



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117159014 A

(43) 申请公布日 2023.12.05

(21) 申请号 202311140101.4

A61B 6/06 (2006.01)

(22) 申请日 2018.06.15

A61B 6/08 (2006.01)

(30) 优先权数据

17176201.6 2017.06.15 EP

A61B 6/00 (2006.01)

G06T 7/50 (2017.01)

G06T 7/70 (2017.01)

(62) 分案原申请数据

201880039405.2 2018.06.15

(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 J·塞内加 S·A·约克尔

H-I·马克 M·贝格特尔特

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理人 寇锐

(51) Int.Cl.

A61B 6/04 (2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图5页

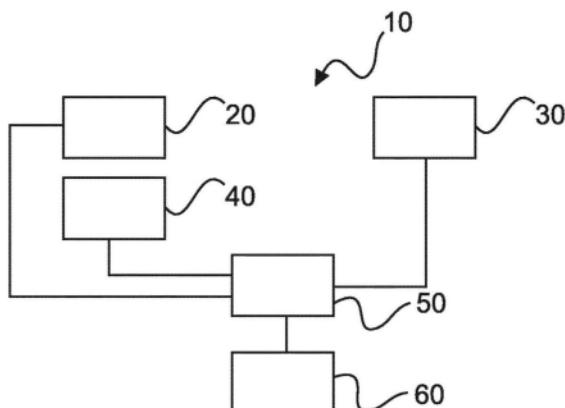
(54) 发明名称

X射线照相装置

(57) 摘要

本发明涉及一种X射线照相装置(10)。描述了以下内容：相对于X射线探测器(30)放置(110)X射线源(20)以形成用于容纳对象的检查区域，其中，基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系；将相机(40)定位(120)在一位置和取向处以查看所述检查区域；利用所述相机在相机空间坐标系内采集(130)所述对象的深度图像，其中，在所述深度图像内，像素值表示针对对应像素的距离；利用处理单元(50)使用映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换(140)到所述参考空间坐标系，其中，已经相对于所述参考空间坐标系校准了所述相机的位置和取向，以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数；在所述参考空间坐标系内生成(150)合成图像；利用输出单元(60)来输出(160)所述合成图像。

CN 117159014 A



1.一种X射线照相装置(10),包括:

X射线源(20);

X射线探测器(30);

相机(40);

处理单元(50);以及

输出单元(60);

其中,所述X射线源被配置为相对于所述X射线探测器进行放置以形成用于容纳对象的检查区域;

其中,所述X射线探测器具有至少一个曝光室,所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平;或者其中,所述X射线探测器具有活跃区,所述活跃区被配置为探测X射线;

其中,基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系;

其中,所述相机被配置为被定位在一位置和取向处以查看所述检查区域,并且所述相机被配置为在相机空间坐标系内采集深度图像,其中,在所述深度图像内,像素值表示针对对应像素的距离;

其中,所述相机的位置和取向已经相对于所述参考空间坐标系被校准,以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数;

其中,所述相机被配置为在所述相机空间坐标系内采集所述对象的深度图像并将所述深度图像提供给所述处理单元;

其中,所述处理单元被配置为使用所述映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换到所述参考空间坐标系并在所述参考空间坐标系内生成合成2D图像,其中,所述处理单元被配置为通过利用所述深度图像或由所述相机采集的常规2D图像来生成所述合成2D图像;

其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述至少一个曝光室的范围的表示,并且其中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述至少一个曝光室的所述范围的所述表示的所述合成2D图像;或者其中,分别地,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述活跃区的范围的表示,并且其中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述活跃区的所述范围的所述表示的所述合成2D图像,

其中,所述输出单元被配置为分别向所述装置的操作者输出具有在所述对象的位置处的所述至少一个曝光室的所述范围的所述表示或向所述装置的操作者输出具有在所述对象的位置处的所述活跃区的所述范围的所述表示的所述合成2D图像。

2.根据权利要求1所述的装置,其中,所述X射线源具有准直器,所述准直器被配置为限制所述X射线的范围,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述X射线的所述范围的表示,并且其中,所述处理单元被配置为生成具有所述X射线的所述范围的所述表示的所述合成2D图像。

3.根据权利要求2所述的装置,其中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的所述位置处的X射线的所述范围的所述表示的所述合成2D图像。

4.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其中,所述X射线探测器具有横轴和纵轴,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述横轴和/或所述纵轴

的表示，并且其中，所述处理单元被配置为生成具有所述横轴和/或所述纵轴的所述表示的所述合成2D图像。

5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的装置，其中，所述相机被配置为采集2D图像并将所述图像提供给所述处理单元，并且其中，所述处理单元被配置为生成所述合成2D图像，包括利用所述2D图像。

6. 一种用于为X射线照相装置提供图像的方法(100)，包括：

a) 相对于X射线探测器(30)放置(110)X射线源(20)以形成用于容纳对象的检查区域，所述X射线探测器具有至少一个曝光室，所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平；或者其中，所述X射线探测器具有活跃区，所述活跃区被配置为探测X射线，其中，基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系；

b) 将相机(40)定位(120)在一位置和取向处以查看所述检查区域；

c) 利用所述相机在相机空间坐标系内采集(130)所述对象的深度图像，其中，在所述深度图像内，像素值表示针对对应像素的距离；

d) 利用处理单元(50)使用映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换(140)到所述参考空间坐标系，其中，所述相机的位置和取向已经相对于所述参考空间坐标系被校准，以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数；

f) 利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(180)所述至少一个曝光室的范围的表示；或者g) 利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(190)所述活跃区的范围的表示；

i) 在所述参考空间坐标系内分别生成(150)具有在所述对象的位置处的所述至少一个曝光室的所述范围的所述表示或者具有在所述对象的位置处的所述活跃区的所述范围的所述表示的合成2D图像，其中，生成所述合成2D图像包括使用所述深度图像或者由所述相机采集的2D常规图像；并且

j) 利用输出单元向所述装置的操作者输出(160)所述合成2D图像。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，所述X射线源具有准直器，所述准直器被配置为限制所述X射线的范围；并且其中，所述方法包括步骤(e)：利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(170)所述X射线的范围的表示，并且其中，步骤i)包括生成具有所述X射线的所述范围的所述表示的所述合成2D图像。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中，步骤i)包括生成具有在所述对象的所述位置处的所述X射线的所述范围的所述表示的所述合成2D图像。

