

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023年5月4日 (04.05.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/070312 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/126393
- (22) 国际申请日: 2021年10月26日 (26.10.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN).
- (72) 发明人: 江冠南 (JIANG, Guannan); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 韩丽丽 (HAN, Lili); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。
- (74) 代理人: 北京北翔知识产权代理有限公司 (PEKSUNG INTELLECTUAL PROPERTY LTD.);

中国北京市海淀区学院路30号科大天工大夏B座16层01室, Beijing 100083 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 发明名称: 图像处理方法

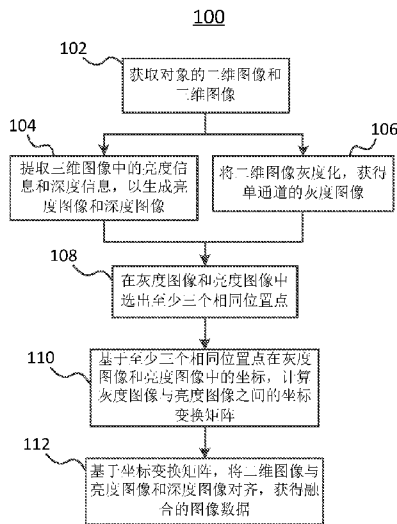


图 1

(57) Abstract: The present application relates to an image processing method. The method comprises: acquiring a two-dimensional image and a three-dimensional image of an object; extracting brightness information and depth information in the three-dimensional image, so as to generate a brightness image and a depth image of the object; graying the two-dimensional image to obtain a single-channel grayscale image; selecting at least three identical position points from the grayscale image and the brightness image; calculating a coordinate transformation matrix between the grayscale image and the brightness image on the basis of the coordinates of the at least three identical position points in the grayscale image and the brightness image; and aligning the two-dimensional image with the brightness image and the depth image on the basis of the coordinate transformation matrix, so as to obtain fused image data, wherein the fused image data includes color information of the two-dimensional image, and brightness information and depth information of the three-dimensional image. The present application further relates to a non-volatile storage medium.

- 102 Acquire a two-dimensional image and a three-dimensional image of an object
- 104 Extract brightness information and depth information in the three-dimensional image, so as to generate a brightness image and a depth image
- 106 Gray the two-dimensional image to obtain a single-channel grayscale image
- 108 Select at least three identical position points from the grayscale image and the brightness image
- 110 Calculate a coordinate transformation matrix between the grayscale image and the brightness image on the basis of the coordinates of the at least three identical position points in the grayscale image and the brightness image
- 112 Align the two-dimensional image with the brightness image and the depth image on the basis of the coordinate transformation matrix, so as to obtain fused image data

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要： 本申请涉及一种图像处理方法，包括：获取对象的二维图像和三维图像；提取三维图像中的亮度信息和深度信息，以生成对象的亮度图像和深度图像；将二维图像灰度化来获得单通道的灰度图像；在灰度图像和亮度图像中选出至少三个相同位置点；基于至少三个相同位置点在灰度图像和亮度图像中的坐标，计算灰度图像与亮度图像之间的坐标变换矩阵；以及基于坐标变换矩阵，将二维图像与亮度图像和深度图像对齐，获得融合的图像数据，融合的图像数据包含二维图像的颜色信息以及三维图像的亮度信息和深度信息。本申请还涉及一种非易失性存储介质。

图像处理方法

5 技术领域

本申请涉及图像处理领域，特别涉及一种图像处理方法及非易失性存储介质。

背景技术

10 在工业生成过程中，由于工艺及设备原因，产品可能存在一定缺陷，因此需要检测产品是否存在缺陷，以提升产品的良品率。在传统的缺陷检测方式中，人工检测存在检测效率低等弊端。通过视觉图像技术不仅可以提高检测效率，还可以大大缩减人力投入的成本。目前的视觉检测方法往往采用 CCD 相机获取二维（2D）图像，再利用 2D 图像进行检测。然而，
15 这种利用 2D 图像的检测方法的准确性不足，容易导致对缺陷的漏检与误检。

发明内容

20 鉴于上述问题，本申请提出了一种图像处理方法及非易失性存储介质。

为此，本发明的第一方面提供了一种图像处理方法，其中该图像处理方法包括：

获取对象的二维图像和三维图像；

提取三维图像中的亮度信息和深度信息，以生成该对象的亮度图像和

深度图像；

将二维图像灰度化，获得单通道的灰度图像；

在灰度图像和亮度图像中选出至少三个相同位置点；

基于至少三个相同位置点在灰度图像和亮度图像中的坐标，计算灰度

5 图像与亮度图像之间的坐标变换矩阵；以及

基于该坐标变换矩阵，将二维图像与亮度图像和深度图像对齐，获得融合的图像数据，该融合的图像数据包含二维图像的颜色信息以及三维图像的亮度信息和深度信息。

在本申请的实施方案中，将二维图像灰度化形成单通道的灰度图像，
10 然后求解出二维图像与三维图像的坐标变换矩阵，将二维图像和三维图像的特征对齐，以将二维图像和三维图像中的特征数据进行对齐，获得融合的图像数据，实现了二维图像和三维图像的图像融合。这种融合的图像数据可以为后续的深度神经网络分析提供更丰富的信息，以便获取更准确的检测结果。

