



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107198545 A

(43)申请公布日 2017. 09. 26

(21)申请号 201710418033.1

(22)申请日 2017.06.06

(71)申请人 苏州国科昂卓医疗科技有限公司

地址 215163 江苏省苏州市高新区科技城
科灵路88号

(72)发明人 伍吉兵 崔峻峤 焦阳 韩志乐
徐杰

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
有限公司 11250

代理人 陈博旻

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

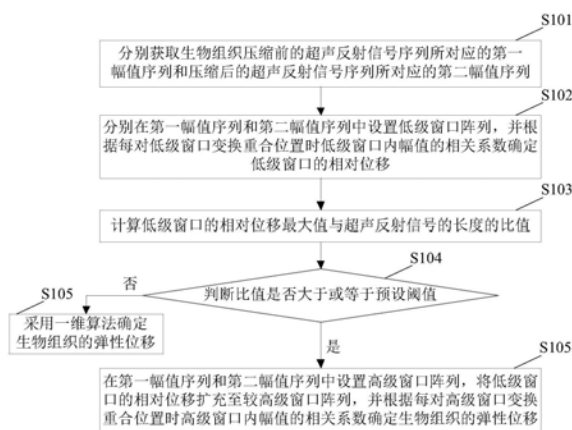
权利要求书4页 说明书18页 附图11页

(54)发明名称

生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置

(57)摘要

本发明公开了一种生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置,其中弹性位移估计方法包括:分别获取压缩前的第一幅值序列和压缩后的第二幅值序列;分别根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移;计算低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值;判断比值是否大于或等于预设阈值;当比值大于或等于预设阈值时,将低级窗口的相对位移扩充至较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移。该方法先粗略判断生物组织的压缩程度,再据此选择是否采用二维方法,从而能够解决压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。



1. 一种生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,包括:

分别获取所述生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列;

分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移;

计算所述低级窗口的相对位移最大值与所述超声反射信号的长度的比值;

判断所述比值是否大于或等于预设阈值;

当所述比值大于或等于所述预设阈值时,在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移;

其中,所述高级窗口阵列的每个窗口覆盖超声阵列探头的多个阵列单元所对应的幅值序列,所述超声阵列探头包括多个阵列单元,每个阵列单元用于发射一束超声信号,并收集所述超声信号的反射信号。

2. 根据权利要求1所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,当所述比值小于所述预设阈值时,采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

3. 根据权利要求1所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,所述分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移的步骤包括:

在所述第一幅值序列设置第一计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第一搜索窗口阵列,第一计算窗口与第一搜索窗口的位置一一对应;第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,第一计算窗口小于对应的第一搜索窗口;在所述第二幅值序列设置第一滑动窗口阵列,第一滑动窗口与第一计算窗口大小一致,并且所述第一滑动窗口阵列的初始位置与所述第一计算窗口阵列的位置对应相同;分别计算每个第一滑动窗口在对应的第一搜索窗口区域内滑动时,所述第一滑动窗口内的幅值与所述第一计算窗口内的幅值的相关系数;

获取相关系数为最大值时所述第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移作为所述第一计算窗口的第一位移,并将所述第一位移作为低级窗口的相对位移。

4. 根据权利要求3所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,所述第一搜索窗口阵列中第一搜索窗口的纵向长度逐步增大,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

5. 根据权利要求1所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,所述在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移的步骤包括:

在所述第一幅值序列设置第二计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第二搜索窗口阵列,第二计算窗口与第二搜索窗口的位置一一对应,第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,第二计算窗口小于对应的第一搜索窗口,所述第二计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第一计算窗口的数量,通过插值方法将所述第一位移扩充至第二计算窗口;

在所述第二幅值序列设置第二滑动窗口阵列,第二滑动窗口与第二计算窗口大小一

致,并且所述第二滑动窗口阵列的初始位置与所述第二计算窗口阵列按照所述第一位移移动后的位置对应相同,分别计算每个第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于所述第一位移滑动时,所述第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;

获取相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置与其所对应的所述第二计算窗口的相对位移作为所述第二计算窗口的第二位移。

6. 根据权利要求5所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于所述第一位移滑动的过程包括:

判断所述第二滑动窗口的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐;

当所述第二滑动窗口的边缘没有与所述第二搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第二滑动窗口的初始位置为所述第二计算窗口根据所述第一位移移动后的位置;

使所述第二滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;

确定相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置为所述第二滑动窗口的下一位置;

判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;

当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第二滑动窗口的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐的步骤;

当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第二滑动窗口结束移动。

7. 根据权利要求4所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,所述获取相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置与其所对应的所述第二计算窗口的相对位移作为所述第二计算窗口的第二位移的步骤之后,还包括:

在所述第一幅值序列设置第三计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第三搜索窗口阵列,第三计算窗口与第三搜索窗口一一对应;第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,第三计算窗口小于对应的第三搜索窗口;所述第三计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第二计算窗口的数量;通过插值方法将所述第二位移扩充至第三计算窗口;

在所述第二幅值序列设置第三滑动窗口阵列,第三滑动窗口与第三计算窗口大小一致,并且所述第三滑动窗口阵列的初始位置与所述第三计算窗口阵列按照所述第二位移移动后的位置对应相同;分别计算每个第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于所述第二位移滑动时,所述第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;

获取相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置与所述第三计算窗口对应位置的位移作为所述第三计算窗口的第三位移。

8. 根据权利要求7所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于所述第二位移滑动时,

判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐;

当所述第三滑动窗口的边缘没有与所述第三搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第三滑动窗口的初始位置为所述第三计算窗口根据所述第二位移移动后的位置;

使所述第三滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算

第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;

确定将相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置为所述第三滑动窗口的下一位置;

判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;

当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐的步骤;

当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第三滑动窗口结束移动。

9. 根据权利要求7所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,

所述第一搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第一计算窗口;

所述第二搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第二计算窗口;

所述第三搜索窗口的横向长度与所述第三计算窗口相同;

其中,所述横向长度为窗口所覆盖的超声反射信号的条数,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

10. 根据权利要求2至9任一项所述的生物组织的弹性位移估计方法,其特征在于,所述确定生物组织的弹性位移的步骤还包括:

通过插值方法将所述第二计算窗口的所述第二位移或者所述第三计算窗口的所述第三位移扩充至整个第一幅值序列;

根据所述第一幅值序列中各个幅值的位移,采用零相位迭代法和/或权相位分离法计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

11. 一种生物组织的弹性应变估计方法,其特征在于,包括:

利用权利要求1-10中任一项所述的弹性位移估计方法计算所述生物组织的弹性位移;

分别根据所述生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值;

分别确定所述至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比;

筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

12. 根据权利要求11所述的生物组织的弹性应变估计方法,其特征在于,所述至少两种不同的算法包括零相位迭代法和权相位分离法。

13. 一种生物组织的弹性位移估计装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于分别获取所述生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列;

第一确定单元,用于分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移;

第一计算单元,用于计算所述低级窗口的相对位移最大值与所述超声反射信号的长度的比值;

判断单元,用于判断所述比值是否大于或等于预设阈值;

第二确定单元,用于当所述比值大于或等于所述预设阈值时,在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵

列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移。

14.一种生物组织的弹性应变估计装置,其特征在于,包括:

权利要求13所述的弹性位移估计装置;

第三计算单元,用于分别根据所述生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值;

第四确定单元,用于分别确定所述至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比;

