



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111655152 A

(43)申请公布日 2020.09.11

(21)申请号 201880087616.3

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2018.12.28

代理人 孟杰雄

(30)优先权数据

17/01389 2017.12.28 FR

(51)Int.Cl.

A61B 6/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/097126 2018.12.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/129879 FR 2019.07.04

(71)申请人 塔莱斯公司

地址 法国库尔布瓦

(72)发明人 S·戈杰斯 G·伯纳德

Y·古纳德

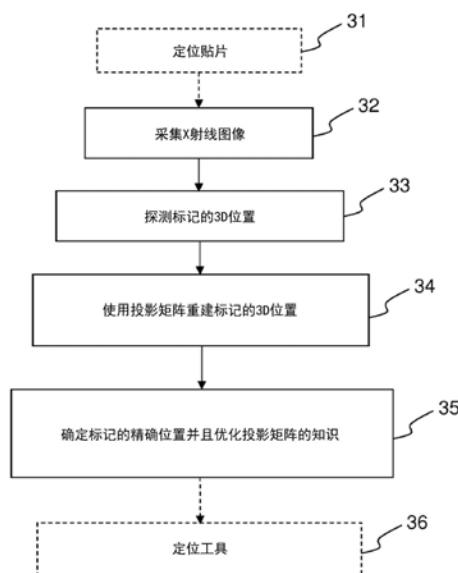
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于校准X射线成像系统的方法和系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于在使用期间计算X射线成像系统的几何参数的方法,要观察的对象或患者被放置在X射线源与已经穿过对象或患者的X射线的探测器之间,其特征在于,其至少包括以下步骤:探测在所述对象或所述患者上或接近于所述对象的至少一个标记,所述标记具有未知3D位置;采集针对成像系统的多个视点的多幅2D图像,(32);探测所采集的2D图像中的每幅中的至少一个标记的位置,(33);估计对应于各个视角处的对象的投影的投影矩阵并且基于所述投影矩阵的估计在3D中重建标记的位置,(34、35)。



1. 一种用于在操作期间计算X射线成像系统的几何参数的方法,要观察的对象或患者(20)被定位在所述X射线源与探测已经穿过所述对象或所述患者的X射线的X射线探测器之间,其特征在于,所述方法至少包括以下步骤:

使用具有初始未知3D位置的至少一个标记,

采集针对所述成像系统的多个视点的多幅2D图像(32),

探测至少一个标记在所采集的2D图像中的每幅2D图像中的位置(33),

估计对应于不同视角处的所述对象的投影的投影矩阵并且根据对所述投影矩阵的所述估计在3D中重建标记的所述位置(34、35)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法包括离线校准步骤以便计算初始投影矩阵。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,初始投影矩阵是使用所述系统的取向传感器或者定位传感器来计算的。

4. 根据权利要求1至3中的一项所述的方法,其特征在于,所述标记被包含在被定位在所述患者或所述对象上或者在所述患者或所述对象附近的粘合贴片中,所述粘合贴片被定义如下:

粘合带,

分布在所述贴片的表面上的一组辐射不透明标记,

耐流体外部表面。

5. 根据权利要求1至3中的一项所述的方法,其特征在于,所述标记被分布在贴片上从而覆盖所述贴片的整个表面。

6. 根据权利要求1至4中的一项所述的方法,其特征在于,利用被集成到可伸展织物中的标记。

7. 根据权利要求1至5中的一项所述的方法,其特征在于,利用在覆盖要重建的患者的部分之前分布在整个压缩衣上的小标记。

8. 根据权利要求1至3中的一项所述的方法,其特征在于,利用至少一个解剖标记。

9. 根据权利要求1至3中的一项所述的方法,其特征在于,利用被植入在所述患者的解剖结构中的至少一个辐射不透明标记,所述解剖结构诸如是骨骼。

10. 根据权利要求1至9中的一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括使用所述系统的几何特征以便重建3D图像的步骤。

11. 一种用于在操作期间计算X射线成像系统的几何参数的设备,要观察的对象或患者(20)被定位在所述X射线源与探测已经穿过所述对象或所述患者的X射线的X射线探测器之间,其特征在于,所述设备包括至少一个处理设备(17),所述至少一个处理设备包括被配置为执行根据权利要求1至10中的一项所述的方法的步骤的处理器(18)。

