



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102236895 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 09

(21) 申请号 201010623650. 3

(22) 申请日 2010. 12. 27

(30) 优先权数据

12/774151 2010. 05. 05 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 F·奥尔德鲁德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱海煜 卢江

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

A61B 5/103(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

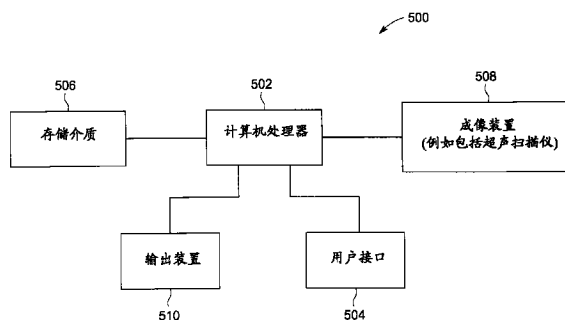
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于计算结构的球形度的方法

(57) 摘要

结构的球形度可使用本文所述的技术来确定。用于确定球形度的系统(500)可包括计算机处理器(502),它配置成计算结构的三维模型的协方差矩阵。处理器(502)可配置成使用协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算结构的球形度。在某些实施例中,处理器(502)可配置成将球形度作为协方差矩阵的行列式与长轴方向的模型的立方长度之间的比率来计算。某些实施例可包括成像装置(508)、如超声扫描仪,它配置成捕获结构的图像,并且得到结构的模型。某些实施例可包括用户接口(504),它配置成允许用户识别模型化的结构的长轴。



1. 一种用于确定结构的球形度的方法,包括下列步骤:
使用计算机处理器 (502) 来计算结构的三维模型的协方差矩阵;以及
使用所述处理器 (502) 来通过使用所述协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算所述结构的球形度。
2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:旋转所述协方差矩阵,使得所旋转的协方差矩阵的第一轴与模型化的结构的长轴对齐。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述球形度作为所述协方差矩阵的行列式与长轴方向的所述模型的立方长度之间的比率来计算。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述球形度使用所述协方差矩阵的本征值分解来计算,所述球形度作为所述协方差矩阵的主要本征值与所述协方差矩阵的多个非主要本征值之间的比率来计算。
5. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:使用成像装置 (508) 来捕获所述结构的图像,并且得到所述结构的所述三维模型。
6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括:使用所述成像装置 (508) 自动识别模型化的结构的长轴。
7. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:使用用户接口 (504) 来识别模型化的结构的长轴。
8. 一种用于确定结构的球形度的系统,包括:
配置成计算结构的三维模型的协方差矩阵的计算机处理器 (502),所述处理器配置成使用所述协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算所述结构的球形度。
9. 如权利要求 8 所述的系统,还包括:成像装置 (508),其配置成捕获所述结构的图像,并且得到所述结构的所述三维模型。
10. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述成像装置 (508) 包括超声扫描仪。

用于计算结构的球形度的方法

技术领域

[0001] 一般来说,本技术的实施例涉及确定结构的球形度。某些实施例涉及确定心脏结构、如左心室的球形度。

背景技术

[0002] 确定左心室的球形度会是有用的诊断工具。例如,使得左心室的形状更像球体的增加的球形度与二尖瓣反流的降低生存率和增加发生率关联。

[0003] 存在用于使用对左心室所识别的界标来对左心室的球形度进行模型化(modeling)的技术。但是,已知技术具有对界标的放置敏感的缺点。换言之,与模型化的左心室关联的球形度值可根据模型化过程中使用的界标的放置而显著改变。这种可变性会引起不确定性,它在临床环境中是不希望的。

[0004] 因此,需要一种能提供以提高的准确度和 / 或减小的可变性来确定结构的球形度的改进系统和方法。

发明内容

[0005] 本技术的实施例提供以用于确定结构的球形度。

[0006] 某些实施例提供一种用于确定结构的球形度的方法,包括下列步骤:使用计算机处理器来计算结构的三维模型的协方差矩阵;以及使用处理器来通过使用协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算结构的球形度。

[0007] 在某些实施例中,该方法还包括旋转协方差矩阵,使得旋转的协方差矩阵的第一轴与模型化的结构的长轴对齐。

[0008] 在某些实施例中,球形度作为协方差矩阵的行列式(determinant)与长轴方向的模型的立方长度(cubed extent)之间的比率来计算。

[0009] 在某些实施例中,球形度使用协方差矩阵的本征值分解(eigenvalued decomposition)来计算,球形度作为协方差矩阵的主要本征值与协方差矩阵的多个非主要本征值之间的比率来计算。

[0010] 在某些实施例中,三维模型包括三角网表面模型。

[0011] 在某些实施例中,该方法还包括使用成像装置来捕获结构的图像,并且得到结构的三维模型。

[0012] 在某些实施例中,成像装置包括超声扫描仪。

[0013] 在某些实施例中,该方法还包括使用成像装置自动识别模型化的结构的长轴。

[0014] 在某些实施例中,该方法还包括使用用户接口来识别模型化的结构的长轴。

[0015] 在某些实施例中,该结构包括人心脏的左心室。

[0016] 某些实施例提供一种用于确定结构的球形度的系统,包括:配置成计算结构的三维模型的协方差矩阵的计算机处理器,该处理器配置成使用协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算结构的球形度。

[0017] 在某些实施例中,处理器配置成旋转协方差矩阵,使得旋转的协方差矩阵的第一轴与模型化的结构的长轴对齐。

[0018] 在某些实施例中,处理器配置成将球形度作为协方差矩阵的行列式与长轴方向的模型的立方长度之间的比率来计算。

[0019] 在某些实施例中,处理器配置成使用协方差矩阵的本征值分解来计算球形度,球形度作为协方差矩阵的主要本征值与协方差矩阵的多个非主要本征值之间的比率来计算。

[0020] 在某些实施例中,该系统还包括成像装置,它配置成捕获结构的图像,并且得到结构的三维模型。

[0021] 在某些实施例中,成像装置包括超声扫描仪。

[0022] 在某些实施例中,成像装置配置成自动识别模型化的结构的长轴。

[0023] 在某些实施例中,该系统还包括用户接口,它配置成允许用户识别模型化的结构的长轴。

[0024] 某些实施例提供非暂时计算机可读存储介质,它被编码有指令集以供在处理装置及关联处理逻辑上运行,其中指令集包括:配置成计算结构的三维模型的协方差矩阵的第一例程,第一例程配置成使用协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算结构的球形度。

