



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104885126 B

(45)授权公告日 2018.01.05

(21)申请号 201380067970.7

(22)申请日 2013.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104885126 A

(43)申请公布日 2015.09.02

(30)优先权数据

61/746,182 2012.12.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.06.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/061021 2013.12.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/102661 EN 2014.07.03

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 R·维姆科 S·卡布斯

T·克林德

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

G06T 19/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 101052893 A,2007.10.10,

CN 101052893 A,2007.10.10,

US 2005/0256399 A1,2005.11.17,

审查员 张艳春

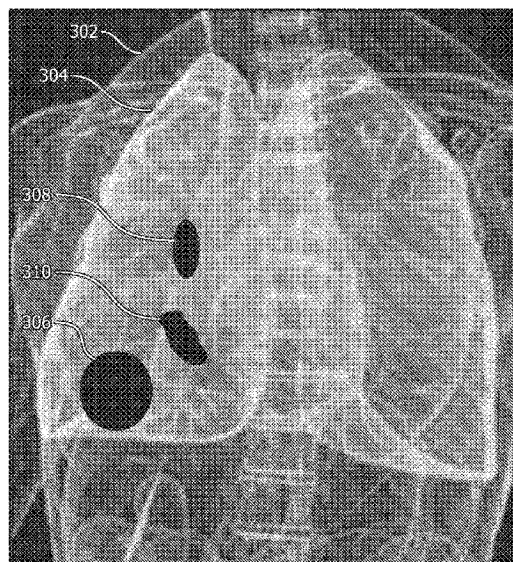
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

感兴趣组织的计算机辅助识别

(57)摘要

一种方法包括确定被定位在至少两个数据集中的感兴趣组织在所述至少两个数据集之间的体积变化。所述至少两个图像数据集包括在第一时间采集到的第一图像数据集和在第二时间采集到的第二图像数据集,并且所述第一时间和所述第二时间是不同的。所述方法包括生成绘制,所述绘制包括所述感兴趣组织被定位在其中的区域和指示在所述区域上的变化幅度的标记。所述区域被重叠在所述绘制上,所述区域是基于所述至少两个图像数据集中的至少一个生成的,并且分别被链接到所述至少两个图像数据集中包括表示感兴趣组织的体素的对应图像。所述方法包括在图形用户界面中视觉呈现所述绘制。



1. 一种图像数据处理方法,包括:

确定被定位在至少两个图像数据集中的感兴趣组织在所述至少两个图像数据集之间的体积变化,

其中,所述至少两个图像数据集包括在第一时间采集到的第一图像数据集和在第二时间采集到的第二图像数据集,并且所述第一时间和所述第二时间是不同的;

生成绘制,所述绘制包括所述感兴趣组织被定位在其中的区域和指示在所述区域上的变化幅度的标记,

其中,所述区域被重叠在所述绘制上,所述区域是基于所述至少两个图像数据集中的至少一个生成的,并且分别被链接到所述至少两个图像数据集中包括表示感兴趣组织的体素的对应图像;并且

在图形用户界面中视觉呈现所述绘制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述链接识别所述至少两个图像数据集的待评估的子集。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述至少两个图像数据集是计算机断层摄影图像数据集,并且所述区域和标记被绘制为包括重叠在所述计算机断层摄影图像数据的三维绘制上的“热点”。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述区域的位置和/或几何结构指示所述感兴趣组织被定位在其中的体积。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述标记的透明度水平指示所识别的感兴趣组织在所述区域中的置信水平。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述标记的颜色或灰度值指示所述感兴趣组织在所述区域上的所述体积变化的幅度。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述标记的透明度水平还指示所述区域上所述体积变化的所述幅度的置信水平。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述区域的形状指示所述感兴趣组织的估计的大小。

9. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,在识别所述图像数据集的图像之前确定所述体积变化以用于进一步的评估。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,还包括:

响应于指示所述标记的用户识别部分的信号基于所述链接来视觉呈现来自所述第一图像数据集的第一图像和来自所述第二图像数据集的第二图像,其中,所述第一图像和所述第二图像对应于所述标记的所识别的部分。

11. 一种图像数据处理系统(118),包括:

组织体积变化确定器(202),其被配置为确定被定位在至少两个图像数据集中的感兴趣组织在所述至少两个图像数据集之间的体积变化,

其中,所述至少两个图像数据集包括在第一时间采集到的第一图像数据集和在第二时间采集到的第二图像数据集,所述第一时间和所述第二时间是不同的;

绘制引擎(212),其被配置为将基于所述至少两个图像数据集生成的体积图像与指示所述感兴趣组织被定位在其中的区域的可能性区域和指示所述感兴趣组织在所述区域上

的体积变化的标记组合,

其中,所述区域分别被链接到所述至少两个图像数据集中包括表示感兴趣组织的体素的对应图像;以及

显示器 (220),其被配置为在图形用户界面中视觉呈现所述绘制。

12.根据权利要求11所述的图像数据处理系统,其中,所述链接被配置为识别所述至少两个图像数据集的待评估的子集,以确认所识别的感兴趣组织。

13.根据权利要求11或12所述的图像数据处理系统,其中,所述至少两个图像数据集是计算机断层摄影图像数据集,并且所述标记被绘制为包括重叠在所述计算机断层摄影图像数据的三维绘制上的“热点”。

