



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103251391 B

(45)授权公告日 2016.10.19

(21)申请号 201310054247.7

(22)申请日 2013.02.20

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103251391 A

(43)申请公布日 2013.08.21

(30)优先权数据  
13/401286 2012.02.21 US

(73)专利权人 施乐公司  
地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 L.K.梅萨 S.盖尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001  
代理人 郑冀之 王忠忠

(51)Int.Cl.  
A61B 5/02(2006.01)

(56)对比文件  
US 2009/0141124 A1,2009.06.04,  
US 5630422 A,1997.05.20,  
MCLAUGHLIN J ET AL.Piezoelectric  
sensor determination of arterial pulse  
wave velocity.《PHYSIOLOGICAL MEASUREMENT,  
INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING》.2003,第  
24卷(第3期),693-702.  
Gary F Mitchell ET AL..Comparison of  
techniques for measuring pulse-wave  
velocity in the rat.《JOURNAL OF APPLIED  
PHYSIOLOGY》.1997,203-210.

审查员 李尹岑

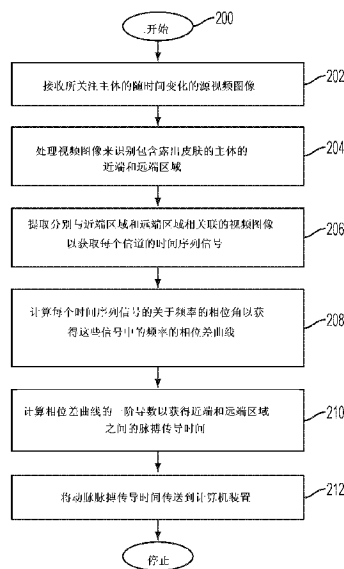
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

从源视频图像获得动脉脉搏传导时间

(57)摘要

公开了一种在遥感环境中确定所关注主体的动脉脉搏传导时间的系统和方法。视频成像系统用来采集意欲被分析动脉脉搏传导时间的主体的近端和远端区域的随时间变化的源图像。从源图像提取近端和远端区域各自的时间序列信号并且计算每个所提取的时间序列信号各自的相位。然后计算这些相位之差。该相位差是信号中的频率的单调函数。从单调函数提取主体的动脉脉搏传导时间。然后将主体的动脉脉搏传导时间传送到计算机系统。计算机系统确定血压、血管堵塞、血流速度或周围神经病变。



1. 一种在非接触式的遥感环境中从利用视频成像系统获取的源视频图像确定所关注主体的近端区域与远端区域之间的动脉脉搏传导时间的方法,所述方法包括:

接收通过视频成像系统的至少一个信道获取的随时间变化的源图像,所述源图像包括从所关注主体的露出皮肤区域的近端区域和远端区域采集的视频图像,其中在所述露出皮肤区域的动脉脉搏传导时间期望被确定;

从所述源图像提取所述近端区域和远端区域各自的时间序列信号;

针对所述时间序列信号的每一个计算关于频率的相位角;

确定所计算的相位之间的相位差,所述相位差包括所述信号中的频率的单调函数;以及

从所述单调函数提取所述主体的动脉脉搏传导时间。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述随时间变化的源信号包括下述的任意组合:NIR图像、RGB图像、RGB与NIR图像、多光谱图像以及超光谱视频图像。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,由单一NIR信道获取所述视频图像,还包括:

将来自每个区域的所述信道的帧划分为非皮肤区域和皮肤区域;以及

进行源分离以获得心率信号和相位差。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,从所述单调函数提取所述主体的动脉脉搏传导时间包括确定所述函数的斜率,所述斜率是所述近端区域与远端区域之间的脉搏跃变时间(pulse transition time)。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括从所述动脉脉搏传导时间确定下述任何一种:血管随时间的扩张、血管阻塞、血流速度。

6. 一种从利用视频摄像机获取的源视频图像确定所关注主体的近端区域与远端区域之间的动脉脉搏传导时间的基于非接触式视频的系统,所述系统包括:

视频成像系统,其用于通过至少一个信道采集随时间变化的源图像,所述源图像包括从所关注主体的露出皮肤区域的近端区域和远端区域采集的视频图像,其中在所述露出皮肤区域的动脉脉搏传导时间期望被确定;