[0025] 在某些实施例中,第一例程配置成旋转协方差矩阵,使得旋转的协方差矩阵的第一轴与模型化的结构的长轴对齐。

[0026] 在某些实施例中,第一例程配置成将球形度作为协方差矩阵的行列式与长轴方向的模型的长度的立方之间的比率来计算。

[0027] 在某些实施例中,第一例程配置成使用协方差矩阵的本征值分解来计算球形度,球形度作为协方差矩阵的主要本征值与协方差矩阵的多个非主要本征值之间的比率来计算。

附图说明

[0028] 图 1 是使用表面网格技术来三维模型化的左心室的图解表示。

[0029] 图 2 是具有也用于提供球体的所识别的顶点和底部界标的左心室的图解表示。

[0030] 图 3 采用识别的顶点和底部界标示出的同一个左心室的两个图像的图解表示,其中底部界标之一改变。

[0031] 图 4 是根据本技术的实施例、采用可与计算球形度结合使用的本征值以及识别的顶点和底部界标所示出的左心室的图解表示。

[0032] 图 5 示出根据本技术的一个实施例所使用的系统的框图。

[0033] 图 6 示出可根据本技术的实施例用于计算三角网格的体积、重心和协方差矩阵的程序列示。

[0034] 图 7 示出可根据本技术的实施例用于根据协方差矩阵和长轴向量来计算球形度所使用的程序列示。

[0035] 图 8 示出根据本技术的一个实施例所使用的方法。

[0036] 通过结合附图进行阅读之后,将会更好地理解上述发明内容以及下面对本发明的实施例的详细描述。为了说明本发明,附图中示出某些实施例。但是,应当理解,本发明并

不局限于附图所示的布置和工具。

具体实施方式

[0037] 一般来说,本技术的实施例涉及确定结构的球形度。某些实施例涉及确定心脏结构、如左心室的球形度。

[0038] 虽然本文所述的实施例结合确定心脏结构、如左心室的球形度来论述,但是本文所公开的本发明并不局限于这种应用。换言之,本文的本发明可用于确定期望这种确定的任何结构的球形度。

[0039] 图 1 是使用表面网格技术三维 (3D) 模型化的左心室 102 的图解表示 100。示出左心室 102 的顶点 104 和底部 106。指示顶点 104 和底部 106 的界标可作为用户输入来提供或者自动检测。左心室的表面由网格线表示。左心室 102 的室体积可使用表面网格技术从 3D 模型来计算。常用的 3D 模型是三角形表面网,但是也可使用其它类型的表面和实体模型。

[0040] 按传统,左心室球形度作为室体积与使用顶点和底部界标所创建的球体的体积之间的比率来计算。图 2 是具有也用于提供这种球体 204 的识别的顶点界标 206 和底部界标 208 的左心室 202 的图解表示 200。这样,使用下式提供了球形度:

$$[0041] \quad \text{sphericity} = \frac{\text{volume}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{|\text{apex}-\text{base}|}{2}\right)^3}$$

[0042] 球形度 1 将指示该室为球体,而较低球形度值指示该室与球体不太类似。正常左心室可呈现大约 0.3 的球形度,具有侧隆起的左心室可呈现大约 0.4-0.5 的球形度,其指示心室更类似球体并且可能不太健康。

[0043] 已经发现,传统方式具有对可变化的顶点和底部界标的定位敏感的缺点。例如,顶部界标可因视图的缩小绘制而不同地放置,并且底部界标可根据用于处理僧帽瓣 (mitral valve) 的惯例而不同地定位。

[0044] 图 3 采用顶点界标 304 和底部界标 306、308、310、318 示出的同一个左心室的两个图像的图解表示 300。底部界标 308 与底部界标 318 不同,从而创建不同形状 302、312 以及不同的顶点到底部长度 (304 到 308 和 304 到 318)。使用传统方法,界标定位的这种细微差别可引起球形度从 0.60 变化到 0.73,即 0.13 之差。

[0045] 但是,应用本文所述的技术来计算球形度可引起球形度从 0.62 变化到 0.63,即只有 0.01 之差。

[0046] 图 4 是根据本技术的实施例、采用可结合计算球形度使用的本征值 e_{LAX} 、 e_{CI} 和 e_{C2} 以及顶点界标 404、底部界标 406 示出的左心室 402 的图解表示 400。

[0047] 结合图 4,球形度可按如下方式来确定。首先,左心室的 3D 表面模型 (或实体模型) 可使用已知模型化技术来创建。随后,可通过将模型看作立体 (solid body),并且计算下列体积积分的解,来计算模型的 3×3 协方差矩阵 C : $C = \int_V (\mathbf{x} - \mu)(\mathbf{x} - \mu)^T dV$, 其中 $\mathbf{x}$ 是空间坐标向量, μ 是重心,以及 T 表示矩阵或向量转置。

[0048] 用于计算体积积分的算法将取决于表面表示的选择。本文中描述使用三角形表面网技术的一个示例。但是,应当注意,本文所述的本发明并不局限于与三角形表面网技术结

合使用,而是其它表面表示技术可与本技术的实施例结合使用。其它可能的模型表示的示例包括但不限于有限元网格、样条曲面、细分表面、多边形网格和四边形网格。

[0049] 随后,定义模型化的心室的长轴。在某些实施例中,长轴可根据对准台(alignment stage)来定义,其中用户定义模型的长轴但不定义实际顶点和底部点。长轴也可根据模型上的界标来定义。在某些实施例中,例如,长轴可定义为通过顶点界标和底部界标的线条。图4中,长轴是通过顶点界标404和底部界标406的线条。在某些实施例中,例如,顶点界标和底部界标可以是用户选择的和/或作为模型化过程的一部分来自动选择。第三备选方案是根据协方差矩阵的主轴来计算长轴。主轴根据协方差矩阵的本征值分解来定义为与最大值的本征值关联的本征向量。

[0050] 随后,通过旋转协方差矩阵,使得第一轴与模型化的心室的长轴对齐,从而采用正交旋转矩阵R来旋转协方差矩阵,以便产生 $D = RCR^T$ 。如果主轴用于确定模型的长轴,则旋转向量将由本征向量组成,并且所得D矩阵成为对角线矩阵(diagonal),其中本征值作为其对角元素。

$$[0051] \quad D = \begin{bmatrix} D_{1,1} & D_{1,2} & D_{1,3} \\ D_{2,1} & D_{2,2} & D_{2,3} \\ D_{3,1} & D_{3,2} & D_{3,3} \end{bmatrix}$$

