



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109727295 A

(43)申请公布日 2019. 05. 07

(21)申请号 201811542900.3

(22)申请日 2018.12.17

(71)申请人 中国电子产品可靠性与环境试验研究所((工业和信息化部电子第五研究所)(中国赛宝实验室))

地址 510610 广东省广州市天河区东莞庄路110号

(72)发明人 赖灿雄 方文啸 洪子扬 骆成阳

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 黄隶凡

(51)Int.Cl.

G06T 11/00(2006.01)

G06T 7/155(2017.01)

G06K 9/62(2006.01)

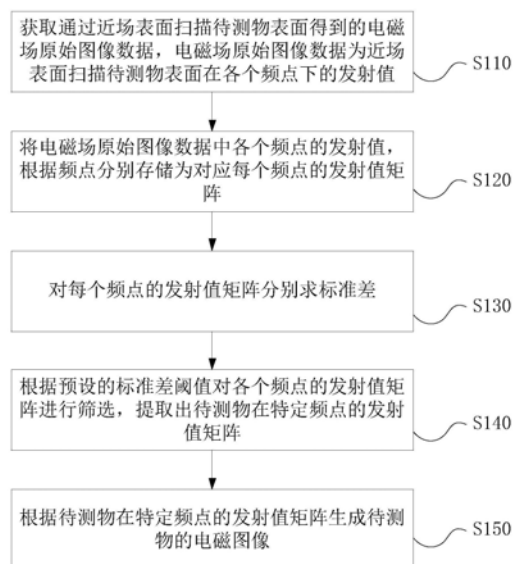
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

## (54)发明名称

电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质

## (57)摘要

本申请涉及一种电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质。所述方法包括:获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值;将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵;对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵;根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。采用本方法能够对扫描获得的原始图像数据进行自动提取,无需手动检查特定频点进行提取。



1. 一种电磁图像提取方法,其特征在于,所述方法包括:

获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,所述电磁场原始图像数据为近场表面扫描所述待测物表面在各个频点下的电磁信号发射值;

将所述电磁场原始图像数据中各个频点的电磁信号发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵;

对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出所述待测物在特定频点的发射值矩阵;

根据所述待测物在特定频点的发射值矩阵生成所述待测物的电磁图像。

2. 根据权利要求1所述的电磁图像提取方法,其特征在于,根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选包括:

从各个频点的发射值矩阵中,筛选出标准差大于所述标准差阈值的发射值矩阵。

3. 根据权利要求1所述的电磁图像提取方法,其特征在于,还包括:

对所述待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理;

对降维后的所述待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到所述待测物电磁图像的聚类结果。

4. 根据权利要求3所述的电磁图像提取方法,其特征在于,对所述待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理包括:

将所述待测物在各个特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵;

对所述输入矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵;

对所述二值化矩阵进行降维处理。

5. 根据权利要求3所述的电磁图像提取方法,其特征在于,对所述待测物特定频点的发射值矩阵进行降维处理包括:

采用主成分分析法对所述待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行降维处理。

6. 根据权利要求3所述的电磁图像提取方法,其特征在于,对降维后的所述待测物特定频点的发射值矩阵进行聚类包括:

采用K-Means聚类法对所述待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类。

7. 根据权利要求6所述的电磁图像提取方法,其特征在于,还包括:

利用所述待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。

8. 一种电磁图像提取装置,其特征在于,所述装置包括:

原始图像数据获取模块,用于获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,所述电磁场原始图像数据为近场表面扫描所述待测物表面在各个频点下的发射值;

数据矩阵化模块,用于将所述电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点存储为对应频点的发射值矩阵;

标准差处理模块,用于对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

筛选模块,用于根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出所述待测物在特定频点的发射值矩阵;

图像生成模块,用于根据所述待测物在特定频点的发射值矩阵生成所述待测物的电磁

图像。

9.一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至7中任一项所述的方法的步骤。

## 电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及近场表面扫描技术领域,特别是涉及一种电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质。

### 背景技术

[0002] 近场表面扫描是目前用于对板极产品及器件级产品进行电磁兼容测试的一种常用技术,测试方法是通过电磁场探头获得待测物表面近场区域内的电磁场分布,可以用于进行电磁干扰定位及评价等。

[0003] 近场表面扫描测试一般通过频谱仪在一定的区域范围内驻点收集待测物的在不同频点下的电磁发射信号,直到所有的扫描点历遍,但所收集到的信号除了测试所需要的待测物的有意电磁发射信号外,还包括背景噪声,因此需要将所需要的待测物的有意电磁发射信号提取出来。

