



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108771548 B

(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201810316416.2

(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 108771548 A

(43)申请公布日 2018.11.09

(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 杨金耀 余炎雄 蔡泽杭

(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

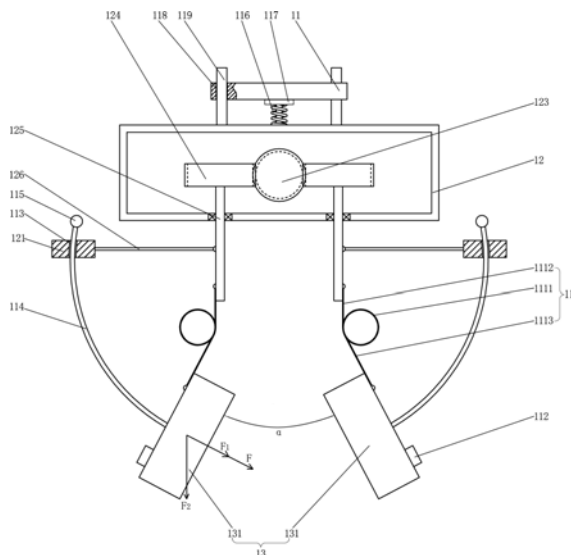
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

一种基于分布式超声容积数据的成像方法

(57)摘要

一种基于分布式超声容积数据的成像方法,包括下述步骤:分布式探头阵列对人体被测部位进行扫描,获得各探头阵列扫描得到的容积数据;确定相邻容积数据之间的重叠区域;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;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;计算变换后容积数据重叠区域的互相关值;当互相关值大于或等于预设值时,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,得到重建后的超声容积数据,并形成超声图像。本发明能够快速获取超声容积数据,进行三维重建并形成超声图像,而且允许分布式探头阵列在扫描时有一定的形变,可对表面形状较为复杂的人体部位进行检查。



1. 一种基于分布式超声容积数据的成像方法,其特征在于:

用于超声容积数据采集的扫查装置包括分布式探头阵列以及能够驱动分布式探头阵列沿设定方向移动的扫查运动机构;分布式探头阵列由 n 个依次排列的探头阵列组成, n 为 ≥ 2 的整数;

形成超声图像的步骤包括:

(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,各探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$;

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;

(4) 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

(4-1) 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;

(4-2) 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;

(4-3) 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} ;

(5) 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}) ;

(6) 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 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$;

(7) 根据步骤(4)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;

(8) 若步骤(7)得到的互相关值大于或等于预设值,则进行下一步骤(9);否则更新几何关系参数后,重新进行步骤(6)和(7);

(9) 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;

(10) 根据重建后的超声容积数据进行超声容积成像,形成超声图像。

2. 根据权利要求1所述的成像方法,其特征是:步骤(8)中,互相关值的预设值设为0.98。

3. 根据权利要求1或2所述的成像方法,其特征是:所述扫查装置采用纵向扫查装置,纵向扫查装置包括分布式探头阵列、纵向平移座、探头阵列安装架和能够驱动纵向平移座纵向移动的扫查运动机构;分布式探头阵列包括横向排列的多个探头阵列,这多个探头阵列均安装在探头阵列安装架上,探头阵列安装架安装在纵向平移座上;扫查运动机构的动力输出端连接纵向平移座;扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列的纵向位置信息的纵向编码器;各探头阵列上分别安装有一个陀螺仪;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,纵向编码器将检测到的分布式探头阵列的纵向位置信息传输给控制系统,陀螺仪将检测到的探头阵列的位置信息传输给控制系统。

4. 根据权利要求3所述的成像方法,其特征是:所述扫查运动机构包括扫查支架、纵向直线导轨、螺杆、螺母和驱动电机,纵向直线导轨固定安装在扫查支架上,纵向平移座上设有与纵向直线导轨滑动配合的第一滑块,螺杆可转动安装在扫查支架上并且与纵向直线导轨相互平行,螺母与螺杆啮合,螺母与纵向平移座连接,驱动电机的动力输出轴与螺杆传动连接。

5. 根据权利要求3所述的成像方法,其特征是:所述探头阵列安装架上设有多个第一弹性复位部件,第一弹性复位部件与探头阵列数量相同且一一对应,第一弹性复位部件设于探头阵列安装架与对应的探头阵列之间,探头阵列能够相对于探头阵列安装架移动,第一弹性复位部件向对应的探头阵列施加朝向人体被测部位的作用力。

6. 根据权利要求5所述的成像方法,其特征是:所述分布式探头阵列由左右并排的两个探头阵列组成;探头阵列安装架上设有左右并排的两个第二滑块,第二滑块中设有自上至下延伸的弧形导引通道,两第二滑块的弧形导引通道中分别设有一弧形滑轨,弧形滑轨与弧形导引通道滑动配合,弧形滑轨上端设有限位块,两个探头阵列分别固定安装在两弧形滑轨下端;

所述探头阵列安装架上设有探头阵列偏转角调节机构,探头阵列偏转角调节机构包括调节手柄、蜗杆、两个蜗轮和两个转轴,蜗杆通过轴承安装在探头阵列安装架上且沿纵向设置,两个转轴左右并排并且分别通过轴承安装在探头阵列安装架上,转轴的轴线为上下走向,两个蜗轮分别与两个转轴同轴固定连接,两蜗轮分处于蜗杆的左右两侧并且均与蜗杆啮合,调节手柄固定安装在蜗杆一端;左侧的转轴通过连接杆与左侧的第二滑块固定连接,右侧的转轴通过连接杆与右侧的第二滑块固定连接。

7. 根据权利要求3所述的成像方法,其特征是:所述探头阵列安装架及分布式探头阵列能够相对于纵向平移座上下运动,探头阵列安装架设于纵向平移座下方,纵向平移座与探头阵列安装架之间设有能够对探头阵列安装架施加向下作用力的第二弹性复位部件,第二弹性复位部件上端与纵向平移座之间设有压力传感器;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,压力传感器将检测到的压力信息传输给控制系统;控制系统根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件的弹性系数计算,获得探头阵列相对于纵向平移座的上下运动距

离。

8. 根据权利要求1或2所述的成像方法,其特征是:所述扫查装置采用横向扫查装置,横向扫查装置包括扫查支架、分布式探头阵列、探头阵列安装架、探头阵列安装架导轨、以及能够驱动探头阵列安装架沿探头阵列安装架导轨移动的扫查运动机构,探头阵列安装架导轨安装在扫查支架上且沿横向设置,分布式探头阵列包括纵向排列的多个探头阵列,各探头阵列均安装在探头阵列安装架上;扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列的横向位置信息的横向编码器;各探头阵列上分别安装有一个陀螺仪;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,横向编码器将检测到的分布式探头阵列的横向位置信息传输给控制系统,陀螺仪将检测到的探头阵列的位置信息传输给控制系统。

9. 根据权利要求8所述的成像方法,其特征是:所述扫查运动机构包括导轨座、横向直线导轨、横向平移座以及能够驱动横向平移座沿横向直线导轨平移的驱动机构;导轨座安装在扫查支架上;横向直线导轨和探头阵列安装架导轨均固定安装在导轨座上,横向平移座上设有与横向直线导轨滑动配合的第一滑块;横向直线导轨处于探头阵列安装架导轨上方,横向平移座通过活动连接结构与探头阵列安装架连接;所述活动连接结构包括上连杆和下连杆,横向平移座上设有上下走向的导引孔,上连杆上部处于导引孔中,上连杆下端与下连杆上端铰接,下连杆下端与探头阵列安装架固定连接;探头阵列安装架上设有与探头阵列安装架导轨滑动配合的第二滑块;上连杆上套接有一压缩弹簧,上连杆下端设有第二限位块,该压缩弹簧上端与横向平移座接触,该压缩弹簧下端与第二限位块接触。

10. 根据权利要求9所述的成像方法,其特征是:所述导轨座能够相对于扫查支架上下运动,导轨座设于扫查支架下方,导轨座与扫查支架之间设有能够对导轨座施加向下作用力的第二弹性复位部件,第二弹性复位部件上端与扫查支架之间设有压力传感器;在分布式探头阵列横向移动的过程中,压力传感器将检测到的压力信息传输给控制系统;控制系统根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件的弹性系数进行计算,获得分布式探头阵列、探头阵列安装架以及导轨座相对于扫查支架的上下运动距离。

一种基于分布式超声容积数据的成像方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声检查方法,具体涉及一种基于分布式超声容积数据的成像方法。

背景技术

[0002] 传统的超声扫查,医生采用手持探头的方式对病人进行扫查,扫查过程依赖医生的操作和经验,且形成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] 现有的超声扫查设备基本采用单探头阵列方式,探头阵列的运动方式基本为直线或来回“弓”字形折线,探头阵列中心点的运动轨迹基本为直线或在同一平面上。

[0004] 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

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于分布式超声容积数据的成像方法,采用方法能够快速获取超声容积数据,进行三维重建并形成超声图像,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:

[0006] 一种基于分布式超声容积数据的成像方法,其特征在于:

[0007] 用于超声容积数据采集的扫查装置包括分布式探头阵列以及能够驱动分布式探头阵列沿设定方向移动的扫查运动机构;分布式探头阵列由 n 个依次排列的探头阵列组成, n 为 ≥ 2 的整数;

[0008] 形成超声图像的步骤包括:

[0009] (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;