[0052] 旋转的协方差矩阵包括长轴和两个任意正交轴。 $D_{1,1}$ 项对应于长轴方向的模型的平方长度或方差,它在图4中示为本征值 e_{LAX} 。 $D_{2,2}$ 和 $D_{3,3}$ 类似地对应于其它两个圆周方向的长度,它们在图4中示为本征值 e_{C1} 和 e_{C2} 。矩阵的行列式 $|D|$ 等于本征值的乘积或者沿长(主)轴和两个其它正交轴的模型的长度,并且因此对应于模型的大小。

[0053] 随后,球形度可作为行列式 $|D|$ 与长轴方向的立方长度之间的比率的平方根、使用下式来计算。

$$[0054] \quad sphericity = \sqrt{\frac{|D|}{D_{1,1}^3}} \left(\cong \frac{\text{"height * length * width"}}{\text{"height}^3"} \right)$$

[0055] 执行平方根运算,以便从二次方差数转换成对应于各方向的模型的量度长度的线性标准偏差数。

[0056] 用于根据旋转的协方差矩阵来计算球形度的实际公式可改变,只要遵循用于计算长轴方向与其它方向的长度之间的比率的上述原理即可。在某些实施例中,例如可计算D的下部 2×2 子矩阵的平方根比,并且将其除以 $D_{1,1}$ 的立方值。这对应于计算长度乘以宽度并除以平方高度之间的比率,这给出与球形度的上述公式相似的结果。另外,当使用主轴作为长轴时,旋转的协方差变成对角线,并且该公式简化成 $D_{2,2}$ 乘以 $D_{3,3}$ 并除以 $D_{1,1}$ 的平方的平方根(square root of $D_{2,2}$ multiplied by $D_{3,3}$ and divided by the square of $D_{1,1}$)。

[0057] 理想球体将具有相等幅值的所有本征值,从而产生1的球形度值。另外,在任何本征方向的模型的缩放将引起在相同方向的球形度的对应缩放。因此,根据本文所述原理所计算的球形度值按照与使用传统方法所确定的球形度值相同的方式来反映结构的球形度。也就是说,使用本文所述原理所计算的0.5的球形度值所表示的和使用传统方法所确定的0.5的球形度值所表示的是相同的。但是,应用本文的原理可提供比传统方法具有更小可变

性的球形度值。

[0058] 如上所述,三角网表面技术可与本技术的实施例结合使用。这种三角网可每次处理一个三角形。也就是说,对于包括顶点 v_1 、 v_2 和 v_3 的各三角形,由顶点 v_1 、 v_2 和 v_3 以及原点 $(0,0,0)$ 组成的四面体的体积 (vol_i)、质心 (μ_i) 和协方差 (C_i) 可使用下式来计算,其中符号 $|A|$ 表示矩阵 A 的行列式。

$$[0059] \quad A_i = [v_1 \ v_2 \ v_3]$$

$$[0060] \quad vol_i = \frac{1}{6} |A_i|$$

$$[0061] \quad \mu_i = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{4}$$

$$[0062] \quad C_i = |A_i| A_i \frac{1}{120} \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} A_i^T$$

[0063] 随后,每三角形的值可同化以使用下式来计算网格的总体积 (vol)、质心 (μ) 和协方差 (C)。

$$[0064] \quad vol = \sum_i vol_i$$

$$[0065] \quad \mu = \frac{\sum_i vol_i \mu_i}{vol}$$

$$[0066] \quad C = \frac{\sum_i C_i}{vol} - \mu \mu^T$$

[0067] 随后,如上所述,定义模型化的心室的长轴,通过旋转协方差矩阵,使得第一轴与模型化的心室的长轴对齐,来采用正交旋转矩阵来旋转协方差矩阵,以及然后球形度可作为行列式(沿各主轴的模型的长度)与长轴方向的立方长度之间的比率来计算。

[0068] 例如,本技术的实施例可结合临床信息系统和/或超声成像系统来实现。如图5所示,某些实施例使用系统500来实现,它包括与用户接口504进行操作通信的计算机处理器502、存储介质506、成像装置508和输出装置510。在某些实施例中,例如,系统500的部件可通过任何组合来实现,例如单个集成装置,或者作为操作通信的独立部件。

[0069] 处理器502可配置成运行在存储介质506和/或在另一个计算机可读介质上编码的指令。处理器502可配置成便于用户接口504、存储介质506、成像装置508和输出装置510之间的通信。处理器502可使用来自用户接口504、存储介质506、成像装置508、输出装置510和/或其它软件应用程序的信息来运行指令,以便使用本文所述的技术来计算结构的体积、重心、协方差矩阵和/或球形度。例如,某些实施例可使用MATLAB®或其它程序来实现。例如,图6示出根据本技术的实施例可用于计算三角网格的体积、重心和协方差矩阵的MATLAB®程序列示,以及图7示出根据本技术的实施例可用于根据协方差矩阵和长轴向量来计算球形度的MATLAB®程序列示。

[0070] 用户接口504可配置成允许由用户输入命令。用户接口504可包括例如键盘、鼠标、开关、旋钮、按钮、轨迹球、触摸屏、配置成接收语音激活命令的话筒和/或屏幕上的菜

单。在某些实施例中,用户接口 504 可配置成允许用户选择 3D 表面模型和 / 或实体模型。在某些实施例中,用户接口 504 可配置成允许用户识别结构的顶点界标和 / 或底部界标。在某些实施例中,用户接口 504 可配置成允许用户根据对准台和 / 或从界标来定义结构的长轴。

[0071] 存储介质 506 可以是任何有形非暂时计算机可读介质,它是由无论是本地的、远程的或者通过导线连接的和 / 或无线连接的处理器 502 可读的。例如,存储介质 506 可包括计算机硬盘驱动器、服务器、CD、DVD、USB thumb 驱动器和 / 或能够存储一个或多个计算机指令的任何其它类型的有形存储器。指令集可包括能够由处理器 502 运行或执行的一个或多个例程。

[0072] 例如,成像装置 508 可配置成捕获结构、如左心室的图像。成像装置 508 可使用超声波、x 射线、计算机断层扫描和 / 或任何其它成像模态来捕获结构的图像。在某些实施例中,成像装置 508 可配置成自动选择 3D 表面模型和 / 或实体模型。在某些实施例中,成像装置 508 可配置成自动识别结构的顶点界标和 / 或底部界标。在某些实施例中,成像装置 508 可配置成根据对准台、从界标和 / 或根据从协方差矩阵的本征向量所得出的主轴来自动定义结构的长轴。在某些实施例中,成像装置 508 可以是超声扫描仪。

