



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110494188 A

(43)申请公布日 2019.11.22

(21)申请号 201880022727.6

A·艾希

(22)申请日 2018.03.05

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(30)优先权数据

72002

17163862.0 2017.03.30 EP

代理人 刘兆君

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.09.29

A61N 5/10(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/055364 2018.03.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/177691 EN 2018.10.04

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 S·塞特 P·瓦集内帕里

权利要求书3页 说明书11页 附图5页

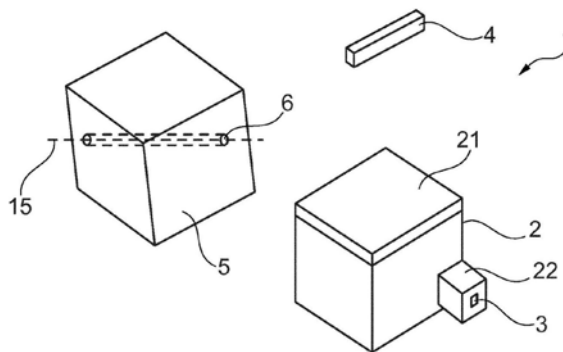
(54)发明名称

确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅最终二维图像

(57)摘要

本发明涉及用于确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅(个)最终二维图像或切片的设备(2)和方法(100)。所述方法用于确定至少一幅最终二维图像,所述方法包括以下步骤:a)提供(101)患者身体的身体区域的三维图像,其中,被配置用于固定至少一个辐射源的施加器被插入到所述身体区域中;b)特别是通过在所述三维图像内随机确定初始方向来提供(102)所述初始方向;c)重复(103)以下的步骤s1)至s4)的序列:s1)经由处理单元基于针对第一序列的所述初始方向或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像内确定(104)设定方向;s2)经由所述处理单元从所述三维图像中提取(105)二维图像的图像集,使得所述图像集的所述二维图像在所述设定方向上被同轴且顺序地布置;s3)经由所述处理单元将施加器预训练的分类方法应用(106)于所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像,从而得到针对所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像的概率

得分,所述概率得分指示所述施加器以横截面视图被描绘,特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像中的概率;以及;s4)经由所述处理单元确定(107)表示相对于所述设定方向的所述图像集的所述二维图像的所述概率得分的概率图;其中,所述方法包括另外的步骤:d)经由处理单元并且在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像确定(108)为所述最终二维图像。本发明提供了一种通过提供使感兴趣物体(例如,施加器(6))处于三维超声体积中的必要扫描平面来有效确保超声体积具有所需的临床信息的方法。



1. 一种用于确定至少一幅最终二维图像的设备,其中,所述设备(2)包括:

输入接口(21);

处理单元(22);

其中,所述输入接口(21)被配置为接收患者身体的身体区域的三维图像(5),其中,被配置用于固定至少一个辐射源的施加器(6)被插入到所述身体区域中;

其中,所述处理单元(22)被配置为在所述三维图像(5)内随机确定初始方向(11),以经由所述输入接口(11)接收表示所述初始方向(11)的信号或者访问预定义方向作为所述初始方向(11);

其中,所述处理单元(22)被配置为重复以下的步骤s1)至s4)的序列:

s1) 基于针对第一序列的所述初始方向(11)或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像(5)内确定设定方向(12);

s2) 从所述三维图像(5)中提取二维图像(7)的图像集,使得所述图像集的所述二维图像(7)在所述设定方向(12)上被同轴且顺序地布置;

s3) 将施加器预训练的分类方法应用于所述图像集的所述二维图像(7)中的每幅二维图像,从而得到针对所述图像集的所述二维图像(7)中的每幅二维图像的概率得分(9),所述概率得分指示所述施加器(6)以横截面视图被描绘,特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像(7)中的概率;以及

s4) 确定表示相对于所述设定方向(12)的所述图像集的所述二维图像(7)的所述概率得分(9)的概率图(8);

其中,所述处理单元(22)被配置为在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像(7')确定为所述最终二维图像。

2. 根据前述权利要求所述的设备,其中,所述最终二维图像是由特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集中的与所述最高概率得分相关联的二维图像(7)形成的。

3. 根据前述权利要求中的一项所述的设备,其中,所述处理单元(22)被配置为执行步骤s2),使得所述图像集的所述二维图像(7)表示所述身体区域的虚拟切片。

4. 根据前述权利要求中的一项所述的设备,其中,所述处理单元(22)被配置为对所述图像集的所述二维图像(7)的所述概率得分应用高斯拟合,以用于确定所述概率图(8)。

5. 根据前述权利要求中的一项所述的设备,其中,所述处理单元(22)被配置为执行具有以下子步骤的步骤s4):

s4.1) 在以下情况下结束对所述序列的所述重复:

当前图像集的所述二维图像(7)的所述概率得分(9)中的最高概率得分高于预定义值,或者

当前图像集的所述二维图像(7)中的一幅二维图像(7')以横截面视图完整描绘所述致动器(6)。

6. 根据前述权利要求中的一项所述的设备,其中,所述处理单元(22)被配置为执行具有以下子步骤的步骤s4):

s4.2) 基于在当前序列期间确定的所述概率图(8)来确定标准偏差 $\sigma$ ;以及

s4.3) 在至少一个所述先前序列期间确定的标准偏差 $\sigma$ 表示关于所有确定的标准偏差 $\sigma$

的最小标准偏差 $\sigma$ 的情况下结束对所述序列的所述重复。

7. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中, 在要基于所述概率图 (8) 来确定所述设定方向 (12) 的情况下, 所述处理单元被配置为执行具有以下子步骤的步骤s1):

s1.1) 基于所述概率图 (8) 来确定标准偏差 $\sigma$ ; 以及

s1.2) 基于所述标准偏差 $\sigma$ 来确定所述设定方向 (12)。

8. 根据前述权利要求1至6中的一项所述的设备, 其中, 在要基于所述概率图 (8) 来确定所述设定方向 (12) 的情况下, 所述处理单元 (22) 被配置为执行具有以下子步骤的步骤s1):

s1.1) 基于所述概率图 (8) 来确定梯度图 (13); 以及

s1.2) 基于所述梯度图 (13) 来确定所述设定方向 (12)。

9. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中, 所述处理单元被配置为将所述施加器预训练的分类方法提供为施加器预训练的深度学习分类方法。

10. 根据前述权利要求中的一项所述的设备, 其中, 所述施加器预训练的分类方法是施加器预训练的卷积神经网络分类方法。

11. 一种用于确定患者身体的身体区域的至少一幅最终二维图像的成像系统, 其中, 被配置用于固定至少一个辐射源的施加器 (6) 被插入到所述身体区域中, 其中, 所述系统 (2) 包括:

超声换能器 (4); 以及

根据前述权利要求中的一项所述的设备 (2);

其中, 所述超声换能器 (4) 被配置为采集所述身体区域的多幅二维超声图像; 并且

其中, 所述系统 (1) 被配置为基于所述多幅二维超声图像来确定所述身体区域的三维图像 (5)。

12. 根据前述权利要求所述的成像系统, 其中, 所述处理被配置为执行步骤s2), 使得在以下情况下由所述多幅二维超声图像中的一幅二维超声图像来接替二维图像 (7): 接替后的二维超声图像融入相应的图像集。

