



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111544018 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 04

(21) 申请号 202010081107.9

(22) 申请日 2020.02.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111544018 A

(43) 申请公布日 2020.08.18

(30) 优先权数据
19156195.0 2019.02.08 EP

(73) 专利权人 西门子医疗有限公司
地址 德国埃朗根

(72) 发明人 P.伯恩哈特 B.斯托瓦瑟

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 侯宇

(51) Int.Cl.
A61B 6/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102160796 A, 2011.08.24
CN 104244830 A, 2014.12.24
JP 2004242749 A, 2004.09.02
CN 108013888 A, 2018.05.11
CN 107595312 A, 2018.01.19

审查员 魏晓薇

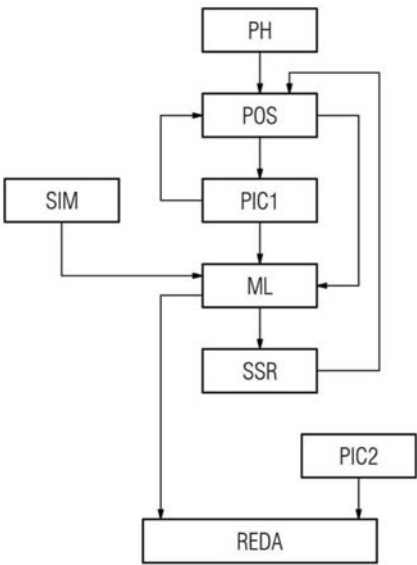
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

对X射线成像中的格栅伪影的基于学习的校正

(57) 摘要

本发明涉及一种用于训练X射线系统的功能的方法,所述X射线系统具有具备检测器(2)的定位设备(3,5),特别是C形臂(3),并且在所述检测器(2)前面的光路中具有散射辐射格栅(4)。将所述检测器(2)定位(POS)在多个不同的位置,其中,所述定位设备(3,5)发生弯曲和/或扭转。然后,在每个位置分别记录(PIC1)至少一个X射线记录,并且针对所述功能,根据所有X射线记录,自动学习(ML)由于所述散射辐射格栅(4)而产生的伪影。



1. 一种用于训练X射线系统的功能的方法,所述X射线系统具有定位设备和检测器,并且在所述检测器前面的光路中具有散射辐射格栅,所述方法包括:

将所述检测器定位在多个不同的位置,其中,所述定位设备发生弯曲、扭转或者弯曲和扭转,

在所述多个不同的位置中的每个位置分别记录至少一个X射线记录,以及

在第一学习步骤中,针对所述功能,根据所有X射线记录,对由于所述散射辐射格栅而产生的伪影进行机器学习。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,在每次定位所述检测器时,提供所述X射线系统的相应的系统几何结构数据,所述系统几何结构数据用作机器学习的输入参量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述定位设备多次驶向所述检测器的所述多个不同的位置中的每一个,以进行机器学习。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,从不同的方向驶向所述多个不同的位置中的每一个。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,以均匀地分布在所述X射线系统的整个与系统相关的运动空间上的方式,布置所述检测器的所述多个不同的位置。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,除了所述第一学习步骤之外,机器学习还包括第二学习步骤,所述第二学习步骤与所述第一学习步骤相同,以及

其中,在所述第二学习步骤中,将所述散射辐射格栅从所述检测器取下,并且从所述光路中去除。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,在记录X射线记录时,在所述光路中放置不产生散射辐射的假体。

8. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:通过仿真获得虚拟训练数据,

其中,除了X射线记录之外,还使用所获得的虚拟训练数据,来进行机器学习。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,从对象获得对象X射线记录,并且借助经过训练的功能,来减少或者消除所述对象X射线记录中的所述散射辐射格栅的伪影。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述定位设备包括C形臂。

11. 一种运行X射线系统的方法,所述X射线系统具有定位设备和检测器,并且在所述检测器前面的光路中具有散射辐射格栅,所述方法包括:

将所述检测器定位在一个位置,其中,所述定位设备发生弯曲、扭转或者弯曲和扭转,

在所述位置记录X射线记录,以及

借助根据用于训练X射线系统的功能的方法学习的伪影,在所述X射线记录中,校正正在所述定位设备发生弯曲、扭转或者弯曲和扭转时形成的、由于所述散射辐射格栅引起的伪影,所述用于训练X射线系统的功能的方法包括:

