



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101855652 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 200880115531. 8

(22) 申请日 2008. 11. 04

(30) 优先权数据

07120487. 9 2007. 11. 12 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 05. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/054573 2008. 11. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02009/063352 EN 2009. 05. 22

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 M·格拉斯 A·齐格勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int. Cl.

G06T 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6289135 B1, 2001. 09. 11,

CN 1926573 A, 2007. 03. 07, 全文.

US 6289135 B1, 2001. 09. 11,

WO 2005/055147 A1, 2005. 06. 16, 全文.

US 2007/0098239 A1, 2007. 05. 03, 全文.

Gilion Hautvast et al. Automatic Contour Propagation in Cine Cardiac Magnetic Resonance Images. 《IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING》. 2006, 第 25 卷 (第 11 期), 1472-1476.

审查员 姜磊

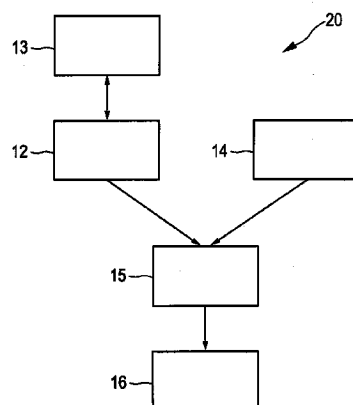
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

用于确定运动对象的参数的装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定运动对象的参数的装置, 其中, 所述装置包括用于提供对象的自适应模型的自适应模型提供单元 (12)。用户可以通过用户界面 (13) 限定自适应模型的区域。该装置还包括图像数据集提供单元 (14), 用于提供运动对象的空间和时间依赖的图像数据集; 以及适配单元 (15), 用于至少使自适应模型的所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配, 以确定所限定区域的空间和时间依赖性。由参数确定单元 (16) 根据空间和时间依赖性确定运动对象的参数。



1. 一种用于确定运动对象的参数的装置,所述装置包括:
 - 自适应模型提供单元 (12),其用于提供所述对象的自适应模型;
 - 用户界面 (13),其用于允许用户限定所述自适应模型的区域;
 - 图像数据集提供单元 (14),其用于提供所述运动对象的空间和时间依赖的图像数据集;
 - 适配单元 (15),其用于至少使所述自适应模型的所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配,以确定所限定区域的空间和时间依赖性;
 - 参数确定单元 (16),其用于根据所限定区域的所述空间和时间依赖性来确定所述运动对象的所述参数。
2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,所述自适应模型提供单元适于提供若干自适应模型,在所述若干自适应模型上限定不同区域,其中,所述用户界面适于通过允许用户选择所述若干自适应模型中的至少一个来允许用户限定所述自适应模型的区域。
3. 根据权利要求 2 所述的装置,其中,所述若干自适应模型被分配给若干条件,在所述若干自适应模型上限定不同区域,其中,所述用户界面适于通过允许用户选择所述若干条件中的一个来允许用户限定所述自适应模型的区域。
4. 根据权利要求 2 所述的装置,其中,所述用户界面适于允许用户限定自适应模型的区域并将所述自适应模型与所限定的区域一起存储在所述自适应模型提供单元中。
5. 根据权利要求 2 所述的装置,其中,所述用户界面适于允许用户将条件分配给在其上已限定了区域的自适应模型,其中,所述自适应模型提供单元适于存储所分配的条件。
6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,所述适配单元适于使整个自适应模型与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配。
7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,所述适配单元适于在初始的时间点,使不仅仅所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配,并且,从时间上相邻的时间点已适配的自适应模型开始,对于其他时间点中的时间点,所述适配单元适于仅使所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配。
8. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,在所限定区域所述自适应模型的分辨率大于在所述自适应模型的剩余部分的分辨率。
9. 一种用于确定运动对象的参数的方法,所述方法包括:
 - 由自适应模型提供单元 (12) 提供所述对象的自适应模型;
 - 提供用户界面 (13) 以允许用户限定所述自适应模型的区域;
 - 由图像数据集提供单元 (14) 提供所述运动对象的空间和时间依赖的图像数据集;
 - 由适配单元 (15) 至少使所述自适应模型的所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配,以确定所限定区域的空间和时间依赖性;
 - 由参数确定单元 (16) 根据所限定区域的所述空间和时间依赖性确定所述运动对象的所述参数。

用于确定运动对象的参数的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定运动对象的参数的装置、方法和计算机程序。

背景技术

[0002] G.Hautvast 等人的文章“Automatic Contour Propagation in Cine CardiacMagnetic Resonance Images”, IEEE Transactions on Medical Imaging, volume 25, number 11, 1472 到 1482 页, 2006 公开了一种用于在电影心脏磁共振图像中自动轮廓传播的方法。该方法包括通过将垂直于轮廓的断面中的灰度值进行匹配而试图维持连续轮廓环境的活动轮廓模型。随后, 轮廓应该保持相对于邻近解剖学结构的恒定位置, 使得所生成的轮廓反映用户的偏好。传播结果的精确性受到若干参数的影响。由于这些参数的最佳设定是依赖于应用的, 全因子试验用于将参数设置最佳化。根据长轴两室视图、长轴四室视图以及短轴视图将所述方法应用到电影心脏磁共振图像序列。

[0003] US 6, 289, 135B1 公开了一种接收分别表示相同区域的连续三维数字图像的图像数据的集合的电处理设备。该设备包括能够基于图像数据的集合中的至少一个限定感兴趣的三维形状的器件, 以及能够从表示感兴趣形状的特征点的每个图像数据的集合进行提取的器件。提供处理器以基于轮廓的图像数据建立空间 - 时间平球 (planispheric) 转换, 使得其能够从在一幅图像提取的特征点传递到从序列的其他图像提取的特征点。提供用于显示的器件以显示从转换参数导出的所选择的运动数据。