13. 一种用于确定至少一幅最终二维图像的方法 (100), 所述方法包括以下步骤:

a) 提供 (101) 患者身体的身体区域的三维图像, 其中, 被配置用于固定至少一个辐射源的施加器被插入到所述身体区域中;

b) 特别是通过在所述三维图像内随机确定初始方向来提供 (102) 所述初始方向;

c) 重复 (103) 以下的步骤s1) 至s4) 的序列:

s1) 经由处理单元基于针对第一序列的所述初始方向或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像内确定 (104) 设定方向;

s2) 经由所述处理单元从所述三维图像中提取 (105) 二维图像的图像集, 使得所述图像集的所述二维图像在所述设定方向上被同轴且顺序地布置;

s3) 经由所述处理单元将施加器预训练的分类方法应用 (106) 于所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像, 从而得到针对所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像的概率得分, 所述概率得分指示所述施加器以横截面视图被描绘, 特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像中的概率; 以及

s4) 经由所述处理单元确定 (107) 表示相对于所述设定方向的所述图像集的所述二维图像的所述概率得分的概率图;

其中,所述方法包括另外的步骤:

d) 经由处理单元并且在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像确定 (108) 为所述最终二维图像。

14. 一种用于控制根据权利要求1至12中的一项所述的设备 (2) 的计算机程序单元 (3), 所述计算机程序单元在由处理单元 (22) 运行时适于执行根据权利要求13所述的方法的步骤。

15. 一种存储有根据权利要求14所述的程序单元 (3) 的计算机可读介质 (10)。

## 确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅最终二维图像

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅(个)最终二维图像或切片的设备和方法。

### 背景技术

[0002] 在近距离放射治疗中,将一个或多个辐射源放置在患者体内的包括肿瘤的处置区域中。每个辐射源发射电离辐射以处置周围组织,其主要目的是破坏该组织中包括的肿瘤细胞。在通常被称为临时近距离放射治疗的一种类型的近距离放射治疗中,将辐射源在处置区域内放置一段定义的短时间间隔以将定义的放射剂量具体施加到肿瘤细胞。这种类型的近距离放射治疗要求对宫颈癌和其他类型的癌症(例如,前列腺癌/宫颈癌)产生有效处置。

[0003] 为了将辐射源放置在处置区域内,使用所谓的施加器。为了准备辐射处置,将施加器插入不包括辐射源的处置区域中。一旦正确放置了施加器,剂量计算单元就具体基于施加器与肿瘤之间的相对位置并且基于处置区域的解剖构造来确定要施加的剂量分布。然后,基于该剂量分布来确定辐照计划,该辐照计划指定一个或多个辐射源在施加器内的定位以及处置时间,使得肿瘤细胞得到充分处置并且使得肿瘤细胞周围的敏感组织(也被称为风险器官)接收到最低可能的辐射剂量。于是,根据辐照计划将辐射源递送到施加器中。

[0004] 为了帮助指导施加器的放置,使用处置区域的图像,这些图像是使用适当的成像模态采集的。此外,基于在正确放置施加器时采集的图像来确定剂量分布和辐照计划。在这方面,通常基于可以从不同的(正交)方向采集的若干二维超声图像来确定辐照计划。在发展中国家,超声被证明是重要的感兴趣模态,这是因为诸如计算机断层摄影或磁共振断层摄影之类的其他替代模态因成本高昂而使其使用受到限制。

[0005] 捕获各种维度的数据以更好地可视化感兴趣物体,从而执行各种临床活动,例如,在W0 2015/068099A1中涉及一种超声诊断成像系统以及一种使得能够实时地自动采集心脏的标准视图平面的方法。在这种背景下,已经对三维超声研究了20多年。随着计算技术和扫描器技术的最新发展,利用自动三维探头采集体积的复杂性已经降低,并且通过三维超声采集的图像质量已经得到提高而变得可以与常规的超声B模式图像相媲美。更大视场的采集是体积数据的优势之一。然而,与此同时,扫描平面对于超声测量必须是临床上可接受的。上述情况发生偏差可能要求临床医生采集多组超声图像以得到所需的信息,这因此会影响临床医生的临床工作流程。

### 发明内容

[0006] 可能需要一种通过提供使感兴趣物体(例如,施加器)处于三维超声体积中的必要扫描平面来有效确保超声体积具有所需的临床信息的方法。

[0007] 本发明的目的通过独立权利要求的主题得以解决。其中,在从属权利要求中包含

了进一步的实施例。

[0008] 应当注意,本发明的以下描述的方面也适用于装置、系统、方法、计算机程序单元以及计算机可读介质。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于确定至少一幅最终二维图像的设备,其中,所述设备包括:输入接口;以及处理单元;其中,所述输入接口被配置为接收患者身体的身体区域的三维图像,其中,被配置用于固定至少一个辐射源的施加器被插入到所述身体区域中;其中,所述处理单元被配置为在所述三维图像内随机确定初始方向,以经由所述输入接口接收表示所述初始方向的信号或者访问预定义方向作为所述初始方向;其中,所述处理单元被配置为重复以下的步骤s1)至s4)的序列:s1)基于针对第一序列的所述初始方向或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像内确定设定方向;s2)从所述三维图像中提取二维图像的图像集,使得所述图像集的所述二维图像在所述设定方向上被同轴且顺序地布置;s3)将施加器预训练的分类方法应用于所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像,从而得到针对所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像的概率得分,所述概率得分指示所述施加器以横截面视图被描绘,特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像中的概率;以及s4)确定表示相对于所述设定方向的所述图像集的所述二维图像的概率得分的概率图;其中,所述处理单元被配置为在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像确定为所述最终二维图像。

[0010] 三维图像也可以被称为三维体积或三维切片。

[0011] 本发明的基本思想是取用通过超声测量采集的已知的体积三维身体区域并且自动寻找包括感兴趣物体(即,施加器)的足够图示的切片。第一步,将身体区域的三维切片切成切片并且随机确定一个方向。该切片是三维身体区域的虚拟切片。此外,这些切片彼此之间可以具有恒定距离,使得这些切片是同轴的。

[0012] 切片中的至少一个切片包括施加器图像的部分。当确定多个切片的概率图时,包括施加器的部分的那些切片会得到高概率得分。概率得分被表示在图像集的二维图像的概率图中。

[0013] 基于该概率图,在新的方向上创建新的切片集。该方向是基于概率图分析来确定的。针对该新的方向,确定新的概率图。重复确定概率图的序列,直到概率图显示出对应的图像集包括具有足够良好的施加器表示的切片。

[0014] 本发明减少了临床医生在浏览正交平面以寻找最佳图像上所花费的时间。此外,本发明有可能创建具有施加器的长轴的“平面内”视图的二维视图。

[0015] 根据示例,所述最终二维图像是由特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集中的与所述最高概率得分相关联的二维图像形成的。

[0016] 此外,在另一示例中,所述处理单元被配置为执行步骤s2),使得所述图像集的所述二维图像表示所述身体区域的虚拟切片。其效果是提供了图像与虚拟切片之间的对应关系。

[0017] 在某个示例中,所述处理单元被配置为对所述图像集的所述二维图像的概率得分应用高斯拟合,以用于确定所述概率图。其效果是该概率可以逼近表示分别关于设定方向或二维图像的数量概率得分的高斯曲线。

[0018] 根据另一示例,步骤s4)包括以下子步骤:s4.1)在以下情况下结束对所述序列的所述重复:当前图像集的所述二维图像的所述概率得分中的最高概率得分高于预定义值,或者当前图像集的所述二维图像中的一幅二维图像以横截面视图完整描绘所述致动器。