将所述检测器定位在多个不同的位置,其中,所述定位设备发生弯曲、扭转或者弯曲和扭转,

在所述多个不同的位置中的每个位置分别记录至少一个X射线记录,以及

在第一学习步骤中,针对所述功能,根据所有X射线记录,对由于所述散射辐射格栅而产生的伪影进行机器学习。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述定位设备包括C形臂。

13. 一种用于产生对象图像数据的计算机实现的方法, 所述计算机实现的方法包括:
接收对象X射线记录,

产生校正后的对象X射线记录, 所述产生包括: 将根据权利要求9所述的经过训练的功能应用于所述对象X射线记录, 从而减少或者消除所述对象X射线记录中的所述散射辐射格栅的伪影, 以及

作为所述对象图像数据, 提供所述校正后的对象X射线记录。

14. 一种X射线系统, 所述X射线系统具有:

定位设备,

记录设备, 所述记录设备具有检测器和位于所述检测器前面的光路中的散射辐射格栅, 其中, 所述检测器和所述散射辐射格栅安装在所述定位设备上, 其中, 利用所述定位设备, 能够将所述检测器定位在多个不同的位置, 在这些位置, 所述定位设备与位置相关地发生弯曲、扭转或者弯曲和扭转, 以及其中, 利用所述记录设备, 能够在所述多个不同的位置中的每个位置分别产生至少一个X射线记录, 以及

处理器, 所述处理器被构造为用于, 在第一学习步骤中, 根据所有X射线记录, 对由于所述散射辐射格栅而产生的伪影进行机器学习。

15. 根据权利要求14所述的X射线系统, 其中, 所述X射线系统被构造为C形臂X射线系统或者基于机器人臂的X射线系统。

对X射线成像中的格栅伪影的基于学习的校正

技术领域

[0001] 本发明涉及一种运行X射线系统的方法,该X射线系统具有检测器并且在检测器前面的光路中具有散射辐射格栅。此外,本发明涉及一种计算机实现的产生对象图像数据的方法以及(C形臂)X射线系统,该X射线系统具有检测器和位于检测器前面的光路中的散射辐射格栅。

背景技术

[0002] 在X射线成像中,通常要在要检查的对象处形成散射辐射。尽管来自X射线管的实际有用辐射直接定向到检测器或者图像载体上,但是散射辐射不是定向的,或者具有与其不同的方向。散射辐射经常在检测器上产生均匀的剂量分布。随着X射线辐射的能量的增加,散射辐射通常减少。散射辐射的比例随着对象厚度的增加而增加。由于散射辐射,图像质量、特别是信噪比降低。

[0003] 一般通过布置在检测器前面的进行聚焦的散射辐射格栅,来实现散射辐射的减少。散射辐射格栅使散射辐射的射入减少,由此使X射线图像的对比度提高。这种散射辐射格栅通常由薄的铅薄片构成。在进行吸收的铅薄片之间,通常存在由铝或者纤维素(Zellulose)制成的可穿透的间隔物。这些薄片与辐射平行,从而定向的期望的辐射穿过这些薄片,同时将散射辐射吸收。

[0004] 最新的发展例如使用激光烧结技术,来制造例如由钨制成的、具有非常好的栅格比的散射辐射格栅。在此,栅格比应当理解为格栅中的间隙宽度与间隙高度的比率。传统上,该比率经常为1:10。

[0005] 在使用散射辐射格栅时出现的问题是,在图像中对格栅结构的再现。这意味着,再现的格栅结构叠加在实际图像信息上。在不对这种格栅结构进行校正的情况下,不能使用这种具有非常好的栅格比的格栅。

[0006] 到目前为止,通过尝试相应地对X射线系统进行校准来解决该问题。这意味着,获得具有散射辐射格栅、但是没有检查对象的相应的记录,并且在具有检查对象的记录中相应地减去格栅的再现。以这种方式,对象数据、特别是解剖结构保留在图像上,同时格栅结构减少或者甚至被消除。

