



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117218169 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 23

(21) 申请号 202311486251.0

(22) 申请日 2023.11.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117218169 A

(43) 申请公布日 2023.12.12

(73) 专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

专利权人 北京科技大学顺德创新学院

(72) 发明人 张天翔 杜湔 李江昀 张笑辰

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限
责任公司 11237

专利代理师 张仲波 邓琳

(51) Int. Cl.

G06T 7/33 (2017.01)

G06V 10/40 (2022.01)

G06V 10/10 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

G06V 10/80 (2022.01)

G06V 10/24 (2022.01)

G06V 10/26 (2022.01)

G06N 3/0455 (2023.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 109360230 A, 2019.02.19

CN 116630329 A, 2023.08.22

US 2021358160 A1, 2021.11.18

崔领袖, 张奇志, 周亚丽. 一种图像特征点匹
配算法.《传感器世界》.2018,第24卷(第2018年
第4期期),全文.李江昀, 孙丽婷. 基于并行处理的一种新型
有效的网络架构BSN-MOT.《通信学报》.2014,第
35卷(第2014年第4期期),全文.

审查员 高烁琪

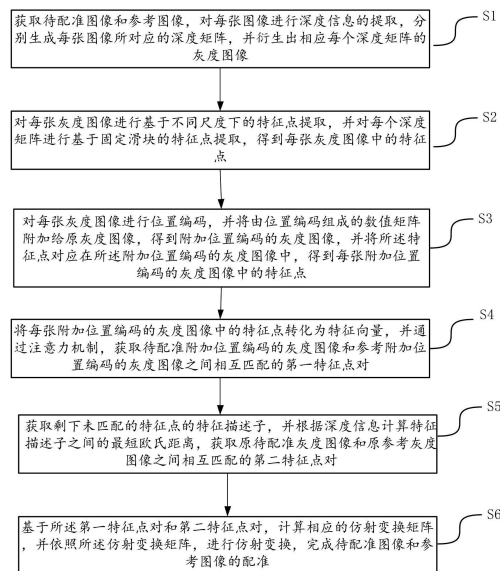
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种融合深度信息的图像配准方法和装置

(57) 摘要

本发明提供一种融合深度信息的图像配准方法和装置,包括:生成待配准图像和参考图像的
深度矩阵和灰度图像;对每张灰度图像进行基
于不同尺度下的特征点提取,对每个深度矩阵进
行基于固定滑块的特征点提取;对每张灰度图像
进行位置编码,将由位置编码组成的数值矩阵附
加给原灰度图像,将特征点对应在附加位置编码
的灰度图像中并转化为特征向量,通过注意力机
制,获取匹配的第一特征点对;获取剩下未匹配
的特征点的特征描述子,根据深度信息计算特征
描述子之间的最短欧氏距离,获取匹配的第二特
征点对;基于第一和第二特征点对,计算相应的
仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像
和参考图像的配准。本发明能实现不同形式图像
之间的自动配准。



1. 一种融合深度信息的图像配准方法,其特征在于,所述方法包括:

S1、获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

S2、对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

S3、对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

S4、将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

S5、获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

S6、基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准;

所述S3,具体包括:

对每张灰度图像进行位置编码:

$$PE(x,y) = \sin\left(\frac{x}{10000^{2/d_{model}}}\right) \times \cos\left(\frac{y}{10000^{2/d_{model}}}\right);$$

其中, x 、 y 为每张灰度图像中像素点坐标, d_{model} 为整体图像的像素点个数;

将由所述位置编码 $PE(x,y)$ 组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像;

在每张附加位置编码的灰度图像的基础上,通过透视变换矩阵,找出所述特征点在此图中的具体位置,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

所述S4,具体包括:

将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点展开为对应的特征向量,所述特征向量由特征点中的像素经由顺时针展开获得;

提取所有待配准附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量,并将其进行纵向拼接,构成一个矩阵 Q ,并定义为query;同样提取并将参考附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量纵向拼接,组合成另一个矩阵 K ,并定义为key;

对 Q 矩阵中的每一行向量都分别与 K^T 阵中的列向量进行点乘,其中 Q 与 K 的行向量均代表各自图像的特征向量,利用 Q 与 K^T 的点乘获取特征点之间的相似性,乘出的结果分别对每行做softmax处理,最终选取每行最大值所对应的特征向量所对应的两张图像中的特征点,构成所述第一特征点对,其整体公式如下所示:

$$Position_{key} = \text{Max}[\text{softmax}(QK^T)];$$

其中, K^T 为 K 矩阵的转置矩阵。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述S2中对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,具体包括:

构建每张灰度图像在每个尺度上的模糊图像,并生成相应的高斯金字塔和高斯差分金字塔;