处理器,其与所述视频摄像机和存储器通信,所述处理器执行用于进行下述步骤的机器可读指令:

从所述源图像提取所述近端区域和远端区域各自的时间序列信号;

针对所述时间序列信号的每一个计算关于频率的相位角;

确定所计算的相位之间的相位差,所述相位差包括所述信号中的频率的单调函数;以及

从所述单调函数提取所述主体的动脉脉搏传导时间。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中,由单一NIR信道获取所述视频图像,还包括:

将来自每个区域的所述信道的帧划分为非皮肤区域和皮肤区域;以及

进行源分离以获得心率信号和相位差。

8. 根据权利要求6所述的系统,其中,从所述单调函数提取所述主体的动脉脉搏传导时间包括确定所述函数的斜率,所述斜率是所述近端区域与远端区域之间的脉搏跃变时间。

9. 根据权利要求6所述的系统,还包括从所述动脉脉搏传导时间确定下述任何一种:所述主体的血管网络中的血压、血管随时间的扩张、血管阻塞、血流速度以及周围神经病变的

存在。

10. 根据权利要求6所述的系统,还包括:  
处理所述视频图像来确定皮肤区域;以及  
从所述皮肤区域分离所述近端区域和远端区域。

## 从源视频图像获得动脉脉搏传导时间

### 技术领域

[0001] 本发明涉及从利用视频成像系统获取的源视频图像确定所关注主体的近端区域与远端区域之间的动脉脉搏传导时间的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在医疗行业非常期望通过非接触式的手段采集生理信号的能力。脉搏传导时间是一个重要的生理信号有很多原因,其中一个原因是脉搏传导时间与血压相关。为了获得该测量值,心电图(ECG)装置的电极需要直接附接到患者的皮肤。这可能在新生儿重症监护室照顾敏感皮肤的早产儿时有问题。本领域所需要的是能够以非接触、非入侵方式获得患者的动脉脉搏传导时间(pulsetransittime)的系统和方法。

### 发明内容

[0003] 公开了一种通过视频图像产生的随时间变化的源信号来确定所关注主体的动脉脉搏传导时间的系统和方法。在一个实施例中,视频成像系统用来采集所关注主体的近端和远端区域的随时间变化的源信号。图像帧经处理来隔绝主体的露出皮肤的近端和远端区域的局部区域。从源视频图像中提取每个近端和远端区域的时间序列信号并且针对每个区域计算所提取信号各自的相位。计算两个区域的时间序列信号之间的相位差来获得上述信号中的频率的单调函数。通过单调函数得出主体的动脉脉搏传导时间。然后将主体的动脉脉搏传导时间传送到计算机系统。在此处的各种实施例中,计算机系统继而进一步确定主体的血压、血管随时间的扩张、血管堵塞、血流速度或主体中的周围神经病变的存在。

### 附图说明

[0004] 图1示出了所关注主体的握着杆的右臂末端来示出人体手臂的动脉系统的两个近端点和远端点。

[0005] 图2是示出通过非接触、遥感环境中使用视频成像系统获得的源视频图像来确定所关注主体的近端和远端区域之间的动脉脉搏传导时间的本方法的一个实施例的流程图。

[0006] 图3是针对在颈部和面部周围的区域上选择的近端区域到手背附近的远端区域的视频图像获得脉搏传导时间的一个试验实施例的相位差关于频率(rad/sec)的绘图。

[0007] 图4是实施关于图2的流程图所描述的本方法的不同方面的网络化视频图像处理系统实例的框图。

### 具体实施方式

[0008] 所公开的是通过使用视频成像系统获得的所关注主体的源视频图像确定在该主体的近端和远端区域之间的动脉脉搏传导时间的系统和方法。

[0009] 此处所用的“所关注主体”指的是能够产生动脉脉搏的任何主体。本方法等地适

用于任何能够产生动脉脉搏的主体。此处使用术语是为了解释的目的,诸如“人”或“患者”,不被视为将所附权利要求的范围限制为人体。

[0010] “近端的”(源自拉丁语proximus:意为最接近于)指更接近处于上行主动脉中的动脉脉搏源的点。注意到全身的动脉系统源自主动脉。随着心脏的左心室收缩,血液以波的形式从上行主动脉离开并且流入全身的动脉。心脏位于前胸腔壁附近,在胸骨的正后方。为了动脉脉搏测量的目的,动脉中的近端点是更接近心脏的点,即,远端点的上游。

