

基于图像检索技术的材料腐蚀原值监测系统*

纪 钢, 张建勋

(重庆工学院 计算机学院, 重庆 400050)

摘要:材料腐蚀原值监测是利用视频技术、计算机图像处理技术、模式识别技术对材料外观腐蚀图像进行检测、处理及管理。针对材料腐蚀图像的颜色特征、纹理特征进行分析,用颜色直方图方法实现材料腐蚀图像统计特征的提取,用区域灰度共生矩阵进行材料腐蚀图像特征纹理的提取,用纹理测度来描述材料腐蚀图像纹理的相似性,实现了材料腐蚀图像内容的匹配及检索。

关键词:材料腐蚀; 图像特征; 图像检索; 图像处理

中图分类号:TP317.4; TP391.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2005)04-0125-04

Inspection System for Original Value of Material Decay Based on Image Search Technology

JI Gang, ZHANG Jian-xun

(School of Computer Science & Engineering, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, P. R. China)

Abstract: The original value monitoring for material decay is to make use of the video frequency technique, the computer image processing technique and mode identification technique for examination, processing and management of decay image of the material external appearance. In this paper the color characteristic and the veins characteristic of material decay are analyzed and the method and technique to withdraw the characteristic of material decays and to match the image contents are given; thus the search of the material corrosion image characteristic information is realized.

Keywords: material decay; image characteristic; image index; image processing

在目前多媒体系统信息管理中,声音、图像、文字等多种形态的信息各有其特点,但又互相关联,其内容的检索已不是一种单独的文字匹配问题。图像内容检索(Query By Image Content, QBIC)技术是指除了利用传统的数据库对图像的文字信息进行存储管理外,还要利用图像的颜色特征、纹理特征、形状特征对图像进行查询,主要表现在查询方式将以图像方式表达,如从颜色表中选取颜色或从例图中选择图像的纹理等。在目前图像检测技术应用中,已有“图像轮对自动检测系统”,可对火车被检轮对进行自动检测,“扑克牌烟盒外观一致性检测”以及“昆虫图像数字技术的研究开发”等,都是从被测物体的外观特征进行分析与处理,本文将结合材料腐蚀原值监测过程,阐述材料外观腐蚀特征信息检索所使用的技术。

利用视频技术、计算机图像处理技术、模式识别技术及通信技术等多项技术为一体的计算机视频监控技术对材料外观腐蚀进行监测、控制、处理具有广阔的应用前景。本文利用计算机视觉技术,采集各种材料的外观腐蚀图像,通过分析材料外观腐蚀图像进行目标检测、定位、识别、跟踪、判断,进行材料外观腐蚀图像的处理、分析及智能化管理^[1,2]。

* 收稿日期:2005-03-26

基金项目:重庆市信息产业局(200401026);重庆市自然科学基金(8647)

作者简介:纪 钢(1958-),男,河南淇县人,副教授,主要从事计算机应用技术、信息处理、数据库研究。

1 材料腐蚀原值监测系统

1.1 系统工作原理

材料腐蚀原值监测系统其基本工作流程如图 1 所示。

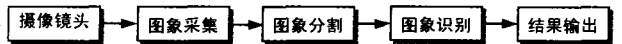


图 1 材料腐蚀原值检测系统流程图

为系统设定初值,包括采集图像的分辨率,图像采集卡参数、各种材料外观类型的特征量、图像二值化及检测区域内特征点的阈值等,并建立识别的匹配模板;由图像采集系统将摄像头摄取的材料腐蚀视频图像按不同的时间周期捕捉下来,存入内存或帧缓存中。将图像进行预处理(滤波除噪,图像锐化,对比度增强);对预处理后的图像进行图像分割,进行目标与背景分离,也就是把材料出现的腐蚀特征图像与背景分离开来,以便于实现对材料腐蚀特征目标的处理和图像信息的检索;对分割后的目标图像进行特征提取(图像描述),获取目标图像的边界,进行面积等属性的测量,便于图像分类;通过相应的算法,得到材料腐蚀图像特征信息(颜色、纹理和轮廓等特征信息),并将获得的数据、图像存入图像数据库;将图像分割和特征提取得到的特征与模型库(样品的初始图像外观信息)里建立好的材料外观腐蚀模型进行模式匹配,识别出材料外观腐蚀的变化情况,将识别出的结果存入数据库;对数据库里的数据进行统计分析输出有关图片或材料腐蚀的变化数据,实现材料腐蚀原值的监测^[3]。

1.2 基本框架及模块组成

基于材料腐蚀特征内容的视觉信息检索一般可把基于内容的视觉信息检索系统看作是介于信息用户和数据库之间的一种信息服务系统。用户通过它可按自然的方式从库中提取所需内容的图像信息。其系统框

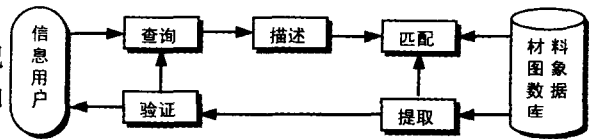


图 2 基于材料腐蚀特征内容信息检索系统基本框图

架如图 2 所示: 用户发出查询要求,系统将查询要求转化为计算机内部描述,并借助这些描述与材料图像库中信息进行匹配,提取出需要的信息数据,用户对此验证后进行使用。在材料腐蚀特征信息检索中其主要模块功能为:

