



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107705246 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201710958427.6

G06T 7/11(2017.01)

(22)申请日 2017.10.16

G06T 7/136(2017.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107705246 A

(56)对比文件

CN 103714547 A,2014.04.09,说明书第[0023]-[0039]段、附图1.

(43)申请公布日 2018.02.16

CN 101112315 A,2008.01.30,全文.

(73)专利权人 苏州微景医学科技有限公司

US 2008089558 A1,2008.04.17,全文.

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区

US 2010067769 A1,2010.03.18,全文.

若水路388号B902室

CN 101984463 A,2011.03.09,全文.

(72)发明人 邵金华 段后利 孙锦 王强

审查员 王从雷

(74)专利代理机构 北京睿邦知识产权代理事务

所(普通合伙) 11481

代理人 徐丁峰 张玮

(51)Int.Cl.

G06T 3/00(2006.01)

G06T 3/40(2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图8页

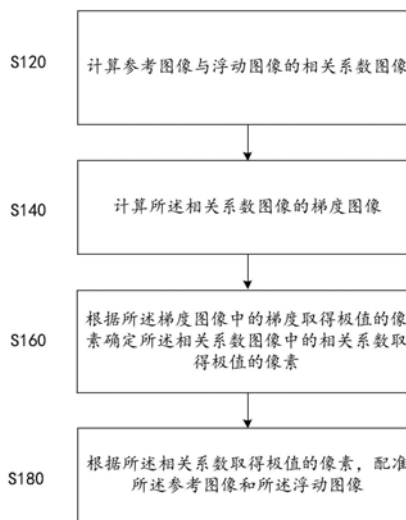
(54)发明名称

图像配准方法和图像拼接方法及装置

(57)摘要

本发明的实施例提供了图像配准方法和装置、以及图像拼接方法和设备。该图像配准方法包括:计算参考图像与浮动图像的相关系数图像;计算所述相关系数图像的梯度图像;根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素;以及根据所述相关系数取得极值的像素,配准所述参考图像和所述浮动图像。上述图像配准方法和装置普适性高,计算量小,能够保证了操作实时性,并且配准结果更准确。图像拼接方法和设备基于图像配准方法实现,由此也提高了速度和准确性。

100



1. 一种图像配准方法,包括:
 - 计算参考图像与浮动图像的相关系数图像;
 - 计算所述相关系数图像的梯度图像;
 - 根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素;以及
 - 根据所述相关系数取得极值的像素,配准所述参考图像和所述浮动图像。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素包括:
 - 搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素,以作为所述梯度取得极值的像素;
 - 根据所述梯度取得极值的像素所在的位置确定所述相关系数图像中的对应像素;以及
 - 根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数取得极值的像素。
3. 如权利要求2所述的方法,其中,所述根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数取得极值的像素包括:
 - 确定所述相关系数图像中的对应像素的邻居像素为搜索点;以及
 - 遍历所述搜索点的邻居像素,如果所述邻居像素的像素值均小于所述搜索点的像素值,将所述搜索点作为所述相关系数取得极值的像素;否则,将像素值最大的邻居像素作为新的搜索点,以重新查找。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素包括:
 - 搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素;
 - 根据所述梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值;
 - 根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行区域分割;以及
 - 在各所分割的区域中,确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的待选像素,并根据所述梯度图像中的、所述待选像素对应的像素的梯度以及第二梯度阈值,确定所述待选像素能否作为所述相关系数取得极值的像素。
5. 如权利要求4所述的方法,其中,所述根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行区域分割包括:
 - 根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行逐行扫描,以搜索大于所述第一梯度阈值的种子像素;以及
 - 根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割,以获得所有所述所分割的区域。
6. 如权利要求5所述的方法,其中,所述根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割包括:
 - 以所述种子像素为起点,根据区域生长算法对所述梯度图像进行区域分割。
7. 如权利要求4至6任一项所述的方法,其中,所述根据所述梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值包括:
 - 根据公式 $T_1 = T_{\max} * In$ 计算所述第一梯度阈值,其中 T_1 表示所述第一梯度阈值, T_{\max} 表示所述梯度取得最大值的像素值, In 表示系数。
8. 一种图像配准装置,包括:
 - 存储器,用于存储程序;

处理器,用于运行所述程序;

其中,所述程序在所述处理器中运行时,用于执行以下步骤:

计算参考图像与浮动图像的相关系数图像;

计算所述相关系数图像的梯度图像;

根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素;以及

根据所述相关系数取得极值的像素,配准所述参考图像和所述浮动图像。

9. 一种图像拼接方法,包括:

根据权利要求1至7任一项所述的图像配准方法配准所述参考图像和所述浮动图像;以及

根据所述配准的结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。

10. 一种图像拼接设备,包括:

存储器,用于存储程序;

处理器,用于运行所述程序;

其中,所述程序在所述处理器中运行时,用于执行以下步骤:

根据权利要求1至7任一项所述的图像配准方法配准所述参考图像和所述浮动图像;以及

根据所述配准的结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。

图像配准方法和图像拼接方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理领域,更具体地涉及一种图像配准方法和装置,以及图像拼接方法和设备。

背景技术

[0002] 在图像处理领域的很多应用场景中,需要进行图像的配准和拼接操作。通过配准操作,可以获得浮动图像(或称移动图像、当前图像)相对于参考图像(上一个图像)在横坐标和纵坐标两个方向上的位移。而拼接操作根据配准操作所获得的配准结果,将浮动图像和参考图像拼接为一个图像。

[0003] 例如,在显微镜扫描应用领域,由于视野限制,需要将在探头移动时连续采集的多个图像进行配准和拼接。整个操作过程要求迅速且准确,可以采用刚体配准,即只需要求解刚体坐标变换的平移分量。

[0004] 传统的刚体配准方法,通过迭代方式来优化某种表示参考图像与浮动图像之间的差异的代价函数,以得到平移向量。由于迭代过程需要大量的计算,不适合实时应用。

[0005] 为了避免迭代计算,从而快速得到平移向量,人们研发了称为相关系数峰值法(相关系数法)的配准方法。在任一平移向量作用下的浮动图像与参考图像之间会存在一个相关系数。当浮动图像与参考图像良好对齐时,该相关系数最大。搜索到所有可能的平移向量所对应的相关系数中的最大值,也就相应地确定了可用来配准浮动图像的合适位移。但是由于这种方法仅适用利用相位恢复法所重建的图像。而在很多应用场景中,例如视野拼接应用中,浮动图像一定会出现与参考图像不同的新内容。这会给上述相关系数法带来极大的误差。尤其当拍摄图像的显微镜的探头移动速度较快时,浮动图像与参考图像中所呈现的内容差距较大,相关系数法会获得与真实位移完全不同的错误配准结果。

