



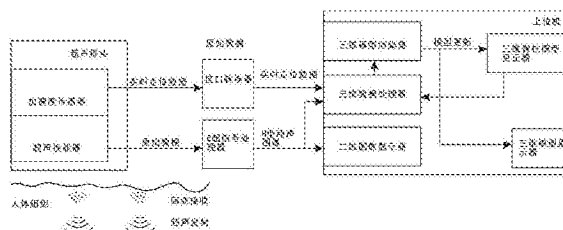
(43)申请公布日 2018.04.20

A61B 8/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

自由三维脊柱超声成像系统及控制方法

本发明公开了自由三维脊柱超声成像系统，包括超声探头、B超信号处理器和上位机；上位机包括三维数据处理器、三维脊柱模型渲染器、三维脊柱模型更正器、三维模型显示器和二维图像显示器；超声探头通过接口转换器与上位机连接，所述接口转换器为数据采集卡。其控制方法包括以下步骤：S1超声扫描；S2三维脊柱模型一次修正；S3三维脊柱模型的渲染；S4三维脊柱模型二次修正。本发明利用外部导入的标准脊柱骨架三维脊柱模型作为参考，实现了三维脊柱模型的动态扫描和实时可视化，能够获取完整的超声三维脊柱扫描数据。本发明不仅能够提升超声检查精度和效率，并且系统结构简单，也能保证扫描流程以及设备装调的简单易行，同时能够使检查费用较为低廉。



1. 自由三维脊柱超声成像系统,其特征在于,包括

超声探头:用于对被检查者按照规划路径发射超声波进入人体组织;超声探头中设有用于实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息的加速度传感器,以及用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号的超声换能器;

B超信号处理器:用于将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

上位机:内部预存有包含标准的人体三维脊柱表面模型信息的三维脊柱模型,用于通过三维脊柱模型、B型超声图像、加速度值以及对应的时间信息重建三维脊柱图像;

所述上位机包括

三维数据处理器:根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行修正;

三维脊柱模型渲染器:根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对修正后的三维脊柱模型进行渲染;

三维脊柱模型更正器:将三维数据处理器中采用的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型;

三维模型显示器:用于显示合格的三维脊柱模型、修正并渲染后的三维脊柱模型或三维脊柱图像。

2. 根据权利要求1所述的自由三维脊柱超声成像系统,其特征在于:所述上位机还包括二维图像显示器,用于显示B超信号处理器获得的B型超声图像。

3. 根据权利要求1所述的自由三维脊柱超声成像系统,其特征在于:所述超声探头通过接口转换器与上位机连接,所述接口转换器为数据采集卡。

4. 根据权利要求1-3任一项所述自由三维脊柱超声成像系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤,

S1,超声扫描:在被检查者身上标记好规划路径,用超声探头按照规划路径发射超声波进入人体组织,超声探头中的加速度传感器实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息,超声探头中的超声换能器用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号,B超信号处理器将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

S2,三维脊柱模型一次修正:三维数据处理器根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与预存的三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行一次修正;

S3,三维脊柱模型的渲染:三维脊柱模型渲染器根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对一次修正后的三维脊柱模型进行渲染,并在三维模型显示器显示出来;

S4,三维脊柱模型二次修正:三维脊柱模型更正器将三维数据处理器中采用的预存的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型,通过超声探头对被检查者进行二次扫描,三维数据处理器根据二次扫描信息对三维脊柱模型匹配成功的部位进行二次修正,三维脊柱模型渲染器对二次修正后的三维脊柱模型进行渲染;重复该步骤直到获得符合要求的三维脊柱模型。

自由三维脊柱超声成像系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明具体涉及自由三维脊柱超声成像系统及控制方法。

背景技术

[0002] 目前采用的典型三维超声成像系统一般包括三类：第一类采用了不同于常见的一维超声探头，而是采用面阵超声探头进行局部扫描；第二类则是改进一维超声探头，使之能够实现垂直于探头阵元排列方向进行平行或者偏转发射。此二类方法都是采用新型探头制作工艺方法，改进了探头工作模式，但这样的改进会造成探头成本升高，且系统逻辑控制单元以及扫描发射接收电路复杂度提升；另外，这样的探头扫描部位受制于探头扫描范围，很难做到类似CT和MRI的宽幅三维成像效果。因此，第三类称为自由手扫描超声的三维超声成像方法研究最为广泛。这种方法采用普通的一维超声探头对感兴趣部位扫描，根据得到的图像序列利用三维重建算法完成三维建模，关键在于扫描图像与实际人体三维脊柱模型坐标的配准，即等价于获取探头在空间中的实时位置坐标。因此，为获取三维自由手扫描超声图像，大量研究者以及超声生产厂商将不同室内定位方法应用在该领域进行了尝试，但由于各种定位方法都存在或多或少的缺点，因此在三维自由手扫描超声研制这一领域，尚未对采用何种方法进行探头实时定位达成共识。