[0011] “远端的”(源自拉丁语distare:意为远离于)指较远离身体中心的点。为了动脉脉搏测量的目的,动脉中的远端点是较远离心脏的点,即,在动脉网络通过主动脉弓和下行主动脉的分支向上游和下游运送血液时近端点的上游或下游。通过在近端点和远端点之间绘制假想线,产生近端-远端轴。由于血液从肱动脉通过桡动脉和尺动脉流向腕部,因此肘部接近腕部但远离肩部。血管也被称作“口(ostial)”(指血管分叉的点)和“末梢(distal)”(指远离分叉点的点)。

[0012] “动脉脉搏波”是当心肌的左心室收缩并且将大量血液推入主动脉时在整个血管系统中产生的压力波。这产生从心脏行进并且向下到动脉网络的摄动。动脉脉搏波有两个主要分量:即,当左心室收缩时的前向行进波和从外围返回的反射波。动脉中的实际压力是初始波和反射波的总和。

[0013] “脉搏传导时间”指压力脉搏从近动脉点行进到远动脉点所需的时间。脉搏传导时间(PTT)是脉搏波速的函数,脉搏波速进而是血压、管径、血液浓度的函数。局部的PTT用作各种病理状况的间接标志。当被用作BP变化的替代监控器时,PTT具有高度相关性。本文指出通过基于PTT的技术,病理特性心血管反应模式的描述是可行的。可以校准PTT信号来提取患者血管网络中的逐拍血压和血流速度,包括便于各种诊断的举例来讲诸如为血管随时间扩张、所关注两个点(或区域)之间的血管堵塞、糖尿病患者的周围神经病变等。图1示出了向外伸展并且握住杆102的一部分的所关注主体的右臂100。主体的肱动脉103沿手臂往下延伸并且分别在104和105分支为桡动脉和尺动脉。肱动脉中的点106接近桡动脉中的点107。在图1的所示实例中并且为了讨论的目的,脉搏传导时间是动脉脉搏波从近端区域108中的点106行进到远端区域109中的点107所需的时间。而且,如果在视频正被采集的同时,主体的前臂正在移动,那么各个区域必须在每个视频帧中识别以便处理。这可以经由特殊的图像处理技术执行动脉路径识别之后逐帧地跟踪动脉路径来完成。

[0014] “成像传感器”是通过一个或多个信道采集源视频数据的装置。成像传感器可以是具有高帧速率和高空间分辨率的装置,举例来讲诸如为采集黑/白视频图像的黑白摄像机或采集彩色视频图像的彩色摄像机。成像传感器可以是诸如为多光谱或超光谱系统的光谱传感器。光谱传感器是具有相对低的帧速率和低空间分辨率但具有高光谱分辨率的装置。成像传感器可以是能够在具有高帧速率和高空间分辨率的传统视频模式和具有低帧速率但具有高光谱分辨率的光谱模式中操作的混合装置。包括标准视频摄像机的成像传感器和包括光谱传感器的那些传感器容易从商业的各种渠道的供应商获得。

[0015] “源视频图像”是指使用成像传感器获得的随时间变化的视频图像。源视频图像可以是下述的任何组合:NIR图像、RGB图像、RGB与NIR图像、多光谱图像以及超光谱视频图像。应当理解的是,当在NIR波段中进行视频采集时,为了红外线波长内的成像将需要足够的照明。

[0016] “遥感环境”指非接触、非入侵的传感,即,成像传感器没有物理地接触需要感测的主体。所述环境可以是任何设置,举例来讲诸如为医院、救护车、医务室等等。

[0017] 现在参考图2的流程图,该图示出了在非接触、遥感环境中从使用视频成像系统获得的源视频图像确定所关注主体的近端区域和远端区域之间的动脉脉搏传导时间的本方法的一个实施例。流程处理开始于步骤200并且立即进行到步骤202。

