



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112770675 A

(43) 申请公布日 2021.05.07

(21) 申请号 201980063570.6

(22) 申请日 2019.09.23

(30) 优先权数据

18197207.6 2018.09.27 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/075453 2019.09.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/064588 EN 2020.04.02

(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·K·武帕拉 R·巴特

G·福格特米尔 R·S·西索迪亚

S·乔杜里

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘兆君

(51) Int.Cl.

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/12 (2006.01)

A61B 6/00 (2006.01)

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 11/00 (2006.01)

G06T 7/73 (2017.01)

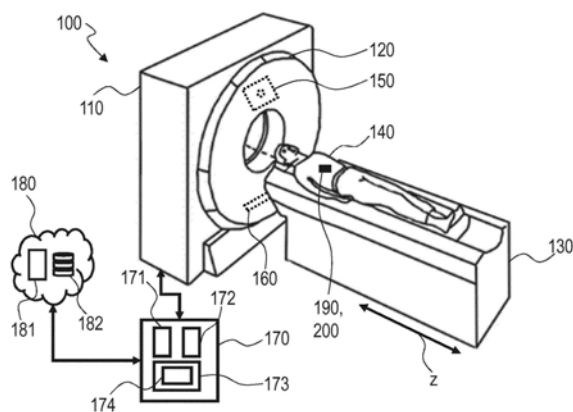
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

减少异物的X射线成像系统

(57) 摘要

一种改进的X射线成像系统。所述系统包括：X射线辐射源，其被配置为朝向要被成像的目标发射X射线束；以及X射线探测器，其被配置为探测已经穿过所述目标的X射线。所述系统还包括：重建处理单元，其被配置为基于探测到的X射线来重建所述目标的图像，其中，所述重建处理单元还被配置为：确定位于所述目标中或者位于所述目标的表面与所述X射线辐射源和/或所述X射线探测器之间的至少一个异物的存在；从基于服务器的异物数据库获得所确定的异物的三维概况；并且通过以下操作来重建所述目标的图像：从所述X射线探测器采集所述目标的多幅投影图像，并且至少基于所获得的所述异物的三维概况来减小所述目标的所述图像中的能够由所述异物引起的伪影对图像质量的影响。



1. 一种X射线成像系统(100), 包括:

X射线辐射源(150), 其被配置为朝向要被成像的目标(140)发射X射线束,

X射线探测器(160), 其被配置为探测已经穿过所述目标的X射线,

重建处理单元(170), 其被配置为基于探测到的X射线来重建所述目标(140)的图像, 其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为:

确定位于所述目标(140)中或者位于所述目标(140)的表面与所述X射线辐射源(150)和/或所述X射线探测器(160)之间的至少一个异物(190、200)的存在,

从基于服务器的异物数据库(182)获得所确定的异物(190、200)的三维概况, 并且

通过以下操作来重建所述目标(140)的图像(I): 从所述X射线探测器(160)采集所述目标(140)的多幅投影图像, 并且至少基于所获得的所述异物(190、200)的三维概况来减小所述目标(140)的所述图像中的能够由所述异物(190、200)引起的伪影(192、202)对图像质量的影响;

其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为从所述目标(140)的所述图像中至少部分地减去所述伪影(192、202)。

2. 根据权利要求1所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述三维概况包括所述异物(190、200)的密度数据和/或材料数据。

3. 根据权利要求1或2所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述重建处理单元包括分类单元(174), 所述分类单元用于至少基于对从所采集的所述目标的包括所述异物(190、200)的图像中导出的所述异物(190、200)的特征提取来识别所述异物。

4. 根据前述权利要求中的任一项所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为基于对随同所述异物一起提供的计算机可读识别符的读出来识别所述异物。

5. 根据前述权利要求中的任一项所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为在减小所述异物的所述影响之前确定所述异物相对于所述目标的至少6DoF位置。

6. 根据权利要求5所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为:

基于被提供有第一分辨率的第一图像采集扫描来确定所述6DoF位置, 并且

基于所述6DoF位置, 从被提供有比所述第一分辨率更高的第二分辨率的第二图像采集扫描中减去所述异物。

7. 根据权利要求5或6所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述重建处理单元(170)还被配置为基于所述6DoF位置来调整所述X射线成像系统的扫描参数。

8. 根据前述权利要求中的任一项所述的X射线成像系统(100),

其中, 所述伪影是由所述至少一个异物(190、200)引起的, 所述至少一个异物包括被布置在所述目标的表面与所述X射线辐射源(150)和/或所述X射线探测器(160)之间的电子设备。

9. 一种通过X射线成像系统(100)对目标进行成像的方法, 包括:

确定位于所述目标中或者位于所述目标的表面与所述X射线辐射源(150)和/或所述X射线探测器(160)之间的至少一个异物(190、200)的存在,

从基于服务器的异物数据库(182)获得所确定的异物(190、200)的三维概况,并且

通过以下操作来重建所述目标的图像(I):从所述X射线探测器(160)采集所述目标的多幅投影图像,并且至少基于所获得的所述异物(190、200)的三维概况来减小所述目标的所述图像中的能够由所述异物引起的伪影对图像质量的影响;

其中,从所述目标(140)的所述图像中至少部分地减去所述伪影(192、202)。

10. 根据权利要求9所述的方法,

其中,至少从所述X射线成像系统(100)的在第一辐射剂量水平上的第一扫描和在与所述第一辐射剂量水平不同的第二辐射剂量水平上的第二扫描获得所述三维概况。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,

其中,在重建所述图像之前确定所述异物(190、200)的基于光子计数的散射概况。

12. 根据权利要求9至10中的任一项所述的方法,

其中,在重建所述图像之前确定所述异物(190、200)的相衬信息。

13. 根据权利要求9至12中的任一项所述的方法,

其中,通过以下操作来至少部分获得所述三维概况:增材制造所确定的异物的模型,并且借助于所述X射线成像系统(100)对所述模型进行扫描。

14. 一种计算机程序单元,其在由至少一个处理单元运行时适于使所述处理单元执行根据权利要求9至13中的任一项所述的方法。

减少异物的X射线成像系统

技术领域

[0001] 本发明涉及X射线成像系统、通过X射线成像系统对目标进行成像的方法以及计算机程序单元。

背景技术

[0002] X射线成像可以用于提供解剖学信息,特别是在诊断和/或治疗应用中。特别是在计算机断层摄影(CT)系统中,能够将采集的横截面图像的3D数据重建组合成目标的三维图像,并且可以提供三维体积信息。

