

文章编号:1001-5078(2007)03-0281-04

图像识别技术在油井射孔质量检测中的应用

王 敏, 李启堂, 徐继涛, 丁书斌

(大连理工大学精密与特种加工教育部重点实验室, 辽宁 大连 116023)

摘 要:将先进的图像识别技术应用到油井射孔质量检测当中而彻底改变传统的根据子弹发射情况来判断射孔状况的落后方法。对井下射孔图像进行特定预处理之后用判断圆周长、面积等信息的方法来对射孔数量进行检测;并且利用不同线的三点确定一个圆的几何特性建立快速、准确的射孔位置识别算法,对射孔各参数做出进一步判断。形成了一个基于 VC++ 6.0 平台,并融合数字图像处理技术为一体的完整质量检测系统。模拟实验表明,该系统实时性好、所检测参数充分并且准确度较高,可以应用到射孔检测当中去。

关键词:油井射孔;图像识别;VC++ 6.0;数字图像处理

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

Application of Image Identification to Quality Detecting of the Well Perforation

WANG Min, LI Qi-tang, XU Ji-tao, DING Shu-bing

(Key Laboratory for Precision and Non-traditional Machining Technology of Ministry of Education,
Dalian University of Technology, Dalian 116023, China.)

Abstract: Using the technology of image identification in quality detecting to the well perforation, the unenlightened method of observing the bullets-shooting status is thoroughly changed. After specific pretreatment for the well perforation image, the method of estimating the perimeter and area information can be used to detecting the amount of the perforation. Then a fast and exact positional identification method is gotten, through the principle that the characters of three points can define a circle, to detect other parameters of the perforation. An integrated system is formed, based on the VC++ 6.0 and together with the technology of digital image manipulation. The simulating results also show that the system has a good real time and the recognition result is also good. This method can be used to detect the image of perforation.

Key words: well perforation; image identification; VC++ 6.0; digital image manipulation

1 引 言

油井射孔是石油开采的一项关键技术,其可实现井筒和预测全部产油层之间的连通。随着石油资源的地位越来越重要,为降低成本,提高开采率,对射孔的质量要求也越来越高,这就使射孔质量的检查已变得至关重要。在以往的油田射孔质量检测当中,仅仅只是对射孔枪上射孔弹的发射情况以及弹壳情况来做出判断。这种方法过于粗糙,不但计数

方面误差大,数据可靠性不高,而且根本无法实现对射孔位置的检测。虽也有人利用测井资料对射孔进行分析,但也只是测井资料分析过程中的很小一部分,并没有达到实时精确的程度,也就无法为提高石油产量提供快速有效的参考。

作者简介:王 敏(1981-),男,硕士,主要从事图形图像处理研究工作。E-mail:wangmin266@163.com

收稿日期:2006-08-31

本文在已有的经验和条件下,实现了基于VC++6.0平台的全新的图像识别系统对射孔质量进行实时精确的检测,图像识别技术的涵义很广,主要指通过计算机,采用数学技术方法,对一个系统前端获取的图像按照特定目的进行相应的处理,包括诸如条码识别^[1]、生物特征识别^[2-3]技术、智能交通中的动态对象识别^[4]、手写体识别^[5]等。随着数字图像处理技术的发展和实际应用的需求,出现了图像的模式识别^[6],即将经过预处理、图像分割、特征描述等提取有效的特征,进而加以判决分类的方法。射孔检测系统识别的对象是射孔,即对射孔的位置大小和数目的判断。要求一方面对图像面积和周长进行识别以确定数目,另一方面还得确定射孔的位置和大小。为了提高实时性和精确性,按上面的要求系统检测分为两步进行。

2 射孔图像的特征提取及数量的识别

由井下电视成像测井中超声波测井技术^[7-8]采得的射孔图像,通过对它进行图像规格化、灰度处理、图像增强、图像分割、边缘检测等预处理手段,得到射孔图像比较理想的基本信息,再对射孔图像进行特征提取和识别。应用于模式识别中的数字图像特征提取的方法很多,有一阶灰度统计量的特征提取、纹理特征的提取^[9]、几何特征等^[10]。本文主要用到了灰度统计量的特征提取,即面积特征提取和周长提取。