15 在本申请的实施方案中，灰度化的目的是为了便于二维图像中的特征与三维图像中的特征进行对齐。在一些实施方案中，可以采用加权平均法来将彩色 RGB 三通道图像灰度化，具体地，可以根据以下公式计算灰度值：

$$p = w_1R + w_2G + w_3B$$

其中， p 表示坐标点的灰度值， R 表示坐标点的红色值， w_1 表示红色
20 值的权重， G 表示坐标点的绿色值， w_2 表示绿色值的权重， B 表示坐标点的蓝色值， w_3 表示蓝色值的权重。研究表明人眼对绿色的敏感度最高，对红色次之，对蓝色的敏感度最低，因此在一些实施方案中，可以设定 $w_2 > w_1 > w_3$ 。在一些实施方案中，可以设定 w_1 为 0.299， w_2 为 0.587， w_3 为 0.114，这是因为实验和理论证明这样的权重设定能得到最符合人眼感知的

心理学灰度。通过加权平均法求得的灰度值充分保留了图像的红色、绿色和蓝色的信息。应理解，可以想到使用其他方法来进行灰度化，例如分量法、最大值法、平均值法和 Gamma 校正法等。

5 在一些实施方案中，该至少三个相同位置点是该对象的具有特异性的点。这些特异性的点是通过图像中的图案进行分析能够得到的图案中的特定位置。因此，选出至少三个相同位置点可以通过人工智能算法来实现。

10 在一些实施方案中，该至少三个相同位置点包括不在同一直线上的三个参考点。当三个参考点在同一直线上时，通过三个参考点的坐标无法求得坐标变换矩阵，所以该至少三个相同位置点需要包括不在同一直线上的三个参考点。

15 在一些优选实施方案中，该三个参考点所形成的三角形的最大内角不超过 160° 。该三个参考点所形成的三角形的最大内角越大，三个参考点越接近于在一条直线上，较小的采样误差就可能三个参考点接近在一条直线上，造成基于该三个参考点在灰度图像和亮度图像中的坐标所求出的坐标变换矩阵无效。因此，将该三个参考点所形成的三角形的最大内角设置成不超过 160° ，增强了坐标变换矩阵的可靠性。

在一些具体实施方案中，该图像处理办法包括：

基于该坐标变换矩阵，以二维图像的坐标为基准将亮度图像和深度图像与二维图像对齐；以及

20 将灰度图像的灰度信息以及对齐到二维图像的坐标的亮度信息和深度信息分别作为三个通道的信息，生成包含三通道信息的融合图像。

25 应理解，以二维图像的坐标为基准将由三维图像获得的亮度图像和深度图像与二维图像对齐是本申请的一种实施方案，本领域技术人员可以想到以亮度图像的坐标为基准将二维图像与亮度图像对齐，即对齐到三维图像，也实现了将二维图像和三维图像对齐，完成了两种图像的数据对齐。

然而，三维图像的分辨率较低，因此优选地将亮度图像和深度图像对齐到二维图像。此外，应理解，不必合成一个包含三个通道的信息的融合图像，只需要将二维图像和三维图像的信息对齐，并且保存在图像中的各个坐标的颜色信息、亮度信息和深度信息等。

- 5 在一些实施方案中，可以将颜色信息、亮度信息和深度信息进行通道叠加，得到具有多通道信息的图像。在另一些实施方案中，可以将颜色信息、亮度信息和深度信息进行加权融合，得到具有单通道或多通道信息的图像。

10 在一些具体实施方案中，在将二维图像与亮度图像和深度图像对齐之前，将深度图像中的深度值进行归一化，生成归一化的深度图像。所生成的深度图像中的深度值可能特别大，例如上万的数值，因此通过归一化可以将深度值限制在 0 至 1 之间，有利于后续的计算处理。在一些实施方案中，可以根据以下公式来归一化深度图像中的深度值：

$$d_s = \frac{d - d_{min}}{d_{max} - d_{min}}$$

15 其中， d 表示深度图像中的坐标点的深度值， d_{min} 表示深度图像中的最小深度值， d_{max} 表示深度图像中的最大深度值， d_s 表示深度图像中的坐标点的归一化的深度值。

20 在一些实施方案中，上述对象选自以下项中的任一项：电池表面、电池顶盖焊缝和电池密封钉。本申请的实施方案适用于既需要二维图像又需要三维图像来进行缺陷检测的场景。在电池生产过程中，电池表面的划痕、电池顶盖焊缝的缺陷及密封钉焊缝的缺陷检测都是确保电池出厂的安全性的重要环节，二维图像不能直接反映出电池相关部位的深度信息，不能使对深度敏感的特征有效成像，而三维图像的分辨率较低，不能覆盖所有的目标特征。因此，在检测电池表面的划痕、电池顶盖焊缝的缺陷及密封钉焊缝的缺陷时，可以采用本申请的图像处理方法来获取融合的图像数据，

