



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106462973 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201580033982.7

JP 2013138800 A, 2013.07.18

(22) 申请日 2015.06.22

JP 2008118406 A, 2008.05.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

JP 2014512229 A, 2014.05.22

申请公布号 CN 106462973 A

US 2013283061 A1, 2013.10.24

(43) 申请公布日 2017.02.22

US 2013208966 A1, 2013.08.15

(30) 优先权数据

CN 103456002 A, 2013.12.18

14173573.8 2014.06.24 EP

CN 103226802 A, 2013.07.31

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102932644 A, 2013.02.13

2016.12.23

CN 102945542 A, 2013.02.27

(86) PCT国际申请的申请数据

陈小英 等. 基于AES的医学图像加密算法.

PCT/EP2015/063952 2015.06.22

《中国西部科技》.2009, 第8卷(第24期),

Yicong Zhou 等.Selective Object

(87) PCT国际申请的公布数据

Encryption for Privacy Protection.《Mobile Multimedia/Image Processing, Security, and Applications 2009》.2009, 第7351卷

W02015/197541 EN 2015.12.30

X. Q. Zhou 等.Authenticity and

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

Integrity of Digital Mammography Images.

地址 荷兰艾恩德霍芬

《IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING》

(72) 发明人 R·维姆科 T·比洛 T·克林德

.2001, 第20卷(第8期),

M·贝格特尔特 (续)

Hsiang-Cheh Huang 等.Integrity

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

Preservation and Privacy Protection for

72002

Medical Images with Histogram-Based

代理人 王英 刘炳胜

Reversible Data Hiding.《2011 IEEE/NIH

(51) Int.Cl.

Life Science Systems and Applications

G06T 7/11 (2017.01) (续)

Workshop》.2011, (续)

(56) 对比文件

审查员 张露

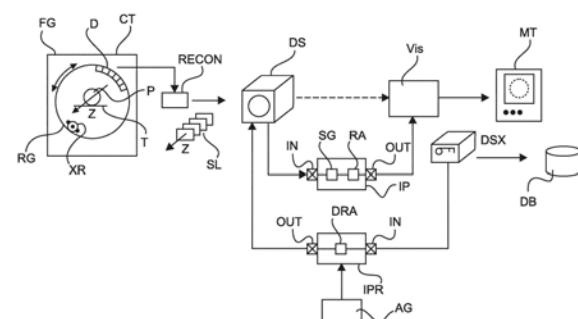
JP 2007243256 A, 2007.09.20

权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

直接体积绘制。

医学数据集相对于3D体积绘制的视觉匿名化



(57) 摘要

一种图像处理方法或装置(IP),以将3D图像数据集(DS)转换为视觉受保护的一个3D图像数据集(DSX)。所述3D图像数据集包括对象区域(OR)和定义被成像对象(P)的轮廓的背景区域(BR)。通过将随机化操作应用于至少所述背景区域(BR)来避免对象的轮廓(IF)的无意或恶意的

CN 106462973 B

[转续页]

[接上页]

(72) 发明人 I·瓦赫特-施特勒

(51) Int.Cl.

G06T 15/08 (2011.01)

G06T 19/00 (2011.01)

(56) 对比文件

Jiankun Hu 等.A pixel-based scrambling scheme for digital medical images protection.《Journal of Network and Computer Applications》.2009, 第32卷(第4期),

1.一种图像处理方法,包括:

接收(S405)针对受检者身体的对象所采集的三维3D图像数据集;

将所述3D图像数据集分割(S410)为在所述受检者身体内部的对象区域以及与所述对象区域互补的在所述受检者身体外部的背景区域;并且

将随机化操作应用(S415)于所述背景区域中的图像元素,从而将所述3D图像数据集转换为部分随机化的3D图像数据集,

其中,所述对象区域包括内核区域和外层区域,所述外层区域位于所述内核区域与所述背景区域之间,其中,所述随机化操作被限制于i)所述背景区域中的图像元素以及ii)所述外层区域中的图像元素,并且

其中,所述随机化的量沿着从所述外层区域朝向所述背景区域的方向增加。

2.根据权利要求1所述的图像处理方法,其中,所述外层区域包括与所述背景区域交界的所述图像元素。

3.根据权利要求2所述的图像处理方法,其中,所述外层区域仅包括所述交界的图像元素。

4.根据权利要求1-3中的任一项所述的图像处理方法,其中,所述随机化操作包括将在给定图像元素处的原始图像信息与随机化的图像信息进行组合。

5.根据权利要求4所述的图像处理方法,其中,所述随机化的图像信息相对于所述原始图像信息的量针对沿着从所述外层区域朝向所述背景区域的方向的图像元素而增加。

6.根据权利要求1-3中的任一项所述的图像处理方法,其中,所述随机化操作是能逆转的,以供实质上恢复原始3D图像数据集。

7.根据权利要求6所述的图像处理方法,其中,所述随机化操作的所述逆转由与所述部分随机化的3D图像数据集相关联地存储的一条或多条随机化逆转指令来定义。

8.根据权利要求7所述的图像处理方法,其中,所述一条或多条随机化逆转指令被存储在所述部分随机化的3D图像数据集的DICOM头文件日期中。

9.根据权利要求7或8所述的图像处理方法,其中,所述一条或多条随机化逆转指令被与所述部分随机化的3D图像数据集分开并且远离地存储。

10.根据权利要求7或8所述的图像处理方法,其中,所述随机化逆转指令仅能由授权的代理执行。

11.一种图像处理方法,包括:

接收(S505)对象的采集到的部分随机化的三维3D图像数据集;

访问(S510)随机化指令;

基于所述随机化指令形成(S515)逆转的随机化指令;

