



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110446453 A

(43)申请公布日 2019.11.12

(21)申请号 201880018819.7

(22)申请日 2018.03.16

(30)优先权数据

17161481.1 2017.03.17 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.09.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/056672 2018.03.16

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/167275 EN 2018.09.20

(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 J·塞内加 S·克吕格尔

D·维尔茨 C·施特宁

(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 5/00(2006.01)

A61B 5/055(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 6/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

G06T 7/00(2017.01)

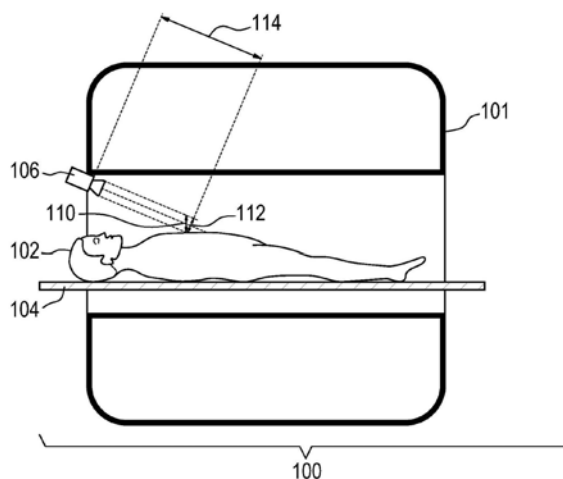
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

## (54)发明名称

从光学图像导出的心脏运动信号

## (57)摘要

本发明提供了一种医学装置(100、200、300、500),所述医学装置包括光学成像系统(106),所述光学成像系统配置用于采集描述对象(102)的心脏运动的光学图像(544)的系列。所述医学装置还包括用于存储机器可执行指令(540)的存储器(534)。所述医学装置还包括用于控制医学装置的处理器的处理器(530)。所述机器可执行指令的运行使所述处理器重复地:使用所述光学成像系统来采集(400)图像的系列,其中,图像的所述系列是以至少每秒10帧的速率采集的;并且从图像的所述系列导出(402)心脏运动信号(546),其中,通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。



1. 一种医学装置(100、200、300、500),包括:
  - 光学成像系统(106),其被配置用于采集描述对象(102)的心脏运动的光学图像(544)的系列;
  - 存储器(534),其用于存储机器可执行指令(540);
  - 处理器(530),其用于控制所述医学装置,其中,所述机器可执行指令的运行使所述处理器重复地:
    - 使用所述光学成像系统来采集(400)图像的系列,其中,图像的所述系列是以至少每秒10帧的速率采集的;并且
    - 从图像的所述系列导出(402)心脏运动信号(546),其中,所述心脏运动信号是通过跟踪图像的所述系列内的一组像素的运动来导出的。
2. 根据权利要求1所述的医学装置,其中,所述机器可执行指令的运行还使所述处理器使用所述心脏运动信号来修改医学成像系统(101、502)对医学图像数据的采集,并且其中,所述医学成像系统被配置用于从成像区(508)内的所述对象采集所述医学图像数据。
3. 根据权利要求2所述的医学装置,其中,所述医学成像系统是磁共振成像系统(502),其中,所述存储器还包含脉冲序列命令,所述脉冲序列命令用于根据磁共振成像协议来控制所述磁共振成像系统以采集所述磁共振数据。
4. 根据权利要求3所述的医学装置,其中,所述磁共振成像协议是以下中的任一种:动脉自旋标记磁共振成像协议,扩散成像磁共振成像协议,以及灌注成像磁共振成像协议,自旋回波磁共振成像协议,快速自旋回波磁共振成像协议,梯度回波磁共振成像协议,回波平面磁共振成像协议,以及稳态自由进动磁共振成像协议。
5. 根据权利要求2所述的医学装置,其中,所述医学成像系统是X射线机、CT机、PET机、SPECT、数字X射线机和超声机。
6. 根据权利要求2至5中的任一项所述的医学装置,其中,门控采集是根据以下中的任一项来触发的:所述心脏运动信号的阈值,所述心脏运动信号的导数,以及它们的组合。
7. 根据前述权利要求中的任一项所述的医学装置,其中,所述光学成像系统被配置为对所述对象的表面进行成像。
8. 根据权利要求1至6中的任一项所述的医学装置,其中,所述光学成像系统被配置用于对对象的表面上的反射表面(302)进行成像。
9. 根据权利要求1至7中的任一项所述的医学装置,其中,所述光学成像系统被配置为被放置在所述对象的表面上。
10. 根据前述权利要求中的任一项所述的医学装置,其中,图像的所述系列满足以下中的任一项:以至少每秒15帧的速率采集,以至少每秒20帧的速率采集,以及以至少每秒25帧的速率采集。
11. 根据前述权利要求中的任一项所述的医学装置,其中,所述光学成像系统包括具有等效放大系数 $m$ 的透镜系统,其中,所述光学成像系统还包括像素尺寸为 $r$ 的光学传感器阵列,其中, $s$ 是所述透镜系统的等效焦平面与所述光学传感器阵列之间的距离,其中,所述光学成像系统聚焦在距离 $L$ 处,其中, $(r \cdot L) / (s \cdot m)$ 小于以下中的任一项:2mm、1mm、以及0.5mm。
12. 根据前述权利要求中的任一项所述的医学装置,其中,所述医学装置还包括显示

器,其中,所述机器可执行指令的运行还使所述处理器在所述显示器上显示从所述心脏运动信号导出的心率和/或所述心脏运动信号。

13. 根据前述权利要求中的任一项所述的医学装置,其中,所述心脏运动信号是通过二维地跟踪图像的所述系列内的一组像素的运动来导出的。

14. 一种操作医学装置(100、200、300、500)的方法,其中,所述医学装置包括光学成像系统(106),所述光学成像系统被配置为采集描述对象(518)的心脏运动的光学图像的系列,其中,所述方法包括重复地:

-使用所述光学成像系统来采集(400)图像(544)的系列,其中,图像的所述系列是以至少每秒10帧的速率采集的;并且

-从图像的所述系列导出(402)心脏运动信号(402),其中,所述心脏运动信号是通过跟踪图像的所述系列内的一组像素的运动来导出的。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述方法还包括将相机聚焦在所述对象的表面上,其中,所述表面是以下中的任何一种:颈静脉上方的表面、对象胸部上的表面、以及对象心脏上方的表面。

16. 一种包括机器可执行指令(540)的计算机程序产品,所述机器可执行指令用于由控制医学装置(100、200、300、500)的处理器(530)运行,其中,所述医学装置包括光学成像系统(106),所述光学成像系统被配置为采集描述对象(518)的心脏运动的光学图像(544)的系列,其中,所述机器可执行指令的运行使所述处理器重复地:

-使用所述光学成像系统来采集(400)图像(544)的系列,其中,图像的所述系列是以至少每秒10帧的速率采集的;并且

-从图像的所述系列导出(402)心脏运动信号(402),其中,所述心脏运动信号是通过跟踪图像的所述系列内的一组像素的运动来导出的。

## 从光学图像导出的心脏运动信号

### 技术领域

[0001] 本发明涉及心脏信号的监测,特别是用于医学成像数据的门控采集的心脏信号的监测。

### 背景技术

[0002] 可以使用心电图 (ECG) 或光电体积描记 (PPG) 信号来监测心脏信号。这样的信号还可以用于对医学成像数据的采集进行门控,以减轻心脏运动的影响或捕获相对于心脏的运动时相的解析的图像。

[0003] Maclaren等人的期刊文章“Contact-free physiological monitoring using a markerless optical system.”Magnetic resonance in medicine 74.2(2015):571-577公开了一种安装在八通道头部线圈上的MR兼容的相机。离线处理皮肤的视频数据,以从像素信号强度和在患者头-脚方向上的头部运动导出心脏和呼吸信号。然后将这些信号与从脉搏血氧计和呼吸带同时采集的数据进行比较。

### 发明内容

[0004] 本发明在独立权利要求中提供了一种医学装置、一种计算机程序产品以及一种方法。在从属权利要求中给出了实施例。

[0005] 实施例可以提供一种系统,所述系统提供使用相机来测量心脏运动信号的改进的手段。示例可以通过测量图像的系列并且然后跟踪图像的系列内的像素组的运动来做到这一点。这可能相对于其他方法具有优点,例如查看像素信号强度,因为它不依赖于对填充和排出血液的皮肤区域进行成像。检测像素组中的小的运动允许检测对象中经受心脏运动的小的运动。在胸腔中,这可能与胸部运动的监测不同:

[0006] -幅值:心脏引起的运动的幅值至少小一个或两个数量级。因此,高分辨率光学成像(透镜,传感器,光)可能有利于捕获该类型的运动,并且跟踪算法也可能对持续时间短的非常小的运动敏感(通常:亚像素)。

[0007] -频率:心脏诱发运动的频率约为每分钟60-100搏,而呼吸频率为每分钟10-20循环。因此,需要更高的光学相机的时间分辨率来捕获波形。以每秒10帧或更高的速率测量在区分胸腔中的呼吸和心脏运动中可以是有益的。

[0008] 虽然众所周知胸部由于呼吸而上下移动,但由于心跳导致的小胸部振动的存在是未知的。本文提供了使用对象胸腔的一系列光学图像的心脏运动信号的实验测量,并与ECG和PPG信号进行比较。该心脏运动信号的有用性通过使用心脏运动信号来对采集磁共振成像数据进行门控而采集的相同对象心脏的门控MRI图像来说明。

