



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108027959 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 25

(21) 申请号 201680055539.4

(22) 申请日 2016.09.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108027959 A

(43) 申请公布日 2018.05.11

(30) 优先权数据
15186918.7 2015.09.25 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/072379 2016.09.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/050802 EN 2017.03.30

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 H-I·马克 T·罗伊施

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 王英 刘炳胜

(51) Int.Cl.
G06T 3/40 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102499701 A, 2012.06.20

审查员 张春洁

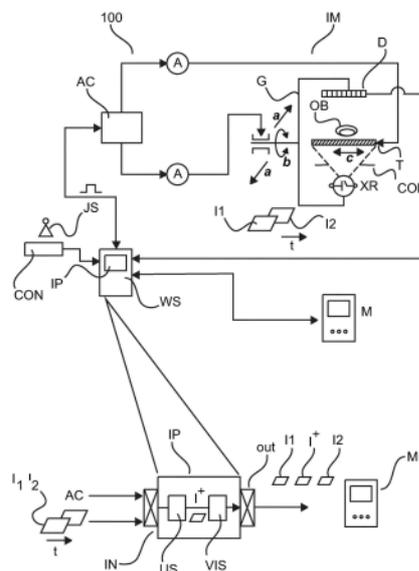
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

荧光成像中低帧率下的空间闪烁去除

(57) 摘要

一种图像处理模块和相关的方法。所述模块 (IP) 包括：- 一个或多个输入接口 (IN)，其被配置为接收 i) 由 X 射线成像装置 (IM) 在所述成像装置的第一几何配置下采集的对象的所述第一输入图像 (I1) 以及 ii) 对从所述成像装置的所述第一几何配置到第二几何配置的改变的指定；所述模块 (IP) 的上采样器部件 (US) 通过向所述第一输入图像应用几何变换来计算所述对象 (OB) 的新图像 (I⁺)。所述几何变换对应于所述成像装置的几何配置的所述改变。



1. 一种图像处理装置 (IP), 包括:
 - 一个或多个输入接口 (IN), 其被配置为接收 i) 由 X 射线成像装置 (IM) 在所述成像装置 (IM) 的第一几何配置下采集的对象 (OB) 的第一输入图像以及 ii) 对从所述成像装置的所述第一几何配置到第二几何配置的改变的指定; 以及
 - 上采样器 (US), 其被配置为基于所述指定, 通过根据所述第一输入图像进行的外推来计算所述对象的至少一幅新图像; 以及
 - 可视化器 (VIS), 其被配置为在显示单元 (M) 上实现, 首先所述第一输入图像并且然后所述至少一幅新图像并且然后在所述第二几何配置下采集的第二输入图像的顺序可视化。
2. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置, 其中, 以关于所述成像装置的硬件测量数据的形式提供从所述第一几何配置到所述第二几何配置的所述改变的所述指定。
3. 根据前述权利要求中的任一项所述的图像处理装置, 其中, 由所述上采样器 (US) 计算多幅新图像, 针对多个接收到的对所述成像装置的几何配置的改变的指定中的每个计算一幅新图像, 所述多幅新图像的数量取决于所述可视化器 (VIS) 的刷新率。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的图像处理装置, 其中, 所述成像装置是 X 射线成像装置, 其中, 所述成像装置的所述几何配置包括以下中的任一项或其组合: (i) 在图像采集期间要被成像的对象 (OB) 所停留的支撑件的位置和/或取向; (ii) 所述 X 射线成像装置的 X 射线源的位置和/或取向; (iii) 所述成像装置的探测器的位置和/或取向, 以及 (iv) 准直器部件的位置和/或取向。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的图像处理装置, 其中, 所述至少一幅新图像包括从所述第一输入图像保留的图像信息和占位数据, 所述占位数据替代由于经由所述外推应用几何变换而丢失的来自所述第一输入图像的图像信息。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的图像处理装置, 其中, 经由所述外推应用的几何变换包括相对于参考坐标系将所述第一输入图像移动与所述成像装置的几何配置的所述改变相对应的量。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的图像处理装置, 其中, 所述成像装置是 X 射线成像装置。
8. 根据权利要求 7 所述的图像处理装置, 其中, 所述成像装置是荧光 X 射线成像装置。
9. 一种用于图像处理的方法, 包括以下步骤:
 - 接收 (S410) i) 由成像装置在所述成像装置的第一几何配置下采集的对象的所述第一输入图像以及 ii) 对从所述成像装置的所述第一几何配置到第二几何配置的改变的指定;
 - 基于所述指定, 通过根据所述第一输入图像进行的外推来计算所述对象的至少一幅新图像, 并且
 - 在显示单元上顺序地显示 (S430), 首先所述第一输入图像并且然后所述至少一幅新图像并且然后在所述第二几何配置下采集的第二输入图像。
10. 一种成像设备, 包括:
 - 根据前述权利要求 1-7 中的任一项所述的图像处理装置; 以及
 - 用于提供至少一幅输入图像以供所述图像处理装置处理的成像装置 (IM)。
11. 根据权利要求 10 所述的成像设备, 还包括用于显示所述输入图像和由所述图像处理装置产生的图像数据的显示单元 (M)。
12. 一种在其上存储有计算机程序的计算机可读存储介质, 所述计算机程序在由处理

单元 (WS) 运行时,适于执行根据权利要求9所述的方法的步骤。

荧光成像中低帧率下的空间闪烁去除

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理模块, 图像处理方法, 成像布置, 计算机程序单元以及计算机可读介质。

背景技术

[0002] 介入性X射线流程的使用与由应用的电离辐射引起的显著风险相关联。由于高的峰值皮肤X射线剂量的短期辐射损伤和诸如癌症的长期损伤是众所周知的问题。因此, 医学专业人员一直在努力寻找尽可能减少辐射剂量的方法。

[0003] 对于依赖于动态图像序列(即荧光成像或血管造影)的介入或诊断程序, 可以选择通过降低采集帧率并因此降低个体暴露的次数来减少施加的X射线剂量。在临床实践中常规使用8fps(帧/秒)或之下的低帧率。

[0004] 然而, 这种方法可能会损害动态图像序列的质量, 因为在成像期间发生的运动可能导致带有定格(stop-motion)特性的不自然观看体验。

[0005] 为了实现更平滑的观看体验, 过去已经提出了图像处理方案, 其中根据更早和更晚的帧来内插额外的帧。但是有时发现这些方案有延迟太大。

发明内容

[0006] 因此可能需要用于动态成像的替代形式的图像处理。

[0007] 本发明的目标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另外的实施例。应当注意, 以下描述的本发明的方面同样地应用于图像处理方法、成像布置、计算机程序单元以及计算机可读介质。

[0008] 根据本发明的第一方面, 提供了一种图像处理模块, 包括:

[0009] - 一个或多个输入接口, 其被配置为接收 i) 由成像装置(IM) 在所述成像装置的第一几何配置下采集的对象的所述第一输入图像以及 ii) 对从所述成像装置的所述第一几何配置到第二几何配置的改变的指定(specification); 以及