[0010] (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;

[0011] (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,各探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$ …… $V_n(r, \theta)$;

[0012] 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;

[0013] (4) 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

[0014] (4-1) 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；

[0015] (4-2) 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；

[0016] (4-3) 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;

[0017] 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;

[0018] 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);

[0019] (5) 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}) ;

[0020] (6) 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 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ …… $V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$;

[0021] (7) 根据步骤(4)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);

[0022] (8) 若步骤(7)得到的互相关值大于或等于预设值,则进行下一步骤(9);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(6)和(7);

[0023] (9) 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;

[0024] (10) 根据重建后的超声容积数据进行超声容积成像,形成超声图像。

[0025] 上述分布式探头阵列沿设定方向自起始端向终止端移动结束后,即可完成一次扫描,获得人体被测部位的超声容积数据。分布式探头阵列与人体被测部位的形状及尺寸相吻合。分布式探头阵列沿设定方向自起始端向终止端移动时,分布式探头阵列的扫描区域可对人体被测部位形成全面覆盖,避免造成漏检。分布式探头阵列的具体移动方向可根据人体被测部位的形状以及工作场合决定,例如,对甲状腺进行扫描时分布式探头阵列自下至上扫描或自上至下扫描,也可以自左至右扫描或自右至左扫描。

[0026] 上述分布式探头阵列中,相邻两个探头阵列的扫描区域存在重叠部分,这样可以避免探头阵列与探头阵列之间的组合空隙所产生的采集盲区,并为三维重建提供基础。具体方案中,可以单独设置某个探头阵列进行“梯形成像”(即扫描区域的截面呈梯形),或同时设置所有探头阵列都进行“梯形成像”,使相邻两个探头阵列的扫描区域存在重叠部分。

[0027] 为了使探头阵列更好地贴合人体被测部位并且进行扫查,分布式探头阵列中的各探头阵列应根据人体被测部位的外表轮廓设置。例如:(1)分布式探头阵列由两个线形探头阵列组成(两个线形探头阵列长度可相同或不同),两个探头阵列呈八字形设置;(2)分布式探头阵列由三个线形探头阵列组成(三个线形探头阵列长度可相同或互不相同);(3)分布式探头阵列由两个凹形探头阵列组成,两个探头阵列大致呈八字形设置;(4)分布式探头阵列由两个凸形探头阵列组成,两个探头阵列大致呈八字形设置;(5)分布式探头阵列由不同形状的多个探头阵列组成,例如由一个线形探头阵列和一个凹形探头阵列组成。分布式探头阵列中各探头阵列可处于同个平面,也可处于不同平面。

[0028] 多个探头阵列组合成一定形状的分布式探头阵列后,可通过手动录入、编码器、传感器等方式将空间位置参数的初始值输入给控制系统。在分布式探头阵列移动过程中,可通过编码器、传感器等将空间位置参数的实时值输入给控制系统。

[0029] 控制系统可预设各探头阵列的超声工作参数以及超声扫描序列,在扫查运动机构驱动分布式探头阵列移动的时候,分布式探头阵列按预设的超声工作参数以及超声扫描序列进行超声电子扫描。

[0030] 本发明中分布式探头阵列扫描所采用的超声工作参数可以是多样的,例如(以分布式探头阵列由两个探头阵列组成为例):第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声工作频率;第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声成像模式;第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声扫描深度,等等。

[0031] 控制系统预设的超声扫描序列可以是多样的,例如:控制系统将第1个探头阵列分为 q 个区域,将第2个探头阵列分为 m 个区域, q 和 m 均大于等于1,区域总数为 $q+m$ 。进行扫描时,以上 $q+m$ 个区域可按任意顺序排序形成超声扫描序列。例如,基础的超声扫描序列为 $Z1q1 \rightarrow Z1q2 \rightarrow Z1q3 \rightarrow \dots \rightarrow Z1qq \rightarrow Z2m1 \rightarrow Z2m2 \rightarrow Z2m3 \rightarrow \dots \rightarrow Z2mm$ (Z 代表探头阵列)。控制系统预设各个区域的超声工作参数到超声发射接收前端。扫查运动机构开始机械运动时分布式探头阵列开始扫描,分布式探头阵列按照上述超声扫描序列循环进行扫描(在扫查运动机构的驱动下,分布式探头阵列每到达一个位置则按照上述超声扫描序列进行一个循环的扫描),直至机械运动完毕,数据采集结束。同样道理,以 Z 和 q/m 为单位进行编辑的其它任意序列,控制系统都能正常控制并进行扫描工作。

[0032] 按照步骤(4-3)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。

[0033] 上述步骤(8),互相关值的预设值可设为0.98。

[0034] 上述步骤(7)中,重叠部分设两个需要计算相关性的容积数据 f_1, f_2 ,互相

[0035] 关值 R_Ω 的计算公式为:

$$[0036] \quad R_\Omega = \frac{1}{P} \sum_{j \in \Omega} \sum_{i \in \Omega} (f_1(i) - m_1)(f_2(j) - m_2) / \sqrt{d_1 d_2}$$

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 为了更好地进行后续的数据重建工作,采用机械连接方式实现分布式探头阵列与扫查运动机构之间的连接,并且可在机械活动处、关键连接部位以及各探头阵列上都设置有位置传感器(或编码器)和/或压力传感器,分别用于获取探头阵列所处的物理位置、和/或探头阵列对人体被测部位所施加的压力。

[0040] 一种优选方案中,上述扫查装置采用纵向扫查装置,纵向扫查装置包括分布式探头阵列、纵向平移座、探头阵列安装架和能够驱动纵向平移座纵向移动的扫查运动机构;分布式探头阵列包括横向排列的多个探头阵列,这多个探头阵列均安装在探头阵列安装架上,探头阵列安装架安装在纵向平移座上;扫查运动机构的动力输出端连接纵向平移座;扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列的纵向位置信息的纵向编码器;各探头阵列上分别安装有一个陀螺仪;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,纵向编码器将检测到的分布式探头阵列的纵向位置信息传输给控制系统,陀螺仪将检测到的探头阵列的位置信息传输给控制系统。

[0041] 上述纵向扫查装置可用于人体甲状腺的扫查,纵向是指对颈部进行扫查时沿人体高度的方向,横向是指人体左右方向。通常,上述分布式探头阵列在扫查运动机构的驱动下贴合人体被测部位的皮肤移动,通过一次扫查(即分布式探头阵列沿纵向移动一次,可以自靠近下巴的位置移动至紧贴锁骨的位置,也可以自紧贴锁骨的位置移动至靠近下巴的位置),其扫查面即可完全覆盖甲状腺检测区域,能完整呈现甲状腺的声像图。陀螺仪可随时检测相应探头阵列的位置信息(例如探头阵列的内外偏转的角度、张开和闭合方向的角度),成像系统可以通过各探头阵列的位置信息,拟合各探头阵列的声像图,实现完整成像。

[0042] 分布式探头阵列中的多个探头阵列排列成与人颈前部相吻合的形状,例如(1)分布式探头阵列由三个探头阵列组成,检测时中间的探头阵列处于人颈部的正前方(被检测者仰卧时中间的探头阵列处于人颈部的正上方),其余两个探头阵列分别处于人颈部的左前方和右前方(被检测者仰卧时这两个探头阵列分别处于人颈部的左上方和右上方);或(2)分布式探头阵列由自左至右依次排列的多个探头阵列组成,这多个探头阵列排列的轨迹呈弧形,与人颈前部相吻合,检测时分布式探头阵列处于人颈部的前方(被检测者仰卧时分布式探头阵列处于人颈部的上方);或(3)分布式探头阵列由两个探头阵列组成,两个探头阵列呈八字形排列,其中一探头阵列处于人颈部的左前方(被检测者仰卧时该探头阵列分别处于人颈部的左上方),另一探头阵列处于人颈部的右前方(被检测者仰卧时该探头阵列处于人颈部的右上方)。上述探头阵列可采用平面探头阵列、凸阵探头阵列或相控阵探头阵列。

[0043] 上述扫查运动机构的作用是控制分布式探头阵列进行扫查和复位动作,即带动纵向平移座、探头阵列安装架和分布式探头阵列一起纵向移动,分布式探头阵列在移动过程中进行扫查,完成扫查后可使纵向平移座、探头阵列安装架和分布式探头阵列复位。扫查运动通常为直线运动,扫查运动的实现方式可以是直线导轨配合滚珠丝杆、直线电机、螺杆/螺母、齿轮/齿条或者气缸等能实现直线运动的机构。一种具体方案中,上述扫查运动机构包括扫查支架、纵向直线导轨、滚珠丝杆和驱动电机,纵向直线导轨固定安装在扫查支架上,纵向平移座上设有与纵向直线导轨滑动配合的第一滑块,滚珠丝杆的螺杆可转动安装在扫查支架上并且与纵向直线导轨相互平行,滚珠丝杆的螺母与纵向平移座连接,驱动电机的动力输出轴与滚珠丝杆的螺杆传动连接。另一种具体方案中,上述扫查运动机构包括