发明内容

[0006] 考虑到上述问题而提出了本发明。本发明提供了一种图像配准方法和装置、以及图像拼接方法和设备。

[0007] 根据本发明一个方面,提供了一种图像配准方法,包括:

[0008] 计算参考图像与浮动图像的相关系数图像;

[0009] 计算所述相关系数图像的梯度图像;

[0010] 根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素;以及

[0011] 根据所述相关系数取得极值的像素,配准所述参考图像和所述浮动图像。

[0012] 示例性的,所述根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素包括:

[0013] 搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素,以作为所述梯度取得极值的像素;

- [0014] 根据所述梯度取得极值的像素所在的位置确定所述相关系数图像中的对应像素；以及
- [0015] 根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数取得极值的像素。
- [0016] 示例性的，所述根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数取得极值的像素包括：
- [0017] 确定所述相关系数图像中的对应像素的邻居像素为搜索点；以及
- [0018] 遍历所述搜索点的邻居像素，如果所述邻居像素均小于所述搜索点，将所述搜索点作为所述相关系数取得极值的像素；否则，将最大的邻居像素作为新的搜索点，以重新查找。
- [0019] 示例性的，所述根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素包括：
- [0020] 搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素；
- [0021] 根据所述梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值；
- [0022] 根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行区域分割；以及
- [0023] 在各所分割的区域中，确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的待选像素，并根据所述梯度图像中的、所述待选像素对应的像素的梯度以及第二梯度阈值，确定所述待选像素能否作为所述相关系数取得极值的像素。
- [0024] 示例性的，所述根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行区域分割包括：
- [0025] 根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行逐行扫描，以搜索大于所述第一梯度阈值的种子像素；以及
- [0026] 根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割，以获得所有所述所分割的区域。
- [0027] 示例性的，所述根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割包括：以所述种子像素为起点，根据区域生长算法对所述梯度图像进行区域分割。
- [0028] 示例性的，所述根据所述梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值包括：
- [0029] 根据公式 $T_1 = T_{\max} * I_n$ 计算所述第一梯度阈值，其中 T_1 表示所述第一梯度阈值， T_{\max} 表示所述梯度取得最大值的像素值， I_n 表示系数。
- [0030] 根据本发明另一方面，还提供了一种图像配准装置，包括：
- [0031] 存储器，用于存储程序；
- [0032] 处理器，用于运行所述程序；
- [0033] 其中，所述程序在所述处理器中运行时，用于执行以下步骤：
- [0034] 计算参考图像与浮动图像的相关系数图像；
- [0035] 计算所述相关系数图像的梯度图像；
- [0036] 根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素；以及
- [0037] 根据所述相关系数取得极值的像素，配准所述参考图像和所述浮动图像。
- [0038] 根据本发明再一方面，还提供了一种图像拼接方法，包括：
- [0039] 根据上述图像配准方法配准所述参考图像和所述浮动图像；以及
- [0040] 根据所述配准的结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。

- [0041] 根据本发明又一方面,还提供了一种图像拼接设备,包括:
- [0042] 存储器,用于存储程序;
- [0043] 处理器,用于运行所述程序;
- [0044] 其中,所述程序在所述处理器中运行时,用于执行以下步骤:
- [0045] 根据上述图像配准方法配准所述参考图像和所述浮动图像;以及
- [0046] 根据所述配准的结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。
- [0047] 上述图像配准方法和装置普适性高,可以应用于各种图像,而非仅仅利用相位恢复法所重建的图像。此外,该图像配准方法和装置计算量小,从而保证了操作实时性。最后,该图像配准方法和装置所获得的配准结果更准确,即使浮动图像的内容与参考图像的内容相比出现了很多新内容,其也能获得良好的配准结果。
- [0048] 上述图像拼接方法和设备利用了上述图像配准方法和装置,由此,保证了拼接操作的实时性和准确性。

附图说明

- [0049] 通过结合附图对本发明实施例进行更详细的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同或相似部件或步骤。
- [0050] 图1示出了根据本发明一个实施例的图像配准方法的示意性流程图;
- [0051] 图2A、图2B和图2C分别示出了根据本发明一个实施例的三幅待配准的图像;
- [0052] 图3示出了将图2A、图2B和图2C所示出的图像通过两次配准操作在空间上配准并拼接的结果图像;
- [0053] 图4示出了分别将图2A和图2C所示的图像作为参考图像和浮动图像进行图像配准所获得的相关系数图像;
- [0054] 图5示出了图4所示的相关系数图像的梯度图像;
- [0055] 图6示出了根据本发明一个实施例的确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素的示意性流程图;
- [0056] 图7示出了根据本发明一个实施例的梯度图像中各个像素;
- [0057] 图8示出了作为图7所示的梯度图像的计算依据的相关系数图像中的各个像素;
- [0058] 图9示出了根据本发明另一个实施例的确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素的示意性流程图;
- [0059] 图10示出了根据本发明一个实施例的图像配准装置的示意性框图;以及
- [0060] 图11示出了根据本发明一个实施例的图像拼接方法。

具体实施方式

[0061] 为了使得本发明的目的、技术方案和优点更为明显,下面将参照附图详细描述根据本发明的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是本发明的全部实施例,应理解,本发明不受这里描述的示例实施例的限制。基于本发明中描述的本发明实施例,本领域技术人员在没有付出创造性劳动的情况下所得到的所有其它实施例

都应落入本发明的保护范围之内。

[0062] 图1示出了根据本发明一个实施例的图像配准方法100。图像配准方法100用于配准参考图像和浮动图像。参考图像可以作为基准图像，图像配准方法100用于计算浮动图像相对于参考图像的位移。经过图像配准之后，参考图像和浮动图像的共同内容将在空间上重合。图2A、图2B和图2C分别示出了三幅待配准的图像。图3示出了将图2A、图2B和图2C所示出的图像通过两次配准操作在空间上配准并拼接的结果图像。在第一次配准操作中，图2A所示图像为参考图像，图2B所示图像为浮动图像；在第二次配准操作中，图2B所示图像为参考图像，图2C所示图像为浮动图像。

[0063] 参考图像和浮动图像可以是各种图像，尤其是同一模态的图像，即用相同的图像采集设备所采集的图像，例如来自相同的显微镜的图像。如前所述，为了扩展显微镜扫描的视野，其需要实时拼接操作，这要求计算速度快。来自相同的显微镜的图像是二维图像，而且相邻帧的重叠区域比较大，这些特点使得该图像配准方法的准确性更高。

[0064] 如图1所示，在步骤S120中，计算参考图像与浮动图像的相关系数图像。

[0065] 相关系数图像本质上是一个数字矩阵，其中的每个元素表示了该元素所对应的、参考图像与浮动图像之间的位移的相关系数。相邻像素的位置关系对应浮动图像与参考图像之间的、横坐标或纵坐标的正方向或负方向的一个单位的位移。示例性地，可以利用相关系数法计算该相关系数图像。该相关系数图像是一个参考图像的四倍大小的图像。例如，参考图像和浮动图像均是100*200，那么相关系数图像是200*400。

