(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109069119 A
(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201780026170.9

(22)申请日 2017.04.13

(30)优先权数据
16167041.9 2016.04.26 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.10.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/059018 2017.04.13

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/186518 EN 2017.11.02

(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 T·克林德 C·洛伦茨
I·韦希特尔-施特勒

(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 8/08(2006.01)
G06T 7/00(2017.01)

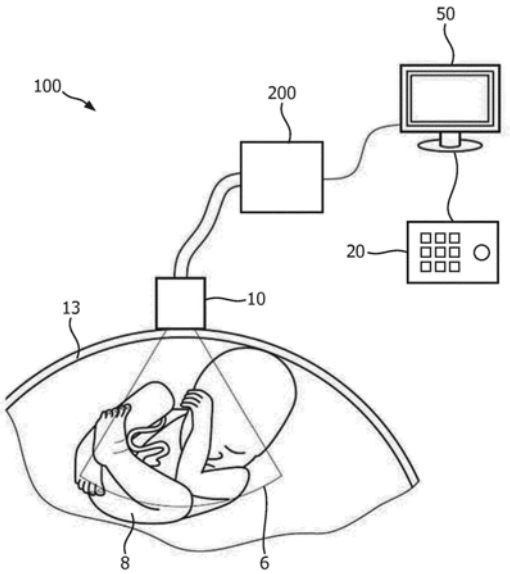
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

用于超声胎儿成像的3D图像合成

(57)摘要

本发明提供了一种改进的超声成像系统，其被布置为评估采集的3D图像数据的集合以提供胎儿的合成3D图像而不论胎儿的位置和移动如何。这通过一种超声成像系统来实现，所述超声成像系统包括：超声探头，其具有能操作用于在不同的观看方向采集包括胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧的超声换能器阵列；合成图像存储器，其用于存储所采集的多个3D超声图像帧和具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型；超声图像处理器，其对所述多个3D超声图像帧做出响应，所述处理器包括胎儿分割单元，所述胎儿分割单元被布置为基于所述关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧，由此提供所述体积区域的多个空间相关的3D图像；以及图像质量分析器，其被耦合到所述分割单元，并且被布置为基于所述关节连接胎儿模型来确定所述多个3D图像的总体置信度值，所述图像质量分析器还被布置为将所述总体置信度值与图像合成阈值进行比较。



CN 109069119 A

1.一种用于产生胎儿的空间合成图像的超声成像系统,包括:

输入部,其用于接收包括所述胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧,其中,每个3D超声图像帧借助于超声探头(10)在相对于所述胎儿的不同观看方向来采集;以及

超声图像处理器(30),其对所述多个3D超声图像帧做出响应,所述处理器被布置为:

存储所采集的多个3D超声图像帧和关节连接胎儿模型,其中,所述关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系,

基于所述关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧,其中,所述超声图像处理器还被布置为当检测到相较于所述多个3D超声图像帧中的另一3D图像帧的所述通用胎儿结构的变化时调整被应用到来自所述多个3D超声图像帧的3D图像帧的所述关节连接胎儿模型,

提供具有所述胎儿相对于所分割的图像的所述观看方向的识别的相对取向的所述体积区域的多个3D图像,并且

基于所述关节连接胎儿模型来分析所述多个3D图像的总体置信度值,所述图像质量分析器还被布置为将所述总体置信度值与图像合成阈值进行比较。

2.根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括:

空间图像组合器(38),其被布置为当所述总体置信度值在所述图像合成阈值之上时提供所述胎儿的空间合成3D图像,其中,所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的贡献来形成。

3.根据权利要求2所述的超声成像系统,其中,所述总体置信度值包括置信度值的空间组合,每个置信度值对应于来自所述多个3D图像的3D图像;并且

所述空间图像组合器被布置为提供所述胎儿的所述空间合成3D图像,其中,所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的所述3D图像的不同置信度值来加权。

4.根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括:用户接口,其被耦合到所述超声图像处理器并且对诊断协议的用户手动选择做出响应;并且其中,所述超声图像处理器还被布置为基于所述关节连接胎儿模型和所选择的诊断协议来分析所述多个3D图像的总体置信度值,所述图像质量分析器还被布置为将所述总体置信度值与图像合成阈值进行比较。

5.根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述多个3D超声图像帧还包括部分3D图像帧的汇集,每个部分3D图像帧对应于包括所述胎儿的一部分的所述体积区域。

6.根据权利要求5所述的超声成像系统,其中,所述超声图像处理器被布置为基于被包括在相应帧中的所述胎儿的所述部分来调整被应用到部分3D图像帧的所述关节连接胎儿模型。

7.根据权利要求1或6所述的超声成像系统,其中,所述超声图像处理器被布置为通过改变所述通用胎儿结构的关节-肢体关系来调整所述关节连接胎儿模型。

8.根据权利要求7所述的超声成像系统,其中,改变所述关节-肢体关系包括改变至少一个关节枢转位置和与所述枢转位置有关的至少一个肢体角度值。

9.根据权利要求6或8所述的超声成像系统,还包括:用户接口,其被耦合到所述超声图像处理器并且对所述3D图像帧中的至少一个锚定标志的用户手动识别做出响应,所述用户接口被布置为提供所述3D图像帧内的诸如关节枢轴的所识别的锚定标志的位置作为用于所述关节连接胎儿模型的所述调整的输入。

10.根据权利要求3所述的超声成像系统,其中,所述关节连接模型包括胎儿关节的集

合，其中，每个胎儿关节对应于给定胎儿姿态；并且

所述超声图像处理器被布置为基于在所述多个三维(3D)超声图像帧的所述采集期间发生的胎儿姿态改变来检测所述通用胎儿结构的所述变化。

11.根据权利要求10所述的超声成像系统，其中，所述图像质量分析器被布置为确定源自于利用相同胎儿关节分割的3D帧的所述3D图像的置信度值，所述置信度值相对于对应于源自于利用不同胎儿关节分割的3D帧的3D图像的置信度值相对更高。

12.根据权利要求1所述的超声成像系统，还包括显示器(50)，所述显示器被操作用于当所述总体置信度值在所述图像合成阈值之下时给出用户反馈。

13.根据权利要求2所述的超声成像系统，还包括显示器(50)，所述显示器被操作用于相对于所述体积区域显示所述合成3D图像和所述关节连接胎儿模型。

14.根据权利要求2所述的超声成像系统，还包括：

显示器(50)，其被布置为显示所述空间合成3D图像；以及用户接口(20)，其被耦合到所述超声图像处理器，所述用户接口被布置为使得所述用户能够基于所显示的空间合成3D图像来执行对所述胎儿的生物统计学测量。

15.根据权利要求1至14所述的超声成像系统，还包括被耦合到所述输入部的所述超声探头(10)，所述探头具有超声换能器阵列，所述超声换能器阵列能操作用于采集包括所述胎儿的体积区域的所述多个三维(3D)超声图像帧。

16.一种用于检查包括胎儿的体积区域的医学成像方法(300)，包括以下步骤：

-接收(301)具有所述胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧，其中，每个3D超声图像帧通过超声探头(10)在相对于所述胎儿的不同观看方向来采集，

-存储(302)所采集的多个3D超声图像帧和具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型，其中，所述关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系，

-基于所述关节连接胎儿模型来分割(303)每个3D图像帧；

-当检测到相较于所述多个3D超声图像帧中的另一3D图像帧的所述通用胎儿结构的变化时，调整(308)被应用到3D图像帧的所述关节连接胎儿模型；

-提供具有所述胎儿相对于所分割的图像的所述观看方向的识别的相对取向的所述体积区域的多个3D图像，

-提供(307)所述胎儿的空间合成3D图像，其中，所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的贡献来形成。

17.根据权利要求15所述的方法，还包括：

-将所述3D图像中的每个相对于所述通用胎儿结构进行加权和配准(306)，其中，提供所述胎儿的所述空间合成3D图像包括基于来自所述多个3D图像中的所述3D图像的加权贡献对所述合成3D图像的不同区域的形成。