[0010] - 上采样器, 其被配置为通过向所述第一输入图像应用至少一种几何变换来计算所述对象的新图像(下方中也称为“填充帧”), 其中, 所述几何变换对应于所述成像装置的几何配置的所述改变。

[0011] 根据依据本发明的图像处理模块的一个实施例, 所述图像处理包括可视化器, 所述可视化器被配置为在显示单元上实现, 首先是所述第一输入图像并且然后是所述填充帧的顺序可视化。

[0012] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例, 所述可视化器以实现, 在所述顺序可视化之后, 在所述成像装置的所述第二几何配置下采集的第二输入图像的可视化。

[0013] 根据本发明的图像处理模块能够实时操作, 也就是说, 与所述改变(如果实现了的话)同时。将计算出的填充项插入所采集的图像序列(特别是所述第一输入图像和所述第二输入图像)中可以生成具有平滑过渡的运动图像, 从而补偿定格效应。一个或多个计算填充

图像是对要采集的第二后续图像的近似。因此,按照时间顺序显示第一和图像并且然后填充帧将平滑视觉体验。

[0014] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例,以关于所述成像装置的硬件测量数据的形式提供从所述第一几何配置到所述第二几何配置的所述改变的所述指定。可以在一个或多个手动或自动致动器处拾取这些硬件测量结果,这些手动或自动致动器实现或将实现成像装置的几何配置的指定改变。这允许以高响应性从而低延迟计算填充帧作为对第二图像的现实近似。

[0015] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例,由所述上采样器计算多个填充帧,针对多个接收到的成像装置的几何配置的改变的指定中的每个计算一个填充帧,所述多个填充帧的数量取决于所述可视化器的刷新率。这允许进一步改善视觉印象并且可以更有效地使用所述显示模块。在将接收到第二帧之前,不是重复显示最新的可用图像,而是顺序显示填充图像,直到接收到第二幅图像。

[0016] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例,所述成像装置是X射线成像装置,并且所述成像装置的几何配置包括以下中的任一个或其组合:(i)在图像采集期间要被成像对象所停留的支撑件的位置和/或取向;(ii)所述X射线成像装置的X射线源的位置和/或取向;(iii)所述成像装置的探测器的位置和/或取向,以及(iv)准直器部件的位置和/或取向。

[0017] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例,所述至少一个填充帧包括从第一输入图像保留的图像信息和占位数据,所述占位数据替代由于应用几何变换而丢失的来自第一输入图像的图像信息。占位数据可以用于例如在视觉上警告用户(即,观看者)已经在正在显示的填充图像中包括的“人工”信息的事实。替代地,可能需要配置占位数据从而“隐藏”信息的丢失而不会分散观看者的注意力。

[0018] 根据依据本发明的图像处理模块的另一实施例,所述几何变换包括相对于参考坐标系将所述第一输入图像移动与成像装置的几何配置的所述改变相对应的量。这进一步有助于实现平滑用户的视觉体验。

[0019] 换句话说,根据本发明的图像处理模块允许根据较早的图像和关于成像装置的几何配置的改变的知识来创建上采样的图像序列。与依赖于处理成对的采集的图像的基于图像的插值方法相比,不需要知道后面的后续采集图像,从而提高所提出的模块的响应性。在所提出的方法中,不存在根据图像对的插值,但是填充帧优选地根据单幅可用的采集的图像I1和指定的成像几何配置的改变来外推。优选地,几何配置的改变的指定基于与提供第一输入图像的成像器有关的所采集的所述硬件测量结果。优选地,该指定是准实时地提供的。该指定可以基于从运动编码器获得的信息或代替或附加于来自机械/电气/光学测量技术的读出。用于指定几何配置的改变的读出可以由适当的拾取电路提供,所述拾取电路与实现或即将实现所述改变的一个或多个致动器接口连接。代替或附加于由相应的致动器和/或运动编码器内部地提供的读数,还设想布置在成像装置外部的的位置和/或运动传感器。

[0020] 根据本发明的图像处理模块可以以多种方式有益地使用。例如,所提出的成像模块允许更平滑的观看体验,而不改变成像装置的采集帧率 f 。相反,采集帧率可以降低到 $f_2 < f$ 。通常情况下,当显示这样的序列时,感知的平滑度与以更高的帧率 f 记录的序列相比则因

此将较差。但是利用所提出的图像处理模块,可以对低速率序列进行上采样以确保与以较高速率 f 记录的图像序列所提供的类似的平滑水平的观看体验。这允许有效地减少X射线剂量。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供了一种图像处理的方法,包括以下步骤:

[0022] -接收i)由成像装置在所述成像装置的第一几何配置下采集的对象的的第一输入图像以及ii)对从所述成像装置的所述第一几何配置到第二几何配置的改变的指定;并且

[0023] -通过向所述输入图像应用至少一个变换来计算填充帧,其中,所述变换对应于成像装置的所述几何配置的改变。

[0024] 根据依据本发明的图像处理的一个实施例,这还包括在显示单元上顺序地首先显示所述第一输入图像并且然后显示所述填充帧的步骤。

[0025] 根据本发明的另一方面,提供了一种成像布置,包括:

[0026] -根据上述实施例中的任一个所述的模块;以及

[0027] -用于提供至少一幅输入图像以供所述模块处理的成像装置。

[0028] 根据本发明的成像布置的一个实施例,这还包括用于显示所述输入图像和由所述模块产生的图像数据的显示单元。

[0029] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于控制根据上述实施例中的任一个的模块的计算机程序单元,所述计算机程序单元在由处理单元执行时适于执行图像处理的方法的上述实施例中的任一项的方法的步骤。

[0030] 根据本发明的另一方面,提供了一种基上存储有如上所述的程序单元的计算机可读介质。

[0031] 图像处理模块,用于图像处理的方法,成像布置和计算机程序元件以及计算机可读介质的主要应用领域在本文被设想用于X射线成像,特别是荧光成像或血管造影。更具体地说,所述成像装置可以是X射线成像装置。这样的X射线成像装置可以被布置用于荧光成像,血管造影,诊断X射线和/或介入X射线。然而,本文中不排除针对所提出的模块的其他应用。所提出的图像处理模块也可以更一般地用作其他成像模态中的图像稳定器部件。

[0032] 在本文中,“成像装置的几何配置”是指X射线源和/或探测器的中相对于成像系统的感兴趣区域在3D空间中的任何给定的相互配置。它还包括诸如通过准直等对X射线束的操纵,并且这会影晌视场。成像装置的几何配置在下文中将被简称为“成像几何配置”。

附图说明

[0033] 现在将参考附图描述本发明的示范性实施例,其中,

[0034] 图1显示了成像布置;

[0035] 图2示出了根据第一实施例的上采样的图像序列;

[0036] 图3示出了根据第二实施例的上采样的图像序列;并且

[0037] 图4示出了图像处理方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 参照图1,示出了包括成像装置IM的成像布置100。

