



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109840887 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 12

(21) 申请号 201910051526.5

G06T 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.01.18

A61B 6/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 王海容

申请公布号 CN 109840887 A

(43) 申请公布日 2019.06.04

(73) 专利权人 北京友通上昊科技有限公司

地址 101111 北京市大兴区经济技术开发区
科创十四街99号2号楼一层

(72) 发明人 邹鲁民

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 任岩

(51) Int. Cl.

G06T 3/40 (2006.01)

G06T 5/50 (2006.01)

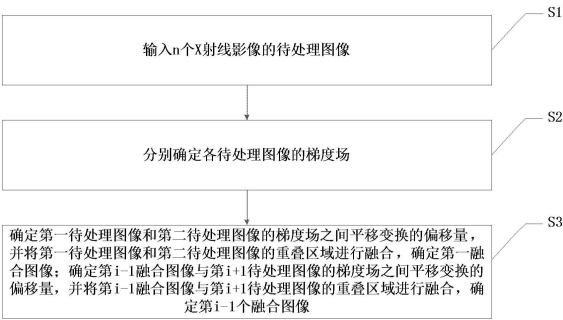
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

数字化X射线影像拼接方法及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种数字化X射线影像拼接方法及装置,其中,该方法包括:输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$,n为正整数;分别确定各待处理图像的梯度场;确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间的平移变换的偏移量,并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$ 。由此,本发明通过待处理图像的梯度场信息,利用相位相关的图像匹配方法,获得重叠区域的平移变换的偏移量,从而实现图像的拼接。



1. 一种数字化X射线影像拼接方法,包括:

输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$, n为正整数;所述X射线影像包括脊柱影像、下肢影像和骨骼影像;

对所述待处理图像进行降噪预处理,具体指根据高斯滤波器 $h(x, y)$ 对待处理图像 $I(x, y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x, y) = I(x, y) * h(x, y)$,其中, $h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$, x、y分别为高斯滤波器的横、纵坐标;

分别确定各待处理图像的梯度场;指:根据预处理结果确定各待处理图像的梯度场 $M(x, y)$ 满足: $M(x, y) = \|\nabla f\| = \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$, 其中, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$, 分别是待处理图像 $f(x, y)$ 在x方向、y方向的偏导,在计算偏导时,采用Sobel算子,即

$$g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f, g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f$$

*表示卷积操作;

确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像的重叠区域进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$;

确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,具体包括子步骤:计算 $M(x, y)$ 的2D离散傅立叶变换,确定变换结果;根据所述变换结果,确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的互功率谱;根据所述互功率谱的傅立叶反变换,确定归一化相关系数;在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标;

变换结果的公式为 $G = F\{M\}$;互功率谱的公式为 $R = \frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$,其中, \circ 表示阿达玛积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第i-1融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第i+1待处理图像的复共轭;归一化相关系数的公式为 $r = F^{-1}\{R\}$;所述坐标的公式为 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x, y} \{r\}$ 。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述n为2或者3。

3. 一种数字化X射线影像拼接装置,包括:

输入模块,用于输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$, n为正整数;所述X射线影像包括脊柱影像、下肢影像、骨骼影像;

预处理模块,用于对所述待处理图像进行降噪预处理,具体指:根据高斯滤波器 $h(x, y)$ 对待处理图像 $I(x, y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x, y) = I(x, y) * h(x, y)$,其中,

$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

x、y分别为高斯滤波器的横、纵坐标;

梯度场确定模块,用于确定各待处理图像的梯度场;所述梯度确定模块具体用于根据预

处理结果确定各待处理图像的梯度场 $M(x, y)$, 其满足公式: $M(x, y) = \|\nabla f\| = \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$,

其中, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$ 分别是待处理图像 $f(x, y)$ 在 x 方向、 y 方向的偏导, 在计算偏导时, 采

用Sobel算子, 即 $g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f$, $g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f$ *表示卷积操作;