筛选单元,用于筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声成像技术领域,具体涉及一种生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置。

背景技术

[0002] 经过长期的临床诊断验证,病变的发生往往伴随着生物组织的硬度以及弹性性质的变化。例如胸部发生癌变时,会出现明显的变硬的囊肿,导致与正常组织之间存在较大的弹性差异。因此在医学领域中,生物组织的硬度和弹性信息对于疾病的检测,有着非常重要的参考意义。然而,传统意义上的医疗检测手段如:计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)和超声成像均不能直接得到生物组织的这些信息。而超声弹性成像作为能够检测生物组织硬度和弹性信息的有效手段,已经成为医用超声领域的一个研究热点,在乳腺癌检测、肝硬化分期,动脉粥样硬化斑块早期诊断、射频消融等治疗和监控等方面具有广阔的应用前景并得到迅速发展。

[0003] 超声弹性成像通过挤压待测生物组织,利用超声阵列探头采集生物组织压缩前后的超声信号序列(RF信号),通过超声弹性成像中的位移估计算法分析RF信号得到组织位移场,在组织位移场的基础上进一步计算生物组织的应变信息或重建弹性模量。

[0004] 弹性位移估计及应变估计是弹性成像的重要内容,准静态弹性成像算法进行弹性位移估计及应变估计的方法总体来说可以分为一维方法和二维方法两大类型。

[0005] 时域互相关算法作为一种一维方法,首先将受压前、后组织的超声反射信号进行等间隔分段,然后对每段进行时域互相关计算,最后通过相关函数的最大值计算组织位移量。

[0006] 一维方法旨在获取生物组织在轴向(即超声信号的传播方向)方向的组织位移量,并不考虑到实际横向(与轴向垂直的方向)压缩量对于轴向压缩量的影响。在生物组织的的压缩程度不大时,一维方法的计算较为精确,但计算量大;在对生物组织的压缩程度较大时,轴向压缩量较大,会使得实际横向压缩量较大,继而实际横向压缩量又会影响到一维方法对轴向压缩量的计算精度。因此,在一维方法在压缩程度较大的情形时计算结果不准确。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置,以解决在对生物组织的压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。

[0008] 本发明第一方面提供了一种生物组织的弹性位移估计方法,包括:分别获取所述生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列;分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移;计算所述低级窗口的相对位移最大值与所述超声反射信号的长度的比值;判断所述比值是否大于或等于预设阈值;当所述比值大于或等于所述预设阈值时,在所述第一幅

值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移;其中,所述高级窗口阵列的每个窗口覆盖超声阵列探头的多个阵列单元所对应的幅值序列,所述超声阵列探头包括多个阵列单元,每个阵列单元用于发射一束超声信号,并收集所述超声信号的反射信号。

[0009] 可选地,当所述比值小于所述预设阈值时,采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

[0010] 可选地,所述分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移的步骤包括:在所述第一幅值序列设置第一计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第一搜索窗口阵列,第一计算窗口与第一搜索窗口的位置一一对应;第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,第一计算窗口小于对应的第一搜索窗口;在所述第二幅值序列设置第一滑动窗口阵列,第一滑动窗口与第一计算窗口大小一致,并且所述第一滑动窗口阵列的初始位置与所述第一计算窗口阵列的位置对应相同;分别计算每个第一滑动窗口在对应的第一搜索窗口区域内滑动时,所述第一滑动窗口内的幅值与所述第一计算窗口内的幅值的相关系数;获取相关系数为最大值时所述第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移作为所述第一计算窗口的第一位移,并将所述第一位移作为低级窗口的相对位移。

[0011] 可选地,所述第一搜索窗口阵列中第一搜索窗口的纵向长度逐步增大,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0012] 可选地,所述在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移的步骤包括:在所述第一幅值序列设置第二计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第二搜索窗口阵列,第二计算窗口与第二搜索窗口的位置一一对应,第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,第二计算窗口小于对应的第一搜索窗口,所述第二计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第一计算窗口的数量,通过插值方法将所述第一位移扩充至第二计算窗口;在所述第二幅值序列设置第二滑动窗口阵列,第二滑动窗口与第二计算窗口大小一致,并且所述第二滑动窗口阵列的初始位置与所述第二计算窗口阵列按照所述第一位移移动后的位置对应相同,分别计算每个第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于所述第一位移滑动时,所述第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;获取相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置与其所对应的所述第二计算窗口的相对位移作为所述第二计算窗口的第二位移。

[0013] 可选地,第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于所述第一位移滑动的过程包括:判断所述第二滑动窗口的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐;当所述第二滑动窗口的边缘没有与所述第二搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第二滑动窗口的初始位置为所述第二计算窗口根据所述第一位移移动后的位置;使所述第二滑动窗口分别向第一方向 and/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算

窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;确定相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置为所述第二滑动窗口的下一位置;判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第二滑动窗口的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐的步骤;当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第二滑动窗口结束移动。

[0014] 可选地,所述获取相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置与其所对应的所述第二计算窗口的相对位移作为所述第二计算窗口的第二位移的步骤之后,还包括:在所述第一幅值序列设置第三计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第三搜索窗口阵列,第三计算窗口与第三搜索窗口一一对应;第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,第三计算窗口小于对应的第三搜索窗口;所述第三计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第二计算窗口的数量;通过插值方法将所述第二位移扩充至第三计算窗口;在所述第二幅值序列设置第三滑动窗口阵列,第三滑动窗口与第三计算窗口大小一致,并且所述第三滑动窗口阵列的初始位置与所述第三计算窗口阵列按照所述第二位移移动后的位置对应相同;分别计算每个第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于所述第二位移滑动时,所述第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;获取相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置与所述第三计算窗口对应位置的位移作为所述第三计算窗口的第三位移。

[0015] 可选地,第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于所述第二位移滑动时,判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐;当所述第三滑动窗口的边缘没有与所述第三搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第三滑动窗口的初始位置为所述第三计算窗口根据所述第二位移移动后的位置;使所述第三滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;确定将相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置为所述第三滑动窗口的下一位置;判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐的步骤;当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第三滑动窗口结束移动。

[0016] 可选地,所述第一搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第一计算窗口;所述第二搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第二计算窗口;所述第三搜索窗口的横向长度与所述第三计算窗口相同;其中,所述横向长度为窗口所覆盖的超声反射信号的条数,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0017] 可选地,其特征在于,所述确定生物组织的弹性位移的步骤还包括:通过插值方法将所述第二计算窗口的所述第二位移或者所述第三计算窗口的所述第三位移扩充至整个第一幅值序列;根据所述第一幅值序列中各个幅值的位移,采用零相位迭代法和/或权相位分离法计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

[0018] 本发明第二方面提供了一种生物组织的弹性应变估计方法,包括:利用第一方面或者第一方面任意一种可选实施方式所述的弹性位移估计方法计算所述生物组织的弹性位移;分别根据所述生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值;分别确定所述

至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比;筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

[0019] 可选地,所述至少两种不同的算法包括零相位迭代法和权相位分离法。

[0020] 本发明第三方面提供了一种生物组织的弹性位移估计装置,包括:获取单元,用于分别获取所述生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列;第一确定单元,用于分别在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移;第一计算单元,用于计算所述低级窗口的相对位移最大值与所述超声反射信号的长度的比值;判断单元,用于判断所述比值是否大于或等于预设阈值;第二确定单元,用于当所述比值大于或等于所述预设阈值时,在所述第一幅值序列和所述第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中所述高级窗口阵列中的高级窗口数量大于所述低级窗口阵列中的低级窗口数量,将所述低级窗口的相对位移扩充至所述较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移。

