



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103857342 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201280047135. 2

(22) 申请日 2012. 09. 21

(30) 优先权数据

61/539, 599 2011. 09. 27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 03. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/055015 2012. 09. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/050899 EN 2013. 04. 11

(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 D·W·克拉克 E·布吕内勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

审查员 孙晓彤

权利要求书2页 说明书8页

(54) 发明名称

超声弹性成像系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像系统和方法。所述系统包括信号处理单元(103),所述信号处理单元被配置为接收来自具有至少一个换能器元件的超声探头(101)的时变超声信号,以基于时变超声信号确定轴向运动数据,所述轴向运动数据指示在轴向方向(y)上在超声探头和解剖部位之间的相对轴向运动,并且基于轴向运动数据确定在横向方向(x)上的轴向运动的横向变化。所述系统还包括显示单元(105),所述显示单元被配置为基于应变图像数据显示解剖部位的应变图像(200),所述应变图像数据是基于轴向运动数据确定的,并且基于轴向运动的横向变化显示应变图像的质量的横向变化的指示。

1. 一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像系统,所述系统包括信号处理单元,所述信号处理单元被配置为:

- 接收来自具有至少一个换能器元件的超声探头的时变超声信号,
 - 基于所述时变超声信号确定轴向运动数据,所述轴向运动数据指示所述超声探头和所述解剖部位之间在轴向方向(y)上的相对轴向运动,并且
 - 基于所述轴向运动数据确定所述轴向运动在横向方向(x)上的横向变化;并且
- 所述系统还包括显示单元,所述显示单元被配置为:
- 基于应变图像数据显示所述解剖部位的应变图像,所述应变图像数据是基于所述轴向运动数据确定的,并且
 - 基于所述轴向运动的所述横向变化显示所述应变图像的质量的横向变化的指示,
- 其中,应变图像质量的所述指示是具有条的条形图,其中,所述条的形状指示所述轴向运动的所述横向变化。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述轴向运动的所述横向变化是通过确定针对在所述横向方向(x)上的至少两个横向位置(x_i)的相对轴向运动量并且通过比较所述轴向运动量而确定的。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述显示单元被配置为通过显示作为所述横向位置(x_i)的函数的所述相对轴向运动量的指示,来显示所述应变图像质量的所述横向变化的所述指示。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述轴向运动数据是针对多个点($P(x_i, y_i)$)的二维数据,每个点具有轴向位置(y_i)和横向位置(x_i),所述轴向运动数据指示针对所述多个点中的每个点($P(x_i, y_i)$)的相对轴向运动量。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中,确定所述轴向运动的所述横向变化包括针对在所述横向方向(x)上的至少两个横向位置(x_i)中的每个,对所述多个点中具有相应横向位置(x_i)的点的相对轴向运动量进行平均。

6. 根据权利要求4所述的系统,其中,确定所述轴向运动的所述横向变化包括针对在所述横向方向(x)上的至少两个横向位置(x_i)中的每个,对所述多个点中具有相应横向位置(x_i)的点的相对轴向运动量的轴向导数进行平均。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述条的高度(h)指示应变图像质量的水平。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,当所述应变图像质量横向变化时,所述条的形状是倾斜的和/或弯曲的。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述应变图像质量的所述横向变化的所述指示被实时显示和/或被存储在内存中以便稍后进行显示。

10. 根据权利要求1所述的系统,所述显示单元还能够操作以显示所述解剖部位的超声回波强度图像。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述信号处理单元被配置为基于所述轴向运动数据确定所述轴向运动在海拔方向(z)上的海拔变化,并且所述显示单元被配置为基于所述轴向运动的所述海拔变化,显示应变图像质量的海拔变化的指示。

12. 一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像方法,所述方法包括:

- 接收(S1)来自具有至少一个换能器元件的超声探头的时变超声信号,

- 基于所述时变超声信号确定 (S2) 轴向运动数据, 所述轴向运动数据指示所述超声探头和所述解剖部位之间在轴向方向 (y) 上的相对轴向运动,
- 基于所述轴向运动数据确定 (S3) 所述轴向运动在横向方向 (x) 上的横向变化,
- 基于应变图像数据显示 (S6) 所述解剖部位的应变图像, 所述应变图像数据是基于所述轴向运动数据确定的, 以及
- 基于所述轴向运动的所述横向变化显示 (S4) 所述应变图像的质量的横向变化的指示,