[0004] 还已知采集心脏计算机断层摄影 (CT) 数据集并根据所采集的心脏 CT 数据集重建空间和时间依赖的心脏图像数据集。将多表面三角模型与心脏图像数据集相适配, 并且根据多表面三角模型的壁的预定部分的运动确定心脏的静息期 (phase)。

[0005] 该后一现有技术具有如下劣势: 根据其确定静息期的壁的部分被预先确定。另外, 参数的确定受到心脏的静息期的确定的限制。但是, 通常, 不同的心脏具有不同的解剖学结构和不同的病状。另外, 不同的用户通常具有不同的工作方式, 并且希望已经确定与心脏的不同部分相关的不同参数。由于在现有技术中可变性是有限的, 用于确定运动对象的参数的装置不能应对解剖学结构、病状和用户偏好的所有可能的不同组合。

[0006] 因此, 本发明的目的为提供一种用于确定运动对象的参数的装置, 其中, 提高了所述可变性。

[0007] 在本发明的第一方面, 提供了一种用于确定运动对象的参数的装置, 其中, 所述装置包括:

[0008] - 自适应模型提供单元, 其用于提供所述对象的自适应模型;

[0009] - 用户界面, 其允许用户限定自适应模型的区域;

[0010] - 图像数据集提供单元, 其提供运动对象的空间和时间依赖的图像数据集;

[0011] - 适配单元, 其用于至少使自适应模型的所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配, 以确定所限定区域的空间和时间依赖性。

[0012] - 参数确定单元, 其用于根据所限定区域的空间和时间依赖性确定运动对象的参

数。

[0013] 本发明基于以下概念：对象的不同结构和条件以及不同的用户偏好主要地与运动对象上的特定区域相关，并且，用户可以通过使用例如图形用户界面，容易地进行自适应模型的区域的限定。因此，通过允许用户通过用户界面限定自适应模型的区域，对象的参数的确定可以容易地与对象的不同结构和条件，以及不同的用户偏好相适配，即：可以容易地提高可变性。

[0014] 如果必须确定心脏的参数，自适应模型为例如心脏的模型。自适应模型可以为整个运动对象的模型或者运动对象的仅一部分的模型。心脏的自适应模型为，例如，在 J. von Berg 等人的题为“Multi-surface CardiacModelling, Segmentation, and Tracking”，A. F. Frangi、P. I. Radeva、A. Santos 和 M. Hernandez，编辑，LNCS 3504，Functional Imaging and Modelling of the Heart 1-11 页，Springer Verlag，2005 中公开的多表面三角模型，在此通过引用的方式将其并入本文。参数确定单元例如适于确定所限定区域的运动，尤其是所限定区域的基本上静止的期。特别地，参数确定单元适于确定空间分辨的运动图中对象的运动的最佳期点，其中，最佳期点优选地为时间点或时间间隔，其中，对象在所限定区域中的运动小于对象在其他区域中的运动。

[0015] 例如，在心脏成像、CT 或其他模态中，当心脏正在静息时，最佳期点描述了在心动周期中的时间点。通常（在较低心率），这一时间点位于 RR 区间（即，所谓的心脏舒张区域）的 50% 和 90% 之间，但是通常，在患者 RR 区间中具有两个到三个不同最佳期点。所述最佳期点位于心舒张期，在心收缩末期，并且对于一些患者在新房收缩之后可以看到静息期。由于心率变化、病理电兴奋型（pathologic electric excitation pattern）或其他原因，所述最佳期点的相对位置会有很大变化。

[0016] 运动强度的空间和时间变化优选地被限定为运动图。以心脏成像为例，在 Manzke 等人的 Med. Phys. 31 (12) 2004, 3345-3362 页的文章中描述了优选的运动图，在此以引用的方式将这篇文章合并入本文。

[0017] 在另一优选实施例中，参数确定单元可以适于确定在模型的限定区域内的灰度值的强度变化，其优选地作为参数已贯穿空间和时间依赖的数据集。如果在周期性运动对象的情况中经历多个运动周期采集数据集，例如在心脏的情况下经历多个心动周期采集数据集，或者对于非周期性运动对象——沿着时间轴采集数据集，参数确定单元还适于确定运动的可变性。

[0018] 优选地，自适应模型提供单元适于提供若干自适应模型，在所述自适应模型上限定不同区域，其中用户界面适于通过允许用户选择若干自适应模型中的至少一个来允许用户限定自适应模型的区域。这允许用户简单地通过选择若干自适应模型中的至少一个限定所述自适应模型，其中，区域的限定被简化。

[0019] 在优选实施例中，在其上限定不同区域的若干自适应模型被分配给不同条件，其中，用户界面适于通过允许用户选择若干条件中的一个来限定所述自适应模型的区域。

[0020] 在运动对象为如心脏的人类器官的情况下，不同条件为所述运动对象的不同结构或病状。人类器官的不同结构或病状可以例如从图像数据集或本领域已知的其他专用信息中调出，所述专用信息如从例如心电图的医学研究中的得出的信息。如果条件已知，用户可以通过选择当前条件容易地定义运动对象上的区域，而不必直接限定对象上的区域。

[0021] 例如,对于大多数患者,由通过不同冠状动脉的血液提供的心肌的区域是可比较的。然而,可以存在心肌的冠状动脉的不同的几何分布,即:条件,例如,所谓的左心室血液供给类型或心脏解剖结构的其他变化。如果已知或者期望这样的异常几何分布,所限定区域可以为对应于靠近冠状动脉的区域的心脏模型的区域。特定条件也可以为左心房的形状的异常以及其到肺静脉的连接异常。如果条件与模型的特定区域相关,优选地用户可以通过选择对应条件限定特定区域。

