

〈图像处理与仿真〉

## 基于动态阈值分割的目标提取技术

刘 杰<sup>1</sup>, 安博文<sup>1,2</sup>

(1.上海海事大学, 上海 200135; 2.中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

**摘要:** 如何从背景中提取目标信息是图像处理时经常遇到的技术难题。从火腿肠生产线质量检测遇到的实际问题出发, 提出一种结合动态阈值分割、数学形态学和边缘检测的方法, 实时检测图像中的异物信息。实验结果表明, 该方法能快速检测目标信息, 满足实际生产要求。

**关键词:** 动态阈值分割; 数学形态学; 边缘检测; 目标提取

**中图分类号:** TP751.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-8891(2008)12-0706-03

## Object Extraction Technique Based on Dynamic Threshold Segmentation

LIU Jie<sup>1</sup>, AN Bo-wen<sup>1,2</sup>

(1.Shanghai Maritime University, Shanghai 200135, China; 2.Shanghai Institute of Technical Physics, Shanghai 200083, China)

**Abstract:** How to extract object information from background is a technical problem in digital image processing. Aiming at sausage detection of the production line, a method combined with dynamic threshold segmentation, mathematical morphology and edge detection technique has been proposed. It can identify the abnormal information in image and judge the production qualified or not. According to the experiment result, the method proposed in this paper can detect the object information fast and can meet the practical requirement.

**Key words:** dynamic threshold segmentation; mathematical morphology; edge detection; object extraction

### 引言

在数字图像领域的研究和应用中, 人们感兴趣的往往只是图像中的某些特定部分, 在对图像进行处理的过程中, 可以根据目标的灰度特性、几何特性与背景对比特性等先验知识, 将具有目标特征的区域从图像中提取出来, 以便后续的处理和研究。在火腿肠制造工业中, 如何准确快速检验生产的火腿肠是否合格是困扰厂商的难题。目前, 通用的检测方法是在流水线上安装红外照相机, 对火腿肠进行实时拍照, 如果火腿肠中有异物混入, 该产品即为不合格产品, 对应图像灰度值会明显低于正常值; 如果火腿肠中没有混入杂物, 除两端包装铁丝引起的低灰度值外, 图像其他部位灰度值基本均匀一致。本文从图像处理角度提出如何在线检测火腿肠质量是否合格以及排除包装铁丝引起虚警的解决方法。

### 1 方案设计

本方案是针对红外拍摄的灰度图像而设计, 根据处理先后顺序可分成动态阈值分割、包装绳处理、对比度增强、边缘检测、异物突出 5 个步骤, 图 1 是人为设置异物的测试图像。下面对该方法各步骤进行详细说明, 并分别给出每步的处理结果。

#### 1.1 动态阈值分割

从灰度等级上看, 图像信息由大面积背景灰度信息和火腿肠信息构成, 而火腿肠信息上叠加有异物信息。从工程需要角度看, 只有深色(低灰度值)处为异物, 需要提取该处位置, 标示产品不合格; 从图像处理角度上看, 火腿中肥肉(白色、高亮度处)以及异物部分(低灰度值)都偏离火腿平均灰度值, 尤其是两端包装铁丝对应的灰度值与异物低灰度具有相似性, 这对于检验产品是否合格带来困难, 容易产生虚警误报。

收稿日期: 2008-06-22.