其中, 应变图像质量的所述指示是具有条的条形图, 其中, 所述条的形状指示所述轴向运动的所述横向变化。

13. 一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像装置, 所述装置包括:

- 用于接收 (S1) 来自具有至少一个换能器元件的超声探头的时变超声信号的模块,
- 用于基于所述时变超声信号确定 (S2) 轴向运动数据的模块, 所述轴向运动数据指示所述超声探头和所述解剖部位之间在轴向方向 (y) 上的相对轴向运动,
- 用于基于所述轴向运动数据确定 (S3) 所述轴向运动在横向方向 (x) 上的横向变化的模块,
- 用于基于应变图像数据显示 (S6) 所述解剖部位的应变图像的模块, 所述应变图像数据是基于所述轴向运动数据确定的, 以及
- 用于基于所述轴向运动的所述横向变化显示 (S4) 所述应变图像的质量的横向变化的指示的模块,

其中, 应变图像质量的所述指示是具有条的条形图, 其中, 所述条的形状指示所述轴向运动的所述横向变化。

超声弹性成像系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于提供解剖部位（例如，患者的解剖部位）的应变图像的超声弹性成像系统和方法。本发明还涉及用于实施这样的方法的计算机程序。

背景技术

[0002] 在超声应变弹性成像中，显示相对轴向应变的图像，其与组织刚度差异相关联。例如，该应变图像（也被称为弹性图）能够有助于区分病变恶性肿瘤。轴向应变的估计要求在超声探头的（多个）换能器元件和解剖部位（例如，患者的（更深）组织）之间的以相对轴向运动形式的一些轴向压缩（或解压）。通过超声探头的重量和/或通过系统的用户（例如，医务人员或医生）施加的物理压力和/或通过归因于心跳或呼吸的内部患者运动能够提供这样的压缩。灵敏弹性成像系统能够要求很少的运动（例如，大约 $10\ \mu\text{m}$ 的相对轴向运动）。更多的压缩能够倾向于改进应变图像质量，直到降低的效果（诸如，去相关、模糊或误配准）能够变成显性（例如，约 1mm 的围绕相对轴向运动）。由于超声弹性成像的所需（轻微）相对轴向运动可以接近用户身体感知的极限，和/或由于其可以影响应变图像的质量，弹性成像系统能够能显示应变图像的质量的指示。例如，该指示能够是靠近应变图像的（非量化）条形图。

[0003] 显示这样的条形图的范例性弹性成像系统是飞利浦 iU22 系统。例如，手册“Sensitivity and strength, Philips Breast Elastography Ultrasound Quick Start Guide, Philips, 2010”（例如，当前在 <http://www.healthcare.philips.com/main/products/ultrasound/technologies/elastography.wpd> 找到），其是提供飞利浦 iU22 乳腺弹性成像系统的简短概述的快速入门指南，公开了靠近应变图像显示实时压缩反馈条。该屏幕上的指示符为用户提供对弹性图的适量变形的实时反馈。系统计算得到的组织变形的水平并且将其显示为绿色和灰色条，以指示质量弹性图的适当（绿色）和不适当（灰色）的组织变形。

[0004] 从 US 2010/0220901 A1、US 2010/0134629 A1、US 2010/0179413 A1 以及从 Lindop, J 等人在 Ultrasound in Medicine and Biology, New York, 第 34 卷, 第 5 号, 2008 年 5 月的“Dynamic Resolution Selection in Ultrasonic Strain Imaging”一文中已知其他弹性成像系统。

[0005] 存在进一步改进这样的弹性成像系统的需要。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种改进的超声弹性成像系统和方法。本发明的又一目的是提供一种用于实施这样的方法的计算机程序。

[0007] 在本发明的第一方面，提出一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像系统。所述系统包括信号处理单元，所述信号处理单元被配置为接收来自具有至少一个换能器元件的超声探头的时变超声信号，以基于所述时变超声信号来确定轴向运动数据，所述