扫查支架、纵向直线导轨、螺杆、螺母和驱动电机,纵向直线导轨固定安装在扫查支架上,纵向平移座上设有与纵向直线导轨滑动配合的第一滑块,螺杆可转动安装在扫查支架上并且与纵向直线导轨相互平行,螺母与螺杆啮合,螺母与纵向平移座连接,驱动电机的动力输出轴与螺杆传动连接。驱动电机的动力输出轴可通过联轴器与螺杆连接,驱动电机的动力输出轴也可通过同步带、齿轮组等传动机构与螺杆连接。所述纵向编码器可安装在纵向平移座上,用于检测分布式探头阵列的纵向位置信息;所述纵向编码器也可固定安装在扫查支架上并且与螺杆连接,用于检测螺杆的转动角度,通过计算获得分布式探头阵列的纵向位置信息。

[0044] 为了使扫查过程中的压力不至于过小而影响成像效果,也不会过大给病人带来不适的感觉,最好使探头阵列对人颈部的压力可以调整,探头阵列对人颈部的压力可通过分布式探头阵列的闭合、张开、内外偏转、上下运动等运动来实现调整。优选上述探头阵列安装架上设有多个第一弹性复位部件,第一弹性复位部件与探头阵列数量相同且一一对应,第一弹性复位部件设于探头阵列安装架与对应的探头阵列之间,探头阵列能够相对于探头阵列安装架移动,第一弹性复位部件向对应的探头阵列施加朝向人体被测部位的作用力。上述第一弹性复位部件可为扭簧,扭簧的一个扭力臂与探头阵列安装架连接或接触,扭簧的另一个扭力臂与对应的探头阵列连接或接触。上述第一弹性复位部件也可为压缩弹簧,压缩弹簧一端与探头阵列安装架连接或接触,压缩弹簧另一端与对应的探头阵列连接或接触。通过第一弹性复位部件(如扭簧或压缩弹簧)的弹性系数和陀螺仪获得的探头阵列角度,可折算出该探头阵列对人颈部的压力,同时陀螺仪可准确监测探头阵列的位置信息;成像系统可通过这些位置信息将多个探头阵列的声像图整合在一起,实现完整成像。在扫查过程中,人颈部大小细微的变化可能影响成像的效果,探头阵列根据人颈部大小的变化自适应地相对于探头阵列安装架移动,同时第一弹性复位部件(如扭簧或压缩弹簧)能够对探头阵列施加作用力,使探头阵列与人颈部保持贴合,调节扫查过程中探头阵列对人颈部的压力,能够获得效果较好的声像图,同时确保检测过程的舒适度。

[0045] 一种更优选方案中,上述分布式探头阵列由左右并排的两个探头阵列组成;探头阵列安装架上设有左右并排的两个第二滑块,第二滑块中设有自上至下延伸的弧形导引通道,两第二滑块的弧形导引通道中分别设有一弧形滑轨,弧形滑轨与弧形导引通道滑动配合,弧形滑轨上端设有限位块,两个探头阵列分别固定安装在两弧形滑轨下端。通常,当两弧形滑轨都处在最低位置时(此时限位块与第二滑块的上表面接触),两个弧形滑轨之间的距离自上至下逐渐减小。优选上述两弧形滑轨处在同一个圆上。一种具体方案中,上述第一弹性复位部件为扭簧,扭簧的弹簧圈部安装在探头阵列安装架上,扭簧的一个扭力臂与探头阵列安装架连接或接触,扭簧的另一个扭力臂与对应的探头阵列连接或接触;在扭簧的作用下,探头阵列及弧形滑轨具有沿弧形导引通道向下滑动的趋势。另一种具体方案中,上述第一弹性复位部件为压缩弹簧,压缩弹簧套接在弧形滑轨上并且处于第二滑块与探头阵列之间,压缩弹簧上端与第二滑块接触,压缩弹簧下端与对应的探头阵列接触;在压缩弹簧的作用下,探头阵列和与其连接的弧形滑轨具有沿弧形导引通道向下滑动的趋势。在扫查过程当中,当分布式探头阵列到达人颈部较粗的部位时,两探头阵列被顶高,此时探头阵列及弧形滑轨沿弧形导引通道上升,两探头阵列自动张开(即左边探头阵列与右边探头阵列之间的夹角变大)。

[0046] 由于人甲状腺的末端紧贴锁骨,分布式探头阵列若要更完整地扫查甲状腺,需要根据人锁骨的形状,调节探头阵列的偏转角来获得甲状腺末端的声像图。更进一步的优选方案中,上述探头阵列安装架上设有探头阵列偏转角调节机构,探头阵列偏转角调节机构包括调节手柄、蜗杆、两个蜗轮和两个转轴,蜗杆通过轴承安装在探头阵列安装架上且沿纵向设置,两个转轴左右并排并且分别通过轴承安装在探头阵列安装架上,转轴的轴线为上下走向,两个蜗轮分别与两个转轴同轴固定连接,两蜗轮分处于蜗杆的左右两侧并且均与蜗杆啮合,调节手柄固定安装在蜗杆一端;左侧的转轴通过连接杆与左侧的第二滑块固定连接,右侧的转轴通过连接杆与右侧的第二滑块固定连接。检测人员在扫查之前,通过旋转调节手柄,使蜗杆旋转,蜗杆通过两个蜗轮带动两个转轴同时旋转(两个转轴的旋转方向相反),从而带动两侧的第二滑块、弧形滑轨及探头阵列一起绕各自的转轴偏转,使两探头阵列具有合适的偏转角度(偏转角度的大小可通过陀螺仪获得),确保分布式探头阵列可以一次扫查完整获得甲状腺的声像图。采用上述蜗轮蜗杆传动机构可一次性完成两个探头阵列的偏转角度的调节,操作方便,且由于蜗轮蜗杆传动机构具有自锁功能,可确保扫查过程中探头阵列保持一定的偏转角度。

[0047] 上述探头阵列偏转角调节机构也可采用其他结构,例如:采用斜齿轮传动替代上述蜗轮蜗杆传动机构;或者采用两个调节传动机构替代上述蜗轮蜗杆传动机构,对两个转轴的转动角度独立进行调节,每个调节传动机构包括调节手柄、调节杆、主动锥形齿轮和从动锥形齿轮,调节杆可转动安装在探头阵列安装架上并且与转轴相互垂直,主动锥形齿轮和调节手柄分别固定在调节杆两端,从动锥形齿轮固定安装转轴上,从动锥形齿轮与主动锥形齿轮啮合。

[0048] 优选方案中,上述探头阵列安装架及分布式探头阵列能够相对于纵向平移座上下运动,探头阵列安装架设于纵向平移座下方,纵向平移座与探头阵列安装架之间设有能够对探头阵列安装架施加向下作用力的第二弹性复位部件,第二弹性复位部件上端与纵向平移座之间设有压力传感器;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,压力传感器将检测到的压力信息传输给控制系统;控制系统根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件的弹性系数计算,获得探头阵列相对于纵向平移座的上下运动距离。

[0049] 一种具体方案中,上述纵向平移座上设有至少一个上下走向的导向套或至少一个上下走向的导向通孔,导向套或导向通孔中安装有导向柱,各导向柱下端与探头阵列安装架连接,压力传感器设于纵向平移座的下表面上,第二弹性复位部件处于压力传感器与探头阵列安装架之间。上述第二弹性复位部件可以是压缩弹簧、橡胶块或气垫。通过设置第二弹性复位部件,使分布式探头阵列的上下运动是自适应运动,在扫查装置向下定位至人颈部时起缓冲作用;同时在扫查的过程当中,也可以配合探头阵列的张开闭合运动来调节探头阵列对人颈部的压力。探头阵列下压力的大小由压力传感器测量。探头阵列相对于纵向平移座的上下运动距离,可根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件(如压缩弹簧)的弹性系数计算获得。

[0050] 另一种优选方案中,上述扫查装置采用横向扫查装置,横向扫查装置包括扫查支架、分布式探头阵列、探头阵列安装架、探头阵列安装架导轨、以及能够驱动探头阵列安装架沿探头阵列安装架导轨移动的扫查运动机构,探头阵列安装架导轨安装在扫查支架上且沿横向设置,分布式探头阵列包括纵向排列的多个探头阵列,各探头阵列均安装在探头阵

列安装架上;扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列的横向位置信息的横向编码器;各探头阵列上分别安装有一个陀螺仪;在分布式探头阵列纵向移动的过程中,横向编码器将检测到的分布式探头阵列的横向位置信息传输给控制系统,陀螺仪将检测到的探头阵列的位置信息传输给控制系统。

[0051] 上述纵向扫查装置可用于人体甲状腺的扫查,上述横向是指对颈部进行扫查时对应人体左右方向的方向,纵向是指沿人体高度的方向。通常,上述分布式探头阵列在扫查运动机构的驱动下贴合人体被测部位的皮肤移动,通过一次扫查(即分布式探头阵列沿探头阵列安装架导轨自左至右移动一次,或者自右至左移动一次),其扫查面即可完全覆盖甲状腺检测区域,能完整呈现甲状腺的声像图。

[0052] 理论上分布式探头阵列所含的探头阵列数量越多,探头阵列尺寸越小,则分布式探头阵列的形状越能准确拟合人的颈部,检测效果就越好;另外,对被检测者的颈部压力就越小,从而使得检测的舒适度越好。陀螺仪可随时检测相应探头阵列的位置信息,成像系统可以通过各探头阵列的位置信息,拟合各探头阵列的声像图,实现完整成像。