[0003] 关于超声应用于骨组织疾病检查诊断的临床报道虽然较少，但在临床上近年来的使用呈逐年增长趋势。超声信号在遇到骨骼表面即产生强回声，在B型超声图像上表现为骨骼表面高亮、表面里层低灰度的特征，对骨骼内部结构成像困难，但较多脊柱疾病、损伤表现为脊柱表面或是脊柱表面关节的形态变化，可以利用超声进行此类疾病或损伤的检查、诊断以及评估。一般来讲，椎管造影被认为是脊椎疾病的检查金标准，但椎管造影属于有创检查，检查具有一定痛苦，不能多次检查；而CT和MRI则价格昂贵，为减轻病人经济负担，亦不能多次检查，且价格稍低的CT检查具有放射性辐射，检查次数不宜过多。超声作为一种无创、无辐射、价格低廉的影像检查方式，可作为其余检查的补充，为脊柱疾病的诊断、治疗效果评价等提供有用信息。考虑到脊椎结构较为复杂，普通B型超声对三维结构表现困难，其检查效果容易受制于医生主观因素影响等固有问题在脊柱超声扫描时确有体现。因此三维超声与脊柱检查的结合在临床上确有需要。

[0004] 考虑到脊柱超声扫描面大，扫描区域狭长等的扫描特点，三维超声在脊柱扫描方面的一般解决方案包括视觉定位方案和电磁定位方案。视觉定位方案在超声检查室内布置双摄像头，并在探头上安装视觉标志点，利用双目视觉定位系统实时跟踪探头扫描位置。而电磁定位系统则在检查室内布置电磁场发生器，并在探头安装磁定位传感器完成扫描过程中的实时定位。上述两种方案虽原理可行，但系统成本高，定位过程复杂，不利于发挥超声扫描方便易行，价格低廉的特点。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点，提供自由三维脊柱超声成像系统及控制

方法,能够在保证三维成像精度的前提下,降低三维自由手超声成像系统的复杂度。

[0006] 为实现上述目的,本发明所采取的技术方案是:

[0007] 一方面,提供自由三维脊柱超声成像系统,包括

[0008] 超声探头:用于对被检查者按照规划路径发射超声波进入人体组织;超声探头中设有用于实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息的加速度传感器,以及用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号的超声换能器;

[0009] B超信号处理器:用于将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

[0010] 上位机:内部预存有包含标准的人体三维脊柱表面模型信息的三维脊柱模型,用于通过三维脊柱模型、B型超声图像、加速度值以及对应的时间信息重建三维脊柱图像;

[0011] 所述上位机包括

[0012] 三维数据处理器:根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行修正;

[0013] 三维脊柱模型渲染器:根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对修正后的三维脊柱模型进行渲染;

[0014] 三维脊柱模型更正器:将三维数据处理器中采用的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型;

[0015] 三维模型显示器:用于显示合格的三维脊柱模型、修正并渲染后的三维脊柱模型或三维脊柱图像。

[0016] 作为优选,所述上位机还包括二维图像显示器,用于显示B超信号处理器获得的B型超声图像。

[0017] 作为优选,所述超声探头通过接口转换器与上位机连接,所述接口转换器为数据采集卡。

[0018] 另一方面,提供自由三维脊柱超声成像系统的控制方法,包括以下步骤,

[0019] S1,超声扫描:在被检查者身上标记好规划路径,用超声探头按照规划路径发射超声波进入人体组织,超声探头中的加速度传感器实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息,超声探头中的超声换能器用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号,B超信号处理器将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

[0020] S2,三维脊柱模型一次修正:三维数据处理器根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与预存的三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行一次修正;

[0021] S3,三维脊柱模型的渲染:三维脊柱模型渲染器根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对一次修正后的三维脊柱模型进行渲染,并在三维模型显示器显示出来;

