



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117853487 B

(45) 授权公告日 2024.05.14

(21) 申请号 202410257216.X

(22) 申请日 2024.03.07

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117853487 A

(43) 申请公布日 2024.04.09

(73) 专利权人 浙江合丰科技有限公司  
地址 325600 浙江省温州市乐清市淡溪镇  
第二工业区

(72) 发明人 赵晓初 倪圣建 张孝雄 肖则鹏  
吴建竹

(74) 专利代理机构 温州知西思悟专利代理事务  
所(普通合伙) 33379  
专利代理师 倪居业

(51) Int. Cl.  
G06T 7/00 (2017.01)  
G06T 7/11 (2017.01)  
G06T 7/41 (2017.01)  
G06V 10/75 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 117173184 A, 2023.12.05  
CN 114972329 A, 2022.08.30  
CN 104574317 A, 2015.04.29  
CN 113256653 A, 2021.08.13  
CN 116843678 A, 2023.10.03  
CN 117011297 A, 2023.11.07  
US 2018137612 A1, 2018.05.17  
US 2020359582 A1, 2020.11.19  
WO 2023134792 A2, 2023.07.20  
Wang, LX等.Multi-Resolution  
Supervision Network with an Adaptive  
Weighted Loss for Desert  
Segmentation.REMOTE SENSING.2021,第13卷  
(第11期),全文.  
石钰锋;彭斌;祝志恒;耿大新;阳军生.隧道  
衬砌裂缝精细化识别及其评价.公路交通科技  
.2020,(第02期),全文.

审查员 王茜

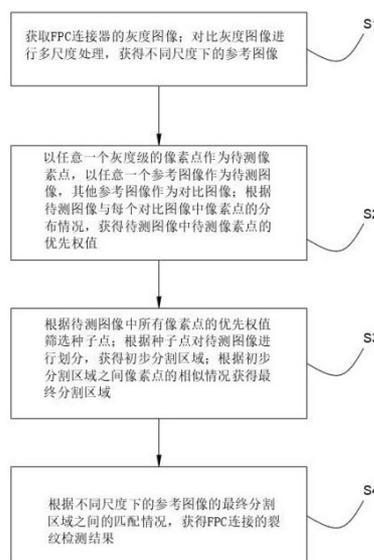
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法  
及系统

(57) 摘要

本发明涉及图像分析技术领域,具体涉及一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法  
及系统。对FPC连接器的灰度图像进行多尺度处  
理,获得不同尺度下的参考图像,根据不同参考  
图像中同一灰度级的像素点的分布情况,确定每  
个参考图像中每个灰度级的像素点的优先权值,  
然后筛选种子点并进行区域划分,获得初步分割  
区域,由于划分结果可能存在偏差,所以利用像  
素点的相似情况对其进行调整,获得最终分割区  
域;最后基于不同参考图像的最终分割区域之间  
的匹配情况,完成FPC连接器的裂纹检测;本发  
明通过对不同尺度下的参考图像进行分析,获得  
更具代表性的种子点并获得准确的分割区域,提  
高了裂纹检测结果的准确度和可靠性。



CN 117853487 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

杨挺;王双双;盆海波;王兆霞.基于改进SOM的壁画图像裂缝自动识别与修复.天津大学学报(自然科学与工程技术版).2020,(第09期),全文.

陈忠;赵忠明.基于区域生长的多尺度遥感

图像分割算法.计算机工程与应用.2005,(第35期),全文.

张德津;李清泉;陈颖;曹民;何莉.基于空间聚集特征的沥青路面裂缝检测方法.自动化学报.2016,(第03期),全文.

邵静.一种基于视觉注意机制的感知物体提取算法.现代电子技术.2010,(第20期),全文.

1. 一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述方法包括:

获取FPC连接器的灰度图像;对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像;

以任意一个灰度级的像素点作为待测像素点,以任意一个参考图像作为待测图像,其他参考图像作为对比图像;根据所述待测图像与每个对比图像中像素点的分布情况,获得待测图像中待测像素点的优先权值;

根据所述待测图像中所有像素点的优先权值筛选种子点;根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域;根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域;

根据不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况,获得FPC连接器的裂纹检测结果,包括:

分别对所有参考图像中每个最终分割区域进行形心计算,获取每个最终分割区域的形心;将第一个参考图像中任意一个最终分割区域作为待测区域,将所述待测区域的形心依次与其他参考图像中所有形心进行比较,若在其他每个参考图像中都存在相等的形心,则将所有相等的形心所在的最终分割区域作为初步匹配区域;

将每个初步匹配区域与所述待测区域中像素点的灰度值的奇异值,作为每个初步匹配区域与所述待测区域的相似值,当所有所述相似值均大于预设判断阈值时,则所述待测区域为正常区域;