[0021] 可选地,还包括第三确定单元,用于当所述比值小于所述预设阈值时,采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

[0022] 可选地,所述第一确定单元包括:第一计算子单元,用于在所述第一幅值序列设置第一计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第一搜索窗口阵列,第一计算窗口与第一搜索窗口的位置一一对应;第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,第一计算窗口小于对应的第一搜索窗口;在所述第二幅值序列设置第一滑动窗口阵列,第一滑动窗口与第一计算窗口大小一致,并且所述第一滑动窗口阵列的初始位置与所述第一计算窗口阵列的位置对应相同;分别计算每个第一滑动窗口在对应的第一搜索窗口区域内滑动时,所述第一滑动窗口内的幅值与所述第一计算窗口内的幅值的相关系数;第一获取子单元,用于获取相关系数为最大值时所述第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移作为所述第一计算窗口的第一位移。

[0023] 可选地,所述第一搜索窗口阵列中第一搜索窗口的纵向长度逐步增大,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0024] 可选地,所述第二确定单元包括:第一扩充子单元,用于在所述第一幅值序列设置第二计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第二搜索窗口阵列,第二计算窗口与第二搜索窗口的位置一一对应,第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,第二计算窗口小于对应的第一搜索窗口,所述第二计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第一计算窗口的数量,通过插值装置将所述第一位移扩充至第二计算窗口;第二计算子单元,用于在所述第二幅值序列设置第二滑动窗口阵列,第二滑动窗口与第二计算窗口大小一致,并且所述第二滑动窗口阵列的初始位置与所述第二计算窗口阵列按照所述第一位移移动后的位置对应相同,分别计算每个第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于所述第一位移滑动时,所述第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;第二获取子单元,用于获取相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置与其所对应的所述第二计算窗口的相对位移作为所述第二计算窗口的第二位移。

[0025] 可选地,所述第二确定单元还包括:第一判断子单元,用于判断所述第二滑动窗口

的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐;第三计算子单元,用于当所述第二滑动窗口的边缘没有与所述第二搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第二滑动窗口的初始位置为所述第二计算窗口根据所述第一位移移动后的位置;第四计算子单元,用于使所述第二滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第二滑动窗口内的幅值与所述第二计算窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;第一确定子单元,用于将相关系数为最大值时所述第二滑动窗口的位置为所述第二滑动窗口的下一位置;第二判断子单元,用于判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第二滑动窗口的边缘是否与所述第二搜索窗口的边缘对齐的步骤;当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第二滑动窗口结束移动。

[0026] 可选地,所述第二获取子单元包括:第二扩充子单元,用于在所述第一幅值序列设置第三计算窗口阵列,在所述第二幅值序列设置第三搜索窗口阵列,第三计算窗口与第三搜索窗口一一对应;第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,第三计算窗口小于对应的第三搜索窗口;所述第三计算窗口阵列中的窗口数量大于所述第二计算窗口的数量;通过插值装置将所述第二位移扩充至第三计算窗口;第五计算子单元,用于在所述第二幅值序列设置第三滑动窗口阵列,第三滑动窗口与第三计算窗口大小一致,并且所述第三滑动窗口阵列的初始位置与所述第三计算窗口阵列按照所述第二位移移动后的位置对应相同;分别计算每个第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于所述第二位移滑动时,所述第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;第三获取子单元,用于获取相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置与所述第三计算窗口对应位置的位移作为所述第三计算窗口的第三位移。

[0027] 可选地,所述第五计算子单元包括:第三判断子单元,用于判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐;第六计算子单元,用于当所述第三滑动窗口的边缘没有与所述第三搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;其中,所述第三滑动窗口的初始位置为所述第三计算窗口根据所述第二位移移动后的位置;第七计算子单元,用于使所述第三滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第三滑动窗口内的幅值与所述第三计算窗口内的幅值的相关系数;所述第一方向包括上、下、左、右,所述第二方向包括左上、左下、右上、右下;第二确定子单元,用于确定将相关系数为最大值时所述第三滑动窗口的位置为所述第三滑动窗口的下一位置;第四判断子单元,用于判断所述当前位置与所述下一位置是否相同;当所述当前位置与所述下一位置不相同,返回所述判断所述第三滑动窗口的边缘是否与所述第三搜索窗口的边缘对齐的步骤;当所述当前位置与所述下一位置相同时,所述第三滑动窗口结束移动。

[0028] 可选地,所述第一搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第一计算窗口;所述第二搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于所述第二计算窗口;所述第三搜索窗口的横向长度与所述第三计算窗口相同;其中,所述横向长度为窗口所覆盖的超声反射信号的条数,所述纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0029] 可选地,所述确定生物组织的弹性位移的步骤还包括:扩充单元,用于通过插值装

置将所述第二计算窗口的所述第二位移或者所述第三计算窗口的所述第三位移扩充至整个第一幅值序列；第二计算单元，用于根据所述第一幅值序列中各个幅值的位移，采用零相位迭代法和/或权相位分离法计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

[0030] 本发明第四方面提供了一种生物组织的弹性应变估计装置，包括：第三方面或者第三方面任意一种可选实施方式所述的弹性位移估计装置；第三计算单元，用于分别根据所述生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值；第四确定单元，用于分别确定所述至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比；筛选单元，用于筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

[0031] 可选地，所述至少两种不同的算法包括零相位迭代法和权相位分离法。

[0032] 本发明实施例所提供的生物组织的弹性位移估计方法及装置，通过低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值大小来量化对生物组织的压缩程度，当比值大于或等于预设阈值时表明压缩程度较大。当压缩程度较大时，则实际横向位移较大，需考虑实际横向位移，则采用本发明实施例所提供的二维方法确定生物组织的位移；若压缩程度不大，则实际横向位移较小，对其研究的意义不大，可以忽略，则无需采用二维方法来确定生物组织的弹性位移，例如采用一维方法确定生物组织的位移，从而可以获取较为准确的轴向位移。此外，由于二维方法中的高级窗口阵列的每个窗口覆盖多个阵列单元所对应的幅值序列，则低级窗口与高级窗口变换重合位置便既可以获取生物组织在轴向方向的位移又可以获取实际横向方向的位移。由此可见，上述生物组织的弹性位移估计方法先粗略判断生物组织的压缩程度，再据此选择是否采用二维方法，从而能够解决压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。此外，本发明实施例所提供的二维方法计算速度较快。

附图说明

[0033] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点，附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制，在附图中：

[0034] 图1示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计方法的流程图；

[0035] 图2示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计方法的流程图；

[0036] 图3示出了一种第一级搜索窗口、计算窗口、滑动窗口的示意图；

[0037] 图4示出了另一种第一级搜索窗口、计算窗口、滑动窗口的示意图；

[0038] 图5示出了第二级搜索窗口、计算窗口、滑动窗口的示意图；

[0039] 图6示出了第三级搜索窗口、计算窗口、滑动窗口的示意图；

[0040] 图7示出了实施例二中滑动窗口在对应的搜索窗口区域内滑动方法的流程图；

[0041] 图8示出了滑动窗口在对应的搜索窗口区域内进行滑动操作的示意图；

[0042] 图9示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性应变估计方法的流程图；

[0043] 图10示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计装置的原理框图；

[0044] 图11示出了根据本发明实施例的另一种生物组织的弹性位移估计装置的原理框图；

[0045] 图12示出了图11中第二确定单元的原理框图；

[0046] 图13示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性应变估计装置的原理框图。

具体实施方式

[0047] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0048] 需要补充说明的是,本申请中所述的“阵列单元”是指超声阵列探头中,可以发射一束超声信号并收集(该超声信号的)反射信号的一个单元。在实际应用中,阵列单元可以包括多个阵列子单元,即由多个阵列子单元分别发送超声波并收集反射波,再将这些阵列子单元所收集的反射波合成本申请中所述的超声信号。