对所述高斯差分金字塔中涉及到的每一组图像集合,都将其中的图像像素点与周边临近点进行比较,包括同尺度8个相邻点,与上下相邻尺度共对应的18个点,总计26个点进行比较,若所述像素点为极值点,则将所述像素点为圆心,选取周边若干个像素点,共同作为提取的特征点。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述S2中对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,具体包括:

通过滑块对每个深度矩阵的不断分割,比较每个滑动区域中深度信息的极值点,并以所述极值点为圆心,选取周边若干个像素点共同形成所需的特征点。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述S5中获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,具体包括:

选取Q矩阵中未配准的行向量所对应的特征点,将其映射至原待配准灰度图像中,选取K阵中未配准的行向量所对应的特征点,也将其映射至原参考灰度图像中;

对两张原灰度图中每一个未配准的特征点,分别以n像素为半径做圆,并在其所圈范围内,计算每个像素点的灰度值梯度和方向,统计所圈范围内所有的梯度与方向,并生成一组梯度值与对应的方向角度;

平均分配 0° 到 360° 为十个空间范围,将所获得的梯度按照方向角度进行分组,并分别累加对应区域内的梯度值与方向,生成每个空间范围内的合向量;

选取这些合向量中数值最大者的方向,作为特征点的主方向,所述主方向对应的合向量作为所述特征点的特征描述子。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述S5中根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对,具体包括:

利用深度信息对原待配准灰度图像和原参考灰度图像中未匹配的特征点进行筛选,选取构成每一个未匹配的特征点的若干个像素点中,深度最大值作为每一个特征点的深度标签;

选取深度标签一致的未匹配的特征点作为备选特征点;

计算原待配准灰度图像中的备选特征点,与共同深度的原参考灰度图像中的备选特征点的特征描述子之间的欧式距离,并选择最短欧氏距离的备选特征点对作为匹配的第二特征点对;

将同深度但未配准的特征点和不同深度的未配准的特征点进行再次匹配,计算这些特征点的特征描述子之间的最短欧氏距离,并选择最短欧氏距离的特征点对也作为匹配的第二特征点对。

6. 一种融合深度信息的图像配准装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

提取模块,用于对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

编码模块,用于对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

第一获取模块,用于将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

第二获取模块,用于获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

仿射变换模块,用于基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准;

所述编码模块,具体用于:

对每张灰度图像进行位置编码:

$$PE(x,y) = \sin(\frac{x}{10000^2/d_{model}}) \times \cos(\frac{y}{10000^2/d_{model}});$$

其中, x 、 y 为每张灰度图像中像素点坐标, d_{model} 为整体图像的像素点个数;

将由所述位置编码 $PE(x,y)$ 组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像;

在每张附加位置编码的灰度图像的基础上,通过透视变换矩阵,找出所述特征点在此图中的具体位置,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

所述第一获取模块,具体用于:

将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点展开为对应的特征向量,所述特征向量由特征点中的像素经由顺时针展开获得;

提取所有待配准附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量,并将其进行纵向拼接,构成一个矩阵 Q ,并定义为 $query$;同样提取并将参考附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量纵向拼接,组合成另一个矩阵 K ,并定义为 key ;

对 Q 矩阵中的每一行向量都分别与 K^T 阵中的列向量进行点乘,其中 Q 与 K 的行向量均代表各自图像的特征向量,利用 Q 与 K^T 的点乘获取特征点之间的相似性,乘出的结果分别对每行做softmax处理,最终选取每行最大值所对应的特征向量所对应的两张图像中的特征点,构成所述第一特征点对,其整体公式如下所示:

$$Position_{key} = \text{Max}[\text{softmax}(QK^T)];$$

其中, K^T 为 K 矩阵的转置矩阵。

7. 种电子设备,所述电子设备包括处理器和存储器,所述存储器中存储有指令,其特征在于,所述指令由所述处理器加载并执行以实现如权利要求1-5任一项所述融合深度信息的图像配准方法。

8. 一种计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有指令,其特征在于,所述指令由处理器加载并执行以实现如权利要求1-5任一项所述融合深度信息的图像配准方法。

一种融合深度信息的图像配准方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像配准技术领域,尤其涉及一种融合深度信息的图像配准方法和装置。

背景技术

[0002] 对于任意两种不同形式的图像的配准,比如多光谱相机拍摄出的图像和可见光图像,现有技术大多都基于图像视觉来进行处理,常用的方法有基于图像特征点的配准,以及基于图像之间的相似性度量值来进行配准。基于图像特征点的方法旨在通过检测图像中的相关特征点,并将其匹配来实现对齐,但是这种方法对于图像中的噪声与干扰过于敏感,对于一些特征点较为稀疏的图像,特别是在纹理较少或光照前后变化过大的区域,将会导致配准的准确率大幅下降,并可能导致错误的匹配;而基于图像之间相似性度量值的配准虽然能够通过反复迭代,实现配准图像最优变换参数的找寻,但由于过程的不断迭代,需要耗费大量的计算资源和时间,特别是对于大型图像或者大量图像的配准任务中,这将成为一个较大的挑战。同时,该方法在使用中容易陷入局部最优解,特别是当图像质量较差或存在较大噪声时,将会导致错误的配准结果或不稳定的配准性能。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种融合深度信息的图像配准方法和装置,用以解决现有技术存在的问题,本发明提供的技术方案如下:

[0004] 一方面,提供了一种融合深度信息的图像配准方法,所述方法包括:

[0005] S1、获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别

[0006] 生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

[0007] S2、对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

[0008] S3、对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

[0009] S4、将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

[0010] S5、获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

[0011] S6、基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0012] 可选地,所述S2中对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,具体包括:

[0013] 构建每张灰度图像在每个尺度上的模糊图像,并生成相应的高斯金字塔和高斯差分金字塔;

[0014] 对所述高斯差分金字塔中涉及到的每一组图像集合,都将其中的图像像素点与周边临近点进行比较,包括同尺度8个相邻点,与上下相邻尺度共对应的18个点,总计26个点进行比较,若所述像素点为极值点,则将以所述像素点为圆心,选取周边若干个像素点,共同作为提取的特征点。

[0015] 可选地,所述S2中对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,具体包括:

[0016] 通过滑块对每个深度矩阵的不断分割,比较每个滑动区域中深度信息的极值点,并以所述极值点为圆心,选取周边若干个像素点共同形成所需的特征点。

[0017] 可选地,所述S3,具体包括:

[0018] 对每张灰度图像进行位置编码:

$$[0019] \quad PE(x,y) = \sin\left(\frac{x}{10000^2/d_{model}}\right) \times \cos\left(\frac{y}{10000^2/d_{model}}\right)$$

[0020] 其中, x,y 为每张灰度图像中像素点坐标, d_{model} 为整体图像的像素点个数;

[0021] 将由所述位置编码 $PE(x,y)$ 组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像;

[0022] 在每张附加位置编码的灰度图像的基础上,通过透视变换矩阵,找出所述特征点在此图中的具体位置,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点。

[0023] 可选地,所述S4,具体包括:

[0024] 将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点展开为对应的特征向量,所述特征向量由特征点中的像素经由顺时针展开获得;

[0025] 提取所有待配准附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量,并将其进行纵向拼接,构成一个矩阵Q,并定义为query;同样提取并将参考附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量纵向拼接,组合成另一个矩阵K,并定义为key;

[0026] 对Q矩阵中的每一行向量都分别与 K^T 阵中的列向量进行点乘,其中Q与K的行向量均代表各自图像的特征向量,利用Q与 K^T 的点乘获取特征点之间的相似性,乘出的结果分别对每行做softmax处理,最终选取每行最大值所对应的特征向量所对应的两张图像中的特征点,构成所述第一特征点对,其整体公式如下所示:

$$[0027] \quad \text{Position}_{key} = \text{Max}[\text{softmax}(QK^T)]$$

[0028] 其中, K^T 为K矩阵的转置矩阵。

[0029] 可选地,所述S5中获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,具体包括:

[0030] 选取Q矩阵中未配准的行向量所对应的特征点,将其映射至原待配准灰度图像中,选取K阵中未配准的行向量所对应的特征点,也将其映射至原参考灰度图像中;

[0031] 对两张原灰度图中每一个未配准的特征点,分别以n像素为半径做圆,并在其所圈范围内,计算每个像素点的灰度值梯度和方向,统计所圈范围内所有的梯度与方向,并生成一组梯度值与对应的方向角度;

[0032] 平均分配 0° 到 360° 为十个空间范围,将所获得的梯度按照方向角度进行分组,并

分别累加对应区域内的梯度值与方向,生成每个空间范围内的合向量;

[0033] 选取这些合向量中数值最大者的方向,作为特征点的主方向,所述主方向对应的合向量作为所述特征点的特征描述子。

[0034] 可选地,所述S5中根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对,具体包括:

[0035] 利用深度信息对原待配准灰度图像和原参考灰度图像中未匹配的特征点进行筛选,选取构成每一个未匹配的特征点的若干个像素点中,深度最大值作为每一个特征点的深度标签;

[0036] 选取深度标签一致的未匹配的特征点作为备选特征点;

[0037] 计算原待配准灰度图像中的备选特征点,与其同深度的原参考灰度图像中的备选特征点的特征描述子之间的欧式距离,并选择最短欧氏距离的备选特征点对作为匹配的第二特征点对;

[0038] 将同深度但未配准的特征点和不同深度的未配准的特征点进行再次匹配,计算这些特征点的特征描述子之间的最短欧氏距离,并选择最短欧氏距离的特征点对也作为匹配的第二特征点对。