[0073] 输出装置 510 可配置成从系统 500 输出信息,并且可包括适合这个任务的任何装置。在某些实施例中,例如,输出装置 510 可输出由成像装置 508 所捕获的结构的可视显示。在某些实施例中,例如,输出装置 510 可输出出模型化的结构、结构上的界标和 / 或结构的长轴的可视显示。在某些实施例中,例如,输出装置 510 可包括例如计算机监视器、液晶显示屏幕、打印机、传真机、电子邮件服务器和 / 或喇叭。

[0074] 例如,在操作中,系统 500 可按如下方式用于确定结构、如左心室的球形度。结构的图像可使用成像装置 508 来获取。3D 表面模型和 / 或实体模型、例如三角网表面模型可由用户使用用户接口 504 来选择或者由成像装置 508 自动选择。可应用所选模型。

[0075] 使用处理器 502,可通过将模型看作立体,并且计算下列体积积分的解,来计算模型的 3×3 协方差矩阵 C : $C = \int_V (\mathbf{x} - \mu)(\mathbf{x} - \mu)^T dV$, 其中 $\mathbf{x}$ 是空间坐标向量, μ 是重心,以及 T 表示矩阵或向量转置。

[0076] 结构的长轴可由用户使用用户接口 504 来选择或者由成像装置 508 自动选择。例如,用户接口 504 可配置成允许用户根据对准台和 / 或从界标来定义结构的长轴。例如,成像装置 508 可配置成根据对准台、从界标和 / 或根据从协方差矩阵的本征向量所得出的主轴来自动定义结构的长轴。

[0077] 使用处理器 502,通过旋转协方差矩阵,使得第一轴与模型化的结构的长轴对齐,来可采用正交旋转矩阵 R 来旋转协方差矩阵,以便产生 $D = RCR^T$ 。在使用主轴作为模型的长轴的情况下,这个旋转步骤作为本征值分解的一部分以及隐式地被执行,并且因此可略过。

[0078] 使用处理器 502,球形度可作为行列式(沿各主轴的模型的长度)与长轴方向的立方长度之间的比率来计算。

[0079] 图 8 示出根据本技术的一个实施例所使用的方法。该方法可通过采用本文所述的技术和系统来应用。

[0080] 在 802,获取结构的图像。例如,左心室的图像可使用成像装置、如包括超声扫描仪

的超声系统来获取。

[0081] 在 804, 选择三维模型。例如, 3D 表面模型和 / 或实体模型、例如三角网表面模型可由用户使用用户接口来选择或者由成像装置自动选择。在 806, 使用与成像装置进行通信的处理器来应用所选三维模型。

[0082] 在 808, 计算模型的协方差矩阵。例如, 处理器可用于运行处理逻辑, 以便通过将模型看作立体, 并且计算下列体积积分的解, 来计算模型的 3×3 协方差矩阵 C :
$$C = \int_V (\mathbf{x} - \mu)(\mathbf{x} - \mu)^T dV$$
, 其中 $\mathbf{x}$ 是空间坐标向量, μ 是重心, 以及 T 表示矩阵或向量转置。

[0083] 在 810, 识别结构的长轴。例如, 结构的长轴可由用户使用用户接口来选择或者由成像装置自动选择。例如, 用户接口可配置成允许用户根据对准台和 / 或从界标来定义结构的长轴。例如, 成像装置可配置成根据对准台、从界标和 / 或根据从协方差矩阵的本征向量所得出的主轴自动定义结构的长轴。

[0084] 在 812, 采用正交旋转矩阵来旋转协方差矩阵。例如, 处理器可用于运行处理逻辑, 以便通过旋转协方差矩阵, 使得第一轴与模型化的结构的长轴对齐, 来采用正交旋转矩阵 R 来旋转协方差矩阵, 以便产生 $D = RCR^T$ 。在使用主轴作为模型的长轴的情况下, 这个旋转步骤作为本征值分解的一部分已经隐式地被执行, 并且因此可略过。

[0085] 在 814, 计算球形度。例如, 处理器可用于运行处理逻辑, 以便将球形度作为行列式 (沿各主轴的模型的长度) 与长轴方向的立方长度之间的比率来计算。

[0086] 本发明的某些实施例可省略这些步骤的一个或多个, 和 / 或以不同于列示的顺序的不同顺序来执行这些步骤。例如, 某些步骤在本发明的某些实施例中可能没有执行。作为又一个实例, 某些步骤可按照与以上所列不同的、包括同时在内的时间顺序来执行。

[0087] 例如, 方法 800 的步骤的一个或多个可通过硬件、固件和 / 或作为软件的指令集单独或结合实现。某些实施例可作为驻留在例如存储器、硬盘、DVD 或 CD 等有形非暂时计算机可读介质上的指令集来提供, 以便在通用计算机或其它处理装置上运行。例如, 某些实施例提供计算机可读存储介质, 它编码有指令集供在处理装置及关联处理逻辑上运行, 其中指令集包括配置成提供结合方法 800 所述的功能的例程。

[0088] 应用上述方法 800 和 / 或根据本文所述的技术和系统, 可提供以改进的准确度和 / 或减小的可变性来确定结构的球形度的技术效果。

[0089] 结合本文所述技术所获取、分析和显示的某些图像数据表示人解剖, 例如左心室。换言之, 根据这种数据输出可视显示包括将基础主题 (例如产品或材料) 变换成不同状态。

[0090] 虽然参照实施例描述了本发明, 但本领域的技术人员会理解, 可进行各种变更, 并且等效方案可替代, 而没有背离本发明的范围。另外, 可进行多种修改以使具体情况或材料适合本发明的理论, 而没有背离其范围。因此, 意图是本发明并不局限于所公开的具体实施例, 相反, 本发明包括落入所附权利要求书的范围内的所有实施例。

[0091] 部件列表

[0092]

100	简图	312	左心室
102	左心室	318	底部界标
104	顶点	400	简图
106	底部	402	左心室
200	简图	404	顶点界标
202	左心室	206	底部界标
204	球体	500	系统
206	顶点界标	502	计算机处理器
208	底部界标	504	用户接口
300	简图	506	存储介质
302	左心室	508	成像装置
304	顶点界标	510	输出装置
306	底部界标	图 6	程序列示
308	底部界标	图 7	程序列示
310	底部界标	图 8	流程图