以用于相应的特征检测。

在一些实施方案中，上述二维图像和三维图像可以是在生产线的不同位置处采集的图像。然而，在另一些实施方案中，上述二维图像和三维图像可以是在生产线的相同位置处采集的图像。

5 在一些实施方案中，上述二维图像和三维图像从一致的角度拍摄同一个物体。然而，在另一些实施方案中，上述二维图像和三维图像可以从不同的角度拍摄同一物体。

本申请的第二方面提供了一种非易失性存储介质，其存储有指令，当该指令被处理器执行时，导致处理器执行上述第一方面所述的图像处理方
10 法。

本申请的第三方面提供了一种外观检测方法，该方法包括：

根据上述第一方面所述的图像处理方法，获取多个对象的融合的图像数据；

获取多个对象的缺陷判定结果；

15 使用该多个对象的融合的图像数据和缺陷判定结果迭代训练深度学习算法模型，以更新深度学习算法模型；

采集目标对象的二维图像和三维图像；

根据上述第一方面所述的图像处理方法来融合所述目标对象的二维图像和三维图像，获得该目标对象的融合的图像数据；以及

20 将该目标对象的融合的图像数据输入更新的深度学习算法模型，获得该目标对象的缺陷结果。

在本申请的实施方案中，通过将检测的目标对象的融合的图像数据代入训练好的模型来获得目标对象的缺陷结果，一方面提高了检测的准确度，减少了缺陷漏检和缺陷误检（假阳性）的情况，另一方面由于融合的
25 图像数据代入一个模型进行计算分析，不需要构建两个模型，也不需要将

不同图像的数据分别代入两个模型中进行计算分析，节省了计算资源，提升了检测速度。此外，采用融合的图像数据只需对一个模型而不是两个模型进行事先训练。

5 在一些实施方案中，该目标对象的融合的图像数据包括该目标对象的灰度信息、亮度信息和深度信息，并且上述深度学习算法模型包括灰度数据输入通道、亮度数据输入通道和深度数据输入通道。在本申请的实施方案中，深度学习算法模型可以包括三个数据输入通道，该模型根据输入的灰度信息、亮度信息和深度信息来检测是否存在缺陷。

10 在一些实施方案中，上述深度学习算法模型包括红色数据输入通道、绿色数据输入通道、蓝色数据输入通道、亮度数据输入通道和深度数据输入通道。在本申请的实施方案中，深度学习算法模型可以包括五个数据输入通道，该模型根据输入的颜色信息、亮度信息和深度信息来检测是否存在缺陷。应理解，在实践中，本领域技术人员可以根据实际的需求来选择模型的数据通道的数量。

15 在一些实施方案中，所采集的目标对象的二维图像包括多个二维图像。

在一些实施方案中，所采集的目标对象的三维图像包括多个三维图像。

本申请的第四方面提供了一种非易失性存储介质，其存储有指令，当该指令被处理器执行时，导致处理器执行上述第三方面所述的外观检测方法。

20

附图说明

25 为了更清楚地说明本申请的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施方案，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，还可以根据附图获得其他的附图。在附图中：

图 1 例示了根据本申请的一个实施方案的图像处理方法的流程图；

图 2 例示了根据本申请的一个实施方案的图像处理方法的流程图；

图 3a 至图 3d 示出了根据本申请的一个实施例的二维图像、亮度图像、深度图像和融合图像的照片；以及

5 图 4 例示了根据本申请的一个实施方案的外观检测方法的流程图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请的实施方案进行详细的描述。以下实施方案仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此
10 来限制本申请的保护范围。

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申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和
15 权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。

在本文中提及“实施方案”意味着，结合实施方案描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施方案中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施方案，也不是与其它实施方案互斥的独立的或备选的实施方案。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，
20 本文所描述的实施方案可以与其它实施方案相结合。

如果在本说明书或权利要求中按顺序陈述步骤，这未必意味着实施方案或方面限于所陈述的顺序。相反，可以想象还以不同的顺序或者彼此并行地执行所述步骤，除非一个步骤建立在另一步骤上，这绝对需要建立的步骤随后执行（然而这将在个体情况下会变得清晰起来）。因此，所陈述
25 的顺序可以是优选的实施方案。

本申请的发明人在实践中发现，目前利用 2D 图像的检测产品缺陷的方法由于 2D 图像未能直接反映产品各个部位的深度信息，不能充分覆盖产品中的缺陷形态，容易导致对缺陷的漏检与误检。此外，发明人还认识到，通过三维（3D）摄像机采集的 3D 图像分辨率较低，同样无法充分覆盖产品中的缺陷形态，容易导致对缺陷的漏检与误检。发明人想到，由于 2D 图像的分辨率足够，可以利用 2D 图像来初步检测产品的缺陷，再利用 3D 图像对产品的缺陷进行复检，排除误检（假阳性）的缺陷并且添加漏检的缺陷。

更进一步地，发明人意识到，如果将 2D 图像和 3D 图像提取特征后代入两个不同的神经网络模型进行分析，一方面需要分析两次，另一方面需要事先训练两个神经网络模型。在此基础上，发明人想到将 2D 图像和 3D 图像进行融合，得到融合的图像数据，代入单个神经网络模型进行分析，减少了需要的计算资源，提升了分析速度，提高了效率。