9. 一种用于控制根据权利要求1-5中的任一项所述的装置的计算机程序单元，所述计算机程序单元在由处理器运行时被配置为执行根据权利要求6-8中的任一项所述的方法。

X射线照相装置

[0001] 本申请是2018年06月15日提交的申请号为201880039405.2、名称为“X射线照相装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及X射线照相装置、用于为X射线照相装置提供图像的方法以及计算机程序单元和计算机可读介质。

背景技术

[0003] 本发明的总体背景是射线照相。在射线照相检查中，需要相对于X射线探测器准确定位患者并针对患者的解剖结构调整几何结构和系统参数。例如，用于自动曝光控制(AEC)的曝光室需要被精确定位在目标解剖结构的后面。类似地，需要调整准直窗口的大小以适配要成像的身体部位的大小。

[0004] 在当前系统上，现有技术是使用视觉标记(例如，在探测器盖上的曝光室的绘图)和直接投射在场景(探测器、患者)上的可见光作为引导操作者的手段。例如，在场景中使用光源和类似幻灯片的设备来投射准直窗口和曝光室，使得操作者能够通过观看患者上的投射形状来检查当前设置。

[0005] 当前技术存在明显的局限性：并不能提供所有需要的信息，并且投射的光场的可见性可能会非常有限——这取决于检查室和患者衣服的光照条件。而且，在理想情况下，操作者需要从与X射线源相等的位置观看患者，以避免任何视觉阻挡，这需要在系统配置面板与观察点之间来回迭代地操作。

[0006] 由于不能将视频相机放置在X射线源的位置处并且捕获的场景视图是斜视的，因此使用常规的视频相机和叠加物的其他方法也会遭受几何不准确和阻挡的影响。

[0007] WO 2015/081295 A1描述了用于改善投影和断层摄影X射线的质量的系统或方法，该系统或方法包括：深度感测设备，其用于测量来自所述深度感测设备的患者的至少一个身体部位的深度；以及控制单元，其用于使用深度信息来计算所述身体部位的厚度和/或周长。计算出的厚度和周长信息用于确定针对所述身体部位的最优的X射线曝光水平。该系统或方法还包括：相机，其用于识别需要检查的身体部位并检测所识别的身体部位的任何运动。然而，需要改善提供给X射线照相装置的操作者的图像。

[0008] WO 2016/001130 A1描述了一种用于自动配置用于拍摄对象的X射线图像的X射线成像系统的方法。首先，从覆盖由X射线源的X射线束覆盖的至少一个区的一个或多个深度相机获得一幅或多幅深度图像。然后，根据所述一幅或多幅深度图像来确定所述对象的厚度。然后，通过考虑所述X射线束穿过所述对象的传输长度以及关于被成像的组织类型的知识而将该厚度值转换为所述X射线成像系统的剂量配置。

发明内容

[0009] 具有用于向X射线照相装置的操作者提供图像的改进的装置将是有利的。

[0010] 本发明的目的通过独立权利要求的主题来解决,其中,在从属权利要求中包括了其他实施例。应当注意,本发明的以下描述的方面和示例也适用于X射线照相装置、用于为X射线照相装置提供图像的方法以及计算机程序单元和计算机可读介质。

[0011] 根据第一方面,提供了一种X射线照相装置,包括:

[0012] X射线源;

[0013] X射线探测器;

[0014] 相机;

[0015] 处理单元;以及

[0016] 输出单元。

[0017] 所述X射线源被配置为相对于所述X射线探测器进行放置以形成用于容纳对象的检查区域。基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系。所述相机被配置为被定位在一位置和取向处以查看所述检查区域,并且所述相机被配置为在相机空间坐标系内采集深度图像,其中,在所述深度图像内,像素值表示针对对应像素的距离。已经相对于所述参考空间坐标系校准了所述相机的位置和取向,以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数。所述相机被配置为在所述相机空间坐标系内采集所述对象的深度图像并将所述深度图像提供给所述处理单元。所述处理单元被配置为使用所述映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换到所述参考空间坐标系并在所述参考空间坐标系内生成合成图像。所述输出单元被配置为输出所述合成图像。

[0018] 以这种方式,能够将诸如人类对象之类的对象的图像呈现给操作者,就好像该图像是由被定位在X射线源的位置处的相机采集的,而不是由相机的实际位置处的相机采集的一样。替代地,如果需要的话,能够将对象的图像呈现给操作者,就好像该图像是由被定位在X射线源另一位置处的相机采集的一样。因此,促进了对在检查区域内的对象的最优且有效的定位,其中,视差效应已被减轻。以这种方式,能够相对于X射线探测器准确地定位患者,并且能够针对患者的解剖结构适当调整X射线装置的几何结构和系统参数。因此,由于为操作者提供了如由X射线源所看到的在检查区域内的患者的位置的图像,因此操作者能够确保用于自动曝光控制的曝光室被精确定位在患者的解剖结构的后面。此外,操作者能够最优地调节X射线源准直窗口以适配对象(患者的身体部位)的大小。

[0019] 在第一方面中,所述X射线源具有被配置为限制所述X射线的范围的准直器,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述X射线的范围的表示,并且其中,所述处理单元被配置为生成具有所述X射线的范围的表示的合成图像。

[0020] 换句话说,X射线源具有准直窗口,并且合成图像已经在其上叠加有对象处的准直窗口的大小的指示。以这种方式,操作者能够在检查区域内移动对象并且/或者改变准直窗口的大小,以便提供最优的照相检查。

[0021] 在第一方面中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的X射线的范围的表示的合成图像。

[0022] 换句话说,X射线源被配置为在角度和空间扩展上发射X射线,并且处理单元被配置为生成具有对象的位置处的X射线的扩展范围的表示的合成图像。因此,不仅从向操作者提供了从X射线源的角度的准直窗口的大小的指示,而且还向操作者提供了在该对象处该

窗口的大小情况。这考虑到非常靠近X射线探测器的对象或对象的部分以及距离探测器较远的对象。

[0023] 在示例中,所述X射线探测器具有至少一个曝光室,所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述至少一个曝光室的范围的表示。所述处理单元然后被配置为生成具有所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0024] 以这种方式,操作者能够确保对象(例如,患者)相对于用于自动曝光控制的曝光室被正确定位,这考虑到X射线从X射线源到探测器的实际路径,这是因为合成图像是从X射线源及其与X射线探测器的关系的角度采集的。

[0025] 在示例中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0026] 在示例中,所述X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述活跃区的范围的表示。所述处理单元然后被配置为生成具有所述活跃区的范围的表示的合成图像。