[0007] 尽管进行这种校准,但是在例如C形臂的特定位置,仍然可以再次看到格栅结构。这是由于C形臂不是无限刚性的。更确切地说,C形臂由于自身的重量,而依据在三维空间中的相应的位置,发生弯曲和/或扭转。这意味着,在进行这种减法校准之后,在C形臂的某些位置看不到格栅结构,而在其它位置完全可以看到格栅结构。在某些情况下,C形臂扭转或者弯曲,使得在C形臂的一些位置,X射线源和X射线检测器的取向发生了很小度数的变化。这足以使得不能充分地消除图像中的相应的格栅结构。相应地,信噪比增大,或者可以作为干扰结构而识别出格栅伪影(Rasterartefakte)。

发明内容

[0008] 因此,本发明要解决的技术问题是,创造使得能够更容易地消除X射线图像中的散射辐射格栅的伪影的前提条件。

[0009] 上述技术问题通过根据本发明的方法和X射线系统来解决。本发明的有利的扩展方案从下面的描述中得到。

[0010] 因此,根据本发明的一方面,提供一种用于训练X射线系统的功能的方法,该X射线系统具有具备检测器的定位设备,特别是C形臂,并且在检测器前面的光路中具有散射辐射格栅,所述方法具有以下步骤:

[0011] -将检测器定位在多个不同的位置处,其中,定位设备发生弯曲和/或扭转,

[0012] -在每个位置分别记录至少一个X射线记录,以及

[0013] -在第一学习步骤中,针对所述功能,自动学习所有X射线记录中的由于散射辐射格栅产生的伪影。

[0014] 也就是说,要对X射线系统的功能进行训练,其中,在此,训练也应当理解为对X射线系统进行初步训练。也就是说,X射线系统能够特别是针对其几何结构本身,学习自己的特性。

[0015] 优选X射线系统是C形臂X射线系统或者具有机器人臂的系统。但是X射线系统也可以包括任意的另外的X射线装置,其中,检测器设置有散射辐射格栅,并且两个部件都可以相对于要检查的对象摆动或者移动。在相应地运动时,检测器通常出现相对于理想光路尽管很小、但是总是存在的失调。这些或多或少大的失调对散射辐射格栅在所获得的X射线图像上的可见性产生影响。

[0016] 优选定位设备是C形臂或者机器人臂。X射线管通常位于C形臂的一端,并且具有散射辐射格栅的检测器位于C形臂的另一端。由于这种具有X射线部件的C形臂完全可能重达几百公斤,因此很明显,在C形臂在三维空间中运动时,仅仅由于自身的重量,就出现弯曲和扭转。弯曲或者扭转的程度在很大程度上也取决于定位设备或者C形臂的刚性。但是,特别是,弯曲或者扭转的程度取决于定位设备或者C形臂在空间中的取向。例如,如果C形臂是竖立的,则在某些情况下,与在定位设备或者C形臂倾斜的情况下相比,C形臂的弯曲更小。

[0017] C形臂可以用作定位设备。在这种情况下,C形臂还包含驱动单元,驱动单元将C形臂置于不同的位置和取向。但是定位设备例如也可以是机器人臂,其相应地对检测器进行放置和/或取向。

[0018] 原则上,X射线系统能够在空间中将检测器定位在不同的位置。例如,C形臂X射线装置可以将检测器定位或者放置在球形表面的各部分上。在这些位置中的每个中,C形臂相应地围绕一个或多个轴倾斜。在这些位置中的每个中,C形臂或者定位设备与其悬挂方式、重量分布、刚性等对应地发生弯曲或者扭转。

[0019] 现在,在这些位置中的每个中进行至少一次X射线记录。根据弯曲和/或扭转,能够不同程度地在图像上看到散射辐射格栅的格栅结构。在没有弯曲或者扭转的理想情况下,更多地作为细丝结构看到散射辐射格栅。在弯曲或者扭转较大的情况下,格栅结构的结构元变得更宽,因为格栅栅格不再与光路平行。因此,也就是说,在检测器的所有位置,产生散射辐射格栅的不同的再现。也就是说,例如,如果C形臂X射线装置具有两个旋转自由度,并且第一旋转自由度允许360度的旋转,则可以在例如5度、10度等的格栅中进行记录。在该

360度结束时,C形臂在第二自由度上进一步旋转一个格栅元(例如同样5度或者10度)。随后,再一次在第一自由度上进行扫描(Rasterung)。因此,例如可以对球形表面进行扫描。