图 1 例示了根据本申请的一个实施方式的图像处理方法 100 的流程图。如图 1 所示，在步骤 102，获取对象的二维图像和三维图像；然后，在步骤 104，提取三维图像中的亮度信息和深度信息，以生成亮度图像和深度图像。在步骤 106，将二维图像灰度化，获得单通道的灰度图像，以便于二维图像中的特征与三维图像中的特征进行对齐。在获得了亮度图像和灰度图像之后，在灰度图像和亮度图像中选出至少三个相同位置点，步骤 108。在步骤 110，基于至少三个相同位置点在灰度图像和亮度图像中的坐标，计算灰度图像与亮度图像之间的坐标变换矩阵。

本领域技术人员应理解，两个不同的摄像机采集的图像中的相同特征点具有不同的像点坐标。由于不同摄像机拍摄的图像中的产品形态具有相同的平直性和平行性，因此不同摄像机的像点坐标之间的坐标变换是仿射

变换，矩阵变换方程如下：

$$\begin{bmatrix} qx \\ qy \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} px \\ py \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中， (px, py) 表示一个摄像机的像点坐标， (qx, qy) 表示另一个摄像机的像点坐标， a_1 、 b_1 、 c_1 、 a_2 、 b_2 、 c_2 表示坐标变换矩阵中的变换系数。这种仿射变换具有六个变换系数，即具有六个自由度；因此，需要
5 三组点来计算坐标变换矩阵中的变换系数。

在计算出坐标变换矩阵之后，基于坐标变换矩阵，将二维图像与亮度图像和深度图像对齐，获得融合的图像数据，步骤 112。在本申请的实施方案中，将二维图像灰度化形成单通道的灰度图像，然后求解出二维图像与三维图像的坐标变换矩阵，将二维图像和三维图像的特征对齐，以将二
10 维图像和三维图像中的特征数据进行对齐，获得融合的图像数据，实现了二维图像和三维图像的图像融合。这种融合的图像数据可以为后续的深度学习模型分析提供更丰富的信息，以便获取更准确的检测结果。

图 2 例示了根据本申请的一个实施方案的图像处理方法的流程图。如图 2 所示，在步骤 202，获取对象的三维图像；在步骤 206，提取三维图
15 像中的亮度信息和深度信息，以生成亮度图像和深度图像，如图 3b 和图 3c 所示；然后，在步骤 210，将深度图像中的深度值进行归一化，生成归一化的深度图像。在一些实施方案中，可以根据以下公式来归一化深度图像中的深度值：

$$d_s = \frac{d - d_{min}}{d_{max} - d_{min}}$$

其中， d 表示深度图像中的坐标点的深度值， d_{min} 表示深度图像中的最小深度值， d_{max} 表示深度图像中的最大深度值， d_s 表示深度图像中的坐标
20 点的归一化的深度值。在步骤 206 生成的深度图像中的深度值可能特别大，

例如上万的数值，因此通过归一化可以将深度值限制在 0 至 1 之间，有利于后续的计算处理。

在步骤 204，获取对象的二维图像，如图 3a 所示；然后，在步骤 208，将彩色 RGB 三通道的二维图像加权灰度化，获得单通道的灰度图像。具体地，可以根据以下公式计算灰度值：

$$p = w_1R + w_2G + w_3B$$

其中， p 表示坐标点的灰度值， R 表示坐标点的红色值， w_1 表示红色值的权重， G 表示坐标点的绿色值， w_2 表示绿色值的权重， B 表示坐标点的蓝色值， w_3 表示蓝色值的权重。研究表明人眼对绿色的敏感度最高，对红色次之，对蓝色的敏感度最低，因此在一些实施方案中，可以设定 $w_2 > w_1 > w_3$ 。在一些实施方案中，可以设定 w_1 为 0.299， w_2 为 0.587， w_3 为 0.114，这是因为实验和理论证明这样的权重设定能得到最符合人眼感知的心理学灰度。通过加权平均法求灰度值，一方面算法实现较容易，计算量不大，另一方面充分保留了图像的颜色信息。应理解，可以想到使用其他方法来进行灰度化，例如分量法、最大值法、平均值法和 Gamma 校正法等。

应理解，如图 2 所示，可以在执行步骤 204 和步骤 208 之前、之后或者同时执行步骤 202、步骤 206 和步骤 210。在完成步骤 206 和步骤 208 之后，可以在灰度图像和亮度图像中选出具有特异性的三个相同位置点，步骤 212。这些特异性的点是通过分析图像中的图案能够得到的图案中的特定位置。因此，选出具有特异性的三个相同位置点可以通过人工智能算法来实现。图 3a 至图 3d 例示了根据本申请的锂电池密封钉焊接缺陷检测的实施例，在该实施例中，可以选取图中的直线焊缝与圆形焊缝的夹角的两个中心点以及密封钉的圆点作为具有特异性的三个相同位置点。这三个相同位置点不在同一直线上，这是为了满足计算坐标变换矩阵中的变