2.1 面积特征提取

为了表征待考察区域的整体外形,以区别于其他干扰,对射孔图像进行面积特征提取。在此用理想的预处理之后的射孔图像(如图1中白色区域)来阐述其原理。

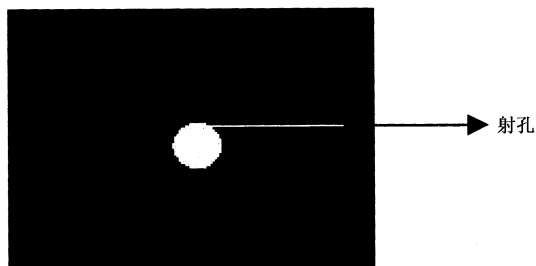


图1 射孔图像

Fig.1 image of well perforation

在图上形成的射孔图像,其面积可描述为:

$$S = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中, S 为该图像基元即所考察区域中整个白色部分的面积,单位为像素; n 为该图像基元所包含的像素个数; Q_i 为每个像素的面积。

2.2 周长模型

用周长模型来表征待测模式中所有边缘像素之间相互的位置关系和射孔的基本外貌特征,边缘像素 A 与相邻像素的可能位置关系有以下8种,如图2所示。

a	b	c
d	A	e
f	g	h

图2 相邻边缘像素间的位置关系图

Fig.2 image for positions of neighbored pixels at edge

即: $A \rightarrow a, A \rightarrow b, \dots, A \rightarrow h$ 。将待测基元图像边缘的各种位置关系的距离之和表示为:

$$C = \sum_{i=0}^i l_1 + \sum_{j=0}^j l_2 + \dots + \sum_{m=0}^m l_8 \quad (2)$$

其中, $l_1, l_2, \dots, l_8$ 分别表示相邻像素不同位置关系之间的经验距离; C 为待识别图像边缘的周长; $i, j, \dots, m$ 为分别表示该种位置关系的像素个数。

2.3 射孔数量的识别

当用上述面积和周长模型统计出单个基元的面积和周长后,采用模式匹配识别的方法对射孔逐个进行匹配,对符合要求的射孔图像进行统计从而确定其整体数量。在图像特征提取时,按照上述原理,可分别得到 n 个独立射孔图像的面积与周长,设周长集合为 $C: \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$,设面积的集合为 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 。 C', S' 分别表示射孔最小可接受尺寸(就是认为只要不小于这个指标,就说明射孔大小已经达到要求)的模板周长和面积。然后按照以下决策关系式进行判别:

如果 $C_i - C' \geq 0$ & $S_i - S' \geq 0$,那么第 i 个图像基元为符合要求的射孔,统计符合要求的射孔数量计数器加1;否则,将其视为噪声或者不满足要求的射孔,予以剔除。为了保障射孔的质量,必须是周长和面积同时满足要求才能是符合要求的射孔。最后计数器中得出的数值就是符合要求的射孔数量。

3 射孔图像的位置识别

本系统在处理射孔位置参数时,充分利用了圆的几何性质,将参数个数、计算过程进行了简化,降

低了资源占用和计算复杂度,大大提高了处理速度,为实时性提供了可靠的保障。下面详细叙述圆心、半径的确定方法。

在圆 C 上选取 K, L, M 三点(我们称之为一个点组),构成互不平行的弦: KL 和 LM ,如图 3 所示。根据圆的几何性质,弦 KL 的中垂线 l_{kl} 与弦 LM 的中垂线 l_{lm} 会相交于圆心 C 。令 K, L, M 三点的坐标分别为 $(x_k, y_k), (x_l, y_l), (x_m, y_m)$,则易知 l_{kl} 和 l_{lm} 的方程分别为:

$$l_{kl}: y = k_{kl}x + b_{kl} \quad (3)$$

$$l_{lm}: y = k_{lm}x + b_{lm} \quad (4)$$

其中, $k_{kl} = \frac{x_l - x_k}{y_k - y_l}, b_{kl} = \frac{y_k - y_l - k_{kl}(x_k + x_l)}{2}$;

$$k_{lm} = \frac{x_m - x_l}{y_l - y_m}, b_{lm} = \frac{y_l - y_m - k_{lm}(x_l + x_m)}{2}。$$