[0020] 在进行大量X射线记录的情况下,存在如下数据组,该数据组关于散射辐射格栅的再现,示出了X射线系统的几何结构变化的影响。现在,可以根据该数据组,针对具体的功能,每个位置的学习散射辐射格栅的伪影。相应地产生的伪影对应于如下再现分量,这些再现分量不是或者不是仅仅由于散射辐射格栅在图像平面上的垂直投影而产生的。其例如可能是栅格结构的加宽或者模糊。

[0021] 对伪影的学习或者训练不一定必须关于相应的位置进行。更确切地说,系统学习到再现的结构恰好是散射辐射格栅的格栅结构可能就足够了。然后,系统不仅识别平行于光路的理想取向上的散射辐射格栅,而且识别相对于光路在一个或多个方向上倾斜时的散射辐射格栅。

[0022] 在根据本发明的方法的一个有利的设计方案中,在每次定位检测器时,提供X射线系统的相应的设备几何结构数据,将其用作自动学习的输入参量。如上面已经提到的,不需要在任何情况下都提供这些设备几何结构数据。然而,有利的是,提供设备几何结构数据,并且也可以与相应的图像一起学习,从而可以针对X射线系统的功能,更可靠地进行相应的分类。

[0023] 此外,可以设置为,为了进行自动学习,定位设备多次驶向检测器的不同的位置中的每一个。通过多次驶向同一个位置,产生如下优点,即,可以考虑X射线系统的变化的特性。也就是说,已经证明,第一次驶向一个格栅点,经常可能产生与第二次驶向同一个格栅点时略有不同的伪影。这意味着,在多次驶向该格栅点,并且相应地多次记录对应的X射线图像时,将产生或者再现由散射辐射格栅引起的不同的伪影。通过多次进行记录,可以相应地对伪影进行平均。由此,使能够正确地识别相应的伪影的可靠性提高。

[0024] 尤其是可以设置为,从不同的方向驶向每个位置或者多个格栅点中的每个格栅点。也就是说,弯曲和/或扭转还取决于定位设备或者C形臂的先前的运动的历史。换句话说,系统在每次运动时不完全返回到初始状态(未弯曲的状态)。也就是说,弯曲或者扭转不完全是可逆的,而是取决于检测器运动到新位置的起始位置。在此,系统或者检测器、包括散射辐射格栅的振动也起了一定的作用。因此,振动一般与相应的驱动器有关。特别是,例如围绕一个轴的驱动器可能引起与围绕另一个轴的驱动器不同的振动。如果振动没有充分地消退,则振动相应地对伪影有不同的影响。

[0025] 在另一个有利的设计方案中,以均匀地分布在X射线装置的整个系统运动空间上的方式,来布置检测器的多个不同的位置。也就是说,格栅点均匀地分布在检测器可以占据的空间中。在此,可以理想化地将检测器假定为点。

[0026] 此外,可以设置为,除了第一学习步骤之外,自动学习还包括第二学习步骤,第二学习步骤与第一学习步骤相同,然而其中,从检测器取下散射辐射格栅。也就是说,在第一学习步骤中学习实际存在的散射辐射格栅的伪影,而在第二学习步骤中学习没有散射辐射格栅的情况下的图像的情况。以这种方式,系统能够更好地识别散射辐射格栅的影响,从而最终能够更好地消除散射辐射格栅的影响。

[0027] 根据所述方法的一个扩展方案,在记录X射线记录时,在光路中放置(尽可能)不产生散射辐射的假体(Phantom)。假体对应于由X射线辐射进行透视的人造物体。也就是说,记

录的X射线图像不仅包含散射辐射格栅的再现,而且包含假体的再现。通过进行自动学习,可以更可靠地在假体的再现分量与散射辐射格栅的再现分量之间进行区分。特别是,由于从不同的角度进行X射线记录,因此学习效果更好。

[0028] 根据本发明的另一方面,通过仿真获得虚拟训练数据,并且除了X射线记录之外,还使用虚拟训练数据来进行自动学习。这具有如下优点,即,可以快速以低成本提供附加的训练数据,以便改善信噪比。可能仅必须在运动空间的特定区域中,获得实际X射线图像,用于自动学习或者训练,而在其它空间部分中,由于对称性,可以使用虚拟训练数据。必要时,也可以模拟更强的振动,这些振动可能随着设备的老化而产生,并且在某些情况下导致伪影变宽。必要时,也可以通过叠加已经获得的X射线图像,来获得虚拟训练数据。