[0019] 在另外的示例中,步骤s4)包括以下子步骤:s4.2)基于在当前序列期间确定的所述概率图来确定标准偏差 $\sigma$ ;以及s4.3)在至少一个所述先前序列期间确定的标准偏差 $\sigma$ 表示关于所有确定的标准偏差 $\sigma$ 的最小标准偏差 $\sigma$ 的情况下结束对所述序列的所述重复。其效果是标准偏差的值可以提供用于序列的重复的停止标准的基础。

[0020] 根据另外的示例,在要基于所述概率图来确定所述设定方向的情况下,所述处理单元被配置为执行具有以下子步骤的步骤s1):s1.1)基于所述概率图来确定标准偏差 $\sigma$ ;以及s1.2)基于所述标准偏差 $\sigma$ 来确定所述设定方向。其效果是确定设定方向与迭代优化算法有关(除了初始选择以外)。

[0021] 根据另外的示例性实施例,所述设备包括所述处理单元,在要基于所述概率图来确定所述设定方向的情况下,所述处理单元被配置为执行具有以下子步骤的步骤s1):s1.1)基于所述概率图来确定梯度图;以及s1.2)基于所述梯度图来确定所述设定方向。

[0022] 在另一示例中,所述施加器预训练的分类方法是施加器预训练的深度学习分类方法。

[0023] 根据某个示例,所述施加器预训练的分类方法是施加器预训练的卷积神经网络分类方法。

[0024] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于确定患者身体的身体区域的至少一幅最终二维图像的成像系统,所述成像系统包括被配置用于固定至少一个辐射源的施加器,所述施加器被插入到所述身体区域中,其中,所述系统包括:超声换能器;以及根据前述权利要求中的一项所述的设备;其中,所述超声换能器被配置为采集所述身体区域的多幅二维超声图像;其中,所述系统被配置为基于所述多幅二维超声图像来确定所述身体区域的三维图像。

[0025] 在某个示例中,所述处理单元被配置为执行步骤s2),使得在以下情况下由所述多幅二维超声图像中的一幅二维超声图像来代替二维图像:代替后的二维超声图像融入相应的图像集。其效果是可以防止或减少插值伪影。

[0026] 根据本发明的第三方面,提供了一种用于确定至少一幅最终二维图像的方法,所述方法包括以下步骤:

[0027] a) 提供患者身体的身体区域的三维图像,其中,被配置用于固定至少一个辐射源的施加器被插入到所述身体区域中;

[0028] b) 特别是通过在所述三维图像内随机确定初始方向来提供所述初始方向;

[0029] c) 重复以下的步骤s1)至s4)的序列:

[0030] s1) 经由处理单元基于针对第一序列的所述初始方向或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像内确定设定方向;

[0031] s2) 经由所述处理单元从所述三维图像中提取二维图像的图像集,使得所述图像集的所述二维图像在所述设定方向上被同轴且顺序地布置;

[0032] s3) 经由所述处理单元将施加器预训练的分类方法应用于所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像,从而得到针对所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像的概

率得分,所述概率得分指示所述施加器以横截面视图被描绘,特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像中的概率;以及

[0033] s4) 经由所述处理单元确定表示相对于所述设定方向的所述图像集的所述二维图像的所述概率得分的概率图。

[0034] 所述方法包括另外的步骤:

[0035] d) 经由处理单元并且在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像确定为所述最终二维图像。

[0036] 关于这些步骤的顺序,注意,步骤a) 在步骤d) 之前执行。步骤b) 可能已经被预先计算或以其他方式被预先准备。对于步骤c), 必须已经执行了步骤a) 和b)。步骤d) 在步骤c) 之后执行。

[0037] 根据本发明的第四方面,提供了一种计算机程序单元,所述计算机程序单元在由处理单元运行时适于执行上述方法。

[0038] 根据本发明的第五方面,提供了一种其上存储有程序单元的计算机可读介质,所述程序单元在由处理单元运行时适于执行上述方法。

[0039] 参考下文描述的实施例,本发明的这些方面和其他方面将变得明显并且得到阐明。

## 附图说明

[0040] 下面将参考以下附图来描述本发明的示例性实施例:

[0041] 图1示出了包括用于确定至少一幅最终二维图像的设备的成像系统的实施例的示意图。

[0042] 图2示出了涉及将身体区域切成切片并得到概率图的方法步骤的实施方式的示意图。

[0043] 图3示出了该方法的实施例的示意图。

[0044] 图4示出了该方法的另一实施例的示意图。

[0045] 图5A、图5B示出了步骤s1) 的实施例。

[0046] 图6示出了计算机可读介质的实施例的示意图。

## 具体实施方式

[0047] 在进一步描述用于确定至少一幅最终二维图像的成像系统和设备之前,参考图3进一步详细描述用于确定至少一幅最终二维图像的方法的示例。

[0048] 图3示出了用于确定至少一幅最终二维图像的方法100。方法100包括若干步骤。

[0049] 在第一步骤101中,提供患者身体的身体区域的三维图像。将施加器引入到患者身体中以将至少一个辐射源固定在身体区域中。在示例中,通过超声测量来采集患者身体的身体区域的三维图像。此外,可以基于通过超声测量采集的二维图像来确定患者身体的身体区域的三维图像。

[0050] 在第二步骤102中,在三维图像内提供初始方向。在示例中,可以随机提供初始方向。这意味着该方法能够在患者的身体区域的三维图像中提供任何方向。

[0051] 在示例中,将初始方向确定为三维图像的预定笛卡尔方向中的一个方向。

[0052] 在另外的示例中,可以经由表示初始方向的信号来提供初始方向。

[0053] 在示例中,可以经由访问服务器或存储器设备来提供初始方向。

[0054] 在第三步骤103中,启动并重复步骤的序列。在下文中,描述了该序列的步骤。

[0055] 在第四步骤104中,经由处理单元基于针对第一序列的初始方向在三维图像内确定设定方向。如果已经执行了该序列的先前序列,则基于先前序列中的至少一个先前序列的概率图在三维图像内确定设定方向。这意味着当第一次根据步骤103启动序列时,启动第一序列。针对第一序列,在步骤102中采集的初始方向表示用于随后的步骤的设定方向。从第二序列(即,该序列的第一次重复)开始,使用先前序列中的至少一个先前序列的概率图来确定用于该序列的第一次重复的设定方向。

[0056] 在示例中,第四步骤104可以包括以下子步骤:通过对取得紧凑的施加器表示的概率图进行统计分析来识别三维图像的设定方向。

[0057] 在第五步骤105中,经由处理单元从三维图像中提取二维图像的图像集。执行提取而使得图像集的二维图像在设定方向上被同轴且顺序地布置。这意味着在沿着设定方向的平行平面的集合中正交于设定方向对患者的身体区域的三维图像进行切片。因此,每个平面表示二维图像。多个平面表示来自三维图像的二维图像集。

[0058] 在示例中,图像集的二维图像表示身体区域的虚拟切片。这意味着将三维图像虚拟切片以采集二维图像。其效果是提供了图像与虚拟切片之间的对应关系。

[0059] 在示例中,二维图像表示总体的三维图像。

[0060] 其效果是在每个序列的第五步骤105期间,三维图像被划分成二维图像。因此,对于相应的概率得分的每次评价,总是经由二维图像来间接考虑整个三维图像。

[0061] 在第六步骤106中,将施加器预训练的分类方法应用于由处理单元设定的图像的二维图像中的每幅二维图像。施加器预训练的分类方法确定针对图像集的二维图像中的每幅二维图像的概率得分。针对二维图像所确定的概率得分指示施加器被描绘在该二维图像中的概率。由于身体区域的三维图像包括施加器的图像,因此二维图像可以包括施加器的横截面视图的至少部分。如果施加器的横截面视图示出沿着施加器的纵轴(其中,纵轴是施加器内部的最长轴)的施加器的横截面,则给出最高的概率得分。这意味着,如果二维图像包括施加器的纵轴,则该施加器的整个横截面将被完全示出在该二维图像中。