将第一个参考图像中除正常区域外的最终分割区域作为裂纹区域;

获得FPC连接器的裂纹检测结果,所述待测像素点的优先权值的获取方法包括:

依次根据待测图像与每个对比图像之间像素点的数量差异,获得待测像素点在待测图像中的正常指标;

将待测图像中待测像素点的所有正常指标的均值作为所述待测像素点的优先权值,所述待测像素点在待测图像中的正常指标的获取方法包括:

获取每个参考图像中的像素点总数以及每个灰度级的像素点数量,将每个灰度级的像素点数量与所述像素点总数的比值作为每个灰度级的像素点的数量参数;

将每个参考图像中所有灰度级的像素点的数量参数的平均值,作为数量均值,将每个灰度级的像素点的数量参数与所述数量均值的比值作为每个灰度级的像素点的占比参数;

将待测图像与每个对比图像中待测像素点的数量参数的差异进行负相关映射并归一化后,作为数量因子;

在待测图像与每个对比图像中,将尺度数最小的图像中待测像素点的占比参数作为分子,尺度数最大的图像中待测像素点的占比参数作为分母,获得占比比值,将所述占比比值进行归一化,获得占比因子;

将所述数量因子与所述占比因子的乘积作为所述待测图像与每个对比图像中所述待测像素点的正常指标。

2. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述种子点的获取方法包括:

基于像素点的优先权值对像素点的灰度级进行降序排列,获得排列序列;将所述排列序列中前预设数量个灰度级对应的像素点作为种子点。

3. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域,包括:

当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值不相等时,则不对所述相邻两个初始分割区域进行合并;

当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值相等时:基于均匀度计算公式根据每个初始分割区域中的像素点灰度值,获取初始分割区域的均匀度参数,将相邻两个初始分割区域的均匀度参数的比值与预设常数的差异作为均匀度因子;分别获取每个初始分割区域中所有像素点的灰度值均值,将相邻两个初始分割区域的灰度值均值的差异作为均值因子;将所述均匀度因子与所述均值因子的乘积作为相邻两个初始分割区域的差异因子;当所述差异因子小于预设差异阈值时,则将所述相邻两个初始分割区域进行合并,当所述差异因子大于或等于预设差异阈值时,则不对所述相邻两个初始分割区域进行合并;

依次对所有相邻的初始分割区域进行是否合并的判断,获得最终分割区域。

4. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域,包括:

基于区域生长算法根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域。

5. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述灰度图像的获取方法包括:

获取FPC连接器的全景图像,对所述全景图像进行平均灰度化以及双边滤波获得所述灰度图像。

6. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,其特征在于,所述对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,包括:

基于图像金字塔技术对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像。

7. 一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测系统,包括存储器、处理器以及存储在所述处理器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1~6任意一项所述方法的步骤。

## 一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像分析技术领域,具体涉及一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着科技的发展,在FPC连接器出厂前需要进行裂纹检测,FPC连接器的裂纹检测对于确保产品质量和安全、遵循法规和标准、提升企业形象和竞争力具有重要的必要性。

[0003] 区域生长算法被广泛应用于图像的区域分割领域,但是现有技术利用区域生长算法对FPC连接器进行区域分割时,由于FPC连接器的整体构图较为复杂,仅利用单一图像中的灰度值确定种子点会导致丢失图像的空间特征,因此会导致区域分割结果不准确,从而使得根据区域分割结果获得的裂纹检测结果的准确度和可靠性降低。

### 发明内容

[0004] 为了解决由于FPC连接器的整体构图较为复杂,仅利用单一图像中的灰度值确定种子点会导致丢失图像的空间特征,导致区域分割结果不准确,从而使得最终裂纹检测结果的准确度和可靠性降低的技术问题,本发明的目的在于提供一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法及系统,所采用的技术方案具体如下:

[0005] 本发明提出了一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法,所述方法包括:

[0006] 获取FPC连接器的灰度图像;对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像;

[0007] 以任意一个灰度级的像素点作为待测像素点,以任意一个参考图像作为待测图像,其他参考图像作为对比图像;根据所述待测图像与每个对比图像中像素点的分布情况,获得待测图像中待测像素点的优先权值;

[0008] 根据所述待测图像中所有像素点的优先权值筛选种子点;根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域;根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域;

[0009] 根据不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况,获得FPC连接器的裂纹检测结果。

[0010] 进一步地,所述待测像素点的优先权值的获取方法包括:

[0011] 依次根据待测图像与每个对比图像之间像素点的数量差异,获得待测像素点在待测图像中的正常指标;

[0012] 将待测图像中待测像素点的所有正常指标的均值作为所述待测像素点的优先权值。

[0013] 进一步地,所述待测像素点在待测图像中的正常指标的获取方法包括:

[0014] 获取每个参考图像中的像素点总数以及每个灰度级的像素点数量,将每个灰度级的像素点数量与所述像素点总数的比值作为每个灰度级的像素点的数量参数;

[0015] 将每个参考图像中所有灰度级的像素点的数量参数的平均值,作为数量均值,将每个灰度级的像素点的数量参数与所述数量均值的比值作为每个灰度级的像素点的占比参数;

[0016] 将待测图像与每个对比图像中待测像素点的数量参数的差异进行负相关映射并归一化后,作为数量因子;

[0017] 在待测图像与每个对比图像中,将尺度数最小的图像中待测像素点的占比参数作为分子,尺度数最大的图像中待测像素点的占比参数作为分母,获得占比比值,将所述占比比值进行归一化,获得占比因子;

[0018] 将所述数量因子与所述占比因子的乘积作为所述待测图像与每个对比图像中所述待测像素点的正常指标。

[0019] 进一步地,所述种子点的获取方法包括:

[0020] 基于像素点的优先权值对像素点的灰度级进行降序排列,获得排列序列;将所述排列序列中前预设数量个灰度级对应的像素点作为种子点。

[0021] 进一步地,所述根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域,包括:

[0022] 当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值不相等时,则不对所述相邻两个初始分割区域进行合并;

[0023] 当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值相等时:基于均匀度计算公式根据每个初始分割区域中的像素点灰度值,获取初始分割区域的均匀度参数,将相邻两个初始分割区域的均匀度参数的比值与预设常数的差异作为均匀度因子;分别获取每个初始分割区域中所有像素点的灰度值均值,将相邻两个初始分割区域的灰度值均值的差异作为均值因子;将所述均匀度因子与所述均值因子的乘积作为相邻两个初始分割区域的差异因子;当所述差异因子小于预设差异阈值时,则将所述相邻两个初始分割区域进行合并,当所述差异因子大于或等于预设差异阈值时,则不对所述相邻两个初始分割区域进行合并;

[0024] 依次对所有相邻的初始分割区域进行是否合并的判断,获得最终分割区域。

[0025] 进一步地,所述根据不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况,获得FPC连接器的裂纹检测结果,包括:

[0026] 分别对所有参考图像中每个最终分割区域进行形心计算,获取每个最终分割区域的形心;

[0027] 将第一个参考图像中任意一个最终分割区域作为待测区域,将所述待测区域的形心依次与其他参考图像中所有形心进行比较,若在其他每个参考图像中都存在相等的形心,则将所有相等的形心所在的最终分割区域作为初步匹配区域;

[0028] 将每个初步匹配区域与所述待测区域中像素点的灰度值的奇异值,作为每个初步匹配区域与所述待测区域的相似值,当所有所述相似值均大于预设判断阈值时,则所述待测区域为正常区域;

[0029] 将第一个参考图像中除正常区域外的最终分割区域作为裂纹区域;获得FPC连接器的裂纹检测结果。

[0030] 进一步地,所述根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域,包括:

[0031] 基于区域生长算法根据所述种子点对所述待测图像进行划分,获得初步分割区域。

[0032] 进一步地,所述灰度图像的获取方法包括:

[0033] 获取FPC连接器的全景图像,对所述全景图像进行平均灰度化以及双边滤波获得所述灰度图像。

[0034] 进一步地,所述对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,包括:

[0035] 基于图像金字塔技术对所述灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像。

[0036] 本发明还提出了一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测系统,所述系统包括:

[0037] 存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时可实现任意一项所述方法的步骤。

[0038] 本发明具有如下有益效果:

[0039] 本发明首先获取FPC连接器的灰度图像,由于FPC连接器的整体构成成分所展现出来的图像视觉特征较为复杂,故对其进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,目的在于可以使得原本复杂的图像在后续处理过程中可以分为不同复杂程度的图像,利于提高最终的检测结果准确性;然后分析图像的空间特征,也即对不同尺度下的参考图像进行分析,任选一个参考图像作为待测图像,根据待测图像与其他每个参考图像中同一灰度级的像素点的分布情况,确定待测图像中每个灰度级的像素点的优先权值,优先权值可以用于后续筛选种子点,此时待测图像中种子点的选择可视为综合了图像的空间特征,即结合了不同尺度下参考图像中的信息,因此更加具有代表性;然后基于种子点对待测图像进行划分,即可获得初步分割区域,由于种子点的选择是以灰度级为基准,因此,不同的种子点可能有着相同的灰度值,故可能存在原本完整的区域被分割为不同的区域,所以在此基础上再利用初步分割区域之间像素点的相似情况对其进行修正调整,获得更加准确的最终分割区域;最后即可基于不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况,完成FPC连接器的裂纹检测;综上,本发明通过对图像进行多尺度处理,然后分析图像的空间特征,即对不同尺度下的参考图像进行分析,从而获得更具代表性的种子点,并对划分结果进行了修正调整,使得最终的区域分割结果更加准确,从而使得最终裂纹检测结果的准确度和可靠性得到有效的提升。