[0003] 在成像期间,金属和/或其他异物材料的存在会干扰重建并且会导致严重的伪影(常常是条纹伪影),这些伪影会影响图像信息并降低图像质量,进而降低诊断质量。这样的异物可以是例如要被成像的患者的植入物。例如,这样的异物可以是牙种植体、接骨螺钉等。

[0004] 存在一系列用于X射线成像的伪影减少解决方案。这些解决方案中的一些解决方案基于以下操作:在目标的重建图像中以算法方式识别异物的三维体积,并且随后需要在考虑所识别的异物的三维体积的情况下重新运行重建。

[0005] 这样的方法不仅计算强度大,而且还会限于相对较大的高密度异物。

发明内容

[0006] 因此,需要改善成像,特别是关于与异物有关的图像质量来改善成像。

[0007] 本发明的目的通过独立权利要求的主题得以解决,其中,在从属权利要求中并入了其他实施例。应当注意,本发明的以下描述的方面等同地适用于X射线成像系统、通过X射线成像系统对目标进行成像的方法以及计算机程序单元。

[0008] 根据一个方面,提供了一种X射线成像系统,包括:

[0009] X射线辐射源,其被配置为朝向要被成像的目标发射X射线束,

[0010] X射线探测器,其被配置为探测已经穿过所述目标的X射线,

[0011] 重建处理单元,其被配置为基于探测到的X射线来重建所述目标的图像,其中,所述重建处理单元还被配置为:

[0012] 确定位于所述目标中或者位于所述目标的表面与所述X射线辐射源和/或所述X射线探测器之间的至少一个异物的存在,

[0013] 从基于服务器的异物数据库获得所确定的异物的三维概况(profile),并且

[0014] 通过以下操作来重建所述目标的图像:从所述X射线探测器采集所述目标的多幅投影图像,并且至少基于所获得的所述异物的三维概况来减小所述目标的所述图像中的能够由所述异物引起的伪影对图像质量的影响。

[0015] X射线成像系统可以被配置用于CT应用或其他X射线应用,以对可能会因异物引起伪影的目标进行成像。在医学成像中,该目标也可以被称为患者,其中,异物可以位于患者体内(例如作为植入物),或者可以位于患者体外(例如作为电子或金属部件,例如,传感器、

患者监测单元、患者固定单元等)。

[0016] 重建处理单元可以包括一个或多个处理器、用于存储至少一个程序单元的存储器、用于存储目标的一系列横截面图像的存储器和/或用于存储重建的三维图像等的存储器、数据接口,以及重建软件模块等。重建处理单元可以被配置为:计算例如异物的X射线吸收效果等,并且为重建算法等提供相应的校正数据而不会被截断。

[0017] 从异物数据库获得所确定的异物的三维概况也可以被称为从相应的服务器下载所确定的异物的三维概况,该服务器可以是本地计算机系统、云计算系统等。三维概况可以由异物的制造商提供并且/或者可以例如通过借助于X射线系统的扫描来确定。三维概况可以包括异物的图像,特别是三维图像,优选为X射线图像。换句话说,所确定的异物可以在先前已经被测量和/或分析并且可以被记录到异物数据库,并且/或者可以由异物的供应商来提供这样的数据以具有例如异物的确切材料和/或几何模型,从而能够用于改进重建。

[0018] 减少异物对图像质量的影响可以在重建过程中直接执行,并且可以被理解为至少部分避免了在目标的图像中显现出伪影和/或从图像至少部分移除了伪影等。

[0019] X射线成像系统可以(特别是在伪影减少方面)改善图像校正并因此提高图像质量。特别地,可以改善对可以由位于X射线辐射源与X射线探测器之间的异物引起的伪影的校正。异物的三维概况可以被提供有高水平的细节,从而提高了校正目标图像的整体准确度。举例来说,该系统可以提高目标图像的清晰度。该系统可以从目标图像和/或所采集的图像中分辨出小的异物。该系统可以减少低密度薄壁金属的伪影。

[0020] 根据上述方面,所述重建处理单元还被配置为从所述目标的所述图像中至少部分地减去所述伪影,以减小所述伪影对图像质量的影响。重建处理单元可以包括减法模块,该减法模块被配置为减去异物的伪影的至少一部分。减法模块可以例如被实施为软件模块。伪影可以被包括在所采集的图像中的一幅或多幅图像中。

[0021] 在另外的示例中,所述三维概况可以包括所述异物的密度数据和/或材料数据。密度数据可以在成像方向上或者相对于成像方向改变。材料数据可以包括单一材料或复合材料。密度数据可以包括密度图,特别是多维密度图。因此,更多关于异物的信息可以进一步提高图像质量。

[0022] 在另一示例中,三维概况和/或包括异物的散射概况。任选地,散射概况可以包括不同的强度。散射概况可以是在采集目标的图像之前确定的。重建处理单元还可以被配置为基于所获得的异物的散射概况来减少伪影。因此,更多关于异物的信息可以进一步提高图像质量。

[0023] 在一个示例中,在异物数据库中,识别符可以与三维概况相关联,其中,重建处理单元还可以被配置为确定异物的识别符,以从异物数据库获得三维概况数据。

[0024] 在另外的示例中,重建处理单元还可以被配置为从目标的包括异物的一幅或多幅采集图像中确定识别符。因此,可能已经基于所采集的图像识别了异物。

[0025] 在另一示例中,重建处理单元包括分类单元,该分类单元用于至少基于对从目标的包括异物的一幅或多幅采集图像中导出的异物的特征提取(其可以揭示形状、材料性质、密度等)来识别异物。分类单元可以被实施为软件模块,特别是人工智能模块——AI模块。AI模块可以包括在人工神经网络中(特别是在卷积神经网络中)实施的机器学习部件,或者可以替代地被布置为支持向量机、线性回归算法或其他项目。可以利用合适的训练数据集