换系数的要求。

5 在一些优选实施方案中，三个相同位置点所形成的三角形的最大内角不超过 160° 。三个相同位置点所形成的三角形的最大内角越大，三个参考点越接近于在一条直线上，较小的采样误差就可能

10 接近在一条直线上，造成基于该三个相同位置点在灰度图像和亮度图像中的坐标所求出的坐标变换矩阵无效。因此，将该三个相同位置点所形成的三角形的最大内角设置成不超过 160° ，增强了坐标变换矩阵的可靠性。

15 在三个相同位置点不能满足不在一条直线或者所形成的三角形的最大内角不超过 160° 的要求时，可以选取更多的相同位置点，只要所选取的相同位置点中有三个参考点满足在一条直线或者所形成的三角形的最大内角不超过 160° 的要求即可。

在步骤 214，基于三个相同位置点在灰度图像和亮度图像中的坐标，计算灰度图像与亮度图像之间的坐标变换矩阵。步骤 214 与图 1 中的步骤 110 类似，相关的内容在此不再累述。

15 在计算出坐标变换矩阵之后，基于坐标变换矩阵，将亮度图像和归一化的深度图像对齐到二维图像，步骤 216。这使得相同位置点的数据能够在二维图像的像素点的维度上对齐，保证信息融合的有效性和准确性。

最后，在步骤 218，将经坐标变换的亮度图像和深度图像与灰度图像进行通道堆叠，形成具有三通道信息的融合图像，如图 3d 所示。此外，

20 应理解，不必合成一个包含三个通道的信息的融合图像，只需要将二维图像和三维图像的信息进行坐标对齐，并且保存在图像中的各个坐标的颜色信息、亮度信息和深度信息等。在另一些实施方案中，还可以将颜色信息、亮度信息和深度信息进行加权融合，得到具有单通道或多通道信息的图像。

本申请的图像处理方法适用于既需要二维图像又需要三维图像来进行

缺陷检测的场景。在电池生产过程中，电池表面的划痕、电池顶盖焊缝的缺陷及密封钉焊缝的缺陷检测都是确保电池出厂的安全性的重要环节，二维图像不能直接反映出电池相关部位的深度信息，不能使对深度敏感的特征有效成像，而三维图像的分辨率较低，不能覆盖所有的目标特征。因此，

5 在检测电池表面的划痕、电池顶盖焊缝的缺陷及密封钉焊缝的缺陷时，可以采用本申请的图像处理方法来获取融合的图像数据，以用于相应的特征检测。图 3a 至图 3d 例示了根据本申请的锂电池密封钉焊接缺陷检测的实施例。然而，应理解，本申请的图像融合方法中的对象还可以是电池表面、

10 电池顶盖焊缝等。在图 3a 至图 3d 的实施例中，图 3a 的二维图像与图 3b 和图 3c 对应的三维图像是在生产线的不同位置处采集的图像。然而，在另一些实施方案中，二维图像和三维图像可以是在生产线的相同位置处采集的图像。

图 4 例示了根据本申请的一个实施方案的外观检测方法的流程图。如图 4 所示，在步骤 402，根据本申请的图像处理方法，获取多个对象的融合

15 的图像数据。在步骤 404，获取多个对象的缺陷判定结果。在步骤 404 中获取的缺陷判定结果是通过目检人员判定的。然后，在步骤 406，使用多个对象的融合的图像数据和缺陷判定结果迭代训练深度学习算法模型，以更新深度学习算法模型。在训练出可用的深度学习算法模型之后，在步骤 408，采集目标对象的二维图像和三维图像；在步骤 410，根据本申请

20 的图像融合方法，融合目标对象的二维图像和三维图像，获得目标对象的融合的图像数据。最后，在步骤 412，将目标对象的融合的图像数据输入更新的深度学习算法模型进行分析，获得目标对象的缺陷结果。

在图 4 的实施方案中，通过将检测的目标对象的融合的图像数据代入训练好的模型来获得目标对象的缺陷结果，一方面提高了检测的准确度，

25 减少了缺陷漏检和缺陷误检（假阳性）的情况，另一方面由于融合的图像

数据代入一个模型进行计算分析，不需要构建两个模型，也不需要将不同图像的数据分别代入两个模型中进行计算分析，节省了计算资源，提升了检测速度。此外，采用融合的图像数据只需对一个模型而不是两个模型进行事先训练。

5 在一些实施方案中，上述目标对象的融合的图像数据包括该目标对象的灰度信息、亮度信息和深度信息，并且上述深度学习算法模型包括灰度数据输入通道、亮度数据输入通道和深度数据输入通道。在这种实施方案中，深度学习算法模型可以包括三个数据输入通道，该模型根据输入的灰度信息、亮度信息和深度信息来检测是否存在缺陷。

10 在一些实施方案中，上述深度学习算法模型包括红色数据输入通道、绿色数据输入通道、蓝色数据输入通道、亮度数据输入通道和深度数据输入通道。在种实施方案中，深度学习算法模型可以包括五个数据输入通道，该模型根据输入的颜色信息、亮度信息和深度信息来检测是否存在缺陷。应理解，在实践中，本领域技术人员可以根据实际的需求来选择模型的数据通道的数量。