[0049] 实施例一

[0050] 图1示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计方法的流程图。根据图1所示,该方法包括如下步骤:

[0051] S101:分别获取生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列。

[0052] 具体地,可以利用超声阵列探头的各个阵列单元向生物组织发射超声信号并收集反射信号作为第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 。然后沿着超声信号发射的方向对生物组织施加一个微小的挤压,同时利用同一超声阵列探头向压缩后的生物组织发射超声信号并收集反射信号作为第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 。由于第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 都是生物组织内对同一超声阵列探头所发射的超声信号的反射信号,因此对应于超声阵列探头的个数,第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 都包括多条,且条数相等。具体操作过程中,还会对第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 进行截取,使各条反射信号的长度均相等。

[0053] 在得到压缩前的第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和压缩后的第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 后,对其进行希尔伯特变换分别得到第一解析信号和第二解析信号。然后对解析信号进行降采样(降采样需要满足奈奎斯特定理),分别得到第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 和 $\text{post_RF}(x,y)$;其中 $\text{pre_RF}(x,y)$ 表示第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ (即压缩前的采样信号)中超声阵列探头中的第 x 个阵列单元所对应的超声反射信号中的第 y 个采样点, $\text{post_RF}(x,y)$ 表示第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ (即压缩后的采样信号)中超声阵列探头中的第 x 个阵列单元所对应的超声反射信号中的第 y 个采样点。其中超声阵列探头包括多个阵列单元,每个阵列单元用于发射一束超声信号并收集该超声信号的反射信号。

[0054] 进一步地,计算第一采样序列 $\text{pre_RF}(x,y)$ 和 $\text{pre_RF}(x,y)$ 中采样点的幅值,得到压缩前的第一幅值序列 $\text{pre_AMP}(x,y)$;计算第二采样序列 $\text{post_RF}(x,y)$ 和 $\text{post_RF}(x,y)$ 中采样点的幅值,得到压缩后的第二幅值序列 $\text{post_AMP}(x,y)$ 。如图3所示,图中每一小格代表一个幅值,每一纵列的小格代表超声阵列探头的一个阵列单元所对应的超声反射信号的幅值序列,多个纵列的小格合在一起即为整个超声阵列探头阵列所对应的超声反射信号的幅值序列。

[0055] 需要强调的是,步骤S101中的第一幅值序列和第二幅值序列包括了超声阵列探头

的多个阵列单元所对应的幅值序列。

[0056] S102: 分别在第一幅值序列和第二幅值序列中设置低级窗口阵列, 并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移。

[0057] 此处低级窗口阵列是指窗口的数量较少, 如图3所示的3*3的窗口阵列(实线或虚线方框所表示的窗口)。由于超声阵列探头中的阵列单元的数量固定、超声反射信号的长度经截取后长度相同, 当窗口的数量越少时, 其在幅值序列中的分布越稀疏。

[0058] 低级窗口阵列的一对低级窗口变换重合位置可以计算得到对应于这对低级窗口的多个相关系数, 该低级窗口的相对位移为相关系数数值最大时该对低级窗口的相对位移。

[0059] S103: 计算低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值。

[0060] 低级窗口阵列具有多个低级窗口对, 每个低级窗口对对应一个相对位移。步骤S103首先从低级窗口阵列的多个相对位移中获取最大值, 再计算该最大值与超声反射信号的长度的比值。

[0061] S104: 判断比值是否大于或等于预设阈值。当比值大于或等于预设阈值时, 执行步骤下列S105, 采用二维算法确定生物组织的弹性位移; 当比值小于预设阈值时, 执行其他操作。

[0062] S105: 在第一幅值序列和第二幅值序列中设置高级窗口阵列, 将低级窗口的相对位移扩充至较高级窗口阵列, 并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移; 其中, 高级窗口阵列的每个窗口覆盖超声阵列探头的多个阵列单元所对应的幅值序列, 超声阵列探头包括多个阵列单元, 每个阵列单元用于发射一束超声信号, 并收集超声信号的反射信号。

[0063] 此处高级窗口阵列是指窗口的数量较多, 具体地高级窗口阵列中的高级窗口数量大于低级窗口阵列中的低级窗口数量, 例如图3中低级窗口阵列位3*3的窗口阵列, 而图5中高级窗口阵列为4*4窗口阵列。

[0064] 在比值大于或等于预设阈值时, 步骤S105可以执行一次; 也可以执行多次, 沿用上例, 第一次执行步骤S105时, 其窗口数量可以为图5所示的4*4窗口阵列, 第二次执行步骤S105时, 其窗口数量可以为图6所示的5*5窗口阵列, 即每次执行步骤S105时, 所采用的窗口数量均比上一次执行步骤S105时的窗口数量多。

[0065] 图3、图5、图6仅仅是低级窗口阵列与高级窗口阵列的窗口数量的一种示例, 仅用于说明高级窗口阵列中的高级窗口数量大于低级窗口阵列中的低级窗口数量, 并不代表实际操作过程中所采用的窗口数量。

[0066] 步骤S105中“将低级窗口的相对位移扩充至较高级窗口阵列”可以采用插值的方法, 具体可以参见现有技术, 例如中国专利文献CN 106037814 A所公开的“一种基于分形插值的超声弹性成像方法”。将低级窗口的相对位移扩充至高级窗口阵列, 使高级窗口在此基础上进一步计算相对位移, 可以使得计算速度更快。

[0067] 与低级窗口阵列相比, 高级窗口阵列的窗口数量较多, 分布较为密集, 从而可以获得更为精准的位移结果, 也即随着窗口阵列的窗口数量增多, 一步步修正上一级所得到的位移结果, 从而使得所得到的位移结果更为准确。

[0068] 上述生物组织的弹性位移估计方法, 通过低级窗口的相对位移最大值与超声反射

信号的长度的比值大小来量化对生物组织的压缩程度,当比值大于或等于预设阈值时表明压缩程度较大。当压缩程度较大时,则实际横向位移较大,需考虑实际横向位移,则采用本发明实施例所提供的二维方法确定生物组织的位移;若压缩程度不大,则实际横向位移较小,对其研究的意义不大,可以忽略,则无需采用二维方法来确定生物组织的弹性位移,例如采用一维方法确定生物组织的位移,从而可以获取较为准确的轴向位移。此外,由于二维方法中的高级窗口阵列的每个窗口覆盖多个阵列单元所对应的幅值序列,则低级窗口与高级窗口变换重合位置便既可以获取生物组织在轴向方向的位移又可以获取实际横向方向的位移。由此可见,上述生物组织的弹性位移估计方法先粗略判断生物组织的压缩程度,再据此选择是否采用二维方法,从而能够解决压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。此外,本发明实施例所提供的二维方法计算速度较快。