融合模块, 用于确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量, 并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合, 确定第一融合图像; 确定第 $i-1$ 融合图像与第 $i+1$ 待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量, 并将第 $i-1$ 融合图像与第 $i+1$ 待处理图像的重叠区域进行融合, 确定第 $i-1$ 个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$;

所述融合模块包括:

变换单元, 用于计算 $M(x, y)$ 的2D离散傅立叶变换, 确定变换结果 $G = F\{M\}$;

互功率谱单元, 用于根据所述变换结果, 确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第 $i-1$ 融合图像与第 $i+1$ 待处理图像的互功率谱 $R = \frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$, 其中, \circ 表示阿达玛积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第 $i-1$ 融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第 $i+1$ 待处理图像的复共轭;

反变换单元, 用于根据所述互功率谱的傅立叶反变换, 确定归一化相关系数 $r = F^{-1}\{R\}$;

坐标确定单元, 用于在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x, y} \{r\}$ 。

数字化X射线影像拼接方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理领域,尤其涉及一种数字化X射线影像拼接方法及装置。

背景技术

[0002] 目前,在利用X射线影像进行医学诊断(尤其是进行测量)或手术方案制定时,有时需要获得完整的脊柱影像、完整的下肢影像、或全身骨骼影像。但是,由于现有硬件的限制(如,探测器尺寸小于脊柱的高度),不可能在一次曝光的情况下获得上述完整影像,因此,需要通过数字化手段,对多张含有重叠区域的影像进行拼接处理,从而获得完整影像。

[0003] 在利用图像处理算法进行拼接时,目前常用的技术方案有基于特征点匹配的拼接方法和基于模板匹配的拼接方法。

[0004] 基于特征点匹配的方法,主要是指,通过一定的规则在图像中寻找关键点,然后利用搜索方法,找出相同(相近)的特征点的映射关系,从而确定拼接的变换模型。此方法的关键点在于特征点的选取和匹配点的搜索机制,特征点选取个数的多少直接影响到后续搜索的速度和匹配的准确度,如果特征点选取不适当,容易获得错误的匹配结果,且如何选取特征点,现在还没有较好的统一规则。

[0005] 基于模板匹配的方法,主要是选取一个特定大小的模板图像块,在另一张图像上进行搜索,查找最相近的图像块,从而确定拼接的变换模型。模板图像块的大小和搜索相近图像块时的衡量指标目前也没有较好的解决方案,同时此方法的运算量很大,直接影响拼接的效率。

发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种数字化X射线影像拼接方法及装置,以解决上述的至少一项技术问题。

[0008] (二)技术方案

[0009] 本发明实施例提供了一种数字化X射线影像拼接方法,包括:

[0010] 输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$,n为正整数;

[0011] 分别确定各待处理图像的梯度场;

[0012] 确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像的重叠区域进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$ 。

[0013] 在本发明的一些实施例中,在分别确定各待处理图像的梯度场之前,还包括步骤:

[0014] 对所述待处理图像进行降噪预处理,具体指根据高斯滤波器 $h(x,y)$ 对待处理图像

$I(x,y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x,y) = I(x,y) * h(x,y)$,其中, $h(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$,

x、y分别为高斯滤波器的横、纵坐标。

[0015] 在本发明的一些实施例中,分别确定各待处理图像的梯度,指:

[0016] 根据预处理结果确定各待处理图像的梯度场 $M(x,y)$ 满足:

$$[0017] \quad M(x,y) = \|\nabla f\| \equiv \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2},$$

[0018] 其中, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$, 分别是待处理图像 $f(x,y)$ 在x方向、y方向的偏导,在计算偏导时,采用Sobel算子,即

$$[0019] \quad g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f, g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f, *$$
表示卷积操作。

[0020] 在本发明的一些实施例中,确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,具体包括子步骤:

[0021] 计算 $M(x,y)$ 的2D离散傅立叶变换,确定变换结果;

[0022] 根据所述变换结果,确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的互功率谱;

[0023] 根据所述互功率谱的傅立叶反变换,确定归一化相关系数;

[0024] 在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标。

[0025] 在本发明的一些实施例中,变换结果的公式为 $G=F\{M\}$;