作者简介: 刘杰, 男(1985-), 硕士研究生, 研究方向为数字图像处理。

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)(编号: 2007AA12Z152), 上海市教委课题(编号: 06FZ003)

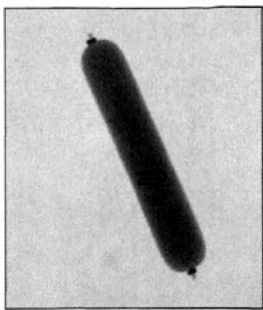


图1 有异物的火腿肠图像

Fig.1 Original unqualified infrared sausage image

在图像处理时首先将火腿肠与背景进行分割,分割时采用动态最佳阈值方法。设一幅图像  $g(x,y)$  由原始图像  $f(x,y)$  和噪声  $e(x,y)$  叠加而成:

$$g(x,y)=f(x,y)+e(x,y) \tag{1}$$

1) 选取初始阈值  $T_0$ 。由于实际图像中目标面积相对于背景要小很多,在对初始阈值  $T_0$  的选择上,更倾向于选取灰度值的中间值,  $T_0$  的选择在迭代的速度要求高的时候显得尤为重要。

2) 假设图像各点噪声互不相关,且均值为零,标准差为  $\sigma$ ,通过初始阈值  $T_0$  将图像分割成两个部分,由于噪声是随机作用于图像上,则认为分割处目标  $g_1$  和背景  $g_2$  上噪声干扰仍为  $e(x,y)$ ,即:

$$\begin{aligned} g_1(x,y) &= f_1(x,y) + e(x,y) \\ g_2(x,y) &= f_2(x,y) + e(x,y) \end{aligned} \tag{2}$$

3) 对分割的图像分别求出背景和目标的灰度均值:

$$\begin{aligned} E\{g_1(x,y)\} &= E\{f_1(x,y) + e(x,y)\} \\ E\{g_2(x,y)\} &= E\{f_2(x,y) + e(x,y)\} \end{aligned} \tag{3}$$

4) 确定新的阈值:

$$T_1 = (E\{g_1(x,y)\} + E\{g_2(x,y)\}) / 2 \tag{4}$$

5) 重复步骤 2)~4),直到逐次迭代所得的  $T$  值的变化值小于事先定义参数  $\Delta T$ 。

利用该算法得到的阈值对图像进行分割,结果如图 2 所示,该处理让检测目标缩小,提高后续检测速度,并有效降低虚警率。

1.2 包装绳处理

火腿肠包装绳与异物灰度有相同特点:灰度值低,但包装绳的位置与异物的位置分布不同,包装绳在目标对象的端点位置。利用该特点,对图像的边线进行处理,消除包装绳对检测结果的影响。

虽然我们不确定火腿肠准确摆放位置,但我们可以根据火腿肠瘦长的形状,找出火腿肠摆放位置,直

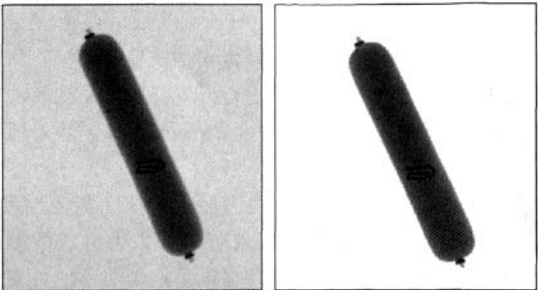


图2 动态阈值分割前后对比图

Fig.2 Images before and after dynamic thresholding segmentation  
接把包装绳从图像中切除掉,具体方法如下:分别找出图像中火腿肠处于最上、最下、最左、最右的 4 个点的坐标,通过这 4 个坐标位置的几何运算,可以确定火腿肠在图像中的摆放位置,进而锁定火腿肠两头包装绳的大致位置,直接将其除去。如图 3,经过该处理后,去除引起误判的最大干扰源。

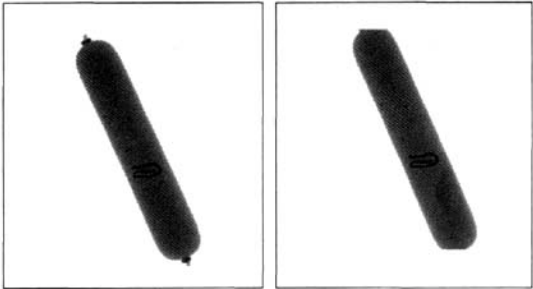


图3 图像边缘处理前后对比图

Fig.3 Images before and after edge processing

1.3 图像对比度增强

在消除包装绳的时候,为了突出火腿肠中异物,提高检测效率,根据异物灰度低于周边像素的特点,将灰度低的进一步降低,但降低时要避免出现溢出(黑变白),火腿肠其余正常部分都增加固定灰度值。图 4 为图像对比度增强前后效果对比图,异物信息相对于处理前更加突出,方便后续处理。