[0027] 在示例中,所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述活跃区的范围的表示的合成图像。

[0028] 在示例中,所述X射线探测器具有横轴和纵轴,并且其中,所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述横轴和/或所述纵轴的表示。所述处理单元然后被配置为生成具有所述横轴和/或所述纵轴的表示的合成图像。

[0029] 以这种方式,向操作者提供了帮助实现对对象(例如,患者)与装置的正确对准的另一种手段。

[0030] 换句话说,用于X射线探测器的对称轴能用于检查患者相对于X射线探测器是否得到良好对准。

[0031] 在示例中,所述相机被配置为采集2D图像并将所述图像提供给所述处理单元,并且其中,所述处理单元被配置为生成合成图像,包括利用所述2D图像。

[0032] 以这种方式,能够生成具有真实纹理的合成图像。

[0033] 因此,虽然深度图像能够被认为是2D图像(由于深度图像具有两个维度),但是这里采集除了深度图像以外的额外图像,该额外图像例如能够是多通道(彩色)图像或单通道(单色)图像,其中,像素值表示场景的除了深度以外的其他属性,例如:给定光谱范围内的反射光量;以及热图像。

[0034] 根据第二方面,提供了一种用于为X射线照相装置提供图像的方法(100),包括:

[0035] a) 相对于X射线探测器放置X射线源以形成用于容纳对象的检查区域,其中,基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系;

[0036] b) 将相机定位在一位置和取向处以查看所述检查区域;

[0037] c) 利用所述相机在相机空间坐标系内采集所述对象的深度图像,其中,在所述深度图像内,像素值表示针对对应像素的距离;

[0038] d) 利用处理单元使用映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换到所述参考空间坐标系,其中,已经相对于所述参考空间坐标系校准了所述相机的位置和取向,以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中

的对应空间点的映射函数；

[0039] i) 在所述参考空间坐标系内生成合成图像；并且

[0040] j) 利用输出单元来输出所述合成图像。

[0041] 在第二方面中，所述X射线源具有被配置为限制X射线的范围的准直器，并且其中，所述方法包括步骤(e)：利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成所述X射线的范围的表示，并且其中，步骤i)包括生成具有所述X射线的范围的表示的合成图像。

[0042] 在第二方面中，步骤i)包括生成具有在所述对象的位置处的所述X射线的范围的表示的合成图像。

[0043] 在示例中，所述X射线探测器具有至少一个曝光室，所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平；并且其中，所述方法包括步骤(f)：利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成所述至少一个曝光室的范围的表示，并且其中，步骤i)包括生成具有所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0044] 在示例中，所述X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区，并且其中，所述方法包括步骤(g)：利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成所述活跃区的范围的表示，并且其中，步骤i)包括生成具有所述活跃区的范围的表示的合成图像。

[0045] 根据另一方面，提供了一种控制如前所述的装置和/或系统的计算机程序单元，所述计算机程序单元在由处理单元运行时适于执行如前所述的方法的步骤。

[0046] 根据另一方面，提供了一种存储有如前所述的计算机程序单元的计算机可读介质。

[0047] 有利地，由以上任何方面提供的益处同样适用于所有其他方面，反之亦然。

[0048] 参考下文描述的实施例，上述方面和示例将变得明显并且得到阐明。

附图说明

[0049] 下面将参考以下附图来描述示例性实施例：

[0050] 图1示出了X射线照相装置的示例的示意性设置；

[0051] 图2示出了用于为X射线照相装置提供图像的方法；

[0052] 图3示出了具有被安装在X射线管支撑物上的3D相机的X射线源(X射线管)的示例；

[0053] 图4示出了具有和不具有叠加物的图像以及在一幅图像中已经经过几何校正的叠加物；并且

[0054] 图5示出了具有没有经过几何校正的叠加物的图像和已经经过几何校正的叠加物的图像。

具体实施方式

[0055] 图1示出了X射线照相装置10的示例。X射线照相装置包括X射线源20、X射线探测器30、相机40、处理单元50以及输出单元60。X射线源20被配置为相对于X射线探测器30进行放置以形成用于容纳对象的检查区域。基于X射线照相装置10的几何参数来定义参考空间坐标系。相机40被配置为被定位在以位置和取向处以查看检查区域，并且相机40被配置为在相机空间坐标系内采集深度图像，其中，在深度图像内，像素值表示针对对应像素的距离。已经相对于参考空间坐标系校准了相机的位置和取向，以产生将相机空间坐标系内的空间

点映射到参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数。相机40被配置为在相机空间坐标系内采集对象的深度图像并将该深度图像提供给处理单元50。处理单元50被配置为使用映射函数将在相机空间坐标系内的对象的深度图像变换到参考空间坐标系并在参考空间坐标系内生成合成图像。输出单元60被配置为输出合成图像。

[0056] 在示例中,映射函数将参考空间坐标系内的空间点映射到相机空间坐标系中的对应空间点。

[0057] 在示例中,用于定义参考空间坐标系的X射线照相系统的几何参数包括以下各项中的一项或多项:X射线源相对于X射线探测器的位置;与源-图像接收器距离(SID)有关的几何参数;X射线探测器的高度;X射线探测器的宽度;X射线源的高度;X射线源的宽度;X射线源的旋转角度;X射线探测器的纵向位置和横向位置;X射线源的纵向位置和横向位置;X射线探测器和/或X射线源的旋转角度(翻滚、俯仰、偏航)。以这种方式,能够在参考空间坐标系内完全定义X射线探测器,并且能够在参考空间坐标系内完全定义X射线源。

[0058] 在示例中,除了采集深度图像以外,相机还被配置为采集场景的“常规”图像,该图像是诸如R、G或B色彩空间之类颜色图像或灰度级(单色或红外)图像。在示例中,相机被配置为采集3D深度(又称范围)数据图像,并且能够使用相机系统的内部参数从深度数据图像中计算3D点坐标。在示例中,常规图像用于生成在其上示出叠加物的合成图像。使用常规图像中的像素与深度图像中的像素之间的对应关系(映射函数)。这是必需的,因为能够通过除了深度传感器以外的其他传感器来采集常规图像,并且这两者都具有不同的位置和取向。然而,这是计算机视觉和当今3D相机系统中的标准问题,并且该映射能够由3D相机系统的制造商提供。然而,在示例中,常规图像是由不是3D视频相机系统的固定元件的常规相机采集的,在这种情况下,需要计算一次该映射函数,这被称为对相机系统的校准。还应当注意,可以使用一幅以上的额外常规图像,例如,RGB图像和红外图像。

