



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108354628 B

(45)授权公告日 2020.06.09

(21)申请号 201810315634.4

(22)申请日 2018.04.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108354628 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(73)专利权人 汕头市超声仪器研究所有限公司
地址 515000 广东省汕头市金平区金砂路
77号

(72)发明人 范列湘 李德来 李斌 林武平

(74)专利代理机构 汕头市潮睿专利事务有限公
司 44230
代理人 林天普 朱明华

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105455849 A,2016.04.06,
CN 103648402 A,2014.03.19,
杨金耀.一种扇形扫描三维超声成像系统三
维重建方法.《中国医疗器械信息》.2012,
郭境峰等.三位超声数据采集技术及发展.
《中国医疗器械信息》.2014,

审查员 朱晓旻

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种分布式超声容积数据重建方法

(57)摘要

一种分布式超声容积数据重建方法,包括下述步骤:(1)获取分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据;(2)确定相邻容积数据之间的重叠区域;(3)设置第二个至第n个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数;(4)根据几何关系参数计算第二个至第n个探头阵列变换后的容积数据;(5)计算变换后容积数据重叠区域的互相关值;(6)若互相关值大于或等于预设值,则进入步骤(7),否则更新几何关系参数后重新进行步骤(4)和(5);(7)将第一个探头阵列的容积数据与其它探头阵列变换后的容积数据合并。本发明能够基于由多个探头阵列组成的分布式探头阵列扫描所获取的超声扫描数据重建容积数据,获得完整的超声容积数据。

1. 一种分布式超声容积数据重建方法,包括步骤(1)获取分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据,探头阵列扫描得到的容积数据包括该探头阵列的超声扫描数据以及对应的探头阵列空间位置参数;分布式探头阵列中相邻两个探头阵列的容积数据存在重叠区域;

分布式探头阵列由 n 个依次排列的探头阵列组成,各探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$;

其特征在于还包括下述步骤:

(2) 查找并确定相邻两个探头阵列扫描得到的容积数据之间的重叠区域

(2-1) 将各个容积数据 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$,按照超声激励的发射波长 λ 和超声激励的波形的周期数 N_F 分别分割为多个边长为 $N_F\lambda/2$ 的正方体;

(2-2) 计算各个容积数据中每个正方体内的超声扫描数据的均值;

(2-3) 使相邻两个容积数据相向平移,将这两个容积数据逐步进行重叠;进行重叠时,相邻两个容积数据相互重叠部分中所含的正方体一一对应成对,此时计算各对正方体均值之间的差值,并进一步计算并记录所有差值平方的平均值,以所有差值平方的平均值作为确定重叠区域的基准;

将每一步重叠所获得的所有差值平方的平均值与前一步重叠所获得的所有差值平方的平均值进行比较;当发现某一步重叠所获得的所有差值平方的平均值比前一步重叠及后一步重叠所获得的所有差值平方的平均值都小时,确定该步重叠时两个容积数据相互重叠部分为这两个容积数据之间的重叠区域;

各重叠区域依次记为 Ω_1 、 Ω_2 …… Ω_{n-1} ;

(3) 以第一个重叠区域 Ω_1 作为基准,设置第二个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_1, θ_1) ;以第二个重叠区域 Ω_2 作为基准,设置第三个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_2, θ_2) ;以此类推,以第 $(n-1)$ 个重叠区域 Ω_{n-1} 作为基准,设置第 n 个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_{n-1}, θ_{n-1}) ;

(4) 第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 保持不变;根据几何关系参数计算其它探头阵列变换后的容积数据,依次为 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$;

(5) 根据步骤(2)确定的重叠区域,计算变换后容积数据重叠区域的互相关值;

(6) 若步骤(5)得到的互相关值大于或等于预设值,则进行下一步骤(7);否则更新几何关系参数后,重新进行步骤(4)和(5);

(7) 根据得到的各个容积数据的几何关系参数,将第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与其它探头阵列变换后的容积数据 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$ 合并,得到重建后的超声容积数据。

2. 根据权利要求1所述的分布式超声容积数据重建方法,其特征是:步骤(6)中,互相关值的预设值设为0.98。

3. 根据权利要求1所述的分布式超声容积数据重建方法,其特征是:所述几何关系参数按照自适应遗传迭代算法进行快速搜索:在互相关值小时加大更新步长;在互相关值大时自动减小更新步长。

一种分布式超声容积数据重建方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声检查方法,具体涉及一种分布式超声容积数据重建方法。

背景技术

[0002] 现有技术中,重建超声容积数据时是基于单个探头阵列对人体被测部位扫描所获取的超声扫描数据,且探头阵列的运动视为刚体运动,不能有形变,超声容积数据的重建完全基于事先确定的几何关系。然而,这种数据重建方式较为适合表面较为平坦的被测对象,对于人体不平坦部位来说,获取的超声数据序列由于物理位置信息的缺失以及空间采样的混乱,无法准确进行三维重建以及后处理多角度获取切面图像。