用于超声胎儿成像的3D图像合成

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检查包括胎儿的对象的体积的超声成像装置，具体涉及被布置为将三维(3D)超声图像数据组合成胎儿的空间合成3D图像的超声成像装置。本发明还涉及用于将胎儿的3D超声图像数据组合成胎儿的空间合成3D图像的方法。

背景技术

[0002] 胎儿成像目前正在朝向3D超声成像发展。在胎儿的孕晚期中，超声换能器的视场不再覆盖整个胎儿，如在图1中图示的。因此，身体的不同部分被分开地采集(例如，脑部、腹部、股骨，参见图3)。为了得到一个合成视图，图像缝合或拼接是广泛用于2D成像的已知技术(例如，相机图片的全景观察)。

[0003] 对于图像合成的一个主要差异是在胎儿成像的情况下不是静态场景被成像而是在两次采集之间(有时甚至广泛地)移动的胎儿被成像的事实。这不仅妨碍图像合成(图像缝合)，而且会产生拼接不再可行或看似合理的情况(尤其在大的四肢运动的情况下)。在图4中图示了这种情况；其中，在图4A范例中，胎儿手臂位于肚子的前面，而在图4B范例中，手臂位于胎儿面部的前面。在这种情况下，通过空间地缝合在不同取向采集的图像的标准图像合成将不会提供良好质量的合成图像。

发明内容

[0004] 因此，本发明的目的是提供一种改进的超声成像系统，其被布置为评估采集的3D图像数据的集合以便提供胎儿的合成3D图像而不论胎儿的位置和移动如何。

[0005] 根据本发明的一个方面，一种用于产生胎儿的空间合成图像的超声成像系统，包括：

[0006] 输入部，其用于接收包括所述胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧，其中，每个3D超声图像帧通过超声探头在相对于所述胎儿的不同观看方向来采集；以及

[0007] 超声图像处理器，其对所述多个3D超声图像帧做出响应，所述处理器被布置为：

[0008] 存储所采集的多个3D超声图像帧和关节连接胎儿模型，其中，所述关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系，

[0009] 基于所述关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧，其中，所述超声图像处理器还被布置为当检测到相较于所述多个3D超声图像帧中的另一3D图像帧的所述通用胎儿结构的变化时调整被应用到3D图像帧的所述关节连接胎儿模型，

[0010] 提供具有所述胎儿相对于所分割的图像的所述观看方向的识别的相对取向的所述体积区域的多个3D图像；以及

[0011] 分析器，其被耦合到所述分割单元，并且被布置为基于所述关节连接胎儿模型来确定所述多个3D图像的总体置信度值，所述图像质量分析器还被布置为将所述总体置信度值与图像合成阈值进行比较。

[0012] 本发明的超声系统允许评估针对给定体积区域采集的胎儿的3D图像的总体质量。

这种评估通过基于在每个3D帧采集期间由胎儿采取的关节连接位置的合并的知识来确定多个3D图像的总体置信度值来完成。当分割每个超声3D帧时，在超声成像系统允许调整被应用到给定3D图像帧的关节连接胎儿模型的情况下，能够检测到相较于另一3D图像帧的给定3D帧中的通用胎儿结构的变化。在一些情况下，胎儿的相对取向可以在从一个3D图像到另一个3D图像的相反方向之间相当大地改变。对于这样的情况，重新采集一些3D图像帧比向用户给出低质量合成图像会更好。因此，系统的图像质量分析器被布置为将所确定的总体置信度值与图像合成阈值进行比较，在所述图像合成阈值之上胎儿的空间合成3D图像将提供对体积区域的改进的可视化。本发明的系统还可以包括当总体置信度值在图像合成阈值之下时通知用户的用户反馈能力。如果时间是限制因素，这为用户提供了执行额外3D图像帧采集或继续所选择的诊断协议的其余部分的额外灵活性。

[0013] 本超声系统的益处在于在3D图像帧的分割过程期间结合模型的随后调整来使用包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系的关节连接胎儿模型。这允许超声系统自动评价在多个三维(3D)超声图像帧的采集期间可能已经发生的胎儿姿态改变的程度。如果通用胎儿结构在随后采集的帧之间相当大地改变使得模型的调整引起多个3D图像的总体置信度值的减小，则用户可以被通知。

[0014] 根据本发明的另一方面，所述超声成像系统还包括空间图像组合器，所述空间图像组合器被布置为当所述总体置信度值在所述图像合成阈值之上时提供所述胎儿的空间合成3D图像，其中，所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的贡献来形成。

[0015] 根据本发明的又一方面，提供了一种用于检查包括胎儿的体积区域的医学成像方法，包括以下步骤：

[0016] -接收包括所述胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧，其中，每个3D超声图像帧从超声探头在相对于所述胎儿的不同观看方向来采集，

[0017] -存储所采集的多个3D超声图像帧和具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型，其中，所述关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系；

[0018] -基于所述关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧；

[0019] -当检测到相较于所述多个3D超声图像帧中的另一3D图像帧的所述通用胎儿结构的变化时，调整被应用到3D图像帧的所述关节连接胎儿模型；

[0020] -提供具有所述胎儿相对于所分割的图像的所述观看方向的识别的相对取向的所述体积区域的多个3D图像；并且

[0021] -提供所述胎儿的空间合成3D图像，其中，所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的贡献来形成。

[0022] 在从属权利要求中定义了本发明的优选实施例。应当理解，所要求保护的方法具有与所要求保护的设备并且与在从属权利要求中定义的类似和/或相同的优选实施例。

[0023] 本发明还提出了生成具有改进的图像质量的胎儿的合成3D图像的新颖方式。建议的方式朝向在所采集的3D图像帧之间的胎儿移动是鲁棒的。根据本发明的超声系统允许甚至补偿极大的胎儿移动，其中，胎儿身体的可变部分可以相对于身体改变其相对位置，并且提供该胎儿的改进的合成3D图像。这通过合并关于在每个3D帧采集期间由胎儿采取的关节连接位置的知识来实现。关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系，这样能够评价胎儿移动集合的特性和其对总体图像质量的影响。这些移动能够包括相对较

小的姿态变化，诸如关节-肢体移动或胎儿取向到相反方向的改变。这种知识使得本发明的超声系统能够提供多个3D超声图像，其中，胎儿相对于观看方向的相对取向针对每个3D帧来识别。另外，一旦总体置信度值在图像合成阈值之上，该系统就被布置为生成空间合成3D图像，其中，不同的区域基于来自多个3D超声图像的贡献来形成。因此，胎儿的高质量合成超声图像能够以低技术努力被实时提供，使得超声图像的采集更舒适并且质量得以增加。

[0024] 在本发明的又一实施例中，所述总体置信度值包括置信度值的空间组合，每个置信度值对应于来自所述多个3D图像的3D图像，并且所述空间图像组合器被布置为提供所述胎儿的所述空间合成3D图像，其中，所述合成3D图像的不同区域基于来自所述多个3D图像的所述3D图像的不同置信度值来加权。

[0025] 在该实施例中，该系统能够相对于定义的通用胎儿结构确定针对不同3D帧的置信度值。图像质量分析器还可以分析每个采集的3D帧的图像质量，并且基于该分析来确定对应的置信度值。在该实施例中，该系统提供了合成3D图像，其中，对3D图像的每个贡献根据其置信度值来加权。因此，能够减少由于伪影的错误临床诊断，并且增加胎儿超声成像的可靠性。

[0026] 在另一实施例中，所述多个3D超声图像帧还包括部分3D图像帧的汇集，每个部分3D图像帧对应于包括胎儿的一部分的体积区域。

[0027] 该实施例考虑不是在所有采集的3D超声帧中胎儿都将被完全可视化的可能性。这些部分3D图像帧将仅包括胎儿的一部分。

[0028] 在又一实施例中，所述超声图像处理器包括胎儿分割单元，所述胎儿分割单元被布置为基于被包括在相应帧中的所述胎儿的所述部分来调整被应用到所述部分3D图像帧中的每个的所述关节连接胎儿模型。