用于校准X射线成像系统的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在操作期间确定用于根据由X射线成像系统采集的图像重建三维(3D)图像的系统的几何特征的方法和系统。因此,本发明允许X射线成像系统的在线校准。

背景技术

[0002] 几何特征在C型臂设备的旋转采集期间估计。

[0003] 使用移动放射学系统来执行外科手术或者介入流程是常见的。这些系统(还被称为移动C型臂(或块放大器))允许外科医师采集介入期间的X射线图像并且监测由外科医师以尽可能无创的方式实时使用的工具(导管、针、假体等)的位置。这些系统中大多数使得能够利用每秒三十幅图像的视频图像流获得二维图像。从业者然后使用这些图像在思想上重建患者的形态以便将工具精确地定位在要实时操作的区域中。最近,更复杂的系统已经出现并且使得能够采集由外科医师在介入期间使用的工具的3D图像。放射学系统出于获得一组二维2D图像的目的关于患者执行旋转。这些2D图像然后由重建算法处理,从而允许获得3D体积图像。为了重建图像,算法需要针对每幅2D图像知道C型臂的确切几何结构,也就是说,探测器和X射线源相对于患者的位置。系统在本目的下每六个月或每年被用于在设备的预防性维护阶段期间离线校准C型臂。

[0004] 专利US6510241描述了一种用于校准放射学装置的方法,其中,要成像的对象周围的虚拟体积被生成并且分解为体素(3D像素)。方法包括采集一组编号投影二维图像的步骤,并且三维图像根据投影图像来重建。

[0005] 专利US6320928描述了一种图像重建方法,其中,针对围绕对象旋转的相机的各个位置采集对象的多幅二维数字图像。投影图像在包含对象的体积中校准并且划分成其空间坐标在所选择的校准参考系中识别的体素。

[0006] 专利US6049582涉及一种用于包括成像源和成像平面的成像系统中的3D重建的C型臂设备校准方法,其使用平面变换来链接体素空间中的体素和成像平面中的像素。

[0007] 专利申请EP3141187涉及一种用于几何校准X射线成像设备的校准图表,所述X射线成像设备旨在通过基于所述对象的二维投影的重建来生成对象的三维图像。校准图表包括装备有标记的体积支撑体,所述标记具有提供相对于体积支撑体的对比度的放射学吸收度,所述标记被分布在三维图案中。标记被分布到分布在相应的基本上平行直线中的标记的子集中,使得交比的序列能够根据标记的相应子集来构建。交比的每个序列包括针对每个四组(quadruplet)标记的单个交比,其中,标记根据沿着其被对准的直线的相应标记的排名号在第一预定义方向上以一顺序来排序,所述顺序对所有交比是公共的,并且当标记的子集包括至少五个标记时,交比的相应序列中的交比的顺序跟随对交比的所有序列而言公共的预定义规则。

[0008] 这些系统假定旋转采集对于C型臂的“离线”确定的几何结构而言足够可再现以适用于在外科手术介入期间采集的图像。

[0009] 系统的机械学已经改进以便在2D图像的旋转采集期间使拱形稳定化。然而,这些改进(机械间隙(play)的降低、更硬部件的使用等)导致更繁重的设备。此外,对现有设备做出修改不总是简单的事情。

[0010] 来自现有技术的方法提出在线校准。

[0011] 第一方法基于标记的使用。校准图表在介入期间定位在患者上或旁边。这使得能够精确地在线估计设备的几何结构,而不必担心测量条件的可再现性质。专利申请US 201000284601描述了这样的方法。

[0012] 然而,出于下面解释的原因,使用图表的从现有技术已知的方法在外科手术使用或具有等效使用约束的其他应用的背景下不是最佳的:

[0013] 图表必须精确产生以便点的3D位置精确已知,其表示成本,

[0014] 当患者存在时,图表自己可能庞大并且难以使用,

[0015] 图表应当必须无菌化,因为其使用在无菌环境中,并且必须在其使用之前和之后经历化学/热处理。

[0016] 第二类型的图像重建方法基于使用图像。这些方法利用图像的解剖内容以便执行3D图像重建和几何校准两者。

[0017] 在专利EP2868277中,所述方法使用标记,但是所述标记的3D位置必须精确已知以便确定几何参数。

[0018] 本发明基于使用自粘标记而不必知道标记的3D位置的新颖方法。

发明内容

[0019] 本发明涉及一种用于在操作期间计算X射线成像系统的几何参数的方法,要观察的对象或患者被定位在所述X射线源与探测已经穿过所述对象或所述患者的X射线的X射线探测器之间,其特征在于,所述方法至少包括以下步骤:

[0020] 使用至少一个标记,所述标记初始具有未知3D位置,

[0021] 采集针对所述成像系统的多个视点的多幅2D图像,

[0022] 探测至少一个标记在所采集的2D图像中的每幅2D图像中的位置,

[0023] 估计对应于不同视角处的所述对象的投影的投影矩阵并且根据所述投影矩阵的所述估计在3D中重建标记的所述位置。

[0024] 所述方法可以包括离线校准步骤以便初始地计算确定几何参数的最后步骤中使用的校准矩阵。

[0025] 在另一变体中,所述初始投影矩阵是使用所述系统的取向传感器或者定位传感器来计算的。

[0026] 所述标记可以插入或包含在定位在患者或对象上或在患者或对象附近的贴片中,并且使用的贴片是例如如下定义的粘合贴片:

[0027] 将被附着到对象或患者的粘合带,

[0028] 分布在贴片的表面上的一组辐射不透明标记,

[0029] 耐流体外部表面。

[0030] 将标记分布在贴片上从而覆盖贴片的整个表面是可能的。

[0031] 另一可能性在于使用在覆盖要重建的区域之前分布在整个压缩衣上的小标记。

[0032] 另一变体在于使用一个或多个解剖标记否则使用在患者的解剖结构中(例如,在骨骼中)植入的辐射不透明标记。

[0033] 所述方法可以包括使用所述系统的解剖特征来重建3D图像的步骤。

附图说明

[0034] 在阅读通过附图旁边的完全非限制性说明提供的示范性实施例的描述之后,本发明的其他特征和优点将变为更清楚地显而易见,其中:

[0035] 图1示出了示出在位置中的患者的示图;

[0036] 图2示出了定位在患者上的贴片的范例;并且

[0037] 图3示出了由根据本发明的方法实施的步骤的序列。

具体实施方式

[0038] 图1图示了允许从业者实时跟踪在外科手术介入期间他正使用的工具的位置的设备的范例。设备包括成像系统,其包括X射线源10和X射线探测器11。设备包括支撑第一端12₁处的X射线源和第二端12₂处的X射线探测器的拱形12或C型臂。拱形或C型臂12通过保持部分14保持在框架13上。

[0039] 经由垂直部分16附接到框架13并且附接到拱形的保持部分14的水平引导15允许拱形在平移中水平运动,箭头 \vec{H} 。

[0040] 保持部分14允许C型臂12执行沿着箭头 \vec{R} 的“轨道旋转”移动。

[0041] 部分14和拱形的旋转由沿着箭头 \vec{A} 的角旋转反映。

[0042] 垂直移动由引导和垂直部分的水平平移移动产生。

[0043] 允许上述旋转移动的系统的各个元件之间使用的密封是本领域技术人员已知的并且将不描述。同样地,放射学系统的前述移动是本领域技术人员已知的。

[0044] 设备还包括处理设备17,其包括处理器18,处理器18被配置为执行根据本发明的方法的步骤,以便由外科医师确定在介入期间的设备的几何特征。设备可以包括外科医师能够实时查看工具的位置的屏幕19。

[0045] 设备还装备有取向传感器22或者定位传感器23。

[0046] 患者20被定位在操作台21上。图2概括了标记被并入或者集成到贴片中的方法的一个示范性实施方式。

[0047] 贴片30被定位在身体的上部中并且包括至少一个标记q。贴片的坐标或者贴片的位置是初始未知的。使用一个或多个贴片来实施根据本发明的方法是可能的。

[0048] 图3图示了在标记被集成到贴片中的情况下由根据本发明的方法实施的步骤的序列的范例。

[0049] 步骤1

[0050] 包含辐射不透明标记的一个或多个贴片30附着到患者或对象20的皮肤,例如接近于要操作的区域,31。这将允许从业者精确获得其必须操作的器官的重建。

[0051] 步骤2

[0052] 多幅2D图像针对各个视点被采集以便执行3D重建,32。X射线源和探测器围绕要成像的身体20移动从而在不同视角处执行身体的多个投影。因此执行的投影将被用于重建成