轴向运动数据指示超声探头和解剖部位之间在轴向方向上的相对轴向运动,并且基于所述轴向运动数据来确定轴向运动在横向方向上的横向变化。所述系统还包括显示单元,所述显示单元被配置为基于应变图像数据显示解剖部位的应变图像,所述应变图像数据是基于轴向运动数据来确定的,并且基于轴向运动的横向变化显示应变图像的质量的横向变化的指示,其中,应变图像的指示是具有条的条形图,其中,条的形状指示轴向运动的横向变化。

[0008] 在本发明的又一方面,提出一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像方法。所述方法包括接收来自具有至少一个换能器元件的超声探头的时变超声信号;基于所述时变超声信号来确定轴向运动数据,所述轴向运动数据指示超声探头和解剖部位之间在轴向方向上的相对轴向运动;基于所述轴向运动数据来确定轴向运动在横向方向上的横向变化;基于应变图像数据显示解剖部位的应变图像,所述应变图像数据是基于轴向运动数据来确定的;以及,基于轴向运动的横向变化显示应变图像的质量的横向变化的指示,其中,应变图像的指示是具有条的条形图,其中,条的形状指示轴向运动的横向变化。

[0009] 在本发明的又一方面,提出一种计算机程序,所述计算机程序包括程序代码模块,当在计算机上执行所述计算机程序时,所述程序代码模块令计算机执行这样的方法步骤。

[0010] 本发明的基本思路是确定轴向运动的横向变化,并且基于该轴向运动的横向变化显示应变图像质量的横向变化的指示。横向方向正交于轴向方向。尤其,轴向方向能够是深度方向(例如,正交于患者的皮肤)和/或(多个)换能器元件发射超声波的方向。所述或每个换能器元件被配置为发射和/或接收超声波。相对轴向运动能够被认为是从一个时间点到另一时间点在超声探头(或(多个)换能器元件)和解剖部位之间的相对轴向位移。因此,从时变超声回波信号能够确定相对轴向运动。从超声回波(强度和/或相位)数据能够构建超声图像的每个轴线,在由(多个)换能器元件发射的至少一个发射脉冲中的每个发射脉冲之后在来自逐渐变深深度的(多个)换能器元件处接收的每个回波信号得到所述超声回波数据。尤其,通过比较来自至少两个不同发射脉冲(在两个不同时间点上)在相同解剖部位(或空间位置)的超声回波信号,能够确定相对轴向运动。

[0011] 尤其,当相对轴向运动非常轻微并且甚至不是故意的,能够具有和具有全部轴向运动同样多(或甚至更多)的横向倾斜和/或摇摆。这意味着,轴向运动能够在应变图像区域中显著变化。由于横向倾斜和/或摇摆的这种模式取决于用户身体和患者身体的物理布置,通常横向倾斜和/或摇摆的这种模式不是随机的,但是随着时间(例如,几秒)相对稳定。通过显示应变图像质量的横向变化的指示,用户得到横向变化的指示,并且可以相应地调整他或她的持有和/或超声探头的运动。因此,指示能够引导用户,以改进应变图像的质量。

[0012] 在从属权利要求中定义本发明的优选实施例。应当理解,主张要求的超声弹性成像方法或计算机程序具有与主张要求的超声弹性成像系统以及与在从属权利要求中定义的类似和/或相同的优选实施例。

[0013] 在一个实施例中,通过针对在横向方向上的至少两个横向位置确定相对轴向运动量,并且通过比较轴向运动量,确定轴向运动的横向变化。在该实施例中,提供确定轴向运动的横向变化的简单方式。

[0014] 在该实施例的变型中,显示单元被配置为通过显示作为横向位置的函数的相对轴向运动量的指示来显示应变图像质量的横向变化的指示。在该变型中,应变图像质量的横

向变化的指示直接是作为横向位置的函数的相对轴向运动量的指示。

[0015] 在另一实施例中,轴向运动数据是针对多个点的二维数据,所述每个点具有轴向位置和横向位置,轴向运动数据指示针对多个点中的每个点的轴向运动量。在该实施例中,能够显示二维应变图像。

[0016] 在该实施例的变型中,确定轴向运动的横向变化包括针对在横向方向上的至少两个横向位置中的每个,对多个点中具有相应的横向位置的点的相对轴向运动量进行平均。在该变型中,对轴向运动量进行平均。由此,提供作为横向位置的函数的平均轴向运动,其因此示出了轴向运动的横向变化。