[0069] 上述步骤S105为确定生物组织的二维算法。作为本发明实施例的一种可选实施方式,在步骤S104中,当比值小于预设阈值时,执行步骤S106。

[0070] S106:采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

[0071] 此处的一维算法可以参见现有技术,本申请对一维算法的具体操作步骤不做限定。

[0072] 实施例二

[0073] 图2示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计方法的流程图。根据图2所示,该方法包括如下步骤:

[0074] S201:分别获取生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列。

[0075] 该步骤请参阅实施例一中的步骤S101,在此不再赘述。

[0076] S202:在第一幅值序列设置第一计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第一搜索窗口阵列,第一计算窗口与第一搜索窗口的位置一一对应。第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,第一计算窗口小于对应的第一搜索窗口。在第二幅值序列设置第一滑动窗口阵列,第一滑动窗口与第一计算窗口大小一致,并且第一滑动窗口阵列的初始位置与第一计算窗口阵列的位置对应相同。分别计算每个第一滑动窗口在对应的第一搜索窗口区域内滑动时,第一滑动窗口内的幅值与第一计算窗口内的幅值的相关系数。

[0077] 沿用上例,如图3所示,当多个纵列的小格合在一起表示第一幅值序列时,虚线方框所表示的窗口阵列为设置于第一幅值序列的第一计算窗口阵列;当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时,实线方框所表示的窗口阵列为设置于第二幅值序列的第一搜索窗口阵列。第一计算窗口阵列在第一幅值序列的位置与第一搜索窗口在第二幅值序列的位置相对应,第一计算窗口与第一搜索窗口的位移一一对应。第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,即第一计算窗口所覆盖的幅值序列与第一搜索窗口所覆盖的幅值序列中存在位置相同的幅值序列。

[0078] 如图3所示,当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时,虚线方框所表示的窗口阵列还用于表示设置于第二幅值序列的第一滑动窗口阵列。该第一滑动窗口与第一计算窗口大小相同,并且第一滑动窗口阵列的初始位置与第一计算窗口阵列的位置对应相同。

[0079] 若第一行第一列的第一滑动窗口在其对应的第一搜索窗口内滑动时,有M种不同

的重叠位置,则可以计算得到M个相关系数。相关系数的计算公式如下:

$$[0080] \quad R(\Delta_x, \Delta_y) = \frac{\sum_{(x,y) \in T} [A(x,y) - \bar{A}](B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in T} (A(x,y) - \bar{A})^2 \sum_{(x,y) \in T} (B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})^2}}$$

[0081] 其中, $R(\Delta_x, \Delta_y)$ 表示偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 的第一计算窗口与第一滑动窗口计算得到的互相关值。 T 表示为第一滑动窗口上各个点的位置。 A 和 B 分别表示第一计算窗口和第一滑动窗口。 $A(x, y)$ 表示第一计算窗口内的各个幅值, $\bar{A}$ 表示为第一计算窗口内所有幅值的均值。 $B(x, y)$ 表示第一搜索窗口中完全被第一滑动窗口覆盖的各个幅值, $B(x+\Delta_x, y+\Delta_y)$ 表示第一滑动窗口相对于第一计算窗口偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 时所覆盖到的第一搜索窗口区域内的各个幅值, $\bar{B}$ 表示第一搜索窗口中被第一滑动窗口所覆盖的区域内所有幅值的均值。

[0082] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图4所示,第一搜索窗口阵列中第一搜索窗口的纵向长度逐步增大,纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0083] S203:获取相关系数为最大值时第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移作为第一计算窗口的第一位移,并将第一位移作为低级窗口的相对位移。

[0084] 沿用上例,从计算出的M个相关系数中筛选出最大值,并获取该相关系数最大值所对应的第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移(也即其所对应的第一计算窗口的位移),得到第一位移,作为第一行第一列的第一计算窗口的第一位移。

[0085] 类似地,可以通过上述方法得到其他行、列的第一计算窗口的第一位移。如图3所示的3*3阵列即可得到9个第一位移。

[0086] 上述步骤S202和S203具体实现了实施例一中的步骤S102。

[0087] S204:计算低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值。

[0088] 上述第一位移即为“低级窗口的相对位移”。由于第一计算窗口有多个,每个第一计算窗口所对应的第一滑动窗口与对应的第一搜索窗口变换重合位置时,都可以计算得到对应于该第一计算窗口的第一位移,则该第一计算窗口阵列对应多个第一位移。

[0089] 步骤S204首先从第一计算窗口阵列的多个第一位移中获取最大值,再计算该最大值与超声反射信号的长度的比值。

[0090] S205:判断比值是否大于或等于预设阈值。当比值大于或等于预设阈值时,执行步骤S206;当比值小于预设阈值时,采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

[0091] S206:在第一幅值序列设置第二计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第二搜索窗口阵列,第二计算窗口与第二搜索窗口的位置一一对应,第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,第二计算窗口小于对应的第一搜索窗口,第二计算窗口阵列中的窗口数量大于第一计算窗口的数量,通过插值方法将第一位移扩充至第二计算窗口。

[0092] 如图5所示,当多个纵列的小格合在一起表示第一幅值序列时,虚线方框所表示的窗口阵列为设置于第一幅值序列的第二计算窗口阵列;当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时,实线方框所表示的窗口阵列为设置于第二幅值序列的第二搜索窗口阵列。第二计算窗口阵列在第一幅值序列的位置与第二搜索窗口在第二幅值序列的位置相对应,第二计算窗口与第二搜索窗口的位移一一对应。第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,即第二计算窗口所覆盖的幅值序列与第二搜索窗口所覆盖的幅值序列中存在位置相同的幅值序列。

[0093] 假设图3所示的各个第一计算窗口的第一位移如表1所示：

[0094] 表1 图3所示各个第一计算窗口的第一位移

[0095]

A11 (1,1)	A12 (-1,2)	A13 (-1,1)
A21 (1,0)	A22 (0,2)	A23 (0,1)
A31 (1,1)	A32 (-1,2)	A33 (-1,1)

[0096] 其中, $A_{ij}(m, -n)$ 表示第 i 行第 j 列的第一计算窗口的第一位移为：向上移动 m 个单位, 向右移动 n 个单位, 其中 m, n 均为正数。括号中“,”之前若为正数则表示向上移动, 若为负数则表示向下移动; 括号中“,”之后若为正数则表示向左移动, 若为负数则表示向右移动。

[0097] 步骤S206将步骤S203中所得到的图3所示的各个第一计算窗口的第一位移扩充至图5所示的各个第二计算窗口, 得到如表2所示：

[0098] 表2 图5所示各个第二计算窗口的第一位移

[0099]

B11 (1,1)	B12 (-1,2)	B13 (-1,1)	B14 (-1,1)
B21 (1,0)	B22 (0,2)	B23 (0,1)	B24 (0,1)
B31 (1,1)	B32 (-1,2)	B33 (-1,1)	B34 (-1,1)
B41 (1,1)	B42 (-1,2)	B43 (-1,1)	B44 (-1,1)

[0100] 需要补充说明的是, 表1至表2的第一位移扩充方法仅仅是一种示例, 用于说明本方法计算第二计算窗口的第二位移是基于步骤S203所得到的第一位移。表1至表2的第一位移扩充方向还可以有多种, 本申请对此不做限定。