14.根据权利要求11或12所述的图像数据处理系统,其中,所述区域的位置和/或几何结构指示所述感兴趣组织被定位在其中的体积。

15.一种被编码有计算机可读指令的计算机可读存储介质,所述计算机可读指令在由计算系统的处理器运行时令所述处理器:确定感兴趣组织在至少两个图像数据集之间的体积变化;并且生成并视觉呈现绘制,所述绘制包括感兴趣组织被定位在其中的区域、指示所述区域上体积幅度的变化的第一标记、以及指示所述感兴趣组织被定位在所述区域中且所述区域上的所述幅度的变化表示幅度变化的置信度的第二标记,其中,所述第一标记是颜色或灰度等级值并且所述第二标记是透明度水平。

感兴趣组织的计算机辅助识别

技术领域

[0001] 本发明总体涉及对感兴趣组织的计算机辅助识别,并且结合计算机断层摄影(CT)的具体应用来描述本发明;然而,本文还预期其他成像模态,例如三维(3D)X射线、磁共振成像(MRI)和/或其他成像模态。

背景技术

[0002] 计算机断层摄影(CT)扫描器包括X射线管,所述X射线管发射横穿检查区域和其中的对象的部分的辐射,所述辐射被探测器探测到。探测器生成并输出表示检查区域及其中的对象的部分的信号。重建器处理该信号,重建指示检查区域及其中的对象的部分的体积图像数据。在不同时间点采集到的这样的图像数据经过比较并被用于识别感兴趣组织。例如,已经使用比较来促进确定肺部小瘤随时间的生长,并且已经使用这种信息来促进基于诸如生长加倍时间的度量来确定小瘤是否是恶性的。

[0003] 已经通过临床医生等视觉观察图像数据和/或利用计算机的辅助(例如运行计算机辅助探测(CAD)算法)进行人工检查来执行上述图像数据比较和感兴趣组织生长的确定。人工检查耗时,这是因为临床医生顺序地在视觉上对来自不同图像数据集的图像切片进行比较。另外,人工检查还容易出错。例如,与小瘤相邻且在图像数据中具有相似值的组织可能看起来是小瘤的部分,这可能导致高估小瘤的体积,和/或小瘤的部分可能被其他组织隐藏,导致低估小瘤的体积,两者都在识别恶性方面造成假阴性或假阳性。

[0004] 利用计算机辅助方法,首先使用计算机从当前图像数据集识别可能包括表示小瘤的体素的图像。临床医生然后观察这些图像,否决不包括小瘤或包括不感兴趣小瘤的图像,并且确认具有感兴趣小瘤的图像。计算机然后处理先前采集到的图像数据集,识别与经确认的小瘤相匹配的小瘤。临床医生然后审阅所述匹配,否决不感兴趣的(例如可能是良性的)并确认感兴趣对(例如可能是恶性的)。计算机然后分割经确认的匹配的小瘤,并且确定并呈现每个匹配之间的小瘤生长速率。这种方法可能是耗时且繁琐的,仅为了获得临床医生可以观察小瘤生长的目的就需要临床医生与计算机之间的多次交互。

[0005] WO 2006/056221描述了一种用于检测心动周期期间血管的运动的超声方法和设备。

[0006] 本文中描述的各方面解决了以上提及的问题和其他问题。

发明内容

[0007] 在一方面中,一种方法包括确定被定位在至少两个数据集中的感兴趣组织在所述至少两个数据集之间的体积变化。所述至少两个图像数据集包括在第一时间采集到的第一图像数据集和在第二时间采集到的第二图像数据集,并且所述第一时间和所述第二时间是不同的。所述方法还包括生成绘制,所述绘制包括所述感兴趣组织被定位在其中的区域和指示在所述区域上的变化幅度的标记。所述区域被重叠在所述绘制上,所述区域是基于所述至少两个图像数据集中的至少一个生成的,并且分别被链接到所述至少两个图像数据集

中包括表示感兴趣组织的体素的对应图像。所述方法还包括在图形用户界面中视觉呈现所述绘制。

[0008] 在另一方面中,一种图像数据处理系统包括组织体积变化确定器,所述组织体积变化确定器确定被定位在至少两个数据集中的感兴趣组织在所述至少两个数据集之间的体积变化。所述至少两个图像数据集包括在第一时间采集到的第一图像数据集和在第二时间采集到的第二图像数据集,所述第一时间和所述第二时间是不同的。所述图像数据处理系统还包括绘制引擎,所述绘制引擎将基于所述至少两个数据集生成的体积图像与指示所述感兴趣组织被定位在其中的区域的可能性区域和指示所述感兴趣组织在所述区域上的体积变化的标记组合。所述区域分别被链接到所述至少两个图像数据集中包括表示感兴趣组织的体素的对应图像。所述图像数据处理系统还包括显示器,所述显示器在图形用户界面中视觉呈现所述绘制。