[0009] 在一个方面中,本发明提供了一种医学装置,包括光学成像系统,所述光学成像系统被配置用于采集描述对象的心脏运动的一系列光学图像。对象的心脏运动可以例如是心脏活动引起的身体运动。在不同的示例中,由相机记录的心脏运动的类型可以是不同的。在一些情况下,所述光学成像系统可以对胸部或胸部区域进行成像或使其图像通过胸部的运

动而转向。在其他示例中,所述光学成像系统可以对由流过动脉的血液移动或振动的表面进行成像。

[0010] 所述医学装置包括用于存储机器可执行指令的存储器。医学装置还包括用于控制医学装置的处理器。机器可执行指令的运行使处理器使用光学成像系统重复地采集图像的系列。以至少10FPS的速率采集图像的所述系列。机器可执行指令的运行还使处理器重复地驱动来自图像的所述系列的心脏运动信号。通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。例如,算法可以查找或识别图像的所述系列内的边缘或像素组,并检查它们在小范围内如何移动。例如,在图像中识别的像素组或边缘可以在一个心动周期内移动一个或几个像素。该实施例可以是有益的,因为它可以使得能够确定心脏运动信号而无需直接在对象上放置线、电极或其他传感器。

[0011] 在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使得处理器使用心脏运动信号来修改医学成像系统对医学图像数据的采集。医学成像系统被配置用于从成像区域内的对象采集医学图像数据。该实施例可以是有益的,因为它可以使得能够更容易地修改医学成像系统的操作以考虑心脏的运动时相和/或心率。

[0012] 在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使处理器使用心脏运动信号来触发医学成像系统对医学图像数据的门控采集。如本文所使用的,术语触发门控采集器件以控制医学成像系统何时使用心脏运动信号来采集医学图像数据。医学成像系统被配置用于从成像区域内的对象采集医学图像数据。该实施例可以是有益的,因为它可以更容易地获得心脏时相结果或门控医学图像的采集,医学图像是心脏时相依赖性的或者被门控为使得心脏运动不影响图像。

[0013] 在另一实施例中,所述医学装置包括医学成像系统。

[0014] 在另一实施例中,所述医学成像系统是磁共振成像系统。所述存储器还包括脉冲序列命令,用于根据心脏门控磁共振成像协议来控制磁共振成像系统以采集磁共振数据。本文中使用的磁共振成像协议包括可以用于对心脏进行成像的磁共振成像协议。在一些示例中,它还可以包括在特定时相或一组心脏运动时相中心脏周围的区域。该实施例可以是有益的,因为它可以提供测量心脏运动信号的简单方法并且在磁共振成像期间对其进行门控,而无需在对象上放置电极或传感器。同样监测心脏可以提供更加直接地针对心脏直接测量心脏运动的益处。在其他情况下,例如在处理大脑中的图像时,可以对不同区域(例如颈部动脉)进行靶向,使得心脏运动信号比通过ECG或在对象的胸部直接测量时更能代表大脑中的血流。在其他应用中,调整诸如回波时间(TE)或脉冲重复时间(TR)的参数以考虑心率的值。有些磁共振成像协议不使用心脏触发或门控,但可针对个别心率测量进行调整,

[0015] 在另一实施例中,所述磁共振成像协议是以下任何一种:动脉自旋标记磁共振成像协议,扩散成像磁共振成像协议,以及灌注成像磁共振成像协议,自旋回波磁共振成像协议,快速自旋回波磁共振成像协议,梯度回波磁共振成像协议,回波平面磁共振成像协议,以及稳态自由进动磁共振成像协议。对于上述方案中的一些,心脏运动信号可以从对象的颈静脉动脉上方的皮肤表面取得。

[0016] 在另一实施例中,所述医学成像系统是X射线机。

[0017] 在另一实施例中,所述医学成像系统是CT或计算机断层摄影机。

[0018] 在另一实施例中,所述医学成像系统是正电子发射断层摄影或PET机器。

- [0019] 在另一实施例中,所述医学成像是单光子发射计算机断层摄影或SPECT机器。
- [0020] 在另一实施例中,所述医学成像是数字X射线机。
- [0021] 在另一实施例中,所述医学成像是超声机器。
- [0022] 在另一实施例中,根据以下中的任一项来触发门控采集:心脏运动信号的阈值,心脏运动信号的导数,以及它们的组合。该实施例可能是有益的,因为它可以提供根据对象心脏的特定相或运动来触发磁共振数据的采集的精确手段。
- [0023] 在另一实施例中,所述医学装置还包括照明源,以照射所述成像区域内的表面。例如,照明可以是红外光源或任何可见光。在一些情况下,所述光学成像系统也可以是红外成像系统。使用照明源可能是有益的,因为它可以提供光学成像系统的更好操作和更准确地确定心脏运动信号。
- [0024] 在另一实施例中,所述光学成像系统被配置为对对象的表面进行成像。
- [0025] 该实施例可能是有益的,因为光学成像系统直接对对象的表面进行成像。例如,相机可以看着胸部区域,或者甚至可以对对象的皮肤表面进行成像,例如胸部或颈静脉。对象的表面还可包括放置在对象身上的衣服或其他物体。例如,在磁共振成像系统的情况下,表面线圈可以放置在对象的胸或胸部上,并且光学成像系统可以用于对表面线圈的表面成像。
- [0026] 在一些示例中,对象的表面可以具有纹理化表面,或者表面线圈也可以具有印刷在其上的纹理,这使得在导出心脏运动信号时更容易检测像素的运动。例如,可以在图像的系列中识别具有易于识别的图案或规则图案的线条艺术,并且允许更准确地确定心脏运动信号。
- [0027] 在另一实施例中,所述光学成像系统被配置用于对放置在对象表面上的反射表面成像。例如,可以在对象的表面上放置小的反射表面或镜子。或者,在其他示例中,镜子或反射表面可以放置在表面线圈上,然后将表面线圈放置在对象上。例如,相机可以被布置为使得其对由反射表面反射的表面成像。这可能是有益的,因为由于心脏引起的对象的运动可能导致由镜子反射的图像充分移动而被光学成像系统检测到。令人惊讶的是,当对象心脏跳动时,由于心脏的实际运动或由血液脉动通过动脉引起的运动,整个身体都具有小的振动。测试表明,这基本上适用于整个身体。在一些地方,其比其他地方更好地工作。特别是胸部,喉部,头部和脚部是测量进行心脏运动的身体中的振动的好地方。
- [0028] 在另一实施例中,在医学成像是磁共振成像系统的情况下,所述医学装置还可以包括表面线圈,所述表面线圈被配置用于放置在对象的表面上。表面线圈可包括镜子。如上所述,可以自由选择对象的表面,但胸部、喉部、头部和脚部是测量由于心脏运动引起的身体振动的好地方。
- [0029] 在另一实施例中,所述光学成像系统被配置为放置在对象的表面上。在该实施例中,所述光学成像系统本身可以放置在对象上。然后可以对光学成像系统进行聚焦,使其对其光路内的任何表面进行成像。当对象的表面由于心脏运动而移动少量时,例如可以检测到相机取向的变化。在一些示例中,当光学成像系统放置在对象的表面上时,可以将相机引向具有规则光学图案或线的对象。这可以便于检测像素组的运动并且允许更准确地确定心脏运动信号。如上所述,可以自由选择对象的表面,但胸部、喉部、头部和脚部是测量由于心脏运动引起的身体振动的好地方。

[0030] 在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使处理器将低通滤波器应用于心脏运动信号。该实施例可能是有益的,因为它可以使心脏运动信号更加鲁棒。

[0031] 在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使处理器将高通滤波器应用于心脏运动信号。同样,所述实施例可以使心脏运动信号的确定更准确。在一些示例中,可以使用高通滤波器和低通滤波器的组合。在这种情况下,可以选择滤波器,使得可以滤除与心脏运动信号无关的大和小的运动。

[0032] 在另一实施例中,所述医学装置还包括呼吸带以采集胸部扩张信号。机器可执行指令的运行还使处理器使用呼吸带采集胸部扩张信号。触发的门控采集医学成像数据还使用胸部扩张信号来进行门控。该实施例可能是有益的,因为它可以使得医学成像不仅能够对心脏运动进行分辨,而且能够对根据呼吸引起的对象的呼吸或胸部位置来进行分辨。

[0033] 在另一实施例中,所述医学装置还包括呼吸传感器。机器可执行指令的运行还使处理器采集呼吸传感器数据。触发的门控采集医学成像数据还使用呼吸传感器来进行门控。该实施例可能是有益的,因为它可以使得医学成像不仅能够对心脏运动进行分辨,而且能够对根据呼吸引起的对象的呼吸或胸部位置来进行分辨。在不同实施例中,呼吸传感器可以采用不同的形式。例如,呼吸传感器可以由MRI系统直接测量,例如使用导航器、相机或甚至用于测量心脏运动信号的相同光学成像系统。在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使得处理器使用胸部扩展信号来执行医学图像数据的触发的门控采集。

[0034] 在另一实施例中,机器可执行指令的运行还使得处理器从心脏运动信号中减去呼吸信号。例如,在由呼吸带测量的胸部运动与至少一组像素的位置之间可能存在已知的关系。然后可以使用呼吸带来减去呼吸的影响并提供更准确的心脏运动信号。

[0035] 在另一实施例中,以至少15FPS的速率采集图像的系列。

[0036] 在另一实施例中,以至少20FPS的速率采集图像的系列。

[0037] 在另一实施例中,以至少25FPS的速率采集图像的系列。上述三种帧速率中的任何一种都可能是有益的,因为它们可以提供心脏运动信号的改善的分辨率。

[0038] 在另一实施例中,所述光学成像系统被配置用于以1mm或更小的空间分辨率来对对象上的表面上的运动进行成像。这可能是有益的,因为它可以提供直接测量对象的心脏运动信号的有效手段。

