



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105793897 B

(45)授权公告日 2019.12.10

(21)申请号 201480066400.0

M·贝格特尔特 C·洛伦茨

(22)申请日 2014.11.28

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 李光颖 王英

申请公布号 CN 105793897 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G06T 15/08(2006.01)

61/911,503 2013.12.04 US

A61B 1/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.06.03

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/066413 2014.11.28

US 2013202177 A1, 2013.08.08,

US 2013202177 A1, 2013.08.08,

US 2011270086 A1, 2011.11.03,

CN 1818974 A, 2006.08.16,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/083050 EN 2015.06.11

WO 2009156943 A1, 2009.12.30,

US 2012154400 A1, 2012.06.21,

CN 103262120 A, 2013.08.21,

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

WO 02063569 A1, 2002.08.15,

地址 荷兰艾恩德霍芬

审查员 刘梦瑶

(72)发明人 R·维姆科 T·克林德

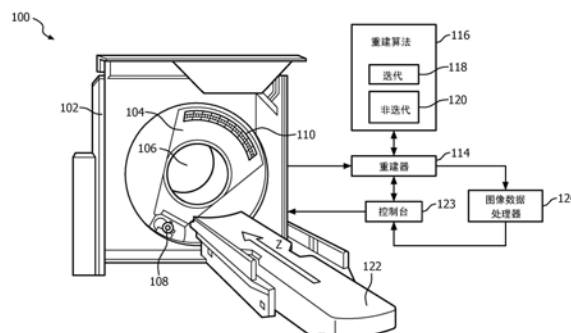
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

### (54)发明名称

图像数据处理

### (57)摘要

一种用于处理图像数据的方法包括获得第一3D体积图像数据集。所述3D体积图像数据包括一体积的体素。每个体素具有一强度。所述方法还包括获得针对所述体积的体素中的每个体素的局部体素噪声估计。所述方法还包括至少基于所述体素的所述强度和所述体素的所述局部体素噪声估计来处理所述体积的体素。一种图像数据处理器(124)包括计算机处理器,所述计算机处理器用于进行以下中的至少一项:基于第一3D体积图像数据的体素强度和个体局部体素噪声估计,根据所述第一3D体积图像数据来生成2D直接体积绘制,或者基于第二3D体积图像数据集和第一3D体积图像数据集的至少一个个体局部体素噪声估计来将第二3D体积图像数据与第一3D体积图像数据进行配准。



1. 一种用于处理图像数据的方法,包括:

获得第一3D体积图像数据集,所述第一3D体积图像数据集包括第一体积的体素,每个体素具有一强度;

获得针对所述第一体积的体素中的每个体素的局部体素噪声估计;

通过将不透明度转移函数乘以置信度值 $C = \exp(-0.5 * \sigma^2 / \sigma_0^2)$ 来确定针对所述第一3D体积图像数据集的每个体素的不透明度值,其中, $\sigma^2$ 是所述局部体素噪声估计,并且 $\sigma_0^2$ 是全局噪声估计,并且C具有在零到一的区间内的值;并且

通过针对所述第一3D体积图像数据集的每个体素将颜色值、所述不透明度值和梯度值进行组合以生成针对每个体素的噪声加权绘制贡献来至少基于所述体素的所述强度和所述体素的所述局部体素噪声估计处理所述体积的体素。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

使用针对每个体素的对应的局部体素噪声估计来确定针对所述第一3D体积图像数据集的每个体素的至少一个光学特性;并且

基于所述至少一个光学特性来将所述第一3D体积图像数据集投影到2D平面上。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,所述处理还包括:

确定针对所述第一3D体积图像数据集的每个体素的所述颜色值;并且

基于相邻体素的强度值和所述相邻体素的局部体素噪声估计来确定针对所述第一3D体积图像数据集的每个体素的所述梯度值。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,确定体素的所述梯度值包括将每个相邻体素的加权强度拟合到线或平面,其中,权重是基于所述置信度值的。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述置信度值是根据所述局部体素噪声估计导出的。

6. 根据权利要求3至5中任一项所述的方法,所述处理还包括:

将射线从像素的2D阵列中的每个像素投射通过所述第一3D体积图像数据集;

针对像素将针对对应的射线贯穿的每个体素的噪声加权特性进行组合以生成针对每个体素的复合值;并且

显示所述像素的所述复合值。

7. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,还包括:

获得第二3D体积图像数据集,所述第二3D体积图像数据集包括第二体积的体素,每个体素具有一强度;并且

获得针对所述第二体积的体素中的每个体素的局部体素噪声估计;并且

所述处理还包括:

至少基于配准算法来将所述第一3D体积图像数据集与所述第二3D体积图像数据集进行配准,所述配准算法包括所述第一体积的体素的所述强度和所述局部体素噪声估计以及所述第二体积的体素的所述强度和所述局部体素噪声估计。

8. 一种图像数据处理器(124),包括:

计算机处理器;以及

存储器,其被配置为存储图像数据处理指令,其中,所述计算机处理器被配置为运行所述图像数据处理指令,所述图像数据处理指令用于使所述计算机处理器进行以下中的至少

一项：

基于第一3D体积图像数据的体素强度和个体局部体素噪声估计，根据所述第一3D体积图像数据来生成2D直接体积绘制，或者

基于第二3D体积图像数据集和第一3D体积图像数据集的至少一个个体局部体素噪声估计来将第二3D体积图像数据与第一3D体积图像数据进行配准，

其中，所述处理器被配置为：

通过将不透明度转移函数乘以置信度值 $C = \exp(-0.5 * \sigma^2 / \sigma_0^2)$ 来确定针对所述3D体积图像数据的每个体素的不透明度值，其中， $\sigma^2$ 是所述局部体素噪声估计，并且 $\sigma_0^2$ 是全局噪声估计，并且C具有在零到一的区间内的值；并且

针对每个体素将颜色值、所述不透明度值和梯度值进行组合以生成针对每个体素的噪声加权绘制贡献。

9. 根据权利要求8所述的图像数据处理器，其中，所述处理器被配置为进行以下各项：

确定针对所述3D体积图像数据的每个体素的所述颜色值；

基于相邻体素的强度值和所述相邻体素的个体局部体素噪声估计来确定针对所述3D体积图像数据的每个体素的所述梯度值；

将射线从像素的2D阵列中的每个像素投射通过所述3D体积图像数据；

将针对对应的射线贯穿的每个体素的所述噪声加权绘制贡献进行组合以生成针对每个体素的复合值；并且

显示所述像素的所述复合值。

10. 根据权利要求9所述的图像数据处理器，其中，确定体素的所述梯度值包括利用置信度值来对每个相邻体素的所述强度进行加权，其中，所述置信度值是根据所述个体局部体素噪声估计导出的。

11. 根据权利要求9所述的图像数据处理器，其中，所述计算机处理器被配置为使用以下中的至少一项来将所述第二3D体积图像数据集与所述第一3D体积图像数据集进行配准：使强度偏差最小化、使互信息最大化，以及使得局部相关性最大化，其中的每项都是基于所述第一3D体积图像数据集和所述第二3D体积图像数据集的所述个体局部体素噪声估计的。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的图像数据处理器，还包括：

局部体素噪声估计器，其被配置为估计所述个体局部体素噪声估计。

13. 一种编码有计算机可读指令的计算机可读存储介质，当被处理器运行时，所述计算机可读指令使所述处理器进行以下中的至少一项：

使用针对具有较高局部噪声水平的体素的较低权重值和针对具有较低局部噪声水平的体素的较高权重值来将第一体积图像数据集与第二体积图像数据集进行配准，

其中，所述处理器被配置为：

通过将不透明度转移函数乘以置信度值 $C = \exp(-0.5 * \sigma^2 / \sigma_0^2)$ 来确定针对所述体积图像数据集的每个体素的不透明度值，其中， $\sigma^2$ 是所述局部体素噪声估计，并且 $\sigma_0^2$ 是全局噪声估计，并且C具有在零到一的区间内的值；并且

针对每个体素将颜色值、所述不透明度值和梯度值进行组合以生成针对每个体素的噪声加权绘制贡献。

## 图像数据处理

### 技术领域

[0001] 下文大体涉及处理图像数据,更具体地涉及使用个体局部体素噪声估计来处理图像数据,并且结合计算机断层摄影(CT)的具体应用进行描述。然而,下文还适用于其他成像模式,例如正电子发射计算机断层摄影(PET)、单光子发射计算机断层摄影(SPECT)、磁共振(MR)、超声(US)和/或其他成像模式。

### 背景技术

[0002] CT扫描器通常包括x射线管,x射线管被安装在跨检查区被定位在探测器阵列对面的可旋转机架上。可旋转机架(以及因此x射线管)围绕检查区旋转,并且x射线管发射贯穿检查区以及其中的对象的部分的辐射。探测器阵列探测辐射并生成指示其的投影数据。重建器对投影数据进行重建并生成表示对象的被扫描部分的3D体积图像数据。

[0003] 合适的重建算法包括:迭代重建算法,例如最大似然迭代重建(MLIR)算法等;以及非迭代重建算法,例如滤波反投影(FBP)等。3D体积图像数据包括体素,体素根据与针对CT的相对辐射强度(以及分别针对MR、PET、SPECT、US的其他材料特性)相对应的灰度强度值来表示。灰度值(强度)反映被扫描的对象和/或目标的衰减特性,并且通常显示例如在被扫描患者或目标内的解剖结构的结构。

[0004] 3D体积图像数据可以被处理以创建3D体积图像数据的2D投影。一个这样的途径是直接体绘制(DVR)。利用DVR,3D体积图像数据的每个体素值被映射到颜色值、不透明度值以及梯度值。一旦被映射,通过这些属性沿视野射线组合成绘制像素,这些属性就从3D体积空间被投影到2D图像空间(例如显示监视器的像素)中。在另一应用中,可以处理来自两个不同图像数据集的3D体积图像数据以对所述数据集进行配准(或空间对齐)。两种应用(体积绘制和配准)都依赖于针对(一个或多个)图像体积的噪声估计。遗憾的是,全局噪声参数可能不能准确地反映局部体素噪声水平,这可能降低针对体积绘制的得到的图像质量以及针对配准的得到的空间准确性。