[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,所述计算机可读指令在由计算系统的处理器运行时令所述处理器:确定感兴趣组织在至少两个数据集之间的体积变化;并且生成并视觉呈现绘制,所述绘制包括感兴趣组织被定位在其中的区域、指示所述区域上体积幅度的变化的第一标记、以及指示所述感兴趣组织被定位在所述区域中且所述区域上所述幅度的变化表示幅度变化的置信度的第二标记,其中,所述第一标记是颜色或灰度等级值并且所述第二标记是透明度水平。

附图说明

[0010] 本发明可以采取各种部件和各部件的布置以及各种步骤和各步骤的安排的形式。附图仅出于图示优选实施例的目的,并且不应被解释为对本发明做出限制。

[0011] 图1示意性地图示了与成像系统相结合的图像数据处理系统。

[0012] 图2示意性地图示了图1的图像数据处理系统的非限制性范例。

[0013] 图3A图示了由图2的图像数据处理系统生成的绘制的非限制性范例。

[0014] 图3B和图3C图示了来自被用来生成图3A的绘制的图像数据集的图像。

[0015] 图4图示了根据本文中描述的图像数据处理系统的范例方法。

具体实施方式

[0016] 图1示意性地图示了诸如CT扫描器的范例成像系统100。在其他实施例中,成像系统100可以包括3D X射线、MRI和/或其他成像系统。图示的成像系统100包括静止机架102和旋转机架104,旋转机架104由静止机架102可旋转地支撑并且关于z轴108绕检查区域106旋转。

[0017] 诸如X射线管的辐射源110由旋转机架104可旋转地支撑、与旋转机架104一起旋转、并且发射横穿检查区域106的辐射。辐射敏感探测器阵列112在检查区域106对面与辐射源110相对对向一角度弧、探测横穿检查区域106的辐射、并且生成指示其的信号。

[0018] 对象支撑体114支撑在检查区域106中的目标或对象。重建器117重建投影数据,生成体积图像数据。通用计算机用作操作者控制台116。驻留在控制台116上的软件允许操作者与扫描器100进行交互。这样的交互包括但不限于选择扫描协议、开始扫描等。

[0019] 图像数据处理系统118处理来自在两个不同时间点执行的至少两次扫描的图像数

据集、确定感兴趣组织在图像数据集之间的体积变化(如果存在的话)、并且生成绘制,可以经由监视器或显示器120视觉显示所述绘制,所述绘制具有感兴趣组织被定位在其中的区域和识别所述区域上的体积变化的幅度的标记,并且任选地,所述绘制具有所识别的感兴趣组织在所述区域中并且变化的幅度正确的置信水平。这样的区域不被包括在图像数据集之间没有体积变化的任何感兴趣组织的绘制中。注意到,查看绘制的临床医生可以决定对感兴趣组织不再感兴趣。

[0020] 如以下更详细地描述的,在一个非限制性实例中,该区域被重叠或叠加在图像数据的体积绘制上,并且在外观上类似于“热点”(或概率云或区域),例如示出葡萄糖浓度等的正电子发射断层摄影(PET)图像的“热点”,具有指示感兴趣组织的位置、形状和/或大小的该区域的几何结构;指示体积变化的幅度的突出显示(例如不同的颜色、灰度等级等);和/或指示所识别的感兴趣组织在该区域中和/或变化的幅度正确的置信度的不透明度/透明度。该标记还可以提供分别到图像数据集中的对应的图像的直接链接。

[0021] 在一个实例中,所述绘制基于体积变化来识别特定类型的感兴趣组织(例如恶性小瘤)时提供初始或第一次通过,而不需要临床医生在确定任何体积变化之前首先审查图像数据集并识别具有候选感兴趣组织的图像和/或评估候选感兴趣组织与另一图像数据集中的对应的组织的匹配。这可以减少临床医生观察和/或计算机处理的图像对的数量,例如,临床医生仅评估计算机识别的图像对而不评估其他图像对。当然,也可以评估其他图像对中的一个或多个。

[0022] 图像数据处理系统118可以从成像系统100、另一成像系统(相同或不同的模态)、和/或数据仓库(例如便携式存储器、服务器、数据库、放射信息系统(RIS)、医院信息系统(HIS)、电子病例(EMR)、照片档案和通信系统(PACS)等)获得图像数据。

[0023] 可以经由一个或多个计算系统的一个或多个处理器来实现图像数据处理系统118,所述计算系统执行被嵌入、编码在计算机可读存储介质(例如物理存储器和/或其他非瞬态介质)上的一个或多个计算机可读指令。额外地或备选地,可以由载波、信号和/或其他瞬态介质来承载计算机可读指令中的至少一个。

[0024] 图2图示了图像数据处理系统118的非限制性范例。如图所示,图像数据处理系统118从在不同时刻执行的至少两次扫描获得图像数据集作为输入。

[0025] 图示的图像数据处理系统118包括组织体积变化确定器202,组织体积变化确定器202确定图像数据集中表示的感兴趣组织的体积变化。在一个实例中,组织体积变化确定器202首先在两个或更多个图像数据集中识别感兴趣组织。这可以通过自动的或半自动的组织识别算法来实现。组织体积变化确定器202然后可以基于图像数据集中的两个中表示的一个或多个器官或整个解剖结构采用弹性和/或刚性配准来对图像数据集进行配准。例如,可以使用弹性配准来对先前和当前图像数据集中的完整肺部或胸腔进行配准。