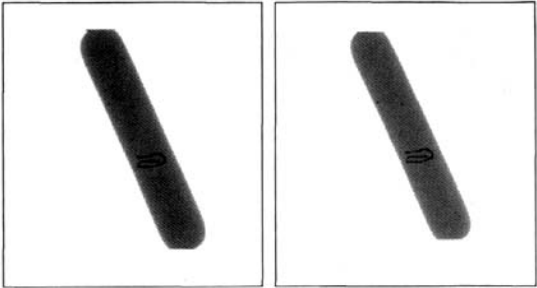


图4 图像对比度增强前后对比图

Fig.4 Images before and contrast enhancement

#### 1.4 异物提取

根据火腿肠中异物与有效像素的灰度值不同,利用常见的并行边界分割方法进行异物提取。经过各种算法的比较和实验验证,选用 Laplacian 算子效果较理想。

由于火腿肠边缘和异物处有较大的灰度变化,所以图像的一阶偏导数在边缘处有局部最大值或最小值,而二阶偏导数在边缘处会有过零点(由正到负或由负到正)。Laplacian 算子是具有各向同性的二阶微分算子,其表达式为:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 f}{\partial^2 y} \quad (5)$$

在数字图像中的差分近似为:

$$\nabla^2 f(m, n) = f(m+1, n) + f(m-1, n) + f(m, n+1) + f(m, n-1) - 4f(m, n) \quad (6)$$

为提高运算速度,本文使用 4 邻域的 Laplacian 算子模板:

万方数据

$$\nabla^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

经过 Laplacian 变换后,火腿肠中的异物信息全部提取出来,结果如图 5 所示。

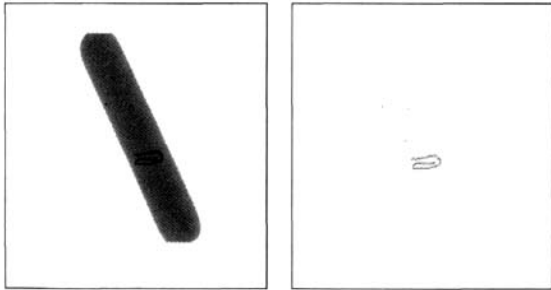


图 5 异物提取前后对比图

Fig.5 Images before and after foreign object extraction

#### 1.5 异物突出标定

从图 5 中看到,提出的异物不明显,视觉效果差,为便于观察,采用形态学中的膨胀技术,夸大异物的面积。图像膨胀是数学形态学的基本运算,设  $A$  和  $B$  是  $Z^2$  中的集合,  $A$  被  $B$  膨胀定义为:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})Z \cap A \neq \emptyset\} \quad (8)$$

$A$  被  $B$  膨胀是所有位移  $z$  的集合,这样  $\hat{B}$  和  $A$  至少有一个元素是重叠的。根据这种解释,上式可以重写为:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})Z \cap A \subseteq A\} \quad (9)$$

本文采用全方向图像膨胀技术,矩阵中心位置的元素作为中心点,结构元素为  $3 \times 3$  的模板如下所示:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