15

虽然已经参考优选实施例对本发明进行了描述，但在不脱离本发明的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本发明并不局限于文中公开的特定实施例，而是包

20 括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权利要求书

1. 一种图像处理方法，其特征在于，所述图像处理方法包括：
获取对象的二维图像和三维图像；

5 提取所述三维图像中的亮度信息和深度信息，以生成所述对象的亮度图像和深度图像；

将所述二维图像灰度化，获得单通道的灰度图像；

在所述灰度图像和所述亮度图像中选出至少三个相同位置点；

10 基于所述至少三个相同位置点在所述灰度图像和所述亮度图像中的坐标，计算所述灰度图像与所述亮度图像之间的坐标变换矩阵；以及

基于所述坐标变换矩阵，将所述二维图像与所述亮度图像和所述深度图像对齐，获得融合的图像数据，所述融合的图像数据包含所述二维图像的颜色信息以及所述三维图像的亮度信息和深度信息。

15 2.根据权利要求 1 所述的图像处理方法，其特征在于，所述至少三个相同位置点是所述对象的具有特异性的点。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的图像处理方法，其特征在于，所述至少三个相同位置点包括不在同一直线上的三个参考点。

4.根据权利要求 3 所述的图像处理方法，其特征在于，所述三个参考点所形成的三角形的最大内角不超过 160° 。

20 5.根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的图像处理方法，其特征在于，所述图像处理方法包括：

基于所述坐标变换矩阵，以所述二维图像的坐标为基准将所述亮度图像和所述深度图像与所述二维图像对齐；以及

25 将所述灰度图像的灰度信息以及对齐到所述二维图像的坐标的亮度信息和深度信息分别作为三个通道的信息，生成包含三通道信息的融合图像。

6.根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的图像处理方法，其特征在于，在将所述二维图像与所述亮度图像和所述深度图像对齐之前，将所述深度图像中的深度值进行归一化，生成归一化的深度图像。

7.根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的图像处理方法，其特征在于，所述对象选自以下项中的任一项：电池表面、电池顶盖焊缝和电池密封钉。

8.一种非易失性存储介质，其特征在于，所述非易失性存储介质存储有指令，当所述指令被处理器执行时，所述指令导致所述处理器执行权利要求 1 至 7 中任一项所述的图像处理方法。