[0062] 如果施加器预训练的分类方法在对应的二维图像中并未找到施加器的图像的任何部分,则可以分配最低概率得分。

[0063] 在示例中,施加器预训练的分类方法是施加器预训练的深度学习分类方法。

[0064] 在另一示例中,施加器预训练的分类方法是施加器预训练的神经网络定位卷积方法。

[0065] 在另外的示例中,施加器预训练的分类方法是利用谷歌网络架构或利用超参数微调进行预训练的。

[0066] 在第七步骤107中,处理单元确定表示相对于设定方向的图像集的二维图像的概率得分的概率图。这意味着将概率得分映射在概率图中,其中,该图的x轴表示该概率得分的二维图像的位置,而y轴表示由施加器预训练的分类方法所确定的针对该二维图像的概率得分。

[0067] 在示例中,对用于确定概率图的图像集的二维图像的概率得分执行高斯拟合。其

效果是该概率将逼近表示分别关于设定方向或二维图像的数量的高斯曲线。

[0068] 在示例性实施例中,第七步骤107包括子步骤109。在子步骤109中,如果当前图像集的二维图像的概率得分的高概率得分高于预定义值,则结束对序列的重复。替代地,如果当前图像的二维图像中的一幅二维图像以横截面视图完整描绘致动器,则结束对序列的重复。这意味着,如果三维图像的切片包括致动器的纵轴或者至少平行于致动器的纵轴并且包括致动器的横截面视图,则结束该序列。替代地,如果纵轴与三维图像的切片之间的角度低于某个阈值而使得切片中的一个切片的概率得分超过预定义阈值,则也将结束该序列。

[0069] 在示例中,可以预定义或选择预定义值,使得能够假定对应于相应的最高值的二维图像以横截面视图至少几乎完整描绘致动器。

[0070] 在图4中示出的另外的示例性实施例中,第七步骤107包括另外的子步骤110和111。

[0071] 在步骤110中,使用当前序列基于概率图来确定标准偏差 $\sigma$ 。这意味着确定当前序列的概率图的概率得分的最大值。然后,确定多个概率得分与该最大值的标准偏差 $\sigma$ 。

[0072] 在第八步骤111中,如果所确定的标准偏差 $\sigma$ 表示关于所有确定的标准偏差 $\sigma$ 的最小标准偏差 $\sigma$ ,则结束对序列的重复。因此,将所确定的当前序列的标准偏差 $\sigma$ 与所确定的先前序列的标准偏差 $\sigma$ 进行比较。如果先前序列中的一个序列包括关于所有序列的最小标准偏差 $\sigma$ (即,如果当前序列的标准偏差 $\sigma$ 高于先前序列中的一个序列的标准偏差 $\sigma$ ),则停止对序列的重复。

[0073] 其效果是标准偏差的值可以提供用于序列的重复的停止标准的基础。

[0074] 步骤104至107是第三步骤103的重复序列的部分。

[0075] 在示例中,可以将序列重复若干次。在每个序列处,可以确定改进的设定方向,沿着该方向,从(相同的)三维图像中提取二维图像的集合。与每幅图像相关联的概率可以提供关于在相应的二维图像内指示施加器的紧凑性的信息。可以基于二维图像的概率来确定概率。在下一序列处,可以考虑该概率图以确定新的设定方向。因此,可以实现对设定方向的优化。其效果是分别沿着优化方向或最佳设定方向采集的图像可以包括指示(非常)紧凑地表示施加器的至少一幅二维图像。因此,至少一幅图像可以图示完整的施加器的横截面视图。

[0076] 在步骤108中,处理单元在结束最后序列之后从与最高概率得分相关联的二维图像中确定最终二维图像。

[0077] 在示例中,最高概率得分是从最后序列的图像集中确定的。这意味着处理单元将来自最后序列的具有最高概率得分的二维图像分配为最终二维图像。这意味着最终二维图像包括通过该方法找到的施加器的最佳横截面视图。最终二维图像可以被呈现给工作人员以指示施加器在患者的身体区域中的位置。

[0078] 在示例中,概率可以表示高斯概率图,其中,序列间的标准偏差逐渐减小。因此,在最后序列期间确定的概率图可以包括针对其确定出最高概率得分的二维图像。

[0079] 在示例中,基于概率确定设定方向可以涉及迭代优化算法,特别是梯度下降算法的应用。

[0080] 此外,在示例中,最终二维图像可以由与图像集的最高概率得分相关联的二维图像形成。

[0081] 图5a示出了第四步骤104的示例性实施例。在该实施例中,步骤104包括子步骤112和113。如果要基于至少一个先前序列的概率图来确定设定方向,则仅执行步骤112和113。

[0082] 在步骤112中,基于概率图来确定标准偏差 $\sigma$ 。

[0083] 在步骤113中,基于标准偏差 $\sigma$ 来确定设定方向。如果标准偏差 $\sigma$ 很大,则当前序列的设定方向与先前序列的设定方向将偏离较大的量,即,当前序列的设定方向与先前序列的设定方向之间的角度将很大。如果标准偏差 $\sigma$ 很小,则当前序列的设定方向与先前序列的设定方向将不会偏离太多,即,当前序列的设定方向与先前序列的设定方向之间的角度将很小。

[0084] 图5b示出了步骤104的另一实施例。在该实施例中,步骤104包括子步骤114和115。仅当要基于概率图来确定设定方向时才执行步骤114和115。

[0085] 在步骤114中,基于概率图来确定梯度图。这意味着确定三维图像的相邻的二维图像的概率得分之间的梯度值。梯度图包括多个确定的梯度值并且将它们映射到三维图像中的对应的二维图像的位置。

[0086] 在步骤115中,基于梯度图来确定设定方向。这意味着,如果指示相邻的二维图像的概率得分之间变化较大的高梯度值沿着设定方向被分布在较大区域中,则当前序列的设定方向与先前序列的设定方向将偏离较大的量,即,两个步骤的方向之间的角度将很大。如果相邻的二维图像的概率得分之间的高梯度值沿着设定方向被分布在较小区域中,则当前序列的方向与先前序列的设定方向将不会偏离太多,即,两个设定方向之间的角度将很小。

[0087] 图1示出了成像系统1。成像系统1包括用于确定至少一幅最终二维图像的超声换能器4和设备2。

[0088] 超声换能器4被配置为经由超声波对患者的身体区域进行成像。超声换能器4提供身体区域的二维超声图像集。由超声换能器4提供的图像被系统1转换为该身体区域的三维图像5。在患者身体的身体区域的三维图像5中,可以示出施加器6的图像。