[0003] 采用上述单探头阵列方式,难以一次性完成人体不平坦部位的超声数据采集。以扫查甲状腺为例,人的颈前部呈弧状且个体差异很大,现有的单探头阵列方式,探头阵列无法很好地贴合整个颈前部,最终采集的超声数据只能呈现部分甲状腺的图像,而如果采用多次采集的方式,则会极大影响工作效率,增加医生的操作负担,而且多次采集所获取的超声数据序列如何重建也是个难题。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种分布式超声容积数据重建方法,这种方法可以基于由多个探头阵列组成的分布式探头阵列扫描所获取的超声扫描数据重建容积数据,且允许分布式探头阵列在扫描时有一定的形变。采用的技术方案如下:

[0005] 一种分布式超声容积数据重建方法,其特征在于包括下述步骤:

[0006] (1) 获取分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据,探头阵列扫描得到的容积数据包括该探头阵列的超声扫描数据以及对应的探头阵列空间位置参数;分布式探头阵列中相邻两个探头阵列的容积数据存在重叠区域;

[0007] 分布式探头阵列由 n 个依次排列的探头阵列组成,各探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$;

[0008] (2) 查找并确定相邻两个探头阵列扫描得到的容积数据之间的重叠区域

[0009] (2-1) 将各个容积数据 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$,按照超声激励的发射波长 λ 和超声激励的波形的周期数 N_F 分别分割为多个边长为 $N_F\lambda/2$ 的正方体;

[0010] (2-2) 计算各个容积数据中每个正方体内的超声扫描数据的均值;

[0011] (2-3) 使相邻两个容积数据相向平移,将这两个容积数据逐步进行重叠;进行重叠时,相邻两个容积数据相互重叠部分中所含的正方体一一对应成对,此时计算各对正方体均值之间的差值,并进一步计算并记录所有差值平方的平均值,以所有差值平方的平均值作为确定重叠区域的基准;

[0012] 将每一步重叠所获得的所有差值平方的平均值与前一步重叠所获得的所有差值平方的平均值进行比较;当发现某一步重叠所获得的所有差值平方的平均值比前一步重叠及后一步重叠所获得的所有差值平方的平均值都小时,确定该步重叠时两个容积数据相互

重叠部分为这两个容积数据之间的重叠区域；

[0013] 各重叠区域依次记为 Ω_1 、 Ω_2 …… Ω_{n-1} (其中重叠区域 Ω_1 为容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与 $V_2(r, \theta)$ 之间的重叠区域, 重叠区域 Ω_2 为容积数据 $V_2(r, \theta)$ 与 $V_3(r, \theta)$ 之间的重叠区域, …… 重叠区域 Ω_{n-1} 为容积数据 $V_{n-1}(r, \theta)$ 与 $V_n(r, \theta)$ 之间的重叠区域)；

[0014] (3) 以第一个重叠区域 Ω_1 作为基准, 设置第二个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_1, θ_1) ；以第二个重叠区域 Ω_2 作为基准, 设置第三个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_2, θ_2) ；以此类推, 以第 $(n-1)$ 个重叠区域 Ω_{n-1} 作为基准, 设置第 n 个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_{n-1}, θ_{n-1}) ；

[0015] (4) 第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 保持不变；根据几何关系参数计算其它探头阵列变换后的容积数据, 依次为 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$ ；

[0016] (5) 根据步骤 (2) 确定的重叠区域, 计算变换后容积数据重叠区域的互相关值 (即 $V_1(r, \theta)$ 与 V_2' 之间的重叠区域的互相关值, V_2' 与 V_3' 之间的重叠区域的互相关值, …… V_{n-1}' 与 V_n' 之间的重叠区域的互相关值)；

[0017] (6) 若步骤 (5) 得到的互相关值大于或等于预设值, 则进行下一步骤 (7)；否则更新几何关系参数后 (即更新 (r_1, θ_1) 、 (r_2, θ_2) …… (r_{n-1}, θ_{n-1}) 的数值), 重新进行步骤 (4) 和 (5)；

[0018] (7) 根据得到的各个容积数据的几何关系参数, 将第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与其它探头阵列变换后的容积数据 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$ 合并, 得到重建后的超声容积数据。

[0019] 步骤 (7) 得到的超声容积数据, 即为被测组织完整的超声容积数据。

[0020] 按照步骤 (2-3) 的方法, 可确定第一个探头阵列的容积数据与第二个探头阵列的容积数据之间的重叠区域 Ω_1 , 第二个探头阵列的容积数据与第三个探头阵列的容积数据之间的重叠区域 Ω_2 , 其余以此类推。