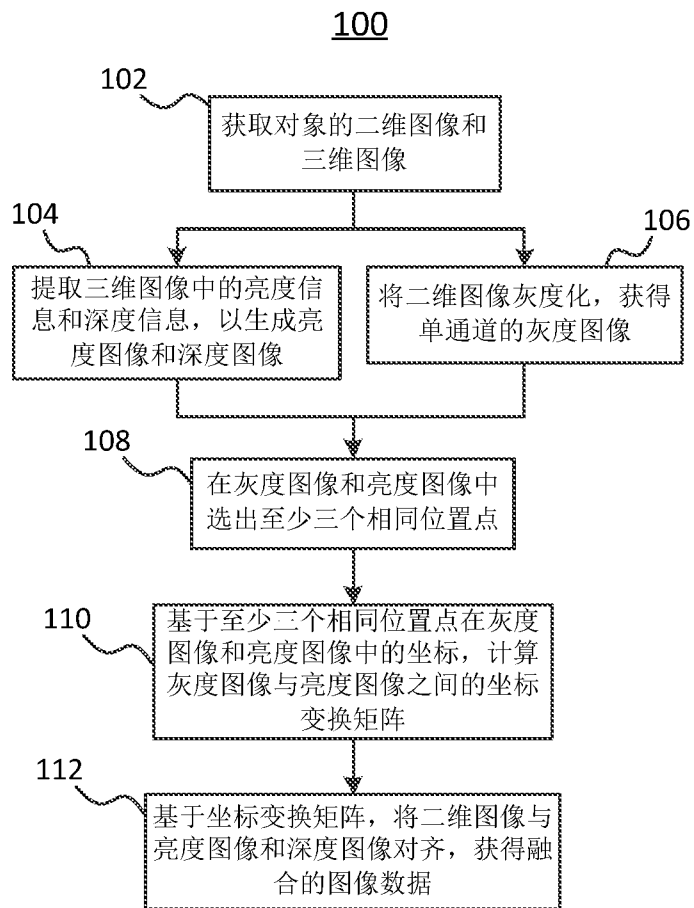


图 1

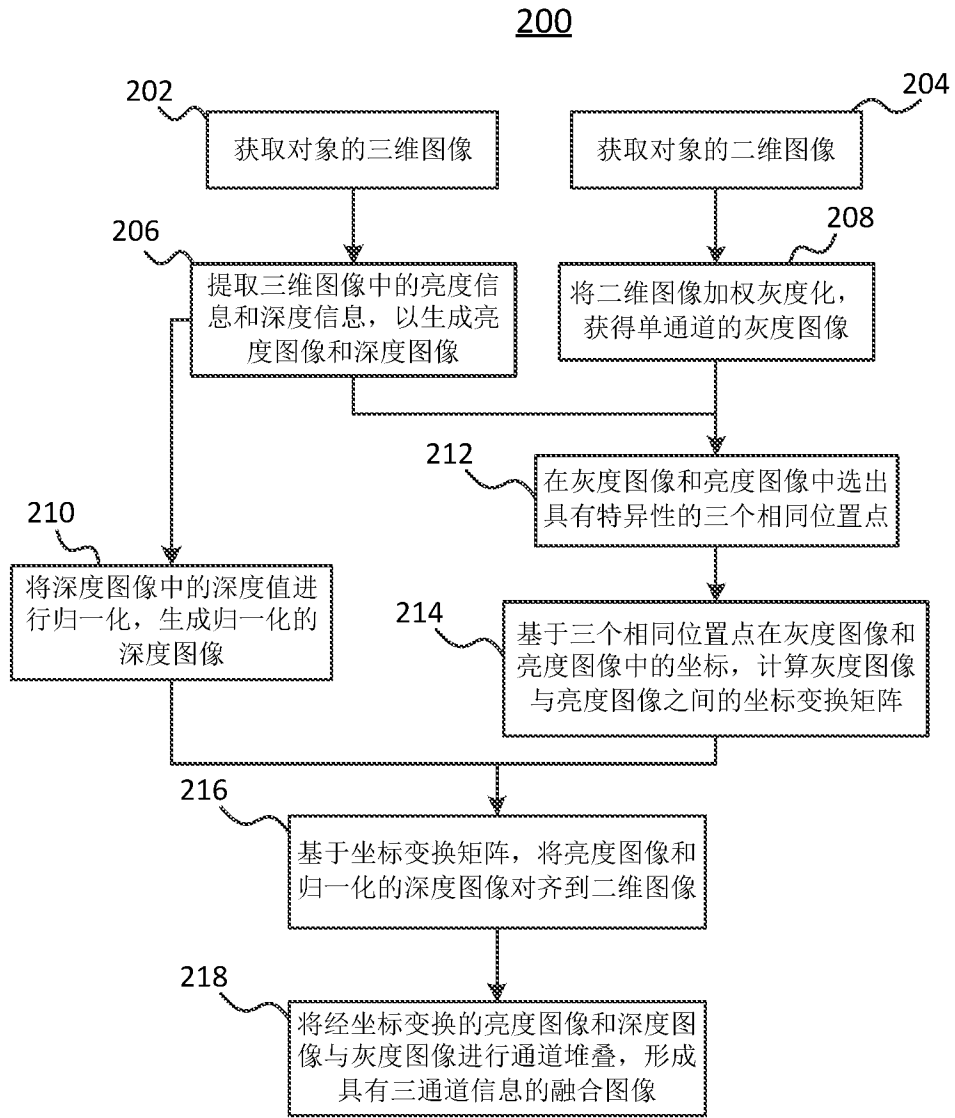


图 2

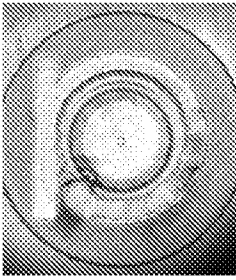


图 3a

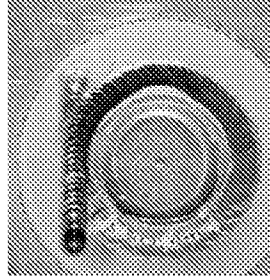


图 3b

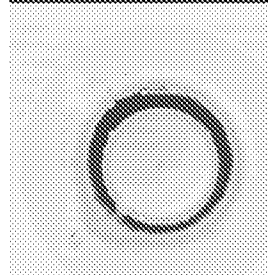


图 3c

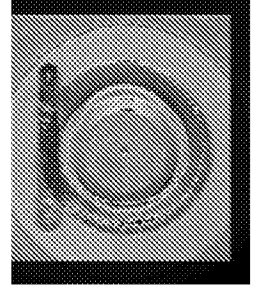


图 3d

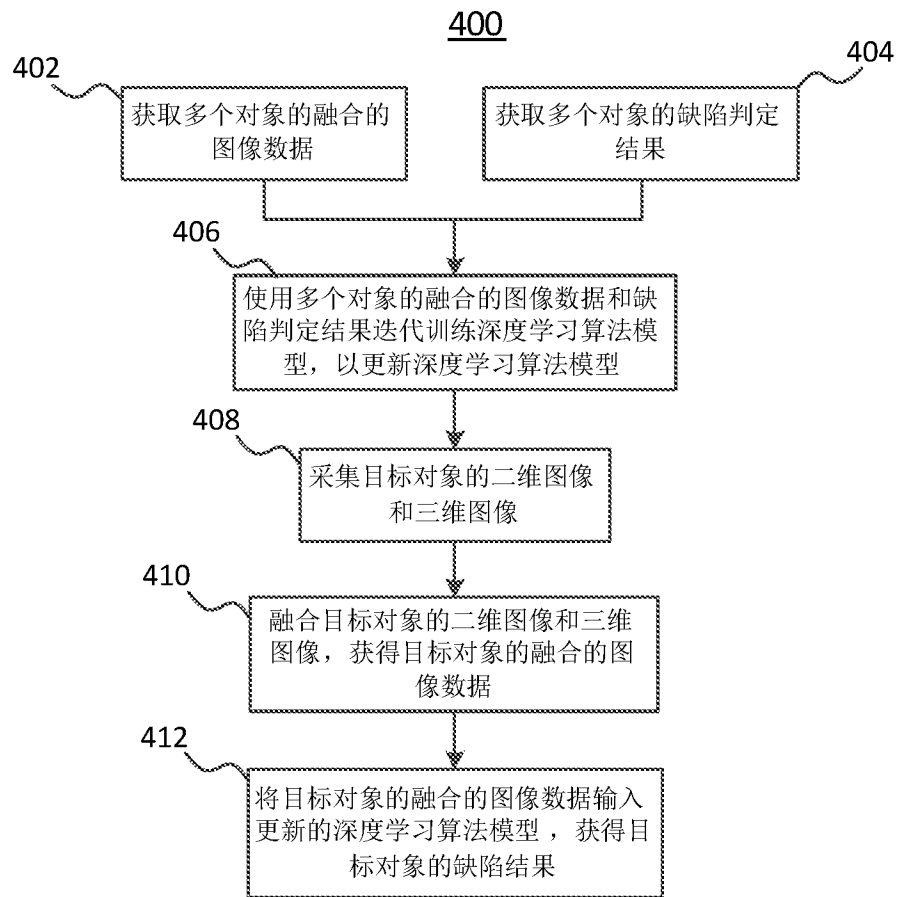


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/126393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G06T 7/00(2017.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
G06T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNTXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI: 图像, 二维, 三维, 亮度, 深度, 距离, 灰度, 融合, 坐标变换矩阵, 特征点; image, 2D, 3D, brightness, depth, distance, grayscale, fuse, coordinate transformation matrix, feature point		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112541886 A (BEIJING JIALI CHENGYI TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 March 2021 (2021-03-23) description, paragraphs 6-74, and figures 1-3	1-8
Y	CN 103930923 A (NOKIA CORP.) 16 July 2014 (2014-07-16) description, paragraphs 4-67, and figures 1-7	1-8
A	CN 103337069 A (YU HONGSHAN) 02 October 2013 (2013-10-02) entire document	1-8
A	CN 102508259 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 20 June 2012 (2012-06-20) entire document	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 June 2022		12 July 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/126393

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	112541886	A	23 March 2021	None		
CN	103930923	A	16 July 2014	WO	2013079778 A2	06 June 2013
				IN	201104189 I4	14 June 2013
				WO	2013079778 A3	08 August 2013
				EP	2791898 A2	22 October 2014
				EP	2791898 A4	21 October 2015
				US	2014320602 A1	30 October 2014
CN	103337069	A	02 October 2013	CN	103337069 B	29 June 2016
CN	102508259	A	20 June 2012	None		

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/126393