[0053] 优选方案中,上述探头阵列安装架上设有至少一个探头阵列缓冲机构,探头阵列缓冲机构与探头阵列数量相同且一一对应,探头阵列缓冲机构包括导套和导杆(导套和导杆可分别设有两个,两导杆与两导套一一对应),导套固定安装在探头阵列安装架上,导杆处于导套中,导杆下端与对应的探头阵列连接,导杆上端设有第一限位块。优选上述探头阵列缓冲机构还包括第一弹性复位部件,第一弹性复位部件设于探头阵列安装架与探头阵列之间。一种具体方案中,上述第一弹性复位部件为压缩弹簧,压缩弹簧套接在导杆上,压缩弹簧上端与导套下端接触,压缩弹簧下端与探头阵列接触。在扫查过程中,当探头阵列移动至人体被测部位突出的位置时,探头阵列被顶起(此时探头阵列及导杆沿导套上升);第一弹性复位部件能够对探头阵列施加向下的作用力,起复位作用,还可确保探头阵列紧贴人体被测部位的皮肤。

[0054] 上述探头阵列安装架导轨的形状通常为曲线形状,与人体颈前部相吻合。优选方案中,上述探头阵列安装架导轨为弧形导轨,探头阵列安装架及分布式探头阵列的运动形式是弧线运动。

[0055] 上述扫查运动机构的作用是控制分布式探头阵列进行扫查和复位动作,即带动探头阵列安装架和分布式探头阵列一起沿探头阵列安装架导轨横向移动,分布式探头阵列在移动过程中进行扫查,完成扫查后可使探头阵列安装架和分布式探头阵列复位。

[0056] 一种优选方案中,上述扫查运动机构包括导轨座、横向直线导轨、横向平移座以及能够驱动横向平移座沿横向直线导轨平移的驱动机构;导轨座安装在扫查支架上;横向直线导轨和探头阵列安装架导轨均固定安装在导轨座上,横向平移座上设有与横向直线导轨滑动配合的第一滑块;横向直线导轨处于探头阵列安装架导轨上方,横向平移座通过活动连接结构与探头阵列安装架连接;所述活动连接结构包括上连杆和下连杆,横向平移座上设有上下走向的导引孔,上连杆上部处于导引孔中,上连杆下端与下连杆上端铰接,下连杆下端与探头阵列安装架固定连接;探头阵列安装架上设有与探头阵列安装架导轨滑动配合的第二滑块。优选上述上连杆上套接有一压缩弹簧,上连杆下端设有第二限位块,该压缩弹簧上端与横向平移座接触,该压缩弹簧下端与第二限位块接触。由于探头阵列安装架导轨的形状为曲线形状,因此横向直线导轨与探头阵列安装架导轨之间的间距是变化的,通过

活动连接结构实现横向平移座与探头阵列安装架之间的连接,可适应这种间距变化。一种具体方案中,上述驱动机构包括滚珠丝杆和驱动电机,滚珠丝杆的螺杆可转动安装在导轨座上并且与横向直线导轨相互平行,滚珠丝杆的螺母与横向平移座连接,驱动电机的动力输出轴与滚珠丝杆的螺杆传动连接。另一种具体方案中,上述驱动机构包括螺杆、螺母和驱动电机,螺杆可转动安装在导轨座上并且与横向直线导轨相互平行,螺母与螺杆啮合,螺母与横向平移座连接,驱动电机的动力输出轴与螺杆传动连接。驱动电机的动力输出轴可通过联轴器与螺杆连接,驱动电机的动力输出轴也可通过同步带、齿轮组等传动机构与螺杆连接。所述横向编码器可安装在探头阵列安装架或横向平移座上,用于检测分布式探头阵列的横向位置信息;横向编码器也可固定安装在导轨座上并且与螺杆连接,用于检测螺杆的转动角度,通过计算获得分布式探头阵列的横向位置信息。

[0057] 更优选方案中,上述导轨座能够相对于扫查支架上下运动,导轨座设于扫查支架下方,导轨座与扫查支架之间设有能够对导轨座施加向下作用力的第二弹性复位部件,第二弹性复位部件上端与扫查支架之间设有压力传感器;在分布式探头阵列横向移动的过程中,压力传感器将检测到的压力信息传输给控制系统;控制系统根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件的弹性系数进行计算,获得分布式探头阵列、探头阵列安装架以及导轨座相对于扫查支架的上下运动距离。一种具体方案中,上述扫查支架上固定安装有导向座,导向座上设有上下走向的至少一个导向通孔,导向通孔中安装有导向柱,各导向柱下端与导轨座连接,压力传感器设于导向座的下表面上,第二弹性复位部件处于压力传感器与导轨座之间。上述第二弹性复位部件可以是压缩弹簧、橡胶块或气垫。通过设置第二弹性复位部件,使分布式探头阵列的上下运动是自适应运动,在扫查装置向下定位至人颈部时起缓冲作用;同时在扫查的过程当中,也可以调节探头阵列对人颈部的压力。探头阵列下压力的大小由压力传感器测量。探测人员可根据探头阵列对人颈部的压力大小和探头阵列的位置信息控制扫查装置的定位,保证检测过程的舒适度和成像效果。

[0058] 本发明采用分布式探头阵列进行扫描,各探头阵列可组合成能够贴合人体被测部位的形状,在扫查运动机构驱动下沿设定方向自起始端向终止端移动一次,即可实现对人体被测部位的全面覆盖,一次扫描即可采集到人体被测部位完整的超声数据,既可避免造成漏检,又可快速获取超声容积数据,提高工作效率;而且控制系统在获取超声扫描数据的同时获取对应的探头阵列位置信息,可进行三维重建并形成超声图像,并可进行多角度获取切面图像;而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。本发明适用于但不仅限于甲状腺三维超声检测及成像。

附图说明

[0059] 图1是本发明优选实施例1所采用的扫查装置的结构示意图(未画出扫查运动机构);

[0060] 图2是本发明优选实施例1中扫查运动机构的俯视图;

[0061] 图3是图1中探头阵列偏转角调节机构的俯视图;

[0062] 图4是本发明实施例1另一种分布式探头阵列的示意图;

[0063] 图5是本发明实施例1另一种分布式探头阵列的示意图;

[0064] 图6是本发明优选实施例2所采用的扫查装置的结构示意图;

[0065] 图7是图6中扫查运动机构的俯视图；

[0066] 图8是图6中探头阵列缓冲机构的A向视图。

具体实施方式

[0067] 实施例1

[0068] 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。

[0069] 本实施例的基于分布式超声容积数据的成像方法,其形成超声图像的步骤包括:

[0070] (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;

[0071] (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;

[0072] (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,分布式探头阵列中两个探头阵列扫描得到的容积数据依次记为 $V_1(r, \theta)$ 、 $V_2(r, \theta)$;

[0073] 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;

[0074] (4) 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

[0075] (4-1) 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;

[0076] (4-2) 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;

[0077] (4-3) 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;

[0078] 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;

[0079] 容积数据 $V_1(r, \theta)$ 与 $V_2(r, \theta)$ 之间的重叠区域记为 Ω_1 ;

[0080] (5) 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) ;

[0081] (6) 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 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$;

[0082] (7) 根据步骤(4)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);

[0083] (8) 若步骤(7)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(9);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(6)和(7)；

[0084] (9)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；

[0085] (10)根据重建后的超声容积数据进行超声容积成像,形成超声图像。

[0086] 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。

[0087] 如图1所示,本实施例采用的扫查装置为纵向扫查装置,纵向扫查装置包括分布式探头阵列13、纵向平移座11、探头阵列安装架12和能够驱动纵向平移座11纵向移动的扫查运动机构;分布式探头阵列13包括横向排列的多个探头阵列131,这多个探头阵列131均安装在探头阵列安装架12上,探头阵列安装架12安装在纵向平移座11上;扫查运动机构的动力输出端连接纵向平移座11。探头阵列安装架12上设有多个第一弹性复位部件111,第一弹性复位部件111与探头阵列131数量相同且一一对应,第一弹性复位部件111设于探头阵列安装架12与对应的探头阵列131之间,探头阵列131能够相对于探头阵列安装架12移动,第一弹性复位部件111向对应的探头阵列131施加朝向人体被测部位的作用力。扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列13的纵向位置信息的纵向编码器。各探头阵列131上分别安装有一个陀螺仪112。在分布式探头阵列13纵向移动的过程中,纵向编码器将检测到的分布式探头阵列13的纵向位置信息传输给控制系统,陀螺仪112将检测到的探头阵列131的位置信息传输给控制系统。

[0088] 本实施例中,分布式探头阵列13由左右并排的两个探头阵列131组成,两个探头阵列131呈八字形排列,其中一探头阵列131处于人颈部的左前方(被检测者仰卧时该探头阵列分别处于人颈部的左上方),另一探头阵列131处于人颈部的右前方(被检测者仰卧时该探头阵列处于人颈部的右上方)。探头阵列131可采用平面探头阵列、凸阵探头阵列或相控阵探头阵列。探头阵列安装架12上设有左右并排的两个第二滑块121,第二滑块121中设有自上至下延伸的弧形导引通道113,两第二滑块121的弧形导引通道113中分别设有一弧形滑轨114,弧形滑轨114与弧形导引通道113滑动配合,弧形滑轨114上端设有限位块115,两个探头阵列131分别固定安装在两弧形滑轨114下端。两弧形滑轨114处在同一个圆上。当两弧形滑轨114都处在最低位置时(此时限位块115与第二滑块121的上表面接触),两个弧形滑轨114之间的距离自上至下逐渐减小。在扫查过程当中,当分布式探头阵列到达人颈部较粗的部位时,两探头阵列131被顶高,此时探头阵列131及弧形滑轨114沿弧形导引通道113上升,两探头阵列131自动张开(即左边探头阵列与右边探头阵列之间的夹角变大)。