## 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案和优点,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它附图。

[0041] 图1为本发明一个实施例所提供的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法流程图。

## 具体实施方式

[0042] 为了更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法及其系统,其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如下。在下述说明中,不同的“一个实施例”或“另一个实施例”指的不一定是同一实施例。此外,一或多个实施例中的特定特征、结构或特点可由任何合适形式组合。

[0043] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。

[0044] 下面结合附图具体的说明本发明所提供的一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法及其系统的具体方案。

[0045] 请参阅图1,其示出了本发明一个实施例提供的基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法的方法流程图,该方法包括以下步骤:

[0046] 步骤S1:获取FPC连接器的灰度图像;对灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像。

[0047] FPC连接器的完整性在提升企业形象方面具有举足轻重的作用,因此在FPC连接器生产过程中需要对其进行裂纹检测,以保证FPC连接器的完整性。

[0048] 本发明实施例主要利用FPC连接器的图像进行裂纹检测,因此首先需要进行FPC连接器图像的采集,具体采集过程包括:使用工业相机,采用固定光源,获取FPC连接器的多个视角的图像,然后利用图像拼接技术将其拼接为一张图像,作为FPC连接器的全景图像,用于后续处理;然后需要进一步获取灰度图像。需要说明的是,具体拍摄装置的设置也可根据实施场景进行调整,在此不做限定;图像拼接技术为本领域技术人员熟知的技术手段,在此不做赘述。

[0049] 优选地,本发明一个实施例中灰度图像的获取方法包括:

[0050] 由于通过以上方式采集到的FPC连接器的全景图像一般会存在噪声影响,因此需要对其进行一定的处理,从而使得后续的图像处理过程中减少整体计算量以及减少不必要的噪声影响,具体的方式为:对采集到的FPC连接器的全景图像进行平均灰度化处理以及双边滤波获得无噪声影响的FPC连接器的灰度图像。需要说明的是,平均灰度化处理以及双边滤波皆为本领域技术人员熟知的技术手段,在此不做赘述。

[0051] 因为FPC连接器的整体构成成分所展示出来的图像视觉特征较为复杂,因此在利用区域生长算法进行FPC连接器区域分割时,如若对单一图像进行分析,那么种子点的选择则仅利用灰度值从而导致丢失图像的空间特征,往往会造成最终裂纹检测结果不准确的问题,而不同尺度下的图像可以对一部分的信息进行损失,使得原本复杂的图像在进行检测时分为不同复杂程度下的FPC连接器的裂纹检测,因此本发明实施例通过对FPC连接器的灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,通过对这些参考图像进行分析,以此提高后续处理过程的准确性。

[0052] 优选地,本发明一个实施例中对灰度图像进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,包括:

[0053] 首先基于图像金字塔技术对灰度图像进行多尺度处理,也即降采样处理,然后即可获得不同尺度下的参考图像,将参考图像的总数记为M。需要说明的是,本发明实施例中

利用图像金字塔技术对灰度图像进行4次降采样处理,具体降采样次数实施者可根据实际情况进行调整,在此不做限定;图像金字塔技术为本领域技术人员熟知的技术手段,在此不做赘述,同时最底层的图像为原始的灰度图像。

[0054] 至此,完成了对FPC连接器的灰度图像的降采样处理,获得了不同尺度下的参考图像,即可继续完成后续的处理过程。

[0055] 步骤S2:以任意一个灰度级的像素点作为待测像素点,以任意一个参考图像作为待测图像,其他参考图像作为对比图像;根据待测图像与每个对比图像中像素点的分布情况,获得待测图像中待测像素点的优先权值。

[0056] 对于不同尺度下的参考图像而言,因为其对应的尺度不同,故存在的图像的细节的表现也会不同,所以以某一个固定的灰度值选择所有尺度下的种子点,会使得不同尺度下的参考图像分割存在较大的偏差,具体体现在:因为降采样下的图像会丢失某些位置的像素点,从而使得种子点所选择的位置存在较大的差异,进而使得图像分割存在较大的偏差。因此,需要对不同尺度下的参考图像分别进行分析。基于先验知识可知,相对于FPC连接器的裂纹而言,正常的像素点的数量应该更多,并且使用图像金字塔技术会有着更大幅度的像素点的损失,因此在降采样过程中,能够保留下来的像素点具有更大的可能为FPC连接器的正常像素点;为了便于后续过程的说明以及对整个方案进行解释,以任意一个灰度级的像素点作为待测像素点,以任意一个参考图像作为待测图像,将其他参考图像作为对比图像。故可根据待测图像与每个对比图像中像素点的分布情况,获得待测像素点的优先权值。