从图 6 可以看出,膨胀后的异物面积较为膨胀前明显增大。

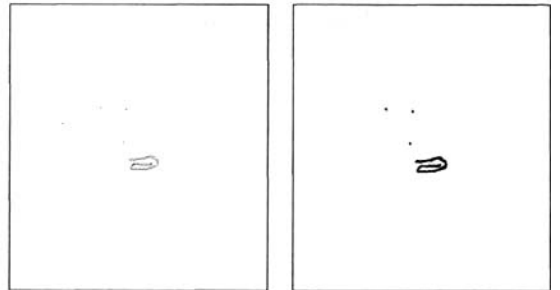


图 6 异物突出前后对比图

Fig.6 Images before and after foreign object protrusion

## 2 实验结果

图 7 是原红外火腿肠图片经过上述数字图像处理后的结果图,从图中可以看出,火腿肠中的不明黑点和回形物都被较好地提取出来了,验证了算法的可行性。算法软件平台为 VC++6.0,硬件平台为 P4 2.8G 计算机,内存 1 G,不计读入图像时间(ms 级),整个算法时间不超过 250 ms。

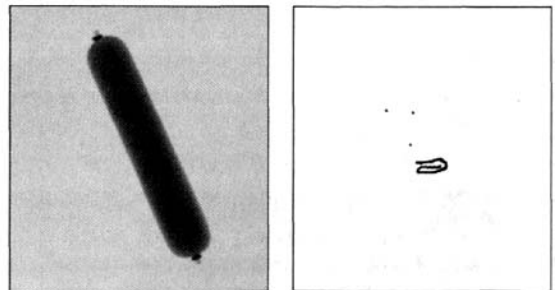


图 7 异物提取结果图

Fig.7 Result of Object Extraction

(下转第 712 页)

表 1 基于卡尔曼滤波器的模板更新算法参数列表

Table 1 Parameter listing of Kalman filter in Template updating

帧序号	$\bar{d}^2$	$\delta_w$	$\delta_k$	异常点百分比
2	498.31	0.00	270.52	0%
5	453.42	53.20	135.42	5%
8	391.57	30.35	78.54	3%
11	290.62	20.44	22.67	4%
15	282.74	4.54	0.84	3%
18	287.58	2.45	1.94	2%
25	278.94	2.63	1.50	6%
28	275.53	0.54	1.87	7%
32	265.87	1.34	1.87	3%
34	270.46	0.84	2.12	6%

观察表 1,发现 $\bar{d}^2$ 的值开始较大,后来逐渐变小,最终趋于稳定,由前面讨论可知, $\bar{d}^2$ 代表观察值与先验估计值的误差协方差,算法中利用每帧图像中每一个像素点的误差平均来度量该值,因此它随着跟踪过程的进行而平稳下降。系统噪声 $\delta_w$ 经过一定的处理帧数后趋于平稳,且值在零值附近,说明目标状态在跟踪过程中变化平缓,背景也没有大的改变。 $\delta_k$ 代表卡尔曼滤波器的后验估计的误差协方差,它经过一定的起伏后也趋于稳定,并且值在零值附近,说明卡尔曼滤波器预测的稳健性。表中最后列出了跟踪过程中异常点在模板中所占的百分比,可以发现各帧中都存在一定数目的异常点,这些异常点就需要采用前面提到的算法来处理。

上述实验结果说明,改进的基于卡尔曼滤波器的模板更新方法,从模板中单个像素点的角度出发,有效地剔除了目标区域中异常点的影响,得到了自适应的模板图像,为进一步的模板匹配算法提供了稳定可

靠的目标内容<sup>[4]</sup>。

4 结论

总而言之,文中结合目标跟踪过程中模板匹配算法对模板质量的要求,在理解卡尔曼滤波器意义的基础上,将卡尔曼滤波器的应用推广到模板更新上,通过对卡尔曼滤波器的参数和模板更新结果进行分析讨论,验证了该滤波器应用于模板更新的合理性和有效性,得到了自适应和几个假设条件下的最优模板图像。上述卡尔曼滤波器的模板更新方法还可以进一步改进,如可以和仿射变换相结合<sup>[5]</sup>,处理更为复杂的运动模型,从而进一步提高跟踪算法的性能。另外,文中所采用卡尔曼滤波方法可推广到其他应用领域,如医学肿瘤放疗中对呼吸信号的预测技术等方面<sup>[6]</sup>,可以说该方法具有广泛的适用性。