应用(S520)所述逆转的随机化指令,以将所述随机化的3D图像数据集转换为非随机化的3D图像数据集,

其中,所接收(S505)的部分随机化的3D图像数据集是根据权利要求1所述的方法的结果。

12.一种图像处理装置,包括:

输入端口,其被配置为接收针对受检者身体的对象所采集的三维3D图像数据集;

分割器,其被配置为将所述3D图像数据集分割为在所述受检者身体内部的对象区域以

及与所述对象区域互补的在所述受检者身体外部的背景区域；

随机化器，其被配置为将随机化操作应用于所述背景区域中的图像元素，从而将所述3D图像数据集转换为部分随机化的3D图像数据集，其中，所述对象区域包括内核区域和外层区域，所述外层区域位于所述内核区域与所述背景区域之间，其中，所述随机化操作被限制于i)所述背景区域中的图像元素以及ii)所述外层区域中的图像元素，并且其中，所述随机化的量沿着从所述外层区域朝向所述背景区域的方向增加；以及

输出端口，其被配置为输出经转换的图像。

13. 一种图像处理装置，包括：

输入端口，其被配置为接收针对受检者身体的对象所采集的部分随机化的三维3D图像数据集；

去随机化器，其被配置为访问随机化指令并由此形成逆转的随机化指令，并且被配置为应用所述逆转的随机化指令以将所述部分随机化的3D图像数据集转换为非随机化的3D图像数据集；

输出端口，其被配置为输出所述非随机化的3D图像数据集，

其中，所接收的部分随机化的3D图像数据集是根据权利要求1所述的方法的结果。

14. 一种其上存储有计算机程序单元的计算机可读介质，所述计算机程序单元用于控制根据权利要求12或13所述的装置，所述计算机程序单元当由处理单元运行时适于分别执行根据权利要求1-10或权利要求11所述的方法的步骤。

医学数据集相对于3D体积绘制的视觉匿名化

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理方法、图像处理器、计算机程序产品以及计算机可读介质。

背景技术

[0002] 在医学领域中,患者同意将其X射线或MR图像用于诊断或者使其影像可用于临床研究正变为日渐敏感的事件。随着医学图像数据变得容易通过数据网络获得,更是这样的情况。同样地,如今日益普遍是的在诸如CD或存储棒的移动存储设备上将图像数据分发给患者。此外,这出于至少如下原因可能引起可能的滥用或者至少非故意的误用。

[0003] 当前,许多标准查看软件模块提供对于交互控制的直接体积绘制(DVR)的选项。利用DVR,能够产生直接根据3D栅格扫描数据容易地显示体积绘制的效果,而无需对身体或器官的先验分割。

[0004] 但是,这些3D直接体积绘制选项能够被用于(可能非故意或具有恶意企图)产生对整个身体或身体部分(诸如躯干或头部)的外表面或轮廓的显示。由于例如X射线或MR信号的穿透性质,患者在绘制中呈现为“赤裸的”,并且甚至在视觉上是可辨认的。一些患者可能感觉对其头部或躯干的这类绘制如果被未授权或非医务人员看到是不合适的,或者甚至当对此不存在医学必要时被医务人员非故意地看到是不合适的。例如,如果通过通信网络(互联网发布、社交媒体)公布该体积绘制造成数据落入未授权人手中,例如,如果数据被保存在其上的移动存储设备丢失或被窃或者他人通过租用用户的计算机非法获取等,滥用可能是水到渠成的。

[0005] 这类绘制软件的广泛利用可能妨碍患者同意进行医学成像或者将其图像数据用于临床研究。

发明内容

[0006] 因此,存在对解决上文提到的数据保护关注点以及类似问题的方法或装置的需求。本发明的目的由独立权利要求的主题来解决的,其他实施例被并入在从属权利要求中。应当注意,本发明的下文所描述的各方面同样应用于图像处理装置、计算机程序单元和计算机可读介质。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种图像处理方法,包括:

[0008] 接收采集的对象的三维3D图像数据集;

[0009] 将所述图像数据集分割为对象区域以及与之互补的背景区域;并且

[0010] 对所述背景区域中图像元素应用随机化操作,从而将所述3D图像数据集转换为至少部分随机化的图像数据集。

[0011] 换言之,(数字)分割算法被用于在3D图像体积中自动地识别身体或身体部分周围的空间。所识别的外部空气体积然后可以与来自随机数生成器的强度进行叠加。任何后续的直接体积绘制或其他操纵将仅产生身体表面的非特异性显示,而保持身体内部的完全分辨率,以确保例如经转换的数据集仍然能够用于医学诊断。如在本文中所提出的,随机化不

仅通过改变分辨率而模糊，并且在此以随机图像强度与原始数据信息进行组合，以使绘制的身体轮廓是不可识别的。

[0012] 根据一个实施例，所述对象区域包括内核区域和外层区域，所述外层区域位于所述内核区域与所述背景区域之间，其中，所述随机化操作被限制于i)所述背景区域中的图像元素以及ii)所述外层区域中的图像元素。

[0013] 换言之，随机化可以向下延伸至进入身体区域内的特定“皮肤深度”（一个或多个，但通常仅若干体素，1-5个等），以实现更好的匿名化。

[0014] 根据一个实施例，所述外层区域包括与所述背景区域交界(IF)的图像元素。换言之，所述随机化延伸进入到所述对象区域内的仅一个体素深度。

[0015] 根据一个实施例，所述外层区域包括仅所述交界图像元素。这节省了计算时间。

[0016] 根据一个实施例，所述随机化操作包括将在给定图像元素处的原始图像信息与随机化的图像信息进行组合。这允许之后如果需要的话恢复原始图像数据。

[0017] 根据一个实施例，随机化的图像信息相比于原始图像信息的优势（或量）针对沿从外层区域向背景区域的方向的图像元素而增加。这避免了随机化的图像区域与非随机化的图像区域之间的硬转变。能够实现更好的匿名化。