[0026] 组织体积变化确定器202然后确定经配准的图像数据中所识别的感兴趣组织的体积变化。在一个范例中,组织体积变化确定器202可以通过图像减影来确定经配准的图像数据中所识别的感兴趣组织的体积变化。在另一范例中,组织体积变化确定器202可以通过确定配准矢量场的局部雅可比矩阵来确定所识别的感兴趣组织的体积变化。对于这种方法,针对三维图像体积的每个体素计算雅可比矩阵,并针对每个体素计算表示体积变化的雅可比矩阵的特征值。

[0027] 例如,在没有生长的情况下,所有特征值都具有零值;在一个维度中存在生长的情况下,特征值中的一个具有正值;在两个维度中存在生长的情况下,特征值中的两个具有正值,并且在三个维度中存在生长的情况下,特征值中的三个具有正值。Zheng等的“Lung Nodule Growth Analysis from 3D CT Data with a Coupled Segmentation and Registration Framework”,IEEE Computer Society Workshop on Mathematical Methods in Biomedical Image Analysis,2007中讨论了使用雅可比矩阵的范例。

[0028] 在另一实例中,组织体积变化确定器202首先仅在图像数据集中的(而不是如以上方法中讨论的两个)中识别感兴趣组织。例如,组织体积变化确定器202可以首先仅在图像数据集中的最近采集到的图像数据中识别感兴趣组织。在这种情况下,组织体积变化确定器202然后将具有所识别的感兴趣组织的每个区域的位置与图像数据集中的较早(相对于最近)采集到的图像数据进行匹配。组织体积变化确定器202然后同时对两个或更多个图像数据集中的感兴趣组织进行分割并确定感兴趣组织中的体积变化。Wiemker等的“Performance Study of a Globally Elastic locally Rigid Matching Algorithm for Follow-Up Chest CT”,Proc.of SPIE,6917卷,691760,2008中描述了使用匹配方法的范例。

[0029] 本文中还可能预期上述方法和/或一种或多种不同方法的组合。例如,在另一实例中,计算每个体素周围给定半径中的累积密度。然后,执行在两个经配准体积之间的对局部累积密度的逐体素比较。本文中还可能预期其他方法。

[0030] 体积图像确定器204基于图像数据集来生成三维(3D)体积绘制。在一个实例中,体积图像确定器204生成3D交互最大强度投影(MIP)绘制。在另一实例中,体积图像确定器204生成最小强度投影(mIP)。在又一实例中,体积图像确定器204生成另一体积绘制。

[0031] 可能性区域定位器206在绘制中定位感兴趣组织被定位在其中的区域。体积变化标记确定器208确定指示该区域上体积变化的幅度的可视化标记。如以下描述的,在一个实例中,标记是灰度等级值,其中,灰度等级一端处的灰度值表示几乎没有至没有体积变化,灰度等级的另一端处的灰度值表示高程度的体积变化。在另一实例中,使用色标取而代之。

[0032] 置信水平标记确定器210确定指示感兴趣组织在区域中和/或所确定的幅度表示体积变化的置信水平的可视化标记。对于前一种情况,置信水平可以考虑从周围组织分离或区分感兴趣组织的能力。如一下描述的,在一个实例中,该标记是透明度水平,其中,在等级一端处的透明度值表示较低的置信度,而在等级的另一端处的透明度值表示较高的置信度。

[0033] 绘制引擎212将3D体积、可能性区域、体积变化幅度标记和/或置信水平标记组合。例如,在一个实例中,绘制引擎212将可能性区域重叠或叠加在3D体积绘制上,采用体积变化幅度标记和置信水平标记来分别确定整个可能性区域上的颜色和透明度。

[0034] 图3A中示出了这样的绘制的非限制性范例。在该范例中,感兴趣组织是肺中的恶性小瘤。在图3A中,非肺组织302被绘制有高度的透明度,指示不存在肺小瘤。肺组织304相对于非肺组织302被绘制成较不透明(或更不透明),指示肺小瘤的低概率。

[0035] 第一区域306表示包括第一小瘤的第一区域。在该范例中,区域306类似于如PET的热点图像。区域306的几何结构指示小瘤被定位在其中的体积。在该范例中,区域306是球形的。颜色指示生长变化的程度。在该范例中,使用其中黑色表示较高生长而白色表示较低生

长的灰度等级。区域306是较接近黑色(95%)的灰度水平,指示小瘤生长高。

[0036] 透明度水平指示所识别的小瘤是小瘤且生长正确的置信水平。在该范例中,中心区域被绘制成不透明的(在该范例中为0%),指示小瘤被定位在中心区域中且生长水平正确的置信程度高。外部区域被绘制为较透明的(在该范例中为45%),指示关于小瘤位置和生长的置信程度较低。透明度(以及由此的置信度)从中心区域到外部区域径向(例如线性地或非线性地)增大。