来预训练分类单元。另外,分类单元可以被配置为将所识别的异物与异物数据库的记录进行比较,以自动获得正确的三维概况并任选地自动获得其他信息(例如,材料性质、密度分布等),以减少由异物引起的伪影的影响。

[0026] 在一个示例中,来自图像数据的X射线吸收测量结果可以用于给出对异物的材料和/或材料空间分布的第一分析。这样的信息可以用于执行或辅助对异物的分类。

[0027] 在另外的示例中,重建处理单元还可以被配置为基于从所采集的图像导出的和与异物数据库相匹配的异物的与形状无关的性质来识别异物。这可以用作单一识别方法,或者可以与分类单元的识别方法进行组合以验证分类和/或改进与对应数据库中的异物的匹配。

[0028] 在一个示例中,所述重建处理单元还被配置为基于对随同所述异物一起提供的计算机可读识别符的读出来识别所述异物。识别符可以是独特的并且可以被提供为条形码、QR码、RFID标签、NFC标签等,它们能够被X射线成像系统的条形码扫描仪、相机,无线电模块等读取。如果异物是植入物,则可以使用由患者信息系统获得的这样的代码或信息来识别异物。这可以用作单一识别方法,或者可以与分类单元的识别方法进行组合以验证分类和/或改善与对应数据库中的异物的匹配。

[0029] 在另外的示例中,所述重建处理单元还可以被配置为在减小所述异物的所述影响之前确定所述异物相对于所述目标的至少6DoF位置(六个自由度位置),任选地还替代地或额外地确定所述异物相对于所述目标的取向。例如,特别是在重建之前,可以基于目标的包括异物的所采集的图像中的一幅或多幅图像来确定关于异物相对的位置和/或取向的信息。为此,可以采集少许正交图像以减少计算需求,或者可以生成(例如重建)低分辨率的三维图像以减少计算需求并提高速度。或者,在没有伪影减少(例如,伪影减法)的情况下执行完全的重建。

[0030] 在一个示例中,X射线成像系统(例如,重建处理单元或单独的模块)可以被配置为使用以下方法中的一种或多种方法来采集异物的6DoF位置和/或取向:电磁跟踪、基于雷达和/或光和/或超声的三角测量。额外地或替代地,加速度传感器、磁性传感器等可以提供额外的6DoF信息。

[0031] 在另外的示例中,所述重建处理单元还可以被配置为:基于被提供有第一分辨率的第一图像采集扫描来确定所述6DoF位置并任选地确定所述异物的取向;并且基于所述6DoF位置,从被提供有比所述第一分辨率更高的第二分辨率的第二图像采集扫描中减去所述异物。第一图像采集扫描也可以被称为侦察扫描,其可以比第二扫描更快。由于基于侦察扫描确定6DoF位置和/或取向,因此质量和位置的定义可能得到患者和/或扫描器指导信息。在处理了侦察扫描并从中导出了信息之后,可以自动执行第二、后续或最终的高分辨率诊断扫描。

[0032] 通常,从这样的侦察扫描获得的数据可以用于确定异物的识别符。基于所确定的识别符,可以获得异物数据库的对应数据。

[0033] 在另一示例中,所述重建处理单元还可以被配置为基于所述6DoF位置来调整所述X射线成像系统的扫描参数。扫描参数可以包括以下各项中的至少一项:患者位置、倾斜角度、扫描的开始和结束等。

[0034] 在一个示例中,所述伪影是由所述至少一个异物引起的,所述至少一个异物包括

被布置在所述目标的表面与所述X射线辐射源和/或所述X射线探测器之间的电子设备。电子设备可以是传感器、相机等。因此,可以确定位于目标外部的异物,并且可以相应地校正目标的图像。

[0035] 在另外的示例中,异物可以包括患者监视系统的至少一个部分。患者监视系统可以是传感器、相机等。替代地或额外地,患者监视系统可以包括基准标记等。

[0036] 在另一示例中,异物可以包括患者固定单元。

[0037] 在另外的示例中,异物可以是位于要被成像的目标内部的植入物。这样的植入物可以是患者特异性的(例如,钛合金髋关节等),并且可以生成金属伪影。三维模型可以至少包括植入物的几何形状和/或材料数据(例如,密度信息等)。在一些实施例中,可以利用增材制造/3D打印来制造患者植入物。

[0038] 根据一个方面,提供了一种通过X射线成像系统对目标进行成像的方法,包括以下步骤:

[0039] 确定位于所述目标中或者位于所述目标的表面与所述X射线辐射源和/或所述X射线探测器之间的至少一个异物的存在,

[0040] 从基于服务器的异物数据库获得所确定的异物的三维概况,并且

[0041] 通过以下操作来重建所述目标的图像:从所述X射线探测器采集所述目标的多幅投影图像,并且至少基于所获得的所述异物的三维概况来减小所述目标的所述图像中的能够由所述异物引起的伪影对图像质量的影响。从所述目标的所述图像中至少部分地减去由所述异物引起的所述伪影。

[0042] 可以利用上述系统来执行该方法。例如,在一些实施例中,该方法可以作为程序单元被存储在计算机可读介质上,该计算机可读介质在由处理器(例如,X射线系统的处理器,特别是重建处理单元的处理器)运行时适于执行以上和以下描述的方法的步骤。

[0043] 在一个示例中,可以至少从所述X射线成像系统的在第一辐射剂量水平上对所述异物的第一扫描和在与所述第一辐射剂量水平不同的第二辐射剂量水平上对所述异物的第二扫描获得所述三维概况。替代地或额外地,可以通过在多个能量设置下(特别是在多个kV设置下的多次扫描)扫描异物来获得异物的三维概况。不同辐射剂量水平和/或多种能量设置的信息可以作为额外信息被存储在异物数据库中。