[0018] 在步骤202,接收从所关注主体已采集的随时间变化的源图像。通过视频成像系统的至少一个信道获得源视频图像。源图像包括多个图像帧。

[0019] 在步骤204,视频图像被处理来识别包含露出皮肤的区域的主体的近端和远端区域。显示了并且分别关于图1的区域108和109描述了近端和远端区域实例。通过逐帧地分析视频图像并且对包含在那些图像帧中的像素分类,可以在图像中确定露出皮肤的区域。例如,可以通过使用以上并入的像素分类方法来识别被分类为人体皮肤的像素。

[0020] 在步骤206,从源图像中提取与每个已识别的近端和远端区域相关联的视频图像来获得每个信道的的时间序列信号。这可以通过计算每个图像帧中的已识别的近端和远端区域中各自的所有像素的平均值来获得每个区域的每帧的信道平均值来实现。然后可以对于每个信道,通过跨越多帧相加信道平均值并且除以总帧数,来计算全局信道平均值。从全局信道平均值减去信道平均值并且将结果除以全局信道标准偏差以获得每个近端和远端区域的零均值单位变化时间序列信号。这些时间序列信号包含频率分量。为了确定脉搏传导时间,处理仅一个单一颜色信道是足够的。例如,在RGB视频中,来自绿色信道的的时间序列信号包含充分的信号。一旦针对每个近端和远端区域获得标准化的时间序列信号,那么使用FFT对这些信号进行预滤波来去除不需要的频率。所得到的预处理的和预滤波的时间序列信号包含每个区域内的体积压力变化的总和。可以通过使用在上述参考文献中描述的诸如独立分量分析或约束独立分量分析等的盲源分离算法,完成进一步的预处理来提取源血液体积信号(诸如体积描记器信号)。应该理解的是,第一和第二区域的体积变化是由于这些区域的每个区域中所有的血管导致的。在这些信号中,动脉脉动是决定性分量。来自诸如毛细血管和末端微动脉的较小结构的分量由于仅对所记录的脉动提供很小的贡献因而不太重要。如果存在摄像机相关的噪声或影响视频采集的其他环境因素,则可以如上述并入的名为:“Removing Environment Factors From Signals Generated From Video Images Captured For Biomedical Measurements”的Mestha等人的参考文献中所描述的那样引入补偿。补偿后的信号包含不相关的和噪声校正的信道,即,对于每个近端和远端区域的环境补偿信号。

[0021] 在步骤208,对于所选的所关注信道的每个时间序列信号计算相位角。只有其中一个信道将需要用来确定相位差。如果使用源分离算法,那么将使用来自近端和远端区域的源信号来计算相位差。普通技术人员将容易理解给定时间序列信号,如何计算关于频率 $\omega$ 的相位角 $\varphi(\omega)$ 。

[0022] 计算每个时间序列信号的相位之间的相位差。如果 $\varphi_1(\omega)$ 是近端区域的时间序列信号的相位并且 $\varphi_2(\omega)$ 是远端区域的时间序列信号的相位,那么由 $\varphi_1(\omega) - \varphi_2(\omega)$ 给出相位差 $\Delta\varphi$ 。相位差信号关于频率是线性的,这是因为所有频率都在两个区域之间经历相似延迟并且所得到的相位差曲线是包含在这些信号内的频率的单调函数。图3是相位差关于

频率(rad/sec)的绘图。沿着X轴,5rad/sec和25rad/sec。

[0023] 在步骤210,计算关于频率的相位差曲线的一阶导数(单调函数)。相位差曲线的一阶导数产生脉搏传导时间。在图3中,PTT是直线的斜率=21.7secs。针对近端区域选在颈部和面部周围区域且远端区域靠近手背的视频图像获得该PTT。

[0024] 在步骤212,将主体的动脉脉搏传导时间传送到计算机系统。在该实施例中,进一步处理停止。在其他实施例中,通过动脉脉搏传导时间,计算机系统确定下述任何一种:主体血管网络中的血压、血管随时间的扩张、血管阻塞、血流速度以及主体的周围神经病变的存在。

