



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108805946 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810420099.9

(22)申请日 2018.05.04

(30)优先权数据

15/587733 2017.05.05 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 G.施雷克 D.J.巴克顿

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 姜冰 张金金

(51)Int.Cl.

G06T 11/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

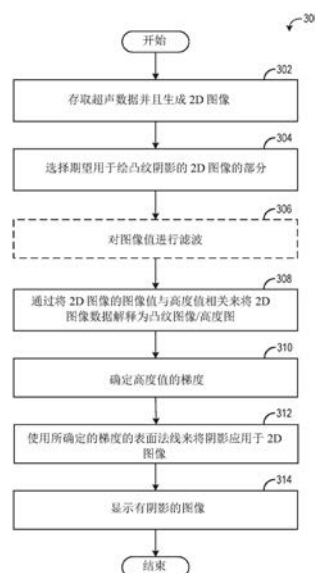
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于为二维超声图像绘阴影的方法和系统

(57)摘要

本申请提供了用于使用从超声图像数据的标量值确定的梯度来为从超声数据生成的2D超声图像绘阴影的各种方法和系统。作为一个实例,一种方法包括:将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关;确定所述高度值的梯度;使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像;以及显示所述有阴影的2D图像。



1. 一种方法,包括:

将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关;

确定所述高度值的梯度;

使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像;以及

显示所述有阴影的2D图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,将图像值与所述高度值相关包括:对于从所述数据集生成的所述2D图像的每个像素,使用图像值与对应高度值之间的关系来将所述图像值转换为所述高度值。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,确定所述高度值的所述梯度包括:确定所述高度值中的每个高度值的单独梯度,其中每个高度值与对应像素相关联,并且其中每个高度值的所述单独梯度是基于所述2D图像内的邻近于所述对应像素的像素的高度值之间的差。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,每个高度值的每个单独梯度用于计算表面法线,并且其中将阴影应用于所述2D图像包括:使用所述2D图像的每个对应像素的所述表面法线来将阴影应用于所述2D图像。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,进一步包括:从所述超声成像系统的存储器存取所述数据集。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用所述所确定的梯度来将阴影应用于所述2D图像包括:基于阴影模型将阴影应用于所述2D图像,所述阴影模型是所述所确定的梯度的表面法线的函数,所述阴影模型包括以下各项中的一项或多项:漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型和镜面高光阴影模型。

7. 一种方法,包括:

存取使用超声成像系统获取的数据集,所述数据集包括从所述数据集生成的2D图像的每个像素的功率分量;

通过将每个像素的所述功率分量转换为高度值来将所述2D图像解释为凸纹图像;

确定每个高度值的梯度;

使用每个所确定的梯度的表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及

显示所述有阴影的2D图像。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述数据集包括彩色数据,并且所述超声成像系统是彩色多普勒超声成像系统。

9. 一种超声成像系统,包括:

超声探测仪;

显示装置;以及

处理器,所述处理器以通信方式连接到所述超声探测仪和显示装置并且包括存储在存储器中用于进行以下操作的指令:

从所述存储器存取使用所述超声探测仪获取的数据集;

从所述数据集生成2D图像,其中所述2D图像的每个像素包括功率分量;

将每个像素的所述功率分量转换为高度值;

确定每个高度值的梯度表面法线;

使用所述梯度表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及

经由所述显示装置显示所述有阴影的2D图像。

10. 根据权利要求9所述的超声成像系统, 其中, 确定每个高度值的所述梯度表面法线包括: 对于所选择的像素, 使用中心差分和邻近于所述所选择的像素的像素的高度值来确定所述所选择的像素的高度值的所述梯度表面法线。

用于为二维超声图像绘阴影的方法和系统

技术领域

[0001] 本文所公开的主题的实施例涉及医疗成像领域,尤其涉及将阴影应用于二维超声图像。

背景技术

[0002] 超声成像系统可用于获取患者的解剖体的图像。超声成像系统可获取数据集,所述数据集然后用于生成可由医学专业人员观察和使用以诊断患者的2D图像。然而,数据集可包括2D标量数据(例如,强度值、功率分量值等等),这会产生可能更难以解释的平坦2D图像,由此增大了使用平坦2D图像来诊断患者的难度。例如,较复杂的身体结构可能难以经由2D图像进行辨识。作为一个实例,不同身体结构的2D彩色多普勒图像可能尤其难以用于诊断。

发明内容

[0003] 本发明示例性的提供一种用于为二维超声图像绘阴影的方法和系统。

[0004] 本发明的示例性实施例提供了一种方法,所述方法包括:将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关;确定所述高度值的梯度;使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像;以及显示所述有阴影的2D图像。

[0005] 本发明的示例性实施例还提供了一种方法,所述方法包括:存取使用超声成像系统获取的数据集,所述数据集包括从所述数据集生成的2D图像的每个像素的功率分量;通过将每个像素的所述功率分量转换为高度值来将所述2D图像解释为凸纹图像;确定每个高度值的梯度;使用每个所确定的梯度的表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及显示所述有阴影的2D图像。

[0006] 本发明的示例性实施例还提供了一种超声成像系统,所述系统包括超声探测仪,显示装置以及处理器,所述处理器以通信方式连接到所述超声探测仪和显示装置并且包括存储在存储器中用于进行以下操作的指令:从所述存储器存取使用所述超声探测仪获取的数据集;从所述数据集生成2D图像,其中所述2D图像的每个像素包括功率分量;将每个像素的所述功率分量转换为高度值;确定每个高度值的梯度表面法线;使用所述梯度表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及经由所述显示装置显示所述有阴影的2D图像。

[0007] 具体地,本申请技术方案1涉及一种方法,所述方法包括:将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关;确定所述高度值的梯度;使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像;以及显示所述有阴影的2D图像。

[0008] 本申请技术方案2涉及技术方案1所述的方法,其中,所述数据集包括彩色数据。

[0009] 本申请技术方案3涉及技术方案1所述的方法,其中,所述数据集是彩色多普勒数据集,并且所述图像值包括来自所述彩色多普勒数据集的功率分量。

[0010] 本申请技术方案4涉及技术方案1所述的方法,其中,所述数据集是B模式数据集,并且所述图像值包括来自所述B模式数据集的强度值。

[0011] 本申请技术方案5涉及技术方案1所述的方法,其中,将图像值与所述高度值相关联包括:对于从所述数据集生成的所述2D图像的每个像素,使用图像值与对应高度值之间的关系来将所述图像值转换为所述高度值。

[0012] 本申请技术方案6涉及技术方案5所述的方法,其中,确定所述高度值的所述梯度包括:确定所述高度值中的每个高度值的单独梯度,其中每个高度值与对应像素相关联,并且其中每个高度值的所述单独梯度是基于所述2D图像内的邻近于所述对应像素的像素的高度值之间的差。

[0013] 本申请技术方案7涉及技术方案6所述的方法,其中,每个高度值的每个单独梯度用于计算表面法线,并且其中将阴影应用于所述2D图像包括:使用所述2D图像的每个对应像素的所述表面法线来将阴影应用于所述2D图像。