[0017] 在该实施例的备选变型中,确定轴向运动的横向变化包括针对在横向方向上的至少两个横向位置中的每个,对多个点中具有相应的横向位置的点的相对轴向运动量的轴向导数进行平均。在该变型中,对应变(轴向运动量的导数)进行平均。因此,提供作为横向位置的函数的平均应变,其因此示出了轴向运动的横向变化。

[0018] 在又一实施例中,应变图像质量的指示是具有条的条形图。在该实施例中,提供应变图像质量的简单实施。与常规条形图比较,以条形图形式的指示在显示上不需要占用任何额外的空间。其仍能够是非量化指示。直觉能够是足够的,需要很少的用户培训或实践。

[0019] 在该实施例的变型中,条的高度指示应变图像质量的水平。尤其,条的高度能够指示轴向运动量。在该变型中,通过简单地观察条的高度能够容易地引导用户。

[0020] 在又一变型中,条的形状指示应变图像质量的横向变化。在该实施例中,提供应变图像质量的横向变化的指示的有利实施。例如,如果不存在轴向运动的横向变化(由此所述运动是纯粹轴向的),条的形状能够是矩形,如常规条形图。如果出现轴向运动的横向变化,条的形状能够改变。例如,条的至少一侧(例如,顶侧)能够改变。用这种方式,用户能够容易地觉察横向变化。

[0021] 在又一变型中,当应变图像质量横向变化时,条的形状是倾斜的和/或弯曲的。尤其,条的形状能够具有至少两个不同的高度。在该变型中,提供应变图像质量的横向变化的指示的有利实施。如果存在轴向运动的横向变化(例如,摇摆和/或倾斜),条的形状(例如,其顶侧)变得倾斜的和/或弯曲的。尤其,当应变图像质量变化时,条的形状可以变成V-形的。该V-形可以指示轴向运动的横向变化(例如,摇摆和/或倾斜)超过轴向运动,使得轴向运动改变在横向方向上的方向(横向穿过图像),中间区域具有几乎为零的轴向运动。

[0022] 在又一实施例中,应变图像质量的横向变化的指示实时被显示和/或被存储在内存中以便稍后进行显示。通过实时显示指示,用户得到有关横向变化的即时反馈。通过将指示存储在内存中,在以后的时间点处能够显示或回顾应变图像质量。

[0023] 在又一实施例中,显示单元还可操作以显示解剖部位的超声回波强度图像。例如,超声回波强度图像能够是二维、三维或多平面超声回波强度图像。

[0024] 在该实施例的变型中,基于回波强度数据能够显示超声回波强度图像,所述回波强度数据是基于超声信号确定的。在该实施例中,所述系统不仅被配置为显示应变图像,还显示常规超声回波密度图像。在一个范例中,超声回波强度图像和应变图像能够基于来自相同发射脉冲或相同发射脉冲组的超声回波信号。在备选范例中,超声回波强度图像和应变图像能够基于来自不同发射脉冲或不同发射脉冲组的超声回波信号。

[0025] 在又一实施例中,信号处理单元被配置为基于轴向运动数据确定在海拔方向上的轴向运动的海拔变化,并且显示单元被配置为基于轴向运动的海拔变化显示应变图像质量的海拔变化的指示。在该实施例中,不仅提供轴向运动的横向变化,而且额外地提供轴向运动的海拔变化。由此,提供在两个不同维度上的轴向运动的变化。通常,这能够被延伸到两个以上的方向,这些方向然后将不正交于彼此。

[0026] 在又一实施例中,所述系统包括具有至少一个换能器元件的超声探头。在该实施例中,超声探头由此是所述系统的一部分。例如,它能够被(直接地)连接到信号处理单元。

[0027] 在该实施例的变型中,超声探头具有多个换能器元件。尤其,所述多个换能器元件能够被布置为(一维)行或(二维)阵列。以这种方式,能够提供二维或多平面或三维图像。