- 1) 查询模块:对用户提供的查询手段,以支持用户根据不同应用进行各种类型的查询工作。其查询的条件主要是基于对图像内容的描述,如材料腐蚀特征点的分布及颜色的深浅等。
- 2) 描述模块:将用户的查询要求转化为对图像内容的比较抽象的内容表达和描述,通过对材料腐蚀特征图像的分析,从而以一定的、计算机可以方便表达的数据结构建立对图像内容的描述。
- 3) 匹配模块:在材料图像数据库中搜索所需的特征图像内容,对查询图的描述与图像数据库中被查询图的描述进行内容匹配和比较,来确定它们在内容上的一致性和相似性。
- 4) 提取模块:根据匹配的结果在材料图像数据库中对感兴趣的图像定位,并在内容匹配的基础上将材料腐蚀图像数据库中所有满足给定要求条件的图像自动地提取出来。
- 5) 验证模块:帮助验证提取的图像是否满足用户要求,如果验证效果不满意,可修改查询条件而进行新一轮查询^[5,6]

2 材料腐蚀特征信息检索技术

2.1 材料腐蚀图像的特征信息

材料腐蚀特征点,描述的是材料外观表面腐蚀斑点、材料表面颜色失光、变色等,如图 3 所示。通过人的视觉可以直接感受到材料腐蚀点的分布、腐蚀点的大小及腐蚀面积。在基于材料腐蚀特征图像检索应用中,需对材料腐蚀特征信息进行描述及抽取,用二值化信息、区域的边缘轮廓、纹理、亮度和清晰度等描述;对材料图像特征抽取方式主要进行具有直观意义的图像形状与颜色特征、图像像素与纹理特征的统计,包括图像直方图和频谱等。主要描述的是材料背景色、材料腐蚀点(面积、形状、位置)在材

料图像中的分布情况。

对于材料腐蚀图像信息特征检索方式是从材料颜色、纹理与形状上进行抽取。然后进行基于材料腐蚀特征内容的检索,从图像数据中提取信息线索,直接对图像内容进行分析,抽取特征和语义,利用这些内容特征建立索引。由于对图像内容的表示不是一种精确描述,采用相似性匹配的方法逐步求精,不断减少查询结果的范围,直到定位于要求的目标。所以,对于材料腐蚀图像内容的检索,通过材料图像特征抽取方式的使用来实现图像匹配,达到图像内容检索的目的^[1]。

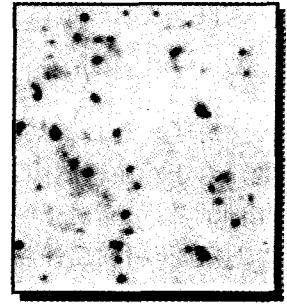


图3 材料腐蚀样品图片

2.2 材料腐蚀特征的抽取方式

2.2.1 抽取方式 材料腐蚀图像数据的特征表示是建立在图像理解的基础之

上的。为了理解图像和图像中的目标物,应把图像中感兴趣的目标物分割出来,然后用计算机对分割的目标物进行描述。一般是描述该目标物的特征,计算机可以根据其特征来进行分类即理解,目前对图像的理解并不能完全代替人大脑具有的各种理解和联想的智能,只能以特征为核心机械地用匹配去区分不同目标间的差异以及对目标的几何形态和透视关系。对于材料图像数据特征可以从材料腐蚀特征的颜色、纹理和轮廓进行描述。其抽取就是从包含大量材料腐蚀特征信息的图像中分解出不同种类的特征,并用这些特征为材料腐蚀图像信息检索提供基础信息。

2.2.2 颜色特征的提取

在材料腐蚀图像中,真彩色的RGB三种颜色可分别处理,也可以通过某种加权的方法转换成灰度图像进行处理,其中对灰度直方图进行分析是一种最常用的方法。从灰度直方图(Histogram)中可以得到大量有关图像颜色及灰度方面的信息,如亮度、饱和度、对比度、颜色的均值与方差等。

若两幅材料腐蚀图像 I_i 和 I_j 直方图为 H_i 和 H_j ,则颜色直方图匹配的计算方法为:

$$d(I_i, I_j) = \sum_{k=1}^n |H_i(k) - H_j(k)| \quad (1)$$

对于RGB图像,由于图像颜色是不同亮度的R(红)、G(绿)、B(蓝)三基色组成,公式(1)可改写:

$$d_{RGB}(I_i, I_j) = \sum_{k=1}^n |H_i^r(k) - H_j^r(k)| + |H_i^g(k) - H_j^g(k)| + |H_i^b(k) - H_j^b(k)| \quad (2)$$