[0022] 用户界面优选地适于允许用户限定自适应模型的区域,并将自适应模型与所限定区域一起存储在自适应模型提供单元中。这允许用户生成在其上已经限定期望区域的自适应模型,并在另一步骤中选择其上已经限定区域的自适应模型,以便在特定条件下在自适应模型上限定区域。因此,用户可以生成自适应模型的集合,其中,在每个自适应模型上已经限定另一区域。

[0023] 更优选地,用户界面适于允许用户将条件分配给在其上已经限定区域的自适应模型,其中,自适应模型提供单元适于存储所分配的条件。这允许用户生成自适应模型的集合,其中,所述自适应模型被分配给不同条件。

[0024] 在优选实施例中,适配单元适于使整个自适应模型与空间和时间依赖的图像数据集相适配。由于,如果整个自适应模型用于使模型与图像数据集相适配,很多数据可用于适配处理,所以改进了适配,由此,改进了参数的确定。

[0025] 优选地,适配单元适于在初始的时间点使不仅仅所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配,并且,从时间上相邻的时间点已适配的自适应模型开始,对于其他时间点中的时间点,所述适配单元适于仅使所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配。由于对于其他时间点中的时间点的适配仅所限定区域与空间和时间依赖的数据集相适配,适配的计算成本和时间成本被降低。另外,由于在初始的时间点不仅仅所限定的区域适于空间和时间依赖的图像数据集,特别地,由于优选地,在初始的时间点,整个自适应模型与空间和时间依赖的图像数据集相适配,改进了初始适配的质量。

[0026] 另外优选地,在所限定区域中,自适应模型的分辨率,尤其是空间分辨率大于自适应模型其他部分的空间分辨率。由于在所限定区域中,自适应模型的分辨率大于自适应模型其他部分的分辨率,可以以高质量确定根据所限定区域确定的参数,同时降低计算成本以及适配的时间,这是因为自适应模型的其他部分具有较小的分辨率。

[0027] 在本发明的其他方面,提供了用于确定运动对象的参数的方法,其中,所述方法包括如下步骤:

[0028] - 由自适应模型提供单元提供对象的自适应模型;

[0029] - 提供用户界面以允许用户限定所述自适应模型的区域;

[0030] - 由图像数据集提供单元提供所述运动对象的空间和时间依赖的图像数据集;

[0031] - 由适配单元至少使所述自适应模型的所限定区域与所述空间和时间依赖的图像数据集相适配,以确定所限定区域的空间和时间依赖性;

[0032] - 由参数确定单元根据所限定区域的所述空间和时间依赖性来确定所述运动对象的所述参数。

[0033] 在本发明的其他方面,提供了一种用于确定运动对象的参数的计算机程序,其中,所述计算机程序包括当所述计算机程序在控制如在权利要求 1 中限定的装置的计算机上

运行时,用于引起所述装置执行如在权利要求 9 中所限定的方法的步骤的程序代码模块。

[0034] 应该理解,如权利要求 1 所述的装置、如权利要求 9 所述的方法以及如权利要求 10 所述的计算机程序具有如在从属权利要求中所限定的类似和 / 或同样的优选实施例。

[0035] 应该理解,本发明的优选实施例也可以为从属权利要求与相应独立权利要求的任意组合。

附图说明

[0036] 根据下面描述的实施例,本发明的这些方面和其他方面将变得明显并得到阐述。在附图中:

[0037] 图 1 示意性且示例性地示出了用于确定运动对象的参数的装置的实施例;

[0038] 图 2 示意性且示例性地示出了图像数据集提供单元的实施例;

[0039] 图 3 示例性地示出了用于确定运动对象的参数的方法的流程图;以及

[0040] 图 4 示例性地示出了生成具有所限定区域的自适应模型的集合的流程图。

具体实施方式

[0041] 图 1 示意性且示例性地示出了根据本发明的用于确定运动对象的参数的装置的实施例。装置 20 包括用于提供对象的自适应模型的自适应模型提供单元 12 以及用于允许用户限定自适应模型的区域的用户界面 13。装置 20 还包括如下部件:图像数据集提供单元 14,其用于提供运动对象的空间和时间依赖的图像数据集;以及适配单元 15,其连接到自适应提供单元 12 和图像数据提供单元 14 以至少使得自适应模型的所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配,用于确定所限定区域的空间和时间依赖性。装置 20 还包括连接到适配单元 15 的参数确定单元 16,用于根据所限定区域的空间和时间依赖性来确定运动对象的参数。

[0042] 自适应模型提供单元提供对应于运动对象的至少一个自适应模型。运动对象为,例如,类似人类心脏的人类器官。自适应模型优选地为自适应形状模型,尤其是心脏的自适应形状模型,其中,自适应形状模型的表面优选地由为三角形构成。自适应模型优选地为在文章“Multi-surface cardiac modelling, segmentation, and tracking”, J. von Berg 和 C. Lorenz, 在 A. F. Frangi, P. I. Radeva, A. Santos, and M. Hernandez, 编辑, LNCS 3504, Functional Imaging and Modelling of the Heart, 1-11 页, Springer-Verlag, 2005 中公开的模型,在此通过引用的方式将所述文章合并入本文。自适应形状模型也可以为如胸肺模型、椎骨模型或动脉瘤模型的另一对象的模型。自适应模型也可以为整个身体模型,其允许不仅分析人类解剖体部分,而且允许分析整个系统或者整个系统的用户限定部分。另外,自适应模型还可以为体积模型,所述体积模型不仅仅示出对象的表面。

[0043] 自适应模型提供单元 12 优选地适于提供若干自适应模型,所述模型具有相同的结构,但是在其上限定不同区域,即:优选地,若干自适应模型之间唯一的区别在于不同的限定区域。在优选实施例中,自适应模型提供单元 12 提供人类心脏的若干自适应模型,在该模型上限定不同区域,即:例如,在该模型表面上标注不同三角形。例如,可以对与心室相关的模型的区域进行限定以确定参数,所述参数诸如与该心室相关的最佳期点,或可以限定优选地在统计学上靠近冠状动脉的区域,以确定与所限定区域相关和 / 或与冠状动脉相