[0004] 由于待测物的电磁发射只发生在特定频点上,其他频点均为背景噪声信号,传统的方法是通过手动检查的方式找到这些特定频点,提取出这些特定频点下的数据。

### 发明内容

[0005] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质。

[0006] 一种电磁图像提取方法,方法包括:

[0007] 获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值;

[0008] 将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵;

[0009] 对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

[0010] 根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵;

[0011] 根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0012] 在其中一个实施例中,根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选包括:

[0013] 从各个频点的发射值矩阵中,筛选出标准差大于标准差阈值的发射值矩阵。

[0014] 在其中一个实施例中,电磁图像提取方法还包括:

[0015] 对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理;

[0016] 对降维后的待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到待测物电磁图像的聚类结果。

[0017] 在其中一个实施例中,对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理包括:

- [0018] 将待测物在全部特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵；
- [0019] 对输入矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵；
- [0020] 对二值化矩阵进行降维处理。
- [0021] 在其中一个实施例中,对待测物特定频点的发射值矩阵进行降维处理包括：
- [0022] 采用主成分分析法对待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行降维处理。
- [0023] 在其中一个实施例中,对降维后的待测物特定频点的发射值矩阵进行聚类包括：
- [0024] 采用K-Means聚类法对待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类。
- [0025] 在其中一个实施例中,电磁图像提取方法还包括：
- [0026] 利用待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。
- [0027] 一种电磁图像提取装置,其特征在于,装置包括：
- [0028] 原始图像数据获取模块,用于获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值；
- [0029] 数据划分模块,用于将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点存储为对应频点的发射值矩阵；
- [0030] 标准差处理模块,用于对每个频点的发射值矩阵分别求标准差；
- [0031] 筛选模块,用于根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵；
- [0032] 图像生成模块,用于根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。
- [0033] 一种计算机设备,包括存储器和处理器,存储器存储有计算机程序,处理器执行计算机程序时实现以下步骤：
- [0034] 获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值；
- [0035] 将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵；
- [0036] 对每个频点的发射值矩阵分别求标准差；
- [0037] 根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵；
- [0038] 根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。
- [0039] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：
- [0040] 获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值；
- [0041] 将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵；
- [0042] 对每个频点的发射值矩阵分别求标准差；
- [0043] 根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵；
- [0044] 根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0045] 上述电磁图像提取方法、装置、计算机设备和存储介质,通过将近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据按照频率重组,对重组数据集中的每个频点的发射值矩阵分别求标准差,由于有意电磁发射信号为有规则图案的电磁图像,像素的发射值分布较散乱,标准差较大,而背景噪声为无图案的电磁图像,像素的发射值分布较集中,标准差较小,因此根据预设的标准差阈值对每个频点的发射值矩阵进行筛选,可以去除背景噪声,提取出待测物在特定频点的有意电磁发射信号图像数据,能够对扫描获得的原始图像数据进行自动提取,无需手动检查特定频点进行提取。

## 附图说明

- [0046] 图1为一个实施例中电磁图像提取方法的流程示意图;  
 [0047] 图2为另一个实施例中电磁图像提取方法的流程示意图;  
 [0048] 图3为一个实施例中电磁图像提取方法降维处理方法的流程示意图;  
 [0049] 图4为一个实施例中电磁图像提取装置的结构框图;  
 [0050] 图5为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

## 具体实施方式

[0051] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0052] 在一个实施例中,如图1所示,提供了一种电磁图像提取方法,包括步骤110~150:

[0053] 步骤110,获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值。

[0054] 近场表面扫描是通过对PCB电路板或电子元器件进行电磁场近场扫描,以获得待测物的电磁场分布情况。

[0055] 具体地,使用近场表面扫描仪器对待测物进行扫描,获取近场表面扫描仪器扫描得到的待测物表面在一定频点范围内的各个频点的电磁信号发射值。

[0056] 步骤120,将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵。

[0057] 由于扫描直接获得的发射值为单一像素点的值,为了便于进行处理以及最终能够获得按照频点分布的电磁图像,将所有获得的发射值根据频点进行划分,并将每个频点对应的全部发射值存储为该频点的发射值矩阵。

[0058] 将每个单一频点的发射值存储为矩阵 $X_m$ ,

$$[0059] \quad X_m = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{pmatrix}$$

[0060] 其中, $X_m$ 是指在第 $m$ 个频点下扫描到的发射值矩阵, $x_{ij}$ 为第 $i$ 行第 $j$ 列像素点的电磁信号发射值。

[0061] 步骤120,对每个频点的发射值矩阵分别求标准差。

[0062] 待测物在特定频点下的有意电磁发射信号分布较散乱,离散程度高,因此标准差较大,而背景噪声的发射信号分布较为集中,离散程度较低,因此标准差较小,可以通过预设的标准差阈值进行筛选,使得进行提取处理筛选时的数据集变小,只需对每个发射值矩阵的标准差进行筛选,无需对每个发射值矩阵本身的数据进行筛选,缩短提取的时间。