具体实施方式

[0028] 超声弹性成像系统包括具有用于发射和/或接收超声波的多个换能器元件的超声探头。在一个范例中,换能器元件能够以特定脉冲持续时间中的至少一个发射脉冲(尤其,多个并发发射脉冲)形式发射超声波。在备选范例中,换能器元件能够以连续波(CW)形式发射超声波,尽管所述连续波通常不用于成像。例如,换能器元件能够被布置为(一维)行(例如,用于提供二维图像)或(二维)阵列(例如,用于提供多平面或三维图像)。系统的用户(例如,医务人员或医生)可以手持超声探头。超声探头被应用到患者的身体,以提供在患者的解剖部位的应变图像。

[0029] 超声弹性成像系统还包括信号处理单元。例如,信号处理单元可以包括模拟或数字电子电路、处理器、微处理器等。信号处理单元被连接到超声探头。信号处理单元被配置为接收来自超声探头(尤其来自接收超声波的换能器元件)的时变超声信号。在本文中,时变意味着随着时间接收超声信号。更具体地,对应于逐渐更深深度,随着时间传播来自单一发射脉冲的回波,并且从多个发射脉冲接收回波(超声回波信号)。信号处理单元被配置为基于时变超声信号确定轴向运动数据。轴向运动数据指示超声探头(或其换能器元件)和解剖部位之间在轴向方向上的相对轴向运动。尤其,通过比较来自至少两个不同发射脉冲(在两个不同时间点)在相同解剖部位(或空间位置)处的超声回波信号,能够确定相对轴向运动。对于应变弹性成像,轴向方向通常是深度方向(与超声探头的中心线对齐),例如,当超声探头被外部应用至皮肤时,正交于患者的皮肤。通常,轴向方向是超声换能器元件发射超声波的方向。备选地,超声波或射束能够被导引在关于深度方向或超声探头中心线的角度(例如,使用射束形成器)。又备选地,换能器元件可以被布置为曲线,以便在关于深度方向或超声探头中心线的多个角度发射超声波。对于轴向方向的这些更一般性情况,横向方向能够被理解为意味着穿过应变图像(穿过轴向超声线组)。

[0030] 相对轴向运动能够被认为是从来自一个发射脉冲的超声回波信号到来自在相同方向上的另一发射脉冲的对应超声回波信号(例如,在两个不同时间点的回波)在超声探头和解剖部位之间的相对轴向位移。相对轴向运动来源于在超声探头和解剖部位之间的某些相对轴向压缩(或解压)。超声探头的重量和/或由系统的用户施加的物理压力能够提供压缩。信号处理单元能够被配置为基于轴向运动数据确定应变图像数据。尤其,通过确定轴向运动数据的轴向导数能够确定应变图像数据。由此,应变能够被认为是轴向运动的

轴向导数。这能够是在多个短图像时间间隔中的每个上的增量应变。备选地,这些增量应变也能够被积聚,以产生总应变。

[0031] 超声弹性成像系统还包括显示器。显示器被连接到信号处理单元,以接收来自信号处理单元的图像数据。显示器被配置为基于确定的应变图像数据显示解剖部位的应变图像。

[0032] 接下来说明根据实施例由超声弹性成像系统的显示器显示的范例性图像。尤其,如之前解释的,超声系统的显示器能够显示图像。显示图像包括解剖部位的二维超声回波强度图像。回波强度图像是二维灰度图像。基于回波强度数据能够显示超声回波强度图像,所述回波强度数据是基于超声信号确定的。由此,信号处理单元还能够被配置为基于超声信号确定回波强度数据。在图像中,在左侧显示一个回波强度图像。在右侧显示相同的回波强度图像,但额外地,应变图像被覆盖在回波强度图像上。应变图像以窗口的形式被覆盖在回波强度图像上。使用色阶,能够显示应变图像,由此显示多种颜色(例如,从蓝到红范围的色谱)。图例能够指示色彩范围。正如范例,在图例底部的蓝色能够指示硬组织(缩写为 HD),以及在图例顶部的红色能够指示软组织(缩写为 SF)。备选地,使用灰度能够显示应变图像。

[0033] 信号处理单元还被配置为基于轴向运动数据确定轴向运动在横向方向上的横向变化,并且显示单元被配置为基于轴向运动的横向变化显示应变图像的质量的横向变化的指示。对于应变弹性成像,横向方向通常正交于轴向方向。然而,如上所述,对于轴向方向的更一般性情况(例如,以角度的超声波的转向或换能器元件的曲线布置),横向方向通常能够意味着穿过应变图像(穿过轴向超声线组)。