[0014] 本申请技术方案8涉及技术方案1所述的方法,其中,显示所述有阴影的2D图像包括:经由所述超声成像系统的显示屏显示所述有阴影的2D图像。

[0015] 本申请技术方案9涉及技术方案1所述的方法,其中,进一步包括:从所述超声成像系统的存储器存取所述数据集。

[0016] 本申请技术方案10涉及技术方案1所述的方法,其中,进一步包括:在将所述图像值与高度值相关并且确定所述梯度之前对所述图像值进行滤波。

[0017] 本申请技术方案11涉及技术方案1所述的方法,其中,使用所述所确定的梯度来将阴影应用于所述2D图像包括:基于阴影模型将阴影应用于所述2D图像,所述阴影模型是所述所确定的梯度的表面法线的函数,所述阴影模型包括以下各项中的一项或多项:漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型和镜面高光阴影模型。

[0018] 本申请技术方案12涉及一种方法,所述方法包括:存取使用超声成像系统获取的数据集,所述数据集包括从所述数据集生成的2D图像的每个像素的功率分量;通过将每个像素的所述功率分量转换为高度值来将所述2D图像解释为凸纹图像;确定每个高度值的梯度;使用每个所确定的梯度的表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及显示所述有阴影的2D图像。

[0019] 本申请技术方案13涉及技术方案12所述的方法,其中,为所述2D图像绘阴影包括:使用每个所确定的梯度的所述表面法线来将阴影模型应用于所述2D图像,其中所述阴影模型包括以下各项中的一项或多项:漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型和镜面高光阴影模型。

[0020] 本申请技术方案14涉及技术方案12所述的方法,其中,所述数据集包括彩色数据,并且所述超声成像系统是彩色多普勒超声成像系统。

[0021] 本申请技术方案15涉及技术方案14所述的方法,其中,将每个像素的所述功率分量转换为高度值包括:选择所述2D图像的包括彩色数据的像素;以及将每个所选择的像素的所述功率分量转换为所述高度值。

[0022] 本申请技术方案16涉及技术方案15所述的方法,其中,进一步包括:不为所述2D图像的不包括彩色数据的像素绘阴影。

[0023] 本申请技术方案17涉及技术方案15所述的方法,其中,进一步包括:对所述所选择的像素的所述功率分量进行滤波;以及将每个所选择的像素的所述经滤波的功率分量转换为所述高度值。

[0024] 本申请技术方案18涉及一种超声成像系统,所述系统包括超声探测仪,显示装置以及处理器,所述处理器以通信方式连接到所述超声探测仪和显示装置并且包括存储在存储器中用于进行以下操作的指令:从所述存储器存取使用所述超声探测仪获取的数据集;从所述数据集生成2D图像,其中所述2D图像的每个像素包括功率分量;将每个像素的所述功率分量转换为高度值;确定每个高度值的梯度表面法线;使用所述梯度表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及经由所述显示装置显示所述有阴影的2D图像。

[0025] 本申请技术方案19涉及技术方案18所述的超声成像系统,其中,所述超声成像系统是彩色多普勒超声成像系统。

[0026] 本申请技术方案20涉及技术方案18所述的超声成像系统,其中,确定每个高度值的所述梯度表面法线包括:对于所选择的像素,使用中心差分和邻近于所述所选择的像素的像素的高度值来确定所述所选择的像素的高度值的所述梯度表面法线。

[0027] 应理解,提供以上简要描述是为了以简化形式介绍在详细描述中进一步描述的一系列概念。并不意图识别要求保护的主题的关键或必要特征,所述主题的范围唯一地由详细描述之后的权利要求限定。此外,要求保护的主题并不限于解决上文或本发明的任何部分中指出的任何缺点的实施。

附图说明

[0028] 本专利或申请文件包括至少一张彩图。在请求并且支付必要费用后,专利局就将提供具有(多张)彩图的本专利或专利申请公开的副本。

[0029] 通过参考附图阅读以下非限制性实施例的描述,将更好地理解本发明,在附图中:

[0030] 图1示出了根据本发明的实施例的超声成像系统。

[0031] 图2示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的无阴影的2D超声图像的实例,并且另外示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的有阴影的2D超声图像。

[0032] 图3示出了根据本发明的实施例的用于使用从超声图像数据集的标量值确定的梯度来为从超声数据集生成的2D超声图像绘阴影的方法的流程图。

[0033] 图4示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的无阴影的2D多普勒超声图像的实例。

[0034] 图5示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的有阴影的2D多普勒超声图像的实例。

[0035] 图6示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的无阴影的2D B模式超声图像的实例。

[0036] 图7示出了根据本发明的实施例的从成像数据集生成的有阴影的2D B模式超声图像的实例。

具体实施方式

[0037] 以下描述涉及使用从高度值确定的梯度来为2D超声图像绘阴影的各个实施例,所述高度值与用于生成所述2D超声图像的超声成像数据集(其可以是1D、2D或3D)的图像值相关。比如图1所示出的系统的超声系统可用于获取超声成像数据集。然后,可使用所获取的数据集来生成2D图像。图2中示出了从成像数据集生成的2D超声图像的实例。图2还示出了

有阴影的2D超声图像的实例,其中使用从数据集的已被转换为高度值的图像值确定的梯度表面法线来将阴影应用于2D超声图像。例如,如由图3的方法所示出,所获取的超声成像数据集的比如功率或强度值的图像值可被转换为高度值。然后,针对所转换的高度值来确定梯度,并且使用所确定的梯度来将阴影应用于2D图像。图4到图7示出了无阴影的2D超声图像与有阴影的2D超声图像之间的差异的实例(使用图3的方法)。例如,图4示出了可与图5所示出的第一有阴影的2D超声图像进行比较的第一无阴影的2D超声图像,并且图6示出了可与图7所示出的第二有阴影的2D超声图像进行比较的第二无阴影的2D超声图像。以此方式,所得的有阴影的2D超声图像可具有深度外观,由此使所得的有阴影的2D超声图像更易于解释并且因此用于患者诊断。

[0038] 现在转到图1,看到根据本发明的实施例的超声成像系统100的示意图。超声成像系统100包括发射波束形成器101和发射器102,发射器102驱动换能器阵列内的元件104以将脉冲超声信号发射到身体(未示出)中,所述换能器阵列在本文被称为探测器106。根据一个实施例,探测器106可以是一维换能器阵列探测器。然而,在一些实施例中,探测器106可以是二维矩阵换能器阵列探测器。在探测器106的元件104将脉冲超声信号发射到(患者的)身体中之后,脉冲超声信号会从身体的内部的如血细胞或肌肉组织的结构反向散射,以产生返回到元件104的回波。回波被元件104转换成电信号或超声数据,并且电信号被接收器108接收。表示所接收的回波的电信号穿过接收波束形成器110,接收波束形成器110输出超声数据。根据一些实施例,探测器106可包括进行发射波束形成和/或接收波束形成中的全部或部分的电子电路系统。例如,发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110中的全部或部分可位于探测器106内。术语“扫描(scan/scanning)”在本公开中还可用于指代通过发射和接收超声信号的过程来获取数据。术语“数据”在本公开中可用于指代使用超声成像系统获取的一个或多个数据集。用户界面115可用于控制超声成像系统100的操作,包括控制患者数据(例如,患者病史)的输入、改变扫描或显示参数等等。用户界面115可包括以下各项中的一项或多项:轮转机、鼠标、键盘、跟踪球、与特定动作有关系的硬键、可被配置成控制不同功能的软键、以及显示装置118上显示的图形用户界面。