[0063] 具体地,设第 $m$ 个频点的发射值标准差为 $\sigma_m$ ,

$$[0064] \quad \sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{a=1}^i \sum_{b=1}^j (x_{ab} - \mu_m)^2}$$

[0065] 其中, $\mu_m$ 为第 $m$ 个频点的所有像素点的发射值的均值, $n$ 为像素点的总数,即 $n=i \times j$ 。

[0066] 步骤140,根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵。

[0067] 将所有频率下的发射值的标准差与预设的标准差阈值进行比较,标准差小于阈值的发射值矩阵即属于背景噪音,标准差达到阈值的发射值矩阵为待测物特定频点的发射值矩阵,即为待测物的有意电磁发射信号对应的数据。

[0068] 步骤150,根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0069] 根据提取出的发射值矩阵即可生成待测物的电磁图像,待测物的电磁图像能够直观观测待测物的电磁场分布情况。

[0070] 上述电磁图像提取方法中,通过将近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,将电磁场原始图像数据按照频点分别存储为发射值矩阵对各个频点的发射值矩阵分别求标准差,由于有意电磁发射信号为有规则图案的电磁图像,像素的发射值分布较散乱,标准差较大,而背景噪声为无图案的电磁图像,像素的发射值分布较集中,标准差较小,因此根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,可以去除背景噪声,提取出待测物在特定频点的有意电磁发射信号图像数据,能够对扫描获得的原始图像数据进行自动提取,无需手动检查特定频点进行提取。

[0071] 在其中一个实施例中,根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选步骤包括:

[0072] 从各个频点的发射值矩阵中,筛选出标准差大于标准差阈值的发射值矩阵。

[0073] 将每个频点的发射值矩阵的标准差与预设的标准差阈值进行比较,标准差大于标准差阈值的发射值矩阵,其对应的频点即为特定频点,其发射值即为待测物在特定频点下的有意电磁发射信号值,因此筛选出这部分发射值矩阵,标准差小于标准差阈值的发射值矩阵中的发射值均为背景噪声的电磁发射信号。

[0074] 在其中一个实施例中,如图2所示,电磁图像提取方法还包括步骤160~170:

[0075] 步骤160,对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理。

[0076] 先将提取出的待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维,减少聚类需要处理的数据量,提高处理效率,还能减少干扰降低误差,提高聚类的准确率。

[0077] 步骤170,对降维后的待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到待测物电磁图像的聚类结果。

[0078] 目前对于分析提取出来的电磁图像之间是否存在联系,并无处理方法,若需要利用电磁图像进行建模测试,需要使用所有电磁图像的数据进行建模才能建立较为准确的模型,工作量非常大,对于进行测试的时间投入较高。

[0079] 聚类能够分析出待测物电磁图像之间的相似性,通过聚类能够将相似度较高的电磁图像划分为一类,在后续的测试或评估中只需从一类中提取一到两个电磁图像进行分析,即可获得代表这一类电磁图像的特性的数据进行评估或建模。

[0080] 在一个实施例中聚类方法可以采用K-Means聚类法、均值漂移聚类法、基于密度的聚类方法 (DBSCAN)、用高斯混合模型 (GMM) 的最大期望 (EM) 聚类法、凝聚层次聚类法或图团体检测法 (Graph Community Detection) 等,本领域技术人员可以根据需要进行选择。

[0081] 在其中一个实施例中,如图3所示,对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理包括步骤161~163:

[0082] 步骤161,将待测物在各个特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵;

[0083] 具体地,设待测物在第m个频点的发射值矩阵为 $Y_m$ ,将 $Y_m$ 展开为一个向量 $A_m$ ,则:

$$[0084] \quad A_m = \begin{pmatrix} y_{11} \\ y_{21} \\ \vdots \\ y_{1j} \\ y_{2j} \\ \vdots \\ y_{ij} \end{pmatrix}$$

[0085] 其中, $y_{ij}$ 为提取出的待测物电磁图像在第i行第j列像素点的发射值。

[0086] 将提取出的各个特定频点下的发射值矩阵展开得到的向量的转置重组为输入矩阵E,输入矩阵含有m个频点下的发射值矩阵,则:

$$[0087] \quad E = \begin{pmatrix} A_1^T \\ A_2^T \\ \vdots \\ A_m^T \end{pmatrix}$$

[0088] 步骤162,对待输入矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵;