[0039] 在另一实施例中,相机安装在距医学成像系统的成像区至少0.5米处。这可能是有益的,因为它可以提供远程测量对象的心脏运动信号的有效手段。

[0040] 在另一实施例中,所述光学成像系统是以下中的任何一种:至少一个二维相机、至少一个三维相机,以及其组合。对于三维相机,可以监视一组像素的深度值。

[0041] 在另一实施例中,所述光学成像系统包括透镜系统,所述透镜系统包括放大系数为 $m$ 的一个或多个透镜。光学成像系统还包括像素尺寸为 $r$ 的光学传感器阵列。 $s$ 是透镜系统的等效焦平面与光学传感器阵列之间的距离。光学成像系统聚焦在距离 $L$ 处。 $(r \cdot L) / (s \cdot m)$  小于以下中的任何一项:2mm、1mm和0.5mm。该实施例可以是有益的,因为它提供了指定光学成像系统的手段,所述光学成像系统可以用于采集图像的系列,从而可以导出心脏运动信号。

[0042] 在另一实施例中,所述光学成像系统的特征在于等效焦距 $f$ 。光学成像系统还包括像素尺寸为 $r$ 的光学传感器阵列,其中,所述光学成像系统聚焦在距离 $L$ 处。 $(r \cdot L) / f$  小于以

下中的任何一项:2mm、1mm和0.5mm。该实施例是前一实施例的替代方案,并且根据针孔模型来制定,以数学地描述光学成像系统的3D到2D投影特性。在该实施例和前一实施例中,使用整个光学系统的线性等效近似模型。

[0043] 在另一实施例中,所述医学装置还包括显示器。机器可执行指令的运行还使得处理器在显示器上显示从心脏运动信号导出的心率和/或心脏运动信号。该实施例可能是有益的,因为它可以提供监测心脏运动信号的便利手段。

[0044] 在另一实施例中,像素组的尺寸小于或等于以下任何一个:80乘80像素,40乘40像素,20乘20像素,以及10乘10像素。

[0045] 在另一实施例中,通过二维地跟踪图像的一系列内的一组像素的运动来导出心脏运动信号。该实施例可能是有益的,因为它可以提供更好地检测由心脏运动引起的对象表面上的小的运动的手段。

[0046] 这里应该理解,对图像的一系列内的一组像素的引用可以指示该组像素的尺寸小于图像的所述系列中的每幅图像。像素的组适配于图像的一系列中的每幅图像内或者小于图像的系列中的每幅图像。

[0047] 在另一实施例中,通过计算像素组的二维位移来导出心脏运动信号。

[0048] 在另一实施例中,通过从初始位置计算像素组的标量位移来导出心脏运动信号。例如,可以二维地跟踪图像的一系列内的像素组的位置。可以使用图像的一系列中的一幅来提供像素组的初始位置。总体二维位移可用于计算从像素组到图像系列中的每幅图像的矢量位移。然后将矢量位移的大小作为心脏运动信号。

[0049] 在另一实施例中,通过二维地跟踪图像的一系列内的多组像素的运动来导出心脏运动信号。例如,心脏运动信号可以是来自图像的所述系列内的多组像素的二维运动导出的平均运动信号。与单组像素的情况相同。可以使用图像的一系列中的一幅图像来为多个像素组中的每个像素组提供初始位置。多个组中的每个组的二维位移可用于计算针对图像系列中的每幅图像的像素组中的每个的矢量位移。然后将多个组中的每个组的矢量位移的大小作为心脏运动信号。在一些情况下,可以将加权因子应用于多个组中的每个组的矢量位移的大小。

[0050] 本文中对一组像素的引用可以用多组像素代替。

[0051] 在另一方面中,本发明提供了一种操作医学装置的方法。该医学装置包括光学成像系统,所述光学成像系统被配置为采集描述对象的心脏运动的光学图像的系列。该方法包括使用光学成像系统来重复采集图像的系列。以至少10FPS的速率采集图像的所述系列。该方法还包括从图像的所述系列中重复地导出心脏运动信号。通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。先前已经给出了该实施例的优点。

[0052] 在另一实施例中,所述方法还包括将相机聚焦在对象的表面上。该实施例可能是有益的,因为它可以提供来自表面的心脏运动信号的直接测量。在不同的实例中,对象的表面可以采用不同的形式。

[0053] 在另一实施例中,对象的表面是以下任何一种:颈静脉上方的表面,例如皮肤贴片,对象胸部的表面和对象心脏上方的表面。

[0054] 在另一方面中,本发明提供了一种包括用于由控制医学装置的处理器执行的机器可执行指令的计算机程序产品。该医学装置包括光学成像系统,所述光学成像系统被配置

为采集描述对象的心脏运动的光学图像的系列。机器可执行指令的运行使处理器使用光学成像系统重复地采集图像的系列。以至少10FPS的速率采集图像的所述系列。机器可执行指令的运行还使处理器重复地驱动来自图像的所述系列的心脏运动信号。通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。

[0055] 应该理解,可发组合本发明的一个或多个前述实施例,只要组合后的实施例不相互排斥即可。

[0056] 如本领域技术人员将认识到的,本发明的若干方面可以实现为装置、方法或计算机程序产品。因此,本发明的各方面可采取完全硬件实施例,完全软件实施例(包括固件,驻留软件,微代码等),或者组合了软件和硬件方面的实施例的形式,其可以在本文统称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本发明的各个方面可以采取实现在一个或多个计算机可读介质中的计算机程序产品的形式,所述一个或多个计算机可读介质具有实现在其上的计算机可执行代码。

[0057] 可以使用一个或多个计算机可读介质的任何组合。所述计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。如在本文中使用的“计算机可读存储介质”包括任何有形存储介质,其可以存储能够由计算设备的处理器执行的指令。可以将所述计算机可读存储介质称为“计算机可读非瞬态存储介质”。所述计算机可读存储介质也可以被称为有形计算机可读介质。在一些实施例中,计算机可读存储介质还可以能够存储数据,所述数据能够被所述计算设备的处理器访问。计算机可读存储介质的范例包括但不限于:软盘,磁盘驱动器,固态硬盘,闪存,USB拇指驱动器,随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),光盘,磁光盘和处理器的寄存器文件。光盘的范例包括压缩光盘(CD)和数字多用光盘(DVD),例如CD-ROM、CD-RW、CD-R、DVD-ROM、DVD-RW或DVD-R盘。术语计算机可读存储介质还指代能够由所述计算机设备经由网络或通信链路访问的各种类型的记录介质。例如,可以经由调制解调器、经由互联网或经由局域网络来取回数据。体现在计算机可读介质上的计算机可执行代码可使用任何恰当的介质来传输,包括但不限于无线、有线、光缆、RF等,或上述各项的任何适当的组合。

[0058] 计算机可读信号介质可以包括具有实现在其中的例如在基带内或者作为载波的一部分的计算机可执行代码的传播的数据信号。这样的传播信号可以采取多种形式中的任一种,包括但不限于,电磁的、光学的、或者它们的任意合适的组合。计算机可读信号介质可以是任何计算机可读介质,其不是计算机可读存储介质并且其能够传递、传播或传输程序用于由指令运行系统、装置或设备使用或者与其结合使用。

[0059] “计算机存储器”或“存储器”是计算机可读存储介质的范例。计算机存储器是处理器能够直接访问的任何存储器。“计算机存储设备”或“存储设备”是计算机可读存储介质的另一范例。计算机存储设备以是任何易失性或非易失性计算机可读存储介质。

[0060] 在本文中使用的“处理器”涵盖能够执行程序或机器可执行指令或计算机可执行代码的电子部件。对包括“处理器”的计算设备的引用应当被解读为能够包括超过一个处理器或处理内核。所述处理器例如可以是多核处理器。处理器还可以是指单个计算机系统之内的或者被分布在多个计算机系统之间的处理器的集合。术语计算设备也应被解释为可能指计算设备的集合或网络,每个计算设备均包括一处理器或多个处理器。所述计算机可执行代码可以由多个处理器运行,所述处理器可以处在相同的计算设备内或者其甚至可以跨

多个计算设备分布。

[0061] 计算机可执行代码可以包括令处理器执行本发明的各方面的机器可执行指令或程序。用于执行针对本发明的各方面的操作的计算机可执行代码可以以一种或多种编程语言(包括诸如Java、Smalltalk、C++等的面向对象的编程语言以及诸如C编程语言或类似编程语言的常规过程编程语言)的任何组合来编写并且被编译为机器可执行指令。在一些情况下,所述计算机可执行代码可以以高级语言的形式或者以预编译形式并且结合在飞行中生成机器可执行指令的解释器来使用。

[0062] 所述计算机可执行代码可以作为单机软件包全部地在所述用户的计算机上、部分地在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上并且部分地在远程计算机上、或者全部地在所述远程计算机或服务器上运行。在后者的场景中,所述远程计算机可以通过任何类型的网络(包括局域网(LAN)或广域网(WAN))或者可以对外部计算机做出的连接(例如,使用因特网服务提供商通过因特网)而被连接到用户的计算机。

[0063] 本发明的各方面参考根据本发明的实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图示和/或框图得以描述。应该理解,流程图、图示和/或框图的每个框或框的一部分能够在适用时通过以计算机可执行代码的形式的计算机程序指令来实施。还应当理解的是,当不是相互排斥的时,在不同的流程图、图示和/或框图中块的组合可以被组合。这些计算机程序指令可以被提供到通用计算机、专用计算机的处理器或者其他可编程数据处理装置以生产机器,使得经由计算机的处理器或其他可编程数据处理装置运行的指令创建用于实施流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的器件。