[0022] S4,三维脊柱模型二次修正:三维脊柱模型更正器将三维数据处理器中采用的预存的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型,通过超声探头对被检查者进行二次扫描,三维数据处理器根据二次扫描信息对三维脊柱模型匹配成功的部位进行二次修

正,三维脊柱模型渲染器对二次修正后的三维脊柱模型进行渲染;重复该步骤直到获得符合要求的三维脊柱模型。

[0023] 本发明的有益效果为:

[0024] 1. 本发明利用外部导入的标准脊柱骨架三维脊柱模型作为参考,实现了三维脊柱模型的动态扫描和实时可视化,能够获取完整的超声三维脊柱扫描数据。本发明不仅能够提升超声检查精度和效率,并且系统结构简单,也能保证扫描流程以及设备装调的简单易行,同时能够使检查费用较为低廉。

附图说明

[0025] 图1为自由三维脊柱超声成像系统的实施例原理框图;

[0026] 图2为二维脊柱断层图像的骨组织分割示意图;

[0027] 图3为三维脊柱模型各部位断面示意图。

具体实施方式

[0028] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明具体实施例及相应的附图对本发明技术方案进行清楚、完整地描述。

[0029] 实施例1,

[0030] 本发明所采取的技术方案是:

[0031] 一方面,提供自由三维脊柱超声成像系统,包括

[0032] 超声探头:用于对被检查者按照规划路径发射超声波进入人体组织;超声探头中设有用于实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息的加速度传感器,以及用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号的超声换能器;

[0033] B超信号处理器:用于将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

[0034] 上位机:内部预存有包含标准的人体三维脊柱表面模型信息的三维脊柱模型,用于通过三维脊柱模型、B型超声图像、加速度值以及对应的时间信息重建三维脊柱图像;

[0035] 所述上位机包括

[0036] 三维数据处理器:根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行修正;

[0037] 三维脊柱模型渲染器:根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对修正后的三维脊柱模型进行渲染;

[0038] 三维脊柱模型更正器:将三维数据处理器中采用的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型;

[0039] 三维模型显示器:用于显示合格的三维脊柱模型、修正并渲染后的三维脊柱模型或三维脊柱图像。

[0040] 所述上位机还包括二维图像显示器,用于显示B超信号处理器获得的B型超声图像。

[0041] 所述超声探头通过接口转换器与上位机连接,所述接口转换器为数据采集卡。

[0042] 另一方面,提供自由三维脊柱超声成像系统的控制方法,包括以下步骤,

[0043] S1,超声扫描:在被检查者身上标记好规划路径,用超声探头按照规划路径发射超声波进入人体组织,超声探头中的加速度传感器实时监测超声探头的加速度值并记录对应时间信息,超声探头中的超声换能器用于发射超声波和接收人体组织反射的回波信号,B超信号处理器将回波信号转换为包含若干二维脊柱断层图像的B型超声图像;

[0044] S2,三维脊柱模型一次修正:三维数据处理器根据加速度传感器的监测信息测定超声探头的运动路径,对二维脊柱断层图像进行骨组织分割,将骨组织分割结果与预存的三维脊柱模型各部位断面图像进行匹配,对三维脊柱模型匹配成功的部位进行一次修正;

[0045] S3,三维脊柱模型的渲染:三维脊柱模型渲染器根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,以三次样条插值实现三维数据点的内插,通过三维数据点和三维表面重建对一次修正后的三维脊柱模型进行渲染,并在三维模型显示器显示出来;

[0046] S4,三维脊柱模型二次修正:三维脊柱模型更正器将三维数据处理器中采用的预存的三维脊柱模型更换为修正并渲染后的三维脊柱模型,通过超声探头对被检查者进行二次扫描,三维数据处理器根据二次扫描信息对三维脊柱模型匹配成功的部位进行二次修正,三维脊柱模型渲染器对二次修正后的三维脊柱模型进行渲染;重复该步骤直到获得符合要求的三维脊柱模型。

[0047] 对实施例的说明,

[0048] 当检查开始之后,检查者将被检查者以俯卧姿态安放在检查床上,之后通过触摸被检查者脊柱外部的皮肤表面,找到被检查者脊柱中轴,并利用特制笔在人体上描绘出人体脊柱中轴轴线作为超声扫描规划路径。在路径规划完毕之后,检查者应在扫描起始点(一般为颈椎头部)完成加速度传感器的零点校正工作,并记录该位置为扫描检查初始点。接下来,检查者应对被检查者按照路径进行扫描检查,待完成一次扫描检查之后,在三维模型显示器上查看重建的三维脊柱模型的细节清晰程度是否能够达到预期要求,如果可以达到预期要求,则停止扫描;否则再一次重复传感器标定以及超声扫描检查的过程,直到扫描检查的三维重建结果可以达到清晰的视觉效果,则可以结束检查,此时所有的检查操作流程结束。