在公式(2)实施中,必须从所读取的各象素颜色中分离出红(R)、绿(G)、蓝(B)三基色的亮度值。

由于直方图会丢失颜色的位置信息,可以将图像划分成若干子块,分别对各子块进行匹配。各子块的直方图在一定程度上反映了颜色的位置特征。

2.2.3 纹理分析

纹理通常被看作图像的某种局部性质,或是对局部区域中象素之间关系的一种度量。对于纹理图像的描述常借助理的统计特性或结构特性进行。要描述一个图像中的纹理区域,常使用区域的尺寸、可分辨灰度元素的数目以及这些灰度元素的相互关系。

量化区域的纹理内容是描述纹理区域的一种重要方法,为此需要考虑纹理的不同性质。在材料外观腐蚀纹理中,可使用基于空间性质的纹理模型。纹理不仅与灰度基元的尺寸有关,与灰度基元的空间分布也有关。共生矩阵就是用来描述纹理中灰度基元之间空间联系的基础。所以,可用共生矩阵来反映材料腐蚀灰度象素相对位置的空间信息。

在材料外观腐蚀纹理中,最简单的统计法可使用灰度直方图的矩来描述纹理,把直方图的包络看作一条曲线,但灰度直方图的矩来描述纹理没能利用象素相对位置的空间信息。为利用这些信息,可建立区域灰度共生矩阵,即表示图像灰度级空间相关的矩阵。借助共生矩阵在材料外观腐蚀纹理中是提取纹理特征的一种有效方法,因为图像中相距 $(\Delta x, \Delta y)$ 的两个灰度象素同时出现的联合频度分布可以用灰度共生矩阵来表示。若将图像的灰度级定为 L 级。那么共生矩阵为 $L \times L$ 矩阵,可表示为 $M(\Delta x, \Delta y)(h, k)$,其中位于 (h, k) 的元素 m_{hk} 的值表示一个灰度为 h 而另一个灰度为 k 的两个相距为 $(\Delta x, \Delta y)$ 的象素对出现的次数。

设 S 为目标区域 R 中具有特定空间联系的像素对的集合, 则共生矩阵 P 可定义为:

$$P(g_1, g_2) = \frac{\{[(x_1, y_1), (x_2, y_2)] \in S \mid f(x_1, y_1) = g_1 \& f(x_2, y_2) = g_2\}}{S} \quad (3)$$

分子表示具有某种空间的关系、灰度值分别为 g_1 和 g_2 的像素对的个数, 分母表示像素对的总和个数。对于粗纹理图像, 其灰度共生矩阵中的 m_{hk} 值较集中于主对角线附近, 因为粗纹理像素对趋于具有相同的灰度, 而对于细纹理图像, 其灰度共生矩阵中的 m_{hk} 值则散布在各处。

2.3 基于材料腐蚀特征纹理的检索方式

对于材料腐蚀特征图像, 要检索有相似纹理的图像时, 可以考虑借助模式识别中对纹理分类时所用的纹理测度, 并通过比较图像库中图像的这个测度与模型的这个测度来进行。在材料外观腐蚀特征中可利用一组合适的纹理标记以显式地把用户的感知考虑上去, 从而得到感知纹理描述符。这样, 对于材料腐蚀纹理的相似性既可以用纹理测度来定义, 也可借助感知属性来定义。

查询模型和目标纹理的相似性通过比较图像标记来进行, 可根据下面的距离公式计算:

$$M(I_Q, I_D) = \left[\frac{\int_R S_Q(x) S_D(x) dx}{\left[\int_R S_Q^2(x) dx \int_R S_D^2(x) dx \right]^{1/2}} \right] \quad (4)$$

其中 Q 和 D 分别表示查询图和材料腐蚀数据图库图。

在材料腐蚀特征纹理检索中, 用于查询的纹理图可以从一组预先设定的纹理片中选出, 也可以从前一个查询的结果图像中提取, 所以, 在材料腐蚀特征信息检索系统中, 需要能剪切、复制、粘贴、重画的编辑工具和实现用于调节分辨率或尺寸的尺度函数^[4,5,6]。

3 结束语

材料腐蚀图像内容的检索是建立在材料腐蚀图像特征信息的识别与处理上, 而材料腐蚀特征抽取的好坏, 将直接影响到材料腐蚀图像内容的匹配。用 VC 6.0 及 SQL Server 环境下开发基于图像检索技术的材料腐蚀原值监测处理系统, 目前已在某研究所试用, 检索匹配成功率约为 80%。另外, 在材料腐蚀图像的实际应用过程中, 腐蚀特征点受时间、环境影响。因此, 建立完备的材料图像数据库是必不可少的, 对基于图像检索技术的材料腐蚀原值监测系统的进一步完善还有许多工作要做。

参考文献:

- [1] 纪钢. 材料腐蚀特征的图像模式识别处理[J]. 合肥工业大学学报, 2002, 25(2): 312-316.
- [2] 纪钢. 图像信息处理及图像数据库模型分析[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(8): 64-66.
- [3] 吴更石. 多模式实时工业图像检测系统[J]. 计算机工程与应用, 1998, 34(9): 55-57.
- [4] 韩逢庆, 纪钢. 基于遗传算法的轮廓模糊匹配问题研究[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(4): 772-774.
- [5] 容观澳. 计算机图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [6] 章疏晋. 基于内容的视觉信息检索[M]. 北京: 科学出版社, 2003.