[0089] 设备2包括输入接口21和处理单元22。

[0090] 输出接口21被配置为接收患者身体的身体区域的三维图像5。三维图像5可以包括施加器6的图像。三维图像也可以被称为三维体积或三维切片。

[0091] 处理单元22被配置为运行计算机程序单元3。计算机程序单元3可以被配置为执行上述方法100的步骤104至107。

[0092] 参考图2,在示例中,处理单元22被配置为在三维图像5内随机确定初始方向11。

[0093] 在另一示例中,处理单元22经由输入接口21来接收表示初始方向11的信号。因此,用户可以经由输入接口21来输入期望的初始方向11。

[0094] 在另外的示例中,处理单元22可以访问预定义方向作为初始方向11。预定义方向可以例如被存储在处理单元22中或其他位置处。

[0095] 在某个示例中,处理单元22被配置为将三维图像的预定笛卡尔方向中的一个方向确定为初始方向11。

[0096] 此外,处理单元22被配置为基于针对第一序列的初始方向11或基于在先前序列期间确定的概率图8在三维图像5内确定设定方向12。

[0097] 在示例中,上述步骤可以包括以下子步骤:通过对取得紧凑的施加器表示的概率图进行统计分析来识别三维图像的设定方向。

[0098] 在处理单元22的示例性实施例中,处理单元22包括确定设定方向12的子步骤:该子步骤仅在要基于至少一个先前序列的概率图8来确定设定方向12的情况下执行。

[0099] 首先,处理单元22基于概率图8来确定标准偏差 $\sigma$ 。

[0100] 然后,处理单元22基于标准偏差 $\sigma$ 来确定设定方向12。如果标准偏差 $\sigma$ 很大,则当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12将偏离较大的量,即,当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12之间的角度将很大。如果标准偏差 $\sigma$ 很小,则当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12将不会偏离太多,即,当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12之间的角度将很小。

[0101] 其效果是确定设定方向12与迭代优化算法有关(除了初始选择以外)。

[0102] 在处理单元22的另外的示例性实施例中,处理单元22包括替代的子步骤,这些子步骤仅在要基于先前序列的概率图8来确定设定方向12的情况下执行。

[0103] 首先,处理单元22基于概率图8来确定梯度图13。这意味着确定三维图像5的相邻的二维图像7的概率得分9之间的梯度值14。梯度图13包括多个确定的梯度值14并且将它们映射到三维图像5中的对应的二维图像7的位置。

[0104] 在下一步骤中,处理单元22基于梯度图13来确定设定方向12。这意味着,如果高梯度值14的分布覆盖大量二维图像7,即,覆盖沿着设定方向12的延伸区域,则当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12将偏离较大的量,即,当前序列和先前序列的两个设定方向12之间的角度将很大。如果二维图像7之间的梯度值14的分布很小或者二维图像7之间的梯度值14沿着设定方向12被分布在较小区域中,则当前序列的设定方向12与先前序列的设定方向12将不会偏离太多,即,两个设定方向12之间的角度将很小。

[0105] 此外,处理单元22从三维图像5中提取二维图像7的图像集,使得图像集的二维图像7在设定方向12上被同轴且顺序地布置。在示例中,由处理单元22执行提取,使得二维图像7表示身体区域的虚拟切片。

[0106] 其效果是提供了图像与虚拟切片之间的对应关系。

[0107] 在示例中,处理单元22被配置为提取二维图像7的图像集,使得二维图像7表示总体的三维图像5。

[0108] 其效果是,在对每个序列的二维图像7的提取期间,三维图像5被划分成二维图像7。因此,对于相应的概率得分9的每次评价,总是经由二维图像7来间接考虑整个三维图像5。

[0109] 然后,处理单元22将施加器预训练的分类方法应用于图像集的二维图像7中的每幅二维图像,从而指示施加器6以横截面视图被描绘在图像集的相应的二维图像7中的概率。

[0110] 在示例中,施加器预训练的分类方法是施加器预训练的深度学习分类方法。

[0111] 在另外的示例中,施加器预训练的分类方法是施加器预训练的卷积神经网络分类方法。

[0112] 在某个示例中,施加器预训练的分类方法是利用谷歌网络架构或利用超参数微调进行预训练的。

[0113] 另外,处理单元22确定表示相对于设定方向12的图像集的二维图像7的概率得分9的概率图8。在示例中,处理单元22对用于确定概率图8的图像集的二维图像7的概率得分9

应用高斯拟合。

[0114] 其效果是该概率将逼近表示分别关于设定方向12或二维图像7的数量的概率得分9的高斯曲线。

[0115] 在示例中,处理单元可以对上述序列重复若干次。在每个序列处,可以确定改进的设定方向12,沿着该方向,从(相同的)三维图像5中提取二维图像7的集合。与每幅图像相关联的概率可以提供关于在相应的二维图像7内指示施加器6的紧凑性的信息。可以基于二维图像7的概率来确定概率。在下一序列处,可以考虑该概率图8以确定新的设定方向12。因此,可以实现对设定方向12的优化。其效果是分别沿着优化方向或最佳设定方向12采集的图像可以包括指示(非常)紧凑地表示施加器6的至少一幅二维图像7。因此,至少一幅图像可以图示完整的施加器6的横截面视图。

[0116] 在示例性实施例中,处理单元22被配置为:如果当前图像集的二维图像7的概率得分8的高概率得分9高于预定义值,则结束对序列的重复。替代地,如果当前图像集的二维图像7中的一幅二维图像7以横截面视图完整描绘致动器6,则处理单元22结束对序列的重复。这意味着,如果三维图像5的切片包括致动器6的纵轴15或者至少平行于致动器6的纵轴15并且包括致动器6的横截面视图,则结束该序列。替代地,如果纵轴15与三维图像5的切片之间的角度低于某个阈值而使得切片中的一个切片的概率得分9超过预定义阈值,则也将结束该序列。

[0117] 在示例中,可以预定义或选择预定义值,使得能够假定对应于相应的最高值的二维图像7以横截面视图至少几乎完整描绘致动器6。

[0118] 在处理单元22的另外的实施例中,处理单元22基于当前序列的概率图8来确定标准偏差 $\sigma$ 。这意味着确定当前序列的概率图8的概率得分9的最大值。然后,确定多个概率得分9与该最大值的标准偏差 $\sigma$ 。

[0119] 然后,如果所确定的标准偏差 $\sigma$ 表示关于所有确定的标准偏差 $\sigma$ 的最小标准偏差 $\sigma$ ,则处理单元22结束对序列的重复。因此,将所确定的当前序列的标准偏差 $\sigma$ 与所确定的先前序列的标准偏差 $\sigma$ 进行比较。如果先前序列中的一个序列包括关于所有序列的最小标准偏差 $\sigma$ (即,如果当前序列的标准偏差 $\sigma$ 高于先前序列中的一个序列的标准偏差 $\sigma$ ),则停止对序列的重复。

[0120] 其效果是标准偏差 $\sigma$ 的值可以提供用于序列的重复的停止标准的基础。

[0121] 在结束最后序列之后,处理单元22将与最高概率得分9相关联的二维图像7确定为最终二维图像。最终二维图像可以由与最高概率得分9相关联的二维图像7形成。

[0122] 在示例中,最终二维图像由来自最后序列期间确定的图像集的与最高概率得分9相关联的二维图像7形成。

[0123] 在示例中,概率可以表示高斯概率图,其中,序列间标准偏差 $\sigma$ 逐渐减小。因此,在最后序列期间确定的概率图8可以包括针对其确定出最高概率得分9的二维图像7。

[0124] 在示例中,基于概率确定设定方向12可以涉及迭代优化算法,特别是梯度下降算法的应用。

[0125] 图2进一步示例性地示出了启动和重复序列的序列a)、b)和c)。序列a)是启动序列。由处理单元22确定的初始方向11用于确定设定方向12。

[0126] 然后,对患者的身体区域的三维图像5进行虚拟切片,其中,三维图像5包括施加器

6的图像。沿着设定方向12执行切片并且产生二维图像7的集合。切片平面是平行的并且可以是等距的。

[0127] 在序列a)中,所有确定的二维图像7都包括施加器6的图像的小横截面。因此,施加器预训练的分类方法对二维图像7中的每幅图像提供低概率得分9。这在序列a)的概率图9中示出。