[0037] 第二区域308表示包括第二小瘤的第二区域。第二区域308的几何结构为椭圆或卵形。第二区域308相对于第一区域306灰度较低(在该范例中为75%),指示这个小瘤相对于第一区域306中的小瘤生长较少。在整个第二区域308上透明度是相同的(10%),指示恶性小瘤被定位在第二区域308中的置信程度恒定但相对于第一区域306较低。

[0038] 第三区域310表示包括第三小瘤的第三区域。第三区域310的几何结构是不规则的。第三区域310的灰度沿大致对角线的方向线性变化(从75%的黑色到白色),指示左上角相对于右下角生长较多。透明度也沿大致对角线的方向变化。在该范例中,透明度从左上角到相对的右下角从21%透明度变到不透明,指示第三区域310上的变化的置信度。

[0039] 应当理解,图示的区域306、308和310不是限制性的。在另一实施例中,可以存在更多或更少的这样的区域。在另一实施例中,所述区域可以是另一种形状,例如弯曲的,和/或另一种大小。在又一个实施例中,所述区域可以包括不同的灰度水平和/或透明度。在又一个实施例中,可以使用色阶(例如红色、绿色和蓝色(RGB);青色、品红、黄色和黑色(CMYK)等)来代替图示的灰度等级。

[0040] 图3A的绘制可以是能由用户操纵的。例如,可以在图形用户界面(GUI)中呈现绘制,所述图形用户界面包括用于对绘制进行旋转、摇摄、缩放、窗口化、拉平等的图形操纵工具。此外,可以在不同的可视化模式之间切换绘制,例如,在MIP和最小强度投影(mIP)和/或其他可视化之间切换。

[0041] 也可以将绘制链接到图像数据集,使得在区域306、308和310中的一个的部分上方悬停鼠标等并进行点击将与3D绘制一起(图3A)或代替3D绘制来调用对图像数据集的对应图像312(图3B)和314(图3C)的显示。图像312和314可以包括标记来识别小瘤的位置。

[0042] 返回到图2,如本文中讨论的,绘制表示对图像数据的初始的由计算机实现的第一通处理,并且被用于识别在图像数据集之间体积变化的感兴趣组织。这可以被用于识别图像的候选集合,以进一步审阅。临床医生然后可以选择仅观察所识别的图像(或其子集,例如基于所指示的生长和/或置信度),相对于不采用和/或省去图像数据处理系统118的配置,这样减少了临床医生否则必须要视觉观察的数据量。

[0043] 图4图示了根据图1和2的图像数据处理系统118的方法。

[0044] 应当意识到,本文中描述的方法中动作的顺序不是限制性的。这样,本文中预期其他的顺序。此外,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。

[0045] 在402中,获得至少两个图像数据集。所述至少两个图像数据集对应于在不同时刻执行的扫描。

[0046] 在404中,在图像数据集中的至少一个中识别感兴趣组织。

[0047] 在406中,在不同的图像数据集中所识别的感兴趣组织之间确定体积变化。

[0048] 在408中,基于至少两个图像数据集来生成3D体积。

[0049] 在410中,确定感兴趣组织被定位在其中的3D中的区域。

[0050] 在412中,确定指示区域上的体积变化的幅度的可视化标记。

[0051] 在414中,确定指示感兴趣组织被定位在区域中和/或所确定的体积变化表示区域上的体积变化的置信度的可视化标记。

[0052] 在416中,组合并视觉显示3D体积、区域、幅度标记和/或置信度标记。

[0053] 在418中,用户采用绘制来帮助确定感兴趣组织是否是特定类型的感兴趣组织。例如,可以使用绘制来帮助确定所识别的组织是否确实是恶性小瘤。

[0054] 可以通过编码或嵌入在计算机可读存储介质上的计算机可读指令来实现以上方法,所述计算机可读指令在由(一个或多个)计算机处理器运行时,令(一个或多个)处理器执行所述动作。额外地或备选地,由信号、载波或其他瞬态介质来承载计算机可读指令中的至少一个。

[0055] 已经参考优选的实施例描述了本发明。他人在阅读和理解了前面的详细说明之后可以想到修改和改变。本发明旨在被解释为包括所有这样的修改和改变,只要它们处于权利要求书或其等价方案的范围之内。