关的如最佳期点的参数。所限定区域不必须为表面区域。如果使用体积模型,可以限定模型的体积区域。例如,如果模型为心脏,可以例如对其进行标记来限定心肌的区域,以确定心肌的参数,尤其是心肌的最佳期点或者与心肌的时间性能相关的另一参数。

[0044] 由自适应模型提供单元 12 提供的若干自适应模型优选地被分配给不同条件,例如,被分配给不同的病状。优选地,如果对象为如人类心脏或另一器官的活的对象,条件为对象的病状或者与对象的病状相关。但是,条件可以为与该对象相关的任何条件,所述对象也可以为技术对象。例如,条件可以为对象的年龄或者解剖结构。不同条件与对象的特定区域相关。例如,如果已知技术对象的某一部分为磨损部分,在使用该技术对象(即:特定条件)特定时间之后,所限定区域可以为对应于磨损部分的模型的区域。

[0045] 用户界面 13 优选地包括:显示单元,在所述显示单元上显示由自适应模型提供单元 12 提供的自适应模型;以及输入单元,所述输入单元用于允许用户在所显示的自适应模型上限定区域。输入单元优选地包括鼠标和鼠标指针用于允许用户限定在显示单元上显示的自适应模型的区域。例如,可以通过使用鼠标指针或键盘,通过选择构成自适应模型的所述三角形中的一个或一组三角形限定自适应模型的区域。

[0046] 优选地调节用户界面 13,使得用户可以在若干自适应模型上限定区域,可以将所述自适应模型存储在自适应模型提供单元 12 中。因此,将用户界面 13 与自适应模型提供单元 12 相适配,使得用户可以生成自适应模型的集合,在所述自适应模型的集合上限定不同区域。如果将这样的若干自适应对象的集合存储在自适应模型提供单元 12 中,用户可以通过使用用户界面 13 选择期望的所存储的自适应模型,并且从而,以这种方式限定自适应模型的区域。存储在自适应模型提供单元 12 中的若干模型可以具有相同的结构并且仅由不同的所限定区域进行区分,或者,可替代地或另外地,在自适应模型提供单元 12 中可以存储具有另一结构的自适应模型,在该具有另一结构的自适应模型上限定相同区域或其他区域。

[0047] 用户界面 13 适于允许用户为在其上已限定区域的自适应模型分配条件,其中,所述自适应模型提供单元 12 适于存储所分配的条件。可以通过例如使用键盘向用户界面 13 输入条件来执行这一分配,所述条件对应于在显示单元上显示的具有所限定区域的自适应模型。如果运动对象为人类心脏,所述条件优选地为与人类心脏上的特定区域相关的病状。因此,用户可以生成具有在其上限制的不同区域的自适应模型的集合,其中,优选地为病状的条件已经分配给至少一个自适应模型,其中在该自适应模型上已限定区域。如果将这样的自适应模型的集合存储在自适应模型提供单元 12 中,其中在这些自适应模型上限定区域并且为这些自适应模型指定优选地为病状的条件,那么,知道或者认为知道该条件(优选地为病状)的用户可以通过选择具有在其上限制的区域自适应模型在所述自适应模型上限定区域,所述自适应模型对应于本条件。这可以通过选择相应条件容易地执行。病状可以例如从心电图或其他医学研究中已知。

[0048] 在这一实施例中,图像数据集提供单元 14 为计算机断层摄影系统,所述计算机断层摄影系统生成计算机断层摄影图像并且将在下面对其进行更详细描述。在其他实施例中,图像数据集提供单元可以为例如存储单元,在其中存储运动对象的空间和时间依赖的图像数据集。图像数据集提供单元还可以为计算机,其根据所采集的数据重建运动对象的空间和时间依赖的图像数据集,通过成像系统采集所述数据。该成像系统不必为计算机断

层摄影系统。其也可以为任何其他成像系统,例如,磁共振成像系统、超声成像系统或核成像系统。

[0049] 在图 2 中示意性地示出了在该实施例中使用的图像数据集提供单元 14。

[0050] 在图 2 中示意性地示出的图像数据集提供单元 14 为计算机断层摄影装置。所述计算机断层摄影装置包括机架 1,所述机架能够围绕平行于 z 方向延伸的旋转轴 R 旋转。辐射源 2 安装在机架 1 上,该实施例中辐射源 2 为 X 射线管。辐射源 2 带有准直器 3,在该实施例中所述准直器 3 将由辐射源 2 生成的辐射形成为锥形辐射束 4。辐射穿过在检查区带 5 中的感兴趣区域中的诸如患者的对象(未示出),所述检查区带 5 在该实施例中为圆柱形的。在穿过检查区带 5 之后,辐射束 4 入射在包括二维检测表面的检测设备 6 上。在其他实施例中,辐射束可以具有其他形状,例如,扇形。另外,在其他实施例中,将检测设备 6 形成为使得其对应于辐射束的相应形状。例如,如果辐射束为扇形束,检测设备优选地包括对应于扇形形状的一维检测表面。在该实施例中,检测设备 6 为非能量分辨检测设备。在其他实施例中,检测设备可以为能量分辨的,例如,为了允许通过使用所采集的数据进行检查区带的光谱重构。

[0051] 计算机断层摄影装置包括具有两个马达 7、8 的运动单元。机架 1 由马达 7 以优选地恒定的但可调节的角速度进行驱动。提供马达 8 用于对例如患者的对象进行移位,所述对象被安排在平行于旋转轴 R 或 z 轴的方向的检查区带 5 中的患者台上。这些马达 7、8 由控制单元 9 进行控制,例如,使得辐射源 2、检查区带 5 以及由此检查区带 5 中的感兴趣区域,沿螺旋形轨迹相对于彼此移动。然而,如下情况也是可能的:对象或检查区带 5 未移动,而是仅仅辐射源 2 旋转,即:所述辐射源 2 沿环形轨迹相对于对象或检查区带 5 运动。在其他实施例中,辐射源 2 和检查区带 5 可以彼此相对地沿其他轨迹运动。