[0044] 在另外的示例中,可以在根据所述投影图像重建所述图像之前确定所述异物的基于光子计数的散射概况。可以在图像重建期间使用基于光子计数的散射概况,以进一步提高伪影和/或条纹减少(例如移除、减法等)的准确度。散射概况可以与异物的三维概况结合使用,这可以提高图像质量,特别是提高从目标的图像中减去伪影的准确度。例如,使用散射概况可以改善对小金属伪影的图像校正。

[0045] 在另一示例中,在重建所述图像之前确定所述异物的相衬信息。换句话说,基于相衬信息的暗场X射线成像可以与异物的三维概况和/或散射概况结合使用。这可以进一步改善图像校正并因此进一步提高图像质量。

[0046] 在一个示例中,可以通过使用X射线成像系统扫描异物来获得异物的三维概况。由此,可以基于散射概况、暗场X射线成像或其组合来校正异物的三维概况。这可以进一步改善图像校正并因此提高图像质量。

[0047] 在另外的示例中,可以在被提供有第一辐射剂量的侦察扫描期间确定异物的存

在,并且通过被提供有比第一辐射剂量更高的第二辐射剂量的检查扫描来采集目标的图像。在确定了异物的存在之后,可以如上所述地识别异物。例如,可以使用上述分类单元等对异物进行分类。侦察扫描可以花费更少的时间并且可以提供患者和/或扫描器指导信息。当可以识别出异物时,可以自动执行检查扫描。

[0048] 在一个示例中,通过以下操作来至少部分获得所述三维概况:增材制造(例如3D打印)所确定的异物的模型,并且借助于所述X射线成像系统对所述模型进行扫描。例如,可以在扫描(即,执行侦察扫描和/或检查扫描)之前手动确定异物。在一些实施例中,可以如上所述地自动确定异物。可以扫描所制造的模型以获得散射概况、密度信息等。

[0049] 根据一个方面,提供了一种计算机程序单元,所述计算机程序单元在由至少一个处理单元(例如,X射线成像系统的处理器,特别是重建处理单元的处理器)运行时适于使所述处理单元执行如上所述的方法。计算机可读介质可以是软盘、硬盘、USB(通用串行总线)存储设备、RAM(随机存取存储器)、ROM(只读存储器)以及EPROM(可擦除可编程只读存储器)。计算机可读介质也可以是数据通信网络,例如,互联网,其允许下载程序代码。

[0050] 本发明的另外的方面涉及一种用于控制X射线系统的程序单元(例如,计算机程序),所述程序单元在由处理器(例如,X射线成像系统的处理器)运行时适于执行以上和以下描述的方法的步骤。

[0051] 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显而易见并且得到阐明。

附图说明

[0052] 下面将参考以下附图来描述本发明的示例性实施例:

[0053] 图1以透视图形式示意性地示出了根据本发明的示例性实施例的X射线系统。

[0054] 图2以侧视图形式示意性地示出了X射线成像系统的另外的实施例。

[0055] 图3示意性地示出了X射线成像系统的示例性操作的框图。

[0056] 图4示意性地示出了X射线成像系统的另一示例性操作的框图。

[0057] 图5示意性地示出了在重建过程和/或校正过程期间要被成像的目标在若干点处的图像。

[0058] 图6示出了通过X射线成像系统对目标进行成像的方法的流程图。

[0059] 附图仅是示意性表示并且仅用于图示本发明的实施例。原则上,相同或等同的元件被提供有相同的附图标记。

[0060] 附图标记列表

[0061]	100	X射线成像系统
[0062]	110	壳体
[0063]	120	机架
[0064]	130	目标支撑件
[0065]	140	目标
[0066]	150	辐射源
[0067]	160	X射线探测器
[0068]	170	重建处理单元

[0069]	171	处理器
[0070]	172	存储器
[0071]	173	存储器
[0072]	174	人工智能模块
[0073]	180	基于服务器的计算设备
[0074]	181	处理器、存储器等
[0075]	182	异物数据库
[0076]	190	异物
[0077]	191	计算机可读识别符
[0078]	192	伪影
[0079]	200	异物
[0080]	202	伪影
[0081]	210	检测单元
[0082]	220	另外的检测单元

具体实施方式

[0083] 图1示意性地示出了X射线成像系统100,其在该实施例中是计算机断层摄影成像扫描器。X射线成像系统100包括静止的壳体110和可旋转的机架120,可旋转的机架120能够绕目标支撑件130在大约360°的角度范围内旋转,目标支撑件130在该实施例中是支撑台。在该实施例中,要被成像的目标140(其例如是人类患者)位于目标支撑件130的上表面上。目标支撑件130至少能够沿着z轴以平移方式移动,从而将目标140选择性地移动到壳体110中。注意,在一些实施例中,目标支撑件130可以具有6DoF(六个自由度)。X射线成像系统100还包括辐射源150,辐射源150被配置为朝向要被成像的目标140发射X射线辐射射束,并且特别被配置为生成要被引导到检查区域中的辐射射束。该辐射射束与被设置在检查区域中的目标140的感兴趣区域相互作用(参见图2),其中,当辐射穿过检查区域时,会产生在空间上变化的辐射吸收。

[0084] X射线成像系统100还包括X射线探测器160,X射线探测器160被配置为检测已经穿过目标140的X射线,并且特别被配置为探测在辐射已经穿过检查区域之后的经吸收衰减的辐射。在该实施例中,辐射源150和X射线探测器160被安装到机架120并且被布置为彼此相对,使得X射线探测器160连续接收来自辐射源150的X射线。射线探测器160可以包括探测器元件的二维阵列,其中,可以预想到其他实施例。

[0085] X射线成像系统100还包括一个或多个计算单元,其中,在该实施例中,将主要描述重建处理单元170。重建处理单元170至少连接到X射线探测器160和/或辐射源150,以控制这些元件并且/或者从这些元件获得数据,特别是从X射线探测器160获得数据。重建处理单元170可以还由若干子系统、功能模块或单元、软件模块或单元等(这里不再进一步详细描述)形成,并且被配置为基于通过X射线探测器160探测到的X射线来重建目标140的图像,并且特别是基于目标140的多幅采集的投影图像来重建目标140的图像。在该实施例中,重建处理单元170包括至少一个处理器171(例如,反投影处理器等)、至少一个存储器172(用于存储图像数据)以及至少一个存储器173(用于存储一个或多个程序单元)。重建处理单元