### 发明内容

[0005] 本文描述的各方面解决了上述问题和其他问题。

[0006] 下文描述一种图像数据处理方法,其考虑了(一个或多个)3D体积图像数据集的体素灰度强度值和个体局部体素噪声估计两者。这种处理包括DVR和图像数据配准中的至少一个。通过考虑个体局部体素噪声估计,相对于其中替代地使用全局噪声估计的配置,本文描述的方法可以改善DVR和/或配准质量。

[0007] 在一个方面中,一种用于处理图像数据的方法包括获得第一3D体积图像数据集。所述3D体积图像数据包括一体积的体素。每个体素具有一强度。所述方法还包括获得针对所述体积的体素中的每个体素的局部体素噪声估计。所述方法还包括至少基于所述体素的所述强度和所述体素的所述局部体素噪声估计来处理所述体积的体素。

[0008] 在另一方面中,一种图像系统包括计算机处理器以及存储图像数据处理指令的存

储器。所述计算机处理器执行所述图像数据处理指令,所述图像数据处理指令使所述计算机处理器进行以下中的至少一项:基于第一3D体积图像数据的体素强度和个体局部体素噪声估计,根据所述第一3D体积图像数据来生成2D直接体积绘制,或者基于第二3D体积图像数据集和第一3D体积图像数据集的至少一个个体局部体素噪声估计来将第二3D体积图像数据与第一3D体积图像数据进行配准。

[0009] 在另一方面中,一种计算机可读存储介质被编码有计算机可读指令,当被处理器执行时,所述计算机可读指令使所述处理器进行以下中的至少一项:基于第一3D体积图像数据的体素强度和个体局部体素噪声估计,根据所述第一3D体积图像数据来生成2D直接体积绘制;或者基于第二3D体积图像数据集和第一3D体积图像数据集的至少一个个体局部体素噪声估计来将第二3D体积图像数据与第一3D体积图像数据进行配准。

## 附图说明

[0010] 本发明可以采取各种部件和部件的布置以及各种步骤和步骤的安排的形式。附图仅出于说明优选实施例的目的,而不应被解释为限制本发明。

[0011] 图1示意性示出了与图像数据处理器相连的示例性成像系统。

[0012] 图2示意性示出了图像数据处理器的范例,该图像数据处理器包括DVR处理器、配准部件以及局部体素噪声估计器。

[0013] 图3示意性示出了图像数据处理器的范例,该图像数据处理器包括DVR处理器和配准部件,但是不包括局部体素噪声估计器。

[0014] 图4示意性示出了DVR处理器的范例。

[0015] 图5示意性示出了配准部件的范例。

[0016] 图6示出了基于3D体积图像数据和针对3D体积图像数据的个体体素的个体局部体素噪声估计来生成DVR图像的示例性方法。

[0017] 图7示出了基于两个3D体积图像数据集以及针对这两个3D体积图像数据集中的每个的个体体素的个体局部体素噪声估计来将两个不同图像数据集进行配准的示例性方法。

## 具体实施方式

[0018] 图1示出了成像系统100,例如计算机断层摄影(CT)扫描器。在另一实施例中,成像系统100包括如正电子发射计算机断层摄影(PET)、单光子发射计算机断层摄影(SPECT)和/或其他扫描器。图示的成像系统100包括固定机架102和旋转机架104,旋转机架104可旋转地由固定机架102支撑。旋转机架104围绕检查区106绕纵向或z轴旋转。

[0019] 辐射源108(例如,x射线管)由旋转机架104支撑并随着旋转机架104一起围绕检查区106旋转,并且发射贯穿检查区106的辐射。跨检查区106被定位在辐射源108的对面的一维辐射敏感探测器阵列或二维辐射敏感探测器阵列110包括一行或多行沿z轴布置的探测器像素。探测器像素探测贯穿检查区106的辐射,并生成指示其的信号或投影数据。

[0020] 重建器114重建投影数据并生成指示检查区106的3D体积图像数据。在图示的范例中,重建器114可以采用一种或多种重建算法116,包括但不限于(一种或多种)迭代重建算法118和(一种或多种)非迭代重建算法120。(一种或多种)迭代重建算法118包括代数迭代重建算法、统计迭代重建算法和/或(一种或多种)其他迭代重建算法。此外,(一种或多种)

迭代重建算法118可以确定和/或利用投影域和/或图像域个体局部体素噪声估计以进行重建。

[0021] 例如,迭代图像重建算法已经基于具有数据比较项和图像噪声惩罚项的成本函数。这种成本函数的通用公式是: $\Psi(x) = -L(Ax|y) + \beta \cdot R(x)$ ,其中 $\Psi(x)$ 表示成本函数, $L(Ax|y)$ 表示似然项,该似然项将前向投影图像( $Ax$ ,其中 $A$ 是前向投影算子,并且 $x$ 是图像)与测得的数据( $y$ )进行比较, $R(x)$ 表示粗糙度惩罚项,其惩罚在经重建的图像( $x$ )中的噪声(或“粗糙度”),并且 $\beta$ 表示控制正则化的强度的正则化项。

[0022] 利用上述迭代图像重建途径,确定个体局部体素噪声估计。这种算法的范例在Goshen等人在2010年10月29日提交的、序列号为US 13/508,751、题目为“Enhanced image data/dose reduction”中有描述,其通过引用并入本文。本文也可以预见到其他迭代图像重建算法。