[0052] 检测设备 6 生成取决于入射到检测设备 6 上的辐射的检测值,并且将所述检测值提供给图像生成设备 10 以生成对象的空间和时间依赖的图像数据集,所述对象为如人类心脏的运动对象。运动对象部分地或全部地位于检查区带 5 中的感兴趣区域中。

[0053] 在该实施例中,采集检测值的过程中,连接到患者的心电图描记器 17 生成心电图,所述心电图包括对应于人类心脏的不同运动期的值。心电图也被提供给图像生成设备 10。并且优选地由控制单元 9 控制心电图描记器 17。

[0054] 图像生成单元 10 通过本领域中技术人员所公知的重构方法生成计算机断层摄影图像数据集,所述计算机断层摄影图像数据集为运动对象的空间和时间依赖的图像数据集。例如,如果对象为心脏,可以在心动周期的不同期重构心脏的图像,并且通过利用在等距期点的重构来覆盖整个心动周期,生成心脏的空间和时间依赖的数据集。在上述提及并引作参考的 Manzke 等人的文章中给出空间和时间依赖的数据集的重构的更详细描述,尤其是用于不同期的重构的更详细描述。

[0055] 可以最终将重构图像提供给计算机断层摄影装置 14 的显示单元 11。

[0056] 在其他实施例中,装置 14 可以包括运动值确定单元,所述运动值确定单元不是心电图描记器并且确定运动值,所述运动值对应于对象的运动期。例如,运动值确定单元可以仅仅基于所采集的检测值确定运动值,特别地通过所谓的记波图方法确定运动值,该方法例如在 M. Kachelriess 等人发表于 Med. Phys., 29(7), 2002, 1489-1503 页的文章所公开的。

[0057] 将自适应模型以及空间和时间依赖的图像数据集提供给适配单元 15 以使得自适

应模型与空间和时间依赖的图像数据集相适配。在该实施例中,整个自适应模型与空间和时间依赖的图像数据集相适配。在其他实施例中,适配单元 15 可以用于在初始的时间点使得不仅仅所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配,特别地,在初始的时间点,整个自适应模型可以与空间和时间依赖的图像数据集相适配,并且,从时间上相邻的时间点已适配的自适应模型开始,对于其他时间点中的时间点,适配单元 15 还用于仅使得所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配。例如,如果四维图像数据集由图像数据集提供单元 14 提供,对于不同时间点 $t_0, \dots, t_N$ 呈现三维图像数据集的不同集合,即:在时间点 $t_0, \dots, t_N$ 中的每个点,呈现三维图像数据集。在初始时间点 t_0 ,使得不仅仅所限定的区域,特别地整个自适应模型,与对应的三维图像数据集相适配,并且在其他时间点 $t_1, \dots, t_N$ 执行传播,其中,为了在时间点 t_i 的适配仅执行所限定区域与该时间点 t_i 的三维图像数据集的适配,并且其中,这是从这样的自适应模型开始的,所述自适应模型在时间上相邻的时间点 t_{i-1} 和 / 或 t_{i+1} 已经被适配。

[0058] 优选地对适配单元 15 进行调节,使得如果不仅所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配,在所限定区域以比在自适应对象的剩余部分大的分辨率执行自适应。例如,如果将多表面三角形模型用作自适应模型,可以使用更多三角形表面单元和 / 或更小三角形用于使自适应模型在所限定区域与空间和时间依赖的图像数据集相适配,而不是使所述自适应模型的其他部分与空间和时间依赖的图像数据集相适配。

[0059] 适配单元可以适于使用例如在 J. von Berg 等人的“Multi-surface Cardiac Modelling, Segmentation, and Tracking”, 在 A. F. Frangi, P. I. Radeva, A. Santos、和 M. Hernandez 编辑, LNCS 3504, Functional Imaging and Modelling of the Heart, 1-11 页, Springer Verlag, 2005 中所描述的形状约束可变形表面模型方法 (shape-constrained deformable surface model approach), 特别地适于使多表面模型与 CT 图像相适配。具有给定顶点位置的模型根据训练图像得出,所述训练图像用于初始网格的初始化并且用作其适配过程中的约束。在这一处理中,三角形的数量仍然未改变。在优选方案中,三角形表面网格的顶点位置为要改变的参数。通过将能量项 $E = E_{\text{外部}} + \alpha E_{\text{内部}}$ 最小化执行网格变形。外部能量 $E_{\text{外部}}$ 向在表面检测步骤中获取的表面点驱动网格。内部能量 $E_{\text{内部}}$ 通过保持形状模型的顶点配置限制柔性。参数 α 对两个项的作用进行加权。在网格上执行确定数量 n 的这样的最小化步骤。在上面提及并通过引用合并于此的 J. von Berg 等人的文章中给出了更详细的描述。

[0060] 在自适应模型通过适配单元 15 与空间和时间依赖的图像数据集相适配之后,经适配的模型被提供给参数确定单元 16。

[0061] 参数确定单元 16 根据所限定区域的空间和时间依赖性来确定运动对象的参数。例如,参数确定单元 16 可以适于确定可以为心脏的对象的特定子结构的静息期(最佳期)。如果在一个示例中,模型为由三角形构成的表面模型,可以通过如下方式执行该确定:通过确定随着时间的在所限定区域内的模型的三角形的所有顶点的位移,以及通过确定例如针对每个期点的平均绝对位移,其中,具有最小平均绝对位移的期点为所确定的最佳期点。优选地通过计算作为这一所限定区域的部分的相邻期点之间的表面网格的所有顶点的平均绝对位移计算模型的所限定区域的平均绝对位移。另外,根据该曲线可以计算沿心动周期的最大和最小位移或者沿时间轴的标准差。