[0018] 根据一个实施例，所述随机化操作是可逆的，以实质上提供恢复原始图像数据集。

[0019] 根据一个实施例，所述随机化操作的逆转是由与随机化的图像数据集相关联地存储的一条或多条随机化逆转指令来定义的。

[0020] 根据一个实施例，一条或多条随机化逆转指令至少部分被存储在随机化的图像数据集的DICOM头文件日期中。

[0021] 根据一个实施例，所述一条或多条随机化逆转指令与随机化的图像数据集分开存储并且远离随机化的图像数据集来存储。

[0022] 根据一个实施例，所述随机化逆转指令仅能由授权的代理执行，例如，通过询问密码或者通过在多用户操作系统（诸如UNIX）中授予适当的用户权限。

[0023] 总之，在本文中提供了优选在使图像数据可用之前利用“伪噪声”“填充”围绕被成像身体的被成像空间，使得不能实现对身体表面的任何无意的体积绘制，而与此同时，以全分辨率保存关于感兴趣内部器官的大部分的图像信息。优选地，自动应用随机化，亦即，在产生图像数据之后应用随机化，而无需用户特别地要求，即使在本文中不排除针对用户要求的随机化的实施例。

[0024] 根据第二方面，提供了进一步图像处理方法，包括：

[0025] 接收采集的对象的至少部分随机化的三维3D图像数据集；

[0026] 访问随机化指令；

[0027] 基于所述随机化指令形成逆转的随机化指令；

[0028] 应用所述逆转的随机化指令，以将随机化的3D图像数据集变换为非随机化的3D图像数据集。

[0029] 根据第二方面的该方法允许如根据第一方面的方法实质上逆转随机化操作，以恢复原始图像数据集。

附图说明

- [0030] 现在将参考如下附图来描述本发明的范例性实施例，在附图中：
- [0031] 图1示出了成像装置的示意性框图；
- [0032] 图2示出了3D图像数据集；
- [0033] 图3示出了3D数据集的体积绘制；
- [0034] 图4示出了图像处理方法的流程图。

具体实施方式

[0035] 参考图1，示出了诸如计算机断层摄影扫描器的X射线成像系统CT的示意性框图。在一个实施例中，成像系统CT（在本文中也被称为“扫描器”或“成像器”）包括在固定机架FG中可旋转地安装的可旋转机架RG。可旋转机架RG能围绕空间的部分、亦即检测区域而旋转。更具体地，可旋转机架RG能围绕所述检查区域的等中心旋转。可旋转机架RG在其端部中的一个端部处承载X射线管或X射线源XR，并且在另一端部处承载探测器D。

[0036] X射线源XR被配置为在成像会话期间发射X射线辐射。更具体地，X射线射束穿过检查区域，并且之后撞击在探测器D的辐射敏感表面上。检查桌台T处在由X射线射束穿过的检查区域内。在检查桌台T上设置要被成像的样本/对象P（例如，人类或动物患者）。更具体地，X射线射束在感兴趣区域ROI处穿过患者P，所述感兴趣区域例如是特定器官或其部分，诸如患者的胸部。在其穿过样本P期间，例如通过在样本P中的物质内的吸收相互作用而修改X射线射束。吸收的程度是对患者中的吸收系数分布或密度分布的直接量度。因此，根据各个射线穿过样本P的位置不同地修改或吸收X射线射束的个体射线。在患者的另一端显现的如此修改的X射线射束之后与探测器交互。根据在探测器处探测到的强度，发出对应的电信号，所述电信号之后被传递至DAS（数据采集系统一未示出）。DAS包括适当的A/D转换电路，以将所述电信号转换为数字形式，也被称为探测器原始数据，其本质上是数字的阵列。

[0037] 由成像器IMA产生的探测器原始数据本质上是在相对于检查区域和其中的对象的特定投影方向处采集的被成像样本的投影图像。

[0038] 由于可旋转机架RG围绕检查区域并且由此围绕对象P环绕，以上文所描述的方式来采集沿不同投影方向的一系列不同投影图像。

[0039] 所述一系列投影图像被转发到重建器RECON，所述重建器以其他方式使用已知重建算法（诸如滤波背投影FBP）以将所述系列投影图像转换为切片图像SL，所述切片图像提供在沿着扫描器的等中心处穿过对象的轴的特定位置z处的对象的截面视图。然后，通过移动机架或者沿着所述轴将检查桌台T（患者在其上）移动到新的z位置来实现沿着所述轴的相对运动，并且重复上文所描述的流程以根据新的投影图像来形成针对所述新的z位置的新的重建切片。以这种方式，形成多幅切片图像SL，其共同定义3D图像数据集。然后，诸如直接体积绘制(DRV)的可视化模块VIS可以被应用于3D图像数据集以在屏幕MT上形成来自用户能交互定义的观察点的关于解剖结构的期望的3D视图。

[0040] 3D图像数据的每个图像体积元素（“体素”）对应于检查区域中的空间点。如果在成像期间该点被对象占据，则该点将承载关于由X射束的射线在其穿过检查区域中的所述点中所经历的累计吸收的量的期望的信息。但是，由于要被成像的对象P通常不完全占据整个检查区域，将不可避免地存在不能编码由对象导致的任何衰减的一些背景体素，而仅仅编