[0034] 通过显示应变图像质量的横向变化的指示,用户(例如,医务人员或医生)得到横向变化的指示,并且可以相应地调整他或她对超声探头的持有。由此,通过指示能够引导用户,以改进应变图像质量。备选地或累积地,以后的回顾者能够相应地解读应变图像。在本实施例中,应变图像质量的指示是具有条的条形图。在应变图像的附近显示以条形图形式的横向变化的指示(应变图像的右侧)。能够实时显示应变图像质量的横向变化的指示。备选地,应变图像质量的横向变化的指示能够被存储在内存中以便稍后进行显示。在超声系统本身或在一些其他回顾系统中能够执行稍后显示或回顾。

[0035] 应变图像的 y 轴指示轴向方向,并且应变图像的 x 轴指示横向方向 x 。在这种情况下,轴向运动数据是多个点 $P(x_i, y_i)$ 的二维数据,所述每个点具有轴向位置 y_i 和横向位置 x_i 。轴向运动数据指示针对多个点中的每个点 $P(x_i, y_i)$ 的相对轴向运动量。通过确定针对在横向方向 x 上的至少两个横向位置 x_i 的相对轴向运动量并且通过比较这些轴向运动量,能够确定轴向运动的横向变化。例如,对于第一横向位置 x_1 能够确定第一轴向运动量,以及对于第二横向位置 x_2 能够确定第二轴向运动量。然后能够比较第一轴向运动量和第二轴向运动量,以确定横向变化。显示单元能够被配置为通过显示作为横向位置 x_i 的函数的轴向运动量的指示,显示应变图像质量的横向变化的指示。下面将进一步解释。

[0036] 接下来说明当不存在轴向运动的横向变化时超声弹性成像系统的范例性条形图。对于该范例,应用不同程度的平均压缩。在该范例中,不存在轴向运动的横向变化,并且由此运动是纯粹的轴向运动。在这种情况下,条的形状是矩形,如常规条形图。条的高度 h_1 、 h_2 指示应变图像质量的水平。额外地或备选地,条的色彩能够指示应变图像质量的水平(例

如,灰色提供低质量,并且绿色提供高质量)。在第一范例中的条的高度 h_1 小于在第二范例中条的高度 h_2 。第一范例中的更小高度 h_1 可以指示,第一范例中的应变图像质量水平低于第二范例中的应变图像质量水平。由此,与第一范例比较,在第二范例中将提供更好质量的应变图像。

[0037] 接下来说明当存在轴向运动的横向变化时超声弹性成像系统的范例性条形图。对于不存在轴向运动的横向变化时的范例,应用多种不同程度的平均压缩和倾斜/摇摆。在存在轴向运动的横向变化时的每个范例中,存在轴向运动的横向变化。在这种情况下,条的形状指示应变图像质量的横向变化。尤其,条的顶侧指示横向变化。在存在轴向运动的横向变化时的每个范例中,当应变图像质量横向变化时,条的形状(尤其其顶侧)是倾斜的并且弯曲的。条的形状在一个时间点具有至少两个不同高度 h_1 、 h_2 。在第一范例中,条的形状从具有第一高度 h_1 的第一横向位置 x_1 降低到具有小于第一高度 h_1 的第二高度 h_2 的第二横向位置 x_2 。在第二范例中,条的形状从具有第一高度 h_1 的第一横向位置 x_1 增加到具有大于第一高度 h_1 的第二高度 h_2 的第二横向位置 x_2 。在第三范例中,条的形状也从具有第一高度 h_1 的第一横向位置 x_1 增加到具有大于第一高度 h_1 的第二高度 h_2 的第二横向位置 x_2 。与第二范例比较,在第三范例中条的形状更陡峭地增加。由此,与第二范例比较,在第三范例中在第一高度 h_1 和第二高度 h_2 之间的差异更大。在第四范例中条的形状是 V-形的。由此,条的形状从具有第一高度 h_1 的第一横向位置 x_1 降低到具有中等高度 h_m 的中等横向位置 x_m (在第一横向位置 x_1 和第二横向 x_2 位置之间),并且从中等横向位置 x_m 增加到具有大于高度 h_m 的高度 h_2 的第二横向位置 x_2 。V-形指示轴向运动改变在横向方向 x 上的方向,中间横向位置 x_m 具有很少(例如,接近零)的轴向运动。具有几乎为零的轴向运动的该中间横向位置 x_m 或区域指示或具有差或低的应变图像质量。