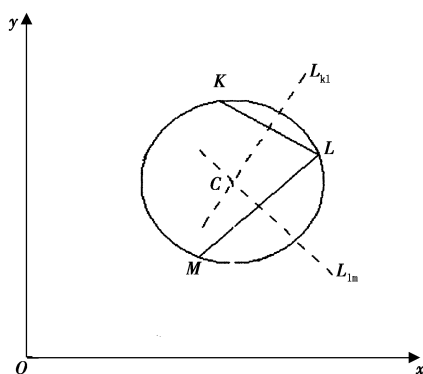


图3 位置确定原理图

Fig.3 theoretical graph of position confirming

联合式(3)和式(4),可以得出由 K, L, M 三点确定的圆的圆心 $C(a_{klm}, b_{klm})$,和半径 r_{klm} 的值:

$$a_{klm} = \frac{b_{lm} - b_{kl}}{k_{kl} - k_{lm}} \quad (5)$$

$$b_{klm} = k_{kl}a_{klm} + b_{kl} \quad (6)$$

$$r_{klm} = \sqrt{(x_k - a_{klm})^2 + (y_k - b_{klm})^2} \quad (7)$$

由 K, L, M 三点可以确定唯一圆的一组参数 $(a_{klm}, b_{klm}, r_{klm})$ 。

为了保证精度的要求,可以在圆周上采集 20 个以上的点组,然后对求出的三个参数值进行平均取值,就可以得到一个参数的均值。

利用以上方法,可对每个圆依次求出其三个参数值,其中圆心坐标就是所要求的位置参数。再对照换算表,就可以得出圆的位置在油井的实际射空位置。而半径就可以知道射孔的大小,也就是射孔的质量好坏。

4 实验与讨论

为了便于比较和更好的验证系统各方面的性能,实验分析时采取了汇聚各种典型情况的模拟图像(见图 4),其图像分辨率为 230×160 像素,灰度级为 256,其他参数在实验表格中详述。本实验是在 Pentium(R) 4 CPU 2.20GHz,内存为 256MB 的 PC 机上,用 VC++6.0 编程实现的。

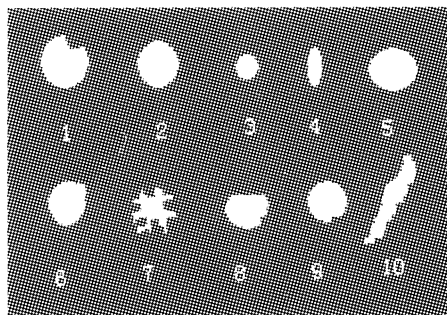


图4 待检测射孔图像

Fig.4 image of perforation for estimating

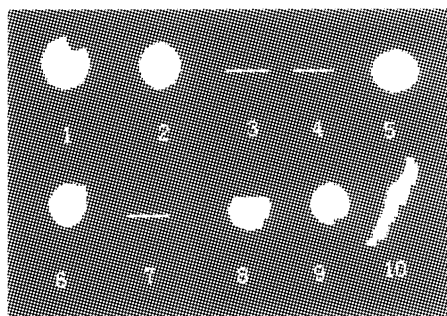


图5 有效射孔图像

Fig.5 image of valid perforation

根据上述方法,在射孔质量自动检测系统中作了射孔图像面积和周长的提取比较,以及对符合要求的射孔作了位置确定,得到数据如表 1 所示(其中 T 表示符合要求, F 表示不符合要求)。

模拟试验表明,系统基本符合测试要求,很好的反映了射孔各方面的质量情况,以及达到了对位置的确定。图 5 为经过系统处理之后的图像,其中 3、4、7 等三个图像在此图上没有显示,是由于这些图像不符合要求,被系统剔除了。其中 3、4 主要是因为面积周长都达不到要求,其误差太大而被剔除,而 7 图像虽然周长符合要求,但是面积不符合要求,所以仍然被剔除掉。在此系统没有对射孔图像的具体圆度及缺损情况做出要求,所以本来是裂缝的孔 10 因为同时满足了周长和面积的要求,虽然不是射孔但仍然没有被剔除掉,而发生了误判的情况。不过这种情况不会对产油量多少有很大的影响,为系统误差允许。