[0023] 诸如卧榻的支撑物122将对象支撑在检查区106中并且可以用于在扫描之前、期间和/或之后将对象相对于 $x$ 轴、 $y$ 轴和/或 $z$ 轴进行定位。计算系统用作操作员控制台123,并且包括输出设备(例如显示器)和输入设备(例如,键盘、鼠标、等等)。驻留在操作员控制台123上的软件允许操作员控制系统100的操作。这种控制包括选择采集协议、启动扫描、识别重建算法等。

[0024] 图像数据处理器124被配置为处理图像数据。在一个范例中,这至少包括重新格式化图像数据以将3D体积图像数据(体素)投影到2D空间(例如显示监视器的像素)中和/或将各图像数据集(例如3D和/或2D)进行配准。如下文更详细描述,在一个实例中,图像数据处理器124采用具有这种处理的个体局部体素噪声估计。可以由重建器、图像数据处理器214和/或其他设备来确定个体局部体素噪声估计(例如,在使用噪声估计的迭代重建期间)。

[0025] 可以理解的,可以经由执行一个或多个计算机可执行指令的一个或多个计算机处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理器等)实现图像数据处理器124,所述计算机可执行指令嵌入或编码到计算机可读存储介质中(不包括瞬态介质),计算机可读存储介质例如物理存储器。然而,计算机可执行指令中的至少一个可以备选地由载波、信号和其他瞬态介质承载,并经由一个或多个计算机处理器实现。

[0026] 图2示意性示出了图像数据处理器124的非限制性范例。利用该范例,图像数据处理器124接收图像数据,但是不接收个体局部体素噪声估计,并估计个体局部体素噪声估计。所示出的图像数据处理器124包括DVR处理器202、配准部件204以及局部体素噪声估计器206。

[0027] 图3示出了图2的变型,其中图像数据处理器124还接收个体局部体素噪声矩。利用该范例,局部体素噪声估计器206从图像数据处理器124中省略,并且被定位在远离图像数据处理器且与图像数据处理器不同的设备中。局部体素噪声估计器206可以是重建器114(图1)和/或其他装置的一部分。

[0028] 参考图2和图3,针对2D投影图像中的每个像素,DVR处理器202将视野射线投射通过3D体积图像数据。在沿视野射线的每个步骤处,计算局部颜色(例如,向量)、局部不透明度(例如,标量)和局部梯度(例如,向量)。然后将这三个幅值沿视野射线组合为2D绘制图像的绘制像素。适当的组合途径的非限制性范例在Charles D.Hansen等人的“The

Visualization Handbook” (2005) 中进行了讨论。本文也预见到其他途径。

[0029] 暂时转到图4,示出了DVR处理器202的非限制性范例。DVR处理器202至少包括颜色确定器402、不透明度确定器404以及梯度确定器406。任选地,DVR处理器202包括(一种或多种) 额外的光学特性确定器408。与传统方法相比,DVR处理器202以与标准DVR相同的方式计算局部体素颜色,但是相反,将考虑每个体素的个体局部体素噪声估计来计算局部体素不透明度和局部体素梯度。这将在后文详细描述。

[0030] 不透明度确定器404基于针对体素的强度和针对该体素的个体局部体素噪声估计来确定针对该体素的不透明度值。接下来将讨论非限制性范例。首先如在标准DVR中(例如,根据不透明度转移函数) 计算针对体素的局部不透明度 $O(x)$ 。然后,将局部不透明度 $O(x)$  值乘以在区间 $[0..1]$ 中的置信度值 $C(x)$ 。 $C(x)$  是使用单调递减函数根据个体局部体素噪声估计 $\sigma(x)$  来导出的。这种函数的范例是以下高斯函数: $C = \exp(-0.5 * \sigma^2 / \sigma_o^2)$ ,其中 $\sigma^2$ 是局部体素噪声估计,并且 $\sigma_o^2$ 是全局噪声估计。

[0031] 梯度确定器406基于相邻体素的强度以及针对所述相邻体素的个体局部体素噪声估计来确定针对体素的梯度。接下来将讨论非限制性范例。将局部梯度(传统上根据 $x$ 、 $y$ 、 $z$  中的中心差分) 计算为加权线性拟合,其中权重由局部置信度值 $C(x)$  给出。噪声加权拟合能够任选地是分别在 $x$ 方向、 $y$ 方向、 $z$ 方向上的加权线拟合(轴线平行1D邻域)、在3D邻域中的加权平面拟合和/或其他。然后将如此确定的梯度向量用于控制绘制的着色。颜色确定器402确定针对体素的局部颜色,而不考虑局部体素噪声估计。

[0032] 潜在的基本构思在于具有高噪声水平的体素在绘制时将变得相对透明(即,被分配了较低的不透明度值),并且具有低噪声水平的体素将变得相对不透明(即,被分配了较高的不透明度值)。另外,考虑相邻体素的相对可靠性来估计局部梯度,这得到对得到的绘制的改善的着色。此外,绘制的颜色不被局部噪声估计改变。

[0033] 该绘制技术处理两个输入量(图像数据和个体局部体素噪声估计),并且不能通过简单地将强度量乘以置信度量并将结果提供为到标准绘制引擎的输入来实现。

[0034] 返回到图2和图3,配准部件204将至少两个图像数据集(3D和/或2D空间) 进行配准。暂时转到图5,所示出的配准部件204包括以下中的至少一个:强度差最小化算法502、互信息最大化算法504、局部相关性最大化算法506和/或(一种或多种) 其他相似度量508。