[0089] 参考图3,本实施例中,探头阵列安装架12上设有探头阵列偏转角调节机构,探头阵列偏转角调节机构包括调节手柄122、蜗杆123、两个蜗轮124和两个转轴125,蜗杆123通过轴承安装在探头阵列安装架12上且沿纵向设置,两个转轴125左右并排并且分别通过轴承安装在探头阵列安装架12上,转轴125的轴线为上下走向,两个蜗轮124分别与两个转轴125同轴固定连接,两蜗轮124分处于蜗杆123的左右两侧并且均与蜗杆123啮合,调节手柄122固定安装在蜗杆123一端;左侧的转轴125通过连接杆126与左侧的第二滑块121固定连接,右侧的转轴125通过连接杆126与右侧的第二滑块121固定连接。本实施例中,第一弹性

复位部件111为扭簧,扭簧的弹簧圈部1111安装在转轴125上(或者与转轴125固定在一起的座体上),扭簧的一个扭力臂1112与转轴125连接或接触,扭簧的另一个扭力臂1113与对应的探头阵列131连接或接触;在扭簧的作用下,探头阵列131及弧形滑轨114具有沿弧形导引通道113向下滑动的趋势。检测人员在扫查之前,通过旋转调节手柄122,使蜗杆123旋转,蜗杆123通过两个蜗轮124带动两个转轴125同时旋转(两个转轴125的旋转方向相反),从而带动两侧的第二滑块121、弧形滑轨114及探头阵列131一起绕各自的转轴125偏转,使两探头阵列131具有合适的偏转角度(偏转角度的大小可通过陀螺仪112获得),确保分布式探头阵列13可以一次扫查完整获得甲状腺的声像图。

[0090] 参考图2,本实施例中,扫查运动机构包括扫查支架14、纵向直线导轨15、螺杆16、螺母17和驱动电机18,纵向直线导轨15固定安装在扫查支架14上,纵向平移座11上设有与纵向直线导轨15滑动配合的第一滑块19,螺杆16可转动安装在扫查支架14上并且与纵向直线导轨15相互平行,螺母17与螺杆16啮合,螺母17与纵向平移座11连接,驱动电机18的动力输出轴与螺杆16传动连接(本实施例中驱动电机18的动力输出轴通过联轴器110与螺杆16连接)。扫查支架14上可装有把手,可方便检测人员操作。所述纵向编码器可安装在纵向平移座11上,用于检测分布式探头阵列13的纵向位置信息;所述纵向编码器也可固定安装在扫查支架14上并且与螺杆16连接,用于检测螺杆16的转动角度,通过计算获得分布式探头阵列13的纵向位置信息。

[0091] 探头阵列安装架12及分布式探头阵列13能够相对于纵向平移座11上下运动,探头阵列安装架12设于纵向平移座11下方,纵向平移座11与探头阵列安装架12之间设有能够对探头阵列安装架12施加向下作用力的第二弹性复位部件116,第二弹性复位部件116上端与纵向平移座11之间设有压力传感器117。在分布式探头阵列13纵向移动的过程中,压力传感器117将检测到的压力信息传输给控制系统;控制系统根据压力传感器测得的压力与第二弹性复位部件116的弹性系数计算,获得探头阵列131相对于纵向平移座11的上下运动距离。本实施例中,纵向平移座11上设有两个上下走向的导向通孔118,导向通孔118中安装有导向柱119,各导向柱119下端与探头阵列安装架12连接,压力传感器117设于纵向平移座11的下表面上,第二弹性复位部件116处于压力传感器117与探头阵列安装架12之间。第二弹性复位部件116是压缩弹簧。

[0092] 以人体甲状腺的扫查为例,本实施例的纵向扫查装置可由支撑臂连接在主机上(支撑臂与扫查支架14连接),需要进行检测时,可由主机通过其控制系统将分布式探头阵列13定位至人的颈部(被测者仰卧),也可人工操作支撑臂将分布式探头阵列13定位至人的颈部。

[0093] 分布式探头阵列13沿设定方向自起始端向终止端移动结束后,即可完成一次扫描,获得人体被测部位的超声容积数据。本实施例中,分布式探头阵列13在扫查运动机构的驱动下贴合人体被测部位的皮肤移动(可以自靠近下巴的位置移动至紧贴锁骨的位置,也可以自紧贴锁骨的位置移动至靠近下巴的位置),其扫查面即可完全覆盖甲状腺检测区域,能完整呈现甲状腺的声像图。两个探头阵列131的扫描区域存在重叠部分(可以单独设置某个探头阵列进行“梯形成像”,或同时设置所有探头阵列都进行“梯形成像”,使相邻两个探头阵列的扫描区域存在重叠部分),这样可以避免探头阵列与探头阵列之间的组合空隙所产生的采集盲区。

[0094] 控制系统可预设各探头阵列的超声工作参数以及超声扫描序列,在扫查运动机构驱动分布式探头阵列移动的时候,分布式探头阵列按预设的超声工作参数以及超声扫描序列进行超声电子扫描。

[0095] 本发明中分布式探头阵列扫描所采用的超声工作参数可以是多样的,例如(以分布式探头阵列由两个探头阵列组成为例):第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声工作频率;第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声成像模式;第1个探头阵列和第2个探头阵列采用不同或相同的超声扫描深度,等等。

[0096] 控制系统预设的超声扫描序列可以是多样的,例如:控制系统将第1个探头阵列分为 q 个区域,将第2个探头阵列分为 m 个区域, q 和 m 均大于等于1,区域总数为 $q+m$ 。进行扫描时,以上 $q+m$ 个区域可按任意顺序排序形成超声扫描序列。例如,基础的超声扫描序列为 $Z1q1 \rightarrow Z1q2 \rightarrow Z1q3 \rightarrow \dots \rightarrow Z1qq \rightarrow Z2m1 \rightarrow Z2m2 \rightarrow Z2m3 \rightarrow \dots \rightarrow Z2mm$ (Z 代表探头阵列)。控制系统预设各个区域的超声工作参数到超声发射接收前端。扫查运动机构开始机械运动时分布式探头阵列开始扫描,分布式探头阵列按照上述超声扫描序列循环进行扫描(在扫查运动机构的驱动下,分布式探头阵列每到达一个位置则按照上述超声扫描序列进行一个循环的扫描),直至机械运动完毕,数据采集结束。同样道理,以 Z 和 q/m 为单位进行编辑的其它任意序列,控制系统都能正常控制并进行扫描工作。

[0097] 扫查过程中,陀螺仪112可随时检测相应探头阵列131的位置信息(例如探头阵列的内外偏转的角度、张开和闭合方向的角度),成像系统可以通过各探头阵列131的位置信息,拟合各探头阵列的声像图,实现完整成像。

[0098] 扫查过程中,通过第一弹性复位部件111的弹性系数和陀螺仪112获得的探头阵列角度,可折算出该探头阵列131对人颈部的压力,同时陀螺仪112可准确监测探头阵列131的位置信息;成像系统可通过这些位置信息将多个探头阵列131的声像图整合在一起,实现完整成像。探头阵列131根据人颈部大小的变化自适应地相对于探头阵列安装架12移动,同时第一弹性复位部件111能够对探头阵列131施加作用力,使探头阵列131与人颈部保持贴合,调节扫查过程中探头阵列131对人颈部的压力。

[0099] 通过设置第二弹性复位部件116,使分布式探头阵列13的上下运动是自适应运动,在扫查装置向下定位至人颈部时起缓冲作用;同时在扫查的过程当中,也可以配合探头阵列131的张开闭合运动来调节探头阵列131对人颈部的压力。探头阵列131下压力的大小由压力传感器117测量。探头阵列131相对于纵向平移座11的上下运动距离,可根据压力传感器117测得的压力与第二弹性复位部件116的弹性系数计算获得。

[0100] 探头阵列对人颈部的总压力 F 是扭簧产生的压力 F_1 和上下运动的下压力 F_2 的合力,参考图1,假设陀螺仪测得的探头阵列夹角为 α ,则探头阵列对人颈部的总压力可简化由式 $F=F_1 + \frac{F_2}{2} \sin(\alpha/2)$ 获得。探测人员可通过探头阵列对人颈部的总压力和位置信息来控制扫查装置实现准确定位,保证检测过程的舒适度和成像效果。

[0101] 分布式探头阵列中的多个探头阵列也可按其他方式排列成与人颈前部相吻合的形状,例如:(1)参考图4,分布式探头阵列13由三个探头阵列131组成,检测时中间的探头阵列处于人颈部的正前方(被检测者仰卧时中间的探头阵列处于人颈部的正上方),其余两个探头阵列分别处于人颈部的左前方和右前方(被检测者仰卧时这两个探头阵列分别处于人颈部的左上方和右上方);(2)参考图5,分布式探头阵列13由自左至右依次排列的多个(如

九个)探头阵列131组成,这多个探头阵列排列的轨迹呈弧形,与人颈前部相吻合,检测时分布式探头阵列处于人颈部的前方(被检测者仰卧时分布式探头阵列处于人颈部的上方)。