[0039] 超声成像系统100还包括用于控制发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110的处理器116。处理器116与探测器106进行电子通信(例如,以通信方式连接)。出于本公开的目的,术语“电子通信”可被定义为包括有线和无线通信两者。处理器116可控制探测器106以获取数据。处理器116控制元件104中的哪些元件是活动的以及从探测器106发射的波束的形状。处理器116还与显示装置118进行电子通信,并且处理器116可将数据(例如,超声数据)处理成图像以显示在显示装置118上。根据实施例,处理器116可包括中央处理器(CPU)。根据其它实施例,处理器116可包括能够实行处理功能的其它电子组件,比如数字信号处理器、现场可编程门阵列(FPGA)或图形板。根据其它实施例,处理器116可包括能够实行处理功能的多个电子组件。例如,处理器116可包括选自包括以下各项的电子组件列表的两个或多于两个电子组件:中央处理器、数字信号处理器、现场可编程门阵列和图形板。根据另一个实施例,处理器116还可包括解调RF数据并且生成原始数据的复杂解调器(未示出)。在另一个实施例中,可在处理链中较早地实行解调。处理器116适应于根据数据上的多个可选择的超声模态来执行一个或多个处理操作。在一个实例中,随着回波信号被接收器108接收并且发射到处理器116,数据可在扫描会话期间被实时处理。出于本公

开的目的,术语“实时”被定义为包括在无任何有意延迟的情况下执行的程序。例如,实施例可以7-20帧/秒的实时速率获取图像。超声成像系统100可以显著更快的速率获取一个或多个平面的2D数据。然而,应理解,实时帧速率可取决于获取数据的每个帧以供显示所花费的时间长度。因此,当获取相对大量的数据时,实时帧速率可能较慢。因此,一些实施例可具有显著快于20帧/秒的实时帧速率,而其它实施例可具有慢于7帧/秒的实时帧速率。数据可在扫描会话期间被暂时存储在缓冲器(未示出)中,并且在即时或离线操作中被不到实时处理。本发明的一些实施例可包括用于处置由根据上文所描述的示范性实施例的处理器116处置的处理任务的多个处理器(未示出)。例如,第一处理器可用于解调和抽选RF信号,而第二处理器可用于在显示图像之前进一步处理数据。应了解,其它实施例可使用处理器的不同布置。

[0040] 超声成像系统100可以例如10Hz到30Hz(例如,10到30帧/秒)的帧速率连续地获取数据。从数据生成的图像可以类似的帧速率在显示装置118上刷新。其它实施例可以不同的速率获取和显示数据。例如,一些实施例可取决于帧的大小和预期应用而以小于10Hz或大于30Hz的帧速率获取数据。存储器120被包括以存储所获取的数据的经处理的帧。在示范性实施例中,存储器120具有足够的容量来存储超声数据的至少几秒的帧。数据的帧以有利于根据其获取次序或时间进行检索的方式被存储。存储器120可包括任何已知的数据存储媒体。

[0041] 在本发明的各个实施例中,数据可由处理器116以不同的模式相关模块处理(例如,B模式、彩色多普勒、M模式、彩色M模式、频谱多普勒、弹性成像、TVI、应变、应变速率等等)以形成2D或3D数据。例如,一个或多个模块可生成B模式、彩色多普勒、M模式、彩色M模式、频谱多普勒、弹性成像、TVI、应变、应变速率、以及它们的组合等等。作为一个实例,一个或多个模块可处理彩色多普勒数据,所述彩色多普勒数据可包括传统的彩色流动多普勒、能量多普勒、HD流动等等。图像线和/或帧被存储在存储器中,并且可包括指示图像线和/或帧被存储在存储器中的时间的定时信息。所述模块可包括例如用于执行扫描转换操作以将所获取的图像从波束空间坐标转换为显示空间坐标的扫描转换模块。可提供视频处理器模块,所述视频处理器模块从存储器读取所获取的图像并且实时显示图像,同时对患者执行程序(例如,超声成像)。视频处理器模块可包括单独的图像存储器,并且超声图像可被写入到图像存储器以便由显示装置118读取和显示。

[0042] 在本发明的各个实施例中,超声成像系统100的一个或多个组件可被包括在便携式、手持式超声成像装置中。例如,显示装置118和用户界面115可被整合到手持式超声成像装置的外表面中,所述外表面可进一步包括处理器116和存储器120。探测器106可包括手持式探测器,所述手持式探测器与手持式超声成像装置进行电子通信以收集原始超声数据。发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110可被包括在超声成像系统100的同一或不同部分中。例如,发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110可被包括在手持式超声成像装置、探测器以及它们的组合中。

[0043] 如上文所阐释,在一个实例中,超声成像系统100可用于获取超声成像数据集(例如,数据)。成像数据集可包括图像数据,比如强度数据(针对B模式)、颜色或功率数据(针对彩色多普勒)等等。例如,经由彩色多普勒超声模式(比如彩色多普勒、能量多普勒、湍流、速度-功率和速度-湍流模式)获取的成像数据集可包括具有功率分量的彩色多普勒数据。在

一个实例中,成像数据集可以是2D数据集(例如,B模式数据)。在另一个实例中,成像数据集可以是1D数据集(例如,运动模式)。在又一个实例中,成像数据集可以是3D/4D数据集(例如,具有通过切过体积而创建的图像平面的3D数据集)。处理器116可从所获取的成像数据集生成2D超声图像。例如,处理器116可将成像数据集的图像数据转换为亮度(例如,强度)值并且将所获取的数据集的超声图像显示为2D B模式图像。在另一个实例中,处理器116可将成像数据集的图像数据转换为具有功率分量的颜色值并且将所获取的数据集的超声图像显示为2D彩色多普勒图像。如下文参考图2进一步所阐释,超声图像(例如,2D彩色多普勒图像、2D B模式图像等等)包括多个像素,其中每个像素被指派图像值,比如强度或颜色(例如,功率)值。每个像素的每个值然后被显示以形成超声图像。

[0044] 图2示出了从使用超声成像系统(比如图1所示出的超声成像系统100)获取的成像数据集生成的2D超声图像200以及有阴影的2D超声图像202的实例。2D超声图像200包括多个像素204(例如,图像200和202中的每个方格表示像素)。所述像素可具有显示屏(例如,比如图1所示出的显示装置118),所述显示屏用于显示2D超声图像200和/或有阴影的2D超声图像202。如2D超声图像200中所示出,像素被显示在具有x轴(水平)和y轴(竖直)的网格上,其中每个像素包括沿着x轴的一个x单位以及沿着y轴的一个y单位。因此,每个像素具有在网格上限定其位置的x值和y值。2D超声图像200的每个像素被指派图像值(来自所获取的成像数据集)。图像值可以是标量值,比如强度值(针对b模式图像)或功率值(针对多普勒图像)。在图2中,这些图像值被表示为标量值函数 $f(x, y)$ 。