[0101] S207: 在第二幅值序列设置第二滑动窗口阵列, 第二滑动窗口与第二计算窗口大小一致, 并且第二滑动窗口阵列的初始位置与第二计算窗口阵列按照第一位移移动后的位置对应相同, 分别计算每个第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于第一位移滑动时, 第二滑动窗口内的幅值与第二计算窗口内的幅值的相关系数。

[0102] 如图5所示, 当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时, 虚线方框所表示的窗口阵列还用于表示设置于第二幅值序列的第二滑动窗口阵列。该第二滑动窗口与第二计算窗口大小相同, 并且第二滑动窗口阵列的初始位置与第二计算窗口阵列的位置对应相同。

[0103] 若第一行第一列的第二滑动窗口在其对应的第二搜索窗口内滑动时, 有 N 种不同的重叠位置, 则可以计算得到 N 个相关系数。相关系数的计算公式如下：

$$[0104] \quad R(\Delta_x, \Delta_y) = \frac{\sum_{(x,y) \in T} [A(x,y) - \bar{A}](B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in T} (A(x,y) - \bar{A})^2 \sum_{(x,y) \in T} (B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})^2}}$$

[0105] 其中, $R(\Delta_x, \Delta_y)$ 表示偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 的第二计算窗口与第二滑动窗口计算得到的互相关值。 T 表示为第二滑动窗口上各个点的位置。 A 和 B 分别表示第二计算窗口和第二滑动窗口。 $A(x, y)$ 表示第二计算窗口内的各个幅值, $\bar{A}$ 表示为第二计算窗口内所有幅值的均值。 $B(x, y)$ 表示第二搜索窗口中完全被第二滑动窗口覆盖的各个幅值, $B(x+\Delta_x, y+\Delta_y)$ 表示第二滑动窗口相对于第二计算窗口偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 时所覆盖到的第二搜索窗口区域内的各个幅值, $\bar{B}$ 表示第二搜索窗口中被第二滑动窗口所覆盖的区域内所有幅值的均值。

[0106] S208:获取相关系数为最大值时第二滑动窗口的位置与其所对应的第二计算窗口的相对位移作为第二计算窗口的第二位移。

[0107] 沿用上例,从计算出的N个相关系数中筛选出最大值,并获取该相关系数最大值所对应的第二滑动窗口的位置与其所对应的第二计算窗口的相对位移,作为第一行第一列的第二计算窗口的第二位移。

[0108] 实施例一中步骤S105的一种可选实施方式,上述步骤S206至S208所得到的第二位移可以作为生物组织的弹性位移。或者,上述步骤S206至S208可以执行多次,相应地,步骤S206通过差值方法将本次步骤S206之前最新得到的第二位移扩充至本次步骤S206的第二计算窗口;将最终计算所得的第二位移作为生物组织的弹性位移。

[0109] 作为本实施例的一种可选实施方式,将上述步骤S201至S208计算所得的第二位移(包括多次执行步骤S206至S208的情形)仅作为生物组织的弹性位移估计方法的中间步骤所得结果,对第二位移做进一步处理得到第三位移,将第三位移作为生物组织的弹性位移。对第二位移的进一步处理过程如下列步骤S209至S211所述。

[0110] S209:在第一幅值序列设置第三计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第三搜索窗口阵列,第三计算窗口与第三搜索窗口一一对应。第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,第三计算窗口小于对应的第三搜索窗口。第三计算窗口阵列中的窗口数量大于第二计算窗口的数量。通过插值方法将第二位移扩充至第三计算窗口。

[0111] 如图6所示,当多个纵列的小格合在一起表示第一幅值序列时,虚线方框所表示的窗口阵列为设置于第一幅值序列的第三计算窗口阵列;当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时,实线方框所表示的窗口阵列为设置于第二幅值序列的第三搜索窗口阵列。第三计算窗口阵列在第一幅值序列的位置与第三搜索窗口在第二幅值序列的位置相对应,第三计算窗口与第三搜索窗口的位移一一对应。第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,即第三计算窗口所覆盖的幅值序列与第三搜索窗口所覆盖的幅值序列中存在位置相同的幅值序列。

[0112] 沿用上例,步骤S209将步骤S208中所得到的、图5所示的各个第二计算窗口的第二位移扩充至图6所示的各个第三计算窗口,得到如表3所示:

[0113] 表3 图6所示各个第三计算窗口的第二位移

[0114]

C11 (1,1)	C12 (-1,2)	C13 (-1,1)	C14 (-1,1)	C15 (-1,1)
C21 (1,0)	C22 (0,2)	C23 (0,1)	C24 (0,1)	C25 (0,1)
C31 (1,1)	C32 (-1,2)	C33 (-1,1)	C34 (-1,1)	C35 (-1,1)
C41 (1,1)	C42 (-1,2)	C43 (-1,1)	C44 (-1,1)	C45 (-1,1)
C51 (1,1)	C52 (-1,2)	C53 (-1,1)	C54 (-1,1)	C55 (-1,1)

[0115] 需要补充说明的是,表2至表3的第二位移扩充方法仅仅是一种示例,用于说明本方法计算第三计算窗口的第三位移是基于步骤S208所得到的第二位移。表2至表3的第二位移扩充方向还可以有多种,本申请对此不做限定。

[0116] S210:在第二幅值序列设置第三滑动窗口阵列,第三滑动窗口与第三计算窗口大小一致,并且第三滑动窗口阵列的初始位置与第三计算窗口阵列按照第二位移移动后的位置对应相同。分别计算每个第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于第二位移滑动

时,第三滑动窗口内的幅值与第三计算窗口内的幅值的相关系数。

[0117] 如图6所示,当多个纵列的小格合在一起表示第二幅值序列时,虚线方框所表示的窗口阵列还用于表示设置于第二幅值序列的第三滑动窗口阵列。该第三滑动窗口与第三计算窗口大小相同,并且第三滑动窗口阵列的初始位置与第三计算窗口阵列的位置对应相同。

[0118] 若第一行第一列的第三滑动窗口在其对应的第三搜索窗口内滑动时,有L种不同的重叠位置,则可以计算得到了个相关系数。相关系数的计算公式如下:

$$[0119] \quad R(\Delta_x, \Delta_y) = \frac{\sum_{(x,y) \in T} [A(x,y) - \bar{A}](B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in T} (A(x,y) - \bar{A})^2 \sum_{(x,y) \in T} (B(x+\Delta_x, y+\Delta_y) - \bar{B})^2}}$$

[0120] 其中, $R(\Delta_x, \Delta_y)$ 表示偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 的第三计算窗口与第三滑动窗口计算得到的互相关值。T表示为第三滑动窗口上各个点的位置。A和B分别表示第三计算窗口和第三滑动窗口。A(x,y)表示第三计算窗口内的各个幅值, $\bar{A}$ 表示为第三计算窗口内所有幅值的均值。B(x,y)表示第三搜索窗口中完全被第三滑动窗口覆盖的各个幅值, $B(x+\Delta_x, y+\Delta_y)$ 表示第三滑动窗口相对于第三计算窗口偏移量为 (Δ_x, Δ_y) 时所覆盖到的第三搜索窗口区域内的各个幅值, $\bar{B}$ 表示第三搜索窗口中被第三滑动窗口所覆盖的区域内所有幅值的均值。

[0121] S211:获取相关系数为最大值时第三滑动窗口的位置与第三计算窗口对应位置的位移作为第三计算窗口的第三位移。

[0122] 沿用上例,从计算出的L个相关系数中筛选出最大值,并获取该相关系数最大值所对应的第三滑动窗口的位置与其所对应的第三计算窗口的相对位移,作为第一行第一列的第三计算窗口的第三位移。