[0029] 通过根据在部分帧中的每个中可视化的胎儿解剖结构的部分来调整用于分割的关节连接模型，该实施例提供对合成3D图像质量的进一步改进。该步骤允许更精确地确定对应于源自于部分3D图像帧的相应3D图像的置信度值。关节连接胎儿模型的调整可以例如包括改变通用胎儿结构的关节-肢体关系。

[0030] 在又一实施例中，所述系统还包括用户接口，所述用户接口被耦合到所述超声图像处理器并且对所述3D图像帧中的至少一个锚定标志的用户手动识别做出响应，所述用户接口被布置为提供所述3D图像帧内的诸如关节枢轴的所识别的所述锚定标志的位置作为用于所述关节连接胎儿模型的所述调整的输入。

[0031] 该实施例使得该系统能够使用用户的输入用于关节连接胎儿模型的调整。用户能够识别3D图像帧内的锚定标志。手动输入的可能性可以促进对关节连接胎儿模型的更精确且快速的调整。

[0032] 在又一实施例中，所述超声图像处理器包括图像质量分析器，所述图像质量分析器被布置为确定源自于利用相同胎儿关节连接分割的3D帧的3D图像的置信度值，所述置信度值相对于对应于源自于利用不同胎儿关节连接分割的3D帧的3D图像的置信度值相对更高。

[0033] 改进的合成3D图像能够通过组合具有相同胎儿姿态的3D图像(具有相同关节的胎儿图像)来实现。因此，该实施例的优点是具有(由于帧采集之间中的胎儿移动)与用于合成3D图像的给定胎儿结构不同的胎儿结构的3D图像能够被识别，并且被给予低置信度值。具

有这些相对低的置信度值的3D图像的权重将会在合成3D图像中被相应地降低。

[0034] 在另一实施例中，该系统还包括显示器，所述显示器被操作用于相对于所述体积区域显示所述合成3D图像和胎儿的参考取向模型。

[0035] 该实施例也通过显示胎儿的参考取向模型来改进合成3D图像的可视化。参考取向模型能够被示出在靠近合成3D图像的单独窗口中；或者被叠加到合成3D图像上。这样用户可以得到胎儿位置和其相对于探头的取向的更好空间感觉。

[0036] 在另一实施例中，所述系统还包括用户接口，所述用户接口被耦合到所述超声图像处理器，所述用户接口被布置为使得所述用户能够基于所显示的空间合成3D图像来执行对所述胎儿的生物统计学测量。

[0037] 根据本发明提供的改进质量的合成3D图像使得该系统能够为用户提供执行在产科超声中使用的胎儿的更精确生物统计学测量的可能性。

附图说明

[0038] 本发明的这些和其他方面将参考下文描述的(一个或多个)实施例变得显而易见并将参考下文描述的(一个或多个)实施例得以阐述。在以下附图中：

[0039] 图1示出了用来扫描包括胎儿的患者身体的体积的超声成像系统的示意性表示；

[0040] 图2示出了在不同观看(观察)方向上采集的包括胎儿的体积区域的不同超声帧的示意性图示；

[0041] 图3示出了在不同观看(观察)方向上采集的包括胎儿的体积区域的不同部分3D帧的示意性图示；

[0042] 图4A-B示出了胎儿的不同关节连接结构；

[0043] 图5以方框图形式图示了根据本发明的原理构建的超声诊断成像系统；

[0044] 图6图示了胎儿的关节连接模型的表示；

[0045] 图7图示了用于本发明的实施方式中的采集的3D图像帧存储的双端口存储器；

[0046] 图8A-B示出了具有识别的锚定标志的胎儿的代表性医学图像；

[0047] 图9图示了向用户显示的胎儿的参考取向模型；并且

[0048] 图10图示了根据本发明的方法的流程。

具体实施方式

[0049] 图1示出了根据一实施例的由100大体表示的超声成像系统的示意性图示。超声成像系统100被应用于检查解剖部位的体积区域，解剖部位具体地包括患者13(包括胎儿8)的解剖部位。超声成像系统100包括具有至少一个换能器阵列的超声探头10，所述至少一个换能器阵列具有用于发射和/或接收超声波的多个换能器元件。换能器元件优选以二维(2D)阵列方式进行布置，所述二维(2D)阵列被构建为电子地操纵体积区域内的超声波束使得所述区域的三维超声图像帧被提供。备选地，阵列可以是被构建为被机械地操纵通过体积区域以便提供三维超声图像帧的一维阵列(1D)。探头10适于在特定方向上发射超声波，并且从形成针对超声探头10的给定3D图像帧的视场6的特定方向接收超声波。

[0050] 在图1中示出的实施例中，患者13是怀孕的人，其中，要被检查的解剖对象是胎儿8，其部分被设置在视场6中。

[0051] 由于胎儿表示非静态对象，其位置从一个3D图像帧到另一个3D图像帧会发生改变。此外，由于组织中的超声传播的物理性质，视场6中的某些区域不能反映胎儿8的解剖结构，因为一些区域会被超声传播路径内的其他解剖结构遮住或遮蔽。另外，在胎儿的孕晚期，超声换能器的视场6不再包括整个胎儿身体。如在下文中描述的，根据本发明的超声系统100能够评估针对给定诊断协议采集的3D图像帧的总体质量。一旦由总体置信度值表示的评估的质量足以用于胎儿的合成3D图像的生成，本发明的超声系统就被布置为通过组合源自于在不同观察方向采集的多个3D图像帧的3D超声图像来产生合成3D超声图像使得能够减少图像质量缺陷的数量。

[0052] 产科检查中常见的是，由探头10在不同的探头位置或操纵的波束的角度的情况下采集的超声数据导致在其质量上具有变化因此表示诊断中的不同置信度水平的超声图像帧。超声成像系统100可以包括探头或接收由探头10采集的超声图像数据的输入部。该系统还可以包括超声成像装置200，诸如控制单元，其控制经由超声系统100对超声图像的提供。如将会在下面进一步解释的，超声成像装置200可以通过输入部从超声探头10的换能器阵列接收超声图像数据，并且提供从胎儿8的不同超声数据集导出的合成三维(3D)超声图像。

[0053] 超声成像系统100还可以包括显示器50，用于显示从超声成像装置200接收的超声图像。更进一步地，可以提供用户接口20，其可以包括键或键盘和输入设备，并且可以被连接到显示器50或被直接连接到超声成像装置200。

[0054] 在图2中，示出了用于解释从相对于包括胎儿8的体积区域的不同观察方向对超声图像帧的采集的示意性透视图。探头10如通过箭头25指示的那样围绕患者的身体13移位，以便从不同的观察方向采集不同的超声帧26、28，使得胎儿8在视场6、6’内被不同地取向。假如胎儿在探头的移位期间移动，这些3D帧可以捕获胎儿的不同姿态，并且由于能够减少超声波的传播方向，帧还可以包括被遮住或遮挡的不同区域。在备选工作流实施例中，在相对于胎儿的不同观看方向对多个图像的采集可以借助于在相对于患者身体的固定探头位置处执行的(电子的或机械的)超声波束操纵来实现。

[0055] 为了提供高质量的超声图像，超声成像装置200被布置为基于在视场6、6’中识别的不同空间参考将不同观看(观察)方向的不同超声帧26、28组合成合成3D超声图像。空间参考基于胎儿8的分割的解剖结构来识别，如在下文中详细地描述的。