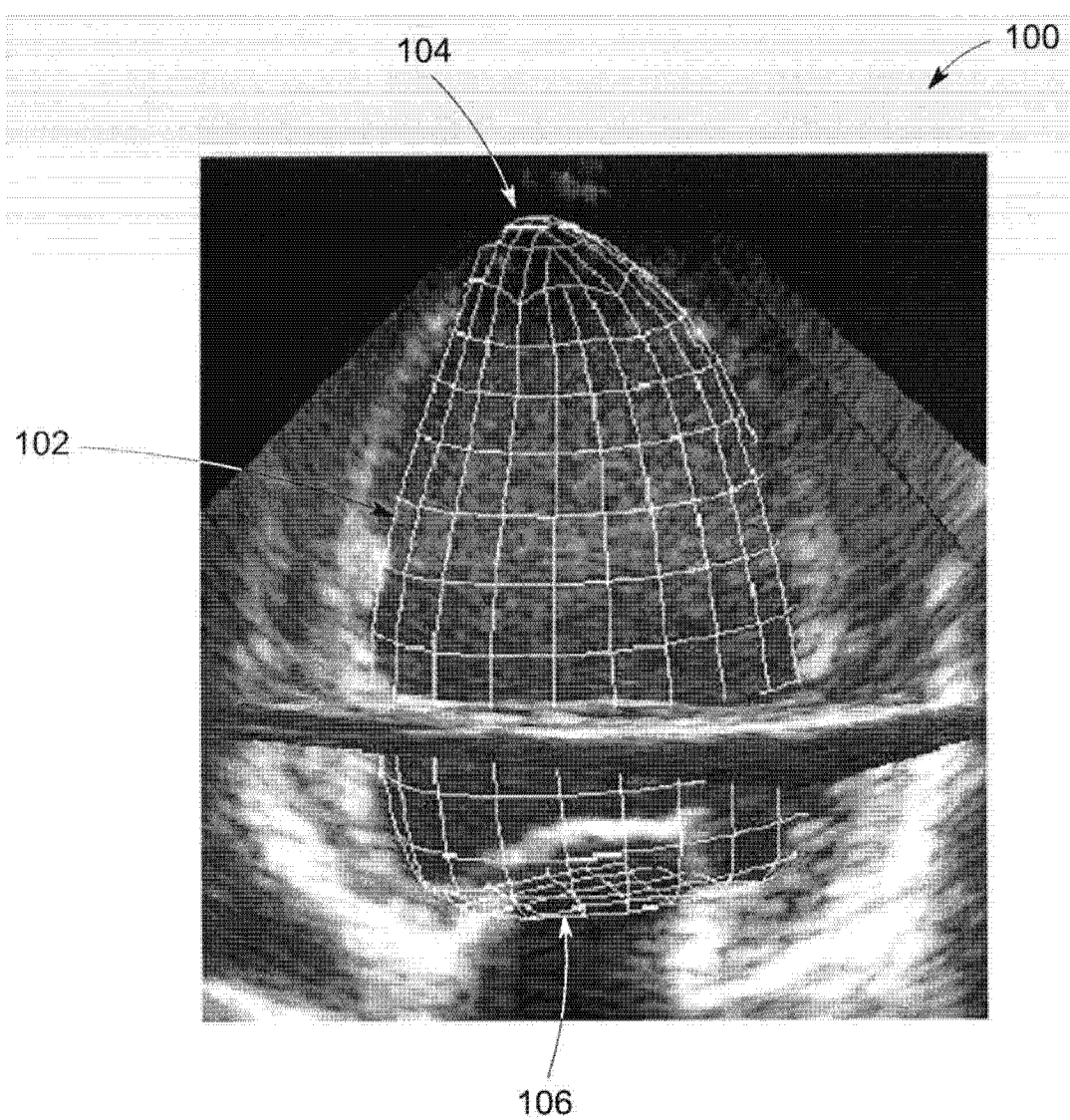


图 1

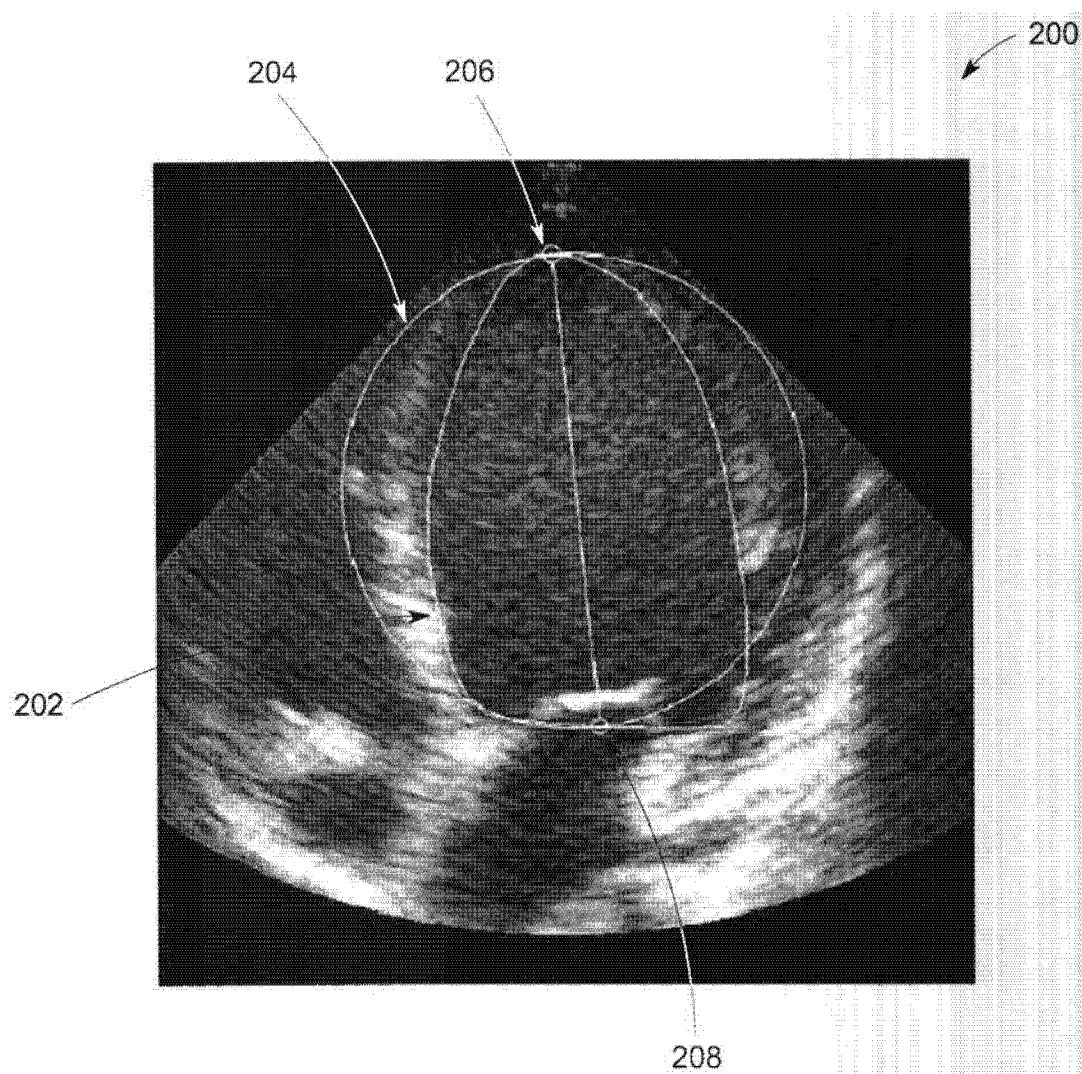


图 2

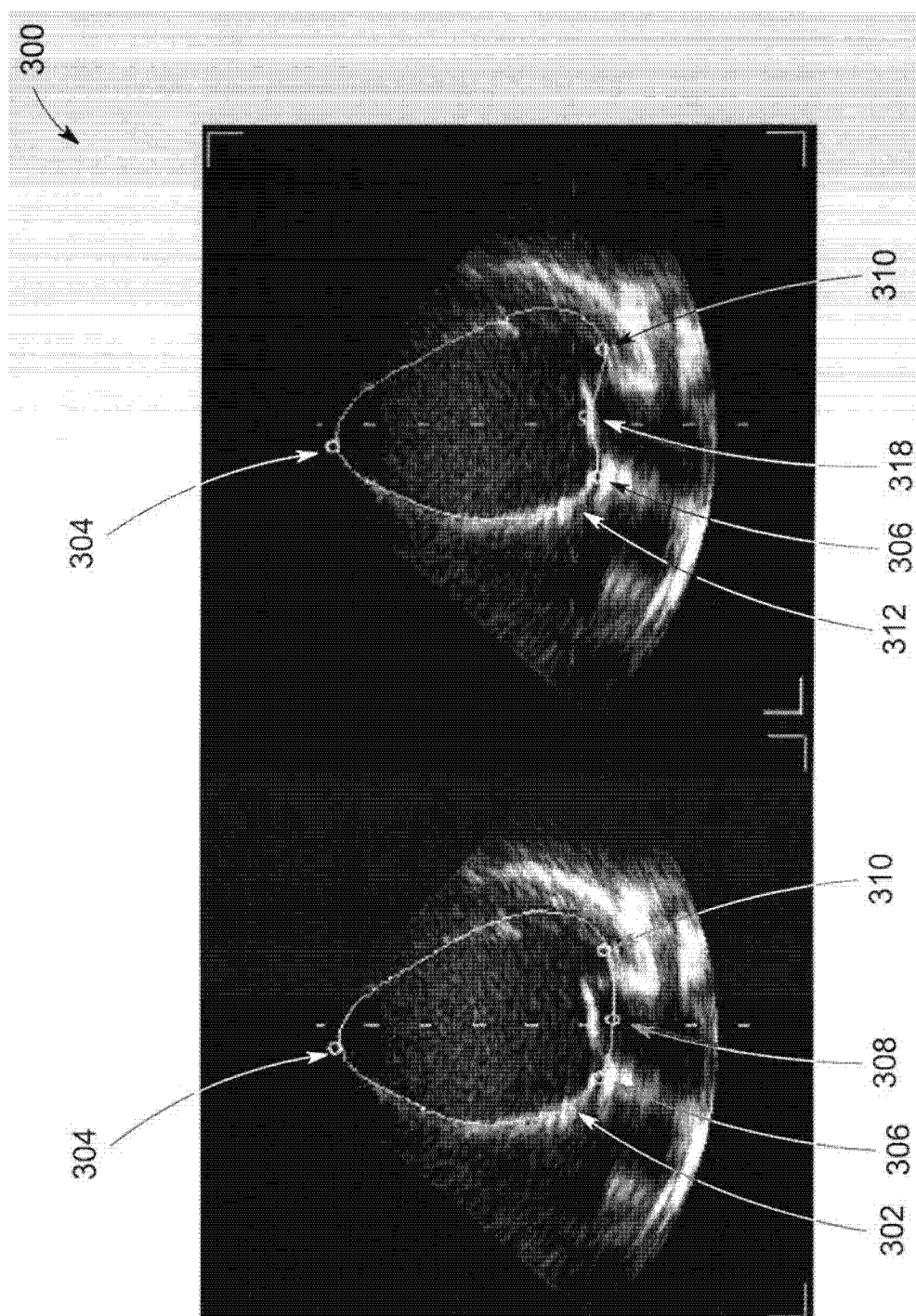


图 3

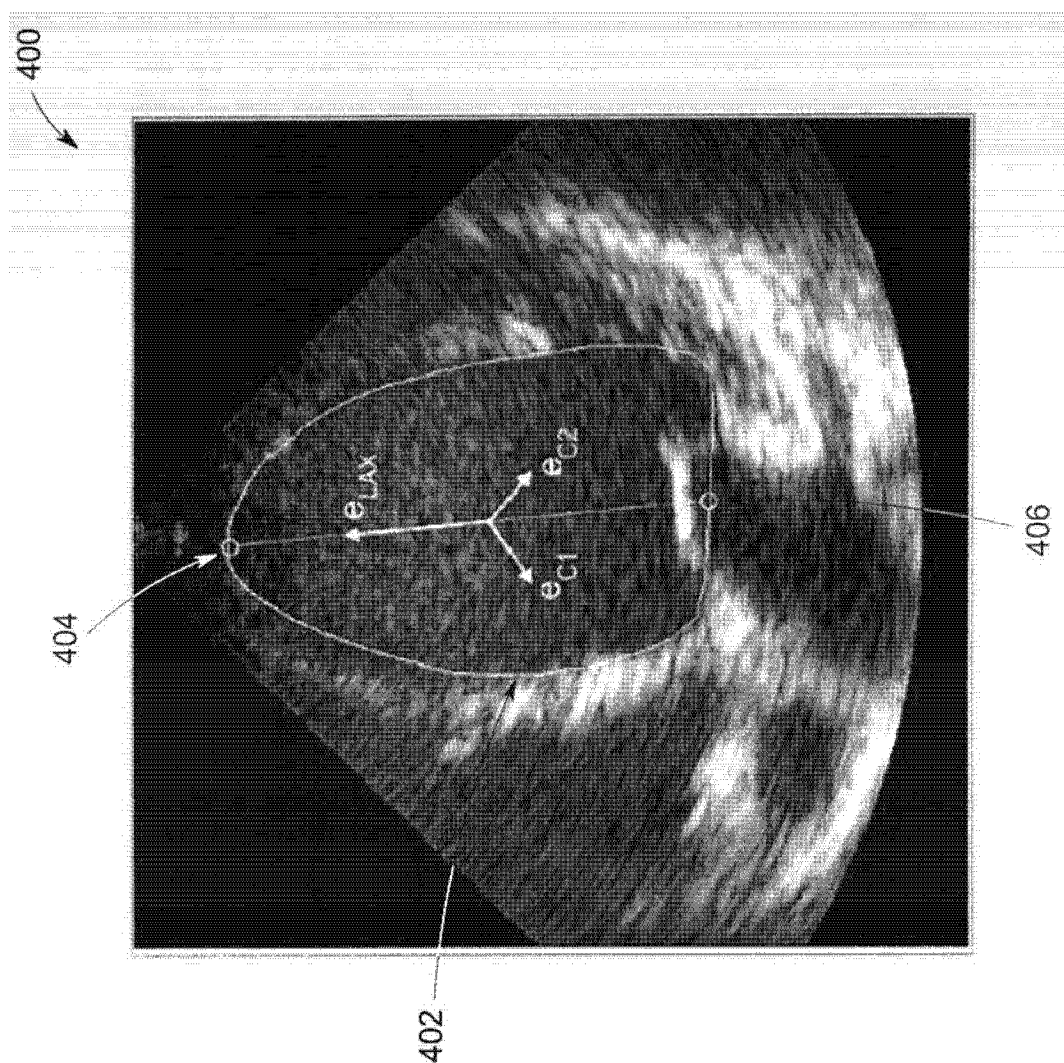


图 4

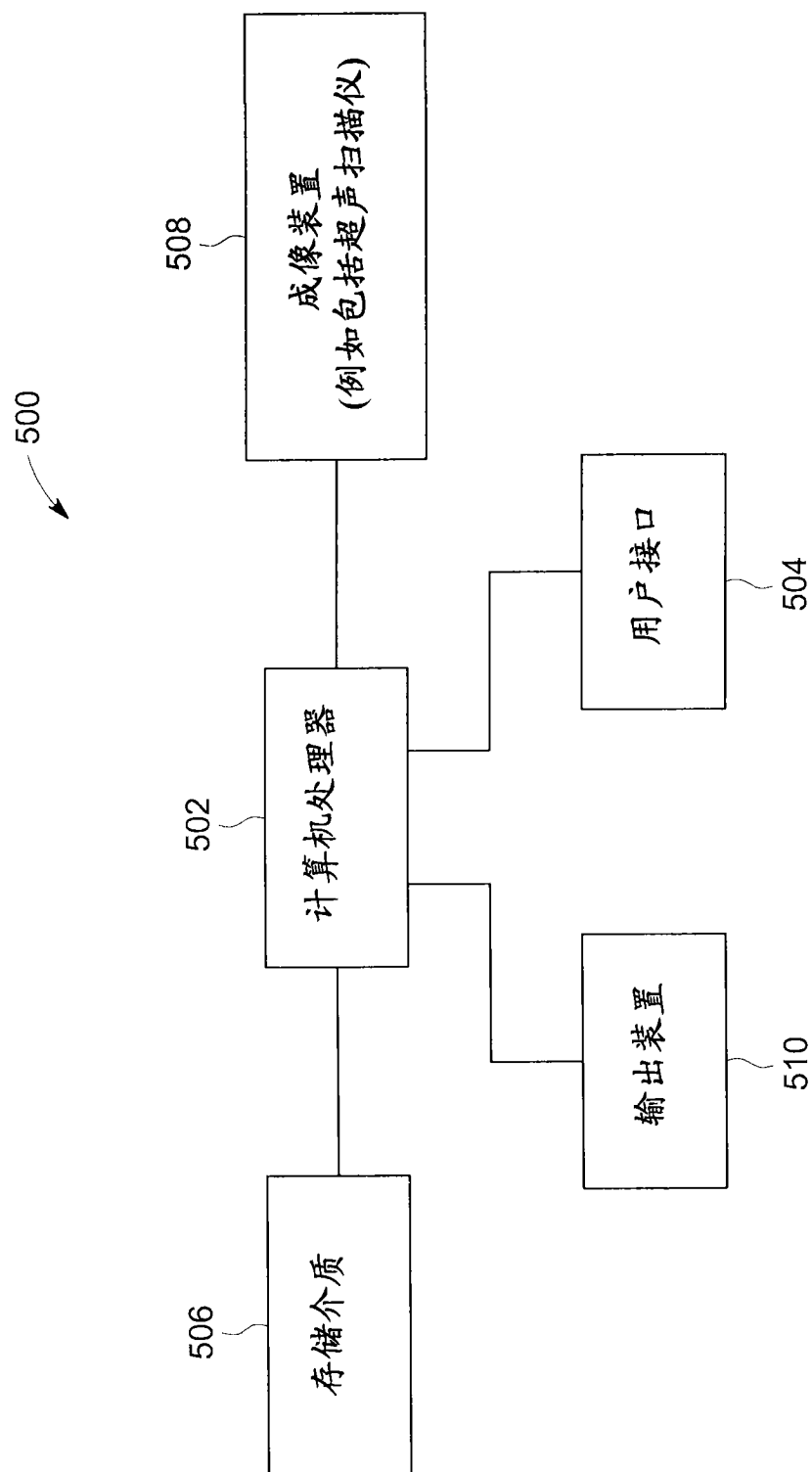


图 5

列示 1: 用于计算三角网的体积、重心以及协方差矩阵的 Matlab 代码

```

function [vol center cov] = MeshProperties (mesh)
% Calculates the following properties for a unstructured triangle surface mesh:
% mesh - triangle mesh
% vol - mesh volume (scalar)
% center - center of gravity (3 vector)
% cov - coveriance matrix (3x3 matrix)
% aggregated volume, center & cov. counters
v_sum = 0;
c_sum = zeros (3,1);