[0102] 实施例2

[0103] 本实施例与实施例1的不同在于扫查装置采用横向扫查装置,而采集超声容积数据的步骤与实施例1相同。

[0104] 如图6所示,横向扫查装置包括扫查支架21、分布式探头阵列23、探头阵列安装架22、探头阵列安装架导轨24、以及能够驱动探头阵列安装架22沿探头阵列安装架导轨24移动的扫查运动机构,探头阵列安装架导轨24沿横向设置。本实施例中,分布式探头阵列23包括纵向排列的两个探头阵列231,各探头阵列231均安装在探头阵列安装架22上。扫查运动机构包括用于检测分布式探头阵列23的横向位置信息的横向编码器;各探头阵列231上分别安装有一个陀螺仪25;在分布式探头阵列23纵向移动的过程中,横向编码器将检测到的分布式探头阵列23的横向位置信息传输给控制系统,陀螺仪25将检测到的探头阵列231的位置信息传输给控制系统。

[0105] 参考图8,本实施例中,探头阵列安装架22上设有两个探头阵列缓冲机构,探头阵列缓冲机构与探头阵列231一一对应。探头阵列缓冲机构包括导套26和导杆27(导套26和导杆27分别设有两个,两导杆27与两导套26一一对应),导套26固定安装在探头阵列安装架24上,导杆27处于导套26中,导杆27下端与对应的探头阵列231连接,导杆27上端设有第一限位块28。探头阵列缓冲机构还包括第一弹性复位部件,本实施例中,第一弹性复位部件为压缩弹簧29,压缩弹簧29套接在导杆27上(压缩弹簧29设有两个,两压缩弹簧29分别套接在两导杆27上),压缩弹簧29上端与导套26下端接触,压缩弹簧29下端与探头阵列231接触。在扫查过程中,当探头阵列231移动至人体被测部位突出的位置时,探头阵列231被顶起(此时探头阵列231及导杆27沿导套26上升);第一弹性复位部件能够对探头阵列231施加向下的作用力,起复位作用,还可确保探头阵列231紧贴人体被测部位的皮肤。

[0106] 本实施例中,探头阵列安装架导轨24为弧形导轨,探头阵列安装架22及分布式探头阵列23的运动形式是弧线运动。参考图6和图7,扫查运动机构包括导轨座210、横向直线导轨211、横向平移座212以及能够驱动横向平移座212沿横向直线导轨211平移的驱动机构;横向直线导轨211和探头阵列安装架导轨24均固定安装在导轨座210上,横向平移座212上设有与横向直线导轨211滑动配合的第一滑块213;横向直线导轨211处于探头阵列安装架导轨24上方(本实施例中探头阵列安装架导轨24和横向直线导轨211均设有两个),横向平移座212通过活动连接结构与探头阵列安装架22连接。上述活动连接结构包括上连杆214和下连杆215,横向平移座212上设有上下走向的导引孔216,上连杆214上部处于导引孔216中,上连杆214下端与下连杆215上端铰接,下连杆215下端与探头阵列安装架22固定连接;探头阵列安装架22上设有与探头阵列安装架导轨24滑动配合的第二滑块217。上连杆214上套接有一压缩弹簧218,上连杆214下端设有第二限位块219,该压缩弹簧218上端与横向平移座212接触,该压缩弹簧218下端与第二限位块219接触。上述驱动机构包括螺杆220、螺母221和驱动电机222,螺杆220可转动安装在导轨座210上并且与横向直线导轨211相互平行,螺母221与螺杆220啮合,螺母221与横向平移座212连接,驱动电机222的动力输出轴与螺杆220传动连接(本实施例中驱动电机222的动力输出轴通过联轴器223与螺杆220连接)。所述横向编码器可安装在探头阵列安装架22或横向平移座212上,用于检测分布式探头阵列23

的横向位置信息；横向编码器也可固定安装在导轨座210上并且与螺杆220连接，用于检测螺杆220的转动角度，通过计算获得分布式探头阵列23的横向位置信息。

[0107] 导轨座210安装在扫查支架21上，本实施例中，导轨座210能够相对于扫查支架21上下运动，导轨座210设于扫查支架21下方，导轨座210与扫查支架21之间设有能够对导轨座210施加向下作用力的第二弹性复位部件224，第二弹性复位部件224上端与扫查支架21之间设有压力传感器225；在分布式探头阵列23横向移动的过程中，压力传感器225将检测到的压力信息传输给控制系统；控制系统根据压力传感器225测得的压力与第二弹性复位部件224的弹性系数进行计算，获得分布式探头阵列23、探头阵列安装架22以及导轨座210相对于扫查支架21的上下运动距离。本实施例中，扫查支架21上固定安装有导向座226，导向座226上设有上下走向的两个导向通孔227，导向通孔227中安装有导向柱228，各导向柱228下端与导轨座210连接，压力传感器225设于导向座226的下表面上，第二弹性复位部件224处于压力传感器225与导轨座210之间。第二弹性复位部件224是压缩弹簧。

[0108] 扫查支架21上可装有把手，可方便检测人员操作。

[0109] 以人体甲状腺的扫查为例，本实施例的纵向扫查装置可由支撑臂连接在主机上（支撑臂与扫查支架21连接），需要进行检测时，可由主机通过其控制系统将分布式探头阵列23定位至人的颈部（被测者仰卧），也可人工操作支撑臂将分布式探头阵列23定位至人的颈部。

[0110] 分布式探头阵列23在扫查运动机构的驱动下，沿探头阵列安装架导轨24贴合人体被测部位的皮肤进行横向移动，分布式探头阵列23在移动过程中进行扫查；通过一次扫查（即分布式探头阵列23沿探头阵列安装架导轨24自左至右移动一次，或者自右至左移动一次），其扫查面即可完全覆盖甲状腺检测区域，能完整呈现甲状腺的声像图。

[0111] 扫查过程中，陀螺仪25可随时检测相应探头阵列231的位置信息，成像系统可以通过各探头阵列231的位置信息，拟合各探头阵列231的声像图，实现完整成像。通过横向编码器获得分布式探头阵列23的横向位置信息。通过设置第二弹性复位部件224，使分布式探头阵列23的上下运动是自适应运动，在扫查装置向下定位至人颈部时起缓冲作用；同时在扫查的过程当中，也可以调节探头阵列23对人颈部的压力。

[0112] 探头阵列23下压力的大小由压力传感器225测量。分布式探头阵列23、探头阵列安装架22以及导轨座210相对于扫查支架21的上下运动距离，根据压力传感器225测得的压力与第二弹性复位部件224的弹性系数计算获得。参考图6，若陀螺仪25获得探头阵列23与水平夹角为 β ，压力传感器225测量的压力为 F_3 ，则探头阵列23对人颈部的压力大小为 $F = F_3 \cos \beta$ 。

[0113] 此外，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：

[0114] 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；

[0115] 步骤(4-1)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；

[0116] 按照上述步骤(4-3)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, θ) 与 $V_n(r, \theta)$ 之间的重叠区域 Ω_{n-1} ;

[0117] 步骤(5)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}) ;

[0118] 步骤(6)中,第二个至第 n 个探头阵列变换后的容积数据依次为 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ $\cdots \cdots V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$;

[0119] 步骤(7)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, $\cdots \cdots V_{n-1}'$ 与 V_n' 之间的重叠区域的互相关值;

[0120] 步骤(9)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 $V_2' = V_2(r-r_1, \theta-\theta_1)$ 、 $V_3' = V_3(r-r_2, \theta-\theta_2)$ $\cdots \cdots V_n' = V_n(r-r_{n-1}, \theta-\theta_{n-1})$ 合并。

