	114	118	112	130	129	129	108	121	122	128	119
32	28	36	89	116	119	112	106	109	105	116	117	127	116	140	136	127	137	116	122	114	116	122	137
30	37	80	106	106	103	118	112	100	115	115	117	124	96	118	140	99	111	108	106	126	124	114	128
39	66	89	93	107	115	103	136	135	132	106	109	126	128	132	126	92	128	109	127	115	117	108	109
46	79	95	98	101	98	117	120	128	121	124	117	123	116	115	121	123	121	119	139	121	121	111	131
86	102	99	90	122	107	124	101	104	121	129	133	108	112	125	127	115	116	132	108	121	122	120	111
89	102	99	111	78	120	119	123	119	106	110	127	120	109	132	135	124	128	134	134	120	120	106	132
98	115	98	93	114	99	123	99	127	108	102	123	121	137	131	120	128	124	121	123	115	152	136	102
112	112	115	131	114	118	126	92	109	105	108	123	102	99	124	126	126	119	115	112	136	112	116	139
84	127	104	111	103	116	123	110	119	115	126	114	117	116	126	119	110	122	139	123	124	116	132	129
118	116	94	115	95	112	104	114	92	124	112	111	117	97	126	121	119	115	114	127	137	112	119	122
118	112	94	114	136	109	120	103	102	137	114	114	124	122	119	110	116	112	128	131	118	118	93	122
129	108	108	109	108	94	123	104	123	108	115	112	118	111	114	120	117	123	119	129	130	112	116	114

2.2 堆积物图像的灰度转换

堆积物端面图像是彩色的，得用含  $R$  (红)、 $G$  (绿)、 $B$  (蓝) 三个基色分量的色彩格式来存储和表示，数据量大，计算繁琐。事实上，色彩对堆积物计数的结果并没有影响，所以可以对堆积物图像进行灰度化处理，处理后的图像每个像素点只有一个值，用一个

2 堆积物端面图像的采集与处理

2.1 堆积物端面图像的采集

图3是利用棋子作为堆积物端面图像，用黑色鼠标垫作为黑色背景，以鼠标垫的大小作为整个的背景大小，利用数码相机选择合适的光线对它们进行拍照的结果。

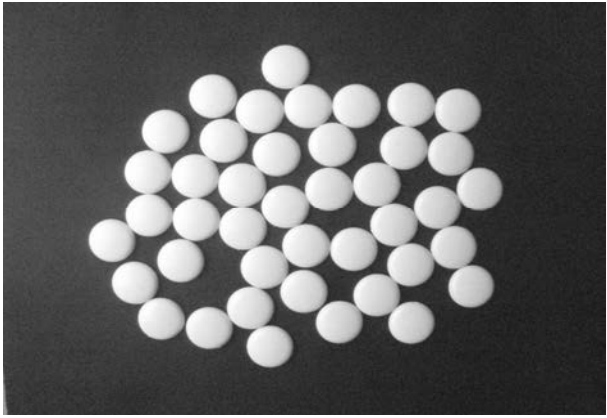


图3 堆积物端面图像

拍照显示出来的图像是连续的模拟信号，需要转化为离散的数字信号计算机才能存储和传输，这一般称为图像的预处理阶段。文中采用标量量化中的均匀量化方法，转化的数字图像采用二维矩阵来表示。

如下是棋子图像的局部在计算机中的矩阵表示。

矩阵就可以表示出来。

MATLAB 中 `rgb2gray()` 函数可以实现图像灰度化，由于 RGB 图的每个像素的颜色可以用三维空间的一个点来表示，而 Gray 图的每个像素的颜色可以用直线  $R = G = B$  上的一个点来表示。所以该指令的实质是过  $rgb$  空间的一个点向直线  $R = G = B$  做垂线，并且有

$$\text{Gray} = 0.299\,00 \times R + 0.587\,00 \times G + 0.114\,00 \times B.$$

在此例中,由于堆积物端面采集出来的图像本来就没有彩色成分,所以对图 3 进行灰度化处理后的图从外观上并没有什么直接变化。不过在内存中存储的数据量却减少了,为图像的进一步处理节省了空间和时间。

2.3 堆积物图像增强

相机拍照获得的图像必然会因各种干扰而含有噪声,如光噪声、热噪声、抖动噪声等。这些噪声使图像模糊,有时甚至会淹没了端面的主要特征,基于这样的图像分析会很 inaccurate。采用图像增强处理的方法,可以改善图像质量,减少甚至去除噪音影响,对抽取堆积物端面特征针对性分析很有帮助。文中采用中值滤波方法进行图像增强处理,这种方法采用非线性滤波去噪,实际使用较为方便<sup>[9-10]</sup>。