[0089] 步骤163,对二值化矩阵进行降维处理。

[0090] 形态学分割是为了突出待测物电磁图像的轮廓,具体地,将电磁图像中的图案部分通过形态学分割算法转化为全黑,剩余部分为全白,用1表示黑,0表示白,即可得到二值化矩阵,二值化矩阵对应生成的图像能够使得相同图案的点在特征空间中的欧氏距离变得更小,不同图案的点在特征空间中的欧氏距离变得更大,使得更加便于进行聚类处理。

[0091] 在其中一个实施例中,对待测物特定频点的发射值矩阵或二值化矩阵进行降维处理可以采用主成分分析法 (PCA)、t-分布邻域嵌入算法 (t-SNE)、多维标度法 (MDS) 或SVD矩阵分解法等方法,本领域技术人员可以根据需要进行选择。

[0092] 其中,主成分分析法 (PCA) 是一种常用的降维统计方法,使用正交变换将一组可能相关的变量输入数据转换为一组被称为主成分的线性不相关变量的值。由于PCA只是简单



对输入数据进行变换,所以它既可以用在分类问题,也可以用在回归问题。非线性的情况可以使用核方法kernelized PCA,但是由于PCA有良好的数学性质、发现转换后特征空间的速度、以及再原始和变换后特征间相互转换的能力,在降维或者说特征抽取时,PCA已经可以满足大部分情况。本领域技术人员可以根据需要进行选择

[0093] 给定原始空间,PCA会找到一个到更低维度空间的线性映射。因为需要使所有样本的投影尽可能分开,则需要最大化投影点的方差。PCA保留的方差是最大的,且最终的重构(从变换后回到原始情况)的误差是最小的。

[0094] 具体的处理方法为:

[0095] 为了衡量特点向量每个维度(即为电磁图像内的每个像素)之间的离散程度,计算两个维度A、B之间的协方差如下示:

$$[0096] \quad cov(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^t (A_i - \bar{A})(B_i - \bar{B})}{t - 1}$$

[0097] 令 $c_{pq} = cov(p, q)$ 代表协方差矩阵C的第p行与第q列,协方差矩阵定义如下:

$$[0098] \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{pmatrix} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{E}^T$$

[0099] 根据特征向量的定义式:

$$[0100] \quad \mathbf{C} \times \mathbf{V} = \vec{\lambda} \mathbf{V}$$

[0101] 其中 $\vec{\lambda}$ 指代n个不同的 $\lambda$ 的向量, $\lambda$ 即为n个特征向量对应的特征值,而这n个特征向量组成的特征向量矩阵V如下示:

$$[0102] \quad \mathbf{V} = (\mathbf{v}_1 \ \mathbf{v}_2 \ \cdots \ \mathbf{v}_n)$$

[0103] 对于单个特征向量 $\mathbf{v}_i$ , $i$ 满足 $1 \leq i \leq n$ 并为一个整数。因此,上述定义式可转变成:

$$[0104] \quad \mathbf{C} \times \mathbf{v}_i = \lambda \mathbf{v}_i$$

[0105] 将n个这样的特征向量方程解出,可以得到含有n个不同的特征值向量 $\vec{\lambda}$ 以及n个特征向量组成的矩阵V。由于特征向量都是单位化的(即长度为1),并且相互正交,因此这些特征向量可以用来作为待降维数据(提取出的待测物特定频点的发射值矩阵,即待测物的电磁图像)的基底。得到C的V和 $\vec{\lambda}$ 之后,可以对提取出的待测物特定频点的发射值矩阵进行降维。将V内的特征向量 $\mathbf{v}_i$ (即每一列)按相应特征值 $\lambda_i$ 降序排列,然后取前k个主成分作为提取出的待测物特定频点的发射值矩阵集 $\mathbf{E}_1$ 可以投射的基底矩阵V'如下:

$$[0106] \quad \mathbf{V}' = (\mathbf{v}'_1 \ \mathbf{v}'_2 \ \cdots \ \mathbf{v}'_k)$$

[0107] 其中 $\mathbf{v}'_1, \mathbf{v}'_2, \cdots, \mathbf{v}'_k$ 指的是按特征值降序排列后的前k个特征向量,同时也是原矩阵C的主成分。大体上来说,V'中的主成分包含了原本的协方差矩阵C的主要信息,于是可以使用V'来指代C。

[0108] PCA的最终步骤是将均值化后的输入矩阵E与投射后基底矩阵V'相乘,也就是将均值化后的输入矩阵投射到作为主成分并选取好的基底上,即有如下投影矩阵:

$$[0109] \quad \mathbf{P} = \mathbf{V}'^T \times \mathbf{E}_{\text{mean-adjusted}}^T$$

[0110] 即可以推导出：

$$[0111] \quad \mathbf{P} = \begin{pmatrix} f_1^1 & \cdots & f_m^1 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ f_1^k & \cdots & f_m^k \end{pmatrix}$$