[0123] 上述步骤S209至S211所述的方法与步骤S206至S208所述的方法一致,用于说明步骤S206至S208所述的方法可以多次执行。

[0124] 与步骤S206至S208类似,上述步骤S209至S211所得到的第三位移可以作为生物组织的弹性位移。或者,上述步骤S209至S211可以执行多次,相应地,步骤S209通过差值方法将本次步骤S209之前最新得到的第三位移扩充至本次步骤S209的第三计算窗口;将最终计算所得的第三位移作为生物组织的弹性位移。

[0125] 作为本实施例的一种可选实施方式,第一搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于第一计算窗口;第二搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于第二计算窗口;第三搜索窗口的横向长度与第三计算窗口相同。其中,横向长度为窗口所覆盖的超声反射信号的条数,纵向为超声反射信号的时间延伸方向。也即,第一位移和第二位移获取的过程中考虑生物组织的横向位移;而由于第二计算窗口的数量大于第一计算窗口的数量,而第三计算窗口的数量又大于第二计算窗口的数量,因此在充分考虑横向位移获取到第二位移的情况下,第三位移获取的过程中便不再考虑生物组织的横向位移,以减少计算量。

[0126] 作为本实施例的一种可选实施方式,可以将上述步骤S201至S211粗略计算所得的第三位移(包括多次执行步骤S206至S208、步骤S209至S211的情形)仅作为生物组织的弹性位移估计方法的中间步骤所得的结果,对第三位移做进一步处理得到更为精确的生物组织弹性位移。对第三位移的进一步处理过程如下列步骤S212和S213所述。

[0127] S212:通过插值方法将第二计算窗口的第二位移或者第三计算窗口的第三位移扩

充至整个第一幅值序列。

[0128] 上述步骤中,当第三计算窗口的数量足够多时,各个计算窗口的第三位移其能够较为准确地反映生物组织的位移信息,但生物组织的精确位移信息还需要获取第一幅值序列的各个幅值的位移信息。

[0129] 将第二位移或第三位移扩充至整个第一幅值序列的插值方法可以参阅现有技术,本申请对具体插值方法不做限定。

[0130] S213:根据第一幅值序列中各个幅值的位移,采用零相位迭代法和/或权相位分离法计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

[0131] 该步骤中可以仅采用零相位迭代法,或者仅采用权相位分离法。具体可以为:将步骤S213之前所得到的第一幅值序列中各个幅值的位移作为先验值,并将其作为零相位迭代法或权相位分离法的初始值,计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

[0132] 实施例三

[0133] 图7示出了实施例二中滑动窗口在对应的搜索窗口区域内滑动方法的流程图。

[0134] 该方法适用于第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于第一位移滑动的过程,此时下列步骤中的滑动窗口为第二滑动窗口,计算窗口为第二计算窗口,搜索窗口为第二搜索窗口;第二滑动窗口的初始位置为第二计算窗口根据第一位移移动后的位置。

[0135] 该方法还适用于第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于第二位移滑动的过程,此时下列步骤中的滑动窗口为第三滑动窗口,计算窗口为第三计算窗口,搜索窗口为第三搜索窗口;第三滑动窗口的初始位置为第三计算窗口根据第二位移移动后的位置。

[0136] 图8中分别示出了第一位置和第二位置处的虚线框,若第一位置处的虚线框为计算窗口,并且第二计算窗口的第一位移或第三计算窗口的第二位移为向下移动两个幅值、向左移动一个幅值,即得到第二位置处的虚线框,则第二位置处的虚线框即为滑动窗口的初始位置。

[0137] 根据图7所示,该滑动方法包括如下步骤:

[0138] S301:判断滑动窗口的边缘是否与搜索窗口的边缘对齐。当滑动窗口的边缘没有与搜索窗口的边缘对齐时,执行步骤S302;否则滑动窗口结束滑动。

[0139] S302:计算当前位置处的滑动窗口内的幅值与计算窗口内的幅值的相关系数。

[0140] 沿用上例,滑动窗口位于图8中所示的第二位置时,其滑动的下一位置通过下列步骤S303和S304来确定。

[0141] S303:使滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算滑动窗口内的幅值与计算窗口内的幅值的相关系数。其中第一方向包括上、下、左、右,第二方向包括左上、左下、右上、右下。

[0142] S304:将相关系数为最大值时滑动窗口的位置作为滑动窗口的下一位置。

[0143] S305:判断当前位置与下一位置是否相同。当当前位置与下一位置不相同,返回步骤S301;当当前位置与下一位置相同时,滑动窗口结束移动。

[0144] 实施例四

[0145] 图9示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性应变估计方法的流程图。根据图5所示,该方法包括如下步骤:

[0146] S401:利用实施例一或实施例二所述的弹性位移估计方法计算生物组织的弹性位

移。

[0147] S402:分别根据生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值。

[0148] S403:分别确定至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比。

[0149] S404:筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

[0150] 可选地,至少两种不同的算法包括零相位迭代法和权相位分离法。上述步骤S402具体可以为:将生物组织的弹性位移作为先验值,并将其作为零相位迭代法和权相位分离法的初始值,分别计算得到两个弹性位移应变估计值。

[0151] 实施例五

[0152] 图10示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性位移估计装置的原理框图。该装置用于执行实施例一至三任意一个实施例所述的方法。根据图10所示,该装置包括获取单元10、第一确定单元20、第一计算单元30、判断单元40和第二确定单元50。

[0153] 获取单元10用于分别获取生物组织压缩前的超声反射信号序列所对应的第一幅值序列和压缩后的超声反射信号序列所对应的第二幅值序列。

[0154] 第一确定单元20用于分别在第一幅值序列和第二幅值序列中设置低级窗口阵列,并根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移。

[0155] 第一计算单元30用于计算低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值。

[0156] 判断单元40用于判断比值是否大于或等于预设阈值。

[0157] 第二确定单元50用于当比值大于或等于预设阈值时,在第一幅值序列和第二幅值序列中设置高级窗口阵列,其中高级窗口阵列中的高级窗口数量大于低级窗口阵列中的低级窗口数量,将低级窗口的相对位移扩充至较高级窗口阵列,并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移。

[0158] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图11所示,该装置还包括第三确定单元60,用于当比值小于预设阈值时,采用一维算法确定生物组织的弹性位移。

[0159] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图11所示,第一确定单元20包括第一计算子单元21和第一获取子单元22。

[0160] 第一计算子单元21用于在第一幅值序列设置第一计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第一搜索窗口阵列,第一计算窗口与第一搜索窗口的位置一一对应。第一计算窗口与对应的第一搜索窗口重叠,第一计算窗口小于对应的第一搜索窗口。在第二幅值序列设置第一滑动窗口阵列,第一滑动窗口与第一计算窗口大小一致,并且第一滑动窗口阵列的初始位置与第一计算窗口阵列的位置对应相同。分别计算每个第一滑动窗口在对应的第一搜索窗口区域内滑动时,第一滑动窗口内的幅值与第一计算窗口内的幅值的相关系数。

[0161] 第一获取子单元22用于获取相关系数为最大值时第一滑动窗口的位置与其初始位置的位移作为第一计算窗口的第一位移。

[0162] 可选地,第一搜索窗口阵列中第一搜索窗口的纵向长度逐步增大,纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0163] 上述生物组织的弹性位移估计装置,通过低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值大小来量化对生物组织的压缩程度,当比值大于或等于预设阈值时表明