170包括至少一个图像重建算法,在该实施例中,该图像重建算法作为程序单元被存储在存储器173中。在该实施例中,重建处理单元170被配置为使用滤波反投影来重建图像。然而,也能够使用其他重建算法来进行重建。

[0086] 重建处理单元170还包括人工智能模块——AI模块,为了更好地说明,用附图标记174来表示AI模块。AI模块174包括分类单元,该分类单元被配置为识别图像内的目标,特别是由重建处理单元170重建的图像内的目标。AI模块174的分类单元示例性地包括在人工神经网络中(特别是在卷积神经网络中)实施的机器学习部件,该机器学习部件可以替代地被布置为支持向量机、线性回归算法或其他项目。可以利用合适的训练数据集来预训练分类单元。

[0087] X射线成像系统100还包括基于服务器的计算设备180,基于服务器的计算设备180可以是本地的,或者如图1中示例性地指示的那样是云计算系统。基于服务器的计算设备180至少连接到重建处理单元170,其中,这种连接可以通过有线方式或无线方式建立。基于服务器的计算设备180包括用附图标记181共同指定的处理器、存储器等。基于服务器的计算设备180还包括数据库182,数据库182被配置为将异物190、200的识别符(将在下文中对其进行更加详细的描述)与异物190、200的对应的三维概况相关联。异物数据库182包括三维概况、几何数据(例如,形状和/或尺寸数据)、材料数据、密度数据、密度贡献数据、X射线吸收数据、散射曲线等。这些数据可以在X射线成像系统100的侦察扫描或检查扫描期间被预先测量和/或分析,或者可以由异物190、200的制造商和/或供应商提供。在该实施例中,第一异物190位于目标140的外表面与辐射源140之间的目标140的外部。作为示例,第一异物190是电子设备(例如,传感器、相机等)。另外,示例性地,第二异物200位于目标140的内部,并且例如被形成为金属植入物(例如,金属夹、高密度牙齿填充物、人工髋关节等)。注意,第一异物190和第二异物200可能引起伪影,特别是在被成像的感兴趣区域包含它们的高密度区域的情况下。典型地,第二异物190可以在重建图像中表现为金属伪影,如从高密度区域发出的条纹(参见图5)。

[0088] 参考图2,其示意性地示出了X射线成像系统100的另外的实施例,其中穿过壳体110而没有遮挡,位于目标140的外部的第一异物190还示例性地包括随同第一异物190一起提供的计算机可读识别符191。注意,为了更好地说明,仅放大了计算机可读识别符191的大小。计算机可读识别符191可以被提供为电子设备或非电子设备(例如,条形码、QR码、NFC标签、RFID标签等),或者可以包括加速度计、磁性传感器等,并且如图2中示意性地指示的那样还可以被配置为由检测单元210读出。取决于识别符191的设计,检测单元210可以被提供为条形码或QR码扫描仪、NFC模块、无线电模块、相机等。注意,检测单元210可以被布置在壳体110的外部或内部。在该实施例中,检测单元210连接到重建处理单元170。注意,检测单元210也可以直接连接到基于服务器的计算设备180。相同的或另外的检测单元210可以被配置为基于EM跟踪、基于雷达的三角测量、基于光的三角测量、基于超声的三角测量等来检测异物190。

[0089] 进一步参考图2,在该实施例中,X射线成像系统100还包括增材制造设备220,增材制造设备220被配置为(例如通过3D打印技术)形成通过X射线成像系统100进行成像的异物190、200的物理模型。举例来说,增材制造设备220的一侧连接到重建处理单元170,而另一侧连接到基于服务器的计算设备180。增材制造设备220被配置为基于由重建处理单元170

重建的异物图像来生成异物190、200的3D模型。异物190、200的这样的3D模型可以通过X射线成像系统100来进行成像并且可以被提供给基于服务器的计算设备180。

[0090] 图3示出了用于根据所采集的投影数据(特别是所采集的投影图像)来生成目标140(参见图1或图2)的校正图像I的X射线成像系统100的示例性操作的示意性框图。优选地,投影图像包括投影数据,其对应于每个图像元素的(即,每个像素或体素的)至少360°的角度照明范围。然而,也预想到重建缩小的投影数据集,该缩小的投影数据集提供例如与每个图像元素的至少180°的角度照明范围相对应的投影数据。X射线探测器160将在检测到已经穿过目标140和异物190、200的X射线时所采集的投影图像提供给重建处理单元170,其中,辐射源150发射X射线。基于所采集的投影图像,重建处理单元170(例如通过使用分类单元或者通常通过特征提取和/或识别算法等)确定异物190、200的存在。在确定异物存在时,重建处理单元170还通过使用AI模块174的分类单元来确定异物190、200的识别符,该识别符可以揭示异物190、200的形状、材料性质、密度等。基于独特识别符,重建处理单元170通过从异物数据库182下载基于服务器的计算设备180来获得与独特识别符相匹配的异物190、200的三维概况。基于特别包括几何数据(例如,形状、尺寸等)、材料数据(例如,密度、密度分布、材料性质等)的三维概况以及所采集的投影图像的至少一个子集,重建处理单元170例如通过位置确定模块来确定被成像的异物190、200的位置和/或取向。为此,重建处理单元170使用所采集的投影图像的少许正交图像、由重建处理单元170基于所采集的投影图像所重建的低分辨率三维图像等。至少基于被成像的异物190、200的位置和/或取向,重建单元170通过在最终的图像重建期间或之后从重建图像中减去伪影来至少减小异物190、200对重建图像质量的影响。在图3中用附图标记I表示目标140的重建和校正图像,在该重建和校正图像中,减少了由异物190、200引起的伪影或者从中基本上去除了这种伪影。