[0056] 参考图3，超声探头10能够采集被指示为1、2、3和4并且对应于相对于胎儿的不同观看方向的多个3D超声图像帧。所有帧或这些帧中的一些(汇集)可以是部分3D图像帧，其中，部分帧中的每个包括胎儿的一部分，如在图3中示出的。这些部分3D图像帧包括被包括在针对给定观看方向的视场中的胎儿的特定解剖结构的图像数据。这种情况经常会发生在孕晚期中当胎儿尺寸可能大于探头的视场时。

[0057] 取决于通过给定帧的视场可视化的胎儿解剖结构的一部分，3D图像帧可以在其图像质量上改变。此外，胎儿姿态(关节)从帧到帧会发生改变，如在图4A-B中图示的。如下面在图5中详细地描述的，本发明的超声系统允许生成具有改进的图像质量的胎儿的合成3D图像，其朝向采集的3D图像帧之间的胎儿移动是鲁棒的。超声系统100包括合成图像存储器32，所述合成图像存储器被布置为存储所采集的多个3D超声图像帧的数据和具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型。

[0058] 关节连接胎儿模型考虑总体取向的变化性和胎儿身体的关节连接群丛。该模型覆

盖胎儿骨骼解剖结构的最重要的关节，并且定义每个关节的自由度(包括运动范围(最小/最大角度))。模型的实施通常使用关节(j)-肢体(L)关系来完成。通过定义通用胎儿结构，包括胎儿的三维数据集能够被分割。在图6中在合成范例上图示了该构思。关节连接模型给予每个关节相应的关节连接参数(旋转点和角度)，并且因此定义总体群丛。在该模型中可以使用以下假设。每个肢体带有形状，每个肢体能够是可伸缩的，能够具有父关节，能够具有一系列子关节。每个关节能够是枢纽或球形关节，具有静态肢体(相对于该关节)，具有柔性肢体。因此，关节能够通过旋转点、旋转轴和角度值的最小值/最大值来定义。胎儿位置通过定义相应关节的位置和旋转参数的坐标系来给出。基于该输入，医学图像中的实际胎儿姿态位置(关节)能够使用逆向运动学来适合期望位置而确定。当求解该逆问题时，考虑每个关节的自由度。

[0059] 图5示出了根据本发明构建的超声成像系统100的详细示意性方框图。包括换能器阵列12的探头10在由虚线矩形和平行四边形指示的图像场内以不同方向发射波束。在该范例中，在附图中指示了形成多个图像帧的三组扫描线，被标记为A、B和C，其中，每组以相对于探头的不同角度被操纵。相比于在图3中图示的范例，其中，被指示为1、2、3和4的3D帧通过移位探头10来采集(类似于图2中的情况)，在图5中被标记为A、B和C的3D图像帧通过电子操纵的超声波束来采集。波束的发射通过发射器14来进行控制，所述发射器控制阵列换能器的每个元件的变相和致动时间，以便从沿着阵列的预定原点并且以预定角度发射每个波束。从沿着每个扫描线返回的回波由阵列的元件接收，如通过模数转换被数字化，并且被耦合到数字波束形成器16。数字波束形成器对来自阵列元件的回波进行延迟和求和，以沿着每个扫描线形成聚焦的相干数字回波样本的序列。发射器14和波束形成器16在系统控制器18的控制下进行操作，所述系统控制器转而对由超声系统的用户操作的用户接口20上的控制的设置做出响应。系统控制器控制发射器以期望的角度发射期望数量的扫描线组，发射能量和频率。系统控制器还控制数字波束形成器适当地延迟和组合针对所使用的孔径和图像深度接收的回波信号。扫描线回波信号通过可编程数字滤波器22来进行滤波，所述可编程数字滤波器定义感兴趣频带。当成像谐波造影剂或执行组织谐波成像时，滤波器22的通带被设置为通过发射带的谐波。经滤波的信号然后由检测器24来检测。在优选实施例中，滤波器和检测器包括多个滤波器和检测器，使得接收的信号可以被分成多个通带，被个体地检测并且被重新组合以通过频率合成来减少图像斑点。对于B模式成像，检测器24将会执行对回波信号包络的幅度检测。对于多普勒成像，全体回波针对图像中的每个点进行汇集，并且被多普勒处理以估计多普勒频移或多普勒功率强度。

[0060] 根据本发明的原理，数字回波信号在超声图像处理器30中通过空间合成来进行处理。在图5中示出的实施例中，超声图像处理器包括合成图像存储器32单元。在其他系统的实现中，该单元也能够位于处理器30外部。合成图像存储器32是3D帧存储缓冲器，并且能够被实施为能够同时写入和读取的双端口存储器160(图7)。这种R/W存储器的使用使得通过换能器阵列和波束形成器采集的新3D超声图像帧能够被写入R/W存储器的区域中同时之前存储在存储器中的其他3D图像帧的数据被读出和分析。对新切片图像数据到存储器160内的写入由写地址控制器162a来进行控制，而切片图像数据从存储器中的其他位置的读取在写地址控制器162b的控制下。该实施例图示了可以如何执行实时图像分析和合成。合成图像存储器单元32还存储具有定义的通用胎儿结构的关节连接胎儿模型。

[0061] 超声图像处理器可以包括分割单元34，所述分割单元被布置为基于存储在存储器单元32中的关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧。分割单元34进行建模由此提供源自于体积区域的多个3D帧(如在图5中图示的A、B和C或如在图3中图示的1、2、3、4)的多个3D图像，其中，胎儿相对于观看方向的相对取向针对每个3D图像进行识别。被链接到3D图像的胎儿的相对取向给出了所采集的3D帧之间的空间关系。分割单元34还允许当检测到相较于多个3D图像帧中的另一3D图像帧的通用胎儿结构的变化时调整被应用到不同3D图像的关节连接胎儿模型。关节连接胎儿模型包括通用胎儿结构和至少一个关节-肢体关系，这样能够评价胎儿移动集合的特性和其对总体图像质量的影响。这些移动能够包括相对较小的姿态变化，诸如关节-肢体移动或胎儿取向到相反方向的改变。

[0062] 该多个空间相关的3D图像可以由图像质量分析器34进行进一步处理，所述图像质量分析器被布置为确定多个3D图像的总体置信度值。所采集的3D帧的图像质量从一个观看到另一个观看会发生改变。超声图像处理器30使得超声系统100能够自动评价在多个三维(3D)超声图像帧的采集期间可能已经发生的胎儿姿态改变的程度。如果通用胎儿结构在随后采集的帧之间相当大地改变使得模型的调整引起多个3D图像的总体置信度值的减小，则用户可以被通知。对于给定3D帧，由于发射并反射的回波信号的变化，胎儿的一些解剖特征可能不太显著。因此，取决于用户选择的涉及特定胎儿解剖结构观察(例如，神经声波图)的诊断协议，质量分析器34可以对那些3D图像指示相对低的置信度值，其中，特定解剖结构不被完全可视化。虽然对应于具有相当显著的特定解剖结构的帧的3D图像可以被指示相对高的置信度值。相较于现有技术系统，质量分析通过将胎儿关节连接知识实施到分割步骤内来改进。进一步地，质量分析器34还被布置为识别在3D帧采集之间或期间可能发生的潜在胎儿移动。如果针对给定3D图像帧的胎儿结构相较于针对多个3D图像帧的其余部分识别的通用胎儿结构改变，则质量分析器34对其中识别到移动的3D图像指示相对低的置信度值。因此，源自于利用相同胎儿关节分割的3D帧的3D图像相较于源自于利用不同胎儿关节分割的3D帧的3D图像具有相对更高的置信度值。由分析器34确定的多个3D图像的总体置信度值是基于源自于3D图像帧的置信度值的空间组合的，其中，每个值对应于来自多个3D图像的3D图像。为了获得总体置信度值，这些置信度值可以通过体积区域来求和或平均。图像质量分析器34还被布置为将所确定的总体置信度值与图像合成阈值进行比较。该阈值能够反映下限，在该下限之下空间合成3D图像将不能提供用于诊断的改进的质量。阈值能够通过选择的诊断协议和针对通过所述协议执行的特定胎儿解剖结构(预期要在检查期间被可视化的解剖特征)的观察而设置的图像质量要求来定义。因此，当不同的诊断协议被选择时，由超声图像处理器提供的总体置信度值可以针对相同的多个3D图像帧而不同。本发明的系统在图像质量评价方面具有额外的灵活性，其中，所采集的多个图像的诊断目的被自动考虑。虽然对于一些诊断协议来说在采集期间发生胎儿移动会影响诊断的质量；但是对于其他诊断协议来说相同的移动将不会具有相当大的影响。