[0021] 上述步骤 (6) 中, 互相关值的预设值可设为 0.98。

[0022] 上述步骤 (5) 中, 设重叠部分两个需要计算相关性的容积数据 f_1, f_2 , 互相关值 R_Ω 的计算公式为:

$$[0023] \quad R_\Omega = \frac{1}{P} \sum_{j \in \Omega} \sum_{i \in \Omega} (f_1(i) - m_1)(f_2(j) - m_2) / \sqrt{d_1 d_2}$$

[0024] 式中其 m_1, m_2 为 f_1, f_2 的均值; d_1, d_2 为 f_1, f_2 的方差; P 为总共的正方体个数。

[0025] 优选上述几何关系参数按照自适应遗传迭代算法进行快速搜索: 在互相关值小时加大更新步长, 减少算法的搜索时间; 在互相关值大时自动减小更新步长, 增加算法的搜索精度。

[0026] 使用多个探头阵列组成的分布式探头阵列进行容积扫描, 这样可以对表面形状较为复杂的人体部位进行检查, 每个探头阵列扫描后获得人体被测部分的部分超声容积数据, 经重建后获得完整的超声容积数据。检查时各探头阵列在轨道上移动 (各探头阵列通常沿同一轨道移动), 移动过程中允许探头阵列的位置有一定的旋转自由度, 使探头阵列可适应人体被测部位的凹凸自适应地变换位置, 使探头阵列对人体被测部位的压力保持恒定, 探头阵列的位置可由位置传感器检测并传输给控制系统, 压力可由放置在探头阵列的旋转

位置的压力传感器检测并传输给控制系统。

[0027] 通常,采用以下步骤对人体被测部位进行扫描并得到超声容积数据:(1)安放扫查装置,使各探头阵列与人体被测部位的表面接触;(2)在控制系统控制下,扫查运动机构驱动分布式探头阵列沿设定方向自起始端向终止端移动,分布式探头阵列在移动过程中对人体被测部位进行扫描;分布式探头阵列中,相邻两个探头阵列的扫描区域存在重叠部分;(3)在分布式探头阵列移动的过程中,各探头阵列将获得的超声扫描数据传输给控制系统,同时控制系统实时获取与超声扫描数据对应的空间位置参数,从而得到分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据。

[0028] 为了确保最好的耦合,同时兼顾安全与舒适,各探头阵列在沿轨道运动并对人体被测部位进行扫描的过程中允许各探头阵列不在同一个平面,也就是说可以允许探头阵列成像的切面与参考平面成一定的角度。

[0029] 本发明能够基于由多个探头阵列组成的分布式探头阵列扫描所获取的超声扫描数据重建容积数据,且允许分布式探头阵列在扫描时有一定的形变,可以实现对表面形状较为复杂的人体部位进行检查,每个探头阵列扫描后获得人体被测部分的部分超声容积数据,经重建后获得完整的超声容积数据。

具体实施方式

[0030] 本实施例以基于由两个探头阵列组成的分布式探头阵列扫描所获取的超声扫描数据,重建容积数据为例,对分布式超声容积数据重建方法进行说明。检查时两探头阵列在同一轨道上移动并对人体被测部位进行扫描,这两个探头阵列的扫描区域存在重叠部分,两探头阵列将获得的超声扫描数据传输给控制系统,同时控制系统实时获取与超声扫描数据对应的空间位置参数,超声扫描数据及其对应的空间位置参数组成容积数据。

[0031] 这种分布式超声容积数据重建方法包括下述步骤:

[0032] (1)获取分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据,探头阵列扫描得到的容积数据包括该探头阵列的超声扫描数据以及对应的探头阵列空间位置参数;分布式探头阵列中两个探头阵列的容积数据存在重叠区域;

[0033] 两探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$;

[0034] (2)查找并确定两个探头阵列扫描得到的容积数据之间的重叠区域

[0035] (2-1)将两个容积数据 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$,按照超声激励的发射波长 λ 和超声激励的波形的周期数 N_F 分别分割为多个边长为 $N_F\lambda/2$ 的正方体;

[0036] (2-2)计算各个容积数据中每个正方体内的超声扫描数据的均值;

[0037] (2-3)使两个容积数据相向平移,将这两个容积数据逐步进行重叠;进行重叠时,两个容积数据相互重叠部分中所含的正方体一一对应成对,此时计算各对正方体均值之间的差值,并进一步计算并记录所有差值平方的平均值,以所有差值平方的平均值作为确定重叠区域的基准;

[0038] 将每一步重叠所获得的所有差值平方的平均值与前一步重叠所获得的所有差值平方的平均值进行比较;当发现某一步重叠所获得的所有差值平方的平均值比前一步重叠及后一步重叠所获得的所有差值平方的平均值都小时,确定该步重叠时两个容积数据相互重叠部分为这两个容积数据之间的重叠区域;