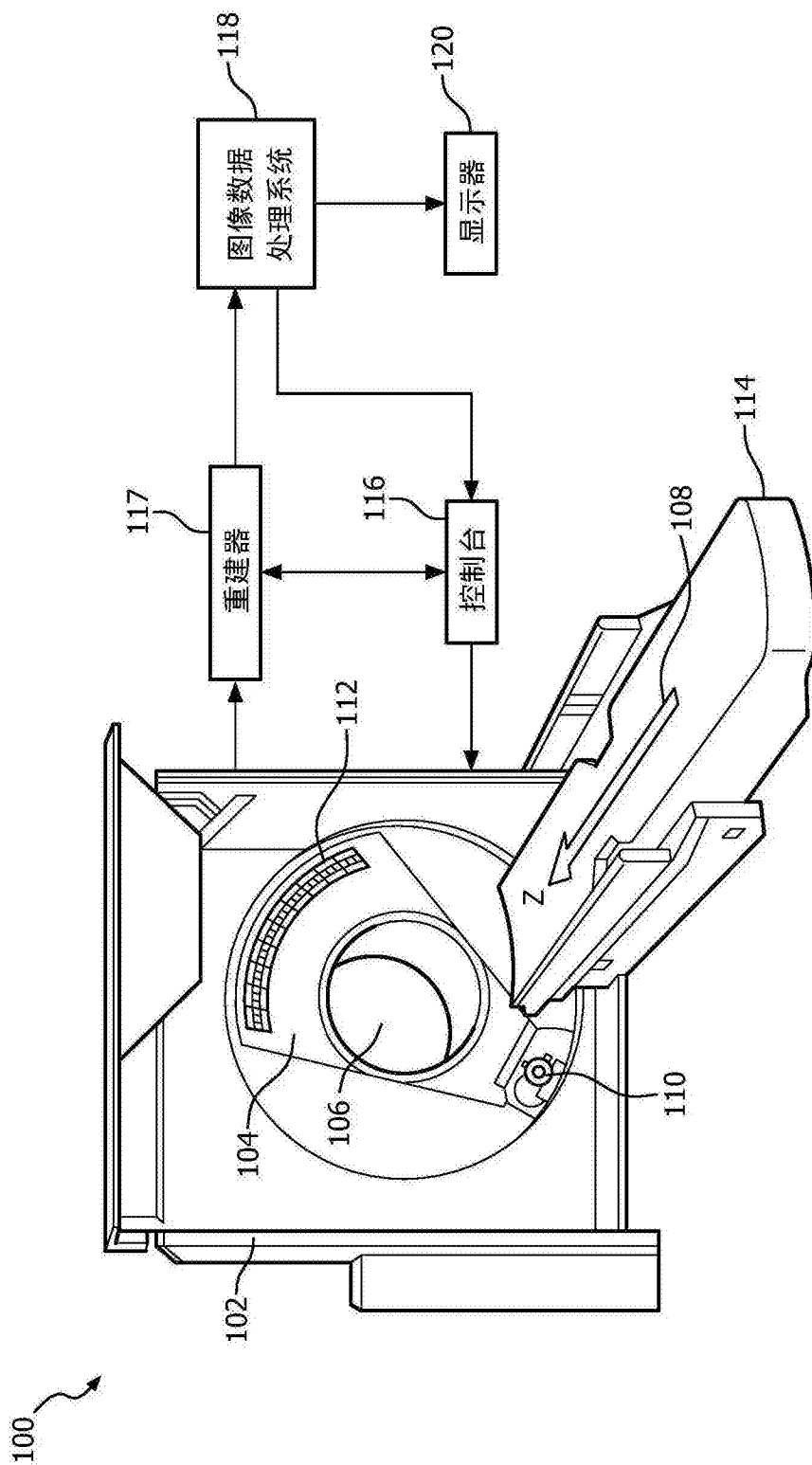


图1

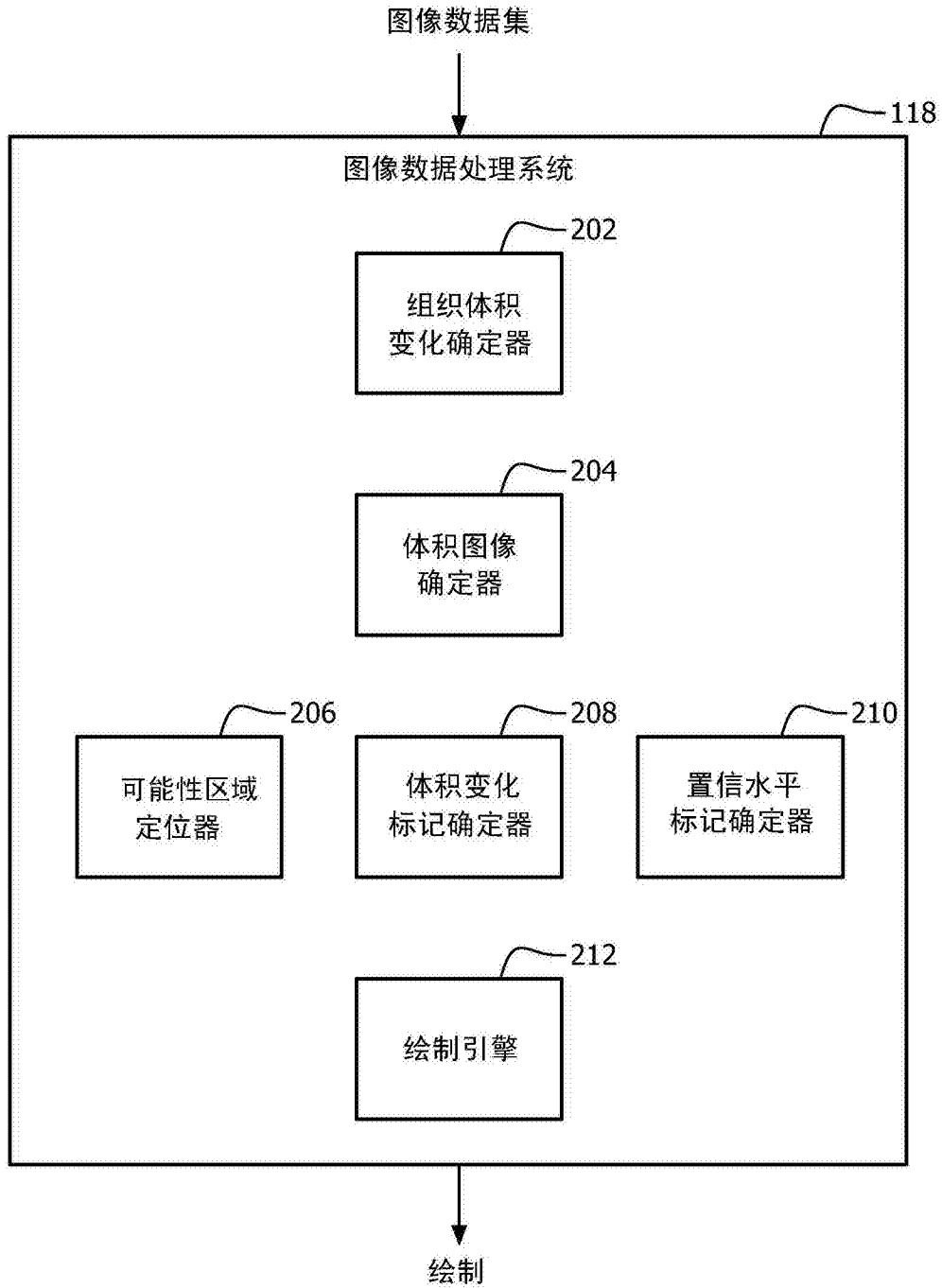


图2