[0062] 可替代地或另外地,为了确定所限定模型区域中的强度变化,计算由所限定区域包括的所有体素的平均绝对差,所限定区域优选地为体积区域。作为对所限定区域的强度改变的量度,可以计算相邻时间戳之间的所限定区域内的灰度值的平均差。另外,根据该曲线可以计算沿时间轴的斜率或者整个心动周期的最大和最小变化。

[0063] 下面,将参照在图 3 中示出的流程图描述根据本发明的用于确定运动对象的参数的方法的示例性实施例。

[0064] 在步骤 101,由自适应模型提供单元 12 提供对象的自适应模型。在步骤 102,用户有机会通过使用所提供的用户界面 13 在自适应模型上限定区域。如果自适应模型为多表面三角形模型,例如,可以通过使用例如用户界面的鼠标指针选择一个或若干三角形执行自适应模型的区域的这一限定。可替代地,用户可以选择在其上已经限定区域的若干自适应模型中的一个,或者,用户可以选择特定条件,例如,特定病状,其中已经为该特定病状分配具有所限定区域的特定自适应模型,从而在所述自适应模型上限定区域。

[0065] 自适应模型提供单元 12 可以已经包括具有所限定区域的若干自适应模型的集合,并且优选地还包括已经被分配给若干自适应模型的条件,所述条件特别地为病状。可替代地或附加地,可以由用户使用用户界面 13 生成具有所限定区域和所分配条件的这些自适应模型的集合。在下面将参照在图 4 中示出的流程图更详细地对此进行解释。

[0066] 在步骤 201,在用户界面 13 的显示单元上显示例如人类心脏的多表面三角形模型的运动对象的模型。用户可以通过在步骤 202 中使用用户界面 13,例如,通过选择多表面三角形模型的一个或若干三角形在自适应模型上限定区域。另外,在步骤 203,用户可以将条件分配给具有在步骤 202 中所限定的区域的模型,并且在步骤 204 中,具有所限定区域的模型连同所分配的条件一起被存储在自适应模型提供单元 12 中。在步骤 205,用户被问到他是否想要在自适应模型提供单元 12 中存储具有所限定区域和所分配条件的另一自适应模型。如果他想要存储另一自适应模型,将再次执行步骤 201。否则,在步骤 206 将结束在自适应模型提供单元 12 中存储具有所限定区域和所分配条件的自适应模型。

[0067] 在另一实施例中,调节用户界面 13 使得用户可以选择他是否想要将具有所限定区域的若干自适应对象与所分配的条件一起存储。如果用户选择具有所限定区域的若干自适应对象在没有分配条件的情况下进行存储,步骤 203 可以省略。

[0068] 再次参照图 3,在步骤 103,图像数据集提供单元 14 提供运动对象的空间和时间依赖的图像数据集。在该实施例中,图像数据集提供单元 14 为计算机断层摄影装置。将在下面描述由计算机断层摄影装置执行的运动对象的空间和时间依赖的图像数据集的提供。

[0069] 首先,采集检测值和心电图。为了采集检测值,辐射源 2 围绕旋转轴 R 进行旋转,而对象未移动,即:辐射源 2 沿对象周围的环形轨迹行进。在另一实施例中,辐射源相对于所述对象沿诸如螺旋形轨迹的另一轨迹行进。辐射源发射穿过至少在感兴趣区域中的对象的辐射,特别地,多波长辐射,所述感兴趣区域包括,例如,人类患者的心脏。由生成检测值的检测设备 6 检测穿过对象的辐射。与检测值的采集同时,通过心电图描记器 17 采集心电图。检测值和心电图被提供给图像生成设备,所述图像生成设备根据所采集的检测值和心电图生成空间和时间依赖的图像数据集。

[0070] 在步骤 104,将具有所限定区域和所提供的图像数据集的自适应模型提供给适配单元 15,所述适配单元 15 使得所述自适应模型的至少所限定的区域与空间和时间依赖的

图像数据集相适配,以确定所限定区域的空間和时间依赖性。优选地,整个自适应模型与空間和时间依赖的图像数据集相适配。可替代地,自适应模型的一部分,特别地仅仅所限定的区域,可以与空間和时间依赖的图像数据集相适配。

[0071] 在步骤 105,向参数确定单元 16 提供自适应模型,所述参数确定单元根据所限定区域的空間和时间依赖性确定运动对象的参数。

[0072] 尽管,在上述实施例中,在自适应模型上仅限定一个区域,在其他实施例中,在自适应模型上也可以限定多于一个区域。

[0073] 尽管在上述描述中,已经提到自适应模型的表面由三角形构成,所述自适应模型也可以由其他元件构成,例如,由如方形的具有其他形状的区域构成。

[0074] 尽管上述由参数确定单元确定的参数与所限定区域直接相关,参数确定单元还可以适于确定对象的元件的参数,所述对象不是自适应模型的一部分,但是却与自适应模型的所限定区域相关。这样的元件为,例如,位于靠近所限定区域并由此与所限定区域基本一起运动的元件。例如,心脏模型不得包含冠状动脉自身,但是当外心脏表面为模型的一部分,并且由三角形的表面网格构成的限定区域靠近模型时,由于他们为自动相连的,所限定区域的运动也表示冠状动脉的运动。因此,根据所限定区域的运动,可以确定如最佳期点的与冠状动脉的运动相关的参数。