[0039] 另一方面,提供了一种融合深度信息的图像配准装置,所述装置包括:

[0040] 获取模块,用于获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

[0041] 提取模块,用于对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

[0042] 编码模块,用于对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

[0043] 第一获取模块,用于将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

[0044] 第二获取模块,用于获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

[0045] 仿射变换模块,用于基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0046] 另一方面,提供了一种电子设备,所述电子设备包括处理器和存储器,所述存储器中存储有指令,所述指令由所述处理器加载并执行以实现上述融合深度信息的图像配准方法。

[0047] 另一方面,提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有指令,所述指令由处理器加载并执行以实现上述融合深度信息的图像配准方法。

[0048] 上述技术方案,与现有技术相比至少具有如下有益效果:

[0049] 1) 本发明增添深度矩阵,将图像的维度扩展至三维,从深度信息的角度侧面避开图像质量、光照差异、场景平滑、图像具有遮挡等问题的影响,缓解了部分图像特征不明显、

难以预测等问题,同时也为图像数据增添了更多的信息维度。而且本发明由于是以深度矩阵为依据进行的特征提取,这使得特征点的提取更加便利,特征点的找寻更加清晰稳定,能更好的适应后续匹配任务对特征点的需求,同时深度信息的引入,又能加快特征点之间的匹配速度,减少计算量。另外本发明融合深度矩阵可以作为配准的又一大保障,在基于图像本身特征点的配准上,实现配准的第二重保险,为后续深度学习的分割与识别提供更加精确的特征点数据与图像数据。

[0050] 2) 本发明特征点提取不仅仅从不同尺度的方向去提取,同时还利用深度矩阵,充分考虑深度信息来提取特征点。

[0051] 3) 本发明引入注意力机制与特征描述子,在匹配特征中,并没有单纯用特征描述子做匹配,而是又另外增加位置编码,在保留图像像素之间语义信息的基础上,基于注意力机制进行初步特征点的匹配;最后又再次围绕深度信息,进行进一步匹配,从而可以进一步提高特征点之间的配准精度。

附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,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他的附图。

[0053] 图1为本发明实施例提供的一种融合深度信息的图像配准方法流程图;

[0054] 图2为本发明实施例提供的另一种融合深度信息的图像配准方法流程图;

[0055] 图3为本发明实施例提供的数据处理器示意图;

[0056] 图4为本发明实施例提供的基于不同尺度下的特征提取图;

[0057] 图5为本发明实施例提供的基于固定滑块的特征提取图;

[0058] 图6为本发明实施例提供的注意力机制配准图;

[0059] 图7为本发明实施例提供的特征描述子配准图;

[0060] 图8是本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0061] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0062] 如图1所示,本发明实施例提供了一种融合深度信息的图像配准方法,所述方法包括:

[0063] S1、获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

[0064] S2、对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

[0065] S3、对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰

度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

[0066] S4、将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

[0067] S5、获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

[0068] S6、基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0069] 下面结合图2-图7,详细说明本发明实施例提供的一种融合深度信息的图像配准方法,包括:

[0070] S1、获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

[0071] 获取待配准图像(可以为多张)和参考图像(一张),对每张图像进行深度信息的提取(具体提取方法是现有技术,在此不再赘述),该类深度信息可以反映相机与物体之间的距离关系。对每一个像素点所对应的深度信息进行整合,生成每张图像所对应的深度矩阵,每一个像素点都对应着此深度矩阵的一个深度值。

[0072] 从两种图像的深度矩阵出发,衍生出相应的灰度图像,可以由图2中的数据处理器完成,数据处理器的具体处理步骤可以如图3所示:

[0073] 将两种图像的深度矩阵进行归一化处理,提取深度矩阵中的最大值与最小值,通过归一化公式将原始的高度值映射至0-255的数字区间内,并衍生出相对应的灰度图像。

[0074] 归一化公式为:

$$[0075] \quad \text{归一化值} = \frac{(\text{原始值} - \text{最小值})}{(\text{最大值} - \text{最小值})} \times 255$$

[0076] 本发明实施例可以对生成后的灰度图像进行对比度提升,提高后续特征点识别的准确性。

[0077] S2、对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

[0078] 可选地,所述S2中对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,具体包括:

[0079] 构建每张灰度图像在每个尺度上的模糊图像,并生成相应的高斯金字塔和高斯差分金字塔;

[0080] 高斯金字塔的生成过程如图4所示:

[0081] 将每张灰度图像作为高斯金字塔的第一层,同时将高斯卷积核与灰度图像进行卷积变换,通过不同的平滑系数,用以生成同组图像集合中的其余模糊图像,其中一组图像集合中包含5张模糊图像,每张图像都由该层第一张灰度图像卷积不同平滑系数的高斯卷积核生成,高斯卷积核初始平滑系数为1.7,图像之间的平滑系数相差2倍;对该组图像集合中的最后一张图像进行二倍下采样,用以生成第二层金字塔的首张图像。重复上述操作五次,最终生成所需要的高斯金字塔。

[0082] 然后根据高斯金字塔,逐组逐层生成每一个差分图像,所有差分图像构成差分金字塔。

[0083] 对所述高斯差分金字塔中涉及到的每一组图像集合,都将其中的图像像素点与周边临近点进行比较,包括同尺度8个相邻点,与上下相邻尺度共对应的18个点,总计26个点进行比较,若所述像素点为极值点(包括极大值和极小值),则将以所述像素点为圆心,选取周边若干个像素点(比如12个像素点),共同作为提取的特征点。

[0084] 可选地,如图5所示,所述S2中对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,具体包括:

[0085] 通过滑块(比如可以设置滑块大小的长和宽均为矩阵大小长宽的二十分之一)对每个深度矩阵的不断分割,比较每个滑动区域中深度信息的极值点(包括极大值和极小值),并以所述极值点为圆心,选取周边若干个像素点(比如12个像素点)共同形成所需的特征点。

[0086] S3、对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

[0087] 可选地,所述S3,具体包括:

[0088] 对每张灰度图像进行位置编码:

$$[0089] \quad PE(x,y) = \sin\left(\frac{x}{10000^2/d_{model}}\right) \times \cos\left(\frac{y}{10000^2/d_{model}}\right)$$

[0090] 其中, $\mathbf{x}$ 、 $\mathbf{y}$ 为每张灰度图像中像素点坐标, d_{model} 为整体图像的像素点个数;

[0091] 将由所述位置编码 $PE(x,y)$ 组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像;

[0092] 在每张附加位置编码的灰度图像的基础上,通过透视变换矩阵,找出所述特征点在此图中的具体位置,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点。

[0093] 这样不仅使得灰度图像的每个像素点都保留了原有之间相互的位置关系,也使得所选取的特征点,也都保留了原有像素点之间的位置关系,为之后基于注意力机制的特征点匹配准备条件。

[0094] S4、将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

[0095] 可选地,如图6所示,所述S4,具体包括:

[0096] 将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点展开为对应的特征向量,所述特征向量由特征点中的像素经由顺时针展开获得;

[0097] 提取所有待配准附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量,并将其进行纵向拼接,构成一个矩阵Q,并定义为query;同样提取并将参考附加位置编码的灰度图像所对应的所有特征向量纵向拼接,组合成另一个矩阵K,并定义为key;

[0098] 对Q矩阵中的每一行向量都分别与 K^T 阵中的列向量进行点乘,其中Q与K的行向量均代表各自图像的特征向量,利用Q与 K^T 的点乘获取特征点之间的相似性,乘出的结果分别

对每行做softmax处理,最终选取每行最大值所对应的特征向量所对应的两张图像中的特征点,构成所述第一特征点对,其整体公式如下所示:

$$[0099] \quad \text{Position}_{\text{key}} = \text{Max}[\text{softmax}(QK^T)]$$

[0100] 其中, K^T 为K矩阵的转置矩阵。

[0101] S5、获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

[0102] 剩下未匹配的特征点包括两种情况:一种上述注意力机制的匹配中,存在每行中最大值存在多个的情况,这种情况下的特征点认为未匹配成功;还有一种,除了最大值外的其他特征点。

[0103] 可选地,所述S5中获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,具体包括:

[0104] 选取Q矩阵中未配准的行向量所对应的特征点,将其映射至原待配准灰度图像中,选取K阵中未配准的行向量所对应的特征点,也将其映射至原参考灰度图像中;

[0105] 对两张原灰度图中每一个未配准的特征点,分别以n像素(比如以5像素)为半径做圆,并在其所圈范围内,计算每个像素点的灰度值梯度和方向,统计所圈范围内所有的梯度与方向,并生成一组梯度值与对应的方向角度;

[0106] 平均分配 0° 到 360° 为十个空间范围,将所获得的梯度按照方向角度进行分组,并分别累加对应区域内的梯度值与方向,生成每个空间范围内的合向量;

[0107] 选取这些合向量中数值最大者的方向,作为特征点的主方向,所述主方向对应的合向量作为所述特征点的特征描述子。

[0108] 可选地,如图7所示,所述S5中根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对,具体包括:

[0109] 利用深度信息对原待配准灰度图像和原参考灰度图像中未匹配的特征点进行筛选,选取构成每一个未匹配的特征点的若干个像素点中,深度最大值作为每一个特征点的深度标签;

[0110] 选取深度标签一致的未匹配的特征点作为备选特征点;