[0066] 根据本发明的一个实施例，相关系数可以通过参考图像和浮动图像的傅立叶变换共轭相乘，然后作反傅立叶变换来计算得到，所有可能的相关系数构成一幅相关系数图像。

$$[0067] \quad r_{fg}(x_i, y_i) = \sum_{u,v} F(u, v) G^*(u, v) \exp \left[i2\pi \left(\frac{ux_i}{M} + \frac{vy_i}{N} \right) \right]$$

[0068] 其中 $r_{fg}(x_i, y_i)$ 表示相关系数图像中的位置 (x_i, y_i) 处的像素值， $F(u, v)$ 、 $G(u, v)$ 分别表示参考图像和浮动图像的傅立叶变换， M 和 N 分别表示参考图像的列数和行数。

[0069] 在步骤S140中，计算上述相关系数图像的梯度图像。与相关系数图像类似的，梯度图像本质上也是一个数字矩阵，其中的每个元素表示了对应位置的、相关系数图像的梯度。

[0070] 如前所述，现有的相关系数法通常用于利用相位恢复法所重建的图像。一般而言，通过搜索所有可能位移所对应的相关系数中的最大值，也就确定了正确的、可用来配准浮动图像的位移。但是，当参考图像和浮动图像不是相位恢复法所重建的图像时，二者的相关系数图像中的相关系数的最大值没有出现在真实位置，而是出现在图像的边缘，与真实配准位置距离非常远。图4示出了分别将图2A和图2C所示的图像作为参考图像和浮动图像进行图像配准所获得的相关系数图像。如图4所示，在该相关系数图像的下边缘出现了相关系数的最大值。重要地，在图4的真实配准位置附近，相关系数出现了一个很陡的变化尖峰，即该处相关系数变化剧烈。由此，在相关系数图像的梯度图像中的真实配准位置附近，将出现梯度的极大值。然而，在相关系数图像的下边缘处，虽然出现了相关系数的最大值，但相关系数的变化不会出现陡峰。图5示出了图4所示的相关系数图像的梯度图像，其形象地说明了上述问题。

[0071] 根据本发明的一个实施例，根据如下公式计算相关系数的梯度。

$$[0072] \quad g(i, j) = \sqrt{(r_{fg}(i-1, j) - r_{fg}(i+1, j))^2 + (r_{fg}(i, j-1) - r_{fg}(i, j+1))^2}$$

[0073] 其中, $g(i, j)$ 表示梯度图像 (i, j) 处的像素值, 即梯度, $r_{fg}(i, j)$ 表示相关系数图像 (i, j) 处的像素值, 即相关系数。

[0074] 在步骤S160中, 根据梯度图像中的梯度取得极值的像素确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素。换言之, 在此步骤中, 在相关系数图像中, 确定与梯度图像中的梯度取得极值的像素对应的像素。

[0075] 因为图像受到各种因素影响, 所以, 梯度图像中的梯度取得极值的像素与相关系数图像中的相关系数取得极值的像素在空间位置上, 可能不能够完美对应。但是, 根据梯度图像中的梯度取得极值的像素能够确定相关系数图像中真实配准位置附近的区域。然后, 在该区域即可搜索相关系数取得极值的像素。

[0076] 在步骤S180中, 根据相关系数取得极值的像素, 配准参考图像和浮动图像。获得了相关系数取得极值的像素, 即可获知该像素在相关系数图像中的位置。根据该位置, 可以确定浮动图像所需的平移向量, 由此, 即完成了参考图像和浮动图像的配准操作。

[0077] 上述图像配准方法普适性高, 可以应用于各种图像。此外, 该图像配准方法计算量小, 能够保证操作的实时性。最后, 该图像配准方法所获得的配准结果更准确, 即使浮动图像的内容与参考图像的内容相比出现了很多新内容, 其也能获得良好的配准结果。

[0078] 图6示出了根据本发明一个实施例的步骤S160的示意性流程图。如图6所示, 步骤S160可以包括步骤S661、S662和S663。

[0079] 在步骤S661中, 搜索梯度图像中的梯度取得最大值的像素, 并将其作为梯度取得极值的像素。图7示出了根据本发明一个实施例的梯度图像中的各个像素。在此步骤中, 遍历整个梯度图像, 找到其中梯度取得最大值(梯度峰值)的像素, 即像素值最大的像素。如图7所示, 找到了梯度图像中的第9行、第3列的像素为梯度取得最大值17.1049的像素。可以将所找到的该像素作为梯度取得极值的像素。

[0080] 在步骤S662中, 根据步骤S661所搜索到的梯度取得极值的像素所在的位置确定相关系数图像中的对应像素。图8示出的相关系数图像是计算图7所示的梯度图像的依据。如步骤S661中所述, 梯度图像中梯度取得极值的像素所在的位置是梯度图像中的第9行、第3列, 如图8中, 标记“梯度峰值位置”。据此, 确定相关系数图像中的对应像素为相同位置(图像中的第9行、第3列)的像素, 其表示的相关系数(即像素值)为8.4122。

[0081] 在步骤S663中, 根据步骤S662中所确定的相关系数图像中的对应像素查找相关系数取得极值的像素。在此步骤中, 在相关系数图像中查找步骤S662所确定的对应像素附近的相关系数取得极值的像素。

[0082] 根据本发明一个实施例, 步骤S663可以包括以下子步骤:

[0083] 首先, 确定步骤S662中所确定的对应像素的邻居像素为搜索点, 以从该搜索点开始进行搜索。

[0084] 然后, 遍历该搜索点的邻居像素, 如果该邻居像素均小于该搜索点, 将该搜索点作为相关系数取得极值的像素; 否则, 将最大的邻居像素作为新的搜索点, 以重新查找。

[0085] 具体地, 遍历该搜索点的邻居像素, 查找比搜索点大的像素作为新的搜索点。一般而言, 每个搜索点具有4个邻居像素。如果搜索点位于图像的边缘但非图像的顶点, 例如上

面所述的图像的第9行、第3列的位置,则其具有3个邻居像素。如果搜索点是图像的4个顶点之一,那么该搜索点仅具有2个邻居像素。

[0086] 如果搜索点的邻居像素均小于搜索点,则将该搜索点作为所述相关系数取得极值的像素。如果搜索点的邻居像素中存在大于或等于搜索点的像素,将其中像素值最大的邻居像素作为新的搜索点,以重复上述遍历过程,直到找到相关系数取得极值的像素。