[0063] 当总体置信度值被确定为在图像合成阈值之下时，本发明的超声系统被布置为向用户提供指示所采集的3D帧的质量不足以用于3D图像合成的反馈。在该阶段，用户能够决定是否再次执行3D帧采集或继续协议中的下一次3D帧采集。在质量分析之后，3D图像通过空间图像组合器38被空间地合成。组合可以包括求和、平均、峰值检测或其他组合手段。组合器被布置为提供胎儿的空间合成3D图像，其中，所述合成3D图像的不同区域基于来自多

个3D图像的贡献来形成。被组合的图像也可以在过程的该步骤中进行组合之前基于其置信度值来加权。具有与给定胎儿结构不同的胎儿结构的3D图像和/或具有不太显著的期望胎儿解剖结构的3D图像将会具有低置信度值。这些3D图像的权重可以在合成3D图像中被相应地降低。因此，提供了胎儿的改进质量的合成3D图像。由于伪影要被减少并且胎儿超声成像的可靠性要被增加，这将会导致错误的临床诊断。

[0064] 最后，后处理由处理器来执行。处理器将组合的值归一化到值的显示范围。这种处理能够最容易地通过查找表来实施，并且能够同时执行合成的值的范围到适合于显示合成图像的值的范围的压缩和绘制。合成过程可以在估计数据空间中或在显示像素空间中被执行。除了后处理，光线能够以光线投射的方式被数学地投影通过多个3D图像用于体积绘制。本发明的空间合成3D图像提供了适合于胎儿的体积绘制的改进的图像质量数据。在优选实施例中，扫描转换在合成过程之后由扫描转换器40来完成。合成图像可以以估计或显示像素形式被存储在Cineloop®存储器42中。如果以估计形式被存储，当从Cineloop存储器重放用于显示时，图像可以被扫描转换。扫描转换器和Cineloop存储器还可以用来绘制空间合成图像的三维表示，如在美国专利No.5,485,842和5,860,924中描述的。在扫描转换之后，空间合成图像被视频处理器44处理用于显示，并且被显示在图像显示器50上。

[0065] 合成3D图像的质量的改进能够通过调整被应用到不同3D图像的关节连接胎儿模型来实现。这在多个3D图像帧具有对应于包括胎儿的一部分的体积区域的部分3D图像帧的汇集的情况下是有益的。在这种情况下，胎儿分割单元检测这些部分帧，并且基于被包括在该帧中的胎儿的部分(解剖结构)来针对部分帧调整关节连接模型。

[0066] 在该实施例中，关节连接模型调整包括找到将模型适合由部分图像采集的解剖信息的总体群丛(对于所有关节，正确参数集，诸如旋转角度)。调整模型的一种可能性是通过(经由用户接口20)向用户提供手动地识别图像中的锚定标志(例如，关节枢轴)。该标志还被用作用于分割单元34的输入，用于针对每个特性调整关节连接胎儿模型。针对图8A和8B中的磁共振图像示出了关节连接模型调整的范例。这些图图示了针对锚定标志对群丛模型的调整。这些标志(十字形记号)能够被手动地或自动地识别。通过针对标志调整模型，找到在图9中图示的总体结构。

[0067] 利用在关节连接模型中捕获的先前知识，还能够甚至在一些标志被不正确地设置/丢失的情况下，通过确保所确定的结构与模型一致来调整模型。类似的工作流能够针对在部分3D图像中使用的关节连接模型调整来执行。

[0068] 取决于精确的给定问题，模型调整能够以若干方式来完成。例如，每个肢体能够存在检测到的多个标志，标志能够是标记的或未标记的(即标志属于哪个解剖结构是已知的)，或检测到的标志能够具有该标志有多大可能属于解剖结构的概率。独立于精确问题，调整将会以分层方式来执行。从根部开始，每个肢体连续地执行调整，并且在每个步骤中，变换被估计使得当前肢体与找到的标志匹配。此外，对于变换的估计，存在各种可能性，例如，找到在肢体中定义的标志与对应的目标标志或迭代优化之间的距离的平方和的闭式解。

[0069] 合成3D图像可以与用于胎儿的其合成的关节连接胎儿模型一起显示。备选地，合成3D图像可以与体积绘制的胎儿图像一起显示。关节连接胎儿模型(或绘制的体积图像)能够被示出在靠近合成3D图像的单独窗口中；或者被叠加到合成3D图像上。这样用户可以得

到胎儿位置和其相对于探头的取向的更好空间感觉。

[0070] 显示还可视化所述合成3D图像的不同区域内的置信度值分布。置信度值分布能够例如由颜色指示给出，其中，色度将会从对应于由具有较低置信度值的3D图像合成的区域的红色改变为由具有较高置信度值的3D图像合成的区域的绿色。给予用户视觉地评估总体合成3D图像的机会。如果合成图像中的特定区域基于具有低置信度值的图像来合成，则用户总是能够决定执行新的3D帧采集。

[0071] 在图10中，图示了根据本发明的方法300的工作流程图。在步骤301中，采集包括胎儿的体积区域的多个3D超声图像帧；备选地，超声系统可以经由输入部接收多个3D超声图像帧。每个3D超声图像帧在相对于胎儿的不同观看方向来采集。在步骤302中，所采集的多个3D超声图像帧与具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型一起被存储在合成图像存储器32中。在步骤303中，基于关节连接胎儿模型来执行对每个3D图像帧的分割。在该步骤中，执行具有胎儿相对于所分割的图像的观看方向的识别的相对取向的体积区域的多个3D图像。除了分割，在步骤308中执行对相较于多个3D图像帧中的另一3D图像帧的3D帧的通用胎儿结构的变化的检测，进一步地在该步骤中，用于每个部分帧的关节连接模型能够基于被包括在所述帧中的胎儿解剖结构的部分来调整。

[0072] 在步骤304中，该系统基于关节连接胎儿模型来确定总体置信度值。将总体置信度值与图像合成阈值进行比较。如果总体值在图像合成阈值之下，则在步骤305中，该系统向用户给出通知用于3D图像合成的目的的低质量3D帧被采集的反馈。在该阶段，用户能够决定从头开始重复步骤的序列。如果总体值在图像合成阈值之上，则在步骤306中，该系统可以将3D图像中的每个相对于通用胎儿结构进行加权和配准。

[0073] 并且最后，在步骤307中，提供胎儿的空间合成3D图像。在该空间合成3D图像中，不同的区域基于来自多个3D图像的贡献来形成。在步骤306被执行的情况下，胎儿的空间合成3D图像将包括基于在步骤306中确定的来自3D图像的加权贡献对所述合成3D图像的不同区域的形成。

[0074] 尽管已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明，但是这样的说明和描述应当被认为是说明性或示范性的，而非限制性的；本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、说明书以及权利要求书，在实践请求保护的发明时能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0075] 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。单个元件或其他单元可以实现在权利要求中记载的若干项的功能。尽管某些措施被记载在互不相同的从属权利要求中，但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

[0076] 计算机程序可以被存储/分布在合适的介质上，例如与其他硬件一起或作为其他硬件的部分供应的光学存储介质或固态介质，但是也可以被以其他形式分布，例如经由互联网或其他有线或无线的电信系统。