[0038] 接下来说明轴向运动的范例性图。对于特定横向位置 x_i ,描绘了作为轴向位置 y_i 的函数的相对轴向运动量。如在轴向运动的范例性图中的每个中能够看到的,轴向运动 m 大致是轴向位置 y_i 或深度的单调函数。

[0039] 在第一范例中,确定多个点中具有相应的横向位置 x_i 的点的相对轴向运动量 m 的最大量 $m_{\text{最大}}$ 。在这种情况下,轴向运动数据指示针对二维数据的每个点 $P(x_i, y_i)$ 的相对轴向运动的最大量 $m_{\text{最大}}$ 。在该范例中,提供作为横向位置 x_i 的函数的轴向运动的最大量 $m_{\text{最大}}$,由此,所述轴向运动的最大量 $m_{\text{最大}}$ 示出了轴向运动的横向变化。

[0040] 在第二范例中,对多个点中具有相应的横向位置 x_i 的点的轴向运动量进行平均。这产生相对轴向运动的平均量 $m_{\text{平均}}$ 。在这种情况下,轴向运动数据指示针对二维数据的每个点 $P(x_i, y_i)$ 的相对轴向运动的平均量 $m_{\text{平均}}$ 。在该范例中,提供作为横向位置 x_i 的函数的平均轴向运动 $m_{\text{平均}}$,由此,所述平均轴向运动 $m_{\text{平均}}$ 示出了轴向运动的横向变化。

[0041] 在第三范例中,轴向运动 m 的斜率或导数 $\Delta m / \Delta y$ 指示应变。对多个点中具有相应的横向位置 x_i 的点的轴向运动量的轴向导数 $\Delta m / \Delta y$ (由此应变)进行平均。这产生平均轴向导数 $m'_{\text{平均}}$,由此,产生平均应变。在这种情况下,轴向运动数据指示针对二维数据的每个点 $P(x_i, y_i)$ 的平均应变。例如,在应变图像数据中正规化(自动度)应变以显示应变图像之前,能够执行该平均。在该范例中,提供作为横向位置 x_i 的函数的平均应变(轴向运动量的导数),由此,所述平均应变示出了轴向运动的横向变化。

[0042] 接下来说明超声探头运动和对应的条形图的三个不同范例。超声探头被放置在身

体的表面,本文中为患者的皮肤。在这三个不同范例的每个中,利用在深度方向(y方向)上的箭头指示在超声探头和患者的解剖部位之间的轴向运动。应当注意,实际上,与超声探头的尺寸比较,所述运动通常极小,使得在超声探头的位置或角度中的改变不能被用户(例如使用视觉或触觉)注意到。在第一范例中,不存在轴向运动的横向变化,并且由此运动纯粹是轴向运动。在横向方向(x方向)上,箭头的高度(指示轴向运动)是恒定的。在这种情况下,对应的条形图具有条的矩形形状,所述条的形状是矩形,如常规条形图(条的水平顶侧)。在第二范例中,存在轴向运动的横向变化(例如,摇摆和/或倾斜),并且由此,存在轴向运动和横向变化(例如,摇摆和/或倾斜)的混合。指示轴向运动的高度箭头不是恒定的,但在横向方向(x方向)上变化。在这种情况下,对应的条形图具有条,所述条的形状(条的斜顶侧)指示应变图像质量的横向变化。在第三范例中,与第二范例相比,甚至存在更多的横向变化(例如,摇摆和/或倾斜),使得轴向运动的横向变化超过轴向运动。在这种情况下,轴向运动改变在横向方向x上的方向(横向穿过图像),中间点 x_M 或区域具有几乎为零的轴向运动。在这种情况下,对应的条形图具有V形条。