[0049] 超声探头第一次扫描开始之后,超声探头和加速度传感器不断地获取数据,待扫描完成之后上位机中存储了扫描获取的图像数据和加速度传感器数据。三维数据处理器依赖加速度传感器的监测数据,并根据运动学中加速度、速度和位移的描述以及传感器初始条件,获取加速度传感器运动路径的长度以及某一时刻传感器运动的相对起始坐标的路径变化位置。而这里加速度传感器运动路径恰为脊柱中轴线,而根据脊柱中轴线长度,我们可以利用该被检查者脊柱中轴线长度对所用的标准三维脊柱模型进行修正。修正策略可以根据脊柱中轴线测量值相对标准模型的中轴线的放缩比例,对标准模型的体积进行放缩。当完成三维脊柱模型修正的同时,对超声探头获取的二维脊柱断层图像进行骨组织分割。之后,根据加速度传感器和超声探头采集数据的时间一致性,可以将某时刻对应的扫描路径位置和所获取的图像一一关联,而此刻亦可将扫描路径位置与修正后的三维脊柱表面模型上的脊柱轴线位置一一关联。接下来,利用已知三维脊柱模型和与之对应的轴线位置,则可以在对应三维脊柱模型的矢状位上获取当前位置的截面图。此时对于每一处实施了超声断

层扫描的位置可以获取两张位置相对应的骨分割图像,但受制于超声成像机理,超声分割获得图像一定只可能是脊椎的靠近皮肤的骨皮质轮廓部分,而靠近内脏部分的脊椎结构由于超声不具有骨穿透能力,则很难成像。在完成每一张二维图像分割以及对应位置的三维脊柱模型的修正之后,根据骨组织分割结果和对应的位置信息建立三维映射,并根据三次样条插值,实现三维数据点的内插,利用这些数据点与三维表面重建完成三维脊柱模型的渲染,并在三维模型显示器中显示。三维数据处理器二次处理过程中,采用的三维脊柱模型为前上次扫描所修正过的三维脊柱模型,且不需要利用测量的路径数据进行脊柱三维脊柱模型的形状修正,最后由检查者判定三维模型显示器显示的三维脊柱模型是否合格。

[0050] 根据B型超声图像特征来说,图像中的骨组织为高回声,表现在图像上为高亮度。首先将B型超声图像利用大津法进行图像最佳阈值选取,完成阈值分割,提取出包含骨组织的感兴趣区域。接下来根据成像获取的骨组织扁平特性,根据连通域分析法剔除图像中其余不具该特性的区域。接下来,利用上述连通域操作获取的各个连通域的重心作为种子点,依据区域生长获取骨组织的真实区域,但考虑到骨组织连接处可能会由于不平整导致回声反射不能被探头探测而造成伪低回声的,在区域生长获取的真实区域内还需根据骨组织的连续特征,对分散的高回声像素区域合并,最终即可获得骨分割结果。

[0051] 本发明利用外部导入的标准脊柱骨架三维脊柱模型作为参考,实现了三维脊柱模型的动态扫描和实时可视化,能够获取完整的超声三维脊柱扫描数据。本发明不仅能够提升超声检查精度和效率,并且系统结构简单,也能保证扫描流程以及设备装调的简单易行,同时能够使检查费用较为低廉。

[0052] 上述实施方式用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明做出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。