[0111] 计算原待配准灰度图像中的备选特征点,与其同深度的原参考灰度图像中的备选特征点的特征描述子之间的欧式距离,并选择最短欧氏距离的备选特征点对作为匹配的第二特征点对;

[0112] 将同深度但未配准的特征点和不同深度的未配准的特征点进行再次匹配,计算这些特征点的特征描述子之间的最短欧氏距离,并选择最短欧氏距离的特征点对也作为匹配的第二特征点对。

[0113] S6、基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0114] 附加与不附加位置编码,图像矩阵大小不变,在编码后的图像中找到的特征点,实际上也就是原图的特征点位置,因此可以基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0115] 本发明实施例还提供了一种融合深度信息的图像配准装置,所述装置包括:

[0116] 获取模块,用于获取待配准图像和参考图像,对每张图像进行深度信息的提取,分别生成每张图像所对应的深度矩阵,并衍生出相应每个深度矩阵的灰度图像;

[0117] 提取模块,用于对每张灰度图像进行基于不同尺度下的特征点提取,并对每个深度矩阵进行基于固定滑块的特征点提取,得到每张灰度图像中的特征点;

[0118] 编码模块,用于对每张灰度图像进行位置编码,并将由位置编码组成的数值矩阵附加给原灰度图像,得到附加位置编码的灰度图像,并将所述特征点对应在所述附加位置编码的灰度图像中,得到每张附加位置编码的灰度图像中的特征点;

[0119] 第一获取模块,用于将每张附加位置编码的灰度图像中的特征点转化为特征向量,并通过注意力机制,获取待配准附加位置编码的灰度图像和参考附加位置编码的灰度图像之间相互匹配的第一特征点对;

[0120] 第二获取模块,用于获取剩下未匹配的特征点的特征描述子,并根据深度信息计算特征描述子之间的最短欧氏距离,获取原待配准灰度图像和原参考灰度图像之间相互匹配的第二特征点对;

[0121] 仿射变换模块,用于基于所述第一特征点对和第二特征点对,计算相应的仿射变换矩阵,并依照所述仿射变换矩阵,进行仿射变换,完成待配准图像和参考图像的配准。

[0122] 本发明实施例提供的一种融合深度信息的图像配准装置,其功能结构与本发明实施例提供的一种融合深度信息的图像配准方法相对应,在此不再赘述。

[0123] 图8是本发明实施例提供的一种电子设备800的结构示意图,该电子设备800可因配置或性能不同而产生比较大的差异,可以包括一个或一个以上处理器(central processing units,CPU)801和一个或一个以上的存储器802,其中,所述存储器802中存储有指令,所述指令由所述处理器801加载并执行以实现上述融合深度信息的图像配准方法的步骤。

[0124] 在示例性实施例中,还提供了一种计算机可读存储介质,例如包括指令的存储器,上述指令可由终端中的处理器执行以完成上述融合深度信息的图像配准方法。例如,所述计算机可读存储介质可以是ROM、随机存取存储器(RAM)、CD-ROM、磁带、软盘和光数据存储设备等。

[0125] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0126] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