表 1 各基元图像面积周长比较及位置测试表(单位:像素)
Tab. 1 testing results for the comparing of the areas and lengths and the position of each element(unit:pixel)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
待测基元面积	530	420	160	170	400	410	340	360	380	385
模板面积	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
面积差	180	70	-190	-180	50	60	-10	10	30	35
面积是否合格	T	T	F	F	T	T	F	T	T	T
待测基元周长	81.64	72.63	44.83	46.21	70.88	75.76	85.35	66.85	69.09	73.54
模板周长	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
周长差	16.64	7.63	-19.17	-18.79	5.88	10.76	20.35	1.85	4.09	8.54
周长是否合格	T	T	F	F	T	T	T	T	T	T
射孔是否有效	T	T	F	F	T	T	F	T	T	T
识别出有校射孔数	7									
理论位置 X 坐标	23	69	115	161	207	23	69	115	161	207
理论位置 Y 坐标	30	30	30	30	30	110	110	110	110	110
实际位置 X 坐标	25	70			205	24		125	170	204
实际位置 Y 坐标	28	30			32	105		117	106	105

5 结 论

本文针对油田射孔检测的实际需要,提出了一套基于 Vt++6.0 平台并融合数字图像处理技术为一体的完整质量检测系统。对井下射孔图像进行预处理之后进行基元周长、面积等信息的测定,并制定合理的模板,用模式匹配识别的方式来判断射孔数量以及利用两条相交弦的中垂线交点为圆心的方法进行射孔位置的检测。系统改变了以往落后的简单依靠子弹发射情况来判断射孔状况的方法。模拟试验表明,系统能够快速准确的对射孔图像进行识别。并且在最后给出了各种参数值,直观明了。只要图像的预处理到位以及模板参数合适,系统就能为油井工作人员对补射等操作做出实时有效的判断提供保障,可以缩短石油开采的周期。完全可以应用到射孔实际检测当中去。

当然和许多其他系统一样,该系统也有其局限性。本系统在同时符合面积和周长模板参数匹配模式时,没有做出一个图像形状上的判断,从而导致了在面积和周长正好符合要求的诸如裂缝一类的干扰也被误判为射孔。虽然小的误差允许存在,但这种不良现象仍需在今后的工作当中加以改进。

参考文献:

[1] Kuroki M, Yoneoka T, Satou T, et al. Bar-code recogni-

tion system using image processing [A]. Emerging Technologies and Factory Automation Proceeding [C]. 1997. ETFA '97, 1997 6th International Conference on 9 - 12 Sept: 568 - 572.

[2] Shiguang Shan, Wen Gao, Debin Zhao. Face recognition based on face - specific subspace [J]. International Journal of Imaging Systems and Technology, 2003,13(1): 23 - 32.

[3] Katsuyuki Machida, Hiroki Morimura, Satoshi Shigematsu, et al. Fingerprint sensor LSI [J]. Electronics and Communications in Japan (Part II: Electronics), 2004, 87(3): 29 - 38.

[4] Murray J, Liu Y. Hortatory operations in highway traffic management [J]. Systems, Man and Cybernetics, Part A, IEEE Transactions on, 1997 27(3): 340 - 350.

[5] Joe Ito, Hiroyuki Egashira, Yasuhisa Okazaki, et al. Development of an online handwritten character recognition module on WWW client and its implementation in a WWW-based intelligent tutoring system [J]. Systems and Computers in Japan, 2002, 33(2): 12 - 21.

[6] Azriel Rosenfeld, Harry Wechsler. Pattern recognition: Historical perspective and future directions [J]. International Journal of Imaging Systems and Technology, 2000, 11(2): 101 - 116.

[7] 蔡丽斌,屈万里,鲁放,等. PLD 在数字超声电视地面通信系统中的应用 [J]. 测井技术, 2000, 24(1): 71 - 73.

[8] 余国华,屈万里,王国平,等. 井下电视配接 ERA2000 成像测井地面系统的设计与实现 [J]. 石油仪器, 2002, 16(4): 18 - 22.

[9] Jeffrey D Blume. Likelihood methods for measuring statistical evidence [J]. Statistics in Medicine, 2002, 21(17): 2563 - 2599.

[10] 郭业才,赵俊渭. 非对角切片谱法提取平方相位动态耦合信号研究 [J]. 数据采集与处理, 2003, 18(3): 258 - 262.