[0025] 现在参考图4,该图是实例网络化视频图像处理系统400的框图,其中实施关于图2的流程图所描述的本方法的各个方面。

[0026] 在图4中,成像传感器402获得在视频摄像机的视野403中采集的所关注主体(只示出了主体的右臂)的源视频图像401。通过至少一个成像信道获得源视频图像并且将各个信道的信号404传送到执行本方法的各个方面的视频图像处理系统405。示出的系统405包括缓冲用以处理的源信号缓冲器406。缓冲器406可进一步存储数据、公式、数学表达式等,这些是根据此处的教导来处理源视频图像所需的。图像稳定器模块407处理图像以补偿所需处的异常,诸如运动感生模糊、成像模糊、缓慢光源变化等等。区域检测处理器408接收视频图像并且处理包含在其中的图像以确定包含露出皮肤区域的所采集视频图像401中的主体的近端和远端区域(分别在408和409)。所采集的源视频图像的一个或多个帧可通过路径(未显示)被传送到工作站420处的显示器423,使得用户可以例如使用橡皮带盒子(通过单击并且拖动鼠标或通过突显视频序列的一个或多个图像帧中的露出皮肤的局部区域,举例来讲诸如为图1的近端和远端区域108和109来创建),从任何采集的图像帧中选择任何近端和远端区域,从而用于处理(分别在408和409)。源图像的与每个近端和远端区域相关联的部分被提供给视频图像预处理器410,其接收与每个已识别的近端和远端区域相关联的源图像并且从每个区域的每个信道的源图像中提取时间序列信号。可使用通信路径(未显示)将各种信号分量存储/取回到存储装置411。将分别针对每个近端和远端区域提取的标准化的时间序列信号412和413提供到FFT模块414,在FFT模块414中对这些时间序列信号进行预滤波来去除不需要的频率。经滤波的时间序列信号共同在415被提供到相位角确定器416,相位角确定器416接收每个近端和远端区域的经滤波的时间序列信号并且对于所选的所关注信道的每个时间序列信号计算关于频率的相位 $\phi$ ,分别示为 $\phi_1(\omega)$ 和 $\phi_2(\omega)$ 。相位差生成器417接收针对所选的所关注信道的每个近端和远端区域计算的相位,并且计算相位差 $\Delta\phi$ 。所述相位差在绘制时包括诸如在图3的实例中所示的曲线。信号生成器418绘制相位差并且计算其斜率并且输出脉搏传导时间419。将所产生的动脉脉搏传导时间传递到网络化计算机系统420。

[0027] 工作站420对计算机可读介质422,诸如软盘、光盘、CD-ROM、DVD、磁带等进行读/写。机箱421容纳具有处理器、存储器、网卡、显卡等的主板以及其他软件和硬件。工作站包括用户界面,在该实施例中其包括诸如CRT、LCD、触摸屏等显示器423、键盘424以及鼠标425。用户或技术人员可使用键盘和/或鼠标来识别近端和远端区域、设定参数、选择用于处理的图像、查看结果等等。应当理解的是,工作站具有操作系统和其他专门的软件,其构造为显示各种数值、文本、滚动条、具有用户可选选项的下拉菜单等等用以输入、选择或修改

显示在显示装置423上的信息。由视频采集装置402采集的源视频信号的各种部分可被传送到工作站420用于处理并且被存储到存储装置426。工作站420经由内置在机箱 421中的通信接口与网络427的一个或多个远程装置进行通信。

[0028] 应当理解的是,可以通过工作站420全部或部分地执行由信号处理系统405的任意模块和处理单元执行的某些或全部功能。这些中的任意部分可被存储到存储装置426或写到计算机介质422。图4的任意模块和处理单元可设置为与存储装置411和426通信并且可从存储/取回执行其预期功能所需的数据、变量、记录、参数、函数、机器可读/可执行程序指令。系统405的每个模块可设置为通过网络427与一个或多个装置通信。尽管所显示的是台式计算机,但应当理解的是,计算机系统420可以是便携式电脑、大型机、服务器或诸如ASIC等专用计算机、电路板、专用处理器等的任意一种。