[0128] 在序列b)中,设定方向12被选择为使得序列a)和b)的设定方向12之间的角度很大。序列b)的设定方向12指向图2的平面。

[0129] 在序列b)中采集的二维图像7并不全部包括施加器6的横截面的图像。因此,施加器预训练的分类方法对那些不包括施加器6的任何横截面视图的二维图像7分配低概率得分9。序列b)的那些包括施加器6的横截面视图的部分的二维图像7得到比序列a)的二维图像7的概率得分更高的概率得分9。

[0130] 结果表明:序列b)的概率图8的概率得分9的分布比序列a)的概率图8的概率得分的分布更紧密。

[0131] 序列c)示出后面的序列,即,在序列b)与序列c)之间的序列,可能已经执行了多个重复序列。序列c)的设定方向12已经由处理步骤确定。在序列c)中,仅单幅二维图像7'包括施加器6的截面图视图。其余的二维图像7不包括施加器6的图像的任何部分。

[0132] 因此,序列c)的概率图8示出在单幅二维图像7'的位置处的概率得分9的峰值。该峰值处的概率得分9非常高。由于对应的二维图像7并不包括施加器6的图像的任何部分,因此其余的概率得分很低。

[0133] 可以选择单幅二维图像7'来形成被呈现给用户的最终二维图像。

[0134] 在示例中,系统1被配置为使得在以下情况下由多幅二维超声图像中的一幅二维超声图像来接替二维图像7:接替后的二维超声图像融入相应的图像集。

[0135] 其效果是可以防止或减少插值伪影。

[0136] 此外,虽然在先前的描述中使用了词语“设备”,但是应当理解,每当提及词语“设备”时,这的确可能指完整的设备,但也可能仅指设备的部分。

[0137] 应当理解,这里不再重复参考本发明的方法提供的所有示例和说明,本发明的装置和系统旨在被布置为执行上述方法的步骤。因此,虽然上述所有示例和说明均是参考该方法提供的,但是上述所有示例和说明也旨在由装置和/或系统来实施。这能够例如借助于合适的硬件和/或软件来实现。

[0138] 应当理解,这里不再重复参考该设备提供的所有说明、示例、特征和/或优点,本发明的方法旨在被配置为执行针对该设备所配置的方法的步骤。因此,虽然上述所有示例、说明、特征和/或优点均是参考设备提供的,但是上述所有示例、说明、特征和/或优点也旨在由该方法以类似的方式提供。

[0139] 根据本发明的另外的示例,提供了一种计算机程序单元3,所述计算机程序单元在由处理单元运行时适于执行上述方法100。

[0140] 根据本发明的另外的示例,提供了一种图6中示出的计算机可读介质10,该计算机可读介质具有被存储在其上的程序单元3,该程序单元3在由处理单元运行时适于执行上述方法100。

[0141] 计算机程序单元3可以被存储在计算机单元上,该计算机单元也可以是本发明的

实施例的部分。该计算单元可以适于执行或引起执行上述方法的步骤。而且，该计算单元可以适于操作上述装置的部件。该计算单元能够适于自动操作和/或运行用户的命令。计算机程序可以被加载到数据处理器的的工作存储器中。数据处理器因此可以被装备为执行本发明的方法。

[0142] 应当注意，本发明的实施例是参考不同的主题描述的。具体地，一些实施例是参考插入物描述的，而其他实施例是参考设备描述的。然而，除非另有说明，本领域技术人员将从以上描述中推断出：除了属于一种类型的主题的特征的任意组合之外，涉及不同主题的特征之间的任意组合也被认为在本申请中得到公开。然而，所有的特征都能够被组合来提供多于特征的简单加合的协同效应。

[0143] 虽然已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明，但是这样的图示和描述应当被认为是图示性或示例性的，而非限制性的。本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求，在实践请求保护的发明时能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0144] 在权利要求中，“包括”一词不排除其他元件或步骤，并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现在权利要求中记载的若干项的功能。虽然某些措施被记载在互不相同的从属权利要求中，但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