[0026] 互功率谱的公式为 $R = \frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$,其中, \circ 表示阿达玛积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第i-1融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第i+1待处理图像的复共轭;

[0027] 归一化相关系数的公式为 $r = F^{-1}\{R\}$;

[0028] 所述坐标的公式为 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x,y} \{r\}$ 。

[0029] 在本发明的一些实施例中,所述n为2或者3。

[0030] 本发明实施例还提供了一种数字化X射线影像拼接装置,包括:

[0031] 输入模块,用于输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$,n为正整数;

[0032] 梯度场确定模块,用于确定各待处理图像的梯度场;

[0033] 融合模块,用于确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像的重叠区域进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$ 。

[0034] 在本发明的一些实施例中,还包括:

[0035] 预处理模块,用于对所述待处理图像进行降噪预处理,具体指:根据高斯滤波器 $h(x,y)$ 对待处理图像 $I(x,y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x,y) = I(x,y) * h(x,y)$,其中,

$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$, x, y 分别为高斯滤波器的横、纵坐标。

[0036] 在本发明的一些实施例中, 所述梯度确定模块具体用于根据预处理结果确定各待处理图像的梯度场 $M(x, y)$, 其满足公式:

$$[0037] \quad M(x, y) = \|\nabla f\| = \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2},$$

[0038] 其中, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$, 分别是待处理图像 $f(x, y)$ 在 x 方向、 y 方向的偏导, 在计算偏导时, 采用 Sobel 算子, 即

$$[0039] \quad g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f, g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f, *$$
 表示卷积操作。

[0040] 在本发明的一些实施例中, 所述融合模块包括:

[0041] 变换单元, 用于计算 $M(x, y)$ 的 2D 离散傅立叶变换, 确定变换结果 $G = F\{M\}$;

[0042] 互功率谱单元, 用于根据所述变换结果, 确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第 $i-1$ 融合图像与第 $i+1$ 待处理图像的互功率谱 $R = \frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$, 其中, \circ 表示阿达

玛积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第 $i-1$ 融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第 $i+1$ 待处理图像的复共轭;

[0043] 反变换单元, 用于根据所述互功率谱的傅立叶反变换, 确定归一化相关系数 $r = F^{-1}\{R\}$;

[0044] 坐标确定单元, 用于在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x, y} \{r\}$ 。

[0045] (三) 有益效果

[0046] 本发明的数字化 X 射线影像拼接方法及装置, 相较于现有技术, 至少具有以下优点:

[0047] 1、通过待处理图像的梯度场信息, 利用相位相关的图像处理方法, 获得重叠区域的变换信息, 不需要进行特征的提取和搜索等复杂耗时的工作, 因此执行速度快, 可以提高检查效率, 提高拼接效率和匹配的正确率;

[0048] 2、鲁棒性好, 基于梯度场信息, 因此该方法对噪声不敏感, 对图像数据的亮度和对比度变化有一定的鲁棒性。

[0049] 3、在待处理图像进行融合之前, 还对其进行降噪预处理, 减小了噪声对拼接效果的影响, 提高了图像拼接的精度, 可以达到像素级精度。

[0050] 4、方便集成, 可以很好地应用到 X 射线等相关医疗检查环境中, 且算法运算量小, 速度快, 拼接结果准确, 能很好地解决传统拼接方法速度慢, 精度低等问题。

附图说明

[0051] 图1为本发明实施例的数字化 X 射线影像拼接方法的步骤示意图;

[0052] 图2为图1中每两个图像融合的过程示意图;

[0053] 图3为本发明实施例的数字化X射线影像拼接装置的模块示意图。

具体实施方式

[0054] 现有技术中,基于特征点匹配的拼接方法和基于模板匹配的拼接方法存在匹配结果误差法以及拼接效率低的缺陷,有鉴于此,本发明提供了一种数字化X射线影像拼接方法及装置,通过待处理图像的梯度场信息,利用相位相关的图像处理方法,获得重叠区域的变换信息,从而实现图像的拼接。