[0029] 优选还设置为,从对象获得对象X射线记录,并且借助所学习的伪影,来减少或者消除该对象X射线记录中的散射辐射格栅的伪影。也就是说,使用这种自动的或者基于机器的学习或者训练的输出数据,来部分或者完全地减少实际X射线记录中的伪影。然后,作为结果,产生基本上没有散射辐射格栅的伪影的校正后的对象X射线记录。在简化的情况下,例如在对象X射线记录中,(以特定于位置的方式)识别出散射辐射格栅的格栅结构,并且通过软件技术,将其从对象X射线记录中减去。由此,可以获得没有特定于位置的散射辐射格栅的伪影的对象的X射线记录。

[0030] 根据本发明,在经过训练的功能的应用中,还可以提供一种运行X射线系统的方法,该X射线系统具有具备检测器的定位设备,特别是C形臂,并且在检测器前面的光路中具有散射辐射格栅,所述方法具有以下步骤:

[0031] -将检测器定位在一个位置,其中,定位设备发生弯曲和/或扭转,

[0032] -在该位置记录X射线记录,以及

[0033] -在X射线记录中,借助与上面描述的方法中的一个对应地学习的伪影或者功能,对在定位设备发生弯曲和/或扭转时形成的、由散射辐射格栅引起的伪影进行校正。

[0034] 根据本发明的另一方面,提供一种计算机实现的产生对象图像数据的方法,其包括以下步骤:

[0035] -接收对象X射线记录,

[0036] -将根据上面提到的方法的功能应用于对象X射线记录,以产生校正后的对象X射线记录,以及

[0037] -作为对象图像数据,提供校正后的对象X射线记录。

[0038] 也就是说,根据本发明的方法可以在计算机实现的方法的范围内实现,其中,根据学习的功能,关于伪影对对象X射线记录进行校正。

[0039] 根据本发明的另一方面,提供一种X射线系统,其具有

[0040] -定位设备,以及

[0041] -记录设备,记录设备具有检测器和位于检测器前面的光路中的散射辐射格栅,其中,

[0042] -检测器和散射辐射格栅安装在定位设备上,其中,

[0043] -利用定位设备,可以将检测器定位在多个不同的位置,在这些位置,定位设备与位置相关地发生弯曲和/或扭转,

[0044] -利用记录设备,可以在每个位置分别产生至少一个X射线记录,并且

[0045] -X射线系统配备有计算设备,计算设备用于在第一学习步骤中,根据所有X射线记录,自动学习由于散射辐射格栅产生的伪影。

[0046] X射线系统例如是C形臂X射线系统,或者可以不同地定位检测器的其它系统。为此,使用定位设备,将检测器和散射辐射格栅固定在定位设备上。上面已经结合根据本发明的方法,对定位设备进行了详细的说明。除了检测器和散射辐射格栅之外,X射线系统的记录设备当然还包括相应的X射线源。利用例如可以包含一个或多个处理器的计算设备,来进行自动学习。

[0047] 自动学习或者机器学习可以包含通过监督训练、半监督训练强化的学习和/或主动学习。此外,自动学习还可以包含特征学习(英文:“feature learning”)。尤其是,可以在多个训练步骤中迭代地调整受训练的功能的参数。

[0048] 特别是,受训练的功能可以具有神经网络、支持向量机、决策树和/或贝叶斯网络。此外,受训练的功能可以基于k均值算法、Q学习算法、遗传算法和/或关联规则。尤其是,神经网络可以是深度神经网络、卷积神经网络(英文:“convolutional neural network”)或者卷积深度神经网络。此外,神经网络可以是对抗网络(英文:“adversarial network”)、深度对抗网络和/或生成对抗网络(英文:“generative adversarial network”)。

[0049] 上面结合根据本发明的方法描述的优点和变化可能性,同样也适用于根据本发明的X射线系统,反之亦然。

[0050] 在本说明书中,关于运行X射线系统的方法以及相应的X射线系统,但是也关于训练X射线系统的方法以及相应的X射线系统,描述了根据本发明的解决方案。特征、优点和替换实施方式互相适用于相应的方法和相应的X射线系统。换言之,用于进行训练的方法和系统的特征,可以利用结合用于应用的方法和系统描述的特征来扩展,反之亦然。