[0057] 在获取待测像素点的优先权值之前,可先获取待测像素点在待测图像中的正常指标。

[0058] 优选地,本发明一个实施例中,待测像素点在待测图像中的正常指标的获取方法包括:

[0059] 首先获取每个参考图像中的像素点总数以及每个灰度级的像素点数量,将每个灰度级的像素点数量与像素点总数的比值作为每个灰度级的像素点的数量参数,记为 $N$ 。

[0060] 然后将每个参考图像中所有灰度级的像素点的数量参数的平均值,作为数量均值,将每个灰度级的像素点的数量参数与数量均值的比值作为每个灰度级的像素点的占比

参数。占比参数的公式模型为:
$$\omega = \frac{N}{\frac{1}{256} \times \sum_{i=0}^{255} N_i}$$
 其中, $\omega$ 表示占比参数, $N$ 表示数量参数, $N_i$

表示第 $i$ 个灰度级的像素点的数量参数。

[0061] 在占比参数的公式模型中,当某个灰度级的像素点的数量参数 $N$ 越大,同时所有灰度级的像素点的数量参数的均值,数量均值 $\frac{1}{256} \times \sum_{i=0}^{255} N_i$ 越小,那么该灰度级的像素点的占比参数就越大,说明该灰度级的像素点的数量越多。需要说明的是,在本发明其他实施例中计算占比参数时,分母数量均值也可根据除某个灰度级之外其他灰度级的像素点的数量参数获得。

[0062] 在获取到占比参数的计算方法之后,即可对待测像素点进行处理分析。

[0063] 将待测图像与每个对比图像中待测像素点的数量参数的差异进行负相关映射并

归一化后,作为数量因子;但是仅利用数量因子作为正常指标的评价依据会存在一定程度的误差,原因在于图像金字塔技术对于边缘像素点是不友好的,在降采样的过程中边缘像素点更加容易丢失,而非边缘部分,同一个灰度级对应的像素点在整体的图像中是分散的,降采样不会将其全部丢失,应该是按照一定比例;故本发明实施例通过设置另一评价指标占比因子,降低该情况造成的影响。

[0064] 在待测图像与每个对比图像中,将尺度数最小的图像中待测像素点的占比参数作为分子,尺度数最大的图像中待测像素点的占比参数作为分母,获得占比比值,然后将占比比值进行归一化,获得占比因子;最后将数量因子与占比因子的乘积作为待测图像与每个对比图像中待测像素点的正常指标。待测图像以第  $m$  个尺度下的参考图像为例,记为  $u$ ,对比图像以第  $m+1$  个尺度下的参考图像为例,记为  $v$ ,  $m$  和  $m+1$  均小于  $M$ ;正常指标的公式

模型具体可以例如为:  $\eta_g = e^{-|N_g^u - N_g^v|} \times \left( \frac{1}{\frac{\omega_g^u}{\sigma + \omega_g^u}} \right)$  其中,  $g$  表示待测像素点,  $\eta_g$  表示待测像

素点的正常指标,  $N_g^u$  表示待测图像  $u$  中待测像素点的数量参数,  $N_g^v$  表示对比图像  $v$  中待测像素点的数量参数,  $\omega_g^u$  表示待测图像  $u$  中待测像素点的占比参数,  $\omega_g^v$  表示对比图像  $v$  中待测像素点的占比参数,  $\sigma$  表示无穷小参数,  $e$  表示自然常数。

[0065] 在正常指标的公式模型中,基于上述分析可知,在使用图像金字塔技术降采样的过程中,能够保留下来的像素点具有更大的可能为FPC连接器的正常像素点,因此当不同的参考图像中待测像素点的数量参数的差异  $|N_g^u - N_g^v|$  越小,则说明降采样过程对待测像素点的影响较小,其大概率就为正常像素点,因此对该差异进行负相关映射并归一化矫正逻辑关系,获得数量因子  $e^{-|N_g^u - N_g^v|}$ ;由于在降采样过程中,位于边缘的像素点更容易丢失,所以若

是边缘像素点丢失,那么占比比值  $\frac{\omega_g^u}{\sigma + \omega_g^u}$  就会较大,故占比因子  $\frac{1}{1 - e^{-\frac{\omega_g^u}{\sigma + \omega_g^u}}}$  就越小,从而即使数量

因子较大,最终的正常指标也会变小,以此完成对数量因子的调节,获得更加准确的正常指标; $\sigma$  为无穷小参数,用于防止分母为0。

[0066] 基于上述方法可获取待测像素点在待测图像与任意一个对比图像之间的正常指标,然后即可获取待测像素点在待测图像中的优先权值。

[0067] 优选地,本发明一个实施例中,待测像素点的优先权值的获取方法包括:

[0068] 基于正常指标的计算方法,依次根据待测图像与每个对比图像之间像素点的分布情况,获得待测像素点在待测图像中的正常指标,即获取到  $M-1$  个正常指标;然后将待测图像中待测像素点的所有正常指标的均值作为待测像素点的优先权值。优先权值的公式模型为:

$W_g = \frac{1}{M-1} \times \sum_{j=1}^{M-1} \eta_g^j$  其中,  $g$  表示待测像素点,  $W_g$  表示待测像素点的优先权值,  $\eta_g^j$  表示待测像素点的第  $j$  个正常指标,  $M$  表示参考图像的总数。

[0069] 在优先权值的公式模型中,由于平均值可以用来反映一组数据的一般情况和平均水平,所以获取待测图像中待测像素点的所有正常指标的均值,同时也能更具代表性,当优

先权值越大时,则说明待测像素点为正常区域的像素点,即正常像素点的可能性越大。

[0070] 至此,通过对待测像素点在待测图像与其他所有对比图像中的分布情况进行分析,获得了待测图像中待测像素点的优先权值,此时的优先权值综合了各个尺度下的参考图像中的信息,也即综合了图像的空间特征,因此更具代表性也更加准确。

[0071] 步骤S3:根据待测图像中所有像素点的优先权值筛选种子点;根据种子点对待测图像进行划分,获得初步分割区域;根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域。

[0072] 基于步骤S2中优先权值的公式模型可以计算待测图像中所有灰度级的像素点的优先权值,然后即可根据待测图像中所有像素点的优先权值筛选种子点。

[0073] 优选地,本发明一个实施例中种子点的获取方法包括:

[0074] 基于像素点的优先权值对像素点的灰度级进行降序排列,获得排列序列;将排列序列中前预设数量个灰度级对应的像素点作为种子点。需要说明的是,本发明实施例中预设数量设置为4,具体数值实施者可根据实施场景进行调整,在此不做限定。

[0075] 然后即可根据种子点对待测图像进行划分,获得初步分割区域。

[0076] 优选地,本发明一个实施例中根据种子点对待测图像进行划分,获得初步分割区域,包括:

[0077] 基于区域生长算法根据种子点对待测图像进行划分,获得初步分割区域。需要说明的是,区域生长算法为本领域技术人员熟知的技术手段,在此不做赘述。

[0078] 但是由于在上述种子点的获取过程中,选择的标准为灰度级,因此待测图像中,会出现多个灰度值相同的像素点都为种子点,而当这些像素点的位置比较接近时,就会使得原本完整的区域被分割为几个不同的初步分割区域,因此本发明实施例中针对这一情况,通过初始分割区域之间像素点的相似情况对划分结果进行调整,获得最终分割区域。

[0079] 优选地,本发明一个实施例中,根据初步分割区域之间像素点的相似情况获得最终分割区域,包括:

[0080] 首先判断相邻两个初始分割区域中种子点的灰度值是否相同,当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值不相等时,则说明这两个种子点对应的两个初始分割区域有着较大的区别,则不可能属于一个区域,因此不对该相邻两个初始分割区域进行合并;

[0081] 当相邻两个初始分割区域的种子点的灰度值相等时,则说明该相邻两个初始分割区域有一定的可能性属于同一个区域,故需要进行更加深入的判断:基于均匀度计算公式根据每个初始分割区域中的像素点灰度值,获取初始分割区域的均匀度参数,记为 $JY$ ,均匀度参数表征了初始分割区域中像素点灰度值的分布均匀情况。

[0082] 然后将相邻两个初始分割区域的均匀度参数的比值与预设常数的差异作为均匀度因子;分别获取每个初始分割区域中所有像素点的灰度值均值,将相邻两个初始分割区域的灰度值均值的差异作为均值因子;将均匀度因子与均值因子的乘积作为相邻两个初始分割区域的差异因子。以任意相邻两个初始分割区域为例,分别记为 $h$ 和 $h'$ ,差异因子的公式模型包括:

$$\Delta_{h,h'} = \left| \frac{JY_h}{JY_{h'}} - \varepsilon \right| \times |\overline{G}_h - \overline{G}_{h'}|$$
其中, $\Delta_{h,h'}$ 表示初始分割区域 $h$ 和初始分割区域 $h'$ 的差异

因子, $JY_h$ 表示初始分割区域 $h$ 的均匀度参数, $JY_{h'}$ 表示初始分割区域 $h'$ 的均匀度参数, $\overline{G}_h$ 表

示初始分割区域  $h$  中所有像素点的灰度值均值,  $\overline{G}_k$  表示初始分割区域  $k$  中所有像素点的灰度值均值,  $\varepsilon$  表示预设常数。