[0091] 图4示出了用于根据所采集的投影数据(特别是所采集的投影图像)来生成目标140(参见图1或图2)的校正图像I的X射线成像系统100的另一示例性操作的示意性框图。为了避免重复,下面将主要描述与根据图3的操作的区别。除了对异物190、200(或其识别符)的检测以外,还使用由另外的检测单元210获得的数据来检测和/或识别异物190、200。这些额外的数据可以基于对计算机可读识别符(如上述条形码、QR码、NFC标签、RFID标签等)的读出。除了基于图像数据(包括目标140和异物190、200的图像)来确定异物190、200的位置和/或取向以外,另外的检测单元210(优选处于另一配置(未示出))还用于基于EM跟踪、雷达三角测量或光三角测量或超声三角测量等来采集6DoF位置和/或取向。除了这些差异以外,重建处理单元170再次如上所述生成目标140的重建和校正图像I。

[0092] 注意,参考图3和图4描述的示例性操作也可以彼此组合。

[0093] 图5示意性地示出了在使用重建处理单元170进行的重建过程和/或校正过程期间要被成像的目标140在若干点处的图像。如图5的左侧所示,X射线探测器160提供所采集的图像,仅为了更好地说明,将所采集的投影图像表示为已经重建的图像。如所指示的,所采集的投影图像包括由异物190、200引起的伪影192、202。由于由异物200表示的金属植入物具有高密度,因此伪影202是条纹伪影。如上所述,基于所采集的投影图像,重建处理单元170例如通过使用分类单元或者通常通过特征提取和/或识别算法等来确定异物190、200的存在。在确定异物存在时,重建处理单元170还通过使用AI模块174的分类单元来确定异物190、200的识别符,该识别符可以揭示异物190、200的形状、材料性质、密度等。基于独特识

别符,重建处理单元170通过从异物数据库182下载基于服务器的计算设备180来获得与独特识别符相匹配的异物190、200的三维概况。基于该三维概况,重建处理单元170例如通过位置确定模块来确定被成像的异物190、200的位置和/或取向。至少基于被成像的异物190、200的位置和/或取向,重建单元170通过在最终的图像重建期间或之后从重建图像中减去伪影来至少减小异物190、200对重建图像质量的影响。结果,获得了目标140(也参见图1或图2)的重建和校正图像I,在该重建和校正图像I中,减少了由异物190、200引起的伪影或者从中基本上去除了这种伪影。

[0094] 图6示出了通过X射线成像系统100对目标进行成像的方法的流程图。在步骤S1中,确定位于目标140中或者位于目标140的表面与X射线辐射源150和/或X射线探测器160之间的异物190、200的存在。在步骤S2中,从基于服务器的异物数据库182获得所确定的异物190、200的三维概况。在步骤S3中,通过以下操作来重建目标140的图像I:从X射线探测器160采集目标140的多幅投影图像,并且至少基于所获得的异物190、200的三维概况来减小目标140的图像中的能够由异物引起的伪影192、202对图像质量的影响。

[0095] 在任选步骤S4(未示出)中,至少从X射线成像系统的在第一辐射剂量水平上的第一扫描和在与第一辐射剂量水平不同的第二辐射剂量水平上的第二扫描获得三维概况。剂量水平可以包括不同的强度和/或不同的电磁谱。

[0096] 在任选步骤S5(未示出)中,在重建图像I之前确定异物190、200的基于光子计数分箱的散射概况。

[0097] 在任选步骤S6(未示出)中,在重建图像I之前确定异物190、200的相衬信息。

[0098] 在任选步骤S6(未示出)中,在被提供有第一辐射剂量的侦察扫描期间确定异物190、200的存在,并且通过被提供有比第一辐射剂量更高的第二辐射剂量的检查扫描来采集目标的图像。

[0099] 在任选步骤S7(未示出)中,通过以下操作来至少部分获得三维概况:增材制造所确定的异物190、200的模型,并且借助于X射线成像系统100对该模型进行扫描。

[0100] 应当注意,本发明的实施例是参考不同主题来描述的。特别地,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。然而,除非另有说明,否则本领域技术人员将从以上和以下的描述中推断出,除了属于一种类型的主题的特征的任意组合以外,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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 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。