[0043] 接下来说明根据实施例的超声弹性成像方法的示意性方框图。在第一步骤S1中,从具有至少一个换能器元件的超声探头接收时变超声信号。尤其,超声探头能够是参考上述实施例解释的超声探头。在又一步骤S2中,基于时变超声信号确定轴向运动数据。轴向运动数据指示超声探头和解剖部位之间在轴向方向y上的相对轴向运动。在又一步骤S3中,基于实际运动数据确定轴向运动在横向方向x上的横向变化。而且,在步骤S5中,基于轴向运动数据确定应变图像数据。例如,通过参考上述实施例解释的信号处理单元能够执行这些确定。在步骤S6中,基于应变图像数据显示解剖部位的应变图像。而且,在步骤S4中,基于轴向运动的横向变化,显示应变图像的质量的横向变化的指示。例如,通过参考上述实施例解释的显示器能够执行这些显示步骤。

[0044] 接下来说明根据上述实施例的变型的超声弹性成像方法的示意性方框图。在额外的步骤S7和步骤S8中变型不同于上述实施例,所述额外的步骤S7基于超声信号确定超声回波强度数据,所述步骤S8显示解剖部位的超声回波强度图像。超声回波强度数据和应变数据能够基于来自相同发射脉冲(发射脉冲组)或来自不同发射脉冲(发射脉冲组)的超声回波信号。

[0045] 已经结合作为针对多个点 $P(x_i, y_i)$ 的二维数据的轴向运动数据进行了以上说明,所述每个点具有轴向位置 y_i 和横向位置 x_i 。然而,应当理解,轴向运动数据也能够是针对多个点 $P(x_i, y_i, z_i)$ 的三维数据,每个点具有轴向位置 y_i 、横向位置 x_i 和海拔位置 z_i 。然后信号处理单元能够被配置为基于轴向运动数据确定在海拔方向z上的轴向运动的海拔变化,并且显示单元能够被配置为基于轴向运动的海拔变化,显示应变图像质量的海拔变化的指示。海拔方向z正交于轴向方向y和横向方向x中的每个。而且,显示单元能够被配置为显示三维应变图像或多平面应变图像。

[0046] 尽管在附图和上述描述中详细图示并描述了本发明,这样的图示和描述被认为是图示性的或范例性的并非限制性的;本发明不限于公开的实施例。通过研究附图、公开内容和权利要求书,本领域技术人员在实践所主张的本发明的过程中,能够理解和实现对公开的实施例的其他变型。

[0047] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他要素或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”

不排除复数。单个元件或其他单元可以实现在权利要求中引用的若干项的功能。在互不相同的从属权利要求中列举的某些措施的事实不表明不能够使用这些措施的组合来获益。

[0048] 计算机程序可以被存储 / 分布在恰当的介质上, 诸如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的一部分的光学存储介质或固态介质, 但也可以以其他形式分布, 诸如经由互联网或其他有线或无线通信系统。

[0049] 在权利要求中的任何参考标记不应被解释为限制范围。

专利名称(译)	超声弹性成像系统和方法		
公开(公告)号	CN103857342B	公开(公告)日	2016-04-13
申请号	CN201280047135.2	申请日	2012-09-21
[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	DW克拉克 E布吕内勒		
发明人	D·W·克拉克 E·布吕内勒		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B5/0053 A61B5/7221 A61B6/5235 A61B8/4494 A61B8/463 A61B8/485		
代理人(译)	李光颖 王英		
审查员(译)	孙晓彤		
优先权	61/539599 2011-09-27 US		
其他公开文献	CN103857342A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于提供解剖部位的应变图像的超声弹性成像系统和方法。所述系统包括信号处理单元 (103)，所述信号处理单元被配置为接收来自具有至少一个换能器元件的超声探头 (101) 的时变超声信号，以基于时变超声信号确定轴向运动数据，所述轴向运动数据指示在轴向方向 (y) 上在超声探头和解剖部位之间的相对轴向运动，并且基于轴向运动数据确定在横向方向 (x) 上的轴向运动的横向变化。所述系统还包括显示单元 (105)，所述显示单元被配置为基于应变图像数据显示解剖部位的应变图像 (200)，所述应变图像数据是基于轴向运动数据确定的，并且基于轴向运动的横向变化显示应变图像的质量的横向变化的指示。