[0059] 因此,相机能够采集单幅深度图像,并且能够从该深度图像中采集3D点,这意味着能够计算这些点的3D空间坐标。该图像内对象的3D点坐标能够用于实现从相机空间坐标系到参考空间坐标系的变换。此外,深度图像和计算出的3D点能够用于使用例如点云来提供3D点的表示。因此,实际上,深度图像能够用于提供3D图像。然后能够使用该3D图像的2D投影在参考空间坐标系中生成合成图像。替代地,相机能够在采集深度图像的同时采集第二2D图像(常规图像)。如上所述,深度图像用于实现从相机空间坐标系到参考空间坐标系的变换,而常规图像用于(例如从X射线源的角度)在参考空间坐标系中生成合成图像,在该合成图像上能够示出例如叠加物。

[0060] 通常,这需要在相机系统中集成两个不同的传感器。仅在红外情况下能够仅有单个传感器。

[0061] 在示例中,相机使用飞行时间技术(例如,LIDAR)来确定3D图像。在示例中,相机使用结构化光来确定3D图像。在示例中,术语“相机”实际上是指一起使用以提供3D图像的两个或更多个2D相机,例如,立体系统。

[0062] 根据示例,X射线源具有被配置为限制X射线的范围的准直器,并且其中,处理单元被配置为在参考空间坐标系内生成X射线的范围的表示。处理单元然后被配置为生成具有X射线的范围的表示的合成图像。

[0063] 根据示例,处理单元被配置为生成具有在对象的位置处的X射线的范围的表示的

合成图像。

[0064] 根据示例,X射线探测器具有至少一个曝光室,该至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平,并且其中,处理单元被配置为在参考空间坐标系内生成至少一个曝光室的范围的表示。处理单元然后被配置为生成具有至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0065] 根据示例,处理单元被配置为生成具有在对象的位置处的至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0066] 根据示例,X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区,并且其中,处理单元被配置为在参考空间坐标系内生成活跃区的范围的表示。处理单元然后被配置为生成具有活跃区的范围的表示的合成图像。

[0067] 根据示例,处理单元被配置为生成具有在对象的位置处的活跃区的范围的表示的合成图像。

[0068] 根据示例,X射线探测器具有横轴和纵轴,并且其中,处理单元被配置为在参考空间坐标系内生成横轴和/或纵轴的表示。处理单元然后被配置为生成具有横轴和/或纵轴的表示的合成图像。

[0069] 根据示例,相机被配置为采集2D图像并将该图像提供给处理单元。处理单元然后被配置为生成合成图像,包括利用2D图像。

[0070] 在示例中,2D图像是单色图像。在示例中,2D图像是彩色图像。

[0071] 图2以基本步骤示出了用于为X射线照相装置提供图像的方法100。

[0072] 方法100包括:

[0073] 在放置步骤110(也被称为步骤(a))中,相对于X射线探测器30放置X射线源20以形成用于容纳对象的检查区域,其中,基于X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系。

[0074] 在定位步骤120(也被称为步骤(b))中,将相机40定位在一位置和取向处以观看检查区域;

[0075] 在采集步骤130(也被称为步骤(c))中,利用相机在相机空间坐标系内采集对象的深度图像,其中,在该深度图像内,像素值表示针对对应像素的距离;

[0076] 在变换步骤140(也被称为步骤(d))中,利用处理单元50使用映射函数将在相机空间坐标系内的对象的深度图像变换到参考空间坐标系,其中,已经相对于参考空间坐标系校准了相机的位置和取向,以产生将相机空间坐标系内的空间点映射到参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数;

[0077] 在生成步骤150(也被称为步骤(i))中,在参考空间坐标系内生成合成图像;并且

[0078] 在输出步骤160(也被称为步骤(j))中,利用输出单元60来输出合成图像。

[0079] 根据示例,X射线源具有被配置为限制X射线的范围的准直器。并且其中,该方法包括步骤(e):利用处理单元在参考空间坐标系内生成170X射线的范围的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有X射线的范围的表示的合成图像。

[0080] 根据示例,步骤i)包括生成具有在对象的位置处的X射线的范围的表示的合成图像。

[0081] 在示例中,生成X射线的范围的表示包括利用射线跟踪算法。

[0082] 根据示例,X射线探测器具有至少一个曝光室,该至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平;并且其中,该方法包括步骤(f):利用处理单元在参考空间坐标系统内生成180至少一个曝光室的范围的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0083] 在示例中,步骤i)包括生成具有在对象的位置处的至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。

[0084] 在示例中,生成至少一个曝光室的范围的表示包括利用射线跟踪算法。

[0085] 根据示例,X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区,并且其中,该方法包括步骤(g):利用处理单元在参考空间坐标内生成190活跃区的范围的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有活跃区的范围的表示的合成图像。

[0086] 在示例中,步骤i)包括生成具有在对象的位置处的活跃区的范围的表示的合成图像。

[0087] 在示例中,生成活跃区的范围的表示包括利用射线跟踪算法。

[0088] 在示例中,X射线探测器具有横轴和纵轴,并且其中,该方法包括步骤(h):利用处理单元在参考空间坐标系内生成200横轴和/或纵轴的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有横轴和/或纵轴的表示的合成图像。

[0089] 在示例中,相机被配置为采集2D图像,并且该方法包括将该图像提供给处理单元,并且其中,步骤i)包括利用2D图像。

[0090] 现在结合图3-5来更详细地描述X射线照相装置和用于为X射线照相装置提供图像的方法。

[0091] 能够采集3D图像的深度相机、3D计算机视觉方法和显示器用于根据以下步骤向操作者示出具有高几何准确度的增强现实合成图像:

[0092] 对以适当帧速率提供深度数据和常规视频数据的深度相机进行定位,以便(例如在准直器的顶部)以最小程度的阻挡对检查区进行成像。图3中示出了被安装在X射线源(X射线管)上的3D相机(深度相机)的示例。

[0093] 已经相对于照相系统的几何形状校准了相机的位置和取向。该流程结合照相系统的几何参数的实时值而产生映射函数,该映射函数允许将点坐标从相机坐标系变换到X射线参考坐标系。

[0094] 在下一步骤中,使用已知的计算机视觉方法和上面获得的坐标变换来重建合成图像,该合成图像示出患者以及探测器的例如曝光室、准直窗口和活跃区的几何准确的位置和形状(作为叠加物)。