码由周围空气导致的可以忽略的衰减。然后,这些体素则可以被称为背景体素。换言之,体积集合3D的整体包括两个互补区域:对象区域OR和背景区域BR。这些在图2的窗格A中被示意性示出。

[0041] 图2的窗格B示出了通过3D数据集DS的沿着Z方向的横截面。在两个区域相遇的位置处,存在界面IF。界面区域本质上是对应或定义对象P的外部外形或轮廓的二维表面。由于现代成像器的高空间分辨率能力,对象的轮廓IF可以在DVR查看器中以相当大的细节来表示。有时,例如头部的轮廓将允许识别被成像的人。出于隐私考虑,这是不期望的。尽管,出于诊断目的或其他医学目的,医务人员很大程度上将感兴趣于观察对象的内部的3D绘制,不能阻止例如未授权人请求轮廓的体积绘制,并且之后可能滥用该潜在的令人尴尬的影像。

[0042] 在图3中通过窗格A、B中的范例性影像图示了这种情况。窗格A示出了胸部CT数据集的直接体积绘制DVR。在窗格B中,对于相同的数据集,选择对象区域外的观察点,并且获得躯干轮廓的体积绘制。换言之,在B的DVR中,使用与窗格A中相同的设置,但这时,围绕头尾身体轴旋转视图,从而清晰地展示关于患者的外部外形或体积表面的可能令人尴尬的细节。

[0043] 现在,为了保护患者的隐私但同时保存关于对象P的内部的大部分(如果不是所有)图像信息,在本文中提出了图像处理模块IP。宽泛地说,根据一个实施例,所提出的图像处理器IP操作用于利用随机像素/体素信息来自动地“填充”3D数据集DS的背景区域BR,使得几乎不可能进行身体外形的任何无意的体积绘制。以这种方式,数据集DS被变换为“视觉保护的”数据集版本DSX。在一个实施例中,数据集DS的这种部分随机化是可逆的,使得原始的未被保护的体积数据集能够是被完全恢复。这包括存储随机化指令,所述随机化指令之后能够被用于“恢复”经随机化的数据集。所提出的图像处理器IP被设想为在成像器CT的图像输出与可视化模块(例如绘制器)VIS之间插入的安全部件。亦即,不同于如以往所做的将所产生的3D数据集DS直接传递到可视化器VIS,现在插入图像处理器IP,其首先将3D数据集DS变换为视觉保护的一个DSX。仅视觉保护或随机化的数据集DSX之后不可用于绘制操作。

[0044] 图2B在组成数据集DS的各种图像体素发生了什么方面详细图示了图像处理器IP的操作。随机化区域RR(即,随机化操作已经被应用或将要被应用的那些体素)包括所有或部分背景区域BG。事实上,在特定实施例中,随机化区域被局限于背景区域。然而,在优选实施例中,随机化区域RR部分地扩展到对象区域。从概念上讲,能够想到对象区域OR由核心区域CR构成,所述核心区域CR被外层区域LR围绕。该外区域LR可以是仅仅若干体素厚,在极端情况下,仅仅是一个体素厚。在一个实施例中,则设想将随机化区域RR扩展到对象区域以包括外层区域LR。优选地,但不必然地,外层区域LR中的所有图像元素被随机化。将随机化扩展到所述外层区域LR提供更好的匿名化结果。例如,如果仅对背景区域应用随机化,则在背景随机化与对象区域OR中的非随机化的图像信息之间存在不言而喻的突然变换。之后,身体外形可能仍然是可恢复的。因此,期望至少将界面IF连同周围背景区域BR的至少部分一起进行随机化。亦即,不仅对背景区域BR而且还对对象区域OR中接近背景区域的至少那些对象体素进行随机化。以这种方式,能够更好地保护患者的隐私。在图2B中图示了优选实施例,其中,随机化RR(示为阴影)部分地从背景区域BG扩展到对象区域OR的外层区域LR中。

[0045] 在一个实施例中,设想在从核心区域CR朝向背景区域BR的任何或至少一个方向p

上增加随机化的量。这在图2的窗格C中的两条曲线图形地示出。曲线f,g分别示出了原始图像信息的量(f)和随机化的图像信息的量(g)。在核心区域CR中,仅存在原始图像信息。然而,当沿着方向p移动进入外层区域LR中时,原始信息的量f增加而“模糊的”或随机化的图像信息的量g以及这种相互作用持续上升至界面区域IF。一旦处在界面区域IF外部而在背景区域BG中,则仅存在随机化的像素信息,并且不再存在原始图像信息。在一个实施例中,设想将整个背景区域随机化。然而,在更细化的实施例中,首先重建对象区域OR的凸包。之后随机化被局限到对象区域OR与凸包之间的图像元素中。优选地,但不必然地,对凸包与对象区域OR之间的所有图像元素进行随机化。以这种方式,能够节省CPU。在其他实施例中,可以定义围绕对象区域OR具有固定的能预选择的厚度的另一层区域(不必然为凸包),并且仅对此进行随机化。

[0046] 现在将更为详细地解释图像处理器IP的操作。

[0047] 图像处理器IP包括输入IN端口和输出OUT端口,以分别接收原始3D数据集DS和输出随机化的数据集DSX。

[0048] 图像处理器包括分割器SG和随机化器RA作为其基本部件。现在参考图3C,其示出了对图3的窗格A、B中示出的数据集的随机化操作的影响。在该范例中,患者的乳房不再可见。换言之,使用随机化的数据集DSX,如果请求患者的内部的直接体积绘制,则将仍然得到根据图3A的图像。然而,当从对象区域外部的观察点进行绘制时,将得到根据窗格C的匿名化的视图,而不是窗格B中的视图。换言之,患者的身体呈现为被包裹在“虚拟的毯子”中,以更好地保护隐私。