[0029] 还应当理解的是,各种模块可指定一个或多个组件,其进而可包括被设计用来执行预期功能的软件和/或硬件。多个模块可共同执行单一功能。每个模块可具有能够执行机器可读程序指令的专用处理器。模块可包括诸如ASIC、电路或特殊用途处理器等单件硬件。多个模块可由单一的特殊用途计算机系统或并行操作的多个特殊用途计算机系统来执行。模块之间的连接包括物理的和逻辑的连接。模块还可包括一个或多个软件/硬件模块,其可进一步包括操作系统、驱动器、装置控制器和其他装置,其他装置的某些或全部可经由网络连接。还预期到,本方法的一个或多个方面可在专用计算机系统上执行并且也可在分布式计算环境中实行,在该环境中,任务可由通过网络连接的远程装置执行。应用领域的技术人员可使用任何已知或后来研发的系统、结构、装置和/或软件,而无需此处提供的功能性说明的充分实验,从而在硬件或软件中执行其教导。

[0030] 此处描述的方法的一个或多个方面意在并入制造品,包括一个或多个计算机程序产品,具有计算机可用或机器可读介质。为此目的,计算机可用或机器可读介质例如是软盘、硬盘驱动器、存储器、CD-ROM、DVD、磁带、盒式磁带或其他数字的或模拟的介质等,其能够在其上实施计算机可读程序、一个或多个逻辑指令、或执行和促进此处描述的功能、能力和方法的其他机器可执行代码或命令。此外,所述制造品可包括在实施能够执行在流程图中描述的方法的可执行程序指令的机器结构或图像处理系统可读的至少一个存储介质上。所述制造品可被包括为操作系统的一部分、插件程序,或可被发货、出售、租赁或可单独地或作为扩展、更新、升级、或产品组件的一部分被分别提供。

[0031] 将理解的是,各种上面公开的以及其他特征和功能、或其备选方案,可令人满意地组合到许多其他不同的系统或应用中。各种当前无法预见的或未料到的备选方案、修改、变型或其中的改进可变得明显和/或之后可由本领域技术人员完成,这些也意在由下述权利要求涵盖。因此,以上陈述的实施例被视为是说明性的而非限制性的。对上述实施例的各种修改可在没有背离本发明的精神和范围的情况下完成。包括专利和专利申请的任何印刷出版物的教导的全部内容分别以引用的方式单独地并入本文。