[0055] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0056] 本发明第一实施例提供了一种数字化X射线影像拼接方法,图1为本发明实施例的数字化X射线影像拼接方法的步骤示意图,图2为图1中每两个图像融合的过程示意图,如图1和图2所示,该方法包括以下步骤:

[0057] S1、输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$,n为正整数;

[0058] S2、分别确定各待处理图像的梯度场;

[0059] S3、确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量(即拼成一张图像时所需平移变换的偏移量),并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像的重叠区域进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$ 。

[0060] 图2中的输入图像1指第一待处理图像或者第i-1融合图像,输入图像2指第二待处理图像、或者第i+1待处理图像。举例来说,步骤S1中的待处理图像有4个,则本发明先将第一个待处理图像和第二个待处理图像按照图2的过程对这二者的重叠区域进行融合,得到第一个融合图像;再将第一个融合图像与第三个待处理图像的重叠区域进行融合,得到第二个融合图像;最后将第二个融合图像与第四个待处理图像的重叠区域进行融合,得到第三个融合图像,即为所述拼接图像。

[0061] 此外,为了减小噪声对拼接效果的影响,提高图像拼接的精度,在待处理图像的重叠区域进行融合之前,还可以对待处理图像进行降噪预处理,其过程据为:

[0062] 根据高斯滤波器 $h(x, y)$ 对待处理图像 $I(x, y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x, y)$

$= I(x, y) * h(x, y)$, 其中, $h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$, x、y分别为高斯滤波器的横、纵坐标。

[0063] 在步骤S1中,由于一般2个或者3个待处理图像拼接而成的图像即可获得完整的脊柱影像、完整的下肢影像、或全身骨骼影像,因此,待处理图像的个数优选为2或3个。

[0064] 在步骤S2中,根据预处理结果确定各待处理图像的梯度场 $M(x, y)$ 满足以下公式:

[0065] $M(x, y) = \|\nabla f\| \equiv \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$, 分别是待处理图像 $f(x, y)$ 在x方向、y方向的偏导,在计算偏导时,采用Sobel算子,即

[0066] $g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f$, $g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f$, *表示卷积操作。

[0067] 在步骤S3中,确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量、或者第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量的具体子步骤为:

[0068] S31、计算 $M(x,y)$ 的2D离散傅立叶变换,确定变换结果 $G=F\{M\}$;

[0069] S32、根据所述变换结果,确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的互功率谱 $R=\frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$, \circ 表示阿达玛积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第i-1融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第i+1待处理图像的复共轭;

[0070] S33、根据所述互功率谱的傅立叶反变换,确定归一化相关系数 $r=F^{-1}\{R\}$;

[0071] S34、在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x,y} \{r\}$,该坐标即为在拼接时,第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像之间的平移变换的偏移量。

[0072] 也就是说直到将第n-1融合图像与第n+1待处理图像的重叠区域进行融合,即当每一个待处理图像都参与融合后,所得到的融合图像即为完整的拼接图像。

[0073] 本发明实施例还提供了一种数字化X射线影像拼接装置,如图3所示,该装置包括:

[0074] 输入模块,用于输入n个X射线影像的待处理图像, $n \geq 2$,n为正整数;

[0075] 梯度场确定模块,用于确定各待处理图像的梯度场;

[0076] 融合模块,用于确定第一待处理图像和第二待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第一待处理图像和第二待处理图像的重叠区域进行融合,确定第一融合图像;确定第i-1融合图像与第i+1待处理图像的梯度场之间平移变换的偏移量,并将第i-1融合图像与第i+1待处理图像的重叠区域进行融合,确定第i-1个融合图像, $2 \leq i \leq n-1$ 。

[0077] 此外,为了减小噪声对拼接效果的影响,提高图像拼接的精度,该装置还可以包括预处理模块,用于根据高斯滤波器 $h(x,y)$ 对待处理图像 $I(x,y)$ 进行预处理,确定预处理结果 $f(x,y) = I(x,y) * h(x,y)$,其中, $h(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$,x、y分别为高斯滤波器的横、纵坐标。