[0087] 在图8所示的相关系数图像,首先将第9行、第3列的位置的像素作为搜索点,以开始搜索。其邻居像素8.4100、8.4208和8.4138中,最大的邻居像素为其上方的像素8.4208。以该像素值为8.4208的像素为新的搜索点,其邻居像素8.4282、8.4225、8.4122和8.4180中,最大的邻居像素为其上方的像素8.4282。以该像素值为8.4282的像素为新的搜索点,重复上述过程。直到找到像素值为8.4340的像素,其邻居像素8.4321、8.4330、8.4303和8.4319均小于8.4340,所以该像素值为8.4340的像素为相关系数取得极值的像素。

[0088] 上述实施例中,在相关系数图像中根据所确定的对应像素查找相关系数取得极值的像素的方法,算法简单直观,实现容易。

[0089] 总体而言,根据上述步骤S661、步骤S662和步骤S663所述的根据梯度图像中的梯度取得极值的像素确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素的方法,直接在整个梯度图像中搜索梯度取得最大值的像素,并根据所搜索到的该像素确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素,该方法简单、计算量小并且执行速度快。

[0090] 图9示出了根据本发明另一个实施例的步骤S160的示意性流程图。如图9所示,步骤S160可以包括步骤S961、S962、S963和S964。

[0091] 在步骤S961中,搜索梯度图像中的梯度取得最大值的像素。这个步骤的操作与前述步骤S661类似,只是所搜索到的梯度取得最大值的像素不再作为梯度取得极值的像素。

[0092] 在步骤S962中,根据所述步骤S961所搜索到的梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值。

[0093] 根据本发明的一个实施例,根据以下公式计算所述第一梯度阈值:

$$[0094] \quad T_1 = T_{\max} * I_n$$

[0095] 其中, T_1 表示所述第一梯度阈值, T_{\max} 表示所述梯度取得最大值的像素值, I_n 表示系数。

[0096] 在步骤S963中,根据第一梯度阈值对梯度图像进行区域分割。通过区域分割,可以确定梯度图像中梯度取得极值的像素可能存在的位置。进而,可以帮助确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素。

[0097] 根据本发明的一个实施例,可以根据第一梯度阈值,直接利用阈值分割法对梯度图像进行分割。

[0098] 根据本发明的另一个实施例,步骤S963可以包括以下子步骤:首先,根据第一梯度阈值对梯度图像进行逐行扫描,以搜索大于所述第一梯度阈值的种子像素。然后,根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割,以获得所有所述所分割的区域。可选地,在这里,以种子像素为起点,根据区域生长算法对梯度图像进行区域分割。区域生长算法是一种成熟的图像分割算法,其在本发明中可以更准确地确定梯度图像中梯度取得极值的像素可能存在的区域,进而保证图像配准的准确性。

[0099] 在步骤S964中,在各所分割的区域中,确定相关系数图像中的相关系数取得极值

的待选像素,并根据梯度图像中的、该待选像素对应的像素的梯度以及第二梯度阈值,确定该待选像素能否作为相关系数取得极值的像素。

[0100] 具体地,可以针对所分割的区域执行如下操作,直至获得所述相关系数取得极值的像素。

[0101] 1) 搜索该所分割的区域内的梯度取得最大值的像素,以作为梯度取得极值的像素。该操作与步骤S661类似。二者的区别在于,步骤S661针对整个梯度图像进行搜索,而该操作仅针对梯度图像中的、步骤S963所分割获得的一个区域进行搜索。为了简洁,在此不再详细赘述其执行过程。

[0102] 2) 根据所述梯度取得极值的像素所在的位置确定所述相关系数图像中的对应像素。

[0103] 3) 根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数图像中的取得极大值的像素,以作为待选像素。

[0104] 上述操作2) 和操作3) 分别与步骤S662和步骤S663类似,为了简洁,在此不再赘述。但是,在步骤S663中所查找到的相关系数取得极值的像素可以作为配准参考图像和浮动图像的基础,换言之,可以直接根据步骤S663中所查找到的相关系数取得极值的像素的位置配准参考图像和浮动图像。而在该操作中,所确定的相关系数取得极值的像素是待选像素,其仅仅具有成为最终期望获得的用于配准参考图像和浮动图像的像素的可能性。

[0105] 4) 确定待选像素是否能直接用于配准参考图像和浮动图像。

[0106] 具体地,根据相关系数图像中的取得极大值的待选像素所在的位置确定梯度图像中的对应像素。仍以图7和图8所示图像为例。相关系数图像中的取得极大值的待选像素8.4340所在的位置为第6行、第4列。则确定梯度图像中的该位置的对应像素为2.1060。根据梯度图像中的、待选像素对应的像素的梯度以及该所分割的区域内的梯度取得最大值的像素所确定的第二梯度阈值,确定该待选像素能否作为相关系数取得极值的像素。其中,第二梯度阈值可以根据该所分割的区域内的梯度取得最大值的像素乘以某一特定系数来确定。该特定系数的取值范围可以是 $[0.15, 0.25]$ 。如果该待选像素能够作为相关系数取得极值的像素,则可以根据该待选像素配准参考图像和浮动图像,即执行步骤S180。如果该待选像素不能够作为相关系数取得极值的像素,则重新查找新的待选像素并确定新的待选像素能否作为相关系数取得极值的像素,直至获得相关系数取得极值的像素。

[0107] 根据本发明一个示例,如果待选像素对应的像素的梯度小于第二梯度阈值,那么将所述待选像素作为所述相关系数取得极值的像素,则其可以直接用于配准参考图像和浮动图像。否则,转到下一所分割的区域,以重新执行上述操作1) 至操作4),直到确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素。

[0108] 本领域普通技术人员可以理解,虽然按照上述顺序描述了本发明的一个实施例,但上述步骤的顺序仅为示例,而非对本发明的限制。

[0109] 例如,在一个示例中,在步骤S963,可以先找到一个种子像素,并通过区域生长算法获得一个分割区域,然后就针对该分割区域执行步骤S964。如果在步骤S964中确定了相关系数图像中的相关系数取得极值的像素,那么方法可以进行到步骤S180;否则,回到步骤S963,通过对梯度图像的扫描,找到另一个种子像素,并通过区域生长算法获得另一个分割区域。然后,与之前所述操作类似。重复上述操作,直到确定了相关系数图像中的相关系数

取得极值的像素。

[0110] 在另一个示例中,在步骤S963,通过区域分割获得所有的分割区域。在步骤S964,如果在一个分割区域没有获得相关系数取得极值的像素,那么直接进行到下一个区域,直至获得相关系数取得极值的像素。