[0112] 其中 $f_m^k$ 的下标 $m$ 指的是该元素位于投影矩阵 $P$ 的第 $m$ 列,代表着该列是发射值矩阵集中第 $m$ 个频率的数据; $f_m^k$ 的上标 $k$ 指的是该元素位于投影矩阵 $P$ 的第 $k$ 行,代表着该行是主成分投影,也就是降维后所剩的一个数据维度。

[0113] 经过上述处理,将数据从原本的维度降至 $k$ 维,且不会丢失太多信息,保证重构时误差最小。

[0114] 降维后对投影矩阵 $P$ 的每一列进行聚类,即可得到一个准确率相对较高的分类结果。

[0115] 在其中一个实施例中,对降维后的待测物特定频点的发射值矩阵采用K-Means聚类法进行聚类。

[0116] 在另一个实施例中,对降维后的二值化矩阵采用K-Means聚类法进行聚类。

[0117] K-Means聚类法具有计算简便的特点,能够有效提高计算速度。

[0118] 具体的聚类步骤为：

[0119] 步骤171,将投影矩阵 $P$ 的每一行作为特征空间中的频点,随机初始化 $k$ 个质心(即中心点)。

[0120] 步骤172,计算每个频点到各个质心的距离,分别将每个频点归类到所得距离最短的质心。

[0121] 步骤173,对于每个质心,分别计算归类到该质心的所有频点的均值,并将所得的均值更新为新的质心。

[0122] 重复步骤172~173,直至类内方差收敛至一个最小值。

[0123] 类内方差为：

$$[0124] \quad S = \sum_{i=1}^k \sum_{p_j \in c_i} (p_j - \mu_i)^2$$

[0125] 其中, $p_j$ 为频点, $c_i$ 为对应质心 $i$ 所代表的类, $i \in (1, 2 \cdots k)$ , $\mu_i$ 为质心。

[0126] 在其中一个实施例中,电磁图像提取方法还包括：

[0127] 步骤180,利用待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。

[0128] 要建立电磁测试模型,若聚类结果存在 $z$ 类,从每个类中提取一部分电磁图像数据用于对该类产品进行建模,具有针对性,且减少工作量。

[0129] 应该理解的是,虽然图1-3的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图1-3中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0130] 在一个实施例中,如图4所示,提供了一种电磁图像提取装置,包括:原始图像数据

获取模块210、数据划分模块220、标准差处理模块230、筛选模块240和图像生成模块250,其中:

[0131] 原始图像数据获取模块210,用于获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值;

[0132] 数据划分模块220,用于将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点存储为对应频点的发射值矩阵;

[0133] 标准差处理模块230,用于对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

[0134] 筛选模块240,用于根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵;

[0135] 图像生成模块250,用于根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0136] 在其中一个实施例中,电磁图像提取装置还包括:降维处理模块和聚类模块,其中:

[0137] 降维模块,用于对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理;

[0138] 聚类模块,用于对降维后的待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到待测物电磁图像的聚类结果。

[0139] 在其中一个实施例中,降维处理模块包括:重组模块、二值化模块及降维运算模块,其中:

[0140] 重组模块,用于将待测物在各个特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵;

[0141] 二值化模块,用于对待测物特定频点的发射值矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵;

[0142] 降维运算模块,用于对二值化矩阵进行降维处理。

[0143] 在其中一个实施例中,电磁图像提取装置还包括:

[0144] 建模模块,用于利用所述待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。

[0145] 关于电磁图像提取装置的具体限定可以参见上文中对于电磁图像提取方法的限定,在此不再赘述。上述电磁图像提取装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0146] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构图可以如图5所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种电磁图像提取方法。

[0147] 本领域技术人员可以理解,图5中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备

可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0148] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现以下步骤:

[0149] 获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值;

[0150] 将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵;

[0151] 对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

[0152] 根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵;

[0153] 根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0154] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0155] 对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理;

[0156] 对降维后的待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到待测物电磁图像的聚类结果。

[0157] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0158] 将待测物在各个特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵;

[0159] 对输入矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵;

[0160] 对二值化矩阵进行降维处理。

[0161] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0162] 利用待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。

[0163] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0164] 获取通过近场表面扫描待测物表面得到的电磁场原始图像数据,电磁场原始图像数据为近场表面扫描待测物表面在各个频点下的发射值;

[0165] 将电磁场原始图像数据中各个频点的发射值,根据频点分别存储为对应每个频点的发射值矩阵;

[0166] 对每个频点的发射值矩阵分别求标准差;

[0167] 根据预设的标准差阈值对各个频点的发射值矩阵进行筛选,提取出待测物在特定频点的发射值矩阵;