[0049] 现在参考图4A,图4A示出了步骤S405-S415的流程图,其构成在本文中所提出的图像处理器IP的操作。

[0050] 在步骤S405处,接收原始3D数据集DS。如上文简要提到的,这可以在成像器CT输出体积的情况下自动发生,但是也设想了其他实施例,其中,用户能够在之后影响匿名化。例如,首先在数据库或存储器DB中存储原始集合DS,并且之后进行匿名化。事实上,所提出的处理器IP可以被用于在PACS或其他图像管理系统中保存的已经存在的一堆影像进行匿名化。

[0051] 在步骤S410处,3D数据集被分割为身体区域OR和背景区域BR。这允许将界面区域IF定义为表示身体的2D表面的体素元素。同样地,在该步骤中,能够定义要被随机化的所有体素的同一性。亦即,一旦已经设置外层LR的厚度并且一旦定义了以何种程度对背景区域进行随机化,则能够完全确定(要被)随机化的体素的数量和位置(根据坐标(x,y,z))。以何种程度对背景区域进行随机化能够通过如先前解释的计算凸包一样通过定义围绕对象区域OR的背景BR中的层区域的厚度来设置。定义随机化区域RR“到达”界面轮廓IF的两侧的这两个层是图像处理器IP的预定义设置,并且可以是用户可调节的。换言之,构成区域RR的体素是指定用于后续随机化的那些体素。

[0052] 在步骤415处,随机化之后被应用于经分割的数据集,亦即,被应用于随机化区域RR中的体素。根据RR的范围,随机化操作被限制于背景信息,或者扩展到如先前所解释的外层区域。

[0053] 在一个实施例中,通过使用伪随机数生成器来实施实际的随机化操作。通过种子点来定义随机数生成器,并且定义数字序列的数学指令具有确定性的,但如果并不具有种子

点以及对数学指令的特定功能描述则呈现为随机的。在一个实施例中,数学指令是从种子点(亦即,数字)开始执行的迭代模数除法(根据算术已知)。在该过程中,生成不同的余数,其在迭代期间输出为随机数字。生成该随机数字序列所需的所有信息的集合在本文中将被称为(一个或多个)随机指令。

[0054] 尽管在所有实施例中不是必然的,随机化是可逆的操作。这能够通过定义“遍历顺序”来实现,其中,在序列中生成的随机数字将被应用于随机化的区域RR。这能够通过定义从切片之间并且在每个切片行或列中穿过区域RR的路径来完成。之后,沿着所述路径,每个体素被分配顺序数字。由于区域RR中的体素的总体数量是已知的,之后针对所需数量的迭代,能够通过运行随机生成器来生成等数量的随机数字,以产生具有与区域RR具有体素一样多的条目的随机数字的序列。随机序列中的第*i*个随机数字之后被应用于遍历路径中的第*i*个体素。通过组合两个或者例如通过将随机强度加到对应位置处的各个体素值,以形成随机化区域。之后,被访问的随机化区域中的每个像素将具有添加的随机强度。

[0055] 上述随机化流出允许进行各种不同的实施方式,本文中在不同的实施例中设想了所有的实施方式。在一个实施例中,事先生成所有随机数字,并且之后将其应用于随机化区域。能够顺序地进行或一次性并行地完成所述应用,以及,随机化强度的添加。在另一实施例中,当由随机数字生成器输出随机强度值时,在运行中应用所述随机强度值。

[0056] 总体上,在将随机数字加到体素值之前,需要有意义地转换为图像强度。在一个实施例中,所生成的随机数字被映射到图像强度的可容许的范围,并且之后以线性叠加方式被映射到区域RR中的体素的相应体素上。备选地或额外地,在算术模运算中,随机数字被“包裹”在可容许的范围周围,以实现随机化的强度。

[0057] 根据一个实施例,随机化的量根据“滑动尺度”在随机化区域内变化。这可以根据噪声和真实图像强度的增加的线性混合通过将过渡区域LR填充到空气与身体之间的表面IF来实施,使得在身体表面IF之前例如-5mm处的噪声贡献为100%,直到在身体内部在例如+5mm处的噪声贡献为0%。当朝向背景区域BR移动时,百分比线性滑动或向下斜变。亦即,真实值逐渐分阶段,并且虚拟的强度值是具体减小的阶段。

[0058] 这样随机化的3D数据集DSX之后可以被存储在数据集DB中以供后续参考引用。

[0059] 在一个实施例中,数据DS在DICOM格式中是可用的。之后,根据一个实施例,提出了随机化指令的所有或至少部分被包括子数据集DS的DICOM头文件中。如之前提到的,在一个实施例中,在成像器CT处产生或生产数据集后执行随机化。例如,将随机化指令中的至少部分包括到DICOM头文件中能够被实施作为新的标准。然而,在其他实施例中,随机化指令被存储在其他位置,并且仅仅在逻辑上与随机化数据集DSX相链接。例如,伪随机数字生成器的数学指令、其种子数字和身体分割连同作为DICOM文件中的文本的受保护数据集被一起存储。

[0060] 如所提到的,根据一个实施例,还存在选项以逆转随机化操作,以允许恢复原始数据集DS。对此,设想了对先前介绍的图像处理器IP的逆转操作器IPR。

[0061] 图像处理器IPR包括输入端口IN和输出端口OUT,并且包括去随机化部件DRA。可以理解,尽管图1示出了两个操作器IP和IPR,后者是可选的。

[0062] 现在,将参考图4中的流程图B来详细解释所述逆转图像处理器IPR的操作。

[0063] 在步骤S505处,接收随机化数据集DSX。

[0064] 在步骤S510处,访问随机化指令。访问的请求同样能够由代理AG发出。例如,在客户伺服器架构中,代理AG可以是医学PACS系统中医生的工作站。如果在工作站AG处的用户具有正确的认证信息,例如,密码或者已经被给予适当的用户权限,则允许访问随机化指令的请求,否则拒绝。