参考文献:

[1] 黄飞,李德华.基于相关匹配及自适应模板更新的目标跟踪新方法[J].计算机工程,2007,33(16): 147-149.  
[2] 黄杰华,李德强.基于先验模板与更新模板的目标跟踪[J].红外与激光工程,2007,36(z): 213-215.  
[3] 高水晶,陈潇,李强.一种基于 Hausdorff 距离目标跟踪的改进算法[J].电子科技,2007,(12): 24-27.  
[4] 应陈克,胡文江,赵亦工.复杂背景下目标模板更新算法研究[J].遥测遥控,2006,16(27): 34-38.  
[5] 任仙怡,周晓,张桂林.基于仿射变换与模板更新策略的目标跟踪方法[J].华中科技大学学报,2001,29(12): 50-51.  
[6] Sharp GC and Jiang SB. Prediction of respiratory tumor motion for real-time image-guided radiotherapy[J]. Phys Med Biol, 2004, 49(3): 425-435.

(上接第 708 页)

3 结论

本文从图像处理的角度给出了一种基于动态阈值分割的目标提取技术,并结合了数学形态学、边缘提取等方法,有效提取出不合格火腿肠中的异物信息,解决背景和包装绳带来的影响,实时检测产品的质量,具有实际应用意义。

参考文献:

[1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

[2] 何斌,马天予,王运坚,等. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京: 北京邮电出版社, 2003.  
[3] 杨枝灵,王开. Visual C++ 数字图像获取处理及实践应用[M]. 北京: 北京邮电出版社, 2003.  
[4] 杨淑莹. VC++ 图像处理程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.  
[5] 朱迅涛. 近红外分析技术在肉制品检测中的应用[J]. 肉类工业, 2002, 29(6): 45-47.

# 基于动态阈值分割的目标提取技术

作者: [刘杰](#), [安博文](#), [LIU Jie](#), [AN Bo-wen](#)

作者单位: [刘杰, LIU Jie\(上海海事大学, 上海, 200135\)](#), [安博文, AN Bo-wen\(上海海事大学, 上海, 200135; 中国科学院上海技术物理研究所, 上海, 200083\)](#)

刊名: [红外技术](#) [ISTIC PKU](#)

英文刊名: [INFRARED TECHNOLOGY](#)

年, 卷(期): 2008, 30(12)

被引用次数: 0次

## 参考文献(5条)

1. [Rafeal C. Richard E. Woods](#) [数字图像处理](#) 2005
2. [何斌](#), [马天予](#), [王运坚](#) [Visual C++数字图像处理](#) 2003
3. [杨枝灵](#), [王开](#) [Visual C++数字图像获取处理及实践应用](#) 2003
4. [杨淑莹](#) [VC++图像处理程序设计](#) 2005
5. [朱迅涛](#) [近红外分析技术在肉制品检测中的应用](#)[期刊论文]-[肉类工业](#) 2002(06)