[0039] 在一个实施例中,成像装置包括X射线源XR和X射线辐射敏感探测器D。更具体的实

施例包括透视成像装置或血管造影成像装置。虽然主要焦点在于X射线成像,并且本发明将在该场景下进行解释,但是其他的特别是非X射线成像装备在此不被排除。

[0040] X射线源XR和/或探测器D可相对于在X射线源XR和/或探测器D之间设想的检查区域移动。检查区域被适当地间隔开以接收待成像的对象OB。在一个实施例中,成像装置包括支撑件T,诸如检查台,在成像期间对象(或其一部分)在所述检查台上驻留于所述检查区域中。

[0041] 在一个实施例中,所述X射线源和/或探测器D被布置在机架上。所述机架可围绕所述检查区域旋转和/或可相对于所述检查区域平移,从而使得源XR和/或探测器D能够相对于感兴趣区域(ROI)中的对象或至少相对于其检查区域运动。

[0042] 在一个实施例中,X射线成像装置还包括准直装备(COL)以限制成像器IM的视场。对于给定的成像任务,由高密度材料形成的一个或多个准直器叶片被定位到X射线束中以阻挡辐射的不想要的部分。准直器叶片的定位和/或定向是自动地(通过一个或多个致动器)或手动实现的。

[0043] 要被成像的对象OB可以是有生命的或无生命的。在如主要设想的用于介入或诊断目的的医学应用中,有生命的“对象”是动物或人类患者或其相关部分。

[0044] 成像装置IM允许采集ROI的一幅或多幅投影图像。X射线投影图像编码关于对象的内部配置或构造的信息。由X射线成像装置采集的-优选地2D(二维)-图像可以显示在监视器M上。

[0045] 在操作中,X射线源XR发射投射跨过检查区域中的感兴趣区域的X射线。投射的辐射与ROI中的物质相互作用。这种相互作用导致关于内部构造的信息被调制到辐射上,并且如此调制的辐射然后入射在探测器D上。探测器包括响应入射辐射产生电信号的多个辐射敏感元件(像素)。电信号由合适的DAS电路(未示出)转换成数字原始数据。原始数据然后被传送通过信号处理电路的一个或多个级来提取调制和信息以产生一幅或多幅数字图像,所述一幅或多幅数字图像编码感兴趣量的期望空间分布,例如吸收(如在传统射线照相术中)或折射(相位对比成像)或小角散射(暗场)。为了能够针对后者的情况提取信息,所述成像装置可以还包括合适的干涉仪装备,辐射在入射到探测器之前额外地与所述干涉仪装备相互作用。

[0046] 为了能够增加成像器IM的有效视场或针对给定成像任务采集医学相关的图像,可以改变成像器IM的成像几何配置。成像几何配置定义了X射线源和/或探测器相对于要被成像的感兴趣区域在3D空间中的相互配置。也就是说,由于可调节的成像几何配置,可以采集不同投影方向的图像。通常,成像几何配置由系统部件(或更具体地X射线光学部件)的位置和/或定向限定,其对X射线辐射如何在空间上与探测器相互作用具有影响。成像几何配置定义还包括准直仪叶片(如果有的话)相对于X射线束的取向和位置。

[0047] 可以实现成像几何配置的改变的方式将取决于成像装置的特定构造。例如,在X射线成像仪IM具有可旋转机架G的实施例中,例如在C型臂的成像器中,成像几何配置的改变可以通过相对于要被成像的对象OB旋转C型臂和/或平移C臂来实现。这些自由度在图1中用箭头a,b来指示。以此方式,至少X射线源相对于(要被成像的)ROI的位置可以通过旋转和/或平移C型臂G将X射线源从一个位置移动到另一个位置来改变。其他实施例替代地设想固定探测器,而仅X射线源可移动。改变成像几何配置的另一种方式是通过移动其上具有对象

的检查台来调整成像器的有效视场。如箭头c示意性指示,如果有的话,台面T可以相对于成像装置IM的(至少瞬时)光轴沿着第一轴平移,或者台而可以在两个空间维度上独立地平移,也就是说,除了沿着第一轴的平移之外,所述平台还可以沿着与所述第一轴相相交的第二轴平移。

[0048] 成像几何配置的改变通过控制与成像装置IM的相应机器零件相关联的合适(优选地自动的)致动器A(例如步进电机或伺服电机等)来实现。相应的机器零件可以是例如X射线源或机架(其上安装有源XR)和/或检查台T等。所述一个或多个致动器A由致动器控制电路AC控制。致动器控制电路AC对从操作者控制台CON发出的控制信号进行响应。在一个实施例中,控制台CON包括诸如操纵杆布置JS的用户输入设备,其允许用户精确地调整成像几何配置。例如,操纵杆JS允许用户旋转或平移X射线源和/或探测器和/或平移或倾斜检查台T等等。用户输入设备允许用户发出通过有线或无线通信基础设施转发到致动器控制电路AC的合适的控制命令。所述控制命令然后被致动器控制电路AC转换成较低级别的机器信号,以然后激活所述一个或多个致动器A从而带来成像几何配置的期望改变。例如,控制命令可以指定C型臂将被旋转的旋转角度,或者它们可以指定检查台T要被平移的距离(以厘米或毫米为单元或以任何其它合适的长度单位)。

[0049] 一旦成像器已经采用了期望的成像几何配置,则在一次或多次成像运行中采集两幅或更多幅X射线图像I1和I2的序列。在每次成像运行中,发出X射线曝光的爆发来以特定帧率(例如5-10fps)采集X射线图像I1、I2的一个序列。在两次成像运行之间,可以调用成像几何结构的改变,然后一旦新的几何结构已经被X射线成像装置采用,就采集新的成像序列。也可能的情况是,在运行中,在采集图像时,成像几何配置被改变。

[0050] 投影图像I1、I2的序列可以按时间顺序显示在显示单元M上,从而基本上创建运动图像,所述运动图像允许用户监视对象OB的内部动力学和/或驻留在对象OB中的(医学)设备的位置。例如,在荧光成像引导下的心脏介入中,仅列出本文设想的一个示例性应用领域,导管前进通过患者的心血管系统至病变部位(例如狭窄)。动态影像允许人们在整个过程中跟踪导管的位置。此外,可以监测生理活动以评估性能。例如,在基于吸收图像的血管造影术中,可以通过显示基于运动图像和在一定量的造影剂驻留在感兴趣区域中以赋予所需的射线不透明性时采集的图像序列来监测心脏活动或心脏血管的一部分的灌注。

[0051] 运动图像在监视器上的视觉外观或质量偶尔可能包括非平滑过渡,其被感知为相继地采集的图像I1和I2之间的图像结构的快速或闪烁运动。这可能是由于在给定的成像运行期间或者在两次相继的成像运行期间成像几何结构的改变造成的。