[0111] 根据上述步骤S961、步骤S962、步骤S963和步骤S964所述的根据梯度图像中的梯度取得极值的像素确定相关系数图像中的相关系数取得极值的像素的方法,避免了在图像质量不好或尺寸太小时梯度最大的点没有出现在真实位移的位置的问题。在这种情况下,错误位置附近的相关系数的梯度虽然最大,但是变化平缓,而真实位置附近的梯度变化剧烈。由此,在上述方法中,根据梯度变化情况,剔除梯度值虽大但是变化缓慢的区域。从而,更合理地推测出真实位移在相关系数图像中出现的位置,保证了配准操作的准确性。

[0112] 根据本发明另一方面,还提供了一种图像配准装置。图10示出了根据本发明一个实施例的图像配准装置1000。如图10所示,图像配准装置1000包括相关系数计算模块1020、梯度计算模块1040、相关系数峰值确定模块1060和配准模块1080。

[0113] 相关系数计算模块1020用于计算参考图像与浮动图像的相关系数图像。梯度计算模块1040用于计算所述相关系数图像的梯度图像。相关系数峰值确定模块1060用于根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素。配准模块1080用于根据所述相关系数取得极值的像素配准所述参考图像和所述浮动图像。

[0114] 根据本发明一个实施例,相关系数峰值确定模块1060包括:

[0115] 第一搜索子模块,用于搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素,以作为所述梯度取得极值的像素;

[0116] 确定子模块,用于根据所述梯度取得极值的像素所在的位置确定所述相关系数图像中的对应像素;以及

[0117] 第一查找子模块,用于根据所述相关系数图像中的对应像素查找所述相关系数取得极值的像素。

[0118] 可选地,所述第一查找子模块包括:搜索点确定单元,用于确定所述相关系数图像中的对应像素的邻居像素为搜索点;以及查找单元,用于遍历所述搜索点的邻居像素,如果所述邻居像素均小于所述搜索点,将所述搜索点作为所述相关系数取得极值的像素;否则,将最大的邻居像素作为新的搜索点,以重新查找。

[0119] 根据本发明另一个实施例,相关系数峰值确定模块1060包括:

[0120] 第二搜索子模块,用于搜索所述梯度图像中的梯度取得最大值的像素;

[0121] 第二确定子模块,用于根据所述梯度取得最大值的像素确定第一梯度阈值;

[0122] 分割子模块,用于根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行区域分割;

[0123] 获得子模块,用于在各所分割的区域中,确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的待选像素,并根据所述梯度图像中的、所述待选像素对应的像素的梯度以及第二梯度阈值,确定所述待选像素能否作为所述相关系数取得极值的像素。

[0124] 可选地,所述分割子模块包括:

[0125] 种子像素搜索单元,用于根据所述第一梯度阈值对所述梯度图像进行逐行扫描,以搜索大于所述第一梯度阈值的种子像素;以及

[0126] 分割单元,用于根据所述种子像素对所述梯度图像进行区域分割,以获得所有所述所分割的区域。

[0127] 可选地,所述分割单元包括分割执行子单元,用于以所述种子像素为起点,根据区域生长算法对所述梯度图像进行区域分割。

[0128] 可选地,所述第二确定子模块包括阈值计算单元,用于根据公式 $T_1 = T_{\max} * \ln$ 计算所述第一梯度阈值,其中 T_1 表示所述第一梯度阈值, T_{\max} 表示所述梯度取得最大值的像素值, \ln 表示系数。

[0129] 换一个角度,上述图像配准装置可以包括存储器和处理器。存储器用于存储程序,处理器用于运行该程序。

[0130] 当该程序在该处理器中运行时,用于执行上文所述图像配准方法。

[0131] 根据本发明一个实施例,当该程序在该处理器中运行时,用于执行以下步骤:

[0132] 计算参考图像与浮动图像的相关系数图像;

[0133] 计算所述相关系数图像的梯度图像;

[0134] 根据所述梯度图像中的梯度取得极值的像素确定所述相关系数图像中的相关系数取得极值的像素;以及

[0135] 根据所述相关系数取得极值的像素,配准所述参考图像和所述浮动图像。

[0136] 根据本发明又一方面,还提供了一种图像拼接方法。该图像拼接方法包括根据上述图像配准方法配准参考图像和浮动图像以及根据配准的结果拼接参考图像和浮动图像的步骤。

[0137] 在该图像拼接方法中,由于图像配准操作迅速地获得了参考图像与浮动图像之间的较精确的位置关系,所以图像拼接操作也能够更快速、更准确。

[0138] 图11示出了根据本发明一个实施例的图像拼接方法1100。如图11所示,图像拼接方法1100包括配准步骤和拼接步骤。在配准步骤中,配准参考图像和浮动图像;在拼接步骤中,利用落叶法将浮动图像插入画布。本领域普通技术人员可以理解,落叶法仅为示例,而非对本发明的限制,还可以采用其他融合方法。除了上述两个步骤,图像拼接方法1100还可以包括其他步骤。下面结合图11详细描述该图像拼接方法1100。

[0139] 首先获取第一幅图像,放在画布的中心位置。将该第一幅图像作为参考图像。从缓冲区中获取与第一幅图像相邻的另一幅图像,以作为浮动图像。图像的相邻通常表示采集顺序上的相邻。利用上文所述图像配准方法配准参考图像和浮动图像。判断图像配准方法中所确定的取得极大值的相关系数是否小于相关系数阈值 C_1 。如果小于相关系数阈值 C_1 ,那么表示采集装置在采集图像的过程中移动过快,该采集装置例如显微镜的探头。图像拼接方法1100还可以包括确定参考图像与浮动图像的重叠面积。如果该重叠面积大于第一面积阈值 A_1 ,表示采集装置在采集图像的过程中移动过慢,则当前的浮动图像没有包含较多有意义的图像信息,可以丢弃该浮动图像。如果该重叠面积小于第二面积阈值 A_2 ,则表示采集装置在采集图像的过程中移动过快。如果相关系数大于或等于相关系数阈值 C_1 ,并且该重叠面积大于或等于第二面积阈值 A_2 且小于或等于第一面积阈值 A_1 ,那么执行拼接操作,例如根据配准结果利用落叶法将浮动图像插入画布中的适当位置。可选地,在拼接操作之后,图像拼接方法1100还可以包括更新采集装置的轨迹图的步骤。

[0140] 此时,可以例如以人为的方式决定是否开始新的拼接序列。如果决定开始新的拼

接序列,那么将当前的浮动图像作为新的参考图像,可以将此参考图像置于画布中心位置。再次从缓冲区取出与该新的参考图像相邻的另一幅图像来作为新的浮动图像,以重新进行配准和拼接操作。如果决定不再开始新的拼接序列,那么可以保存现有拼接图像(如果存在的话)并结束操作。

[0141] 当采集装置在采集图像的过程中移动过快时,拼接质量可信度不高,结果值得怀疑。当相关系数过小或者重叠面积太小时,无法进行精确的配准。由于无法通过配准获得相邻图像的位置关系,所以可以不再执行拼接操作,直接如上所述决定是否开始新的拼接序列。由此,可以避免无谓的计算,提高系统效率。此外,图像拼接方法1100还可以包括通过各种方式提示用户的步骤,以使用户及时知晓当前情况并作出适当的操作选择。例如,以特定颜色的边框标记当前的浮动图像。