[0078] 一般来说,由于2个或者3个待处理图像拼接而成的图像即可获得完整的脊柱影像、完整的下肢影像、或全身骨骼影像,因此,待处理图像的个数优选为2或3个。

[0079] 梯度场确定模块根据预处理结果确定各待处理图像的梯度场,梯度场的公式为

$M(x,y) = \|\nabla f\| \equiv \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$,中, $g_x = \frac{\partial f}{\partial x}$, $g_y = \frac{\partial f}{\partial y}$,分别是待处理图像 $f(x,y)$ 在x方向、y方向的偏导,在计算偏导时,采用Sobel算子,即

[0080] $g_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * f, g_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * f$,*表示卷积操作。

[0081] 在本发明的一些实施例中,融合模块,具体包括:

[0082] 变换单元,用于计算 $M(x,y)$ 的2D离散傅立叶变换,确定变换结果 $G=F\{M\}$;

[0083] 互功率谱单元,根据所述变换结果,确定所述第一待处理图像和第二待处理图像、或者确定第*i*-1融合图像与第*i*+1待处理图像的互功率谱 $R = \frac{G_1 \circ G_2^*}{|G_1 G_2^*|}$,其中, \circ 表示阿达玛

积, G_1 是第一待处理图像的变换结果、或者第*i*-1融合图像, G_2^* 表示第二待处理图像的变换结果、或者第*i*+1待处理图像的复共轭;

[0084] 反变换单元,用于根据所述互功率谱的傅立叶反变换,确定归一化相关系数 $r = F^{-1}\{R\}$;

[0085] 坐标确定单元,用于在归一化相关系数中寻找峰值点的坐标 $(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{x,y} \{r\}$ 。

[0086] 也就是说直到将第*n*-1融合图像与第*n*+1待处理图像的重叠区域进行融合,即当每一个待处理图像都参与融合后,所得到的融合图像即为完整的拼接图像。

[0087] 综上,本发明的数字化X射线影像拼接方法及装置,通过待处理图像的梯度场信息,利用相位相关的图像处理方法,获得重叠区域的变换信息,不需要进行特征的提取和搜索等复杂耗时的工作,因此执行速度快,可以提高检查效率,提高拼接效率和匹配的正确率。

[0088] 除非有所知名为相反之意,本说明书及所附权利要求中的数值参数是近似值,能够根据通过本发明的内容所得的所需特性改变。具体而言,所有使用于说明书及权利要求中表示组成的含量、反应条件等等的数字,应理解为在所有情况中是受到“约”的用语所修饰。一般情况下,其表达的含义是指包含由特定数量在一些实施例中 $\pm 10\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 5\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 1\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 0.5\%$ 的变化。

[0089] 再者,“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“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。

[0090] 说明书与权利要求中所使用的序数例如“第一”、“第二”、“第三”等的用词,以修饰相应的元件,其本身并不意味着该元件有任何的序数,也不代表某一元件与另一元件的顺序、或是制造方法上的顺序,该些序数的使用仅用来使具有某命名的一元件得以和另一具有相同命名的元件能做出清楚区分。