[0052] 为了确保成像序列的视觉上平滑的显示,所提出的成像布置100包括图像处理器或模块IP,该图像处理器或模块IP通过产生一个或多个填充帧来补偿图像闪烁,所述一个或多个填充帧共同编码在两个不同的图像采集之间的成像几何配置改变。通过对较早的图像应用一种或多种变换来生成填充帧。所述变换捕捉由成像几何配置改变引起的运动。图像处理器可以作为与成像装置IM相关联的工作站WS上的软件模块来运行。替代地,图像处理器IP的一些或所有部件可以被布置为诸如适当编程的FPGA(现场可编程门阵列)的硬件或者被布置为硬连线的集成电路(IC)芯片。

[0053] 图1的下半部分示出了图像处理器IP的功能部件的方框图细节。所述图像处理器IP包括:输入端口IN和输出端口OUT,上采样器US和可视化器VIS。

[0054] 非常广泛地,图像处理器IP计算一个或多个填充帧 I^+ 以包含在由成像装置IM采集的两个相继的图像 I_1 和图像 I_2 之间。基于先前采集的帧 i (在此被称为 I_1) 以及优选地从成像装置采集的关于自X射线图像 I_1 被采集以来发生的或即将发生的成像几何配置改变的实时信息来计算填充帧。该信息指定从(采集较早的图像 I_1 的) 第一成像几何配置到采集或将要采集较晚图像 I_2 的第二成像几何配置的改变。在一个或多个输入端口IN处接收较早图像 I_1 和成像几何配置改变的指定。基于该输入,上采样器US根据较早图像 I_1 计算单个或者优选地多个填充帧 I^+ 以用于作为序列插入所采集的帧 I_1 、 I_2 之间,从而形成上采样的图像序列。然后,通过操作与驱动显示器M上的显示生成的视频软件交互的可视化器VIZ来顺序地显示较早的图像 I_1 和一个或多个填充帧。更具体而言,由可视化器VIS实现的顺序显示从在较早的帧 I_1 中,然后在监视器M上顺序地显示一个或多个填充帧。最后,在最后一个填充帧 I^+ 被显示之后显示较晚的帧 I_2 。如由人类观察者监视器M上所看到显示序列从较早的图像 I_1 经由填充帧 I^+ 平滑地进入较晚的帧 I_2 。填充帧基本上是根据较早的图像并且根据关于从第一到第二成像几何配置的改变所涉及的或即将涉及的运动的知识来外推的。对于填充帧的外推不需要较晚的X射线图像 I_2 本身的知识。这允许减少在依赖于两个实际采集的图像之间的内插的先前方法中普遍存在的滞后时间。换句话说,在本文提出的方法中,事先“通知”处理器IP关于由成像几何配置改变引起的运动。然后甚至可以在实际上采取第二成像几何配置之前或者在实际采集较晚的X射线图像 I_2 之前计算所述填充帧。计算填充帧以一起对该运动进行编码,使得当这些填充帧以电影序列显示时,当最终显示较晚的图像 I_2 时,图像闪烁被消除或至少减少。填充帧是从较早的图像 I_1 逐渐的过渡或“变形”,以估计较晚的图像 I_2 可能看起来如何。特别是,序列中的最后一个填充帧预期是对下一幅图像 I_2 的良好近似。并且通过顺序地显示较早图像 I_1 和填充帧 I^+ ,可以软化较早和较晚图像之间的这种转变,从而实现闪烁减少。

[0055] 成像几何配置的改变的该实时指定可以通过布置在致动器上或与致动器相关的一般的电的光学传感器来获得。成像几何配置信息的改变也可以通过与致动器接口连接来直接获得,或者也可以通过拦截例如由用户输入器件发出的控制命令来推断。

[0056] 上采样器US通过将一或多个图像变换应用到较早图像 I_1 来计算填充帧,以实现闪烁降低效果。该变换至少近似地按照合适的函数表达式(例如一个或多个矢量或矩阵)来编码指定的成像几何配置的改变。该变换是根据图像几何配置读数的改变来计算的。在一个实施例中,变换是移位操作。应用移位变换以将较早的X射线图像 I_1 移位一个量,该量对应于或近似于在成像几何配置改变中使用或将要使用的位移。更一般地,该变换是刚性或非刚性变换或允许考虑在X射线成像装置的图像信号路径内引起的放大效应的变换。

[0057] 通常,通过将运动按照成像几何配置改变分解成更小的分量来计算不仅单个而是多个这样的填充帧,其数量对应于要使用的上采样因子,所述上采样因子是预设的或可以由用户调整。然后,在显示较早帧 I_1 之后,顺序显示一个或多个填充帧 I^+ ,直到最终显示第二图像帧 I_2 。相对于参考坐标系采取相应的移位变换,其被逐个应用于较早的帧 I_1 以计算一个或多个填充帧 I^+ 。例如,在一个实施例中,所述参考坐标系由较早图像 I_1 当在监视器M上显示时的边界指定的。

[0058] 图2是所提出的图像处理装置IP的操作的图示。上面一行示出了以给定的帧速率(例如6fps)采集的两幅图像 I_1 和 I_2 。采集帧率通常在3fps-15fps的范围内。下面一行示出

了 在两个帧 I1 和 I2 之间插入的四个填充图像 I+, 并按该顺序显示。帧率因此已经从 6fps 提高到五倍的 30fps。虚线示出了参考基线, 并且箭头图示了像素变换作为简单的移位 (在该示例中沿着图像屏幕 M 的垂直 y 轴的正方向) 被应用于较早的图像 I1 的效果。换句话说, 在这种情况下, 填充图像是较早的 X 射线图像 I1 的经移位的拷贝。通过虚线箭头的倾斜示出了跨个体填充帧 I+ 的个体移位的累积。由于移位, 一些图像信息丢失, 其呈现为未定义的或空的区域 205。例如可以通过用黑色 (如图中所示) 或通过其他合适的颜色填充空的像素位置来呈现空的区域 205。可以选择所述空部 205 相对于周围真实像图像信息的特意显眼的绘制以清楚地向观察者指示空的区域 205 代表模拟信息, 不应将解释性 (诊断或其他) 值附加到所述模拟信息。

[0059] 在其他替代实施例中, 空的区域 205 可以通过来自相邻像素信息的内插来填充, 以便有效地向观看者隐藏图像信息的丢失。特别地, 可以用运动方向上的最后一条像素线填充空像素位置 (即, 已知图像 I1 的最后一行重复几次)。图 3 是对此的图示。这个实施例有助于避免如根据前面提到的实施例以显眼的方式填充间隙区域时可能出现的对观看者的那种视觉干扰。