[0077] 权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

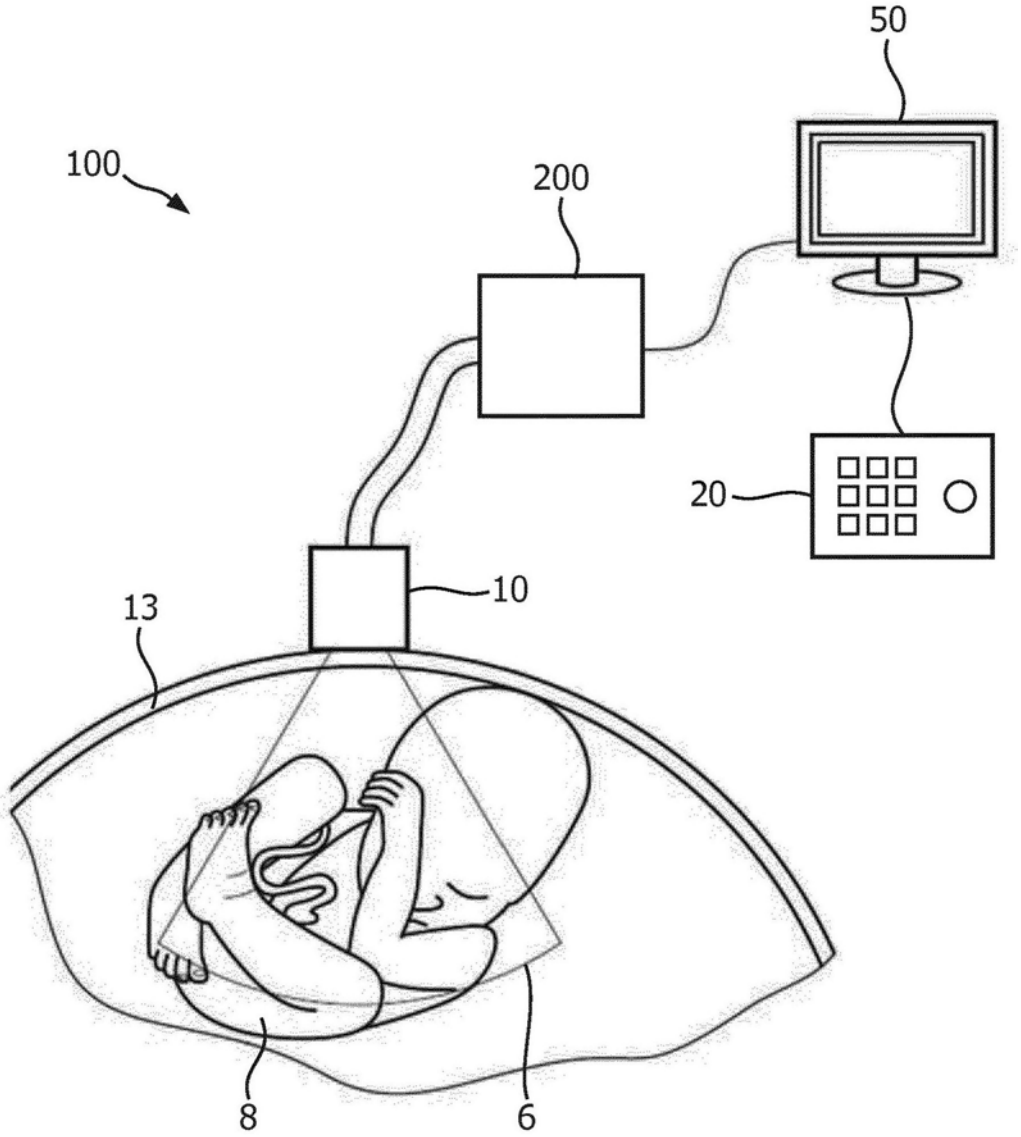


图1

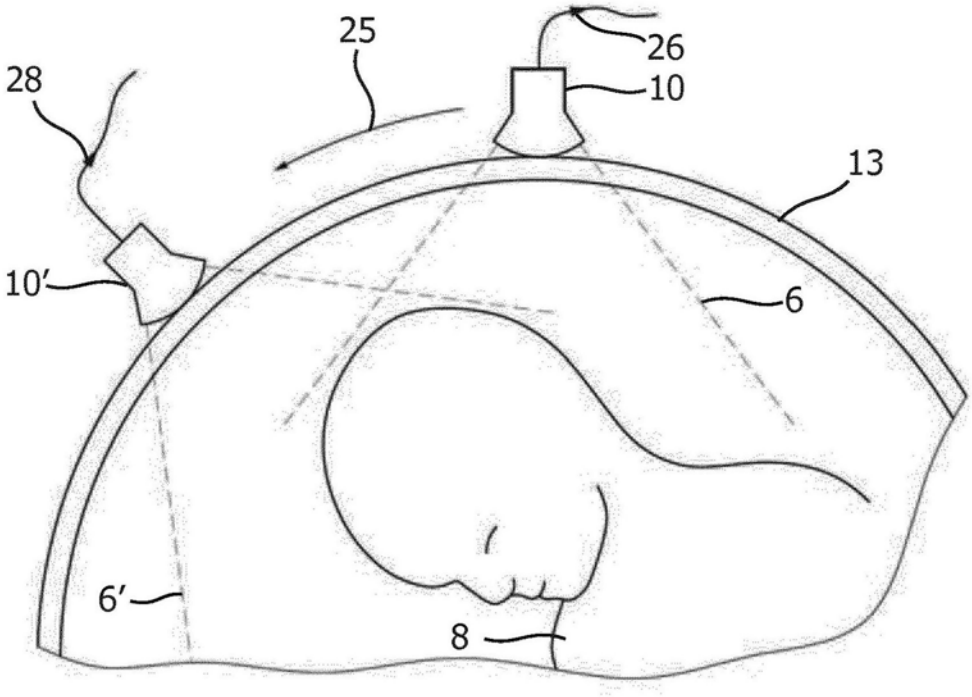


图2

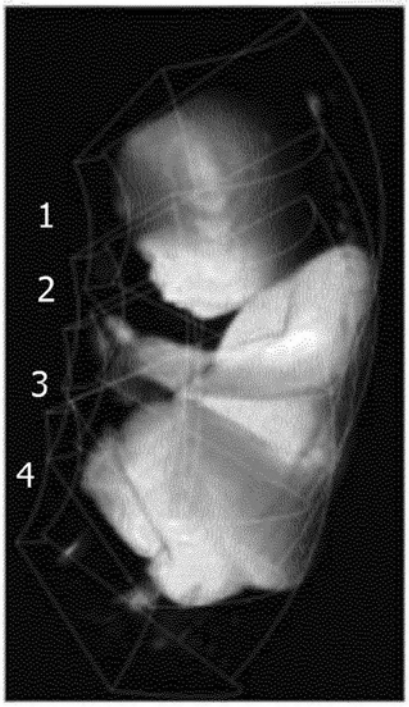


图3

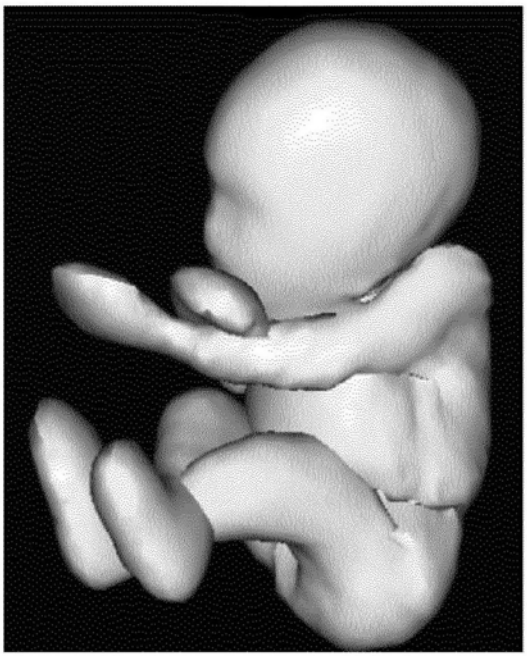