[0045] 如下文进一步所阐释,每个图像值 $f(x, y)$ 可与高度值 $h(x, y)$ 相关。具体地说,每个像素204处的每个图像值可使用关系(例如,模型)而被转换为对应高度值。在一个实例中,用于将每个图像值转换为高度值的关系可以是线性关系。在另一个实例中,用于将每个图像值转换为高度值的关系或模型可以是单调函数,比如对数或S型函数,所述单调函数是图像值的函数并且然后输出高度值。在一些实施例中,高度值($h(x, y)$ 、 $h(x+1, y)$ 等等)可用于创建表示2D图像的高度场的高度图或凸纹图像。以此方式,图像值可被表示为高度值。然后,可针对每个像素204处的每个高度值 $h(x, y)$ 计算梯度。

[0046] 通过方程式1示出用于计算包括表面法线(surface normal)的梯度的实例方程式:

$$[0047] \quad \vec{n}(x, y) = |\nabla h(x, y)| = \left| \begin{pmatrix} \frac{\partial h}{\partial x} \\ \frac{\partial h}{\partial y} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} h(x-1, y) - h(x+1, y) \\ h(x, y-1) - h(x, y+1) \end{pmatrix} \right|_r$$

[0048] 在方程式1中, $n(x, y)$ 是具有单位长度的位置 (x, y) 处的表面法向量, ∇ 是梯度, $h(x, y)$ 是位置 (x, y) 处的标量高度值函数(其表示标量值函数,比如b模式强度、多普勒功率等等),并且 r 是限定所得的梯度场的粗糙度的常数。位置 (x, y) 处的高度值 $h(x, y)$ 的法线是通过计算其位置处的梯度的范数来计算。梯度是由x和y方向上的偏导数限定。x分量是使用x方向上的中心差分来计算。y分量是使用y方向上的中心差分来计算。z分量是常数 r 。以此方式,确定每个高度值 $h(x, y)$ 的梯度是基于2D图像200中的邻近像素204的高度值(例如, $h(x-1, y)$ 、 $h(x+1, y)$ 、 $h(x, y-1)$ 和 $h(x, y+1)$)的差。

[0049] 在计算梯度的范数(长度=1)时,粗糙度常数的影响针对不同的梯度长度而变化。例如,如果位置(x,y)处于均匀区域(例如,图像的在邻近像素的高度值之间具有小变化或没有变化的区域),那么梯度的x、y分量较小,并且r是主导因素,由此导致法向量近似地指向z方向 $n=(0,0,1)$ 。在另一个实例中,如果位置(x,y)处于极大变化区(例如,图像的在邻近像素的高度值之间具有较大变化的区域),那么梯度的x和/或y分量较大,并且r具有较少影响,由此导致法线略微向上指向改变方向。作为一个实例,通过将图像值表示为高度值,计算2D图像的梯度包括计算由高度值组成的高度场的表面法线。

[0050] 如图2中的206处所示出,在计算每个高度值 $h(x,y)$ 的梯度之后,使用2D超声图像200的每个位置(x,y)处的表面法向量 $n(x,y)$ 来将阴影(例如,表面阴影)应用于2D超声图像200。在使用梯度来应用表面阴影之后,所得的图像是在每个像素处包括阴影208的有阴影的2D超声图像202。206处所使用的阴影模型可以是一个或多个标准阴影模型,比如漫射镜面(diffuse specular)阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型、镜面高光(specular highlight)阴影模型等等。作为一个实例,Phong反射模型(也被称为Phong照亮、Phong照明或Phong阴影)是表面上的点(例如,2D图像上的像素)的局部照亮的模型。Phong反射模型将表面反射光的方式描述为粗糙表面的漫反射与发光表面的镜面反射的组合。所述模型还包括环境项(ambient term)以考虑在整个场景周围散射的少量光。

[0051] 图3示出了用于使用从超声图像数据的标量值确定的梯度来为从超声数据生成的2D超声图像(比如图2所示出的2D超声图像200)绘阴影的方法300的流程图。用于实行方法300的指令可由处理器(比如图1所示出的处理器116)基于存储在处理器的存储器上的指令(或存储在耦接到处理器116的存储器120中的指令,如图1所示出)并且结合从成像系统或成像探测仪(比如上文参考图1所描述的探测仪106)接收的数据而执行。根据下文所描述的方法,处理器可采用显示装置(比如图1所示出的显示装置118)来显示有阴影的2D超声图像。

[0052] 在302处,所述方法包括存取先前或当前经由超声探测仪(比如图1所示出的探测仪106)获取的超声数据并且从所存取的超声数据生成2D超声图像。在一个实施例中,超声成像系统的处理器(比如图1所示出的处理器116)存取存储在超声成像系统的存储器(比如图1所示出的存储器120)中的超声成像数据集(其可以是1D、2D或3D)。在另一个实施例中,因为超声数据是由超声探测仪(例如,图1所示出的探测仪106)获取,所以所述数据可被实时存取。超声数据集可包括图像数据,所述图像数据包括图像值,比如针对B模式超声的强度值或针对多普勒模式超声的功率值(或功率分量)。然后,可从所存取的(和/或所获取的)超声成像数据集生成2D图像。如上文参考图2所描述,从超声成像数据集生成的2D图像(比如图2所示出的图像200)可以是平坦2D图像。

[0053] 在304处,所述方法包括选择期望用于绘阴影(例如,绘凸纹阴影)的2D图像的部分。作为一个实例,对于多普勒2D图像,选择期望用于绘阴影的2D图像的部分可包括选择2D图像的彩色部分(例如,表示血流)。作为另一个实例,选择期望用于绘阴影的2D图像的部分可包括选择整个2D图像(例如,比如选择2D B模式图像的整个区)。在选择用于绘阴影的2D图像的期望部分之后,所述方法可任选地继续到306以对2D图像的图像值进行滤波。例如,在306处,所述方法可包括使处理器将滤波器应用于每个像素的图像值,以便使2D图像的外观平滑。在一些实施例中,可能不执行图像值的滤波,并且方法300可代替地直接从304进行

到308。

[0054] 在308处,所述方法包括通过将2D图像的图像值与高度值相关来将2D图像数据解释为凸纹图像(例如,高度图)。例如,超声成像系统的处理器可将成像数据集的图像值转换为高度值。如上文参考图2所阐释,2D图像的每个像素可包括图像值,比如强度值或功率值(或分量)。在替代实施例中,图像值可包括速度值、亮度值(其可从颜色值被转换)、幅值、弹性值等等。每个像素的每个图像值可被转换为高度值以创建虚拟(例如,存储在存储器或处理器中)高度图(例如,凸纹图像)。作为一个实施例,处理器可经由存储在超声成像系统的存储器中的模型或关系而将2D图像的每个像素的图像值转换为高度值。例如,高度值可根据常数项而与图像值成比例。在另一个实例中,高度值可由图像值的函数(比如对数或S型函数)确定。作为另一个实施例,将图像值映射到高度值的映射或查找表可被存储在存储器中。因此,在308处,所述方法可包括查找每个像素的每个图像值并且将其映射到对应高度值。所得的高度值可以是标量值。