[0142] 当采集装置在采集图像的过程中移动过慢时,因为相邻图像的重叠面积非常大,拼接操作没有太大意义。由此,可以丢弃当前的浮动图像,从缓冲区中获取另一个图像,作为新的浮动图像。将该新的浮动图像与参考图像进行配准和拼接。由此,也可以避免无谓的计算,提高系统效率。

[0143] 根据本发明再一方面,还提供了一种图像拼接设备。该图像拼接设备可以执行上述图像拼接方法,其可以包括上文所述图像配准装置和图像拼接装置。其中,图像配准装置用于根据上述图像配准方法配准参考图像和浮动图像。图像拼接装置用于根据图像配准装置的配准结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。

[0144] 换个角度,上述图像拼接设备可以包括存储器和处理器。存储器用于存储程序,处理器用于运行所述程序。

[0145] 其中,所述程序在所述处理器中运行时,用于执行:

[0146] 根据上述图像配准方法配准所述参考图像和所述浮动图像;以及

[0147] 根据所述配准的结果拼接所述参考图像和所述浮动图像。

[0148] 通过阅读上文关于图像配准方法、图像配准装置和图像拼接方法的详细描述,可以理解该图像拼接设备的构成和技术效果,为了简洁,在此不再赘述。

[0149] 此外,根据本发明实施例,还提供了一种存储介质,在所述存储介质上存储了程序指令,在所述程序指令被计算机或处理器运行时使得所述计算机或处理器执行本发明实施例的图像配准方法或图像拼接方法的相应步骤,并且用于实现根据本发明实施例的图像配准装置或图像拼接设备中的相应模块或装置。所述存储介质例如可以包括智能电话的存储卡、平板电脑的存储部件、个人计算机的硬盘、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPR0M)、便携式紧致盘只读存储器(CD-ROM)、USB存储器、或者上述存储介质的任意组合。所述计算机可读存储介质可以是一个或多个计算机可读存储介质的任意组合。

[0150] 尽管这里已经参考附图描述了示例实施例,应理解上述示例实施例仅仅是示例性的,并且不意图将本发明的范围限制于此。本领域普通技术人员可以在其中进行各种改变和修改,而不偏离本发明的范围和精神。所有这些改变和修改意在包括在所附权利要求所要求的本发明的范围之内。

[0151] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员

可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0152] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个设备,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0153] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0154] 类似地,应当理解,为了精简本发明并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该本发明的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如相应的权利要求书所反映的那样,其发明点在于可以用少于某个公开的单个实施例的所有特征的特征来解决相应的技术问题。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0155] 本领域的技术人员可以理解,除了特征之间相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0156] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0157] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的图像配准装置和图像拼接设备中的一些模块的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0158] 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0159] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式或对具体实施方式的说明,本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