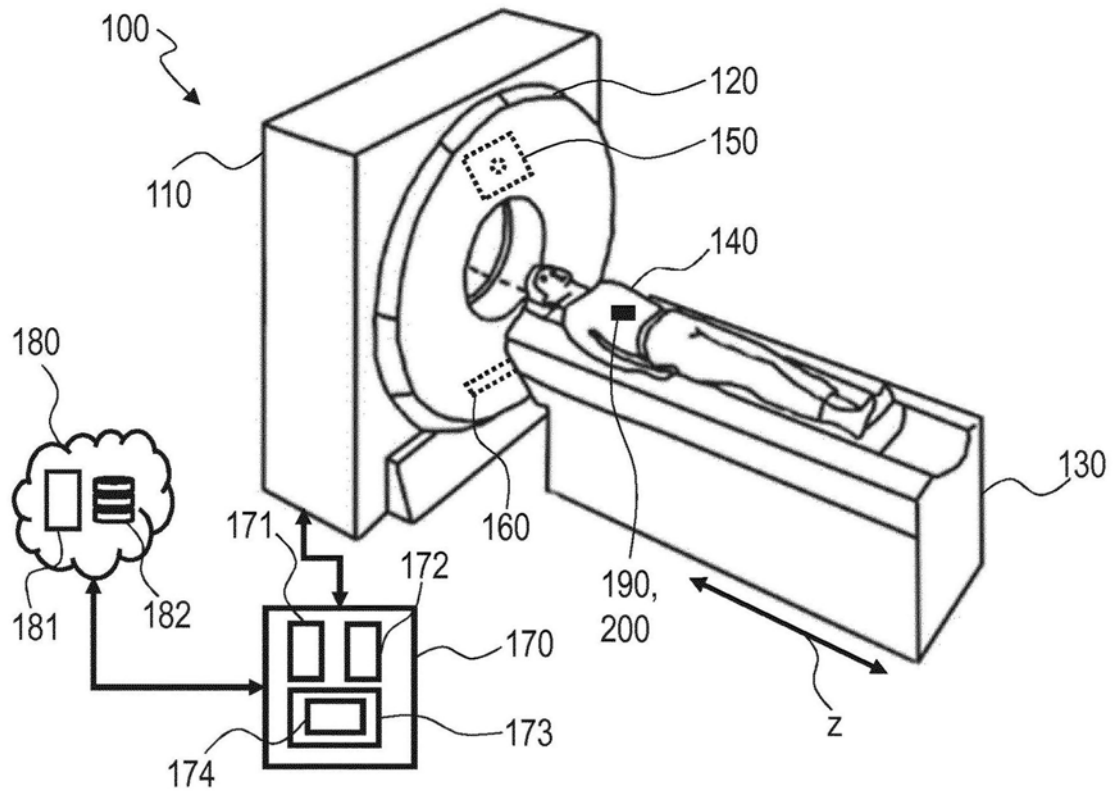


图1

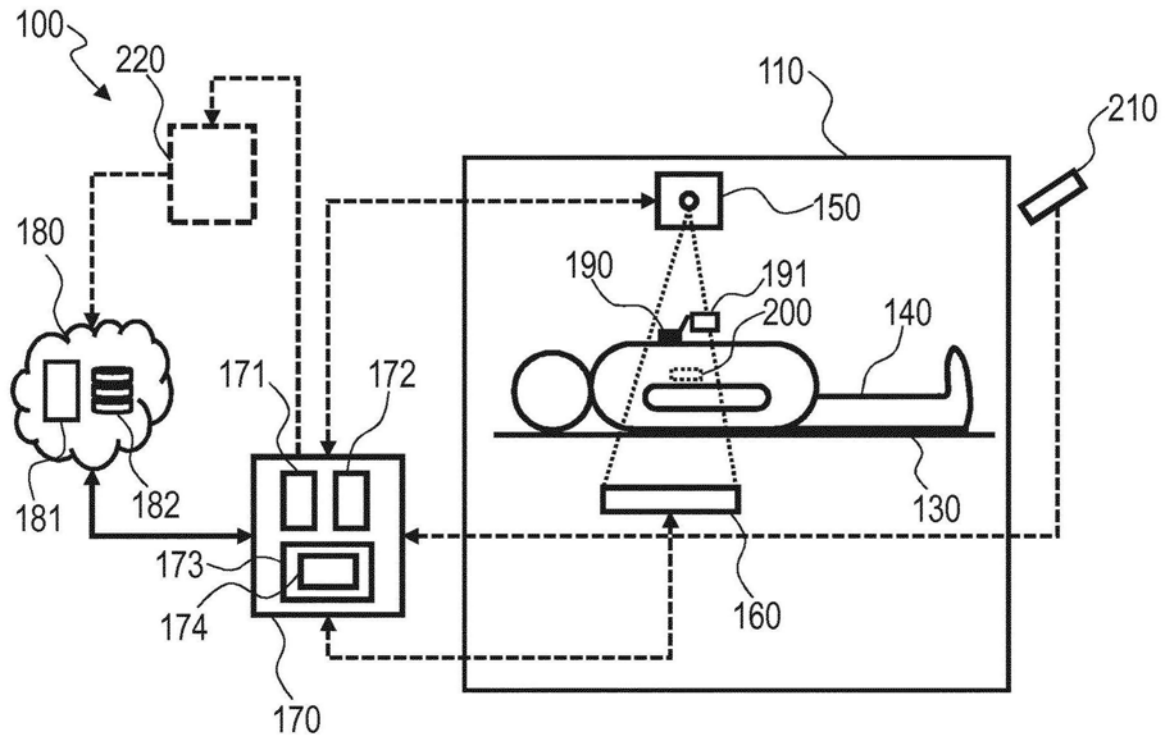


图2

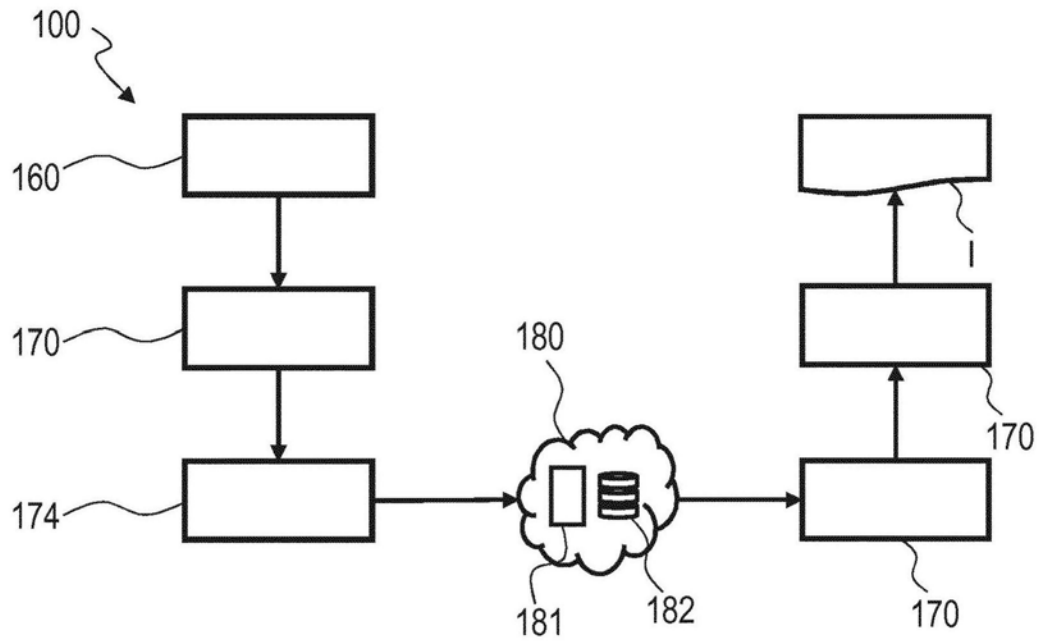


图3