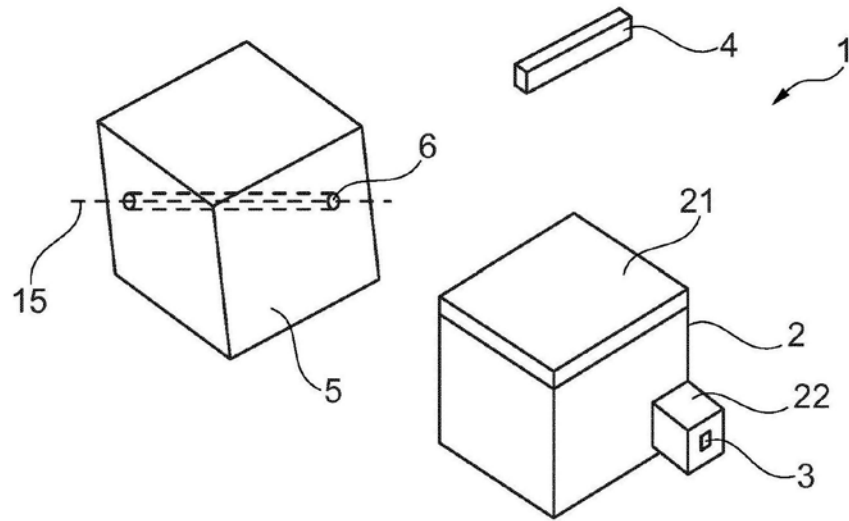


图1

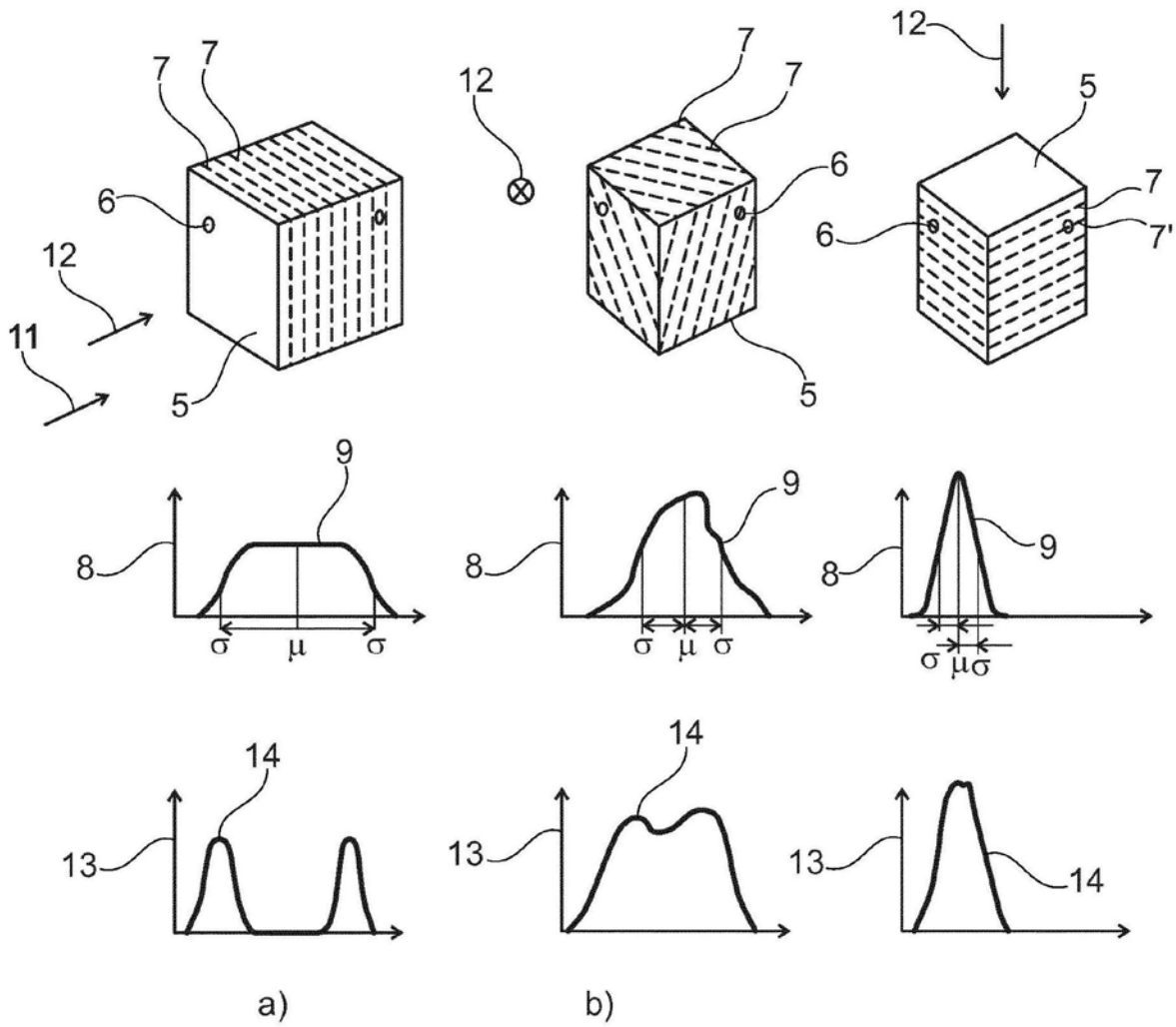


图2

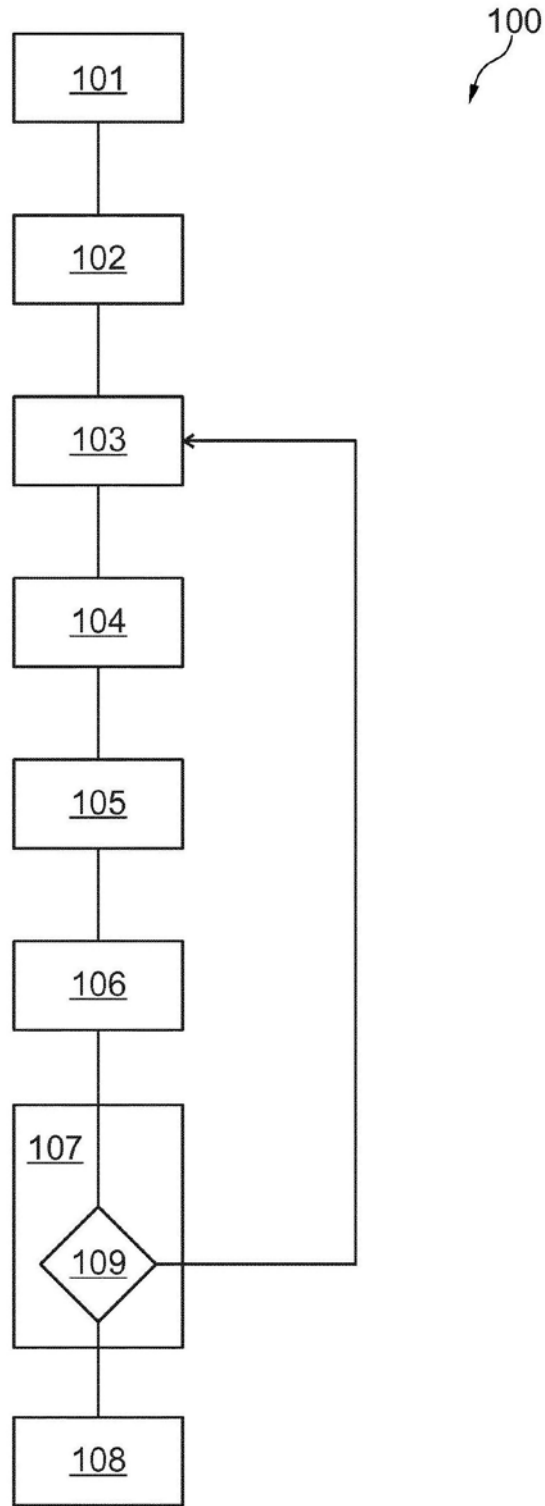


图3

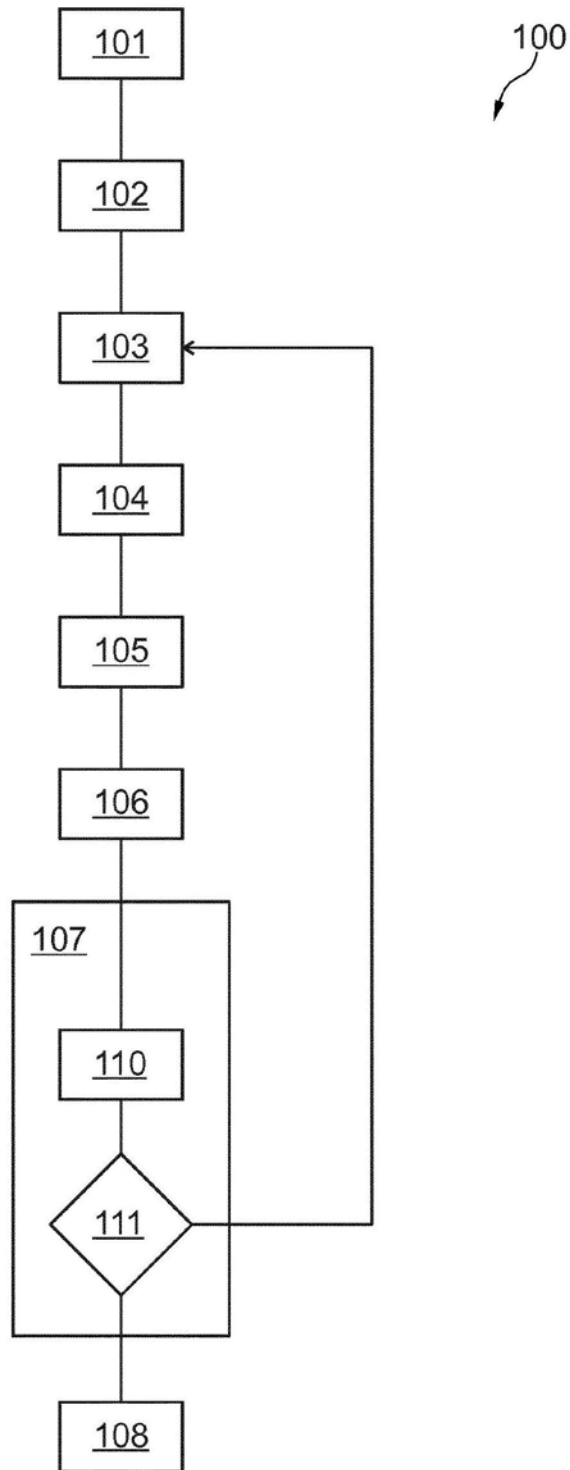


图4

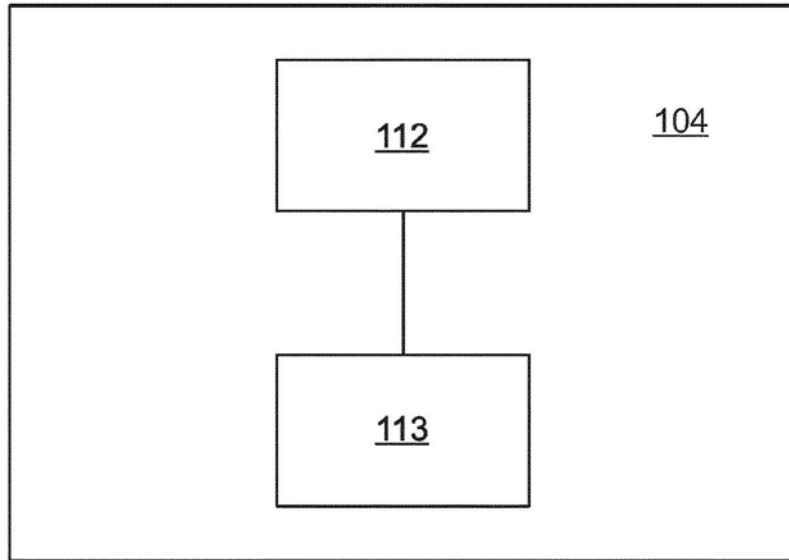


图5a

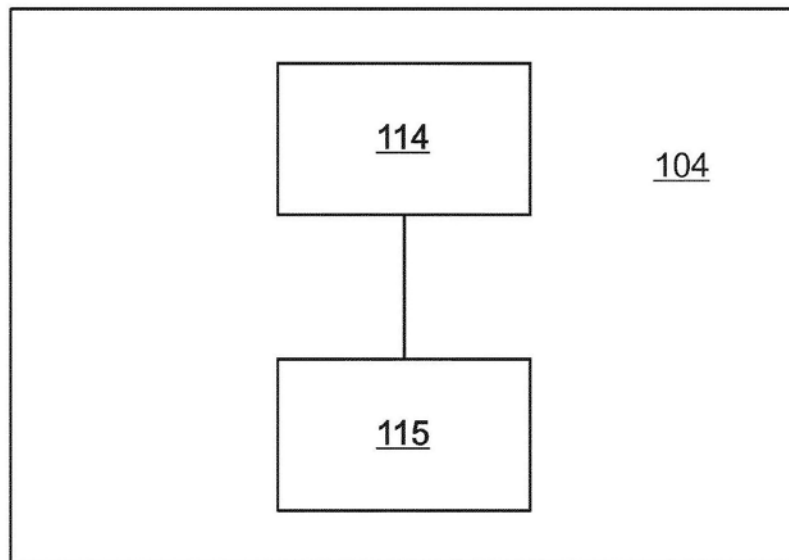


图5b

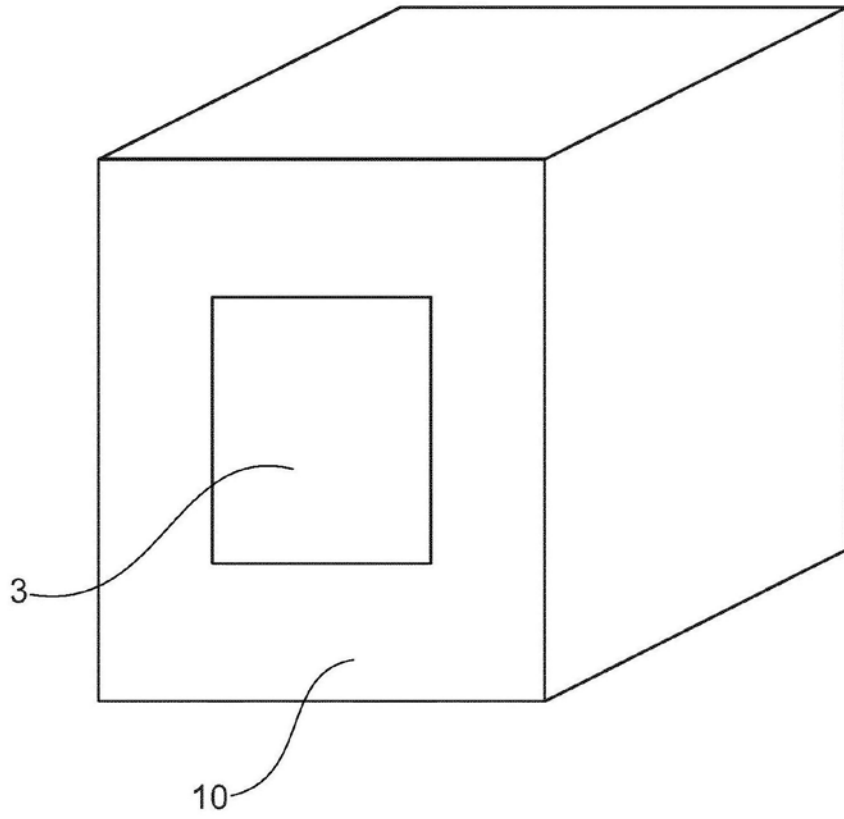


图6

专利名称(译)	确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅最终二维图像		
公开(公告)号	<a href="#">CN110494188A</a>	公开(公告)日	2019-11-22
申请号	CN201880022727.6	申请日	2018-03-05
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	S塞特 P瓦集内帕里 A艾希		
发明人	S·塞特 P·瓦集内帕里 A·艾希		
IPC分类号	A61N5/10 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0841 A61B8/466 A61B8/483 A61B8/5207 A61B8/523 A61N5/1007 A61N5/1048 G06T7/70 G06T2207/10136 G06T2207/20081 G06T2207/30081		
代理人(译)	刘兆君		