[0095] 因此,根据深度图像来重建从X射线源看到的合成图像,但是也能够重建从其他有利点看到的合成图像,而不必要求是从X射线源看到的合成图像。通过以X射线源为中心应用中心投影,在场景中生成叠加物。

[0096] 也能够根据深度图像来生成表示患者在X射线探测器上的投影的合成图像。然后通过计算被投影在X射线探测器平面上的不同图案的大小、形状和位置来生成叠加物。

[0097] 在显示器上向操作者示出增强现实合成图像。能够使用不同的颜色来表示不同的叠加物类型中的每种叠加物类型。

[0098] 图4示出了针对曝光室和准直窗口的能够使用由3D相机捕获的深度数据生成的叠

加物的示例。在图4中示出了三幅图片。左侧图片示出了由3D相机采集的图像。在中间图像中,示出了在没有应用所提出的映射函数的情况下从3D相机的角度(即,在相机空间坐标系中)查看的曝光室和准直窗口的叠加物。在右侧图片中,已经基于根据对相机的校准和X射线照相装置的几何参数导出的映射函数几何校正了叠加物,现在将经几何校正的叠加物精确定位在正确的像素位置。

[0099] 图5示出了具有准直的叠加物的两幅图像,其中,左侧图像是准直没有经过校正的图像,而右侧图像是准直经过了校正的图像。左侧图像示出了从相机看到的3D场景。由于相机被定位在X射线源的侧面,因此准直叠加物(被投影到对象背部的矩形)的位置和大小取决于到X射线源(其被选择作为参考)的距离。这由两个不同的矩形表示。在从相机空间坐标系变换到参考空间坐标系之后,如右侧图像所示,现在示出了从X射线源看到的3D场景。现在,准直叠加物的位置和大小与X射线源(其被选择作为参考)的距离无关,并且进一步准确匹配使用投光器获得的位置和大小。

[0100] 相机校准

[0101] 通常,期望在相对于检查室或者相对于医学成像系统或X射线照相装置指定的坐标系中表达3D点的坐标。在下文中,与相机空间坐标系相反,该参考空间坐标系被称为“世界”坐标系。

[0102] 外部相机参数描述了从世界坐标系中的3D点 P_w 到相机坐标系中的3D点 P_c 变换。这些参数由下式给出:

$$[0103] P_w = \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix}$$

$$[0104] P_c = \begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix}$$

[0105] R和T表示定义外部相机参数的旋转和平移,它们具有以下关系:

$$[0106] \begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} + T$$

[0107] 平移向量T能够被看作是以相机坐标系表示的世界坐标系的原点的坐标。旋转矩阵的每列表示沿着世界坐标系的主轴定向的单位向量的(在相机坐标系中的)坐标。

[0108] 为了确定针对给定相机的位置和取向的外部参数,能够使用以下方法。在这种方法中,假定已经知道定义图像坐标中的2D点到相机坐标中的3D点的映射的相机的内部参数。能够使用已知的方法例如基于棋盘图案的图像来计算这些参数。示例参见:http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/calib3d/camera_calibration/camera_calibration.html。

[0109] 首先,利用相机来采集已知对象的深度图像。在该图像中,确定具有在世界坐标系中的已知坐标的多个校准点。这些点能够例如被定位在世界坐标系的特定的已知位置处,例如,探测器前盖的拐角。这些校准点构成了包括N对(P_c^i, P_w^i) (其中, $0 \leq i < N$) 的校准数据

集,从而得到了 $P_c^i = R \cdot P_w^i + T$ 类型的N个方程的组。然后能够针对旋转矩阵R和平移向量T的未知系数来求解该线性系统。计算算法的示例能够在以下文献中找到:Berthold K.P.Horn的“Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions”(J.Opt.Soc.Am.A.,第4卷,第4期,第629-642页,1987年)。

[0110] 如果使用大于3的数字N(系统被超额确定)并且校准点不是共面的,则能够获得增强的鲁棒性。

[0111] 也能够使用其他方法。例如,代替使用一组定义明确的校准点,能够使用描述世界坐标的点云,例如,具有已知图案的参考3D对象(例如:探测器前盖的部分)。首先,使用例如边缘检测器从所采集的图像中提取可能被定位在参考对象上的候选校准点。然后,能够使用如下的迭代最近点算法来计算这些候选校准点与世界坐标中的参考3D点云之间的匹配以及未知的旋转矩阵R平移向量T,该迭代最近点算法在Rusinkiewicz等人(Szymon Rusinkiewicz和Marc Levoy)的“Efficient Variants of the ICP algorithms”(3D数字成像和建模(3DIM)国际会议,2001年)中有描述。

[0112] 在另一示例性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序单元,其特征在于,其被配置为在适当的系统上运行根据前述实施例之一的方法的方法步骤。

[0113] 因此,计算机程序单元可以被存储在计算机单元中,该计算机程序单元也可以是实施例的部分。该计算单元可以被配置为执行或引起对上述方法的步骤的执行。此外,该计算单元可以被配置为操作上述装置和/或系统的部件。该计算单元能够被配置为自动操作和/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工作存储器中。因此,可以装备数据处理器来执行前述实施例之一的方法。可以将计算机程序或输出单元集成到成像系统或导航系统中。

[0114] 本发明的该示例性实施例覆盖从一开始就使用本发明的计算机程序,以及借助于将现有程序更新转换为使用本发明的程序的计算机程序二者。

[0115] 另外,计算机程序单元可以能够提供所有必要步骤以完成如上所述的方法的示例性实施例的流程。

[0116] 根据本发明的另外的示例性实施例,提出了一种计算机可读介质,例如,CD-ROM、USB盘等,其中,该计算机可读介质具有被存储于所述计算机可读介质上的计算机程序单元,所述计算机程序单元由前面的章节所描述。

[0117] 计算机程序可以被存储和/或分布在合适的介质上,例如,与其他硬件一起或作为其他硬件的部分供应的光学存储介质或固态介质,但是也可以以其他形式分布,例如,经由互联网或其他有线或无线的电信系统分布。

[0118] 然而,计算机程序也可以存在于网络(如万维网)上,并且能够从这样的网络被下载到数据处理器的工作存储器中。根据本发明的另外的示例性实施例,提供了用于使计算机程序单元可用于下载的介质,所述计算机程序单元被布置为执行根据本发明的先前描述的实施例中的一个实施例的方法。