[0083] 在差异因子的公式模型中, 均匀度因子  $\left| \frac{JY_k}{JY'_k} - \varepsilon \right|$  为相邻两个初始分割区域的均匀度参数的比值与预设常数  $\varepsilon$  的差异, 当均匀度参数的比值越接近1时, 则可说明相邻的两个初始分割区域的灰度值的均匀性越接近, 则越可能属于一个区域, 然后与预设常数的差异越小, 则说明相邻的两个初始分割区域的相似程度越大; 然后计算均值因子  $|\overline{G}_k - \overline{G}_k|$ , 本质为相邻两个初始分割区域的灰度值均值的差异, 当均值因子越小时, 则说明该相邻两个初始分割区域的灰度值越接近, 也反映出两个初始分割区域的相似程度越大; 故将均匀度因子和均值因子相乘, 作为差异因子, 差异因子越小, 说明相邻两个初始分割区域的相似程度越大, 越可能属于同一个区域, 只是由于种子点的不同被分为不同的区域。

[0084] 最后将差异因子与预设差异阈值进行比较, 当差异因子小于预设差异阈值时, 则将相邻两个初始分割区域进行合并, 当差异因子大于或等于预设差异阈值时, 则不对相邻两个初始分割区域进行合并。

[0085] 依次对所有相邻的初始分割区域进行是否合并的判断, 即可完成对划分结果的调整, 获得最终分割区域。需要说明的是, 均匀度计算公式为本领域技术人员熟知的计算手段, 在此不做赘述; 预设常数本实施例中设置为1, 便于与均匀度参数的比值进行比较, 预设差异阈值设置为0.2, 具体数值实施者也可根据具体实施场景进行调整, 在此不做限定; 同时, 在依次对所有相邻的初始分割区域进行是否合并的判断时, 每个区域仅被计算一次, 例如, 初始分割区域1分别与初始分割区域2和初始分割区域3都相邻, 当初始分割区域1和初始分割区域2合并后, 初始分割区域1不再与初始分割区域3进行是否合并的判断, 同时, 初始分割区域2即使还与其他初始分割区域相邻, 也不再参与是否合并的判断。

[0086] 至此, 通过相邻的初步分割区域之间像素点的相似情况, 对划分结果完成了修正归类, 获得了准确的最终分割区域, 可以继续完成后续的处理过程。

[0087] 步骤S4: 根据不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况, 获得FPC连接器的裂纹检测结果。

[0088] 基于以上步骤可以获取到每个参考图像的最终分割区域, 然后可通过所有尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况, 获得FPC连接器的裂纹检测结果。

[0089] 优选地, 本发明一个实施例中根据不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况, 获得FPC连接器的裂纹检测结果, 包括:

[0090] 首先分别对所有参考图像中每个最终分割区域进行形心计算, 获取每个最终分割区域的形心。

[0091] 然后将第一个参考图像, 也即原始图像中任意一个最终分割区域作为待测区域, 将待测区域的形心依次与其他参考图像中所有形心进行比较, 若在其他每个参考图像中都存在相等的形心, 则将所有相等的形心所在的最终分割区域作为初步匹配区域; 本质为通过形心在其他参考图像中寻找与第一个参考图像中待测区域对应的区域, 通过寻找对应的区域可以初步筛选出正常区域, 原因在于正常的像素点是更有可能在每次降采样过程中被保留下来。

[0092] 最后获取每个初步匹配区域与待测区域中像素点的灰度值的奇异值,将其作为每个初步匹配区域与待测区域的相似值,当所有的相似值均大于预设判断阈值时,则待测区域为正常区域;将第一个参考图像中除正常区域外的最终分割区域作为裂纹区域;即可完成裂纹检测,获得FPC连接器的裂纹检测结果。需要说明的是,形心的计算过程以及奇异值的计算过程皆为本领域技术人员熟知的计算过程,在此不做赘述;预设判断阈值设置为0.6,具体数值的大小实施者可根据具体实施场景进行调整,在此不做限定。

[0093] 本实施例还提供了一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测系统,该系统包括存储器、处理器和计算机程序,其中存储器用于存储相应的计算机程序,处理器用于运行相应的计算机程序,计算机程序在处理器上运行时能够实现任意一项一种基于图像处理技术的FPC连接器裂纹检测方法的步骤。