[0051] 一般来说,经过训练的功能(基于学习的伪影来)模仿认知功能。特别是,经过训练的功能能够适应新的情况,并且检测和外推相应的模式。

附图说明

[0052] 现在,参照附图详细地解释本发明,在附图中:

[0053] 图1示出了示意性的方法流程;以及

[0054] 图2示出了X射线系统的示意图。

具体实施方式

[0055] 下面详细描述的实施例是本发明的优选实施方式。

[0056] 图1的示例示出了根据本发明的运行X射线系统的方法的示意性流程图。在可选的步骤PH中,将假体放置在X射线系统、特别是C形臂X射线系统的光路中。假体可以是具有与自然解剖结构相似的形状和结构的对象。优选当X射线辐射对假体进行透视时,假体在光路中不引起散射辐射或者仅引起非常少的散射辐射。

[0057] 在定位步骤POS中,将X射线系统的检测器定位在空间中的特定位置处。散射辐射格栅在光路中位于检测器前面。与光路对应,X射线源与检测器相对。在C形臂系统中,X射线源以已知的方式与检测器一起运动,因为这两个部件都固定在C形臂上。

[0058] 在记录步骤PIC1中,进行X射线记录。随后,重新定位检测器,使得所述方法跳回到

定位步骤POS。由此,在空间中对检测器重新进行取向和放置。随后,在检测器的该新的位置,再次进行X射线记录。重复这些步骤POS和PIC1,直到一次或者多次占据了预先给定的检测器的运动空间中的所有格栅点为止。优选检测器或者记录系统的整个运动空间均匀地设置有格栅点。例如,格栅点可以位于在整个运动空间上伸展的均匀的网格上。例如可以通过如下方式来定义格栅点,即,记录系统相应地以恒定的角度量围绕第一轴离散地运动,并且以相同的方式围绕与第一轴垂直的第二轴离散地运动。因此,系统例如从一个格栅点到下一个格栅点,可以运动5度或者10度(或者其它度数)。

[0059] 在检测器、包括散射辐射格栅的每个位置或者取向上,系统或者X射线系统的定位设备以独特的方式弯曲或者扭转。即使这种弯曲或者扭转很小并且几乎察觉不到,在某些情况下,这种弯曲或者扭转也对散射辐射格栅在检测器上的再现起到决定性的作用。由于弯曲和扭转的程度取决于检测器或者整个成像系统的相应的定位,因此在成像中形成的伪影相应地也取决于检测器定位。

[0060] 根据系统,可以以不同的方式对检测器进行定位。在C形臂X射线系统中,以粗略近似的方式,在一个或多个球形表面上预先给定固定的运动轨迹。在基于机器人的X射线系统中,检测器例如围绕第一轴线性地移动,并且围绕一个或多个轴摆动。在这种情况下,例如可以完全独立于X射线源的位置地调整检测器位置。基于机器人的X射线系统可以安装在地板上或者天花板上。无论如何,在检测器的所有定位和取向下,都出现系统、例如机器人臂的固有的弯曲或者扭转。

[0061] 这些与系统相关的弯曲和扭转经常不能或者难以再现。在第一位置,系统以第一方式弯曲。如果将系统置于第二位置,则系统以(与第一种方式相关的)第二种方式弯曲或者扭转。这是因为,当位置改变时,系统不总是返回到相同的初始位置。也就是说,从第三位置开始,在第二位置,产生与在从第一位置开始时不同的弯曲或者扭转。

[0062] 现在,在自动学习步骤或者机器学习步骤ML中,根据记录的多个X射线记录,针对X射线系统的功能,学习由散射辐射格栅引起的伪影。在此,在某些情况下可能有利的是,一起考虑必要时从定位步骤POS中提供的位置数据。也就是说,系统学习由散射辐射格栅在许多或者所有可能的位置引起的伪影。必要时,在学习过程中,还一起学习相应的当前的检测器位置之前的运动历史、特别是检测器的位置。也就是说,例如,在学习步骤中,将当前的X射线记录、当前的位置和先前的位置结合在一起。