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06T 7/00 (2017.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06T</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI; 图像, 二维, 三维, 亮度, 深度, 距离, 灰度, 融合, 坐标变换矩阵, 特征点; image, 2D, 3D, brightness, depth, distance, grayscale, fuse, coordinate transformation matrix, feature point</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112541886 A (北京佳力诚义科技有限公司) 2021年3月23日 (2021 - 03 - 23) 说明书第6-74段、图1-3</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103930923 A (诺基亚公司) 2014年7月16日 (2014 - 07 - 16) 说明书第4-67段、图1-7</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103337069 A (余洪山) 2013年10月2日 (2013 - 10 - 02) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102508259 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2012年6月20日 (2012 - 06 - 20) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 112541886 A (北京佳力诚义科技有限公司) 2021年3月23日 (2021 - 03 - 23) 说明书第6-74段、图1-3	1-8	Y	CN 103930923 A (诺基亚公司) 2014年7月16日 (2014 - 07 - 16) 说明书第4-67段、图1-7	1-8	A	CN 103337069 A (余洪山) 2013年10月2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-8	A	CN 102508259 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2012年6月20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
Y	CN 112541886 A (北京佳力诚义科技有限公司) 2021年3月23日 (2021 - 03 - 23) 说明书第6-74段、图1-3	1-8															
Y	CN 103930923 A (诺基亚公司) 2014年7月16日 (2014 - 07 - 16) 说明书第4-67段、图1-7	1-8															
A	CN 103337069 A (余洪山) 2013年10月2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-8															
A	CN 102508259 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2012年6月20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-8															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年6月30日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年7月12日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>孟田革</p> <p>电话号码 86-10-62411653</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/126393

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112541886	A	2021年3月23日	无			
CN	103930923	A	2014年7月16日	WO	2013079778	A2	2013年6月6日
				IN	201104189	I4	2013年6月14日
				WO	2013079778	A3	2013年8月8日
				EP	2791898	A2	2014年10月22日
				EP	2791898	A4	2015年10月21日
				US	2014320602	A1	2014年10月30日
CN	103337069	A	2013年10月2日	CN	103337069	B	2016年6月29日
CN	102508259	A	2012年6月20日	无			