[0119] 本公开的多个实例被列举如下:

[0120] 实例1.一种X射线照相装置(10),包括:

[0121] X射线源(20);

[0122] X射线探测器(30);

- [0123] 相机(40)；
[0124] 处理单元(50)；以及
[0125] 输出单元(60)；
[0126] 其中，所述X射线源被配置为相对于所述X射线探测器进行放置以形成用于容纳对象的检查区域，其中，所述X射线源具有被配置为限制X射线的范围的准直器；
[0127] 其中，基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系；
[0128] 其中，所述相机被配置为被定位在一位置和取向处以查看所述检查区域，并且所述相机被配置为在相机空间坐标系内采集深度图像，其中，在所述深度图像内，像素值表示针对对应像素的距离；
[0129] 其中，已经相对于所述参考空间坐标系校准了所述相机的位置和取向，以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数；
[0130] 其中，所述相机被配置为在所述相机空间坐标系内采集所述对象的深度图像并将所述深度图像提供给所述处理单元；
[0131] 其中，所述处理单元被配置为使用所述映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换到所述参考空间坐标系并在所述参考空间坐标系内生成合成图像；
[0132] 其中，所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述X射线的范围的表示，并且其中，所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述X射线的范围的表示的合成图像；
[0133] 其中，所述输出单元被配置为输出所述合成图像。
[0134] 实例2.根据实例1所述的装置，其中，所述X射线探测器具有至少一个曝光室，所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平，并且其中，所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述至少一个曝光室的范围的表示，并且其中，所述处理单元被配置为生成具有所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。
[0135] 实例3.根据实例2所述的装置，其中，所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。
[0136] 实例4.根据实例1-3中的任一项所述的装置，其中，所述X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区，并且其中，所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述活跃区的范围的表示，并且其中，所述处理单元被配置为生成具有所述活跃区的范围的表示的合成图像。
[0137] 实例5.根据实例4所述的装置，其中，所述处理单元被配置为生成具有在所述对象的位置处的所述活跃区的范围的表示的合成图像。
[0138] 实例6.根据实例1-5中的任一项所述的装置，其中，所述X射线探测器具有横轴和纵轴，并且其中，所述处理单元被配置为在所述参考空间坐标系内生成所述横轴和/或所述纵轴的表示，并且其中，所述处理单元被配置为生成具有所述横轴和/或所述纵轴的表示的合成图像。
[0139] 实例7.根据实例1-6中的任一项所述的装置，其中，所述相机被配置为采集2D图像并将所述图像提供给所述处理单元，并且其中，所述处理单元被配置为生成合成图像，包括利用所述2D图像。

- [0140] 实例8.一种用于为X射线照相装置提供图像的方法(100),包括:
- [0141] a) 相对于X射线探测器(30)放置(110)X射线源(20)以形成用于容纳对象的检查区域,其中,所述X射线源具有被配置为限制X射线的范围的准直器,其中,基于所述X射线照相装置的几何参数来定义参考空间坐标系;
- [0142] b) 将相机(40)定位(120)在一位置和取向处以查看所述检查区域;
- [0143] c) 利用所述相机在相机空间坐标系内采集(130)所述对象的深度图像,其中,在所述深度图像内,像素值表示针对对应像素的距离;
- [0144] d) 利用处理单元(50)使用映射函数将在所述相机空间坐标系内的所述对象的所述深度图像变换(140)到所述参考空间坐标系,其中,已经相对于所述参考空间坐标系校准了所述相机的位置和取向,以产生将所述相机空间坐标系内的空间点映射到所述参考空间坐标系中的对应空间点的映射函数;
- [0145] e) 利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(170)所述X射线的范围的表示;
- [0146] i) 在所述参考空间坐标系内生成(150)具有在所述对象的位置处的所述X射线的范围的表示的合成图像;并且
- [0147] j) 利用输出单元来输出(160)所述合成图像。
- [0148] 实例9.根据实例8所述的方法,其中,所述X射线探测器具有至少一个曝光室,所述至少一个曝光室被配置为测量X射线的曝光水平;并且其中,所述方法包括步骤(f):利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(180)所述至少一个曝光室的范围的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有所述至少一个曝光室的范围的表示的合成图像。
- [0149] 实例10.根据实例8-9中的任一项所述的方法,其中,所述X射线探测器具有被配置为探测X射线的活跃区,并且其中,所述方法包括步骤(g):利用所述处理单元在所述参考空间坐标系内生成(190)所述活跃区的范围的表示,并且其中,步骤i)包括生成具有所述活跃区的范围的表示的合成图像。
- [0150] 实例11、一种用于控制根据实例1-7中的任一项所述的装置的计算机程序单元,所述计算机程序单元在由处理器运行时被配置为执行根据实例8-10中的任一项所述的方法。
- [0151] 必须注意,本发明的实施例是参考不同主题来描述的。尤其地,一些实施例是参考方法型权利要求来描述的,而其他实施例是参考装置型权利要求来描述的。
- [0152] 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。