图4A

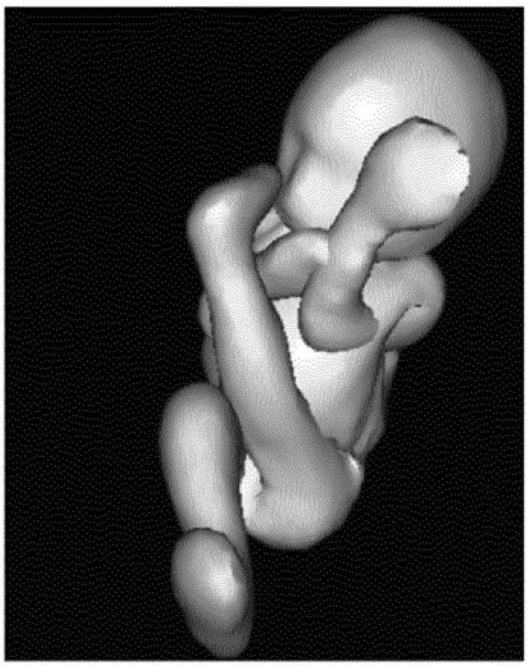


图4B

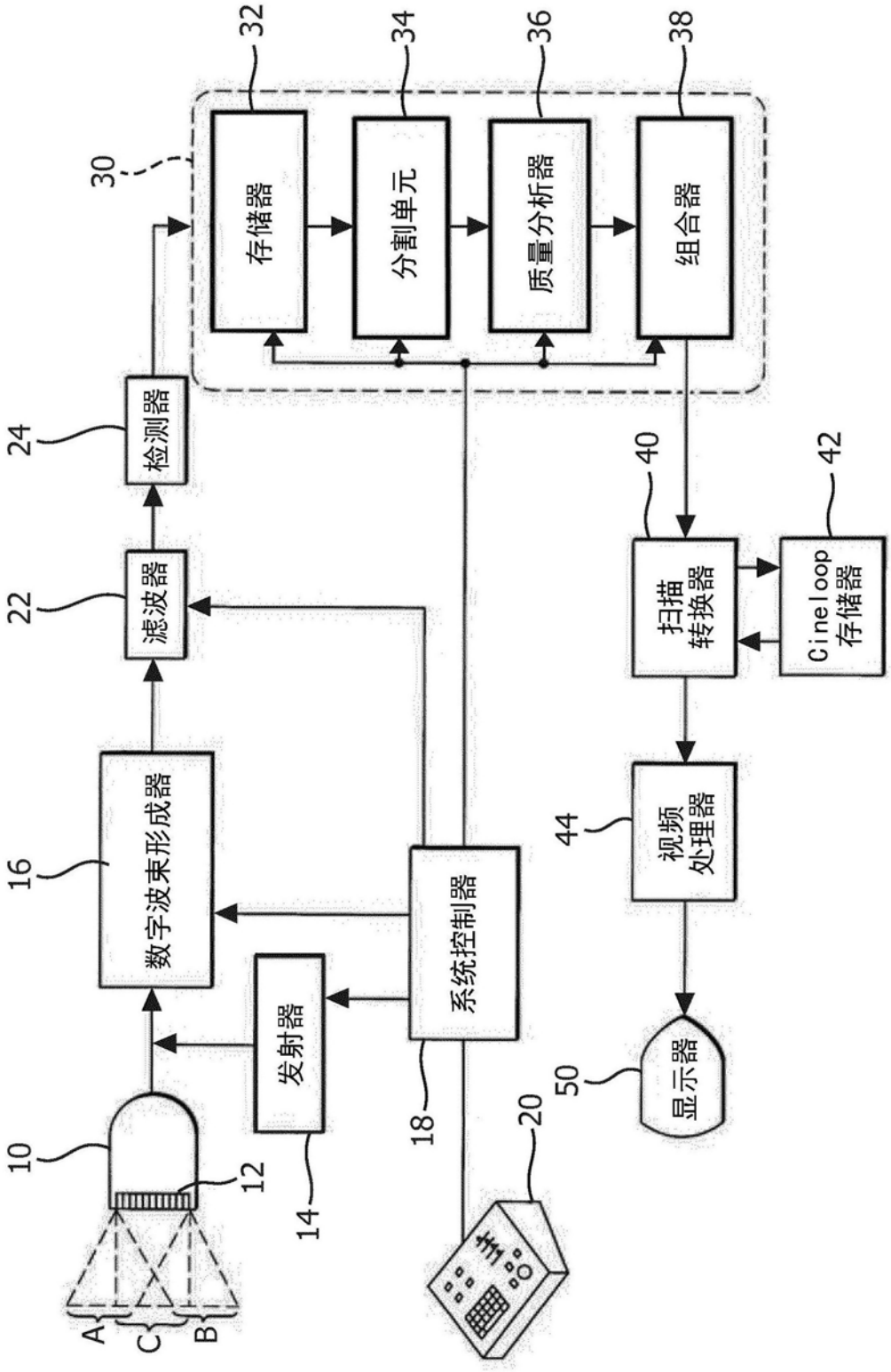

10
12
14
16
18
20
22
24
30
32
34
36
38
40
42
44
50
A
C
B
发射器
数字波束形成器
系统控制器
滤波器
检测器
存储器
分割单元
质量分析器
组合器
扫描转换器
Cineloop存储器
视频处理器
显示器