[0035] 利用强度差最小化算法502,配准部件204基于例如使用方差和的强度偏差的最小化来将各图像进行配准。然而,代替使针对所有空间位置的强度 $I_1$ 与 $I_2$ 的差的简单求和: $\sum (I_1 - I_2)^2$ 最小化,配准部件204使误差加权差的求和 $\sum [(I_1 - I_2)^2 / (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)]$ 最小化,其中 $\sigma_1$ 和 $\sigma_2$ 是来自两个图像数据集的两个体素的局部体素噪声估计。

[0036] 利用互信息最大化算法504,配准部件204基于互信息的最大化来将各图像进行配准。互信息可以被计算为双变量直方图 $H(I_1, I_2)$  的负熵 $-\sum H \log H$ 。对于标准算法,该直方图 $H$ 针对在两个图像中的对应位置处的强度 $I_1$ 和 $I_2$ 的每个发生率(incidence) 递增+1。相反,配准部件204通过局部依赖置信度值 $c(x)$  来对双变量直方图进行递增。在一个非限制实例中, $c(x) = \exp(-0.5 * (\sigma_1^2 + \sigma_2^2) / \sigma_o^2)$ ,其以相反的方式对两个图像数据集的体素的局部误差估计 $\sigma_1(x)$  和 $\sigma_2(x)$  进行加权,并且其中 $\sigma_o^2$ 是全局噪声估计。

[0037] 利用局部相关性最大化算法506,配准部件204基于局部相关性的最大化来将各图像进行配准。可以按照如等式1中所示的来计算非加权线性相关性(LC):



[0038] 等式1:  $LC_i(l_1, l_2) = \frac{cov_i(l_1, l_2)^2}{cov_i(l_1, l_1) * cov_i(l_2, l_2)}$

[0039] 其中,  $cov_i(l_1, l_2) = \sum_{l \in S_l} l'_{1,l} l'_{2,l}$ , 并且  $l \in S_l$  是局部邻域。配准部件204使用空间变化权重  $w(x)$  来计算协方差和方差, 使得  $cov_i(l_1, l_2) = \sum_{l \in S_l} w_{1,l} l'_{1,l} w_{2,l} l'_{2,l} / \sum_{l \in S_l} w_{1,l} w_{2,l}$ 。通过  $\exp(-0.5 * r^2 / \sigma_r^2)$  来计算权重, 仅依赖于距中心点  $x_0$  的径向欧几里得距离  $r = |x - x_0|$ , 然后将空间权重  $w(x)$  乘以置信度值  $c(x)$ 。在一个非限制性实例中,  $c(x) = \exp(-0.5 * (\sigma_1^2 + \sigma_2^2) / \sigma_0^2)$ , 其是局部误差估计  $\sigma_1(x)$  和  $\sigma_2(x)$  的倒数。

[0040] 算法502、504、506和508以改变空间位移场的方式操作直到使特定相似度量最大化或最小化。潜在的基本构思在于具有较高局部噪声水平的体素对相似度量以及因此对配准的结果具有相对较小的影响, 而具有较低局部噪声水平的体素则具有相对更大的影响。通常, 除了标准图像强度  $I(x)$  之外, 算法502、504、506和508有意图地适应逐体素的噪声水平估计  $\sigma(x)$ 。

[0041] 继续参考图2, 局部体素噪声估计器206可以采用已知的和/或其他体素噪声估计方法。根据图像数据进行适当的噪声估计的范例在Goshen等人在2010年10月29日提交的、序列号为US 13/508,751的、题目为“Enhanced image data/dose reduction”中有描述。在本文中也可以预见到其他体素噪声估计。这还可以包括投影域途径。

[0042] 图6示出了基于3D体积图像数据和针对个体体素的噪声估计来生成DVR图像的示例性方法。

[0043] 可以理解的是, 这些方法的动作顺序不是限制性的。因此, 本文可以预见到其他顺序。另外, 可以省略一个或多个动作和/或可以包括一个或多个额外动作。

[0044] 在602处, 获得3D体积图像数据。

[0045] 在604处, 任选地, 获得针对3D体积图像数据的体素的至少子集中的每个的个体局部体素噪声估计。

[0046] 在606处, 如果省略动作604, 则估计个体局部体素噪声估计, 如本文和/或其他地方讨论的。

[0047] 在608处, 确定针对图像数据的每个体素的颜色值。如本文所讨论的, 在一个实例中, 确定针对每个体素的局部颜色, 而不考虑局部体素噪声估计。

[0048] 在610处, 基于针对体素的强度和针对体素的个体局部体素噪声估计来确定针对每个体素的不透明度, 如本文和/或其他地方讨论的。

[0049] 在612处, 基于每个体素的相邻体素和针对每个体素的个体局部体素噪声估计来确定针对该体素的梯度值。

[0050] 在614处, 将针对每个体素的颜色值、不透明度值和梯度值进行组合以生成该体素对通过3D体积的投影视野射线的贡献。

[0051] 在616处, 将沿视野射线的逐体素贡献进行组合以生成针对该视野射线的绘制像素。

[0052] 在618处, 对复合值进行绘制以产生3D体积图像数据的2D投影。

[0053] 可以通过计算机可读指令实现以上内容, 所述计算机可读指令嵌入或编码到计算机可读存储介质上, 当被计算机处理器执行时, 所述计算机可读指令使处理器执行所述动