100

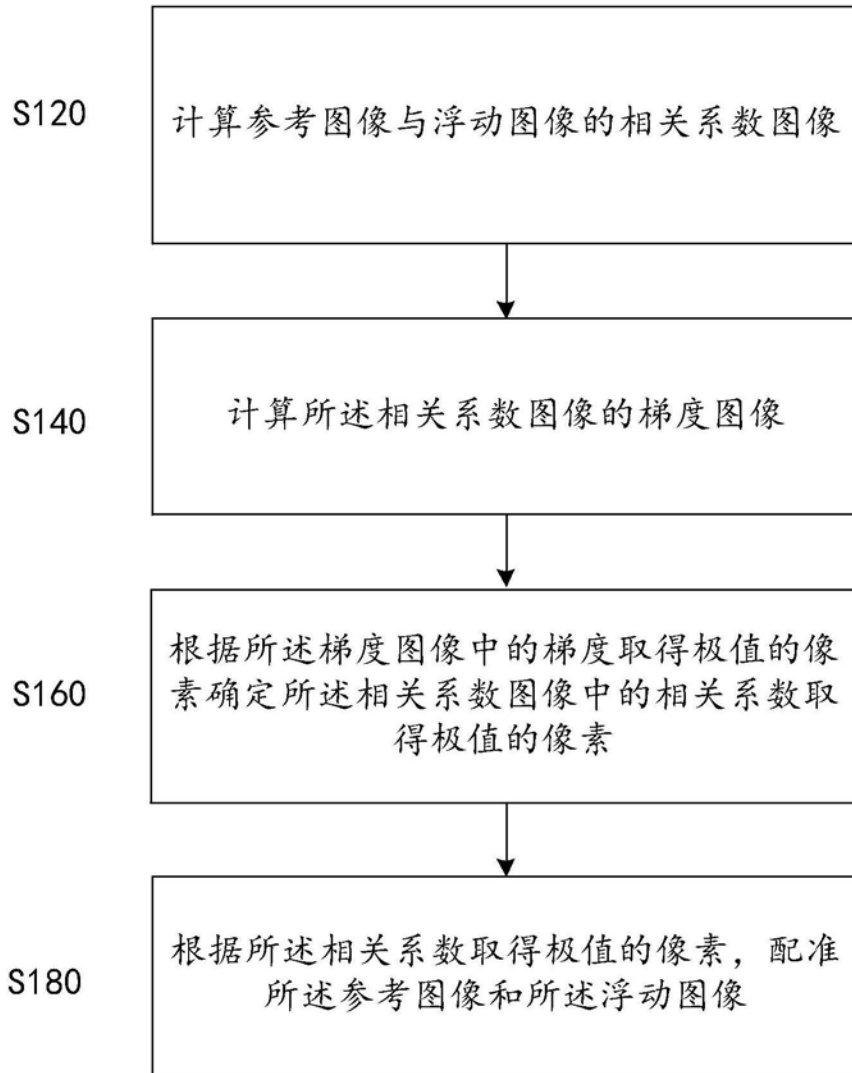


图1

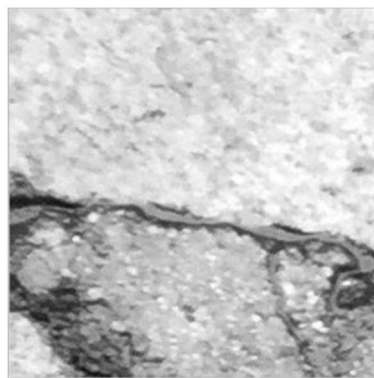


图2A

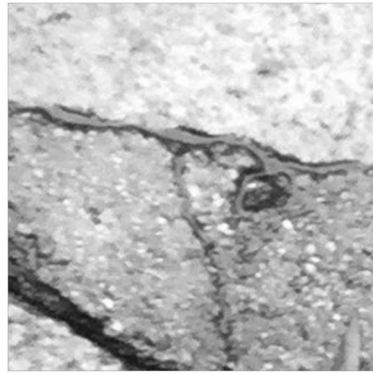


图2B



图2C

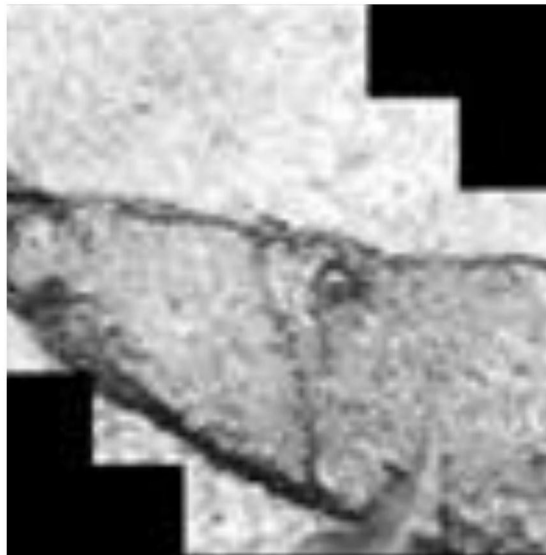


图3



图4

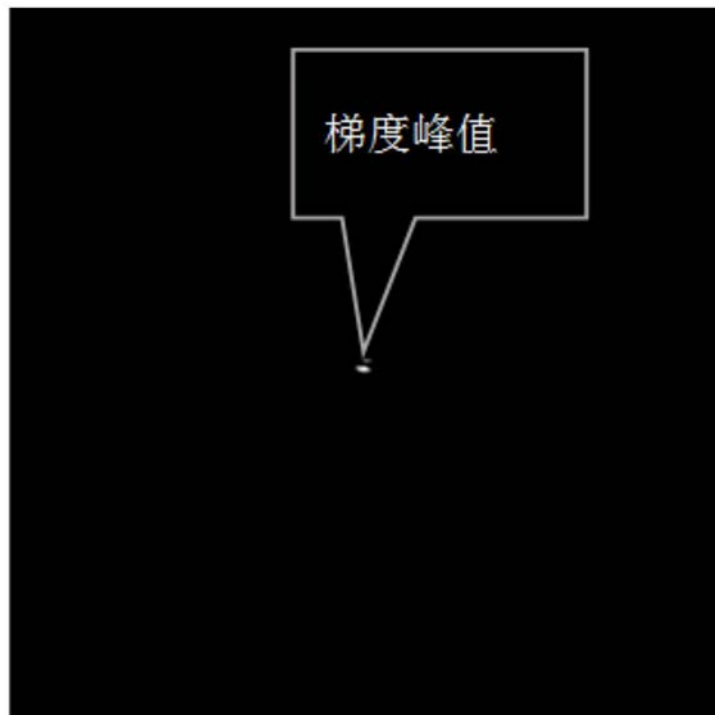


图5

S160

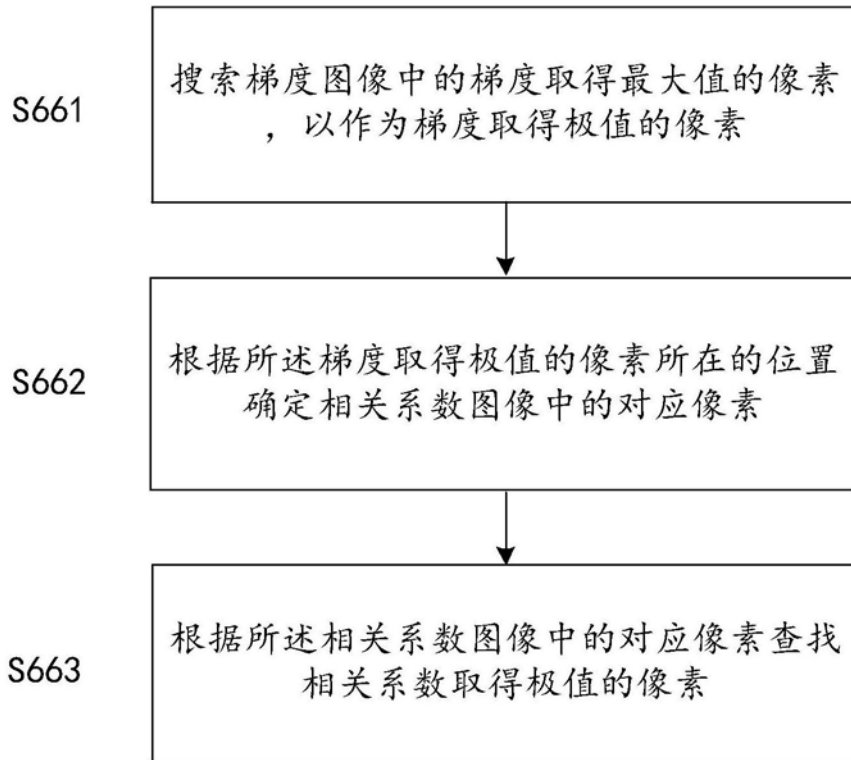


图6

8.7901	9.4457	9.8323	10.0861	10.2126
10.0305	10.8834	11.2591	11.4888	11.8353
9.9821	11.1069	12.2751	12.9581	13.0238
8.6650	9.5523	7.4924	7.7173	8.4665
7.9840	7.7966	6.6861	2.1066	4.2165
9.6433	9.2428	12.6581	11.5860	10.0821
12.5218	12.7725	16.5052	16.6713	15.0144
15.1356	15.7032	17.1049	16.9728	16.1214
16.3580	16.8382			