[0064] 这些计算机程序指令还可以被存储在计算机可读介质中,其能够引导计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备以特定的方式工作,使得被存储在所述计算机可读介质中的所述指令产生包括实施在流程图和/或一个或多个框图框中所指定的功能/动作的指令的制品。

[0065] 所述计算机程序指令还可以被加载到计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备上以令一系列操作步骤在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行以产生计算机实施的过程,使得在计算机或其他可编程装置上运行的指令提供用于实施在流程图和/或一个或多个框图框中所指定的功能/动作的过程。

[0066] 如在本文中所使用的“用户接口”是允许用户或操作者与计算机或计算机系统进行交互的接口。“用户接口”还可以被称为“人机接口设备”。用户接口可以向操作者提供信息或数据和/或接收来自操作者的信息或数据。用户接口可使来自操作者的输入能够被计算机接收,且可将输出从计算机提供给用户。换言之,用户接口可以允许操作者控制或操纵计算机,并且该接口可以允许计算机指示操作者的控制或操纵的效果。数据或信息在显示器或图形用户接口上的显示是向操作者提供信息的范例。通过键盘、鼠标、跟踪球、触摸板、指点杆、图形输入板、操纵杆、游戏板、网络摄像头、头盔、踏板、有线手套、遥控器以及加速度计接收数据都是实现从操作者接收信息或数据的用户接口部件的范例。

[0067] 如在本文中所使用的“硬件接口”涵盖使得计算机系统的处理器能够与外部计算设备和/或装置进行交互或者对其进行控制的接口。硬件接口可允许处理器将控制信号或指令发送给外部计算设备和/或装置。硬件接口也可以使处理器与外部计算设备和/或装置交换数据。硬件接口的范例包括但不限于:通用串行总线、IEEE 1394端口、并行端口、IEEE

1284端口、串行端口、RS-232端口、IEEE-488端口、蓝牙连接、无线局域网连接、TCP/IP连接、以太网连接、控制电压接口、MIDI接口、模拟输入接口和数字输入接口。

[0068] 本文中使用的“显示器”或“显示设备”涵盖适于显示图像或数据的输出设备或用户接口。显示器可以输出视觉、音频和触觉数据。显示器的范例包括但不限于：电脑监视器，电视屏幕，触摸屏，触觉电子显示屏，盲文屏幕，阴极射线管 (CRT)、存储管、双稳态显示器、电子纸、向量显示器、平板显示器、真空荧光显示器 (VF)、发光二极管 (LED) 显示器、电致发光显示器 (ELD)、等离子显示面板 (PDP)、液晶显示器 (LCD)、有机发光二极管显示器 (OLED)、投影机和头戴式显示器。

[0069] 医学图像数据在本文中被定义为已经使用医学成像扫描器采集的二维或三维数据。医学成像扫描器在本文中被定义为适于采集与患者的物理结构有关的信息并且构建二维或三维医学图像数据的集合的装置。医学图像数据能够用于构造对医师诊断有用的可视化。这种可视化可使用计算机来执行。

[0070] 磁共振 (MR) 数据在本文中被定义为使用在磁共振成像扫描期间通过磁共振装置的天线对由原子自旋发射的射频信号的所记录的测量结果。磁共振数据是医学图像数据的示例。磁共振 (MR) 图像在本文中被定义为包含在磁共振成像数据内的解剖数据的经重建的二维或三维可视化。

## 附图说明

[0071] 在下文中，将仅通过举例的方式并且参考附图来描述本发明的优选实施例，在附图中：

[0072] 图1示出了医学仪器的范例；

[0073] 图2示出了医学仪器的另一范例；

[0074] 图3示出了医学仪器的另一范例；

[0075] 图4示出的流程图图示了操作图1、2或3中的医学仪器的方法的示例；

[0076] 图5示出了医学仪器的另一范例；

[0077] 图6将测量的心脏运动信号与ECG信号和PPG信号进行比较；

[0078] 图7示出了利用ECG信号门控的心脏磁共振图像的示例；

[0079] 图8示出了利用ECG信号门控的磁共振图像的另一个示例；

[0080] 图9示出了用心脏运动信号门控的磁共振图像的示例；并且

[0081] 图10示出了利用心脏运动信号门控的磁共振图像的另一个示例。

[0082] 附图标记列表

[0083] 100 医学仪器

[0084] 101 医学成像系统

[0085] 102 对象

[0086] 104 对象支撑件

[0087] 106 光学成像系统

[0088] 108 对象

[0089] 110 由心脏运动引起的运动

[0090] 112 运动图像

- [0091] 114 到透镜的距离
- [0092] 200 医学仪器
- [0093] 202 墙
- [0094] 300 医学仪器
- [0095] 302 反射表面
- [0096] 400 使用光学成像系统采集图像的系列
- [0097] 402 从图像的所述系列导出心脏运动信号
- [0098] 500 医学仪器
- [0099] 502 磁共振成像系统
- [0100] 504 磁体
- [0101] 506 磁体的膛
- [0102] 508 成像区
- [0103] 509 感兴趣区域
- [0104] 510 磁场梯度线圈
- [0105] 512 磁场梯度线圈电源
- [0106] 514 射频线圈
- [0107] 516 收发器
- [0108] 518 对象
- [0109] 520 对象支撑件
- [0110] 526 计算机系统
- [0111] 528 硬件接口
- [0112] 530 处理器
- [0113] 532 用户接口
- [0114] 534 计算机存储器
- [0115] 540 机器可执行指令
- [0116] 542 脉冲序列命令
- [0117] 544 图像的系列
- [0118] 546 心脏运动信号
- [0119] 548 磁共振数据
- [0120] 550 磁共振图像
- [0121] 600 ECG信号
- [0122] 602 PPG信号

### 具体实施方式

[0123] 在这些附图中,类似地编号的元件是等价元件或执行相同功能。如果功能是等价的,则将不一定在后来的附图中讨论先前已经讨论过的元件。

[0124] 图1示出了医学仪器100的示例。医学仪器100被示为任选地包含医学成像系统101。对象102被放置在对象支撑件104上。相机106聚焦在对象102的胸部区域上。由于对象的跳动,对象的胸部在方向110上移动。该运动110可以在平面或标记为112的方向上成

像。相机106距对象102的距离为114。当对象的心脏移动时,可以在像素级检测图像中的小差异,并且可以用于导出心脏运动信号。医学成像系统旨在是代表性的,例如可以是以下任何一种:X射线机,计算机断层摄影(CT)机,正电子发射断层摄影(PET)机,单光子发射计算机断层摄影(SPECT)机,数字X射线机和超声机器。

[0125] 图2示出了医学仪器200的替代示例。在该示例中,相机106被示出为放置在对象102的胸部上。当对象心脏跳动时,相机106将移动小的量。相机106聚焦在不同的表面上,所述表面在该对象中是壁202。例如,在壁202上可以存在图案或线条,其可以通过边缘检测或其他图像分析算法容易地检测到。当对象102心跳时,相机106将移动小的量,并且可以检测图像的所述系列中的像素的小的差异。

[0126] 图3示出了医学仪器300的另一范例。在该示例中,存在放置在对象102的胸部上的反射表面302。然后,相机106瞄准反射表面302,使得壁202的一部分被成像。当对象的心脏跳动时,镜子302中的小运动将导致由相机106成像的区域移位。可以在图像的系列中检测像素的小差异以导出心脏运动信号。例如,可以在壁202上放置图案或线以促进这一点。

[0127] 图4图示了操作图1、2或3中所示的任何医学装置的方法。首先在步骤400中,使用光学成像系统106来采集图像的系列。接下来在步骤402中,从图像的系列导出心脏运动信号。通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。

[0128] 图5示出了医学仪器500的另一范例。在该示例中,医学仪器500包括磁共振成像系统502。该磁共振成像系统502包括磁体504。磁体504是具有通过其的膛506的超导圆柱型磁体。使用不同类型的磁体也是可能的;例如也可以使用分裂圆柱形磁体和所谓的开放磁体。分裂圆柱磁体类似于标准的圆柱磁体,除了低温恒温器已经分裂成两部分,以允许访问所述磁体的等平面,从而使磁体可以例如与带电粒子束治疗相结合地使用。开放磁体有两个磁体部分,一个在另一个之上,中间的空间足够大以容纳对象:两个部分区的布置类似于亥姆霍兹线圈的布置。开放式磁体是流行的,因为对象较少地受限。在圆柱磁体的低温恒温器内部有超导线圈的集合。在圆柱磁体504的膛506内,存在成像区108,在成像区108中,磁场足够强和均匀以执行磁共振成像。示出了成像区508内的感兴趣区域509。对象518被示出为由对象支撑件520支撑,使得对象518的至少一部分在成像区508和感兴趣区域509内。

[0129] 磁体的膛506内还有磁场梯度线圈510的集合,其用于采集磁共振数据,以在磁体504的成像区508内对磁自旋进行空间编码。磁场梯度线圈510连接到磁场梯度线圈电源512。磁场梯度线圈510旨在是代表性的。通常,磁场梯度线圈510包含用于在三个正交空间方向上空间地编码的三个分立的线圈的集合。磁场梯度电源将电流供应到所述磁场梯度线圈。供应给磁场梯度线圈510的电流根据时间来进行控制并且可以是斜变的或脉冲的。