[0075] 尽管在上述实施例中,仅确定了一个参数,在其他实施例中,确定了与自适应模型的所限定区域相关的若干参数。

[0076] 在上述实施例中用于确定运动对象的参数的步骤 102 和 103 也可以在执行步骤 101 之前执行,即:也可以在提供自适应模型之前以及在限定自适应模型的区域之前提供图像数据集。另外,可以在执行步骤 103 之后执行上述步骤 102,即:在限定自适应模型的区域之前可以执行到自适应模型的条件分配。另外,如果自适应模型的预限定部分或者如果整个自适应模型与空間和时间依赖的图像数据集相适配,在确定运动对象的参数之前的任意时间可以执行自适应模型的区域限定,这是由于要被确定的参数取决于所限定区域的空間和时间依赖性。另外,如果已经执行自适应模型到空間和时间依赖的图像数据集的适配,并且如果执行该适配使得其独立于所限定区域,参数确定单元可以在不使自适应对象与空間和时间依赖的图像数据集再次相适配的情况下确定运动对象的参数。

[0077] 尽管在上述实施例中,心电图描记器由计算机断层摄影装置使用,空間和时间依赖的计算机断层摄影图像数据集,即:四维图像数据集,也可以在没有采集心电图的情况下被重构。例如,也可以由其他方式从检测值得出或者由其他方式测量与到对象的运动相关的运动值。

[0078] 尽管,在上述实施例中,运动对象优选地为人类心脏,运动对象也可以为任何其他运动对象,例如,其他人类器官或技术对象。用户界面 13 的显示单元和计算机断层摄影装置的显示单元 11 可以为同一个。

[0079] 空間和时间依赖的图像数据集可以为具有二维或三维空間依赖性的时间依赖的图像数据集。

[0080] 本领域技术人员通过实践所要求的本发明、通过研究附图、通过本公开以及所附权利要求可以理解并实现所公开实施例的其他改变。

[0081] 在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”

不排除多个。

[0082] 单个单元或设备可以满足在权利要求中所叙述的若干物件的功能。在各个不同的从属权利要求中叙述的特定测量的事实并不表示这些测量的组合不能被用于改进。

[0083] 由一个或若干单元或设备执行的计算和确定可以通过任意数量的单元或设备执行。例如,尽管在上述实施例,由适配单元执行自适应对象到图像数据集的适配,由参数确定单元执行运动对象的参数的确定,但是可以通过单个单元或设备执行这一适配或确定。根据本发明的方法,特别地,计算、确定和 / 或不同单元和设备的控制可以被实施为计算机程序的程序代码模块和 / 或被实施为专用硬件。

[0084] 可以将计算机程序存储 / 分布在适当的介质上,诸如与其他硬件一起或者作为其他硬件的一部分提供的光存储介质或固态介质,也可以以其他形式分布,诸如经由因特网或其他有线或无线通信系统。