[0055] 在310处,所述方法包括确定所确定的高度值的梯度。如上文参考图2所阐释,可在2D图像的像素中的每个像素处计算梯度。在一个实施例中,超声成像系统的处理器可使用像素和邻近像素的高度值来计算那个像素的梯度。具体地说,每个像素的梯度可根据存储在成像系统的处理器的存储器中的关系或梯度方程式(例如,方程式1,如上文参考图1所阐释)而被确定,所述关系或梯度方程式考虑精选像素的高度值和精选像素的最近(例如,左和右)相邻像素的高度值。计算梯度包括计算像素的表面的法线。以此方式,可确定2D图像的每个像素的梯度表面法线。

[0056] 在确定每个像素的高度值的梯度之后,所述方法继续到312以使用所确定的梯度的表面法线来将阴影应用于2D图像。处理器可基于梯度表面法线来计算2D图像的像素的阴影值。例如,处理器可基于存储在存储器中的作为梯度表面法线的函数的阴影模型来对每个像素的阴影值进行逻辑确定。处理器然后可将所确定的阴影值应用于像素以形成有阴影的2D图像。如上文参考图2所阐释,用于将阴影应用于2D图像的阴影模型可以是一个或多个标准阴影模型,比如漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型、镜面高光阴影模型等等。在替代实施例中,阴影模型可以是使用阴影等等来模拟光传播的较复杂的全局模型。在312处,所述方法可进一步包括根据所获取的成像数据中包括的彩色数据(例如,在多普勒成像的情况下)来确定每个像素的颜色值。颜色值(例如,红色或蓝色)可基于朝着或远离超声探测仪的流动方向。因此,每个像素可具有与其相关联的颜色值,所述颜色值用于为有阴影的2D图像着色。例如,在无阴影的情况下,每个像素的基本颜色值可从原始2D图像(从所获取的数据生成,如在302处所描述)取得并且用于最终有阴影的2D图像中。作为一个实例,每个像素可具有速度值,所述速度值被转换(例如,使用查找表)为所得的颜色值(例如,红色或蓝色)。然后,根据梯度的法线和光方向来为颜色值绘阴影(例如,亮度调制)。

[0057] 在一些实施例中,上文所描述的梯度还可用于边缘增强和分割技术,所述边缘增强和分割技术然后可被应用于2D超声图像。

[0058] 在314处,所述方法包括显示有阴影的2D图像。作为一个实例,显示有阴影的2D图像可包括经由显示装置(比如图1所示出的显示装置118)显示2D图像。以此方式,所得的有阴影的2D图像可经由显示装置呈现给用户(比如医学专业人员)。图5和图7中示出了使用从

与超声图像数据相关的高度值确定的梯度而绘阴影的2D超声图像的实例,如下文进一步所描述的。

[0059] 图4和图5示出了使用包括彩色数据的所获取的图像数据生成的2D多普勒超声图像的实例。具体地说,图4示出了从成像数据集生成的无阴影的2D多普勒超声图像400。尚未使用本文所描述(例如,如上文参考图2和图3所描述)的梯度表面阴影方法来为无阴影的2D多普勒超声图像400绘阴影。图5示出了与图4的无阴影的2D多普勒超声图像400从同一成像数据集生成的有阴影的2D多普勒超声图像500。然而,已使用本文所描述(例如,上文参考图2和图3所描述)的梯度表面阴影方法来为有阴影的2D多普勒超声图像500绘阴影。在图5中,有阴影的2D多普勒超声图像500的仅着色部分(例如,包括彩色数据的像素)已根据本文所描述的梯度表面阴影方法而被绘阴影。因此,图4和图5的灰度部分可能看起来类似。

[0060] 如在图4中所看到,无阴影的2D多普勒超声图像400显得相对平坦,具有较模糊的边缘(在分离颜色和灰度区域的边缘处)。然而,如在图5中所看到,有阴影的2D多普勒超声图像500的有阴影的着色区域在边缘处显得较清晰并且向图像给出深度外观(例如,其看起来较不平坦,并且相对于图4所示出的图像400具有增大的对比度)。具体地说,即使有阴影的2D多普勒超声图像500是从2D图像数据(例如,标量图像值)生成的2D图像,所得的有阴影的图像也具有3D外观。因此,与无阴影的2D多普勒超声图像400相比较,在有阴影的2D多普勒超声图像500中,医学专业人员可更容易地辨识3D结构并且因此辨识较复杂的结构。例如,当使用本文所描述的梯度表面阴影方法(例如,使用高度值)来为胎儿心脏的彩色多普勒图像绘阴影时,所述图像可被更容易地解释并且用于更准确的患者诊断。

[0061] 图6和图7示出了使用所获取的图像数据生成的2D B模式超声图像的实例。具体地说,图6示出了从成像数据集生成的无阴影的2D B模式超声图像600。尚未使用本文所描述(例如,如上文参考图2和图3所描述)的梯度表面阴影方法来为无阴影的2D B模式超声图像600绘阴影。图7示出了与图6的无阴影的2D B模式超声图像600从同一成像数据集生成的有阴影的2D B模式超声图像700。然而,已使用本文所描述(例如,上文参考图2和图3所描述)的梯度表面阴影方法来为有阴影的2D B模式超声图像700绘阴影。在图7中,整个有阴影的2D B模式超声图像700已根据本文所描述的梯度表面阴影方法而被绘阴影。

[0062] 类似于如上文参考图4和图5所描述,图6所示出的无阴影的2DB模式超声图像600显得相对平坦,具有较模糊的边缘,而如在图7中所看到,有阴影的2D B模式超声图像700显得较清晰并且向图像给出深度外观(例如,其看起来较不平坦,并且相对于图6所示出的图像600具有增大的对比度)。具体地说,即使有阴影的2D B模式超声图像700是从2D图像数据(例如,标量图像值)生成的2D图像,所得的有阴影的图像也具有3D外观。因此,与无阴影的2D B模式超声图像600相比较,在有阴影的2D B模式超声图像700中,医学专业人员可更容易地辨识3D结构并且因此辨识较复杂的结构。

[0063] 以此方式,可使用从高度值确定的梯度来为2D超声图像绘阴影,所述高度值与使用医学成像系统获取的成像数据集的图像数据(例如,标量图像值)相关。以此方式为2D图像绘阴影可产生具有3D外观的2D图像,并且使复杂结构更可为观察者/医学专业人员所辨识。因此,这些有阴影的2D图像可更易于用于诊断。另外,在多普勒超声图像的情况下,与用于确定梯度的高度值相关的图像数据可包括彩色多普勒图像数据的功率分量。通过针对此梯度阴影技术利用功率分量(与使用比如B模式图像的强度的不同图像值相比较),所得的

有阴影的图像可较清晰且清楚。例如,虽然本文所描述的梯度阴影技术可应用于比如B模式图像的其它成像模式,但是与多普勒图像相比较,B模式图像中的增加数量的结构可使所得的图像较不清楚。因此,此处所描述的梯度阴影方法对于多普勒图像可能是有利的。将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关、确定高度值的梯度、使用所确定的梯度来将阴影应用于从数据集生成的2D图像并且显示有阴影的2D图像的技术效果是产生具有3D外观并且因此更易于用来诊断的有阴影的2D图像。