[0091] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

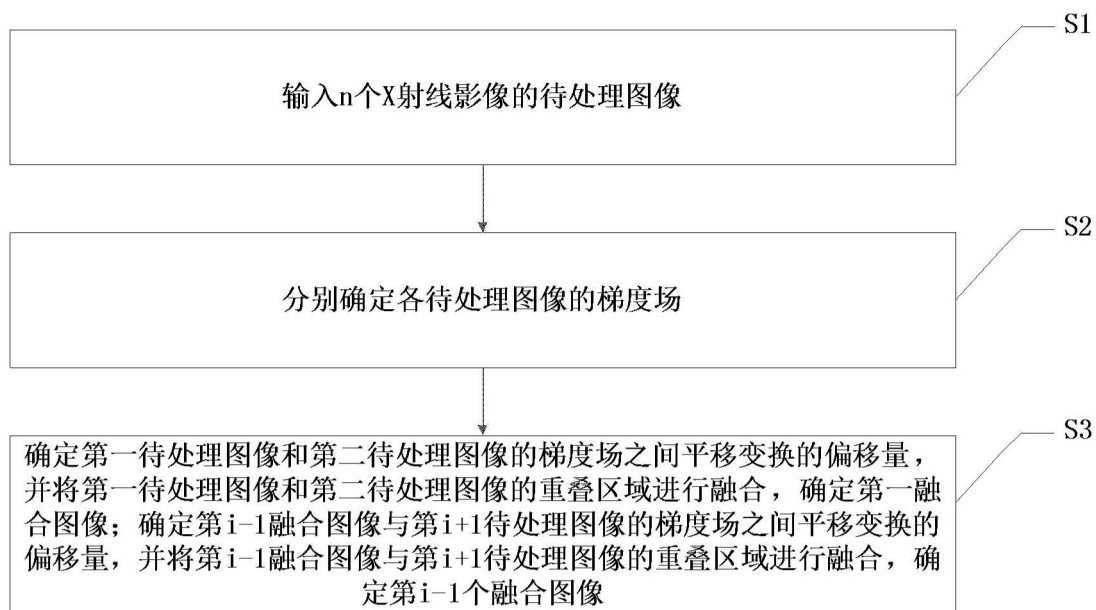


图1

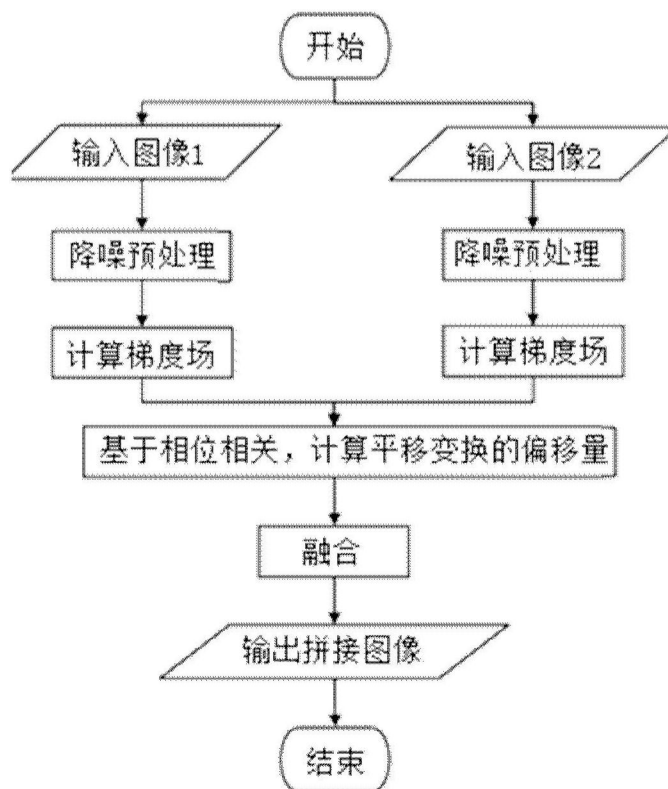


图2

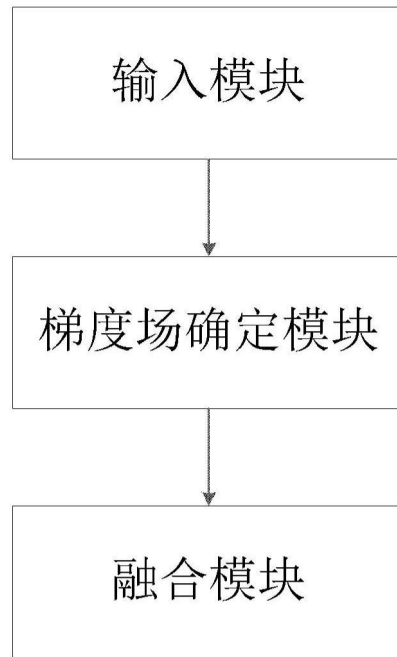


图3