图5

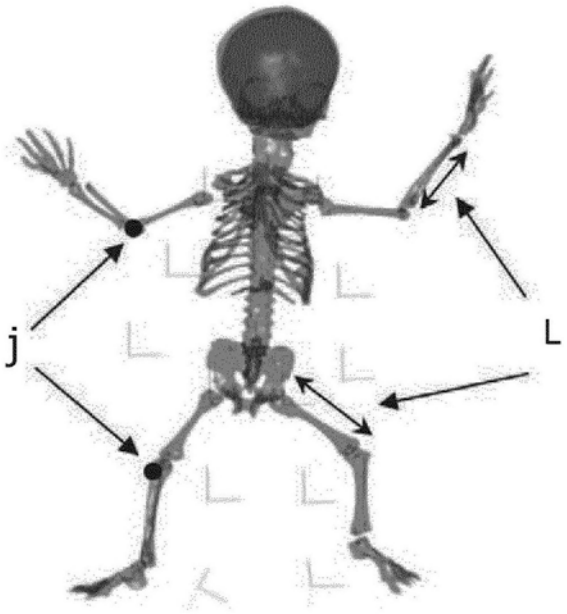


图6

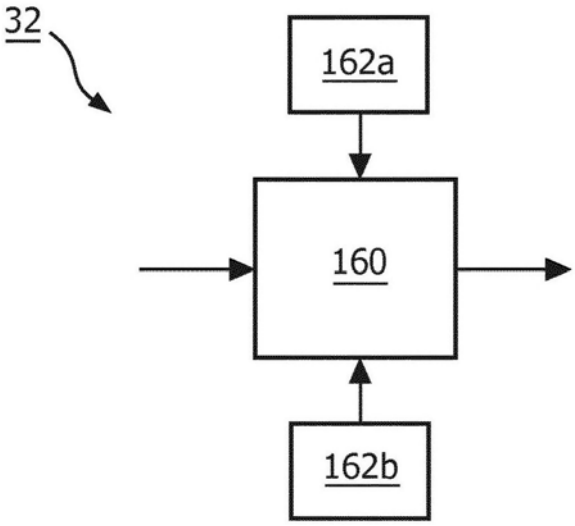


图7

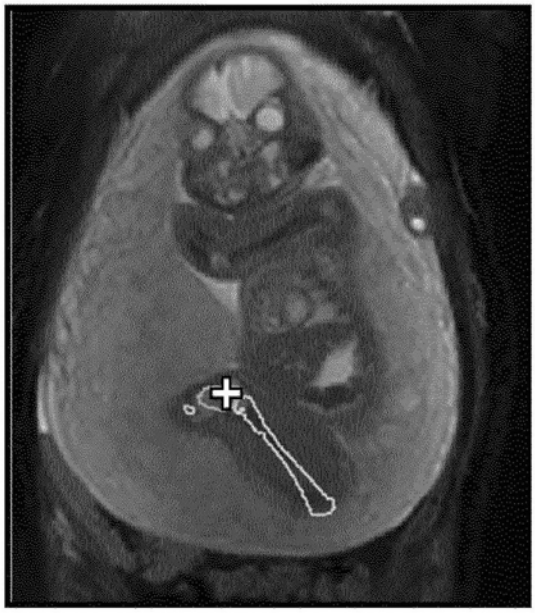


图8A

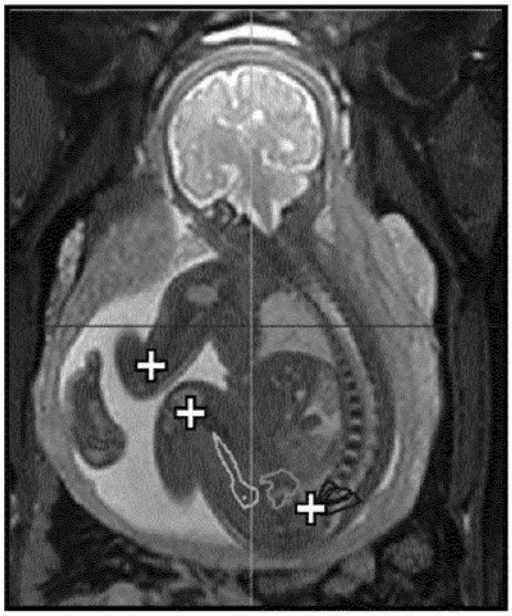


图8B

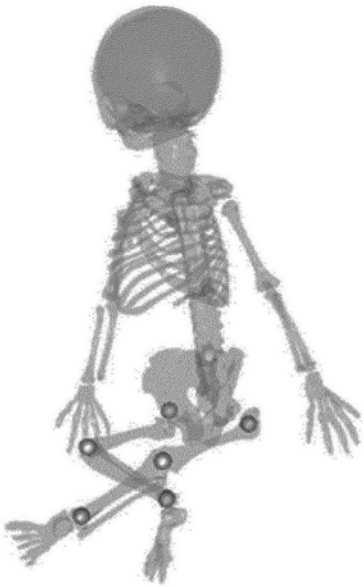


图9

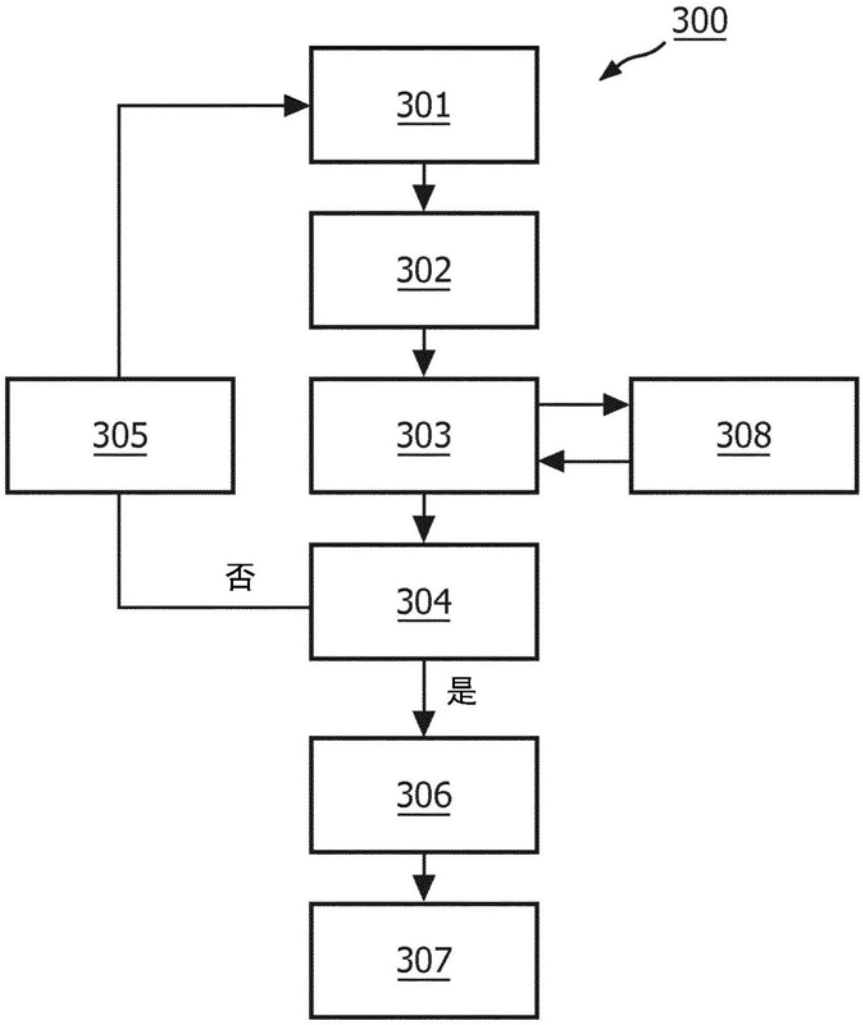
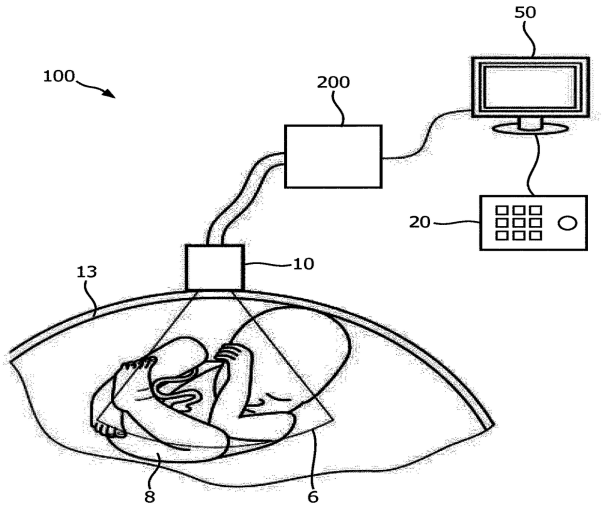


图10

专利名称(译)	用于超声胎儿成像的3D图像合成		
公开(公告)号	CN109069119A	公开(公告)日	2018-12-21
申请号	CN201780026170.9	申请日	2017-04-13
[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	T克林德 C洛伦茨 I韦希特尔 施特勒		
发明人	T·克林德 C·洛伦茨 I·韦希特尔-施特勒		
IPC分类号	A61B8/08 G06T7/00		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	2016167041 2016-04-26 EP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种改进的超声成像系统，其被布置为评估采集的3D图像数据的集合以提供胎儿的合成3D图像而不论胎儿的位置和移动如何。这通过一种超声成像系统来实现，所述超声成像系统包括：超声探头，其具有能操作用于在不同的观看方向采集包括胎儿的体积区域的多个三维(3D)超声图像帧的超声换能器阵列；合成图像存储器，其用于存储所采集的多个3D超声图像帧和具有通用胎儿结构的关节连接胎儿模型；超声图像处理器，其对所述多个3D超声图像帧做出响应，所述处理器包括胎儿分割单元，所述胎儿分割单元被布置为基于所述关节连接胎儿模型来分割每个3D图像帧，由此提供所述体积区域的多个空间相关的3D图像；以及图像质量分析器，其被耦合到所述分割单元，并且被布置为基于所述关节连接胎儿模型来确定所述多个3D图像的总体置信度值，所述图像质量分析器还被布置为将所述总体置信度值与图像合成阈值进行比较。