[0064] 作为一个实施例,一种方法包括:将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关;确定所述高度值的梯度;使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像;以及显示所述有阴影的2D图像。在所述方法的第一实例中,所述数据集包括彩色数据。在所述方法的第二实例中,所述数据集是彩色多普勒数据集,并且所述图像值包括来自所述彩色多普勒数据集的功率分量。在所述方法的第三实例中,所述数据集是B模式数据集,并且所述图像值包括来自所述B模式数据集的强度值。在一个实例中,将图像值与所述高度值相关包括:对于从所述数据集生成的所述2D图像的每个像素,使用图像值与对应高度值之间的关系来将所述图像值转换为所述高度值。另外,确定所述高度值的所述梯度可包括:确定所述高度值中的每个高度值的单独梯度,其中每个高度值与对应像素相关联,并且其中每个高度值的所述单独梯度是基于所述2D图像内的邻近于所述对应像素的像素的高度值之间的差。此外,每个高度值的每个单独梯度可包括表面法线,并且将阴影应用于所述2D图像可包括:使用所述2D图像的每个对应像素的所述表面法线来将阴影应用于所述2D图像。

[0065] 在所述方法的另一个实例中,显示所述有阴影的2D图像包括:经由所述超声成像系统的显示屏显示所述有阴影的2D图像。所述方法可进一步包括:从所述超声成像系统的存储器存取所述数据集。另外,所述方法可进一步包括:在将所述图像值与高度值相关并且确定所述梯度之前对所述图像值进行滤波。在又一个实例中,使用所述所确定的梯度来将阴影应用于所述2D图像包括:基于阴影模型将阴影应用于所述2D图像,所述阴影模型是所述所确定的梯度的表面法线的函数,所述阴影模型包括以下各项中的一项或多项:漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型和镜面高光阴影模型。

[0066] 作为另一个实例,一种方法包括:存取使用超声成像系统获取的数据集,所述数据集包括从所述数据集生成的2D图像的每个像素的功率分量;通过将每个像素的所述功率分量转换为高度值来将所述2D图像解释为凸纹图像;确定每个高度值的梯度;使用每个所确定的梯度的表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及显示所述有阴影的2D图像。在所述方法的一个实例中,为所述2D图像绘阴影包括:使用每个所确定的梯度的所述表面法线来将阴影模型应用于所述2D图像,其中所述阴影模型包括以下各项中的一项或多项:漫射镜面阴影模型、Phong反射模型、Blinn-Phong阴影模型和镜面高光阴影模型。在所述方法的另一个实例中,所述数据集包括彩色数据,并且所述超声成像系统是彩色多普勒超声成像系统。另外,将每个像素的所述功率分量转换为高度值可包括:选择所述2D图像的包括彩色数据的像素;以及将每个所选择的像素的所述功率分量转换为所述高度值。所述方法可进一步包括:不为所述2D图像的不包括彩色数据的像素绘阴影。所述方法可进一步包括:对所述所选择的像素的所述功率分量进行滤波;以及将每个所选择的像素的所述经滤波的功率分量转换为所述高度值。

[0067] 作为又一个实施例,一种超声成像系统包括:超声探测仪;显示装置;以及处理器,所述处理器以通信方式连接到所述超声探测仪和显示装置并且包括存储在存储器中用于进行以下操作的指令:从所述存储器存取使用所述超声探测仪获取的数据集;从所述数据集生成2D图像,其中所述2D图像的每个像素包括功率分量;将每个像素的所述功率分量转换为高度值;确定每个高度值的梯度表面法线;使用所述梯度表面法线来为所述2D图像绘阴影;以及经由所述显示装置显示所述有阴影的2D图像。在一个实例中,所述超声成像系统是彩色多普勒超声成像系统。在另一个实例中,确定每个高度值的所述梯度表面法线包括:对于所选择的像素,使用中心差分和邻近于所述所选择的像素的像素的高度值来确定所述所选择的像素的高度值的所述梯度表面法线。

[0068] 如本文所使用,以单数形式叙述并且跟在词语“一”或“一个”后的元件或步骤应理解为不排除复数个所述元件或步骤,除非明确陈述此类排除。此外,对本发明的“一个实施例”的提及并非意图解释为排除同样并入所述特征的额外实施例的存在。此外,除非明确地陈述为相反情况,否则“包括”或“具有”带有特定特性的一个元件或多个元件的实施例可包括额外的不带有所述特性的此类元件。术语“包括”和“在其中”用作相应术语“包含”和“其中”的普通语言等效体。此外,术语“第一”、“第二”和“第三”等只用作标签,而不是意图对其对象施加数字要求或特定位置次序。

[0069] 本书面描述使用实例来公开包括最佳模式的本发明,并且还使所属领域的技术人员能实施本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何所并入的方法。本发明中可申请专利保护的范围由权利要求限定,并且可包括所属领域的技术人员想到的其它实例。如果此类其它实例具有并非不同于权利要求书的字面语言的结构要素,或如果它们包含与权利要求书的字面语言无实质差异的等效结构要素,那么它们既定在权利要求书的范围内。