优先权	2017163862 2017-03-30 EP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及用于确定用于在三维超声体积中可视化感兴趣物体的至少一幅(个)最终二维图像或切片的设备(2)和方法(100)。所述方法用于确定至少一幅最终二维图像,所述方法包括以下步骤:a)提供(101)患者身体的身体区域的三维图像,其中,被配置用于固定至少一个辐射源的施加器被插入到所述身体区域中;b)特别是通过在所述三维图像内随机确定初始方向来提供(102)所述初始方向;c)重复(103)以下的步骤s1)至s4)的序列:s1)经由处理单元基于针对第一序列的所述初始方向或基于在先前序列期间确定的概率图在所述三维图像内确定(104)设定方向;s2)经由所述处理单元从所述三维图像中提取(105)二维图像的图像集,使得所述图像集的所述二维图像在所述设定方向上被同轴且顺序地布置;s3)经由所述处理单元将施加器预训练的分类方法应用(106)于所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像,从而得到针对所述图像集的所述二维图像中的每幅二维图像的概率得分,所述概率得分指示所述施加器以横截面视图被描绘,特别是被充分描绘在所述图像集的相应的二维图像中的概率;以及;s4)经由所述处理单元确定(107)表示相对于所述设定方向的所述图像集的所述二维图像的所述概率得分的概率图;其中,所述方法包括另外的步骤:d)经由处理单元并且在结束最后序列之后将特别是来自在所述最后序列期间确定的所述图像集的与最高概率得分相关联的二维图像确定(108)为所述最终二维图像。本发明提供了一种通过提供使感兴趣物体(例如,施加器(6))处于三维超声体积中的必要扫描平面来有效确保超声体积具有所需的临床信息的方法。