[0039] 容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与 $V_2(r, \theta)$ 之间的重叠区域记为 Ω_1 ;

[0040] (3)以重叠区域 Ω_1 作为基准,设置第二个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_1, θ_1) ;

[0041] (4)第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 保持不变;根据几何关系参数计算第二个探头阵列变换后的容积数据 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$;

[0042] (5)根据步骤(2)确定的重叠区域,计算变换后容积数据重叠区域的互相关值(即 $V_1(r, \theta)$ 与 V_2' 之间的重叠区域的互相关值);

[0043] (6)若步骤(5)得到的互相关值大于或等于预设值(互相关值的预设值可设为0.98),则进行下一步骤(7);否则更新几何关系参数后(即更新 (r_1, θ_1) 的数值),重新进行步骤(4)和(5);

[0044] (7)根据得到的第二个容积数据的几何关系参数,将第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与第二个探头阵列变换后的容积数据 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 合并,得到重建后的超声容积数据。

[0045] 步骤(7)得到的超声容积数据,即为被测组织完整的超声容积数据。

[0046] 上述几何关系参数按照自适应遗传迭代算法进行快速搜索:在互相关值小时加大更新步长,减少算法的搜索时间;在互相关值大时自动减小更新步长,增加算法的搜索精度。

[0047] 在分布式探头阵列由 n 个($n \geq 3$)依次排列的探头阵列组成的情况下,容积数据的重建参照上述方法进行,以下简单作补充说明:

[0048] 分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$,相邻两个探头阵列的容积数据存在重叠区域;

[0049] 步骤(2-1)将各个容积数据 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$,按照超声激励的发射波长 λ 和超声激励的波形的周期数 N_F 分别分割为多个边长为 $N_F\lambda/2$ 正方体;

[0050] 按照上述步骤(2-3)的方法,确定容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与 $V_2(r, \theta)$ 之间的重叠区域 Ω_1 ;按照同样的方法,确定容积数据 $V_2(r, \theta)$ 与 $V_3(r, \theta)$ 之间的重叠区域 Ω_2 ,……容积数据 $V_{n-1}(r, \theta)$ 与 $V_n(r, \theta)$ 之间的重叠区域 Ω_{n-1} ;

[0051] 步骤(3)中,以第一个重叠区域 Ω_1 作为基准,设置第二个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_1, θ_1) ;以第二个重叠区域 Ω_2 作为基准,设置第三个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_2, θ_2) ;以此类推,以第 $(n-1)$ 个重叠区域 Ω_{n-1} 作为基准,设置第 n 个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数 (r_{n-1}, θ_{n-1}) ;

[0052] 步骤(4)中,第二个至第 n 个探头阵列变换后的容积数据依次为 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$;

[0053] 步骤(5)中需分别计算 $V_1(r, \theta)$ 与 V_2' 之间的重叠区域的互相关值, V_2' 与 V_3' 之间的重叠区域的互相关值,…… V_{n-1}' 与 V_n' 之间的重叠区域的互相关值;

[0054] 步骤(7)将第一个探头阵列的容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与其它探头阵列变换后的容积数据 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$ 合并。

专利名称(译)	一种分布式超声容积数据重建方法		
公开(公告)号	CN108354628B	公开(公告)日	2020-06-09
申请号	CN201810315634.4	申请日	2018-04-10
[标]申请(专利权)人(译)	汕头市超声仪器研究所有限公司		
申请(专利权)人(译)	汕头市超声仪器研究所有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	汕头市超声仪器研究所有限公司		
[标]发明人	范列湘 李德来 李斌 林武平		
发明人	范列湘 李德来 李斌 林武平		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4272 A61B8/429 A61B8/4444 A61B8/4461 A61B8/4494 A61B8/5207		
代理人(译)	朱明华		
其他公开文献	CN108354628A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种分布式超声容积数据重建方法，包括下述步骤：(1)获取分布式探头阵列中各探头阵列扫描得到的容积数据；(2)确定相邻容积数据之间的重叠区域；(3)设置第二个至第n个探头阵列的容积数据校准的几何关系参数；(4)根据几何关系参数计算第二个至第n个探头阵列变换后的容积数据；(5)计算变换后容积数据重叠区域的互相关值；(6)若互相关值大于或等于预设值，则进入步骤(7)，否则更新几何关系参数后重新进行步骤(4)和(5)；(7)将第一个探头阵列的容积数据与其它探头阵列变换后的容积数据合并。本发明能够基于由多个探头阵列组成的分布式探头阵列扫描所获取的超声扫描数据重建容积数据，获得完整的超声容积数据。