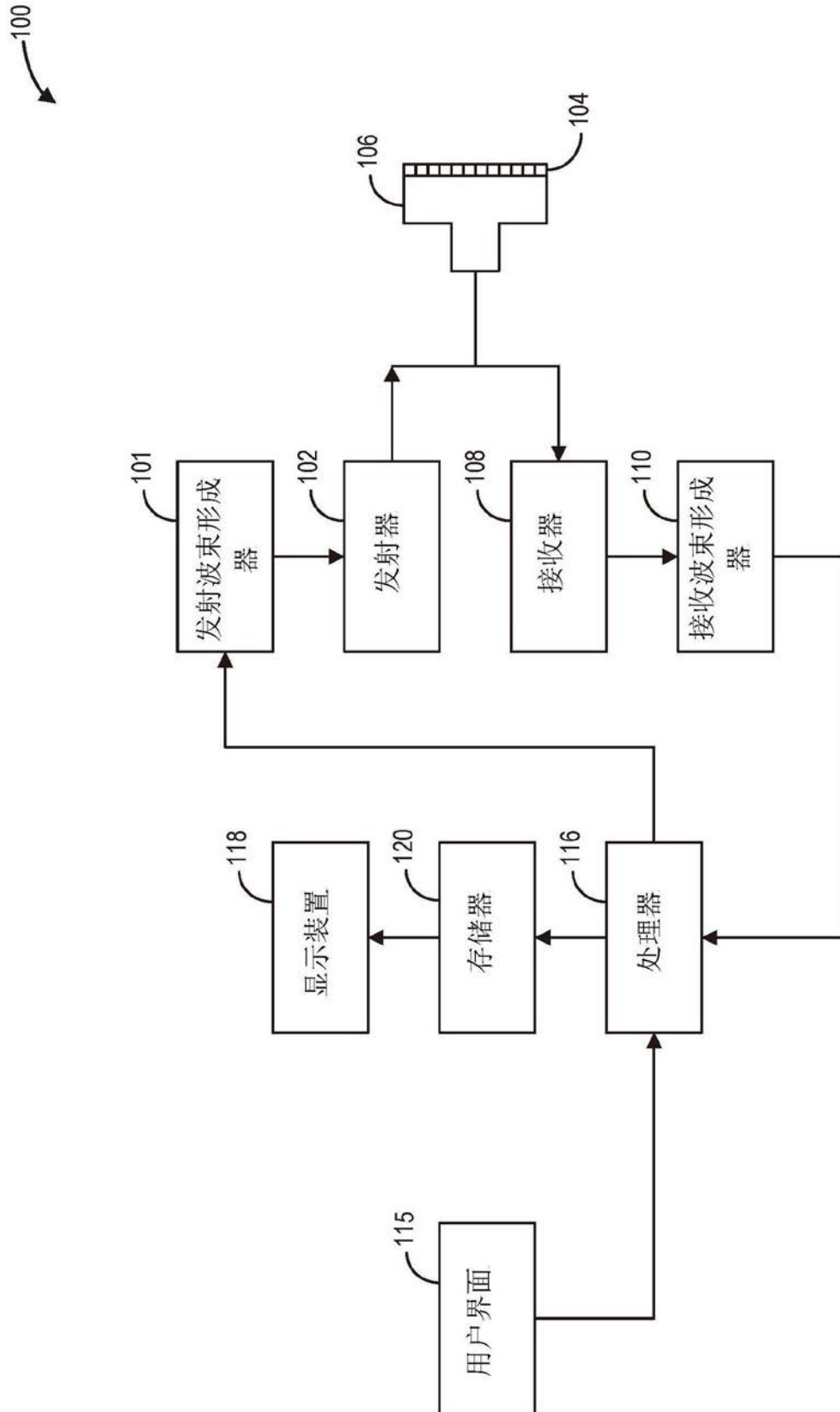


图1

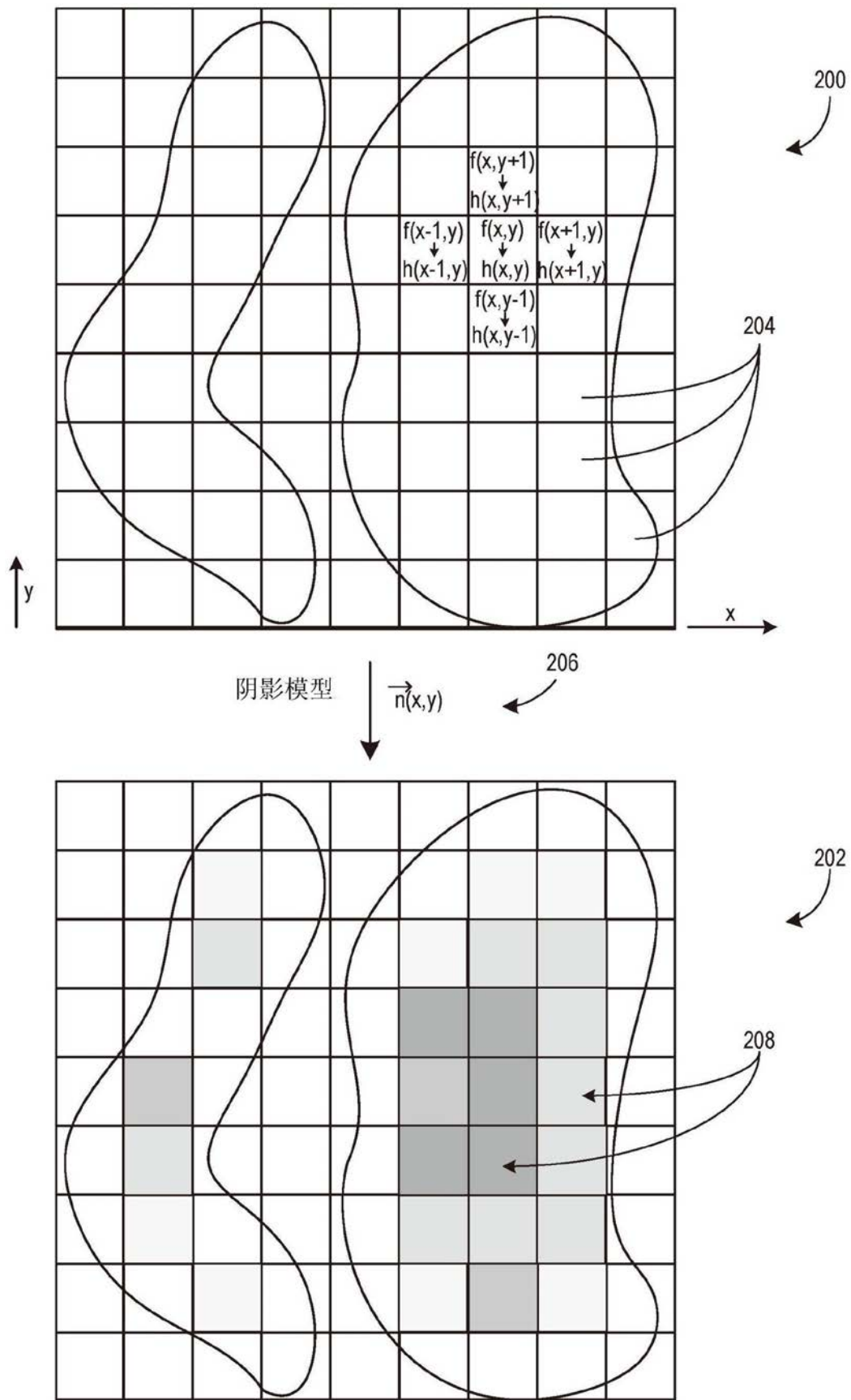


图2

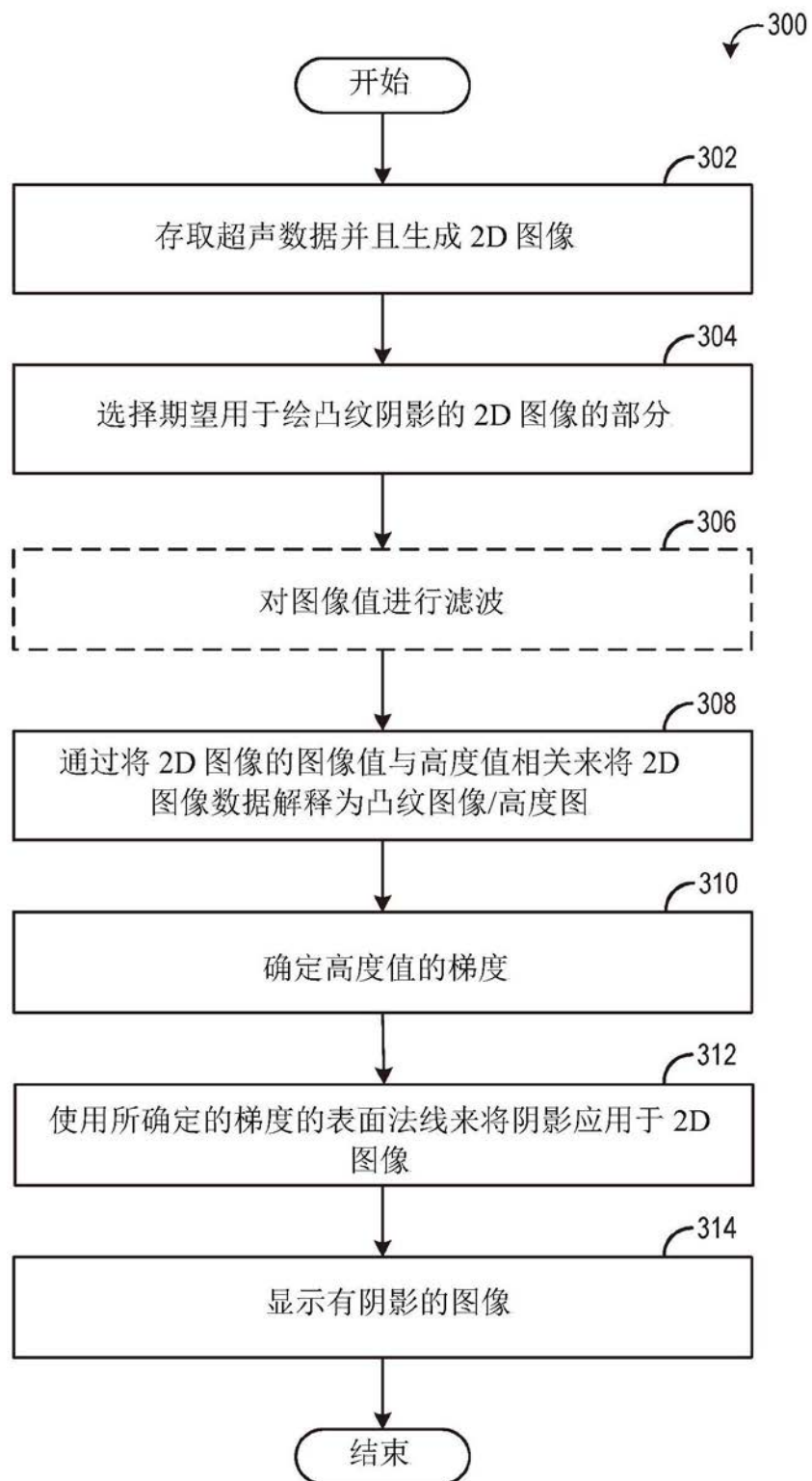


图3

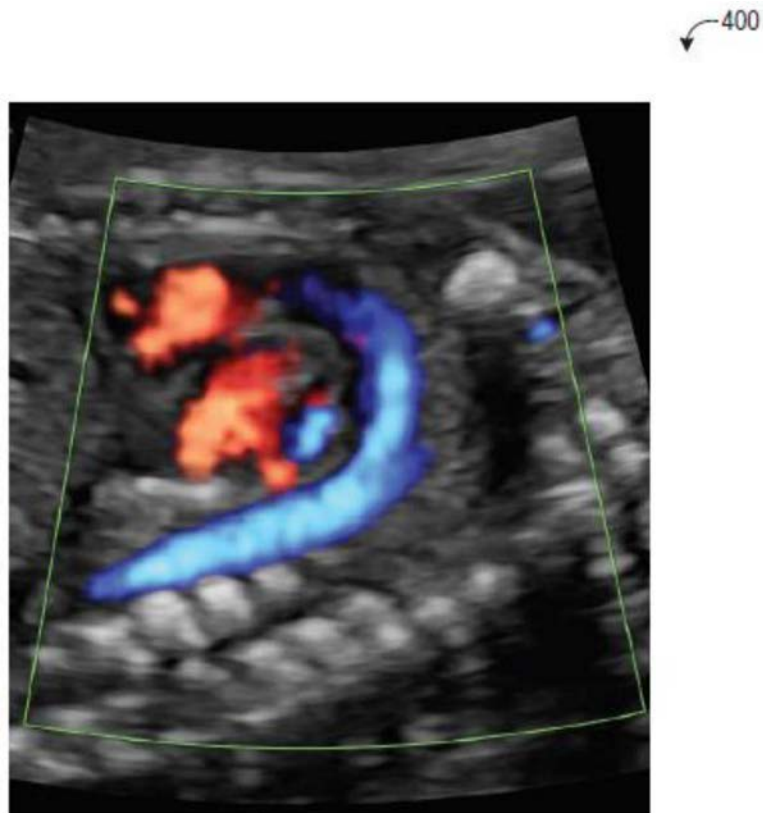


图4

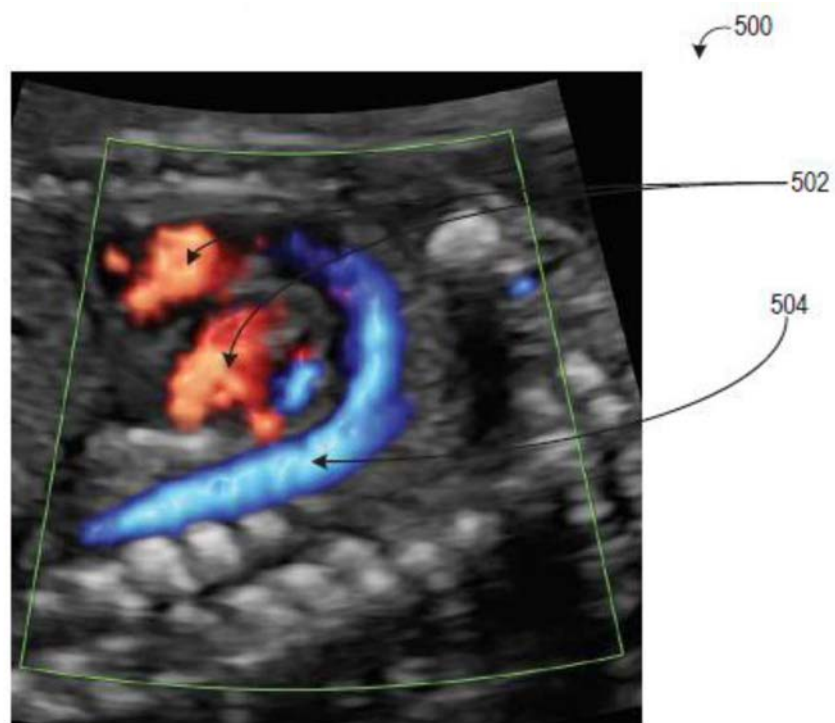


图5

600



图6

700



图7

专利名称(译)	用于为二维超声图像绘阴影的方法和系统		
公开(公告)号	CN108805946A	公开(公告)日	2018-11-13
申请号	CN201810420099.9	申请日	2018-05-04
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	D J 巴克顿		
发明人	G.施雷克 D.J.巴克顿		
IPC分类号	G06T11/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/5215 G06T11/00 A61B8/06 A61B8/461 A61B8/54 G06T7/0012 G06T7/50 G06T2207/10132		
代理人(译)	姜冰 张金金		
优先权	15/587733 2017-05-05 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请提供了用于使用从超声图像数据的标量值确定的梯度来为从超声数据生成的2D超声图像绘阴影的各种方法和系统。作为一个实例，一种方法包括：将使用超声成像系统获取的数据集的图像值与高度值相关；确定所述高度值的梯度；使用所述所确定的梯度来将阴影应用于从所述数据集生成的2D图像；以及显示所述有阴影的2D图像。