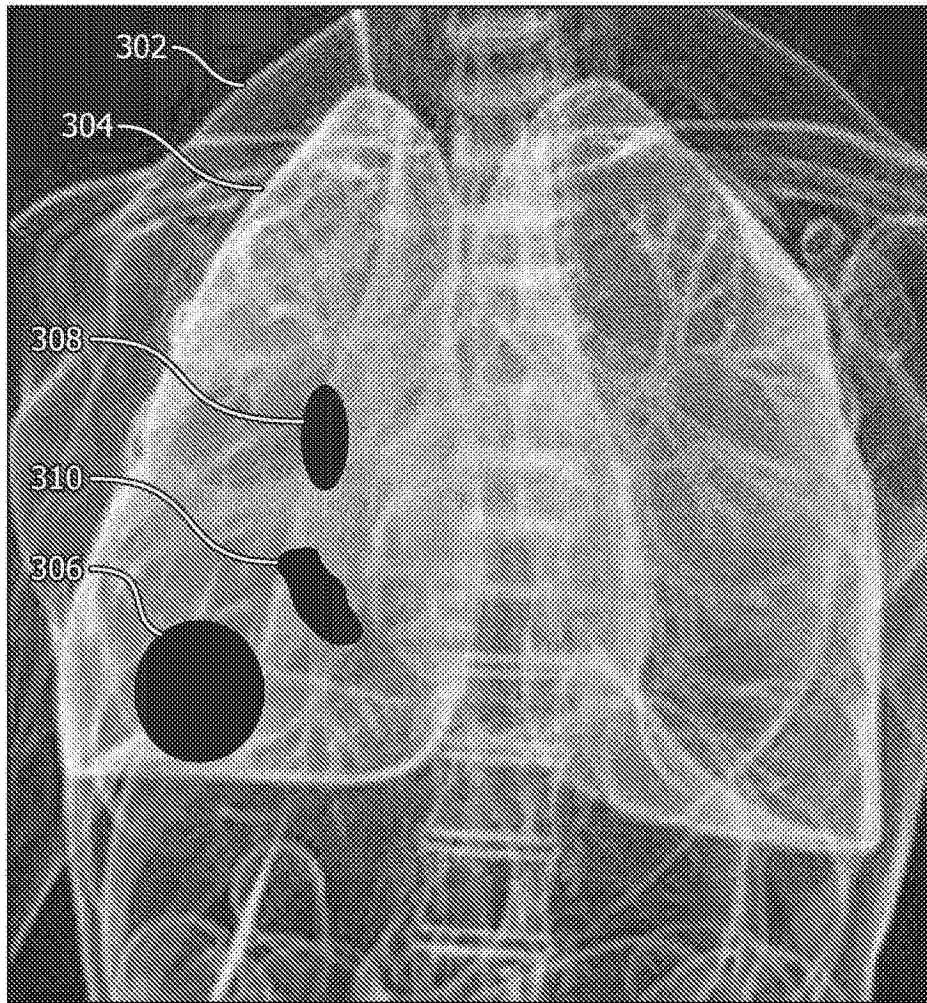


图3A

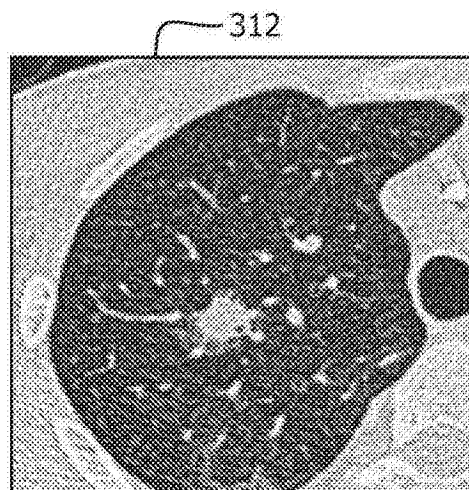


图3B