[0130] 与成像区508相邻的是射频线圈或表面线圈514,其用于操纵成像区508内的磁自旋的取向,并且用于接收来自也在成像区508内的自旋的射频发射。射频天线可包含多个线圈元件。射频天线还可以被称为通道或天线。射频线圈514连接到射频收发器516。射频线圈514和射频收发器516可以由独立的发送线圈和接收线圈以及独立的发射器和接收器替代。要理解的是,射频线圈514和射频收发器516是代表性的。射频线圈514旨在还表示专用的发射天线和专用的接收天线。类似地,收发器516也可以表示单独的发射器和接收器。射频线圈514也可以具有多个接收/发射元件,并且射频收发器516可以具有多个接收/发射通道。例如,如果执行诸如SENSE的并行成像技术,则射频线圈514可以具有多个线圈元件。

[0131] 在该示例中,可以看到相机106被安装在磁体504的凸缘上。通过光学成像系统106对对象胸部上的表面线圈514进行成像。当对象的心脏搏动时,表面线圈514将向上移动小的量。在其他示例中,其中,没有表面线圈,相机可以在皮肤贴片或衣服因心脏运动或心脏诱发运动而移动时对其进行成像。

[0132] 收发器516、梯度控制器112和相机106被示为连接到计算机系统526的硬件接口528。该计算机系统还包括处理器530,处理器144与硬件系统528、存储器534和用户接口532通信。存储器534可以是处理器530可访问的存储器的任何组合。这可以包括诸如主存储器、高速缓存的存储器以及诸如闪存RAM、硬盘驱动器或其他存储设备的非易失性存储器。在一些示例中,存储器530可以被认为非瞬态计算机可读介质。

[0133] 计算机存储器534被示出为包含机器可执行指令540。机器可执行指令包含使处理器530能够控制磁共振成像系统502的操作和功能的命令或指令。计算机存储器534被示出为还包含脉冲序列命令542。脉冲序列命令542是指令或数据,其可以被转换成指令,使得处理器530能够控制磁共振成像系统502以采集磁共振数据。

[0134] 计算机存储器534被示出为包含利用光学成像系统106采集的图像的系列544。可以比较图像的系列544中的各种图像以识别正在移动以导出心脏运动信号546的像素组,心脏运动信号546也被示为存储在存储器534中。例如,可以重复执行图4所示的方法以产生心脏运动信号546,其可以用于使用脉冲序列命令542来触发磁共振数据548的采集。然后将磁共振数据548重建为磁共振图像550。

[0135] 在医学成像检查(MRI/CT/PET/...)期间,并且尤其是在扫描采集期间的触发或门控期间,心脏活动的监测通常使用应用于患者的传感器进行,例如ECG或PPG。

[0136] 示例可以使用光学成像系统(例如摄像机)并且利用图像处理来检测和跟踪由于心脏收缩或周期而发生的身体部位(例如胸部)的微小运动。这是一种新方法,其可以例如使用用于通过摄像机测量心脏脉冲的肤色的强度变化。

[0137] 示例可能包含以下特征中的一个或多个:

[0138] -光学成像系统(摄像机),其被定位为使得可以检测目标身体部位的运动。可以对红外(IR)光谱(IR光源和IR传感器)成像的光学成像系统可能是有利的,但不是强制性的。放置在例如胸部上的物体(例如用于MRI的RF线圈或表面线圈)的运动也可以用作替代物。

[0139] -光路(物体与相机之间的距离,光学变焦,传感器分辨率,光照条件)可以例如被设计为使得可以以10帧每秒或者甚至可能20帧每秒的速度检测和跟踪0.1mm或更大的运动幅值。

[0140] -处理算法,其从视频流中提取心脏运动信号,具有以下一个或多个属性:

[0141] -提取体表运动的主导(例如前-后)分量

[0142] -使用诸如低频段频率截止滤波器之类的滤波技术,或者通过并行测量大量运动和呼吸运动以及组合所获得的信号来抑制不是由于心脏活动引起的运动。

[0143] -触发处理算法,所述处理算法检测由于提取的心脏波形的特定形状而导致的每个心动周期的开始,以便触发或门控扫描采集。

[0144] 示例可能具有以下优势中的一个或多个:

[0145] -改善工作流程:无需在患者身上放置传感器。与心电图不同,无需专门的技术/医学专业知识。

[0146] -鲁棒的信号采集:

[0147] -心电图 (ECG) 信号在MRI环境中经常被严重破坏,特别是在3T时,在这些情况下使其完全无用。

[0148] -光电体积描记图 (PPG) 信号 (SNR) 的质量高度依赖于患者,并且当外周循环减少时可以随时间消失,例如由于附着位置处的设备的持续压力。它对设备的运动也非常敏感。

[0149] • 与PPG相比,关于真正心脏收缩的延迟更短并且患者依赖性更小。

[0150] 心脏活动的监测对于许多医学成像应用是必要的,例如用于门控或触发,尤其是用于心脏扫描。

[0151] 心脏运动通常通过ECG传感器测量,所述传感器使用放置在患者胸部上的电极来记录心脏电活动。

[0152] MR应用中ECG传感器的已知技术替代方案是PPG传感器,其使用手指夹来监测心脏搏动。

[0153] 示例可以解决以下问题中的一个或多个:

[0154] -与使用常规生理传感器相关的已知问题,例如由于设备的错误定位导致的硬件可靠性、成本、错误或不准确,工作流程受损等

[0155] -在MRI环境中,ECG信号经常被严重破坏,特别是在3T时,在这些情况下使其完全无用。

[0156] -PPG信号 (SNR) 的质量高度依赖于患者,并且当外周循环减少时可以随时间消失,例如由于在附着位置处的设备的持续压力。它对设备的运动也非常敏感。

[0157] -关于真实心脏收缩的延迟是患者依赖的并且在PPG中相对较长(大约几百毫秒),这可能导致MR序列的不准确触发

[0158] -与基于摄像机的其他心脏脉冲监测方法不同,需要对皮肤的一部分进行成像。

[0159] 如前所述,示例可以使用摄像机和专用处理来检测和跟踪由于心脏收缩和身体中的机械压力波而发生的身体表面(例如胸部)的微小运动。

[0160] 这是与先前已知的基于用于利用摄像机测量心脏脉冲的皮肤强度变化的技术不同的方法。示例的部件可以包括以下特征中的一个或多个:

[0161] -摄像机,其被定位为使得可以检测胸部或诸如喉咙的其他表面的运动。红外光谱(红外光源和红外传感器)是有利的,但不是强制性的。

[0162] -光路(物体与相机之间的距离,光学变焦,传感器分辨率,光条件)可以被设计为使得可以以例如每秒20帧或者更多的速度检测和跟踪0.1mm或更大的运动幅值。

[0163] -从视频流中提取心脏运动信号的处理算法,具有以下属性:

[0164] o仅提取体表运动的主导(例如前-后)分量

[0165] o使用诸如低频段频率截止滤波器之类的滤波技术,或者通过并行测量大量运动和呼吸运动以及组合所获得的信号来抑制不是由于心脏活动引起的运动。

[0166] • 触发处理算法,所述处理算法检测由于心脏波形的特定形状而导致的每个心动周期的开始。

[0167] 图6示出了使用类似于图5中所示的设置采集的心脏运动信号546的示例,其中ECG信号600和PPG信号602同时绘制。在该图中可以看出,从图像的系列544导出的心脏运动信号546与ECG传感器600和PPG传感器数据602两者相当。

[0168] 图7-10用于示出了用ECG信号门控的MRI (图7和8) 与心脏运动信号546 (图9和10) 之间的比较,心脏运动信号例如是使用图5所示的系统获得的。图7和8示出了用于磁共振成像的ECG门控获得的心脏的收缩末期 (图7) 和舒张末期 (图8) 长轴视图。

[0169] 图9和10示出了使用心脏运动信号546获得的心脏的收缩末期 (图9) 和舒张末期 (图10) 长轴视图。图7可以直接与图9进行比较,图8可以直接与图10进行比较。可以看出,心脏运动信号546的使用产生心脏的门控磁共振图像,其与使用ECG信号600产生的那些相当且质量相同。在图7至图10中,用两个传感器识别相同的心脏时相,并且在两种情况下都获得了类似的主动脉瓣描绘,这表明心脏震动描记传感器 (心脏运动传感器) 得到与ECG相当的门控性能。

[0170] 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图示性或示范性的,而非限制性的。本发明不限于公开的实施例。

[0171] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,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。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。单个处理器或者其它单元可以实现权利要求书中记载的若干项的功能。尽管特定措施是在互不相同的从属权利要求中记载的,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。可以将计算机程序存储/分布在与其它硬件一起提供或者作为其它硬件的一部分提供的诸如光存储介质或者固态介质的合适介质上,但是还可以以诸如经因特网或者其它有线或无线电信系统的其它形式分布。权利要求书中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。