作。额外地或替代地,由信号、载波或其他瞬态介质承载计算机可读指令中的至少一个。

[0054] 图7示出了基于两个3D体积图像数据集和针对这两个3D体积图像数据集的每个的个体体素的噪声估计来将两个不同图像数据集进行配准的示例性方法。

[0055] 可以理解的是,这些方法的动作顺序不是限制性的。因此,本文可以预见到其他顺序。另外,可以省略一个或多个动作和/或可以包括一个或多个额外动作。

[0056] 在702处,获得两个体积图像数据集。如本文所讨论的,两个数据集可以来自相同的模态但是在不同的时间点采集,或者来自不同的模态。

[0057] 在704处,任选地,获得针对两个3D体积图像数据的体素的至少子集中的每个的个体局部体素噪声估计。

[0058] 在706处,如果省略动作704,则估计个体局部体素噪声估计,如本文和/或其他地方讨论的。

[0059] 在708处,基于个体局部体素噪声估计来将所获得的两个3D体积图像数据集进行空间配准,如本文和/或其他地方讨论的。

[0060] 可以通过计算机可读指令实现以上内容,所述计算机可读指令嵌入或编码到计算机可读存储介质上,当被计算机处理器执行时,所述计算机可读指令使处理器执行所述动作。额外地或替代地,由信号、载波或其他瞬态介质承载计算机可读指令中的至少一个。

[0061] 已经结合优选实施例描述了本发明。当阅读和理解前述详细描述时,他人可能想到修改和变型。本发明意图被解释为包括所有这些修改和变型,只要它们落入随附权利要求或其等价物的范围内。