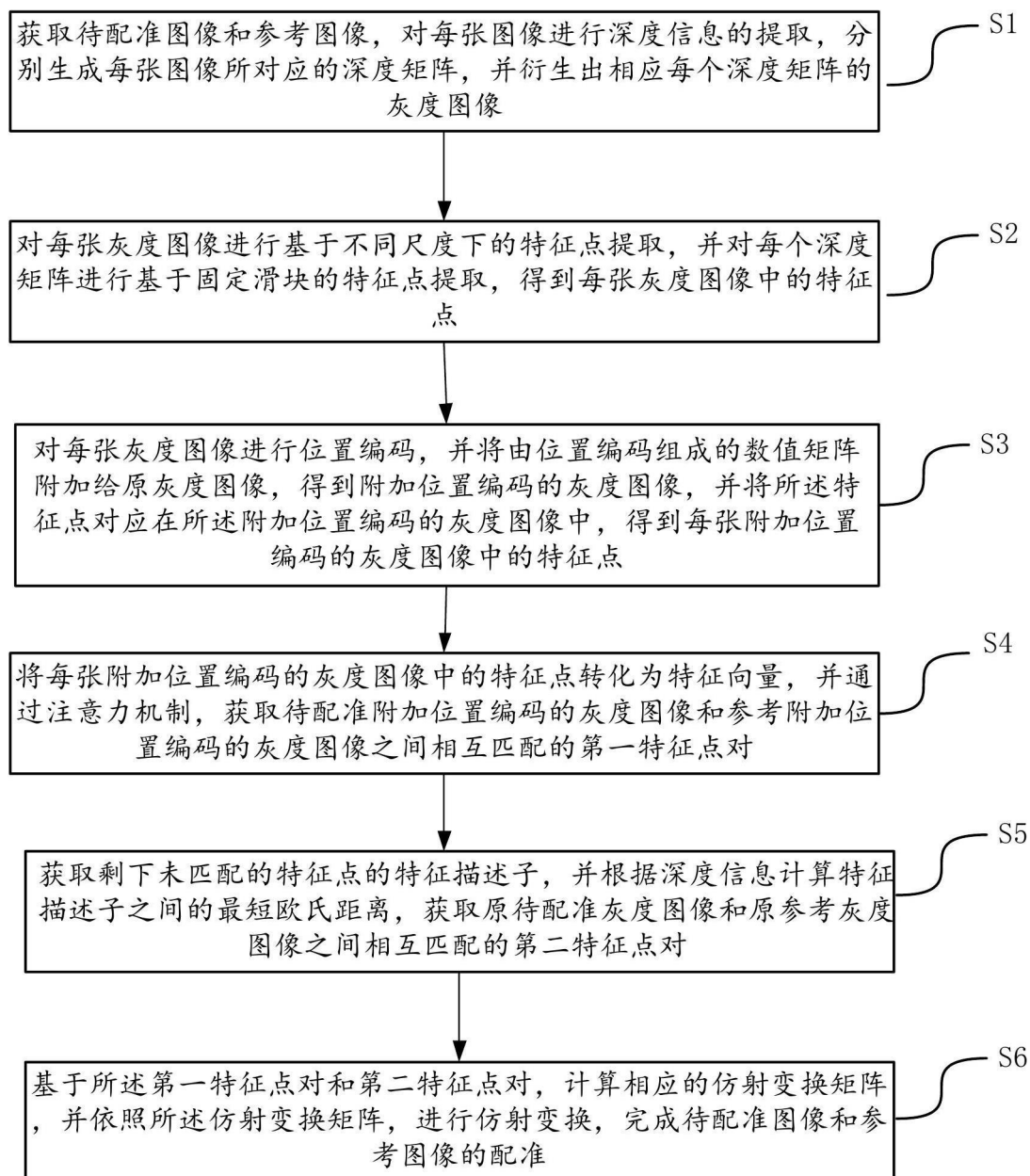


图1

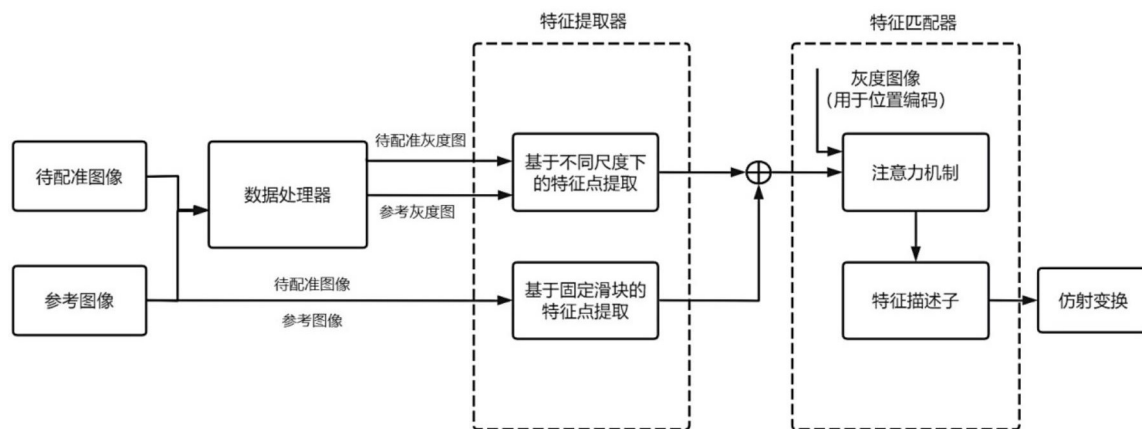


图2

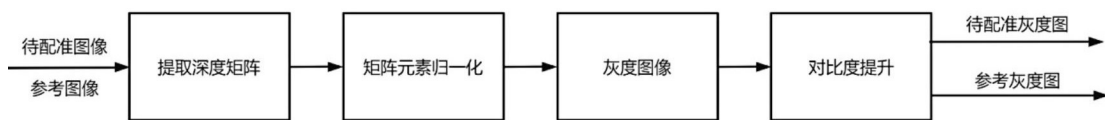


图3

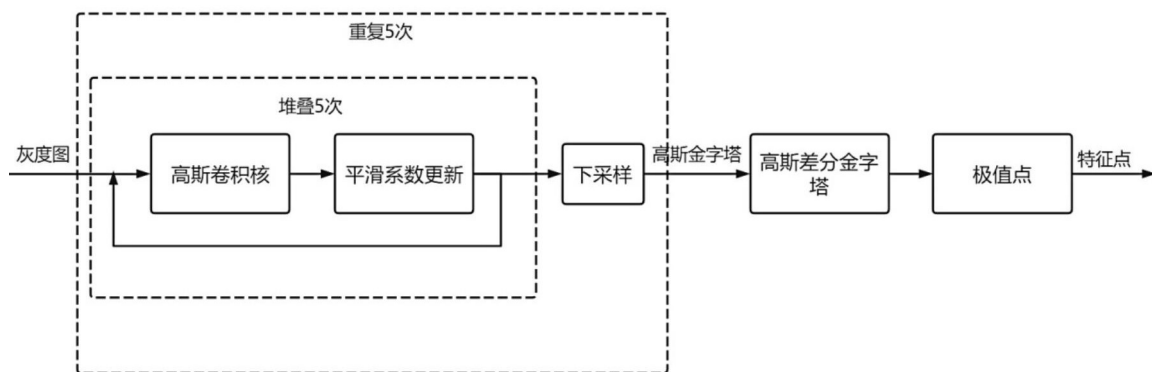


图4