[0060] 优选地, 要在两个相继的 X 射线图像 I1、I2 (由成像器提供) 之间插入的填充帧的数量针对 X 射线成像器的帧率和显示单元 M 的刷新率之间的比率被调整。刷新率 (通常大约 60fps 或更高) 定义了显示两个连续图像所需的最短时间段。X 射线成像器的帧率通常明显低于监视器 M 的刷新率。图像变换然后可以被细分为多个部分, 然后在各步骤中逐部分累积地应用于较早的 X 射线图像来计算所需的数量 N 的填充帧, 类似于上面图 2、3 中所示。确定上采样因子 N+1 的该数量 N 可以针对监视器刷新率和 X 射线成像器的帧率之间的比率来调整。通过非限制性的数字示例, 给定 5fps 的 X 射线图像采集率和 60fps 的监视器刷新率, 计算出 $60/5-1=11$ 个填充帧。如果所接收的几何配置改变指定要求在两个连续图像 I1、I2 之间将患者床平移 5cm (再次, 这仅仅是示例性的而非限制性的), 该距离被细分为 $5/12$ cm 的部分移位向量。然后按照 $5/12*i$ ($i=1\dots 12$) 将这些部分移位 (一起组合到 5cm 的总移位) 针对每个 i 累积地应用到较早的图像 I1 以产生填充帧 I_1^+ 。

[0061] 使用所提出的填充帧的结果是屏幕 M 上的有效“图像刷新率”明显高于标称 X 射线曝光速率, 特别是当如上计算多个填充图像并插入在相继的 X 射线图像 I1、I2 之间时。

[0062] 在一个实施例中, 设想上采样因子能够基于用户输入来调整。用户指定刷新率和/或采集率。然后将该输入转发到上采样器 US, 其中, 用于计算填充帧的上采样因子基于如上所述的比率进行调整。或者, 自动调整上采样因子。

[0063] 现在参考图 4 中的流程图来更详细地解释由图像处理器 IP 实现的图像处理方法。在此将理解, 流程图和相应的解释不一定绑定到图 1 中所示的体系结构, 而是可以由本领域技术人员理解为独立的指令。

[0064] 在步骤 S410, 接收由图像装置采集的第一输入图像 I1。假定帧 I1 已经由成像装置在第一成像几何配置采集。除了输入图像帧 I1 之外, 但不一定与所述输入图像 I1 同时, 接收指定从第一成像几何配置到第二成像几何配置的改变的指定。该指定在图 4 中以坐标“(X₁, Y₁)” (指示“第一”成像几何配置) 和“(X₂, Y₂)” (指示“第二”成像几何配置) 示意性地指示, 要理解, 本文中不排除其他格式, 特别是角度指定。

[0065] 针对成像几何配置的改变的指定可以例如通过控制命令或由与在引起成像几何

配置的改变中所涉及的一个或多个致动器相关联的一个或多个运动编码器提供的实时读取或测量来实现。用于驱动执行器的信号也可以(在适当的转换之后)用作成像几何指定。例如,在实施例中,患者床被平移一定量(可以以厘米或毫米或其他合适的单位指定),并且该量被包括在所述成像几何配置改变指定中。平移量可直接从与致动器A相关的运动编码器中获得,所述编码器引起平移。优选地,为了提高准实时响应性,将指定获得为要应用于相关机器零件的速度读数(速度和方向)。在其他实施例中,读数是事后结果并指定已经经历的位移。在后一种情况下,响应时间将略有延迟,然而,已经发现一般不显著地响应如由观看者所体验的实时印象。

[0066] 其他示例或几何配置的改变指定是由X射线源围绕感兴趣区域旋转的角度。更一般地说,指定还可以包括关于围绕X射线管、探测器平面或病床的一个或多个轴的取向的改变的倾斜数据。

[0067] 所述指定可以指定运动的组合,例如一个或多个平衡,可能沿着不同的轴,以及一个或多个旋转等。所述指定优选地从成像装置经由其(自动)致动器提供。

[0068] 如果成像装置没有完全自动化,则其可以包括可手动操作的致动器,例如杠杆或其他传动机构。例如,一些患者床由用户操作经由过合适的传动机构耦合到床T的一个或多个手轮来平移。在这些情况下,可以在手动致动器上安装合适的内部传感器,以将诸如与致动器机构的旋转/平移之类的运动转换成数字读数,所述数字读数直接或间接地(在适当转换之后)对应于患者运动。替代地,不是将内部传感器装备安装在相关致动器上,而是可以使用成像装置外部的传感器。例如,一个或多个光电传感器的系统可以安装在成像装置的外部,以测量特定可手动操作的致动器(例如手或拇指轮)转动的次数,然后这些计数可转换成患者运动距离。当然,以这种方式使用光电传感器也适用于测量由自动致动器引起的成像几何配置的改变。通常,在致动器是自动或手动的情况下,本文设想了用于捕捉成像几何配置指定改变的任何光学、电学或机械测量技术。

[0069] 一旦成像几何配置的改变指定已经被测量,流程控制就转到步骤S420,其中,基于几何配置的改变的指定来计算一个或多个填充图像。用于计算一个或多个填充帧I+的步骤420包括两个子步骤。

[0070] 在一个子步骤420a中,基于指定的成像几何配置的改变来计算图像变换。例如,在一个实施例中,从接收到的对成像几何配置的改变的指定中提取平移或移位向量。在一些情况下,可以直接采用记录在指定上的运动(移位和/或旋转)(在转换成像素信息之后)以指示变换。已经发现对于有效位移 $\Delta x \leq 1\text{cm}$ (无论背后的运动是否为线性的)尤其如此。这提供了一种便利的运动线性化形式,其中,由背后的投影几何配置引起的影响可以被忽略。在其他情况下,在成像几何配置改变涉及超过1cm的平移时,可能需要一个或多个预处理阶段(例如用于转换操作)以获得用于定义所需的图像变换的有效运动分量。在一个实施例中,该预处理可以包括通过投影到已经采集第一图像帧I1的成像几何配置下的探测器的图像平面上,将在指定中记录的运动/位移分解成分量。在一些实施例中,转换可以包括取实际指定的位移的倒数来考虑由成像设置引起的可能的镜像效应。在一个实施例中,转换步骤/操作还考虑到在图像信号路径中引起的X射线光学放大。例如,在C型臂X射线成像中,患者平移通过等中心可能会引起为2的放大因子。换句话说,检查区域中的实际运动被探测器记录在图像平面中,作为实际运动的两倍的放大或“虚拟”运动。这些与速度或距离相关的

放大效应可以事先知晓为先验数据,其然后可以被应用以将几何配置的改变指定调整适当的量。否则,没有这种先验知识,可以通过简单的校准测量获得放大倍数:仅采集可移动测试对象的两个测试图像,以根据采集两幅(或更多幅)测试图像时测试对象所经历的已知位移或速度来计算放大倍数。

[0071] 如前所述,图像变换的设置包括转换为像素尺寸。该操作基于探测器的像素间距。例如假定 $v=4\text{cm/s}$ 的速度和 $f=8\text{fps}$ 的帧率,两个相继的采集之间的移动量为 $\Delta x=5\text{mm}$ 。进一步假定 $154\mu\text{m}$ 的像素间距,这对应于 ~ 33 像素的跳跃。该变换因此可以通过x方向上的33像素的移位矢量来定义。