设  $f(x,y)$  表示数字图像像素点的灰度值,滤波窗口为  $A$  的中值滤波器可以定义为:

$$g(x,y) = \text{Med} \{f(x,y)\}_{(x,y) \in A}$$

中值滤波是一个非线性的操作。邻域的大小决定在多少个数值中进行求中值操作,窗口形状决定了在什么样的几何空间中取元素计算中值。

在 MATLAB 图像处理工具箱中,函数 medfilt2 用于实现中值滤波。调用格式为:

$$B = \text{medfilt2}(A)$$
  
最终效果如图 4。

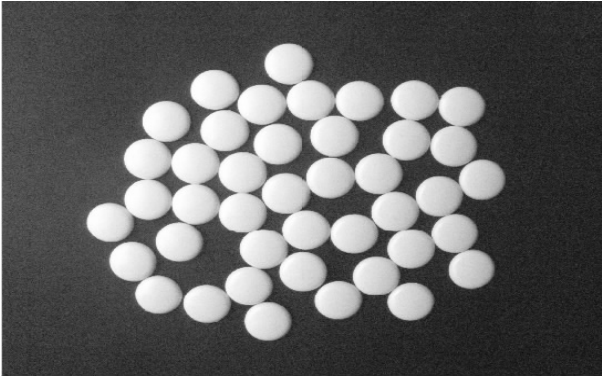


图 4 中值滤波效果

2.4 堆积物端面图像二值化

灰度图像依然有 0~255 共 256 级,如果将灰度仅置为 0 或 255,即明显的黑和白,便于用二值的布尔逻辑运算来组合或分割图像,能更好地简化运算。具体方法是选取一个阈值,高于此值的是目标或研究对象,取值为 1,而将其余的都认为是背景,取值为 0。阈值的选取很重要,选值不当很可能会造成目标和背景的误判。文中采用最大类间方差法 (OTSU 法) 计算图像二值化的自适应阈值<sup>[11-12]</sup>。

在 MATLAB 图像处理工具箱中用 graythresh() 函

数来实现计算图像的二值化的自适应阈值。其调用格式为:

$$\text{level} = \text{graythresh}(A)$$
  
用 im2bw() 函数来实现灰度图像的二值化处理。调用格式为:

$$B = \text{im2bw}(A, \text{level})$$
  
图 5 为堆积物图像二值化后的结果。

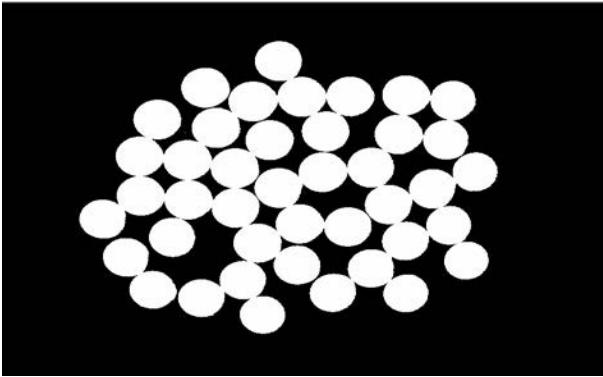


图 5 图像二值化

2.5 堆积物图像的形态学操作

由图 5 可以看出,二值化处理后的图像,棋子之间交错粘合,边缘有所覆盖和重叠,较难提取单个棋子的端面特征。这时可以采用积分微分或傅里叶变换和小波变换等数学方法来进一步消除噪音,优化轮廓,不过这些方法需要将图像信号变换到其他域中。文中利用数学形态学操作实现对二值图像进一步的增强,较为直观方便易于理解。数学形态学的基本运算有 4 个:膨胀、腐蚀、开运算和闭运算;2 个基本变换:击中与击中不中变换<sup>[13-15]</sup>。

定义结构元素:  
$$\text{se} = \text{strel}('disk', 70)$$
  
在 MATLAB 图像处理工具箱中用 imerode() 函数来实现对钢筋二值图像的腐蚀运算。调用格式为:

$$B = \text{imerode}(A, \text{se})$$
  
腐蚀运算能使图像中的单片区域变小,从而分离目标与噪音,如图 6 就是用腐蚀运算对棋子图像进一步操作的结果。

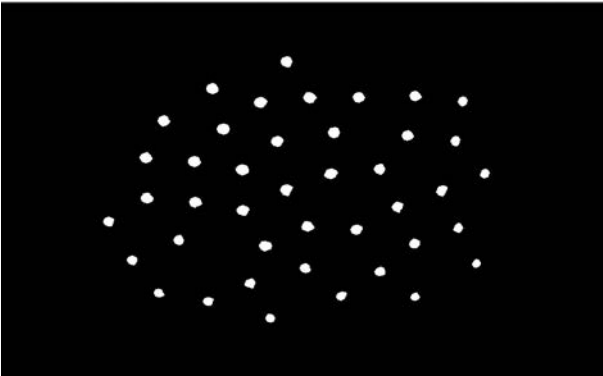


图 6 形态学操作效果图



由图可以看出,每个棋子都被分割成孤立的连通的平滑区域。

## 2.6 堆积物端面二值图像连同区域标记与计数

棋子图像经过以上各步的处理以后,只剩下黑白的目标和背景了,而且棋子被分成了很多白色的区域。但是一个白色的大区域可能有两个或以上的棋子,而有的很小的白色区域可能是噪声,没有棋子。因此这里需要采用连通区域标记的方法来判断每个白色的目标区域。