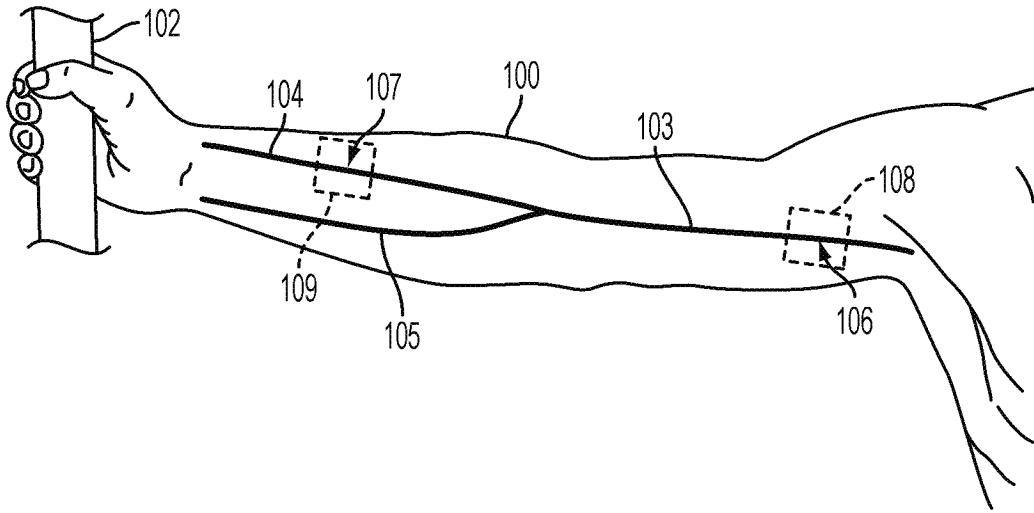


图 1

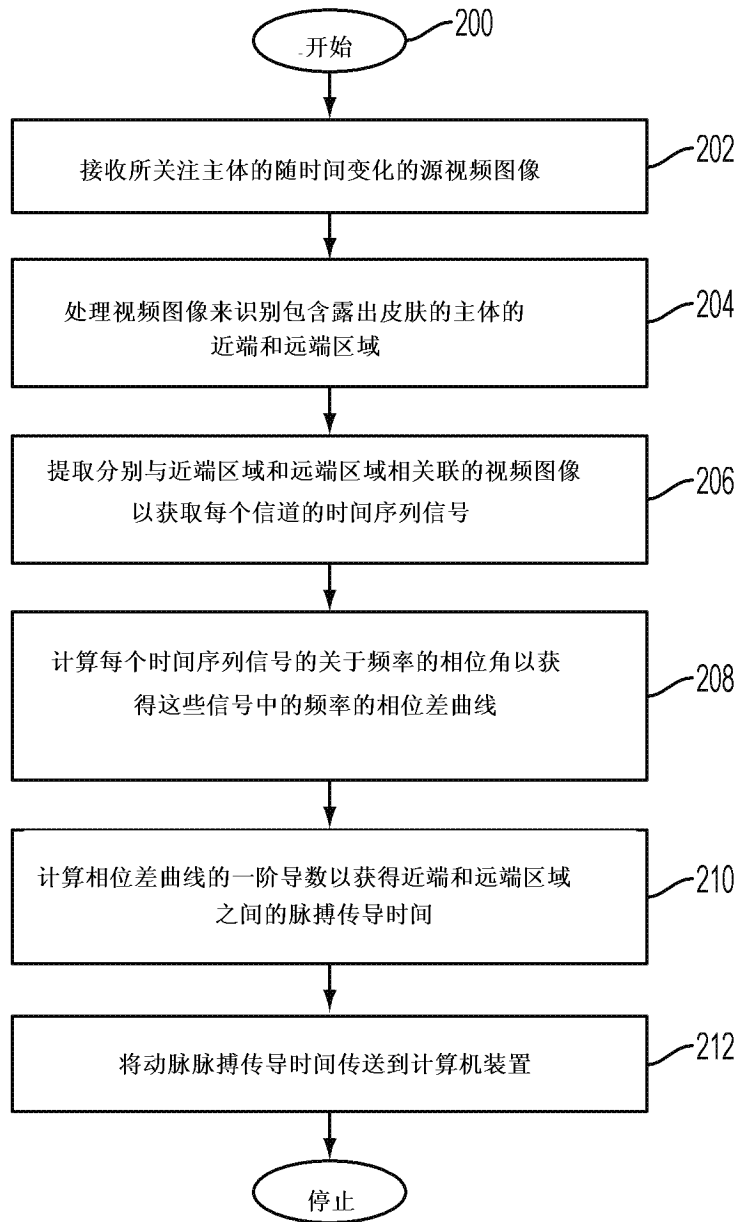


图 2