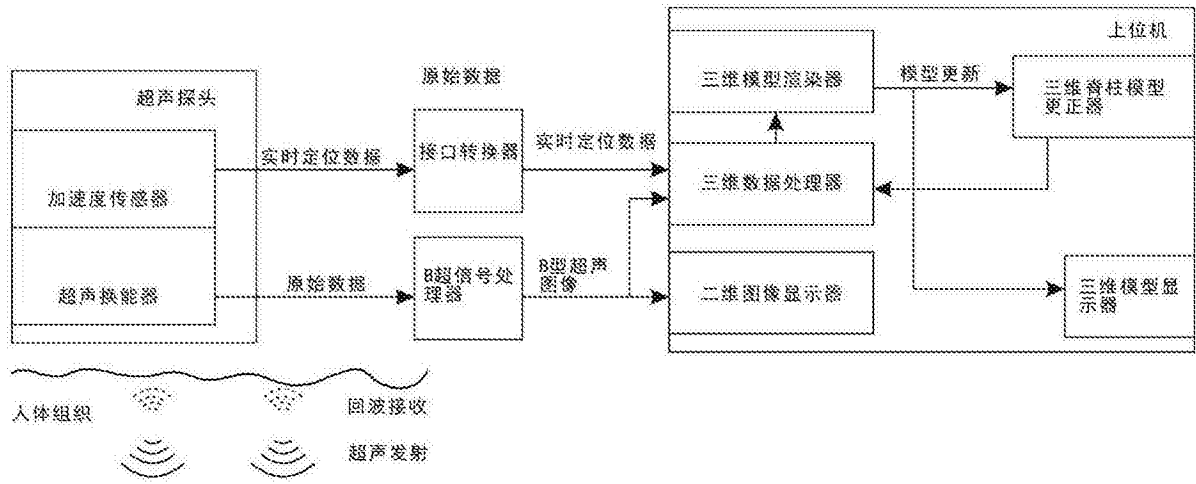


图1

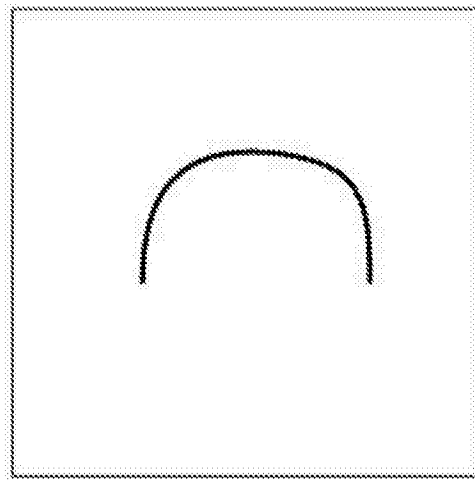


图2

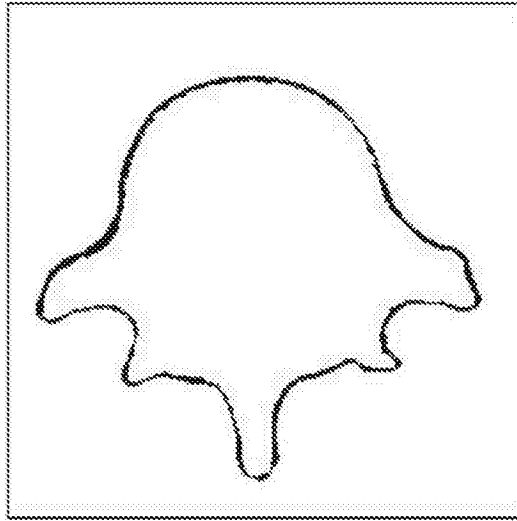


图3

专利名称(译)	自由三维脊柱超声成像系统及控制方法		
公开(公告)号	CN107928708A	公开(公告)日	2018-04-20
申请号	CN2017111314713.5	申请日	2017-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	成都优途科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	成都优途科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	成都优途科技有限公司		
[标]发明人	吴哲 李俊威 王权泳 王文平		
发明人	吴哲 李俊威 王权泳 王文平		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/4444 A61B8/483 A61B8/5215 A61B8/54 A61B8/587		
代理人(译)	葛宏		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了自由三维脊柱超声成像系统，包括超声探头、B超信号处理器和上位机；上位机包括三维数据处理器、三维脊柱模型渲染器、三维脊柱模型更正器、三维模型显示器和二维图像显示器；超声探头通过接口转换器与上位机连接，所述接口转换器为数据采集卡。其控制方法包括以下步骤：S1超声扫描；S2三维脊柱模型一次修正；S3三维脊柱模型的渲染；S4三维脊柱模型二次修正。本发明利用外部导入的标准脊柱骨架三维脊柱模型作为参考，实现了三维脊柱模型的动态扫描和实时可视化，能够获取完整的超声三维脊柱扫描数据。本发明不仅能够提升超声检查精度和效率，并且系统结构简单，也能保证扫描流程以及设备装调的简单易行，同时能够使检查费用较为低廉。