[0065] 如果允许访问,流程进行到步骤S515,其中,制定逆转的随机化指令。这可以通过使用相同的种子数字和相同的迭代数学指令以重新创建随机数字重新运行随机化序列来完成。

[0066] 在后续步骤S520中,之后逆转指令被应用于在由随机化区域RR的坐标规定的指定体素位置处的随机化数据集DSX。使用相同的遍历顺序和随机化的体素的同一性,能够从在各个位置处的随机化数据集DSX减去随机化强度,以揭示原始数据集DS。

[0067] 根据上文应当明确,随机化指令包括先前提到的种子点、当迭代被应用于种子点时生成随机化点的序列的迭代数学函数、对通过随机化区域RR的遍历顺序的约定以及随机化区域自身的坐标定义。RR定义在步骤S410处基于身体分割,并且能够连同受保护的数据集(例如,DICOM文件)一起或者远离受保护的数据被存储作为ASCII文本(串数据)。随机化区域RR能够以非常具有存储器效率的方式被存储,例如作为网格或者作为压缩的位元体积,其与原始图像数据相比通常需要<1%的存储量。

[0068] 然而,作为遍历顺序的这样的项可以是预先约定的标准的部分,因此可以不与其他信息一起被特别地存储。这些项可以被存储在一起,或者这些项中的一个或多个可以与其他项分开并且分别存储,以增加安全性。

[0069] 在一个实施例中,例如,伪随机数字生成器的种子数(亦即,单个整数)未连同受保护的图像一起被存储,但出于数据安全原因,被提供在分离的文件中和/或被提供在分离的通信通道中,其可以是电子记录、纸质打印输出、口头通信、电通信等。

[0070] 如之前所提到的,在一个实施例中,仅针对授权人员(例如,主要研究者或主要医生)允许恢复。这能够在密码基础上实现。例如,在非限制性范例中(也设想任何其他组合),以下项与图像数据一起被存储:随机化指令(例如,伪随机数字生成器的数学方程)、其种子以及随机化区域R的坐标定义。例如,所述项可以被存储嵌入(在DICOM头文件中或其他位置)。但是,如此存储的随机化指令利用密码进行加密。

[0071] 总之,在本文中提出的是在存储之前利用随机噪声自动填充3D数据集的身体周围空间的技术可能性,使得对身体表面的任何无意的体积绘制变得不可能,产生视觉上受保护的数据集。额外的选项预见到,噪声的添加是可逆的,使得通过连同受保护的数据集以紧凑的方式存储适当的信息能够对原始未受保护的体积数据全部恢复。

[0072] 图像处理器IP、IPR被设想作为安装在扫描器控制台或医学成像和PACS工作站上的模块。简言之,所提出的图像处理器可以被用在产生或处理3D数据集的任何系统中。处理器PR和IR可以被合并到不同于图1所示的实施例的单个模块中,尽管如图1所示其是分离的,在一些实施例中也可能是期望。例如,IP被安装在扫描器CT处,而解码器IPR仅在所选的成像器或PACS工作站处是可用的。

[0073] 尽管上文实施例已经针对断层摄影X射线扫描器进行了解释,所提出的方法和装置IP、IPR是对MR成像器的同等适用。

[0074] 在本发明的另一范例性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序单元,其

特征在于，其适于在适当的系统上运行根据前面的实施例之一所述的方法的方法步骤。

[0075] 因此，所述计算机程序单元可以被存储在计算机单元上，所述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上文所描述的方法的步骤或者诱发对上文所描述的方法的步骤的执行。此外，所述计算单元可以适于操作上文所描述的装置的部件。所述计算单元能够适于自动地操作和/或运行用户的命令。计算机程序可以被下载到数据处理器的工作存储器中。所述数据处理器因此可以被配备为执行本发明的方法。

[0076] 本发明的该示范性实施例涵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的程序转变为使用本发明的程序的计算机程序两者。

[0077] 更进一步地，所述计算机程序单元能够提供实现如上文所描述的方法的示范性实施例的流程的所有必需步骤。

[0078] 根据本发明的另一示范性实施例，提出了一种计算机可读介质，例如CD-ROM，其中，所述计算机可读介质具有存储在所述计算机可读介质上的计算机程序单元，其中，所述计算机程序单元由前面部分描述。

[0079] 计算机程序可以存储和/或分布在与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的诸如光学存储介质或固态介质的适当的介质上，但是计算机程序也可以以其他的形式分布，例如经由因特网或其他有线或无线的远程通信系统。

[0080] 然而，所述计算机程序也可以存在于诸如万维网的网络上并且能够从这样的网络中下载到数据处理器的工作存储器中。根据本发明的另一示范性实施例，提供了一种用于使得计算机程序单元可用于被下载的介质，其中，所述计算机程序单元被布置为执行根据先前描述的本发明的实施例之一所述的方法。

[0081] 必须指出，本发明的实施例参考不同主题加以描述。具体地，一些实施例参考方法类型权利要求加以描述，而其他实施例参考设备类型权利要求加以描述。然而，本领域技术人员将从以下和以下的描述中了解到，除非另行指出，除了属于一种类型的主题的特征的任何组合之外，涉及不同主题的特征之间的任何组合也被认为被本申请所公开。然而，所有特征能够被组合以提供超过特征的简单相加的协同效应。