## 相似文献(7条)

1. 学位论文 [马丹](#) [荧光探伤图像采集与处理](#) 1996
2. 学位论文 [赵倩](#) [皮肤显微图像自动识别系统的研究](#) 2005  
在人们对皮肤美容与保健日益关心的今天, 一类具有自动症状检索、症状识别以及症状护理的皮肤症状自动识别系统变得迫切需要了。该系统是将工程中的图像处理与模式识别的有关原理应用到医学皮肤图像中, 其研究核心是图像的识别技术。  
皮肤症状自动识别系统从最初输入的原始皮肤显微图像到最后的识别分类, 需要经过各种处理过程。为了提高图像分割的客观性, 笔者将图像从RGB空间转换到HIS空间, 用饱和度S表示图像, 采用基于S域最大类间方差动态阈值分割法对图像进行分割。为了消除分割后的孤立白点与黑色小区域, 采用数学形态学对图像进行后处理。  
根据皮肤视觉诊断的一般方法, 初步提取了症状的面积; 最大、最小直径; 症状部分的颜色; 症状边缘的颜色以及七个不变矩共22个特征参数, 然而如何选择出对皮肤症状识别分类能力强的特征项组合即特征选择的问题是模式识别中非常重要的环节。本文既利用遗传算法优化搜索特征空间, 又克服传统统计学的苛刻要求, 把遗传算法和支持向量机(SVM)结合起来。此外, 采用留一交叉法验证SVM分类器的识别率, 并用“一对一”的策略来处理多类别分类问题, 对初步提取的皮肤症状的22个特征参数进行优化组合, 从而选择出使系统的识别率得到很大提高的特征组合, 并在此基础上用支持向量机建立分类器, 对皮肤症状进行分类识别。  
本文中所提出的各种方法属于皮肤显微图像的开拓性研究, 具有独创性, 经过理论分析与实验比较证实了所提方法的正确性及可行性。
3. 学位论文 [孙宗保](#) [基于计算机视觉的粒度检测应用研究](#) 2003

该文根据粒度图像的特点, 采用非线性对比度增强处理改善颗粒显微图像的对比度; 对多种阈值分割方法进行比较, 分析了它们的性能和用于粒度图像的适用性, 在此基础上提出了一种基于梯度图像的动态阈值分割方法; 对获取的颗粒二值图像进行形态滤波和空洞填充, 设计了识别算法去除凝聚体; 对重叠不太严重的粘结颗粒采用了两种基于数学形态学的分割算法; 提取了周长、面积、粒径、复杂度、最长Feret径、最短Feret径等大小和形状特征参数, 对珍珠粉等粉体粒度进行了测量。

4. 学位论文 [李如玮](#) [铁路轮对全自动荧光磁粉探伤系统的研究与实现](#) 2000

该文所讲述的便是针对铁路轮对的一套全自动荧光磁粉探伤系统。系统由硬件和软件两个部分组成。硬件部分完成信号的采集、转换、传输等工作, 主要包括: 工业控制计算机、图像采集卡、图像传感器(CCD)、信号驱动放大电路等。核心部分是软件, 一方面控制执行机构的工作, 另一方面进行图像数据的处理。该套软件主要包括: 图像采集、图像分割、图像的数学形态学预处理、区域标号以及特征提取和裂纹的识别。在该套系统的软件部分, 最关键的是图像处理的算法。根据系统采集的图像特点, 改进了以前提出的一种快速自适应动态阈值分割算法, 使之既能很好解决亮区问题又不能丢失信息。为了达到实时处理, 区域标号采用一种基于扫描法的快速标号算法。最后提取区域特征, 根据经验值识别出裂纹。该文的最后根据情况, 对该课题提出了改进意见且预测其发展前景。

5. 学位论文 [薛云洋](#) [铁路轮对全自动荧光磁粉探伤系统的软件实现](#) 2001

荧光磁粉探伤是一种常用的无损检测方法, 是控制产品质量的重要手段, 用于检测钢制零件的表面及近表面的裂纹缺陷。系统由硬件和软件两部分组成。该文主要讲述软件部分的实现。该软件一方面控制执行机构的工作, 另一方面进行图像数据的采集处理。它主要图像采集、图像分割、图像的灵敏形态学预处理、区域标号以及特征提取和裂纹的识别。在本套系统的软件部分, 最关键的是图像处理的算法。根据系统采集的图像特点, 改进了以前提出的一种快速自适应动态阈值分割算法, 使之既能很好解决亮区问题又能不丢失信息。为了减轻区域标号的负担, 提出了基于联结数的多次收缩法。用一种基于扫描法的快速区域标号算法, 使系统能够实时处理。最后提取区域特征, 根据经验值识别出裂纹。