图7



图8

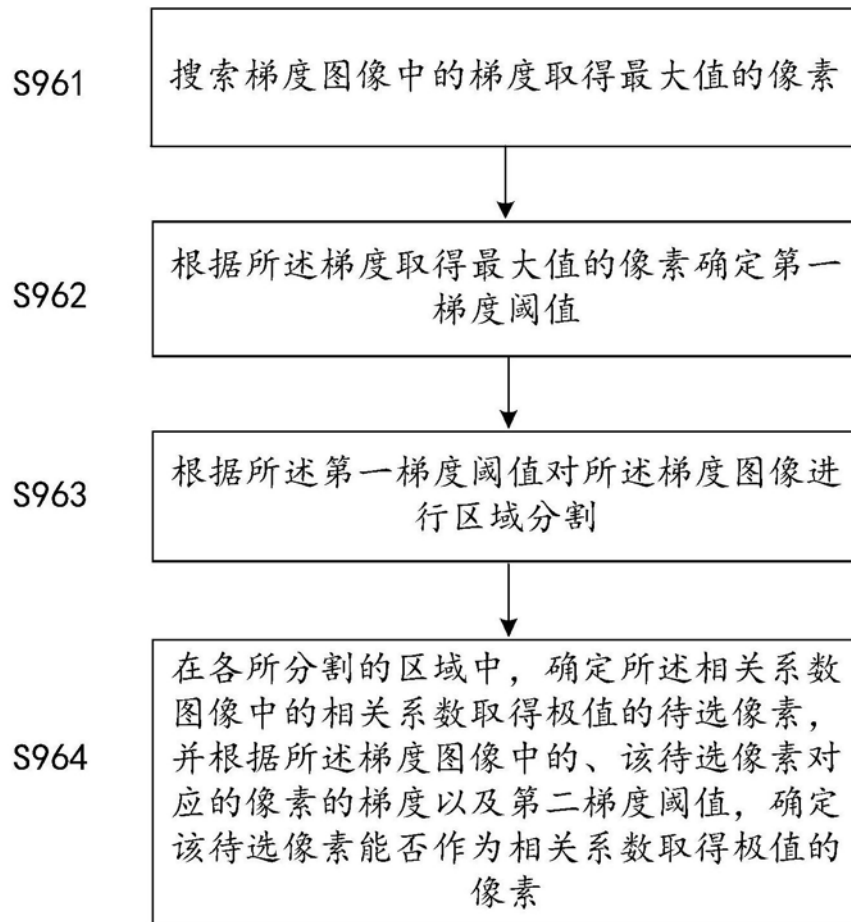
S160

图9

1000

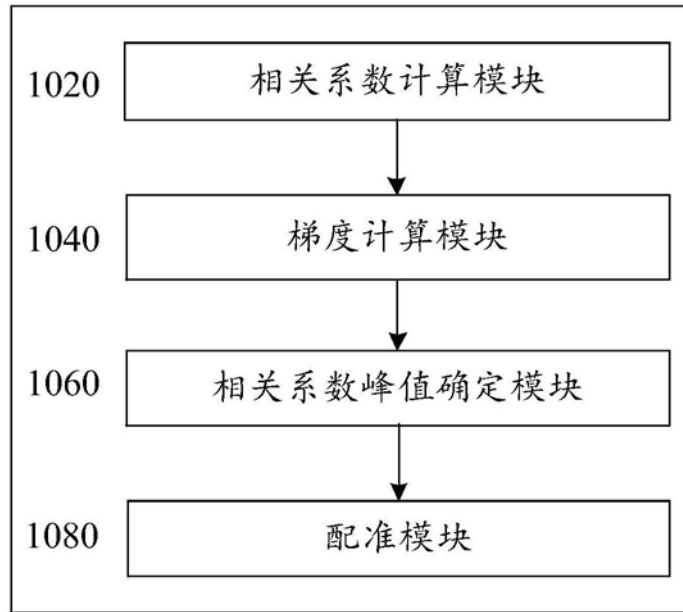


图10

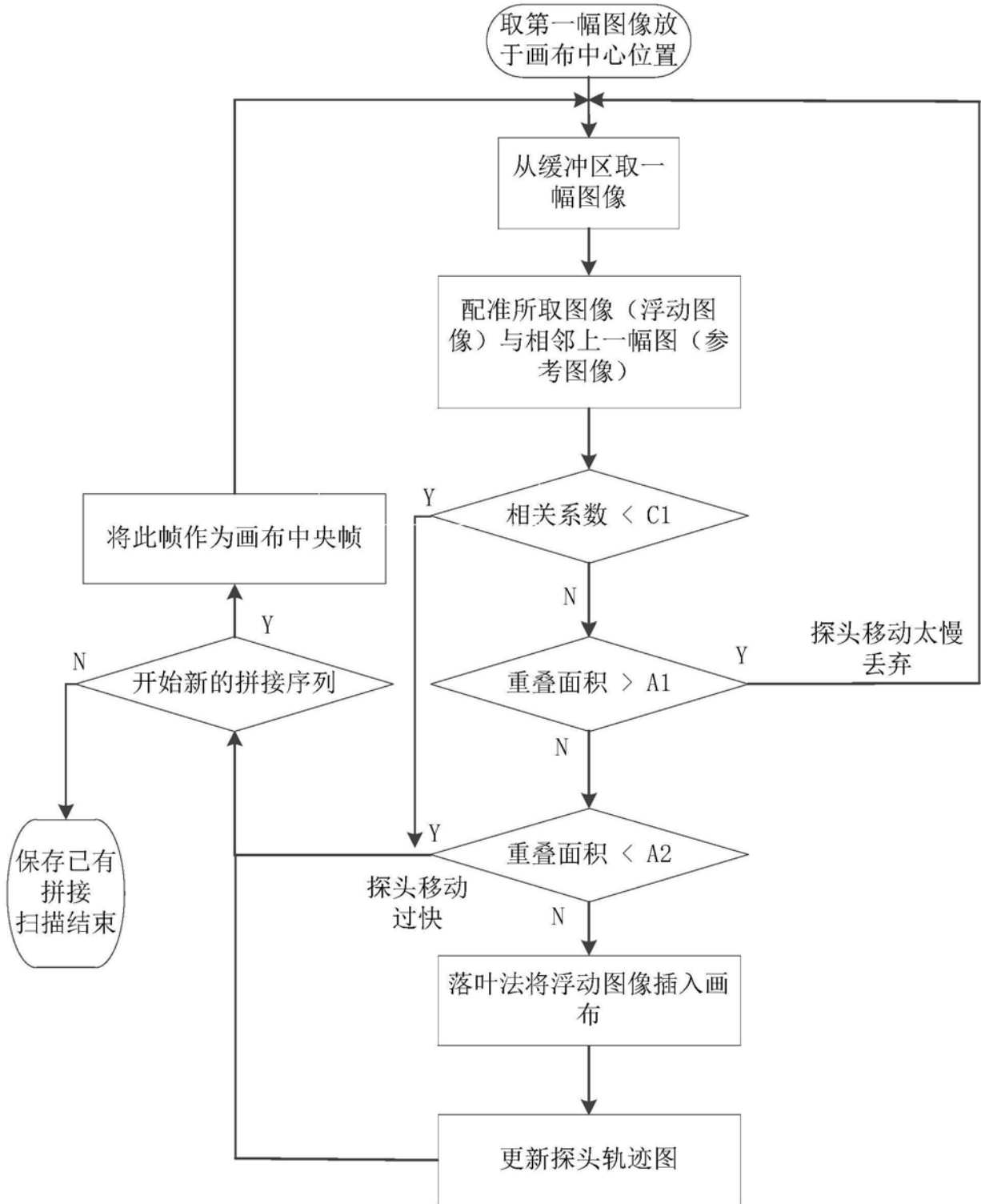


图11