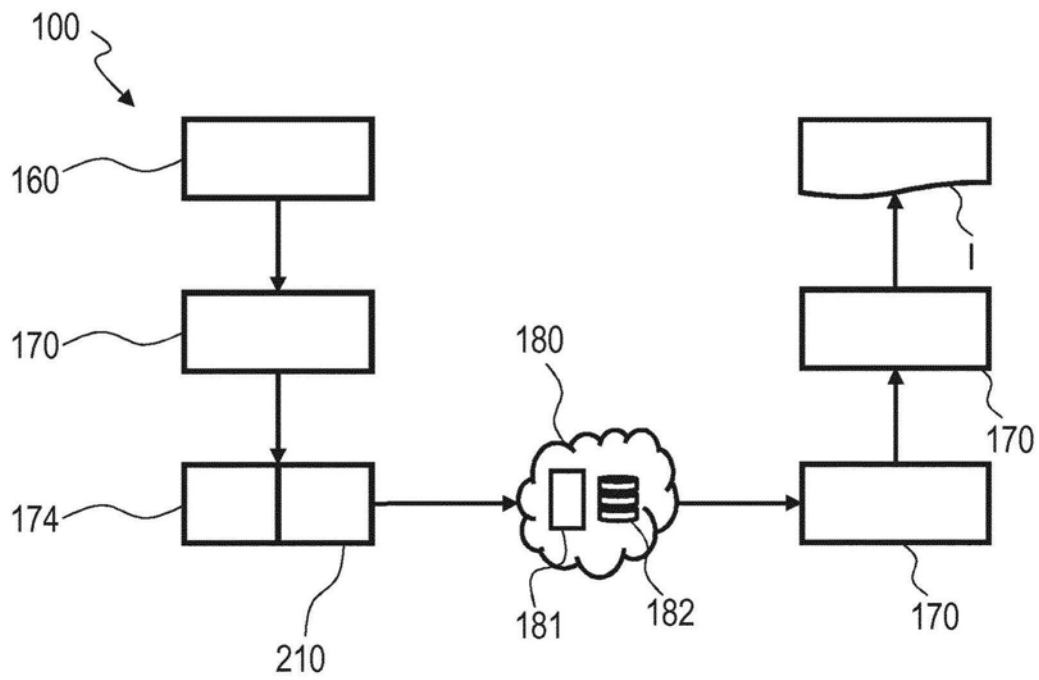


图4

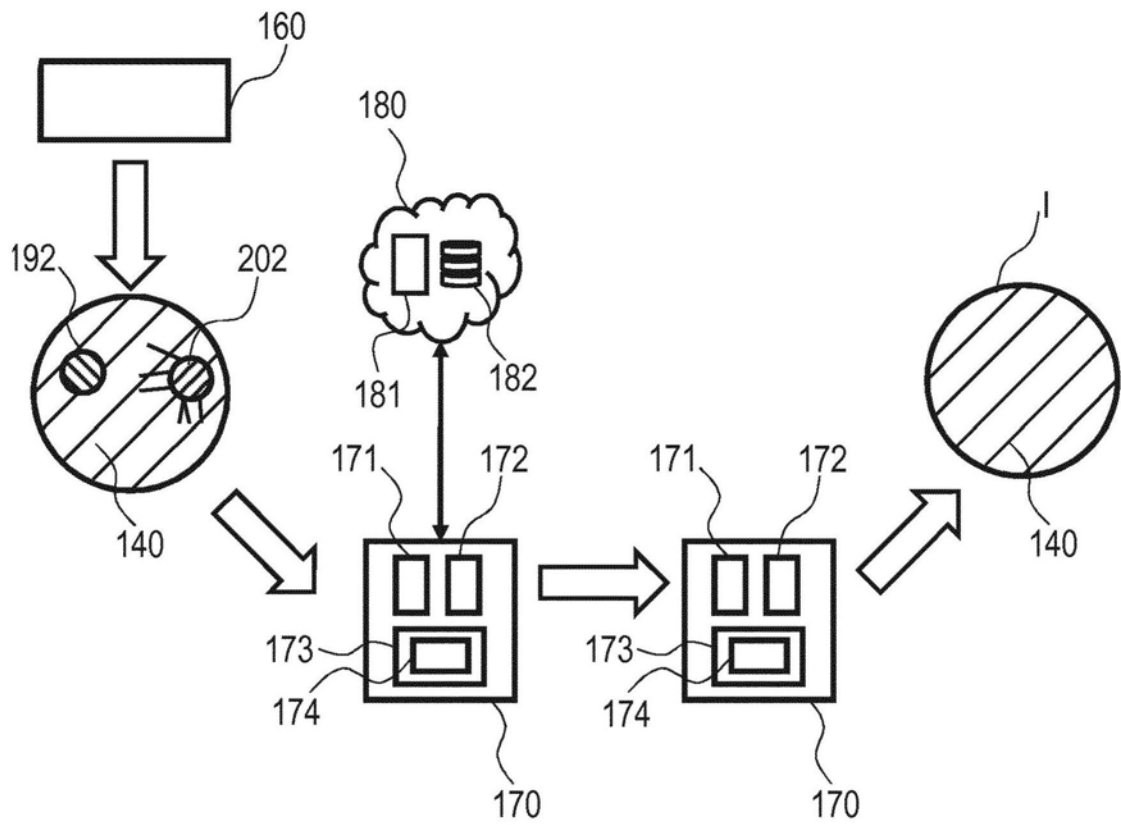


图5

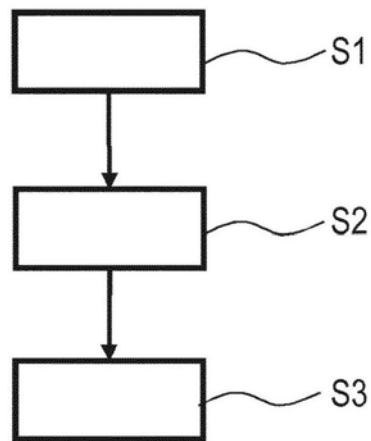


图6