[0072] 在子步骤S420B,然后将在步骤S420b中确定的一个或多个变换优选地应用于由成像装置提供的最新可用图像帧I1。该变换然后被逐像素地应用于图像帧I1,从而相对于参考坐标系对所述帧进行旋转或平移,在一个实施例中仅平移。参考坐标系(在图2、3中示为水平虚线)例如可以通过屏幕M上第一图像I1在被显示的窗口部分来定义。

[0073] 在步骤S430,然后绘制第一输入图像和一个或多个填充帧以供在屏幕上显示。首先显示第一图像I1,并且然后顺序地显示(一个或多个)填充帧。最后,然后是在监视器M上显示由成像装置提供的第二图像I2。

[0074] 该方法允许根据由成像器提供的原始图像I1和根据成像几何配置指定的改变计算的一个或多个变换来计算上采样的序列。在不知道后续图像I2的情况下计算填充帧。上采样的序列向观看者呈现更现实的视觉体验,其具有顺序显示的图像信息之间的平滑过渡。特别地,可以消除或至少减少由成像几何配置的改变引起的闪烁。

[0075] 应该理解,一旦接收到针对成像几何配置的进一步改变的新指定,就重复上述步骤。换句话说,对于新的输入图像I2而不是较早的图像I1,此时重复以上描述的步骤。所提出的方法和系统被设想为响应于由一个或多个成像器MI的几何元素的准连续移动引起的成像几何配置的准连续改变或者与其响应地产生填充帧的准连续流。

[0076] 以下是用于说明提出的方法的非限制性的数字,其中,通过将变换细分为多个部分来计算多个填充帧。根据接收到的指定的成像装置IM的实时坐标被转换为图像像素位移 $\Delta \vec{x}(t) = \vec{x}(t) - \vec{x}(t_1)$,其中, $\vec{x}(t)$ 是在 t_1 (采集的图像I1的时间)之后的时间点 t_1 处的已知位置,并且 $x(t_1)$ 是在图像I1的时刻的已知位置。所提出的算法的实现涉及以下步骤:

[0077] 在 t_1 采集的第一原始图像 I_1 在 t_1 处被显示。

[0078] I_1 被平移 $\Delta \vec{x}(t_1 + 1 \cdot \Delta t/5)$ 。结果在 $t_1 + 1 \cdot \Delta t/5$ 被显示。

[0079] I_1 被平移 $\Delta \vec{x}(t_1 + 2 \cdot \Delta t/5)$ 。结果在 $t_1 + 2 \cdot \Delta t/5$ 被显示。

[0080] I_1 被平移 $\Delta \vec{x}(t_1 + 3 \cdot \Delta t/5)$ 。结果在 $t_1 + 3 \cdot \Delta t/5$ 被显示。

[0081] I_1 被平移 $\Delta \vec{x}(t_1 + 4 \cdot \Delta t/5)$ 。结果在 $t_1 + 4 \cdot \Delta t/5$ 被显示。

[0082] I_2 在 t_2 处被显示,其中, t_2 是采集下一幅X射线图像I2的时间。

[0083] 对此的最佳显示速率通常是屏幕刷新率(典型地60Hz),并且如上所述相应地选择时间上采样因子。在数字示例中,在步骤2-5中对图像I1进行变换以获得填充图像与显示步骤交错。替代地,首先计算一些或全部填充图像,然后在一些或全部转换步骤完成之后执行显示步骤。

[0084] 所提出的图像处理部件和方法可以用作现有成像器的附加部件,例如通过安装适当的运动编码器来拾取成像几何配置的改变指定。

[0085] 在本发明的另一示范性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序单元,其特征在于,其适于在合适的系统上执行根据前述实施例中的一个的方法的方法步骤。

[0086] 计算机程序单元因此可以存储在计算单元(例如,工作站)上,其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述方法的步骤或引起上述方法的步骤的执行。此外,所述计算单元可以适用于控制或操作上述模块的部件。计算单元可以适用于自动操作和/或执行用户的命令。计算机程序可被加载到数据处理器的的工作存储器中。数据处理器因此可以被装备为实施本发明的方法。

[0087] 本发明的该示范性实施例覆盖了从最开始使用本发明的计算机程序和借助于更新将现有程序转变为使用本发明的程序的计算机程序。

[0088] 另外,计算机程序单元可以能够提供所有必要的步骤来完成如以上所描述的方法的示范性实施例的流程。

[0089] 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,诸如CD-ROM,其中,所述计算机可读介质具有存储在其上的计算机程序单元,所述计算机程序单元由前一部分所描述。

[0090] 计算机程序可以存储和/或分布在与其它硬件一起或作为其它硬件的部分来提供的合适的介质(特别是,但不一定是非瞬态介质)中,例如光存储介质或固态介质,但也可以用其它形式来发布,例如经由互联网或者其它有线或无线电信系统。

[0091] 但是,也可通过类似万维网的网络提供计算机程序,并且能够从这样的网络将计算机程序下载到数据处理器的的工作存储器中。根据本发明的另外的示范性实施例,提供了一种用于使得计算机程序单元可供下载的介质,所述计算机程序单元被布置为执行本发明的先前描述的实施例中的一个。

[0092] 必须指出,本发明的实施例参考不同主题进行了描述。具体地,参考方法型权利要求描述了一些实施例,而参考设备型权利要求描述了其他实施例。然而,本领域技术人员以上和以下描述可以得出,除非另行指出,除了属于同一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由本申请公开。然而,所有特征能够被组合,提供超过所述特征的简单加和的协同效应。

[0093] 尽管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。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及从属权利要求,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。

[0094] 在权利要求书中,词语“包括”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目的功能。尽管在互相不同的从属权利要求中列举了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求书中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