像身体的三维图像。

[0053] 步骤3

[0054] 在贴片30中包含的辐射不透明标记在X射线探测器处采集的每幅2D图像处探测并且从一幅图像配对到另一图像,33。几何或者辐射测量相似性准则被用于对标记进行配对。

[0055] 步骤4

[0056] 标记的3D重建使用投影矩阵的第一估计执行,34。这些投影矩阵 M_i 可以在初步离线校准期间执行或者基于系统的位置传感器来预测。这些 4×3 投影矩阵使得能够将3D空间(例如,相对于陆地参考系)中的对象或患者的每个点与其到链接到探测器的平面2D探测器上的投影匹配。

[0057] 在该配对步骤的结尾处,获得标记的3D位置的第一估计。

[0058] 步骤5

[0059] 标记的3D位置和投影矩阵的知识然后迭代地微调,35。联合估计几何参数,特别地投影矩阵和标记的3D位置,同时使下文阐述的准则最小化。

[0060] 让存在一组 N 个投影并且因此 N 个矩阵要确定。让存在一组 L 个点要重建,并且准则通过以下内容给出:

$$[0061] \quad X, M = \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L \|M_i X_j - q_{ij}\|$$

[0062] 其中

[0063] q_{ij} 指代由系统获得的图像 i 中探测的编号 j 的标记的2D坐标,

[0064] X 是要重建的一组 L 个3D点, X_j 是编号 j 的点,

[0065] M 是一组 N 个投影矩阵, M_i 是图像 i 的投影矩阵。

[0066] 在该步骤35的结尾处,能够精确地重建对应的3D图像。

[0067] 因此获得的3D图像可以被用于允许从业者进行操作期间精确地定位其工具,36。

[0068] B. trigs, PF Mc Lauchlan, RI Hartley的题为“Bundle adjustment-a modern synthesis”(International Workshop on Vision Algorithms, Corfu, Greece, September 21-22, 1999 Proceedings)的文档中描述了束调节方法的一般原理。

[0069] 可以使用采取如通过执行输入处的方法所确定的标记的坐标以便从其推断设备的几何参数的任何其他算法。

[0070] 根据一个变体实施例,方法包括导致C型臂的不精确的几何结构的初步离线校准步骤。产生于“离线”校准的校准矩阵在第四步中使用以便执行第一重建。

[0071] 在贴片上使用的标记例如是球形标记以便促进探测。其还可以具有呈现关于旋转对称轴的旋转对称的形状。

[0072] 包含标记的一个或多个贴片可以粘合地直接结合到患者或者定位为接近于要成像的区域。

[0073] 在粘合贴片的情况下,使用如下定义的贴片是可能的:

[0074] 在对重建3D图像有用的2D图像的采集之前将附着到患者或对象的皮肤的粘合带,

[0075] 分布在贴片的表面上的一组辐射不透明标记,

[0076] 耐水、血液和摩擦的外部表面,保护贴片免受其环境影响。外部表面例如由塑料制

成。

[0077] 自粘合贴片可以是一次性的。

[0078] 标记例如被分布以便覆盖贴片的整个表面。

[0079] 贴片和标记组件具有例如大约1mm的厚度和4x14 cm的近似大小。

[0080] 标记可以集成到可伸展织物或者“医学松紧服”中。小标记(例如,不透明珠)例如在覆盖要重建的组件(例如,患者的部分)之前分布在整个压缩衣上。然后,同时一方面使用第四步中获得的信息校准设备并且另一方面重建要重建的对象的包络(3D表面)是可能的。该包络将先验被用于3D重建。

[0081] 根据一个变体实施例,方法将使用对应于存在于图像中的感兴趣点的一个或多个解剖标记(人体的特性和辐射不透明部分)。标记将使用本领域技术人员已知的图像处理操作从图像提取。在该变体实施例中,方法将不执行定位贴片的步骤31。第一步将在于采集X射线图像。