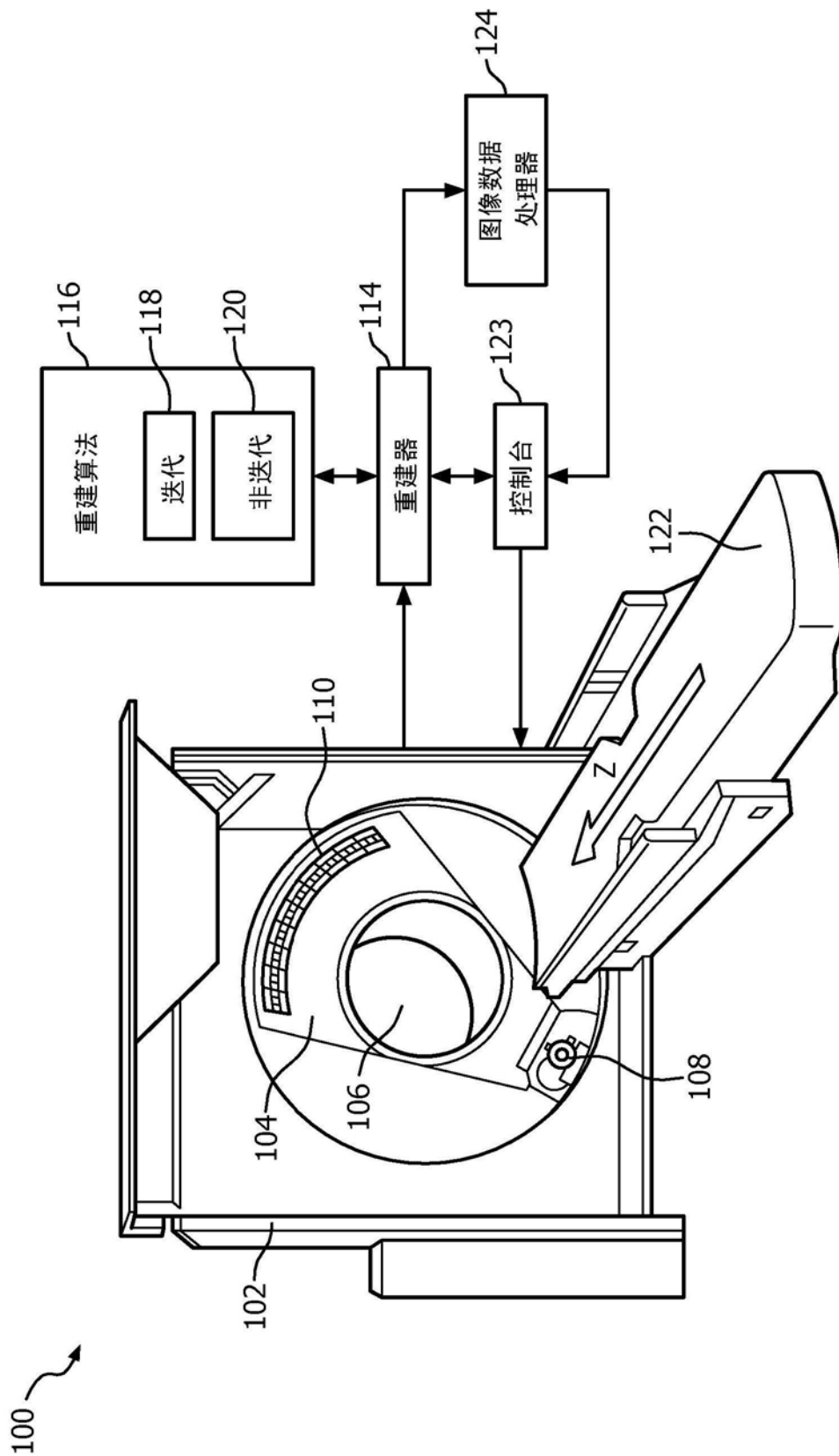


图1

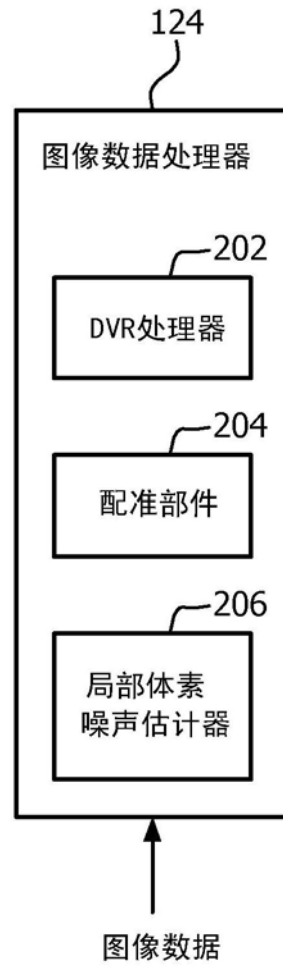


图2

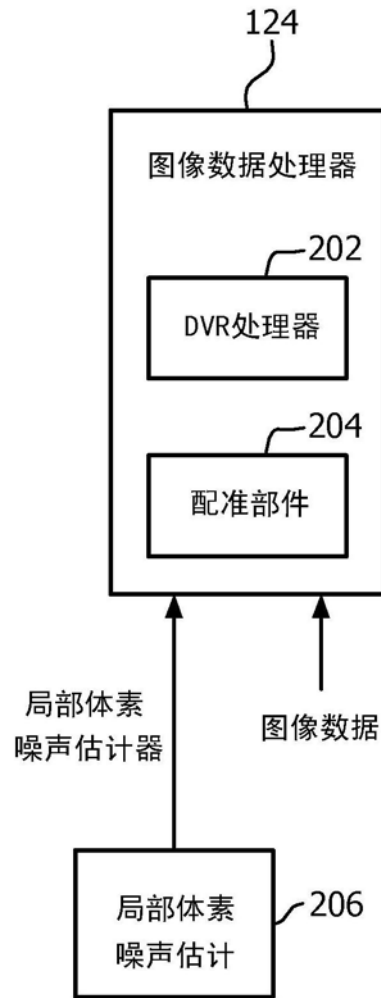


图3

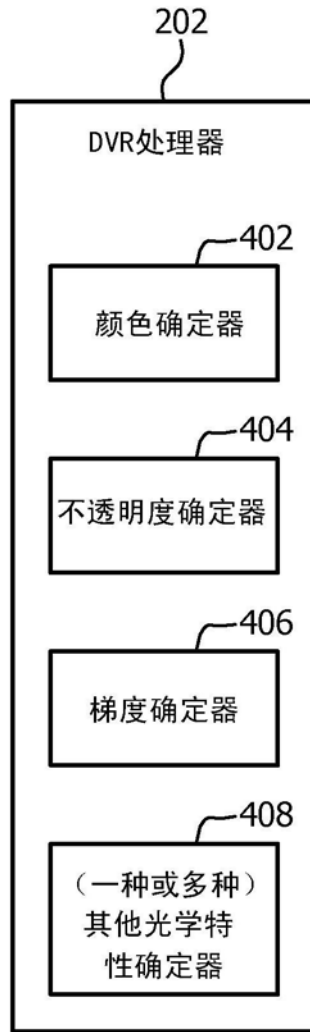