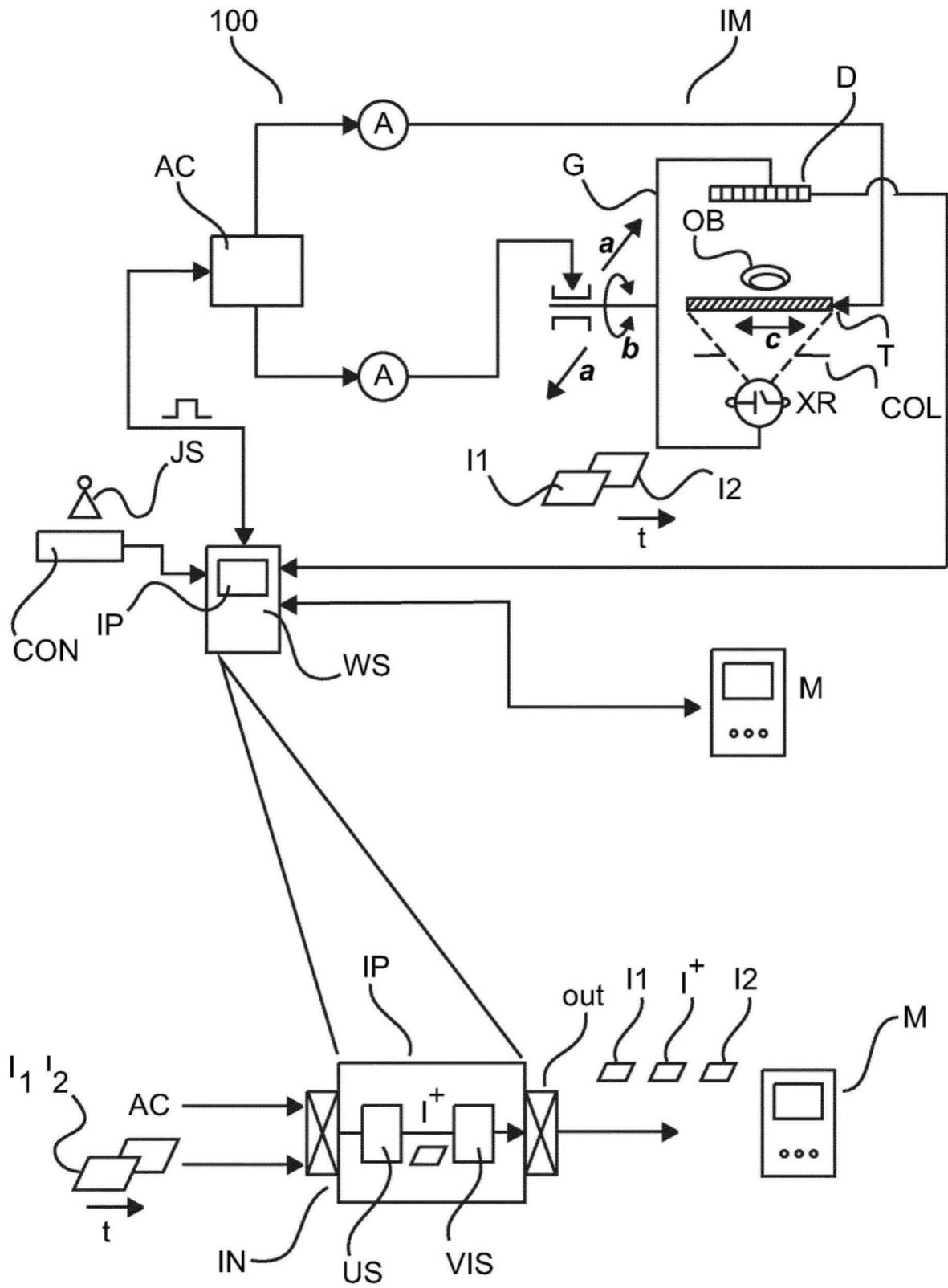


图1

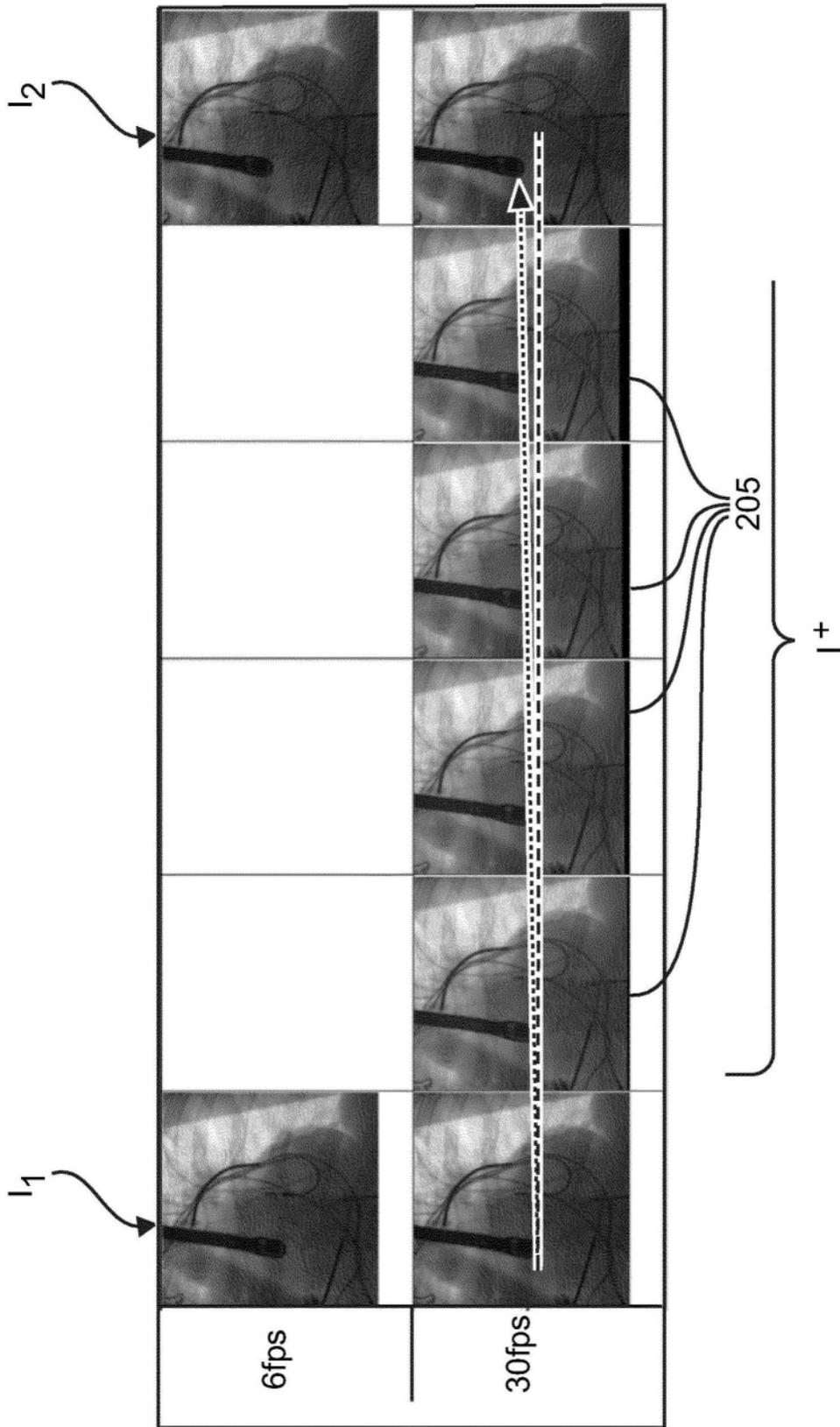


图2