C_sum = zeros (3,3);

N = size (mesh.indices, 1);
for i = 1; N
    % triangle vertices
    v1 = mesh.vertices (mesh.indices ( i, 1) , :);
    v2 = mesh.vertices (mesh.indices ( i, 2) , :);
    v3 = mesh.vertices (mesh.indices ( i, 3) , :);
    % compute triangle properties
    [v c C] = TetraProp (v1',v2',v3');
    % assimilate results
    v_sum = v_sum + v; % partial volumes
    c_sum = c_sum + (v * c); % center is volume-weighte
    C_sum = C_sum + C; % non-centered covariance
end

% total volume is sum of partial volumes
vol = v_sum;
% center of gravity is volume-weighted sum of tetrahedr centers
center = c_sum/v_sum;
%  $E\{(x-\text{mean})^2\} = E\{x^2\} - E\{x\}^2$ 
% not 100% sure about "vol" division, but it gives realistic results
cov = (C_sum/vol) - (center*center');

Function [vol center cov] = TetraProp (v1, v2, v3)
% properties of a tetrahedron with v0=(0,0,0)
% code assumes (0,0,0) as cov. reference point

% canonical cov. for a (0,0,0), (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1) tetrahedron
C_can = 1/120*[2 1 1;
               1 2 1;
               1 1 2];
% transform. matrix
A = [v1 v2 v3];

vol = 1/6 * det(A);
center = (v1+v2+v3)/4; % div. by 4 due to (0,0,0) ref.
cov = det(A)*A*C_can*A';