图4

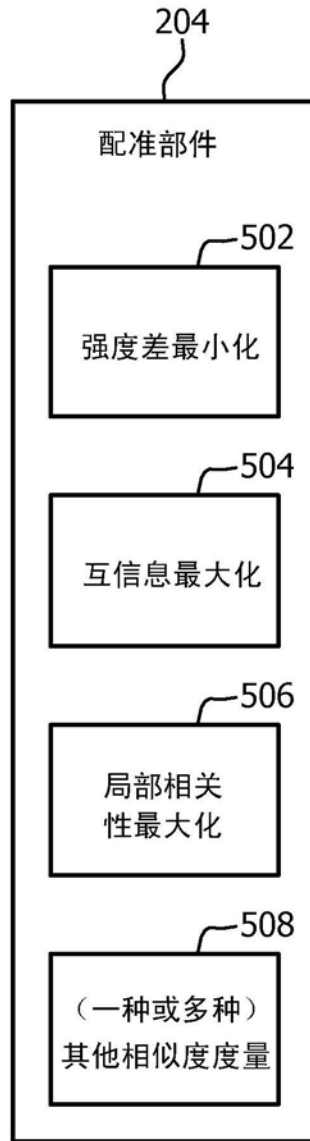


图5

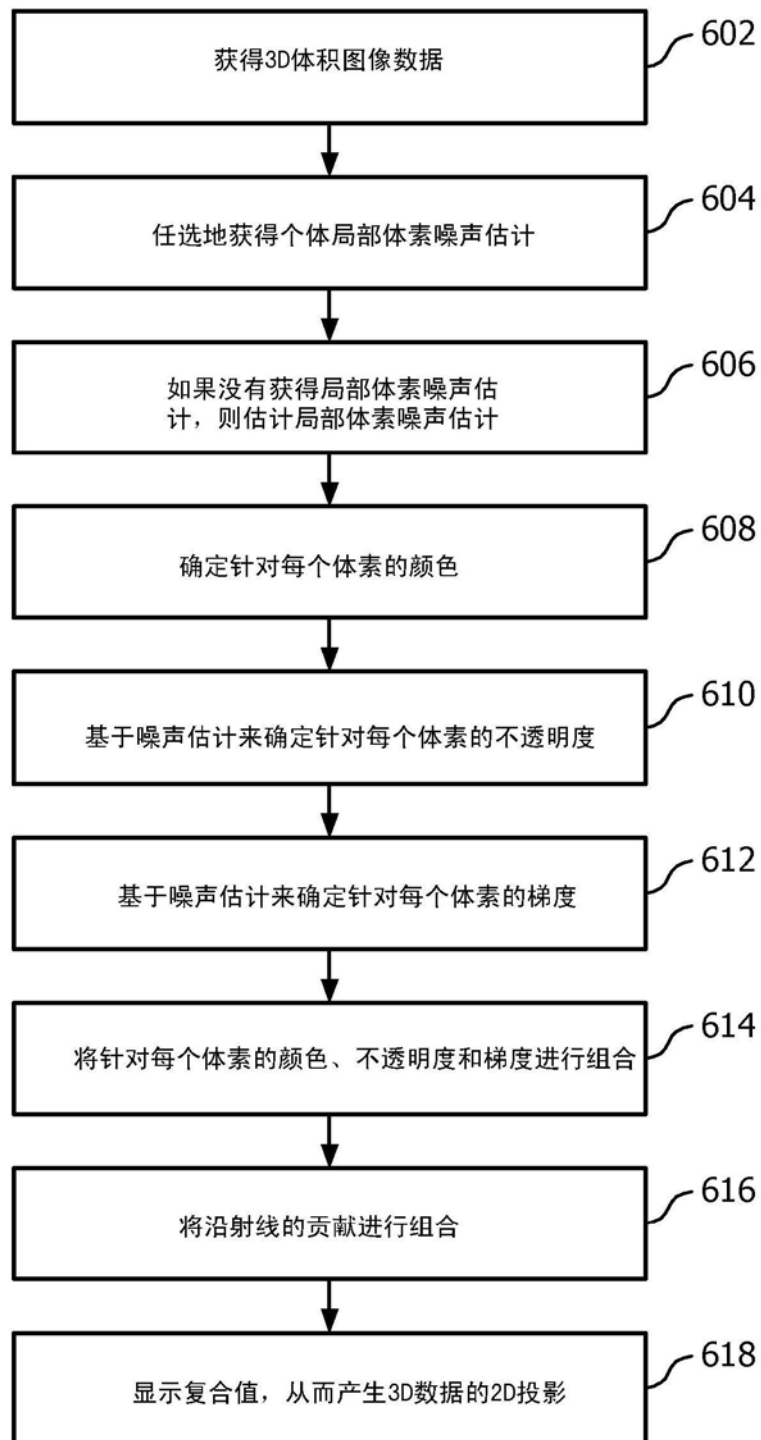


图6



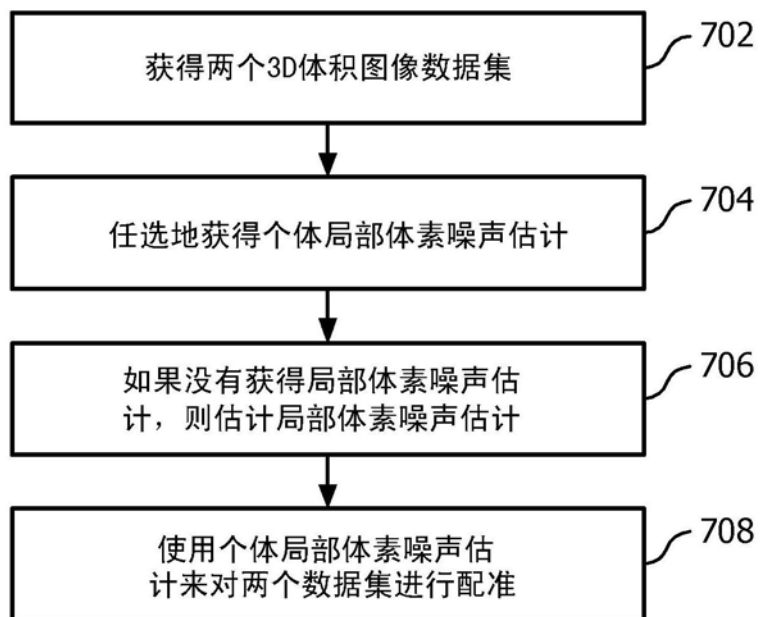


图7