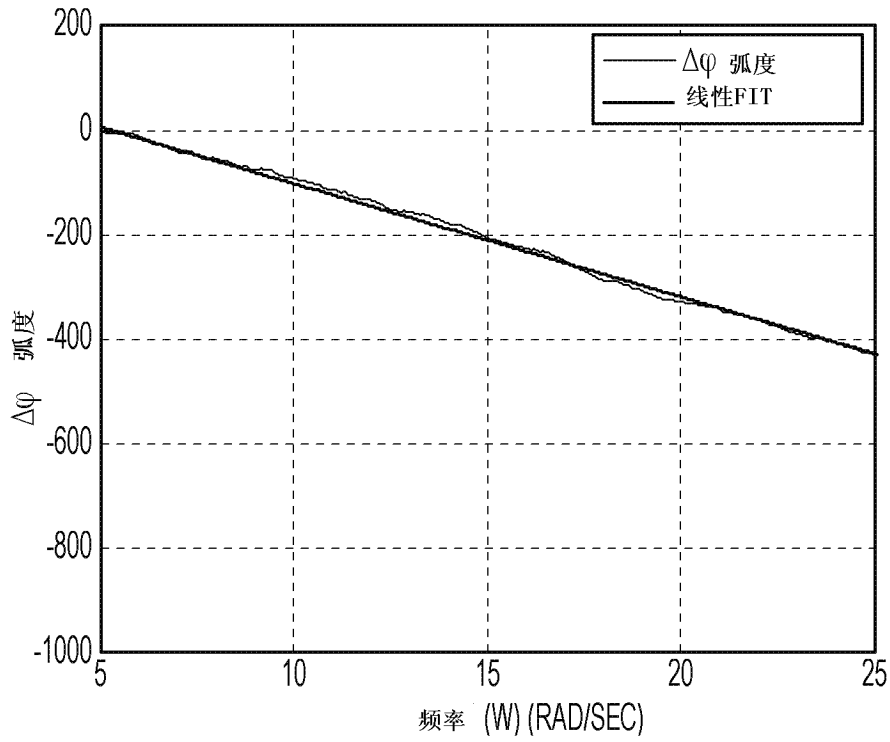


图 3

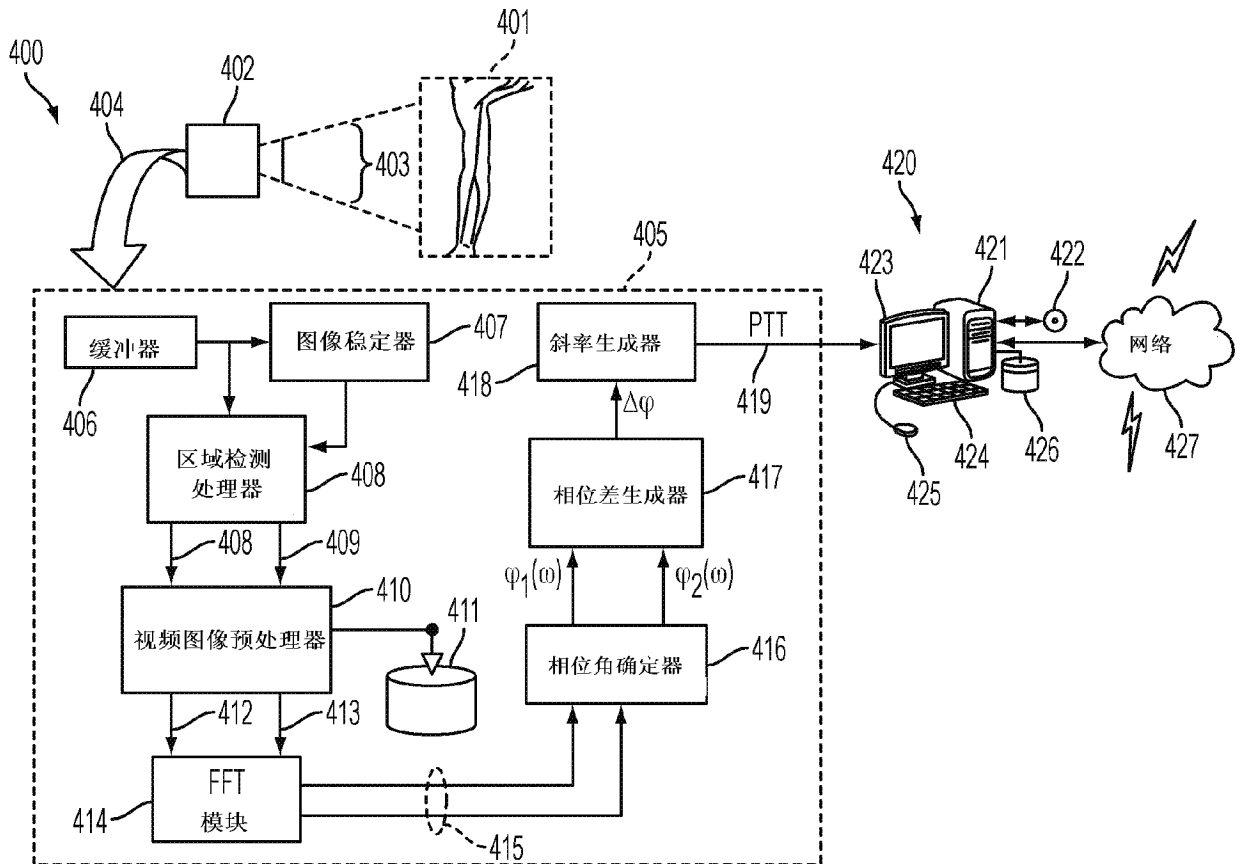


图 4