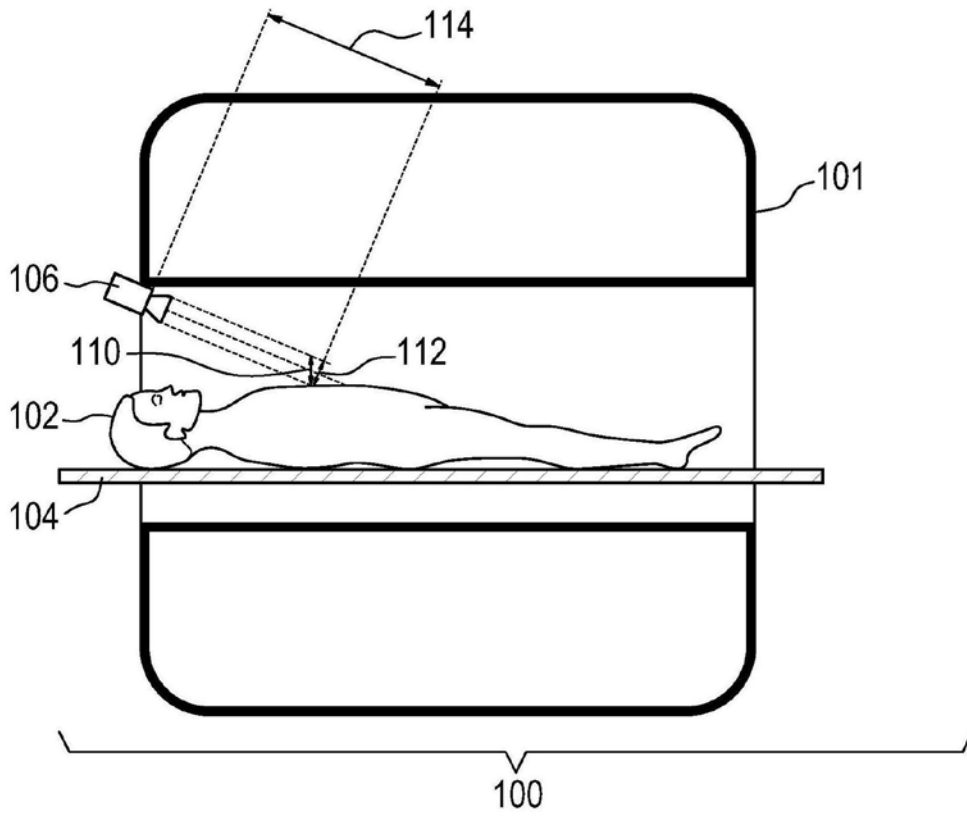


图1

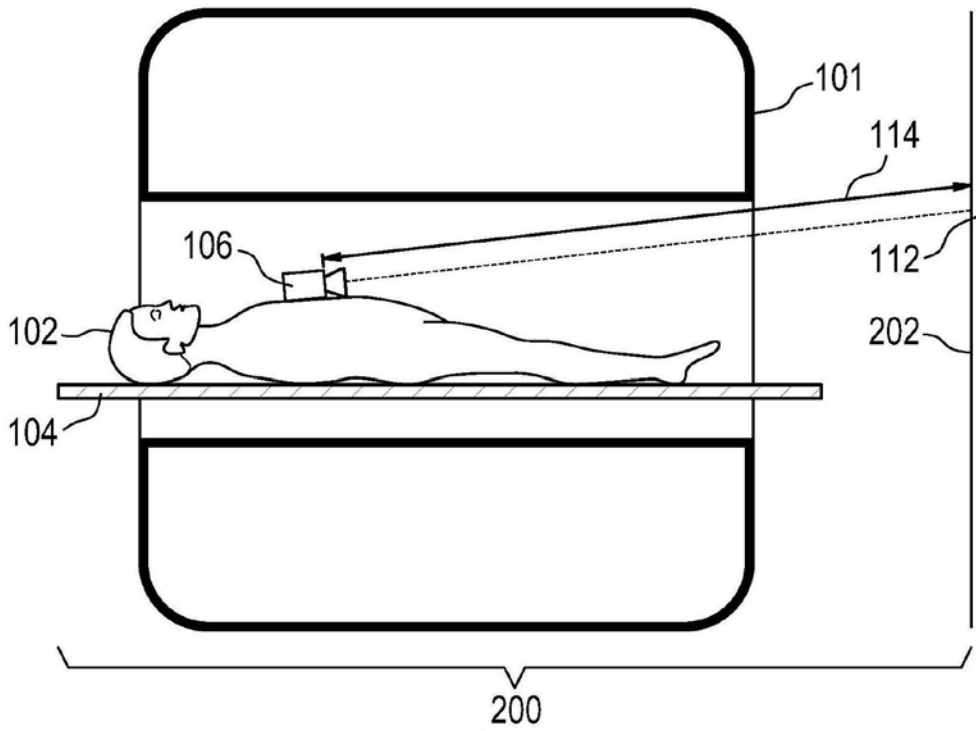


图2

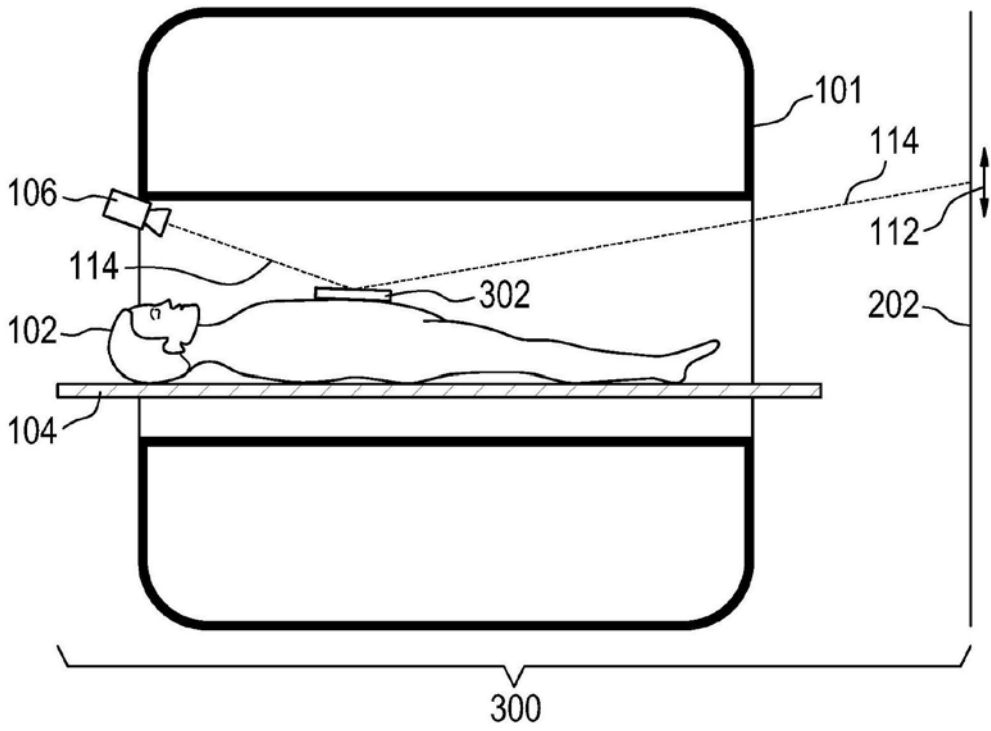


图3

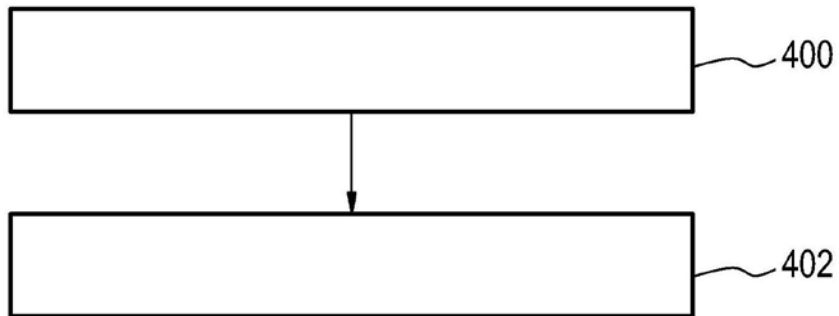


图4

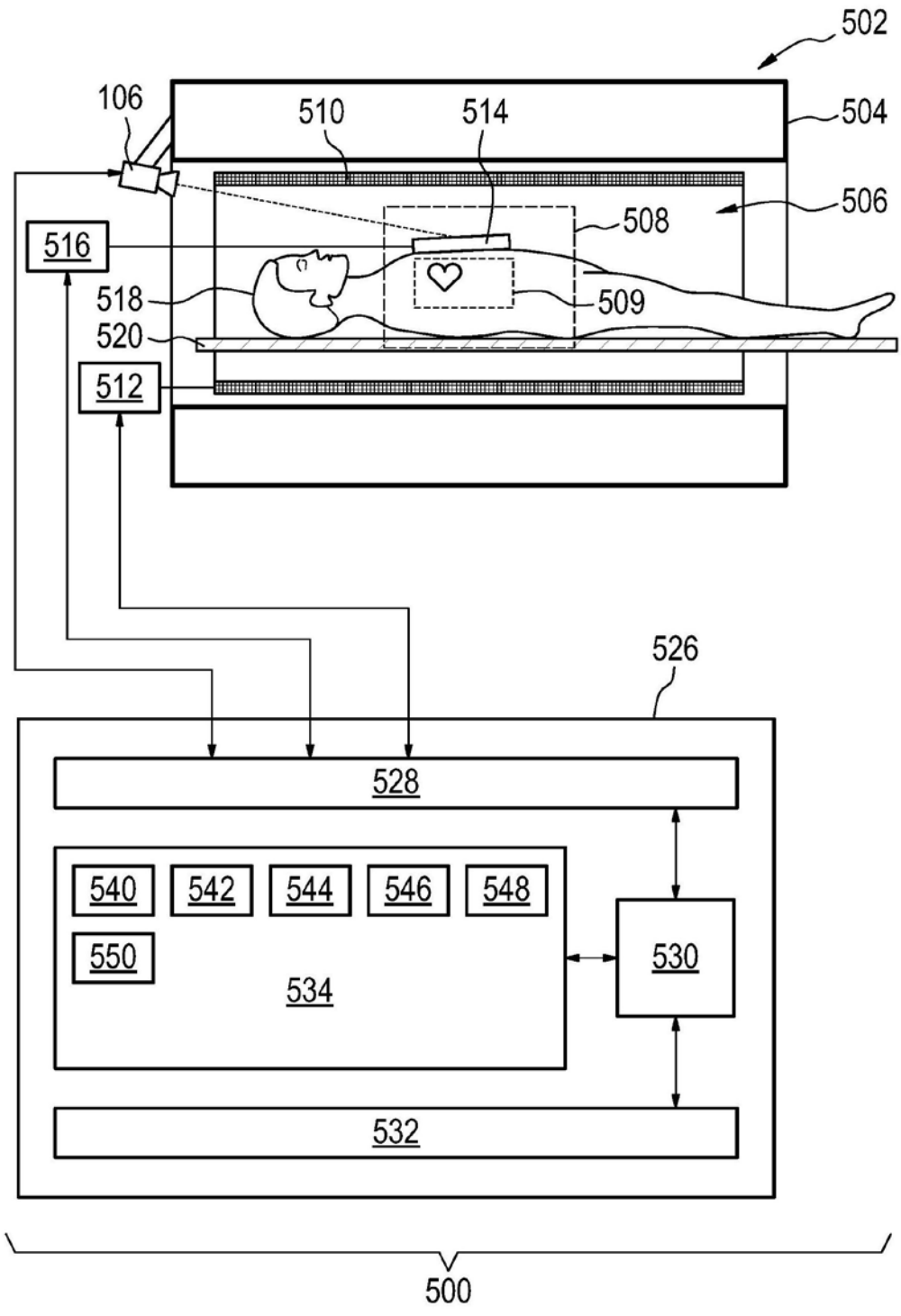


图5

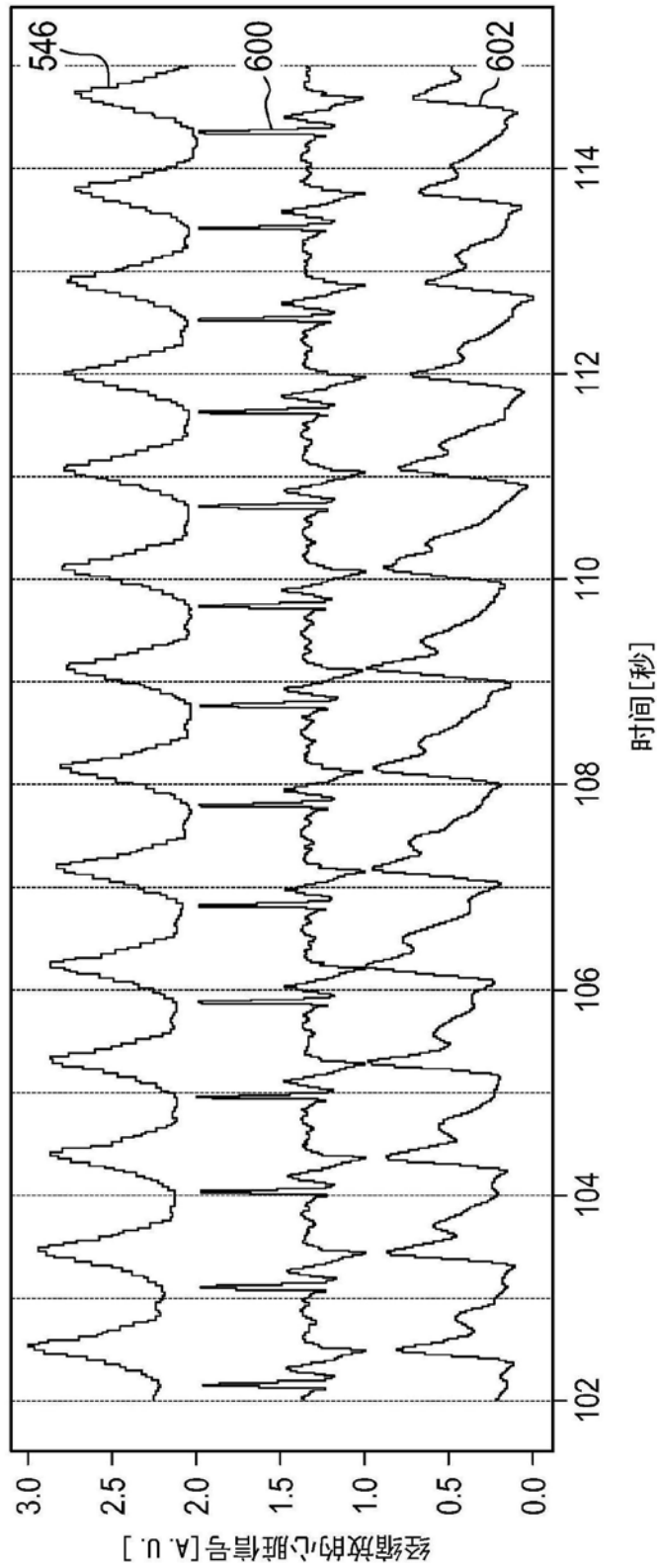


图6

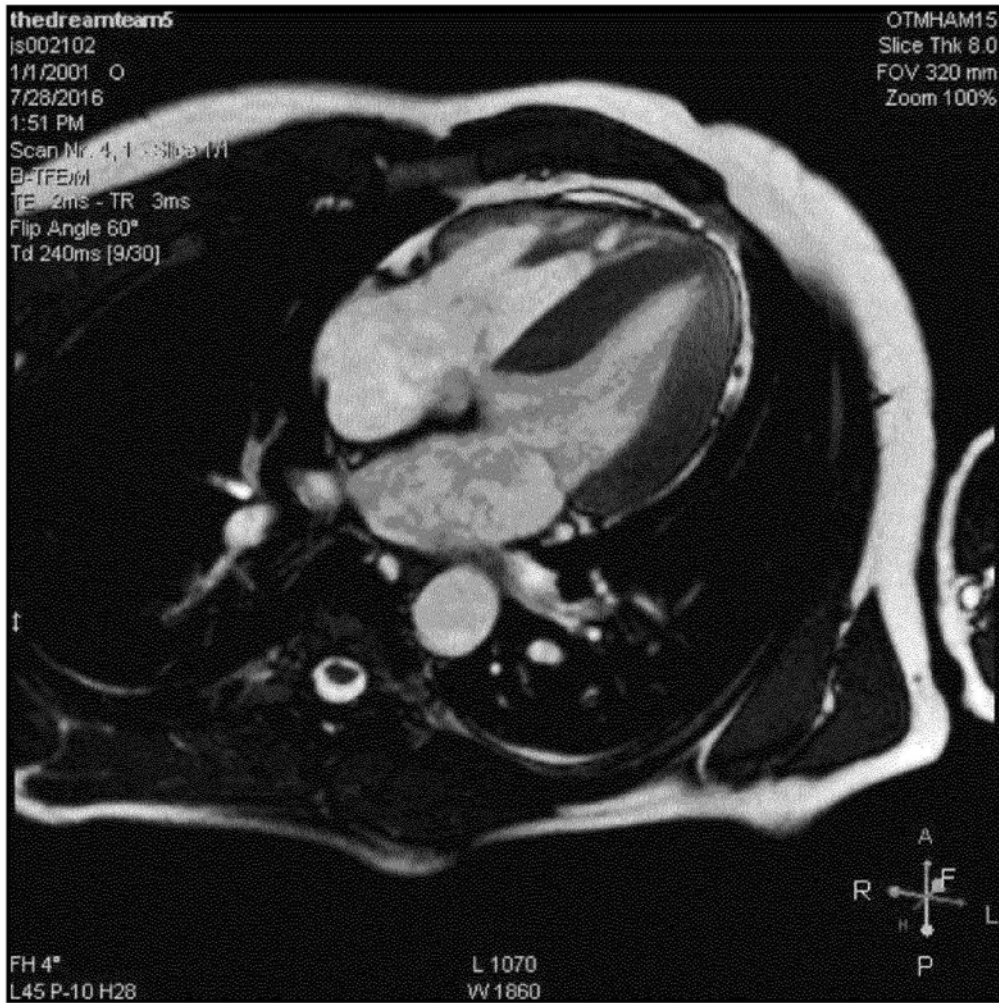


图7

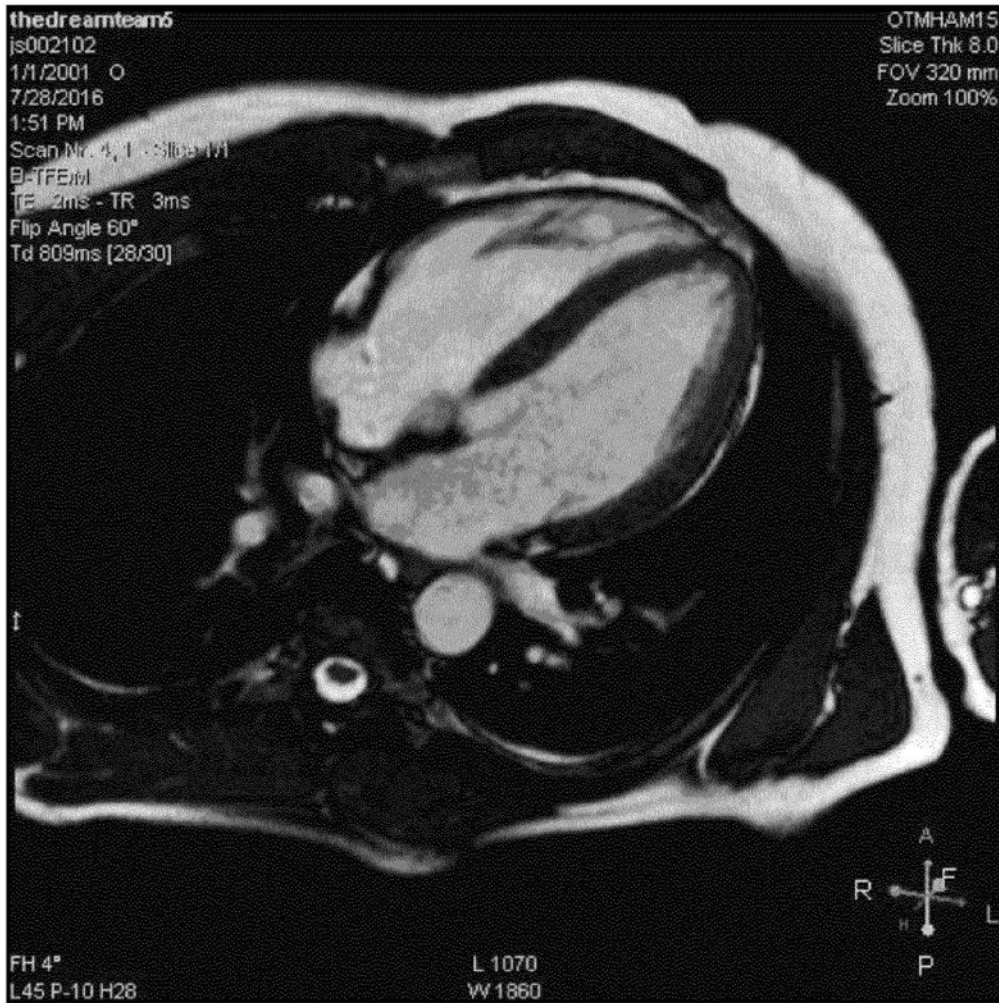


图8

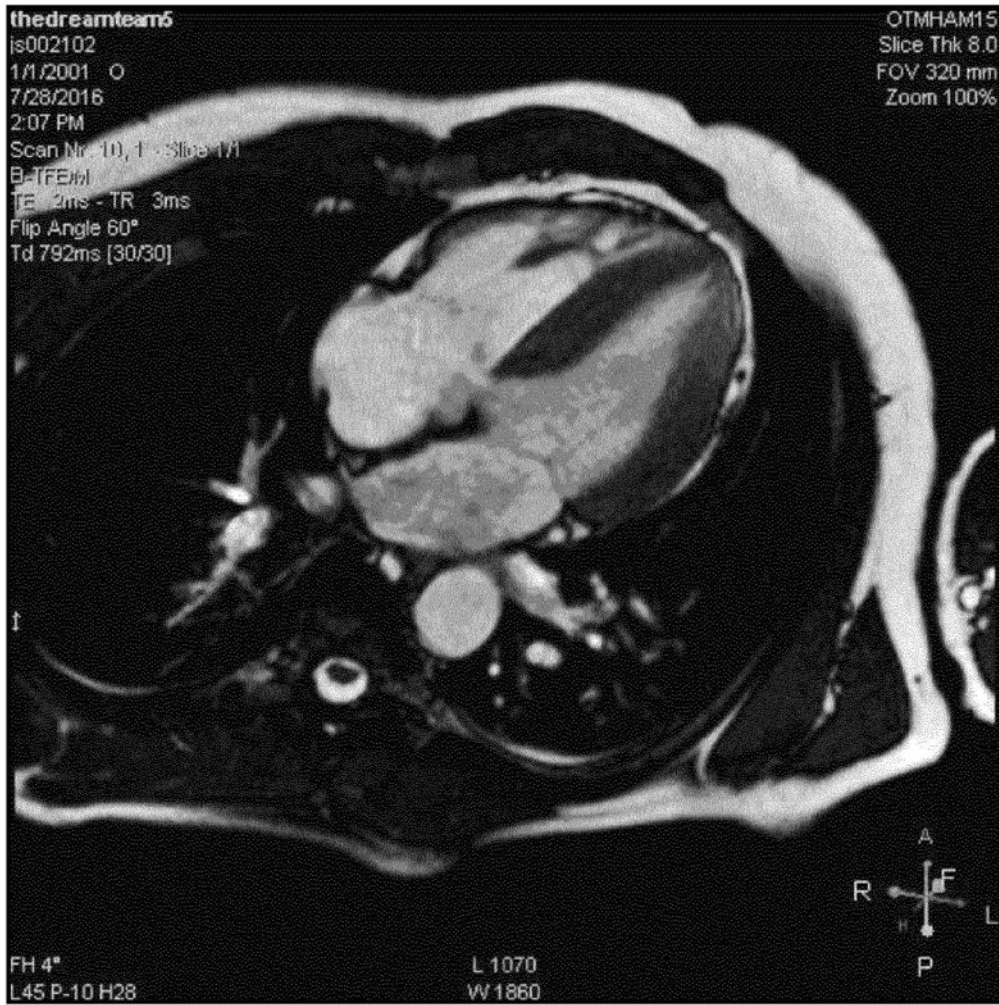


图9

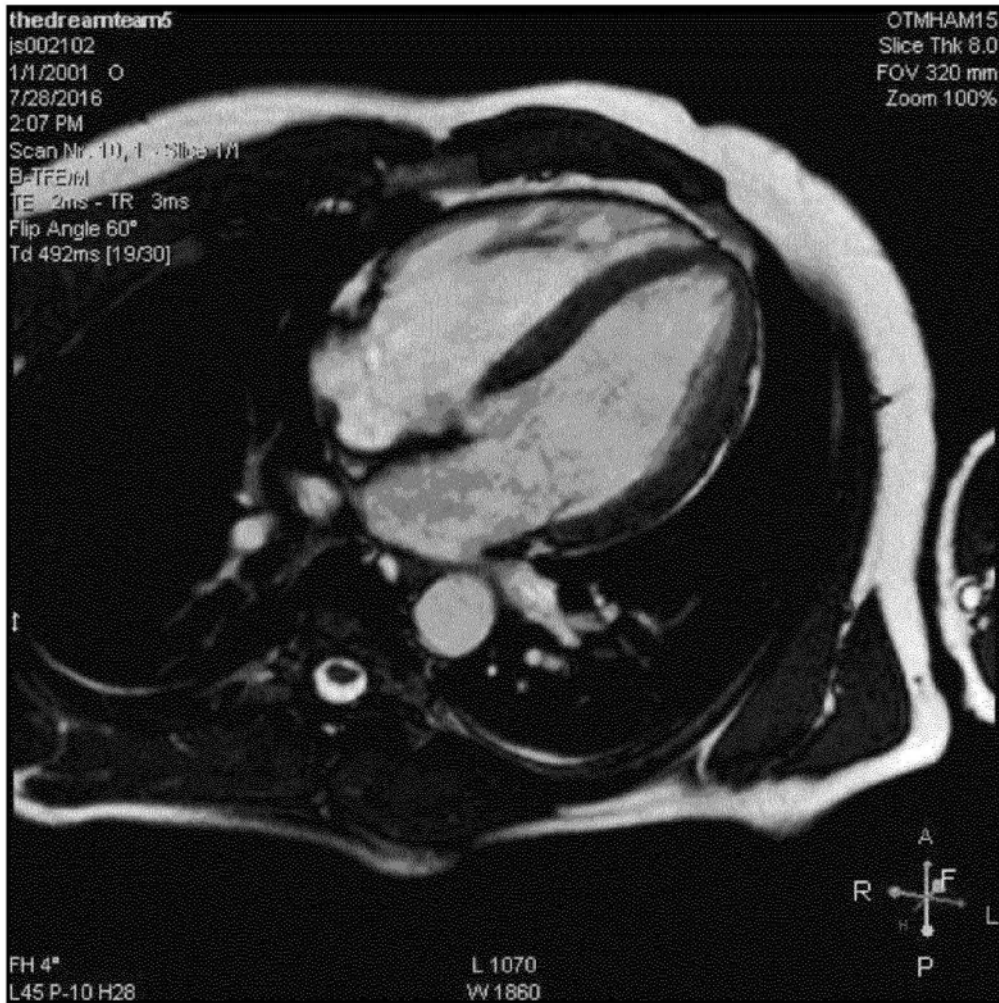


图10