[0082] 在一些情况下,将包含在贴片中的标记和解剖标记相关联将是可能的,后者能够植入在患者的身体中,例如,在骨骼中。

[0083] 根据本发明的方法还使得能够使用一个或多个标记校准C型臂设备,这些标记的位置初始是未知的。

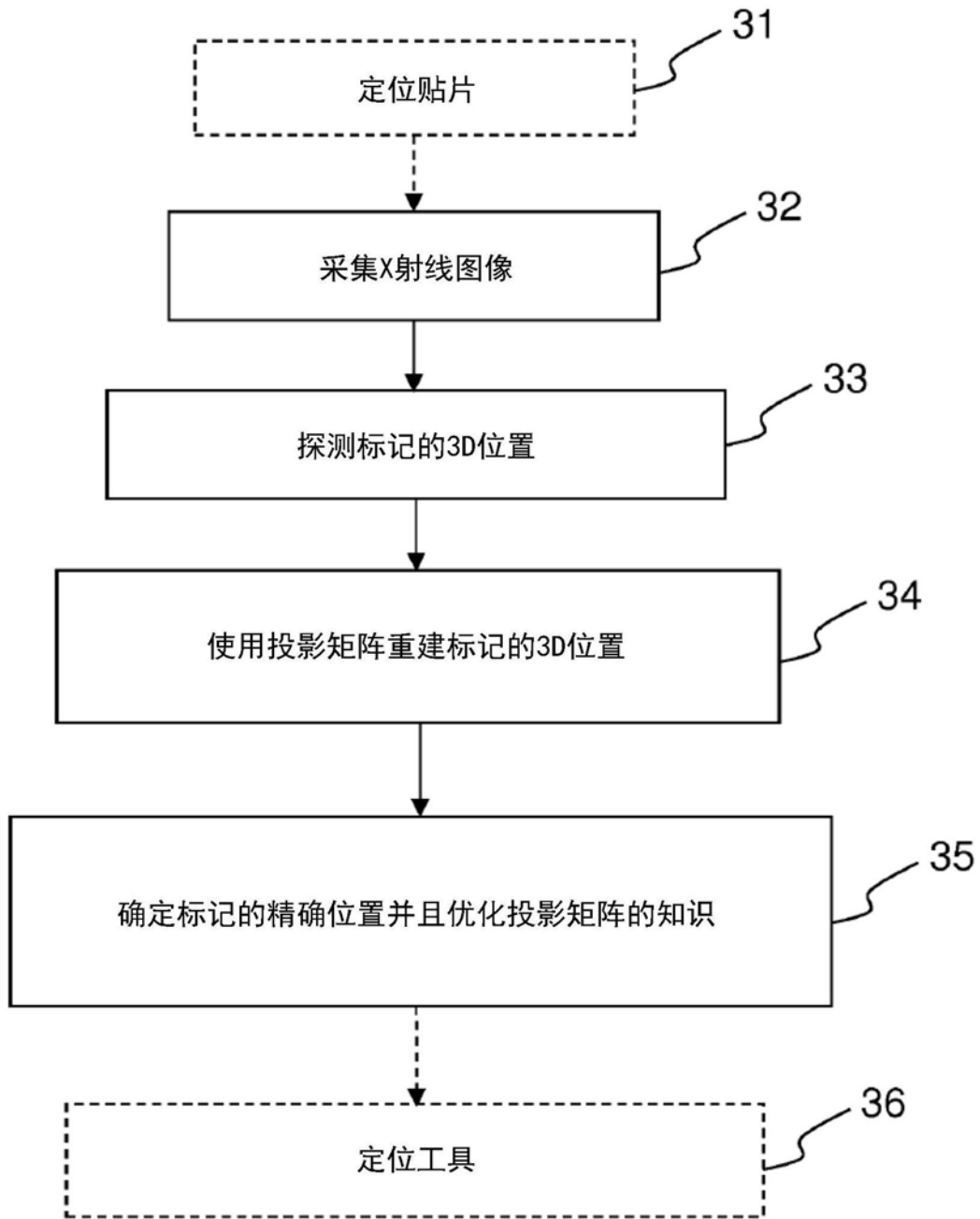


图3