```

图 6

列示 2: 用于基于协方差矩阵和长轴向量来计算球形度的 Matlab 代码

```
function spher = CovSphericity (cov, lax)
%% Compute covariance-based sphericity value
% cov - covariance matrix          (3x3 matrix)
% lax - long-axis vector           (3 vector)
% spher - computed sphericity index (scalar)
% compute two axes orthogonal to lax
c1 = cross (lax, [0 0 1]);
c2 = cross (lax, c1);
% orthogonal rotation matrix
ROT = [lax / norm(lax);
       c1 / norm(c1);
       c2 / norm(c2)];

% rotate cov. matrix to align to lax axis
cov = ROT*cov*ROT';

% spher ~ = vol/height^3
spher = det(cov) / (cov (1,1) ^3);
spher = sqrt (spher); % quad. to linear units
```

图 7

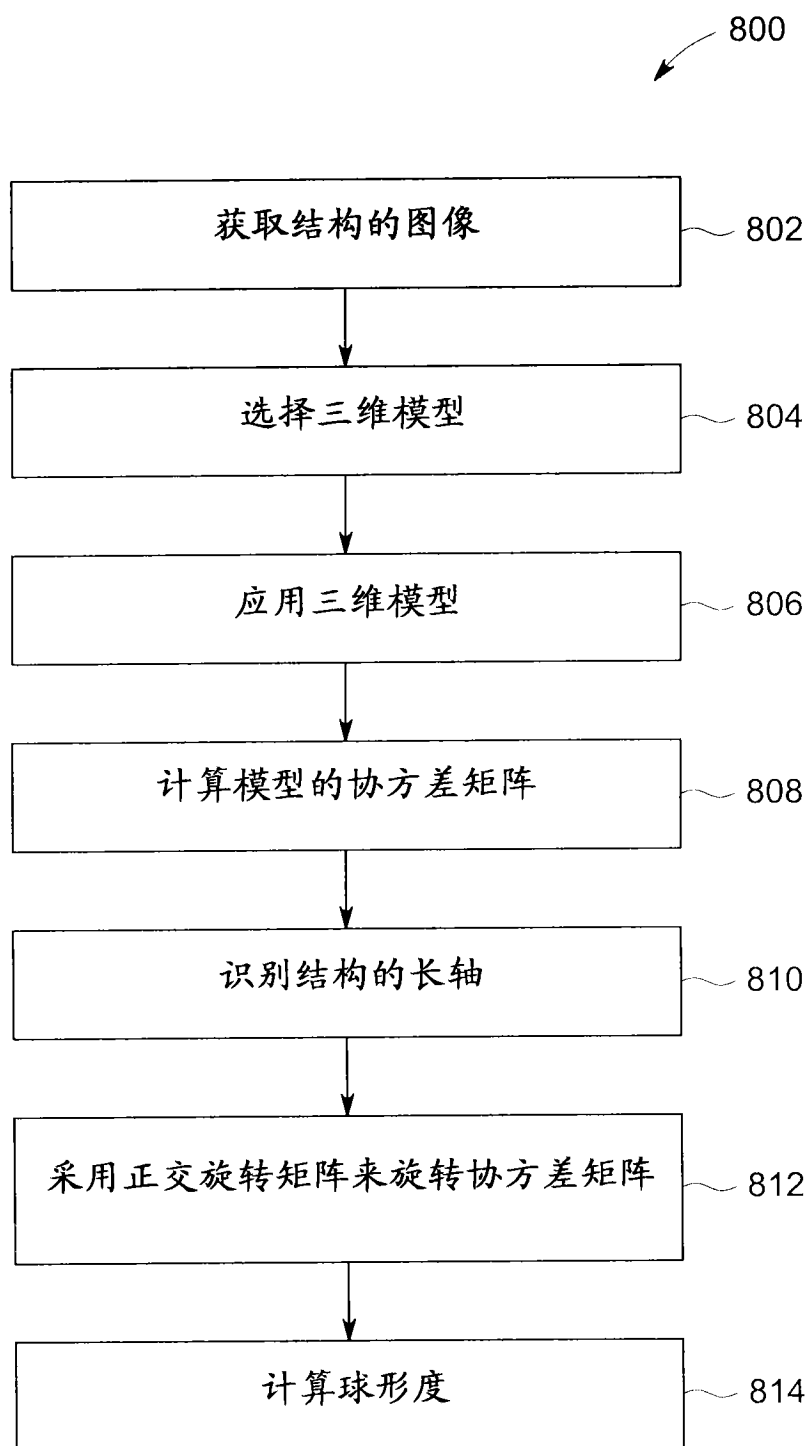


图 8

专利名称(译)	用于计算结构的球形度的方法		
公开(公告)号	CN102236895A	公开(公告)日	2011-11-09
申请号	CN201010623650.3	申请日	2010-12-27
[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	F奥尔德鲁德		
发明人	F· 奥尔德鲁德		
IPC分类号	G06T7/00 A61B5/103 A61B8/00		
CPC分类号	G06T2207/10132 A61B6/503 G06T7/604 G06T2210/41 A61B8/0883 G06T17/00 G06T2207/30048 G06T7/64		
代理人(译)	卢江		
优先权	12/774151 2010-05-05 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

结构的球形度可使用本文所述的技术来确定。用于确定球形度的系统(500)可包括计算机处理器(502)，它配置成计算结构的三维模型的协方差矩阵。处理器(502)可配置成使用协方差矩阵和关联于模型化的结构的长轴的长轴向量来计算结构的球形度。在某些实施例中，处理器(502)可配置成将球形度作为协方差矩阵的行列式与长轴方向的模型的立方长度之间的比率来计算。某些实施例可包括成像装置(508)、如超声扫描仪，它配置成捕获结构的图像，并且得到结构的模型。某些实施例可包括用户接口(504)，它配置成允许用户识别模型化的结构的长轴。