[0168] 根据待测物在特定频点的发射值矩阵生成待测物的电磁图像。

[0169] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0170] 对待测物在每个特定频点的发射值矩阵分别进行降维处理;

[0171] 对降维后的待测物在每个特定频点的发射值矩阵进行聚类,得到待测物电磁图像的聚类结果。

[0172] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0173] 将待测物在各个特定频点的发射值矩阵重组为输入矩阵;

[0174] 对输入矩阵进行形态学分割处理,获得二值化矩阵;

[0175] 对二值化矩阵进行降维处理。

[0176] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0177] 利用待测物的电磁图像的聚类结果建立电磁测试模型。

[0178] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成, 所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中, 该计算机程序在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用, 均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程ROM (PROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦除可编程ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM以多种形式可得, 诸如静态RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双数据率SDRAM (DDRSDRAM)、增强型SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM (RDRAM) 等。

[0179] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合, 为使描述简洁, 未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述, 然而, 只要这些技术特征的组合不存在矛盾, 都应当认为是本说明书记载的范围。

[0180] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式, 其描述较为具体和详细, 但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本申请构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本申请的保护范围。因此, 本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

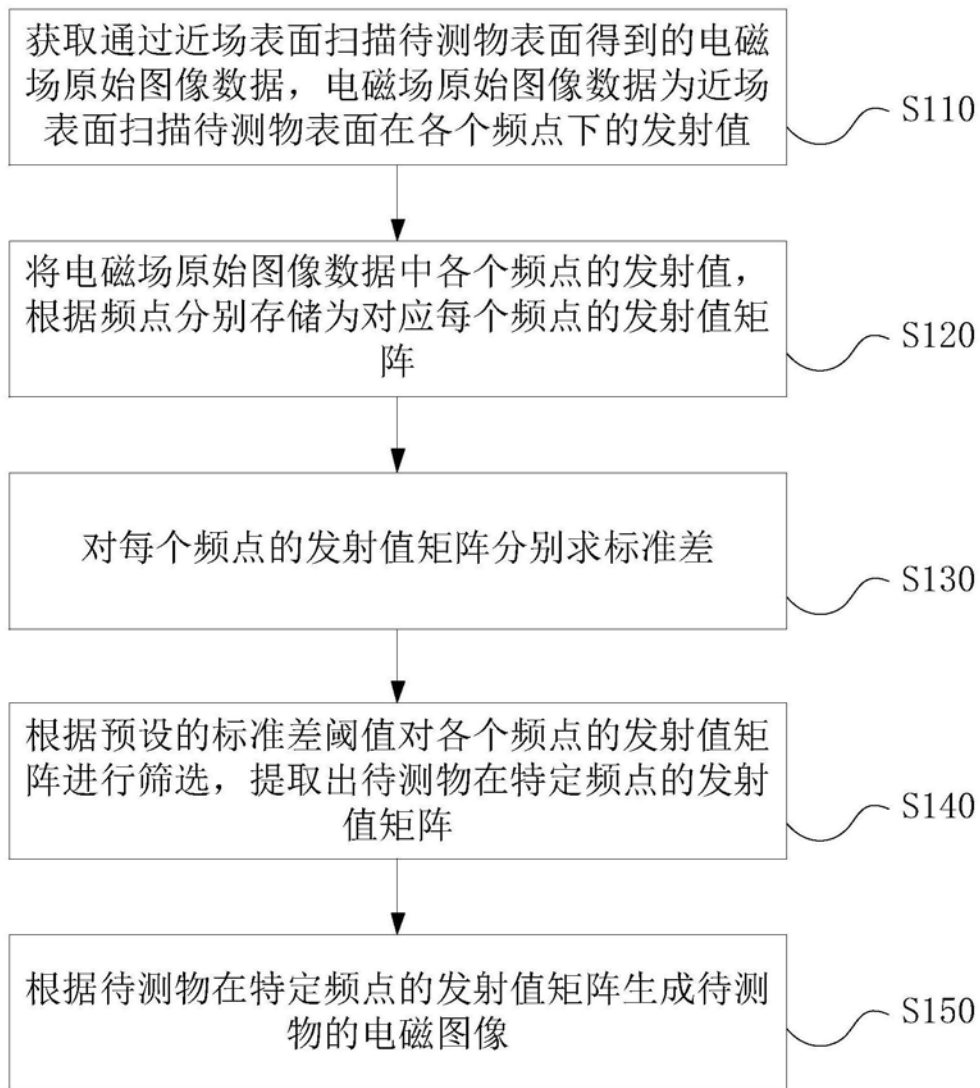


图1

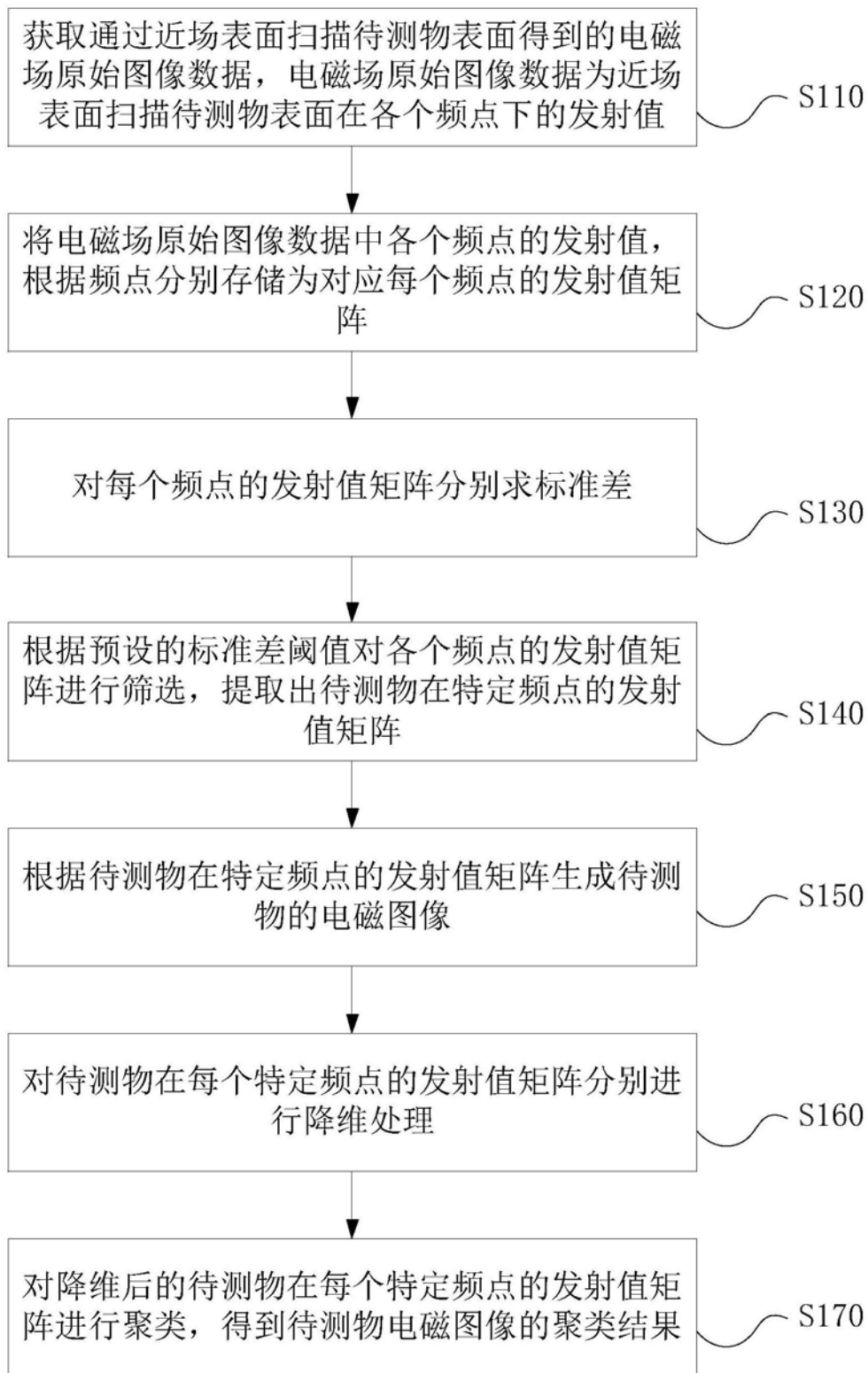


图2

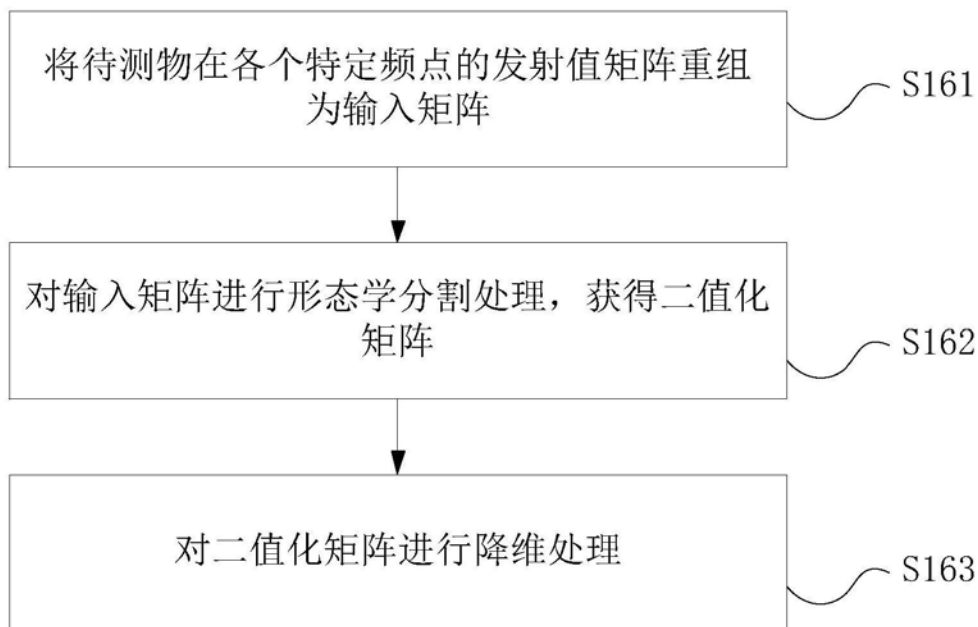


图3

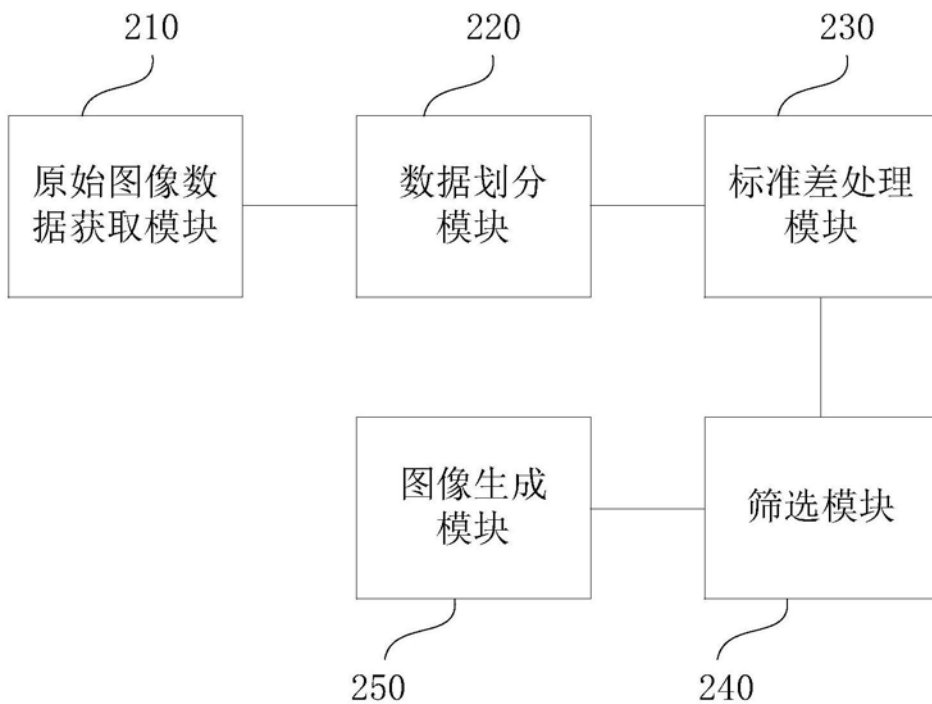


图4



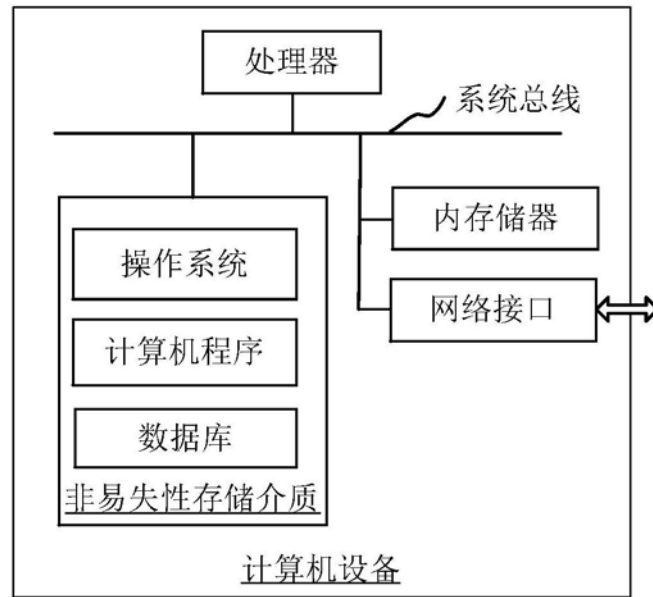


图5