用唯一的标记值来标记同一区域,等所有区域都标记完成后,计算各个连通区域的面积并提取像素点数等相关参数来识别图像,最后才能得出棋子的计数算法<sup>[16]</sup>。

在 MATLAB 图像处理工具箱中用 `bwlabel()` 函数来实现对棋子端面二值图像的连通区域标记。调用格式为:

$[l,n] = \text{bwlabel}(A,4)$

$[l,n] = \text{bwlabel}(A,8)$

此时, $n$ 的值就是棋子的数目,在此例中 $n=42$ ,这与实际的人工计数结果是一致的。

## 3 结束语

文中搭建了基于端面图像处理的堆积物自动化计数系统,对端面图像进行灰度转换、图像增强、二值化、图像腐蚀、连通区域标记和特征参数提取等图像处理技术,实现了堆积物的自动计数功能。文中设计的技术方法实用性强,抗干扰性强,操作简单,结果准确,能较好地满足工业要求,但也存在一些不足:如文中开发的计数系统不能精确实现如多边形等不规则形状的堆积物的计数问题,实际中目标与背景对比度小、雨天雾天图像采集、堆积物多且摆放凌乱的问题都应该考虑进去,自动计数系统才能进一步推广应用到工程实践中去。

## 参考文献:

- [1] 夏磊,蔡超,周成平,等.一种用 Hough 变换检测圆的快速算法[J]. 计算机应用研究,2007,24(10):197-199.
- [2] Roger S P. 软件工程:实践者的研究方法[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [3] Paulk M C, Weber C V, Garcia S M, et al. Key practices of the capability maturity model[M]. [s. l.]: [s. n.], 1993.
- [4] 张运楚,王宏明,梁自泽,等.基于存在概率图的圆检测方法[J]. 计算机工程与应用,2006(29):49-51.
- [5] Duda R O, Hart P E. Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures[J]. Communications of the ACM, 1972, 15(1):11-15.
- [6] Guil N, Zapata E L. Lower order circle and Ellipse Hough Transform[J]. Pattern Recognition, 1997, 30(10):1729-1744.
- [7] 张强,王正林.精通 MATLAB 图像处理[M]. 北京:电子工业出版社,2012.
- [8] 朱习军. MATLAB 在信号与图像处理中的应用[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [9] 杨琛.彩色图像自适应中值滤波的研究与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2008.
- [10] 韩金玉,王守志.基于噪声特征和矢量中值滤波的彩色图像去噪算法[J]. 计算机应用,2009,29(9):2418-2419.
- [11] 刘健勤,郑南宁.基于区域特征的自适应图像分割方法[J]. 电子学报,1995(7):98-101.
- [12] 陈修桥,胡以华,黄友锐.基于二维最大相关准则的图像阈值分割[J]. 红外与毫米波学报,2005,24(5):397-400.
- [13] 崔屹.图像处理与分析-数学形态学方法及应用[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [14] 周龙.基于数学形态学的储粮害虫图像边缘检测算法研究[J]. 微计算机信息,2005(3):224-225.
- [15] Delrieux C. Boundary Extraction Through Gradient-based Evolutionary Algorithm[J]. Journal of Computer Science and Technology, 2003, 3(1):7-12.
- [16] 阮秋琦.数字图像处理学[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [17] 郝小卫,章陶,李磊.基于逻辑规则的语义缓存查询处理优化技术[J]. 计算机学报,2005,28(7):1096-1103.
- [18] Ahmad M, Asghar S, Qadir M A, et al. Graph based query trimming algorithm for relational data semantic cache[C]// Proc. of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. [s. l.]: [s. n.], 2010:47-52.
- [19] 李东,叶友,谢芳勇.语义缓存查询裁剪优化[J]. 计算机应用研究,2008,25(12):3605-3609.
- [20] 蔡建宇,吴泉源,贾焰,等.语义缓存的聚集查询匹配研究[J]. 计算机研究与发展,2006,43(12):2124-2130.
- [21] 向阳,杨树强,蔡建宇,等.基于大规模事务处理系统的中间层语义缓存技术的研究[J]. 计算机应用,2005,25(8):1843-1845.
- [22] 李东,叶友,杨小鹏,等.基于增量聚类的语义缓存替换策略[J]. 计算机应用研究,2008,25(12):3610-3613.
- [23] 吴婷婷,章文嵩,周兴铭,等.语义缓存的最小权值项 LWI 替换策略[J]. 计算机研究与发展,2003,40(8):1223-1229.
- [24] 周红静,杨金民.基于语义缓存的粒度自适应一致性维护策略[J]. 计算机系统应用,2012,21(7):164-167.
- [25] 李东,袁应化,叶友,等.基于属性更新的语义缓存一致性维护算法[J]. 华南理工大学学报,2009,37(5):139-144.

(上接第 181 页)

plinary Science and Technology. [s. l.]: [s. n.], 2008:192-197.

基于图像处理的堆积物计数方法研究

作者：[肖鹏](#)，[闫建国](#)，[赵元伟](#)，[XIAO Peng](#)，[YAN Jian-guo](#)，[ZHAO Yuan-wei](#)  
作者单位：[西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安, 710129](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(9)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201309046.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201309046.aspx)