6. 学位论文 [陈燕](#) [指针式水表的图像自动读数判读方法的研究](#) 2009

水表读数的自动判读, 是实现水表自动抄表的重要环节之一, 也是把水表集成到智能化系统的关键。本文针对人工抄表中存在的读数弊端, 引入将计算机视觉技术读取水表图像, 然后采用数字图像处理技术提取和识别目标, 最后实现水表读数的自动判读。这不仅可以减少水损、提高自来水公司的信誉, 而且有利于城市的信息化、智能化、网络一体化建设。因此, 水表图像的自动读数判读方法的研究具有十分重要的意义。本文主要研究的内容与实现工作包括以下几个方面: <br>

第一、研究了当前计算机视觉技术和仪表识别相结合领域中的一些解决方案。结合水表的机构特点, 确定了将数字图像处理技术应用于水表图像的自动读数判读方法的研究目标。<br>

第二、分析水表图像特征, 首先采用了光线补偿技术改善图像质量; 针对非均匀光照, 然后提出了基于彩色信息的指针提取方法, 同时结合中值滤波和数学形态学滤波方法消除指针区域的噪声; 最后通过哈夫变换和模板匹配法计算指针的回转中心, 利用最小二乘法拟合表盘圆心, 根据表盘与子表盘的关联关系, 最终实现表盘与子表盘的定位与提取。<br>

第三、分析单指针区域特征, 首先采用基于线性插值的Canny算子提取指针边缘; 然后通过动态阈值分割算法分割指针区域图像; 最后采用基于统计原理的圆周弦长检测法定位指针的指示方向, 进而根据指针的圆心角和读数的关联关系读出指针读数, 最终实现整个表盘所有指针的读数判读。<br>

第四、实验与结果分析,在Visual C++开发平台上,实现水表图像的自动读数判读过程,并对水表表盘的提取与读数判读进行相关实验,分析实验结果,进而判定算法的正确性和方法的可行性。最后对全文作了总结,从实用性和完善性的角度对实现的方法及算法提出下一步要进行的工作。<br>

关键词:表盘定位、表盘提取、读数判读、图像分割、模板匹配

## 7. 学位论文 [刘磊 全自动荧光磁粉检测系统的分析与改进](#) 2005

荧光磁粉检测是一种常用的无损检测方法,用于检测钢制零件的表面及近表面的裂纹缺陷,长期以来一直被认为是表面裂纹检测最灵敏的方法之一。目前,半自动荧光磁粉检测设备已经大量使用,然而检查由荧光粉显示的裂纹仍旧依靠人眼识别。因而随机性大,劳动强度高而且不易发现车轴隐蔽缺陷,极易造成漏检误检,质量难以保证,并且工人的工作环境恶劣。因此,开发一套全自动的荧光磁粉检测系统,不仅能极大地提高车辆车轴的检测效率,也对提高劳动生产率,保证产品质量,改善工人的工作环境,有效地避免人为因素对检测质量的影响,具有重大的意义。

本论文的重点是解决全自动荧光磁粉检测系统的算法问题,主要包括:图象采集,图象的预处理,图象分割,图象的数学形态学处理,区域标号以及特征提取和裂纹的识别。对各部分内容的现有算法做了介绍,并分析了各种算法,给各种算法作出了评价。根据系统采集的图象特点,改进了以前提出的一种快速自适应动态阈值分割算法,新算法既能很好解决噪声放大问题,又能不丢失原图象的信息。并对滤波算法做了改进,这样,既可以滤除目标图象外的噪声点,还可以滤除掉目标图象内部的小暗区域。

本论文的最大成果在于系统总结了一套全自动荧光磁粉检测方案,开创性的提出了对气孔和油渍形成的图象的识别方案。

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hwjs200812006.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hwjs200812006.aspx)

授权使用: 北京交通大学(北京交通大学), 授权号: b5d72abb-bc06-40e4-bda4-9dce010bb807

下载时间: 2010年8月10日