[0082] 尽管已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明，这样的说明和描述被认为是说明性或示范性的，而非限制性的。本发明不限于所公开的实施例。通过研究附图、说明书和从属权利要求，本领域技术人员在实践要求保护的本发明时能够理解和实现对所公开的实施例的其他变型。

[0083] 在权利要求中，词语“包括”不排除其他的元件或步骤，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完成在权利要求中记载的若干项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施，但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何参考标记不应被解释为对范围的限制。

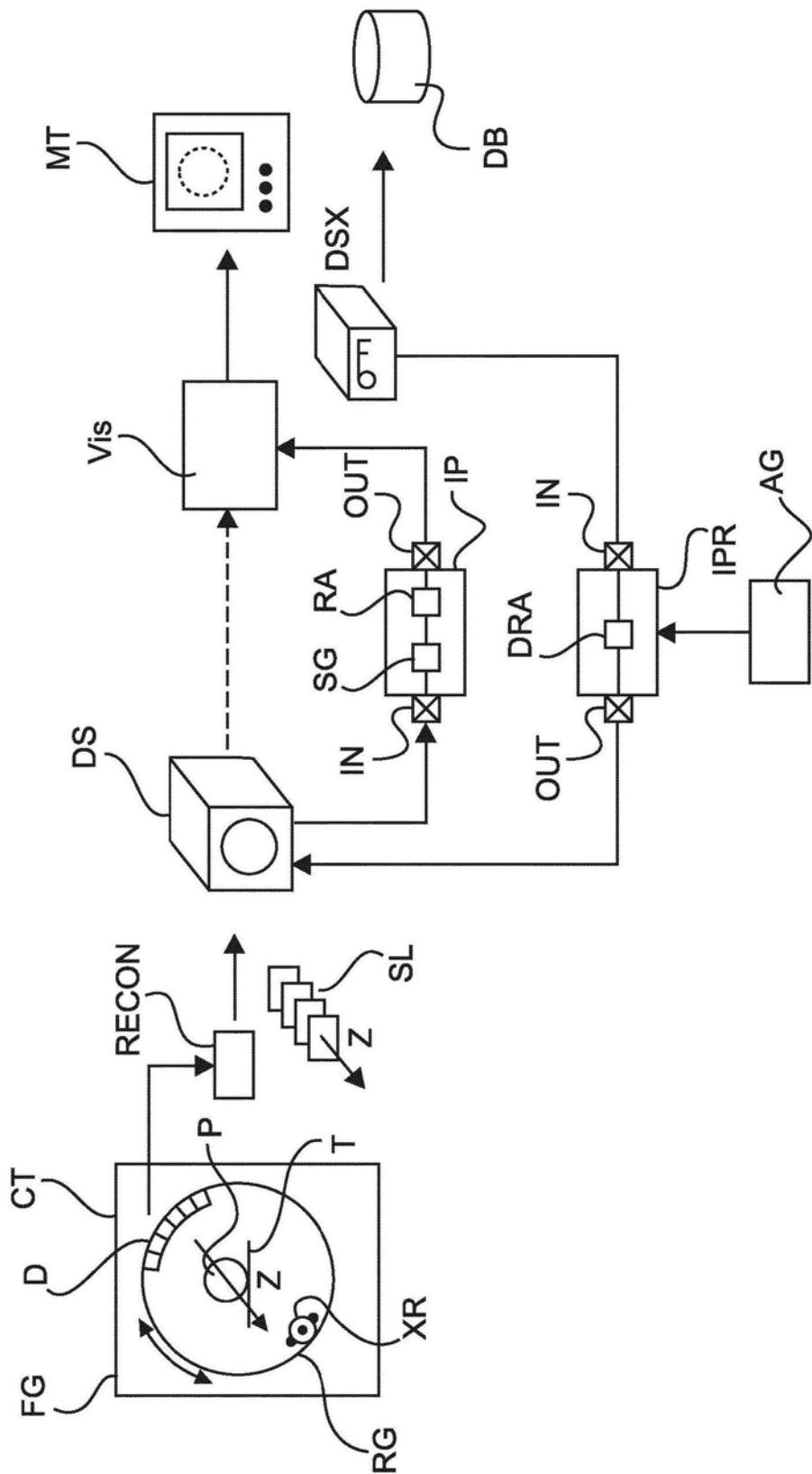


图1

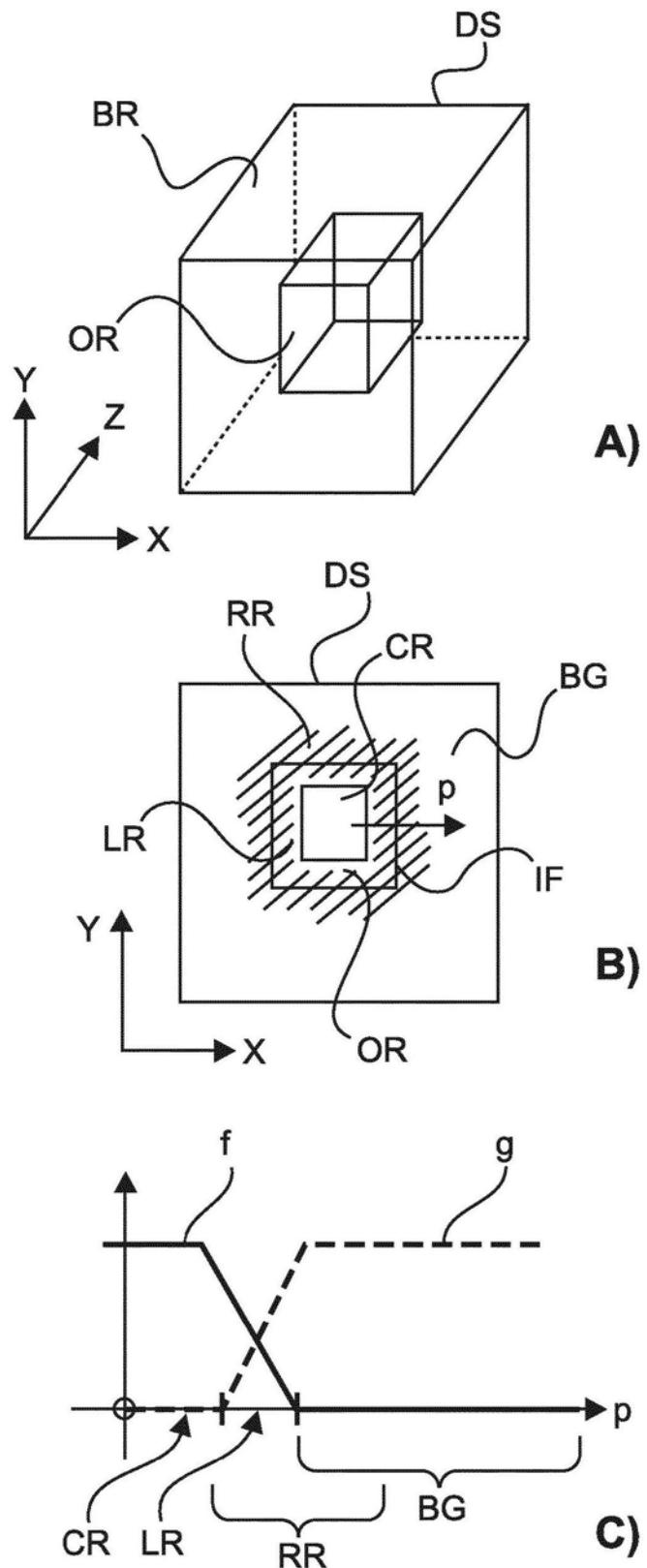
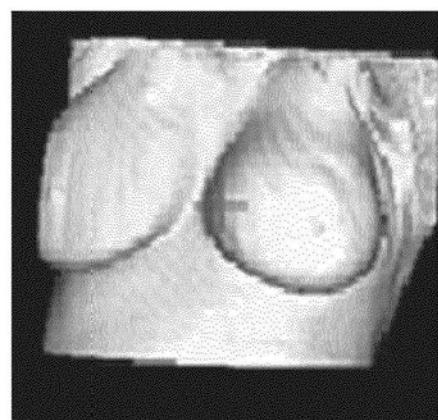


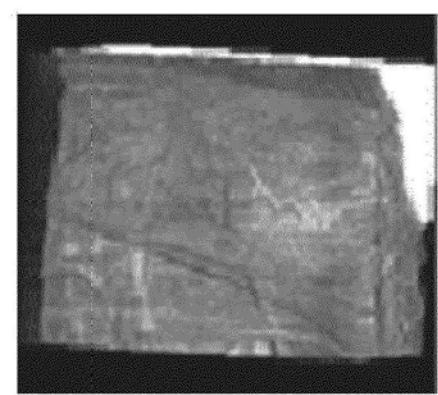
图2



A)



B)



C)

图3

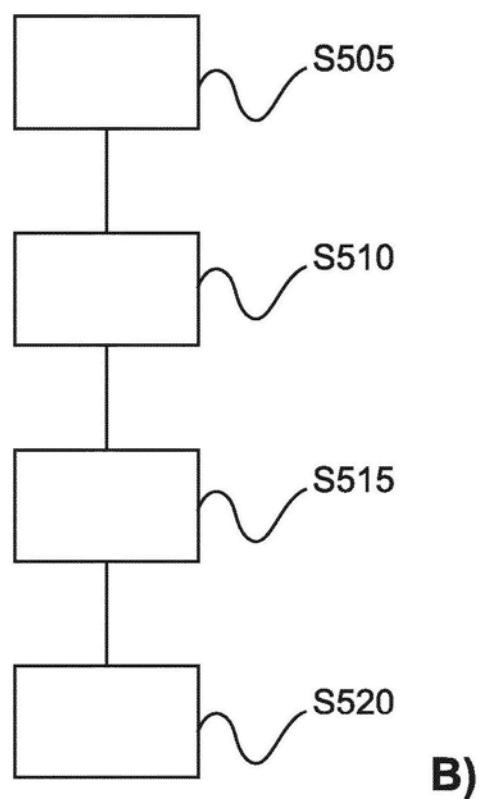
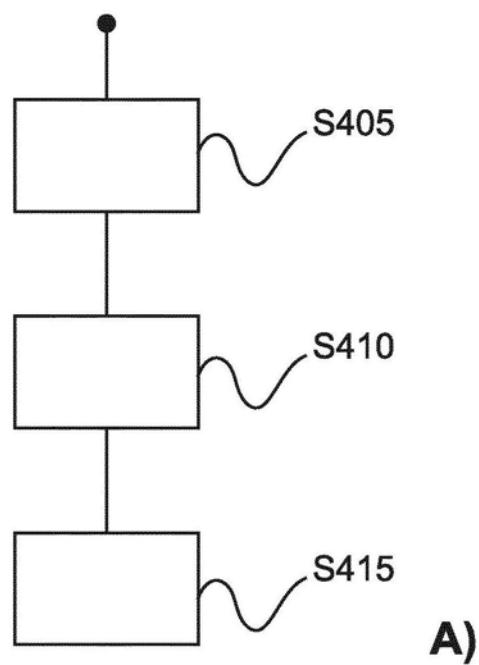


图4