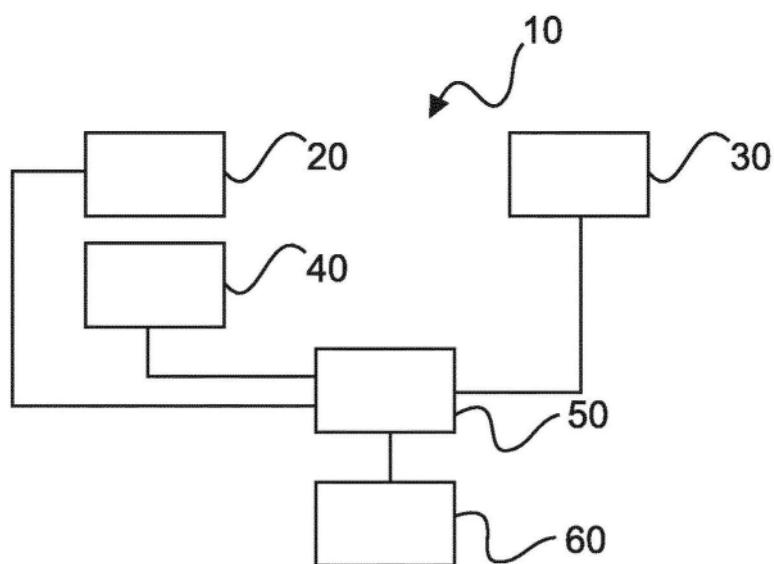


图1

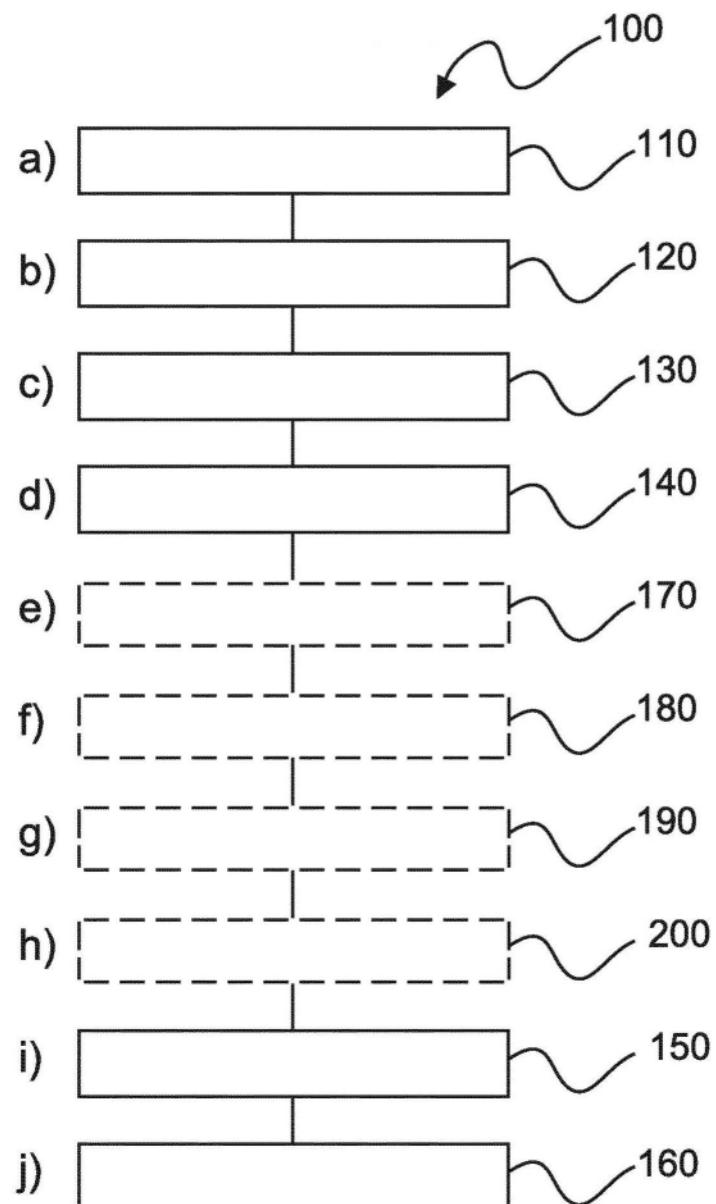


图2

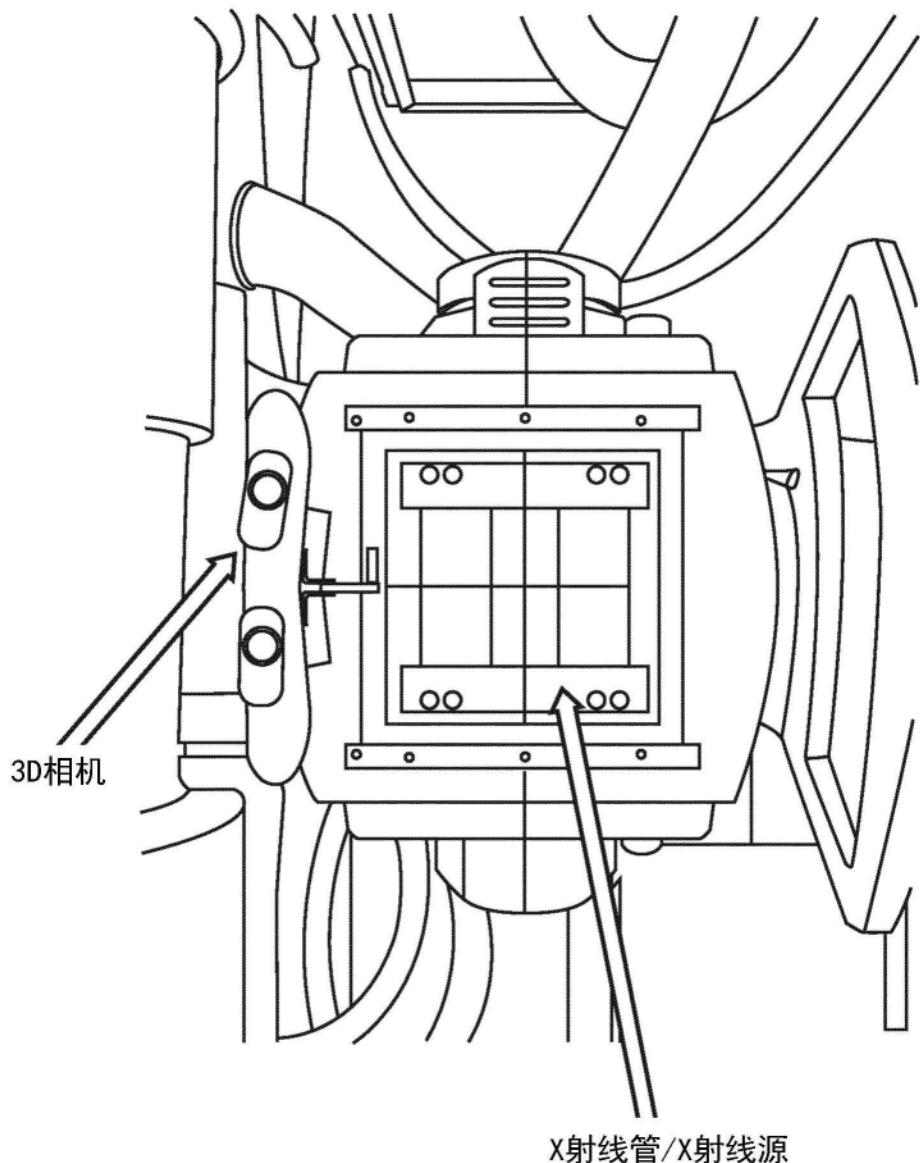