专利名称(译)	从光学图像导出的心脏运动信号		
公开(公告)号	<a href="#">CN110446453A</a>	公开(公告)日	2019-11-12
申请号	CN201880018819.7	申请日	2018-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	J塞内加 S克吕格尔 D维尔茨 C施特宁		
发明人	J·塞内加 S·克吕格尔 D·维尔茨 C·施特宁		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/055 A61B5/11 A61B6/00 A61B8/00 G06T7/00		
CPC分类号	A61B5/0077 A61B5/055 A61B5/1128 A61B5/6823 A61B5/7292 A61B6/032 A61B6/037 A61B6/541 A61B8/5284 A61B8/00 G06T7/0016 G06T2207/10016 G06T2207/30076 A61B5/02438 A61B5/1102 A61B5/7425 A61B8/543 G01R33/5673 G06T7/20 G06T7/97 G06T2207/10088		
代理人(译)	刘兆君		
优先权	2017161481 2017-03-17 EP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供了一种医学装置(100、200、300、500)，所述医学装置包括光学成像系统(106)，所述光学成像系统配置用于采集描述对象(102)的心脏运动的光学图像(544)的系列。所述医学装置还包括用于存储机器可执行指令(540)的存储器(534)。所述医学装置还包括用于控制医学装置的处理单元(530)。所述机器可执行指令的运行使所述处理器重复地：使用所述光学成像系统来采集(400)图像的系列，其中，图像的所述系列是以至少每秒10帧的速率采集的；并且从图像的所述系列导出(402)心脏运动信号(546)，其中，通过跟踪图像的所述系列内的至少一组像素的运动来导出心脏运动信号。