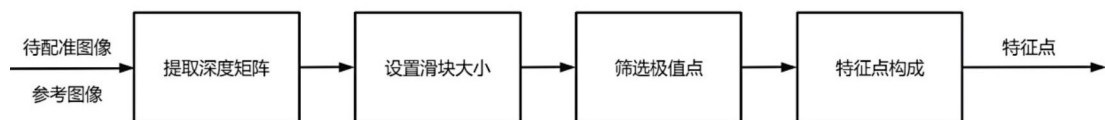


图5

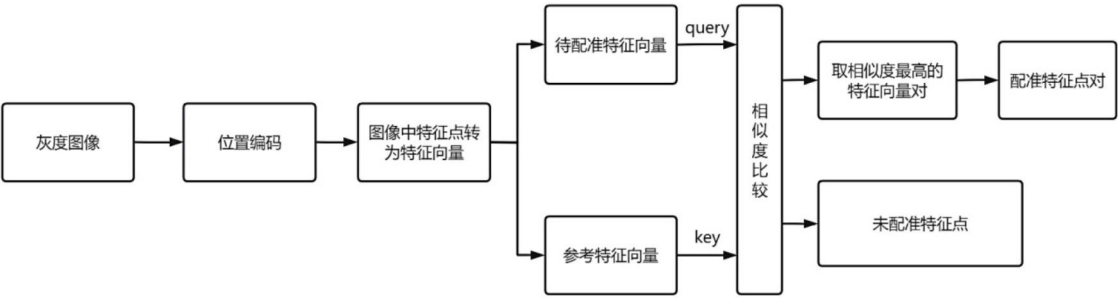


图6

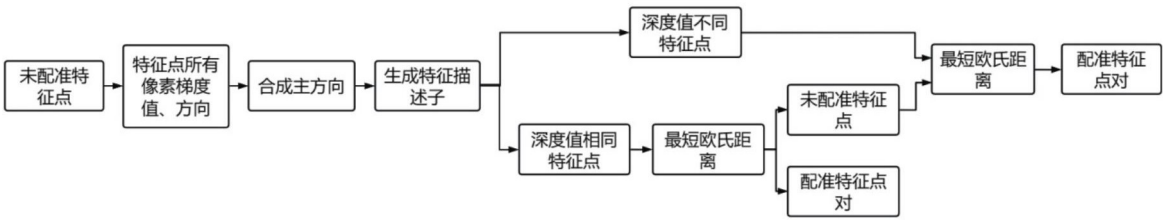


图7

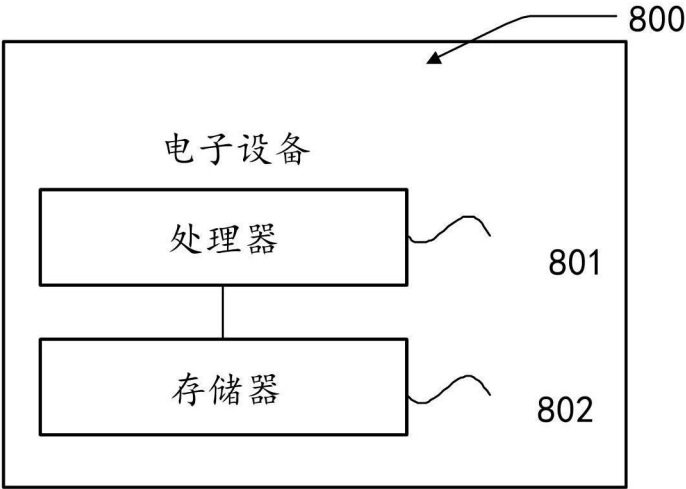


图8