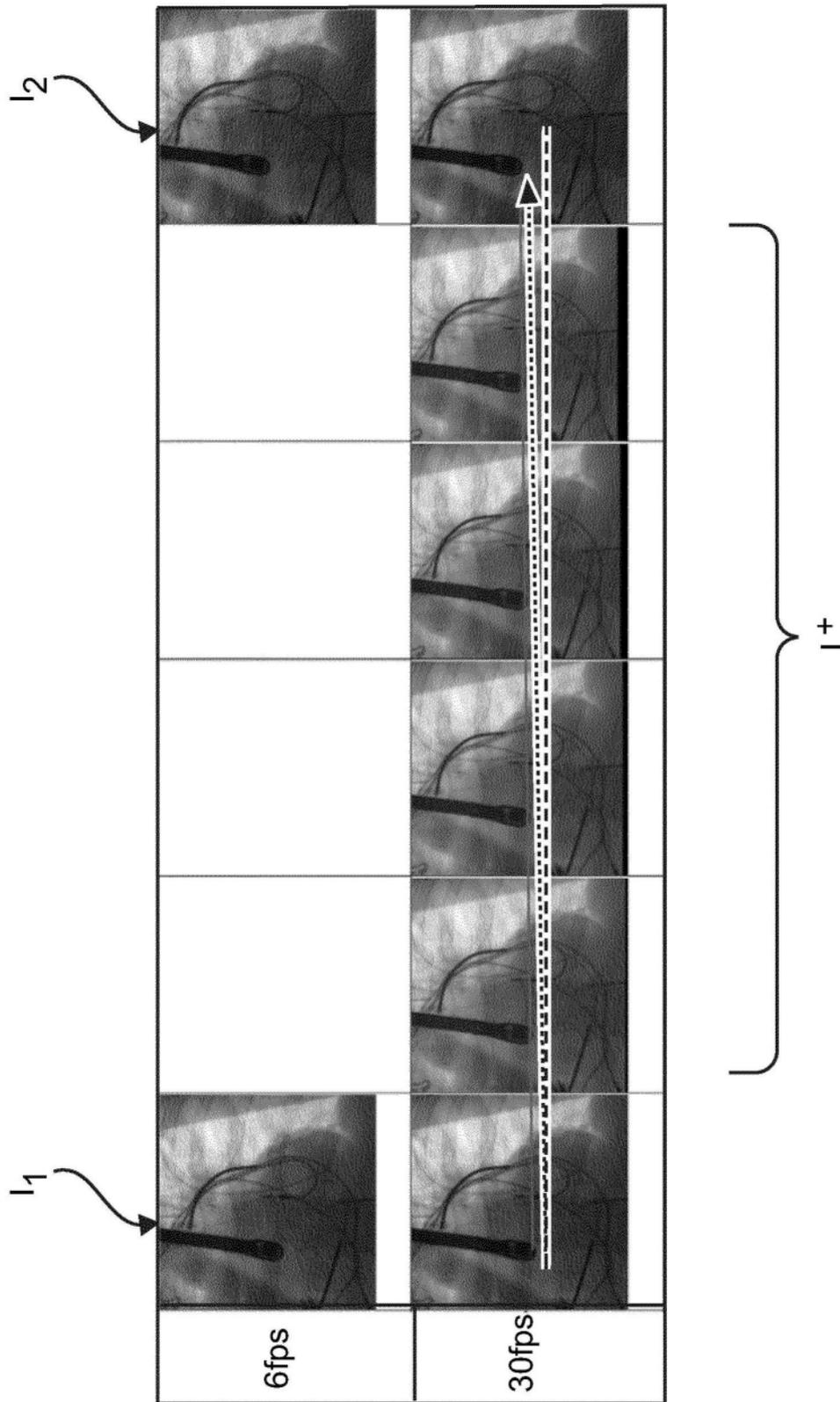


图3

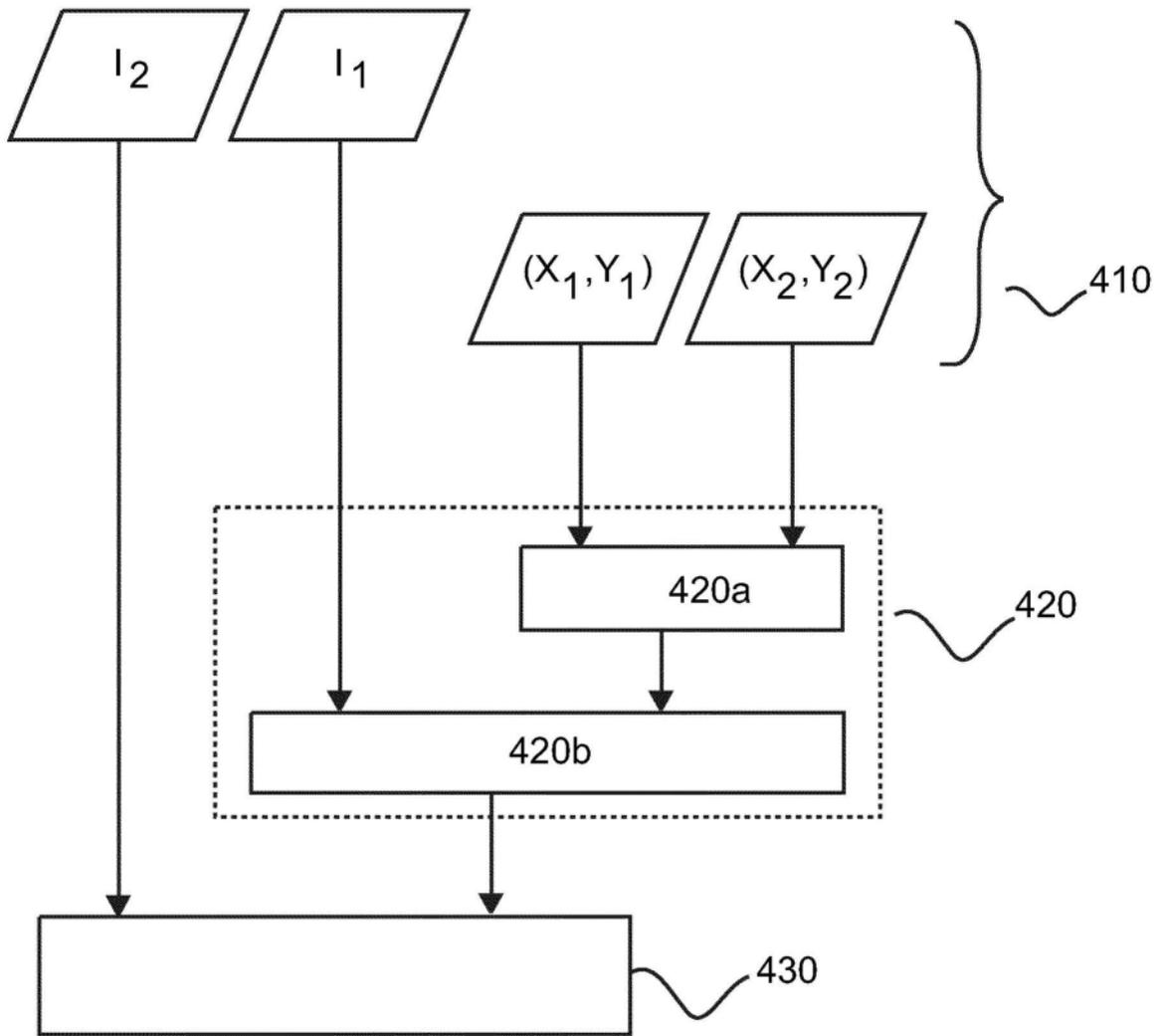


图4