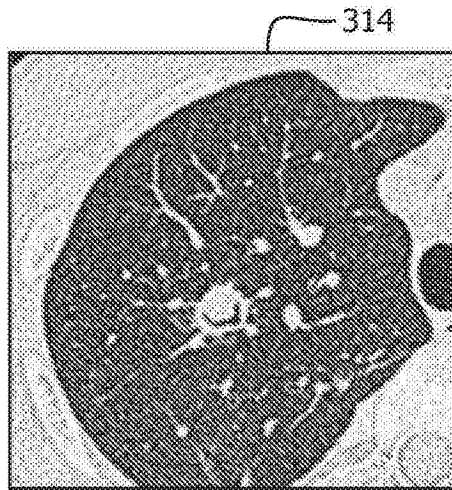


图3C

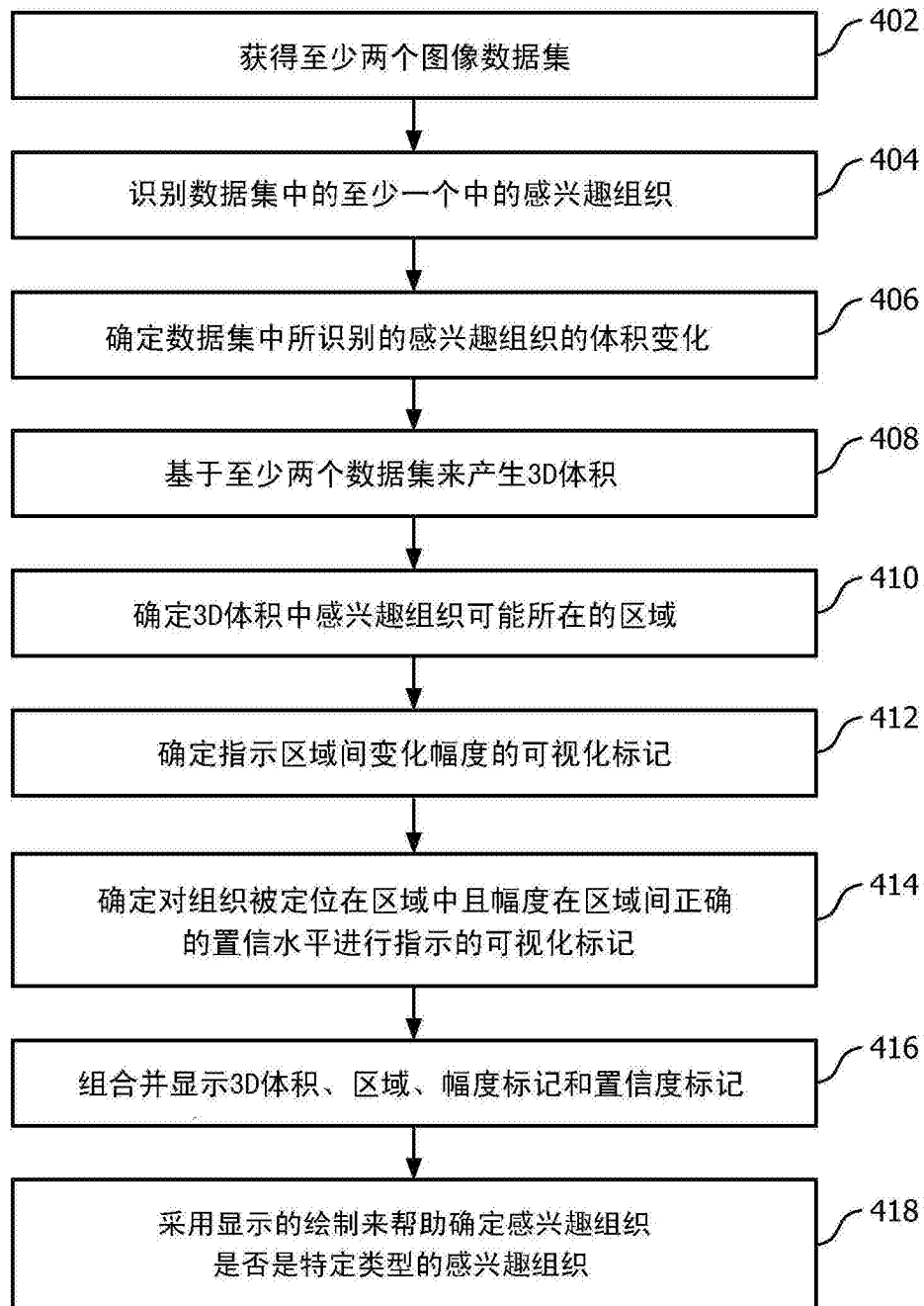


图4