[0094] 综上所述,本发明实施例通过对FPC连接器的灰度图像进行多尺度分析,从而在多尺度处理的结果之上,利用不同复杂程度的图像,结合了图像的空间特征获取种子点,从而使得分割结果更加准确,并对分割结果进行了进一步地修正,有效提高了FPC连接器裂纹检测结果的准确度和可靠性。首先获取FPC连接器的灰度图像,然后基于图像金字塔技术对其进行多尺度处理,获得不同尺度下的参考图像,可以使得原本复杂的图像分为不同复杂程度的图像,便于后续处理;进而分析图像的空间特征,即对不同尺度下的参考图像进行分析,任选一个参考图像作为待测图像,根据待测图像与其他每个参考图像中同一灰度级的像素点的分布情况,确定待测图像中每个灰度级的像素点的优先权值,优先权值表征出每个灰度级的像素点为正常像素点的可能性,可以用于后续筛选种子点,此时待测图像中种子点的选择可视为综合了图像的空间特征,即结合了不同尺度下参考图像中的信息,因此更加具有代表性;进而基于种子点对待测图像进行划分,即可获得初步分割区域,由于种子点的选择是以灰度级为基准,因此,不同的种子点可能有着相同的灰度值,故可能存在原本完整的区域被分割为不同的区域,所以在此基础上再利用初步分割区域之间像素点的相似情况对其进行修正调整,从而获得更加准确的最终分割区域;最后即可基于不同尺度下的参考图像的最终分割区域之间的匹配情况,完成FPC连接器的裂纹检测。

[0095] 需要说明的是:上述本发明实施例先后顺序仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0096] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

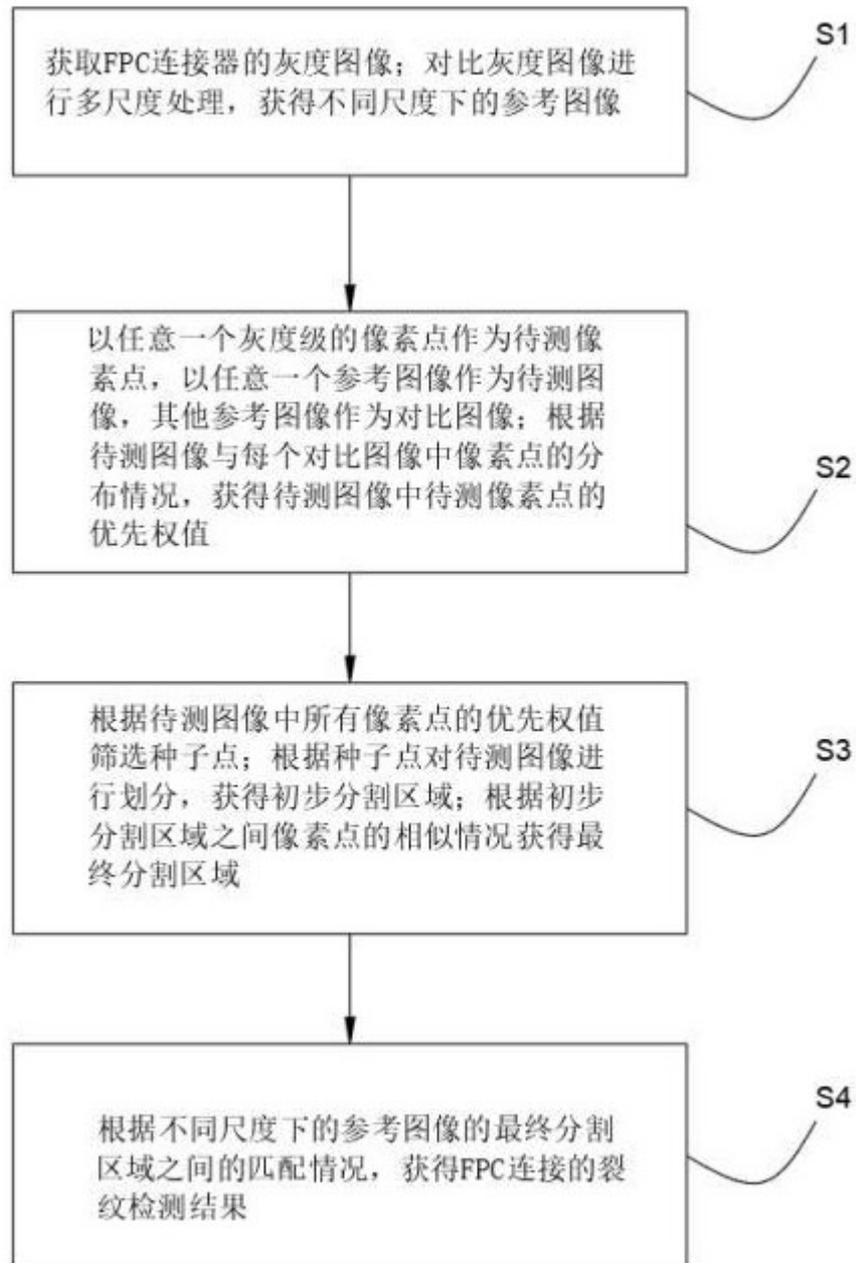


图 1