图3

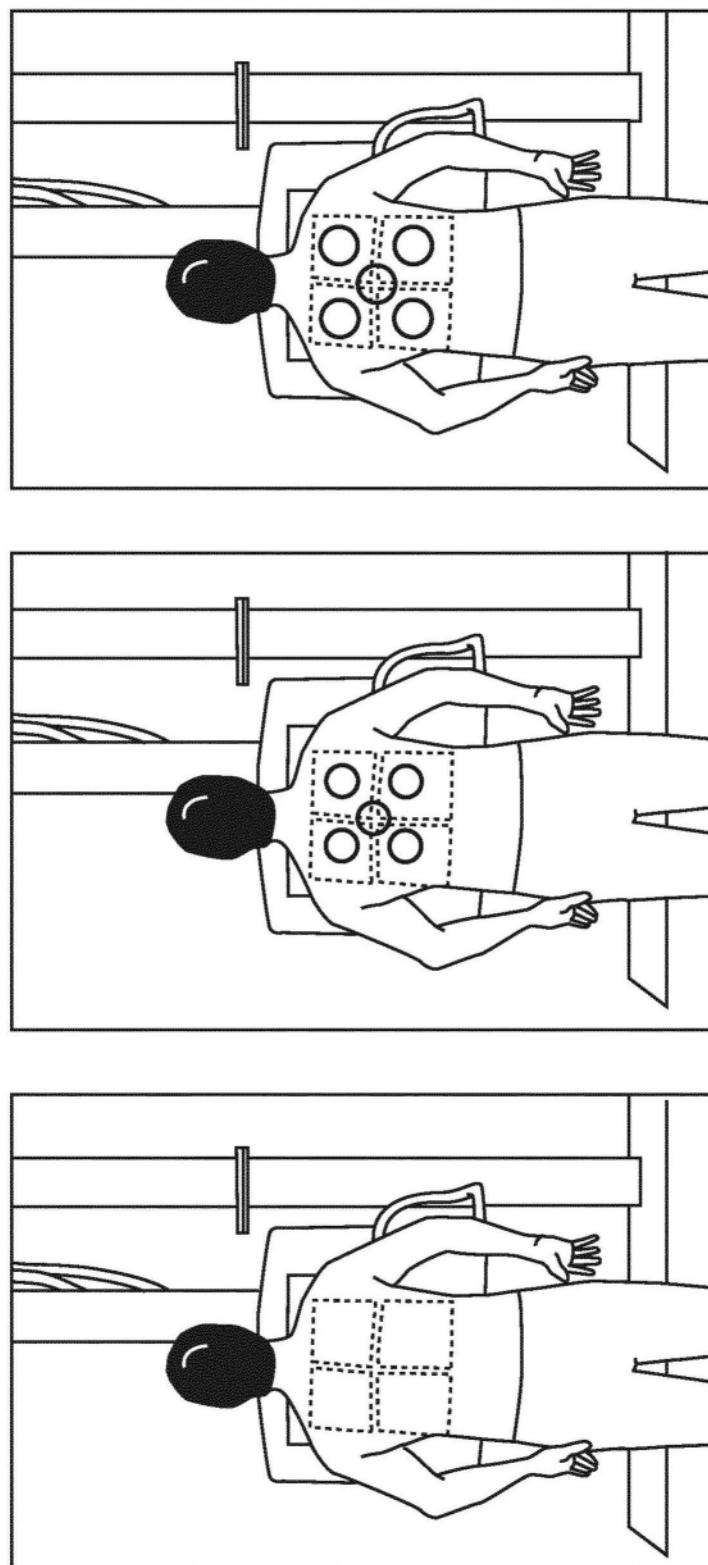


图4

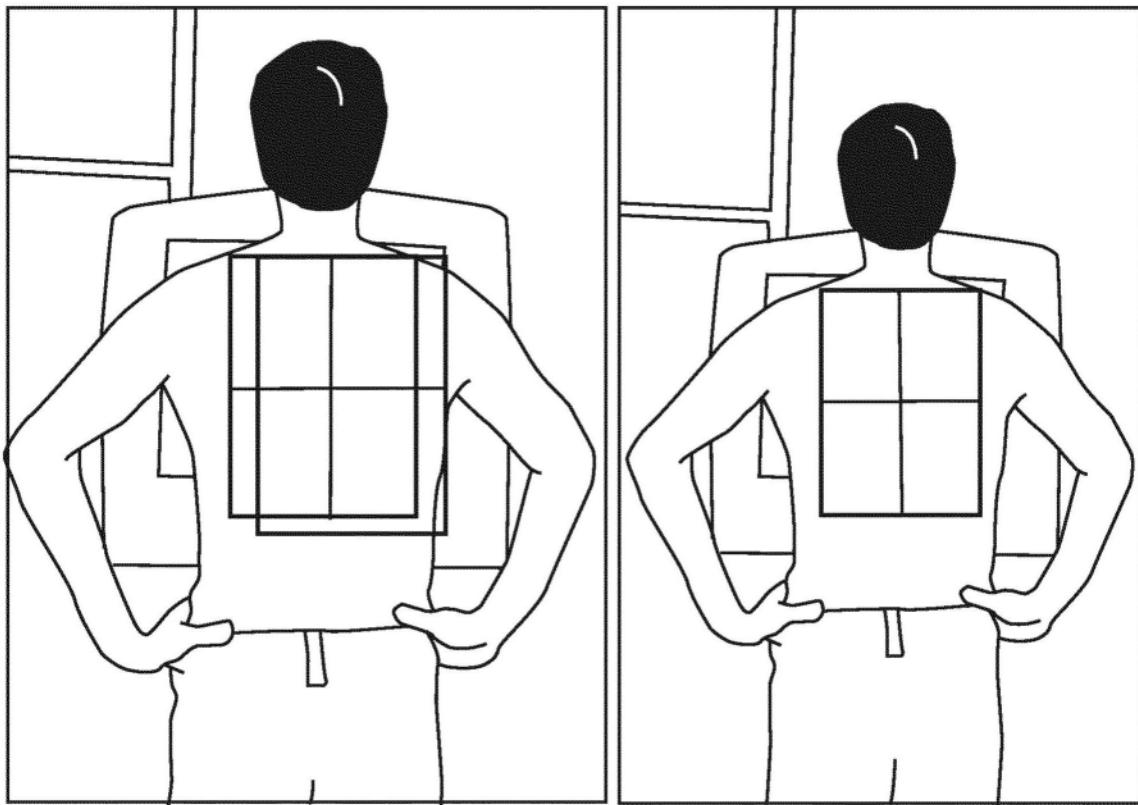


图5