[0085] 权利要求中的任何附图标记不应该被理解为对范围的限制。

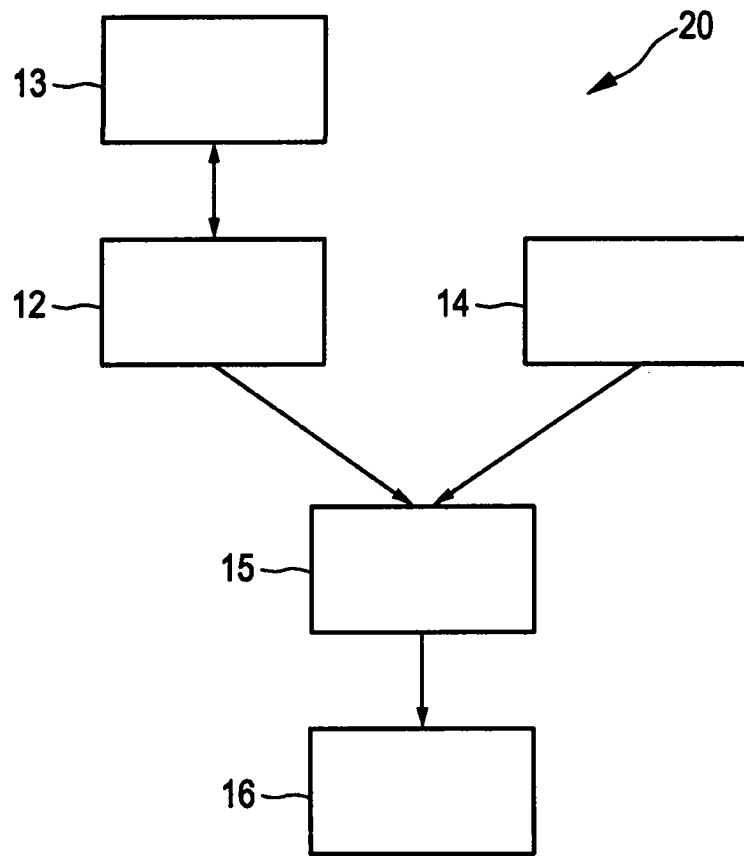


图 1

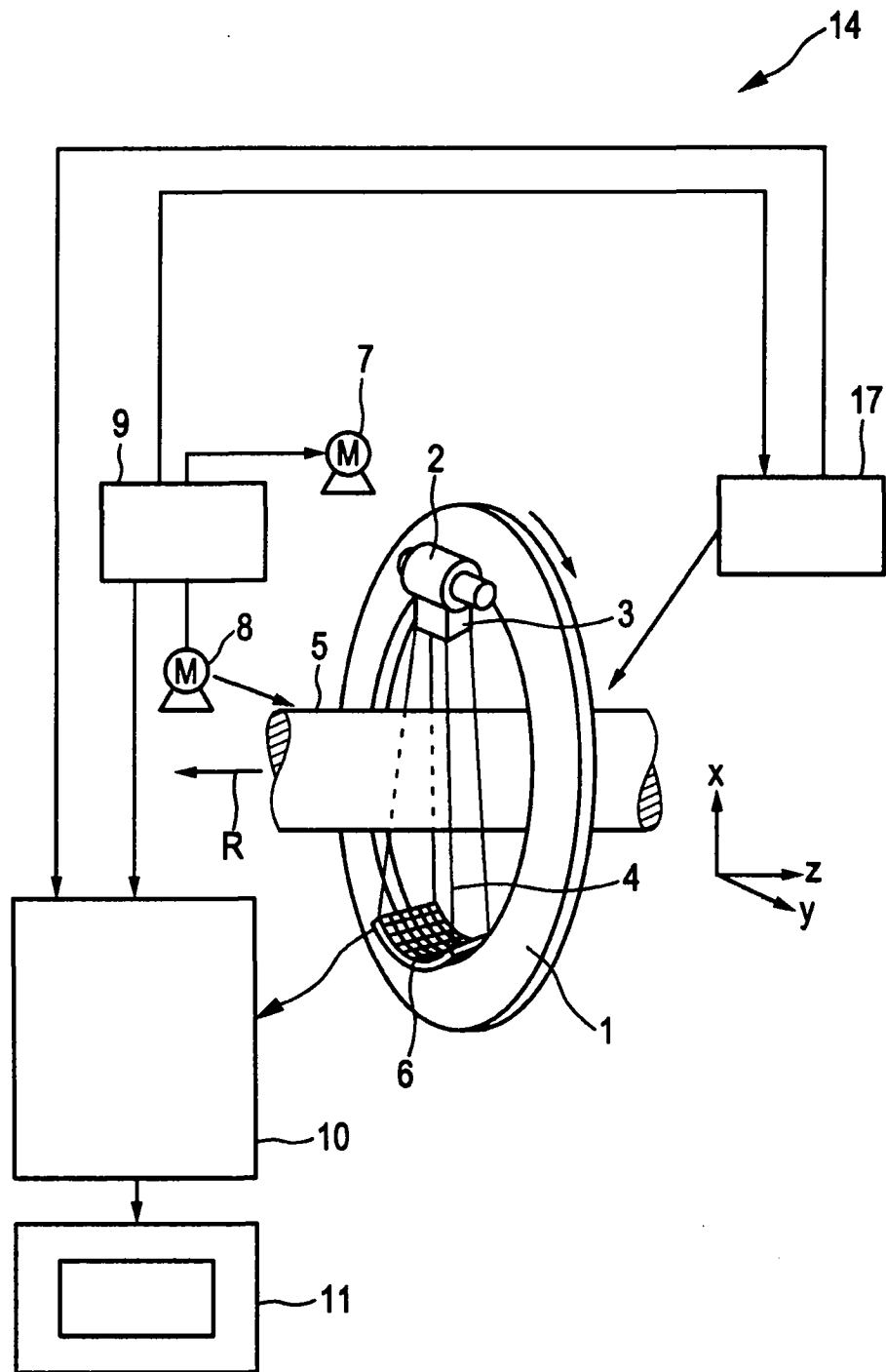


图 2

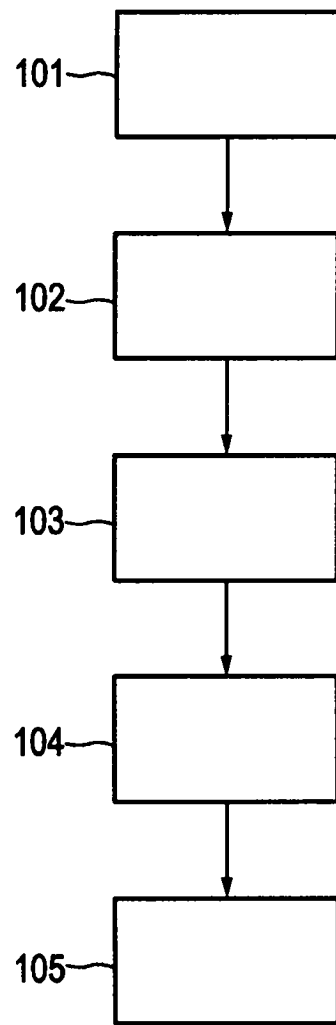


图 3

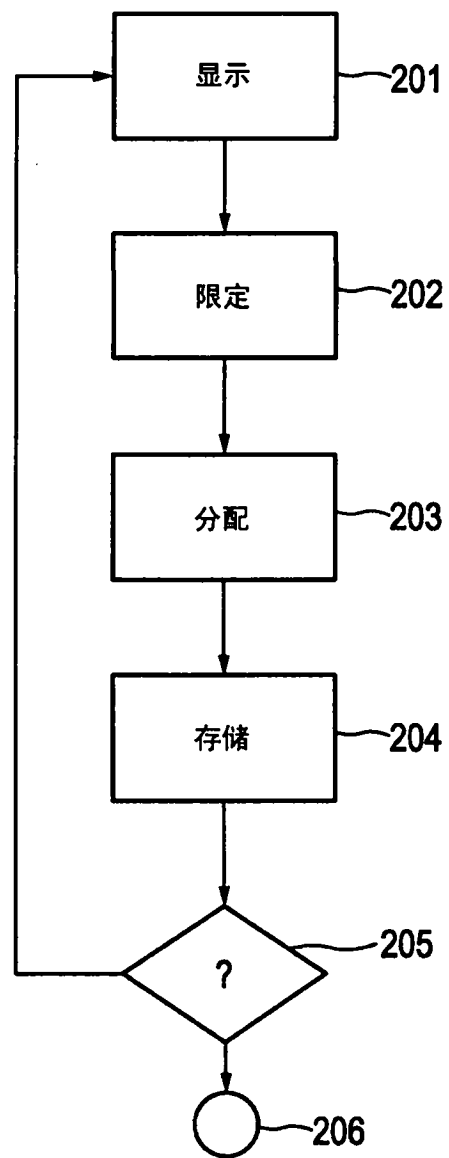


图 4