[0063] 为了增加用于训练系统的训练数据的量,可以产生附加的虚拟训练图像。可以在仿真步骤SIM中,通过仿真获得这种虚拟训练图像。因此,可以借助相应的仿真,通过虚拟的散射辐射格栅,获得这些虚拟训练图像。由此,可以扩大训练数据的基础,由此改善学习的质量。

[0064] 在散射辐射格栅去除SSR的另一个方法步骤中,可以将散射辐射格栅,从X射线源与X射线检测器之间的光路中取出。由此,可以获得没有由于散射辐射格栅形成的伪影的X射线记录。在X射线记录上可能仅仍然存在假体的透视图像。学习系统可以基于这些图像,来学习假体的结构与散射辐射格栅的结构之间的差异。也就是说,在取出散射辐射格栅之后,所述方法在定位步骤POS中继续,并且获得与先前在具有散射辐射格栅的情况下相同的X射线记录。

[0065] 也就是说,在此,利用显示散射辐射格栅、包括伪影的图像,在没有散射辐射格栅

的情况下记录的图像,以及必要时还利用来自仿真SIM的虚拟训练图像,来进行机器学习ML。现在,可以在实际运行中,使用如此经过学习的系统或者如此经过学习的功能。为此,在另一个记录步骤PIC2中,获得要检查的对象、例如人体的一部分的对象X射线记录。在具有散射辐射格栅的情况下,形成一个或多个记录。在图像处理步骤REBA中,通过经过学习的功能,从对象X射线记录中,减少或者消除散射辐射格栅的格栅结构、包括同样由散射辐射格栅引起的与位置相关的伪影。必要时,为此还使用检测器位置或者记录设备的位置的当前的位置数据。这些位置数据当然也又可以包含关于检测器或者记录设备的取向的计算信息。

[0066] 图2示意性地示出了X射线系统的实施例。在当前情况下,X射线系统是C形臂X射线系统。C形臂X射线系统在C形臂3的相对的臂上,具有X射线源1和检测器2。在X射线源1与检测器2之间的光路中,散射辐射格栅4直接位于检测器2上。X射线源1与检测器2一起,必要时与所使用的散射辐射格栅4一起,形成记录设备。C形臂3必要时与旋转或者摆动关节5以及用于C形臂3的相应的驱动器一起,形成记录设备1、2、4的定位设备。相应的控制器和图像处理设备或者相应的计算设备可以放置在装置主体6中。

[0067] 替换地,也可以由其它保持设备、例如机器人臂,来保持和定位X射线源1和检测器2与可取下的散射辐射格栅4。在此,也应当再次强调,定位也可以包括进行取向。

[0068] 在X射线源1与检测器2之间的光路中,必要时存在假体7或者实际要检查的对象。对象通常产生散射辐射,在X射线源1和检测器2的理想取向,该散射辐射在很大程度上被散射辐射格栅4消除,因为散射辐射格栅理想地与光路对齐。然后,在检测器上产生散射辐射格栅4的清晰的图像,该图像可以通过简单的减法容易地消除。然而,如果C形臂3倾斜或者旋转,则这可能导致C形臂3的一个臂与C形臂3的另一个臂稍微不同地弯曲或者扭转。在这种情况下,在X射线图像中,在格栅结构处形成附加的伪影。这些伪影可以借助经过学习的系统来消除,经过学习的系统“知道”检测器2或者记录设备的所有可能的位置的伪影。在此,经过学习的系统也可以从X射线记录中去除实际的格栅结构。

[0069] 在一个具体的示例中,在制造时或者由用户基于所谓的“校准运行(Kalibrier-Run)”,来应用基于学习的方法,以学习格栅结构,并且在必要时消除格栅结构、包括伪影。

[0070] 例如,在两个学习步骤A和B中对系统进行训练。如下设计学习步骤A:

[0071] a) 插入散射辐射格栅。

[0072] b) 足够准确地(例如步幅为5或者10度)对可能的运动轨迹的整个空间进行扫描。

[0073] c) 在此,针对每个扫描点,触发辐射,并且存储结果图像。

[0074] d) 附加地,可以一起存储该点的设备几何结构。

[0075] e) 作为可选项,还可以在光路中放置解剖假体。

[0076] 如下设计学习步骤B:

[0077] f) 取出格栅。

[0078] g) 足够准确地(例如步幅为5或者10度)对可能的运动轨迹的整个空间进行扫描。

[0079] h) 在此,针对每个扫描点,触发辐射,并且存储结果图像。

[0080] i) 附加地,可以一起存储该点的设备几何结构。

[0081] j) 作为可选项,还可以在光路中放置解剖假体。

[0082] 基于学习的方法使用来自学习步骤A和B的数据,来对其进行训练。必要时,通过监

督训练、半监督训练、无监督训练等来进行训练。为此,可以使用神经网络、支持向量机等。然后,在应用中,使用经过训练的网络或者经过训练的功能,来消除格栅结构、包括伪影。

[0083] 通过使用基于学习的方法,进行校正不需要再现的准确知识。不需要重新以解析的方式采集每个变化,而是可以通过新的校准运行来解决每个变化。

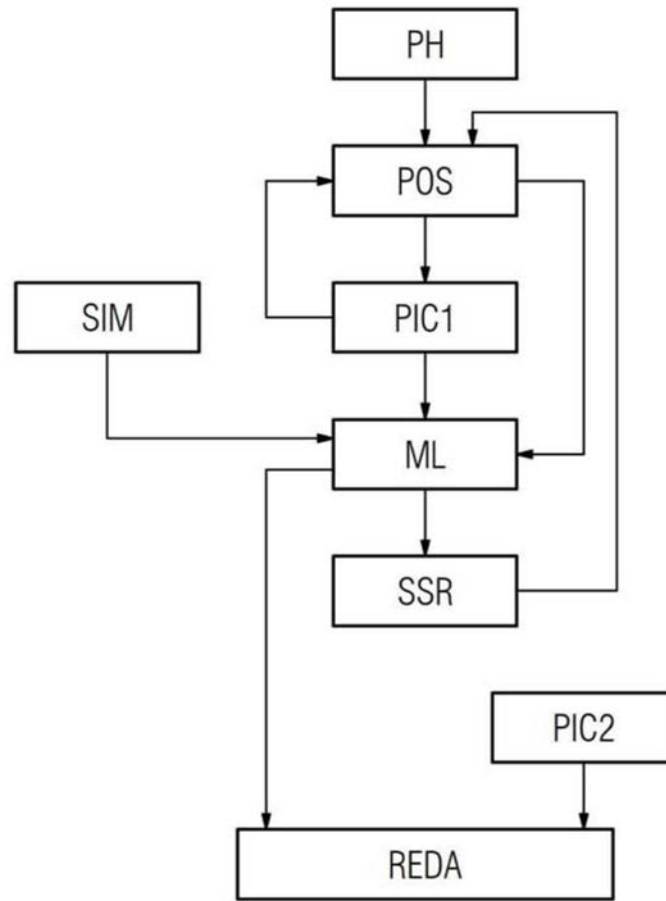


图1

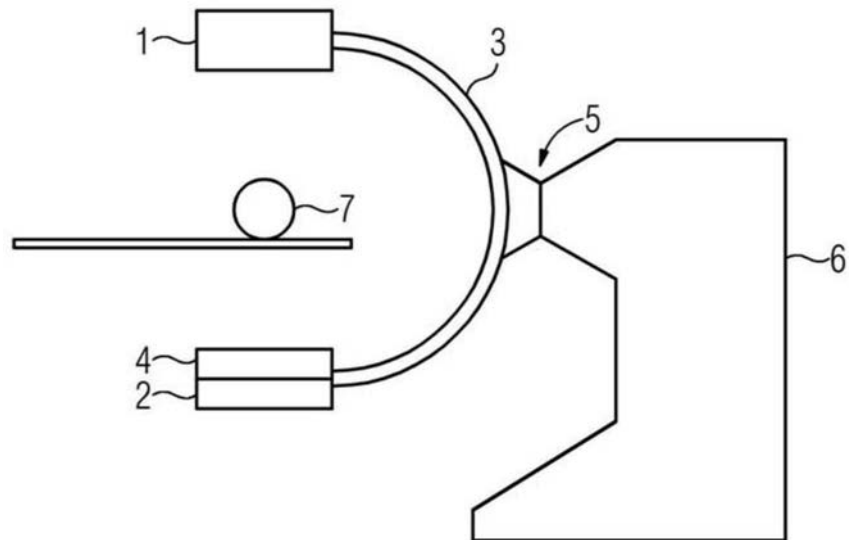


图2