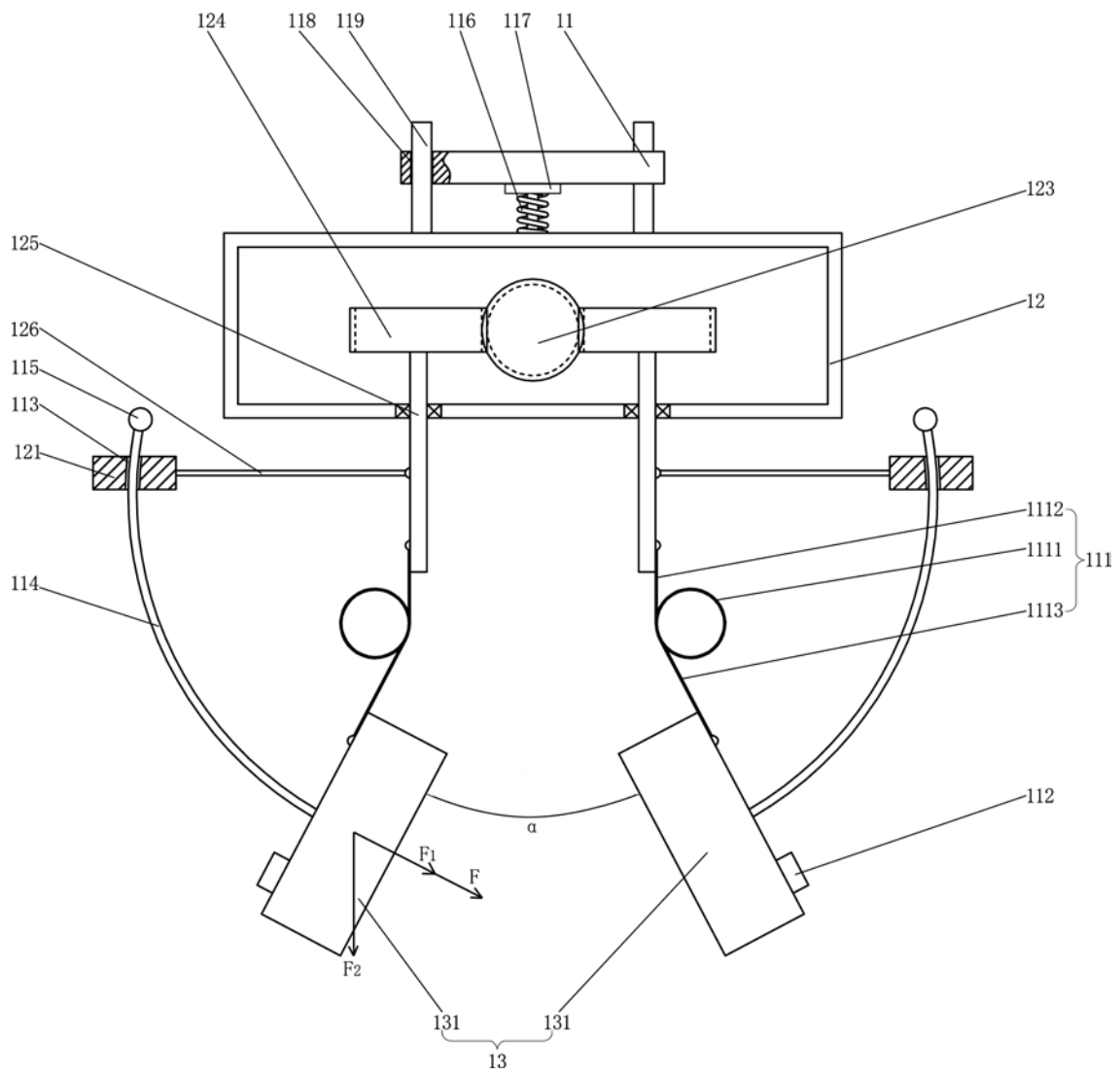


图1

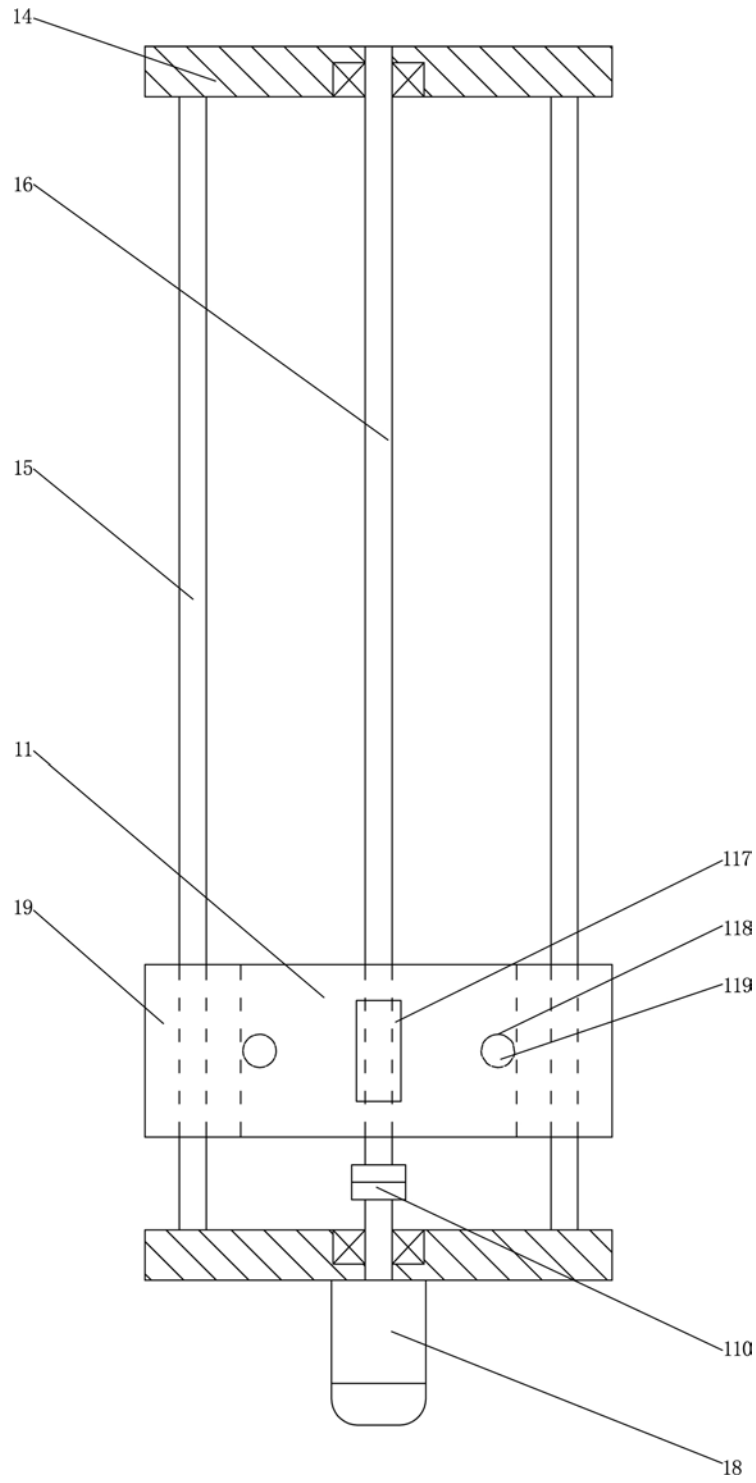


图2

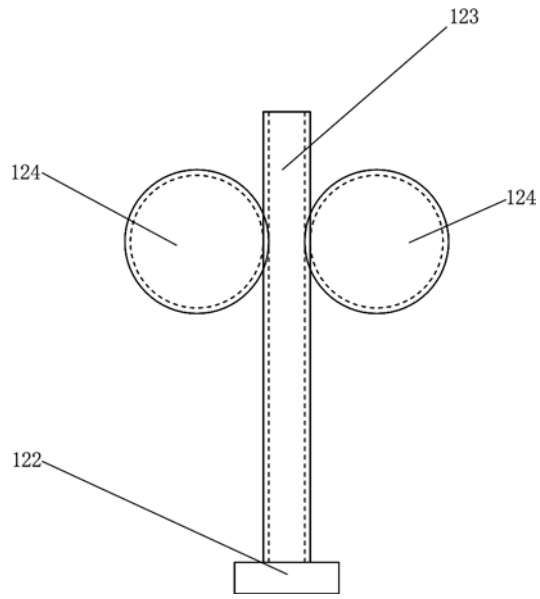


图3

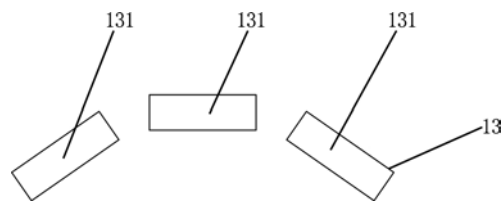


图4

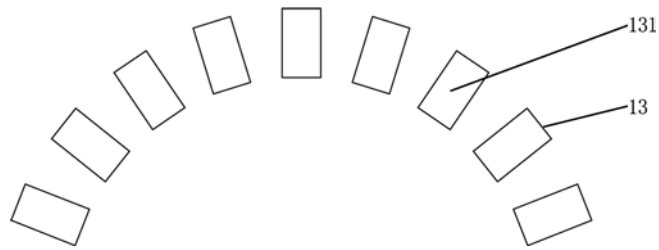


图5

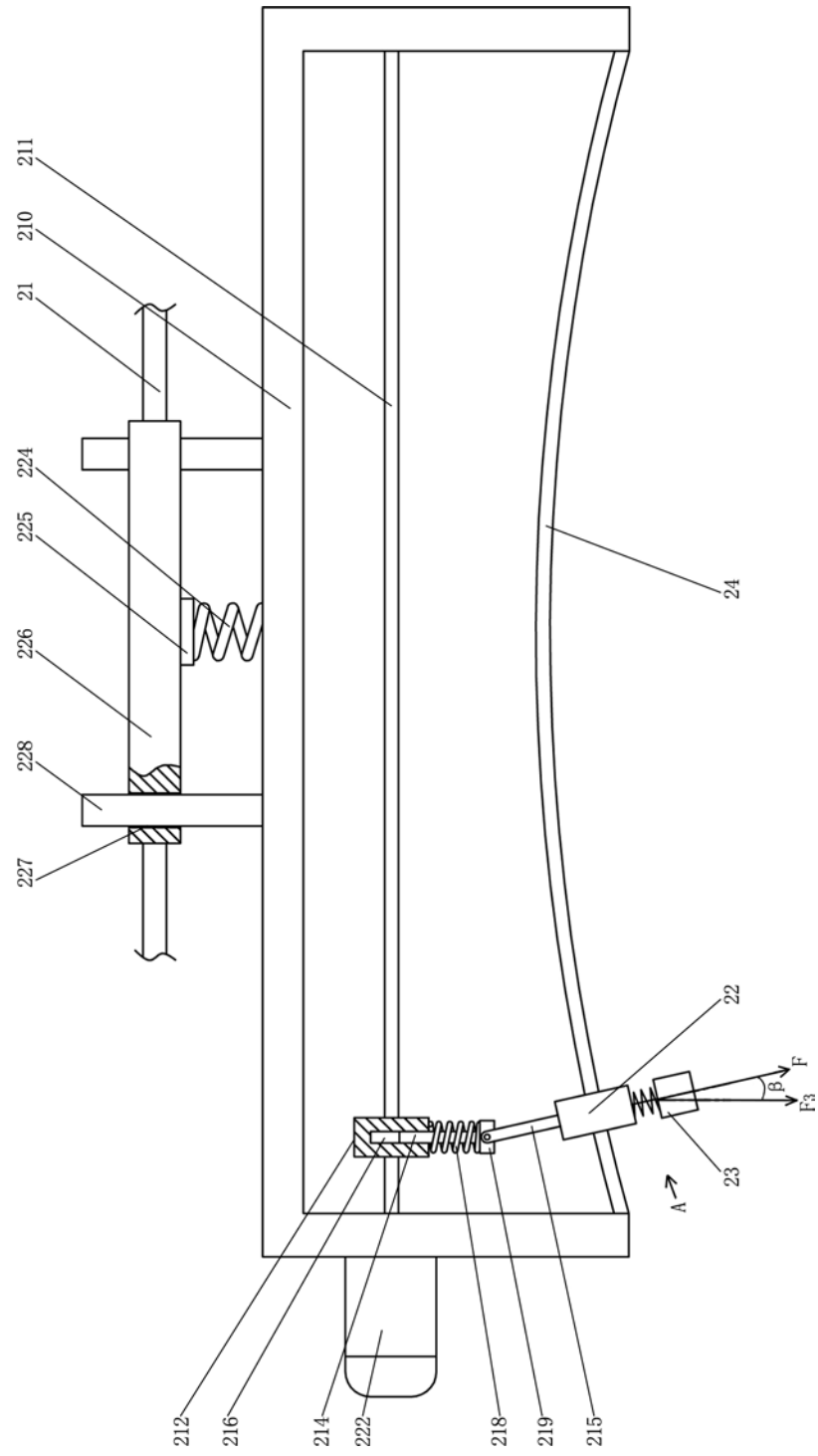


图6

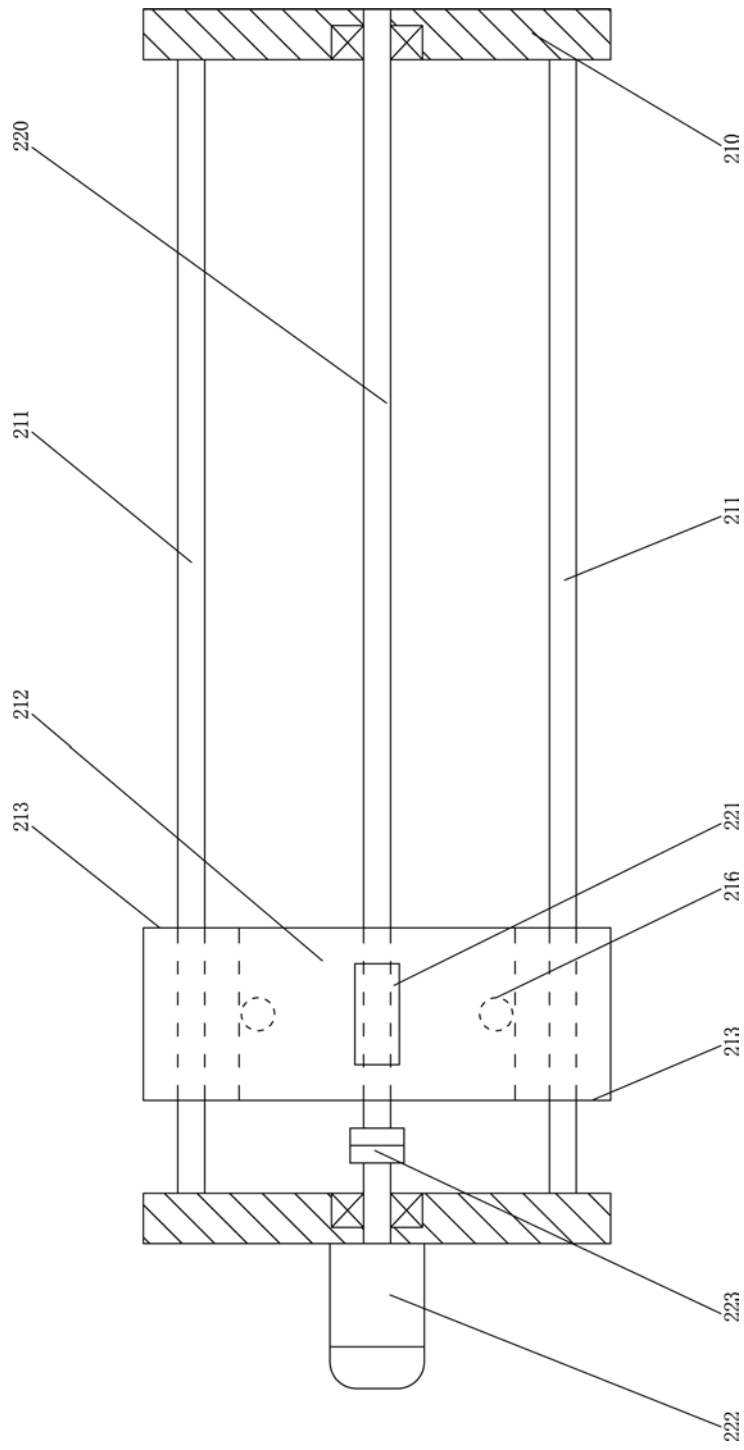


图7

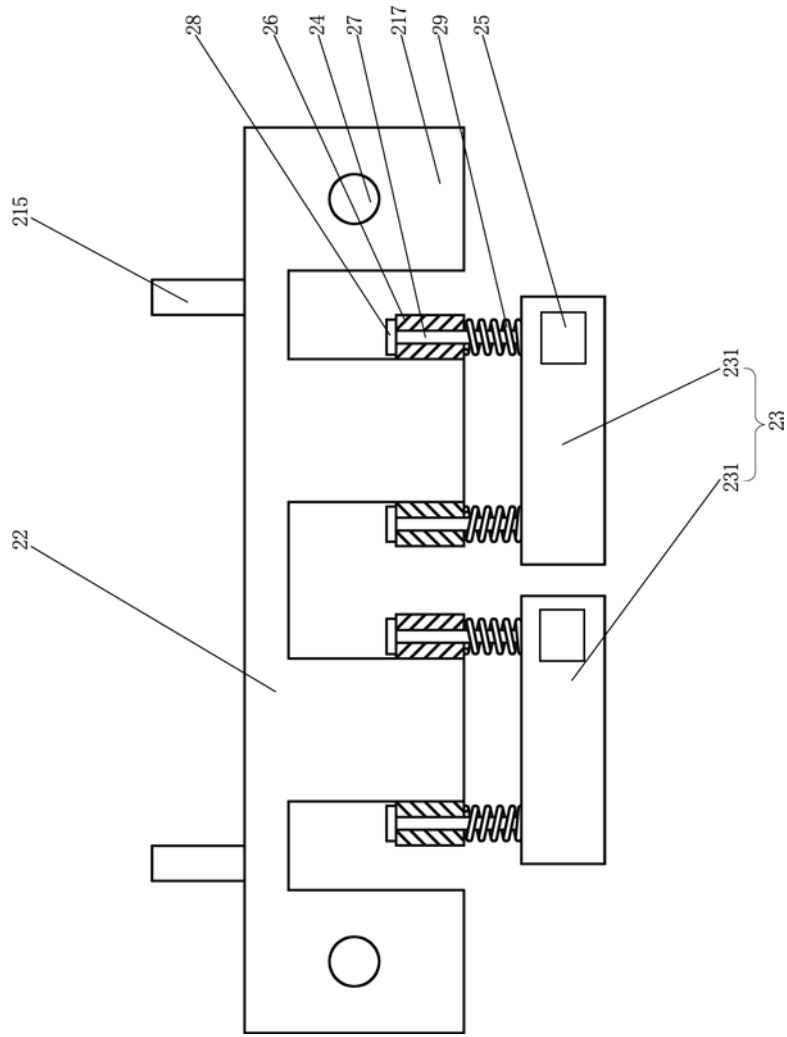


图8

专利名称(译)	一种基于分布式超声容积数据的成像方法		
公开(公告)号	CN108771548B	公开(公告)日	2020-06-19
申请号	CN201810316416.2	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 杨金耀 余炎雄 蔡泽杭		
发明人	范列湘 杨金耀 余炎雄 蔡泽杭		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	朱明华		
其他公开文献	CN108771548A		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

一种基于分布式超声容积数据的成像方法，包括下述步骤：分布式探头阵列对人体被测部位进行扫描，获得各探头阵列扫描得到的容积数据；确定相邻容积数据之间的重叠区域；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；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；计算变换后容积数据重叠区域的互相关值；当互相关值大于或等于预设值时，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，得到重建后的超声容积数据，并形成超声图像。本发明能够快速获取超声容积数据，进行三维重建并形成超声图像，而且允许分布式探头阵列在扫描时有一定的形变，可对表面形状较为复杂的人体部位进行检查。