压缩程度较大。当压缩程度较大时,则实际横向位移较大,需考虑实际横向位移,则采用本发明实施例所提供的二维方法确定生物组织的位移;若压缩程度不大,则实际横向位移较小,对其研究的意义不大,可以忽略,则无需采用二维方法来确定生物组织的弹性位移,例如采用一维方法确定生物组织的位移,从而可以获取较为准确的轴向位移。此外,由于二维方法中的高级窗口阵列的每个窗口覆盖多个阵列单元所对应的幅值序列,则低级窗口与高级窗口变换重合位置便既可以获取生物组织在轴向方向的位移又可以获取实际横向方向的位移。由此可见,上述生物组织的弹性位移估计方法先粗略判断生物组织的压缩程度,再据此选择是否采用二维方法,从而能够解决压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。此外,本发明实施例所提供的二维方法计算速度较快。

[0164] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图11所示,第二确定单元50包括第一扩充子单元51、第二计算子单元52和第二获取子单元53。

[0165] 第一扩充子单元51用于在第一幅值序列设置第二计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第二搜索窗口阵列,第二计算窗口与第二搜索窗口的位置一一对应,第二计算窗口与对应的第二搜索窗口重叠,第二计算窗口小于对应的第一搜索窗口,第二计算窗口阵列中的窗口数量大于第一计算窗口的数量,通过插值装置将第一位移扩充至第二计算窗口。

[0166] 第二计算子单元52用于在第二幅值序列设置第二滑动窗口阵列,第二滑动窗口与第二计算窗口大小一致,并且第二滑动窗口阵列的初始位置与第二计算窗口阵列按照第一位移移动后的位置对应相同,分别计算每个第二滑动窗口在对应的第二搜索窗口区域内基于第一位移滑动时,第二滑动窗口内的幅值与第二计算窗口内的幅值的相关系数。

[0167] 第二获取子单元53用于获取相关系数为最大值时第二滑动窗口的位置与其所对应的第二计算窗口的相对位移作为第二计算窗口的第二位移。

[0168] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图11所示,第二确定单元50还包括第一判断子单元54、第三计算子单元55、第四计算子单元56、第一确定子单元57和第二判断子单元58。

[0169] 第一判断子单元54用于判断第二滑动窗口的边缘是否与第二搜索窗口的边缘对齐。

[0170] 第三计算子单元55用于当第二滑动窗口的边缘没有与第二搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第二滑动窗口内的幅值与第二计算窗口内的幅值的相关系数。其中,第二滑动窗口的初始位置为第二计算窗口根据第一位移移动后的位置。

[0171] 第四计算子单元56用于使第二滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第二滑动窗口内的幅值与第二计算窗口内的幅值的相关系数。第一方向包括上、下、左、右,第二方向包括左上、左下、右上、右下。

[0172] 第一确定子单元57用于将相关系数为最大值时第二滑动窗口的位置为第二滑动窗口的下一位置。

[0173] 第二判断子单元58用于判断当前位置与下一位置是否相同。当当前位置与下一位置不相同,返回判断第二滑动窗口的边缘是否与第二搜索窗口的边缘对齐的步骤。当当前位置与下一位置相同时,第二滑动窗口结束移动。

[0174] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图12所示,第二获取子单元53包括第二扩充子单元531、第五计算子单元532和第三获取子单元533。

[0175] 第二扩充子单元531用于在第一幅值序列设置第三计算窗口阵列,在第二幅值序列设置第三搜索窗口阵列,第三计算窗口与第三搜索窗口一一对应。第三计算窗口与对应的第三搜索窗口重叠,第三计算窗口小于对应的第三搜索窗口。第三计算窗口阵列中的窗口数量大于第二计算窗口的数量。通过插值装置将第二位移扩充至第三计算窗口。

[0176] 第五计算子单元532用于在第二幅值序列设置第三滑动窗口阵列,第三滑动窗口与第三计算窗口大小一致,并且第三滑动窗口阵列的初始位置与第三计算窗口阵列按照第二位移移动后的位置对应相同。分别计算每个第三滑动窗口在对应的第三搜索窗口区域内基于第二位移滑动时,第三滑动窗口内的幅值与第三计算窗口内的幅值的相关系数。

[0177] 第三获取子单元533用于获取相关系数为最大值时第三滑动窗口的位置与第三计算窗口对应位置的位移作为第三计算窗口的第三位移。

[0178] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图12所示,第五计算子单元532包括第三判断子单元5321、第六计算子单元5322、第七计算子单元5323、第二确定子单元5324和第四判断子单元5325。

[0179] 第三判断子单元5321用于判断第三滑动窗口的边缘是否与第三搜索窗口的边缘对齐。

[0180] 第六计算子单元5322用于当第三滑动窗口的边缘没有与第三搜索窗口的边缘对齐时,计算当前位置处的第三滑动窗口内的幅值与第三计算窗口内的幅值的相关系数。其中,第三滑动窗口的初始位置为第三计算窗口根据第二位移移动后的位置。

[0181] 第七计算子单元5323用于使第三滑动窗口分别向第一方向和/或第二方向分别移动一个幅值,并分别计算第三滑动窗口内的幅值与第三计算窗口内的幅值的相关系数。第一方向包括上、下、左、右,第二方向包括左上、左下、右上、右下。

[0182] 第二确定子单元5324用于确定将相关系数为最大值时第三滑动窗口的位置为第三滑动窗口的下一位置。

[0183] 第四判断子单元5325用于判断当前位置与下一位置是否相同。当当前位置与下一位置不相同,返回判断第三滑动窗口的边缘是否与第三搜索窗口的边缘对齐的步骤。当当前位置与下一位置相同时,第三滑动窗口结束移动。

[0184] 可选地,第一搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于第一计算窗口。第二搜索窗口的横向长度和纵向长度均大于第二计算窗口。第三搜索窗口的横向长度与第三计算窗口相同。其中,横向长度为窗口所覆盖的超声反射信号的条数,纵向为超声反射信号的时间延伸方向。

[0185] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图11所示,该装置还包括扩充单元70和第二计算单元80。

[0186] 扩充单元70用于通过插值装置将第二计算窗口的第二位移或者第三计算窗口的第三位移扩充至整个第一幅值序列。

[0187] 第二计算单元80用于根据第一幅值序列中各个幅值的位移,采用零相位迭代法和/或权相位分离法计算得到第一幅值序列中各个幅值的第四位移。

[0188] 实施例六

[0189] 图13示出了根据本发明实施例的一种生物组织的弹性应变估计装置的原理框图。该装置用于执行实施例四所述的方法。根据图13所示,该装置包括实施例五或者其任意一

种可选实施方式所述的弹性位移估计装置、第三计算单元90、第四确定单元100和筛选单元110。

[0190] 第三计算单元90用于分别根据生物组织的弹性位移计算出至少两个弹性应变估计值。

[0191] 第四确定单元100用于分别确定至少两个弹性应变估计值的对比度噪声比。

[0192] 筛选单元110用于筛选出最小对比度噪声比所对应的弹性应变估计值。

[0193] 可选地,上述至少两种不同的算法包括零相位迭代法和权相位分离法。

[0194] 虽然结合附图描述了本发明的实施例,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下作出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

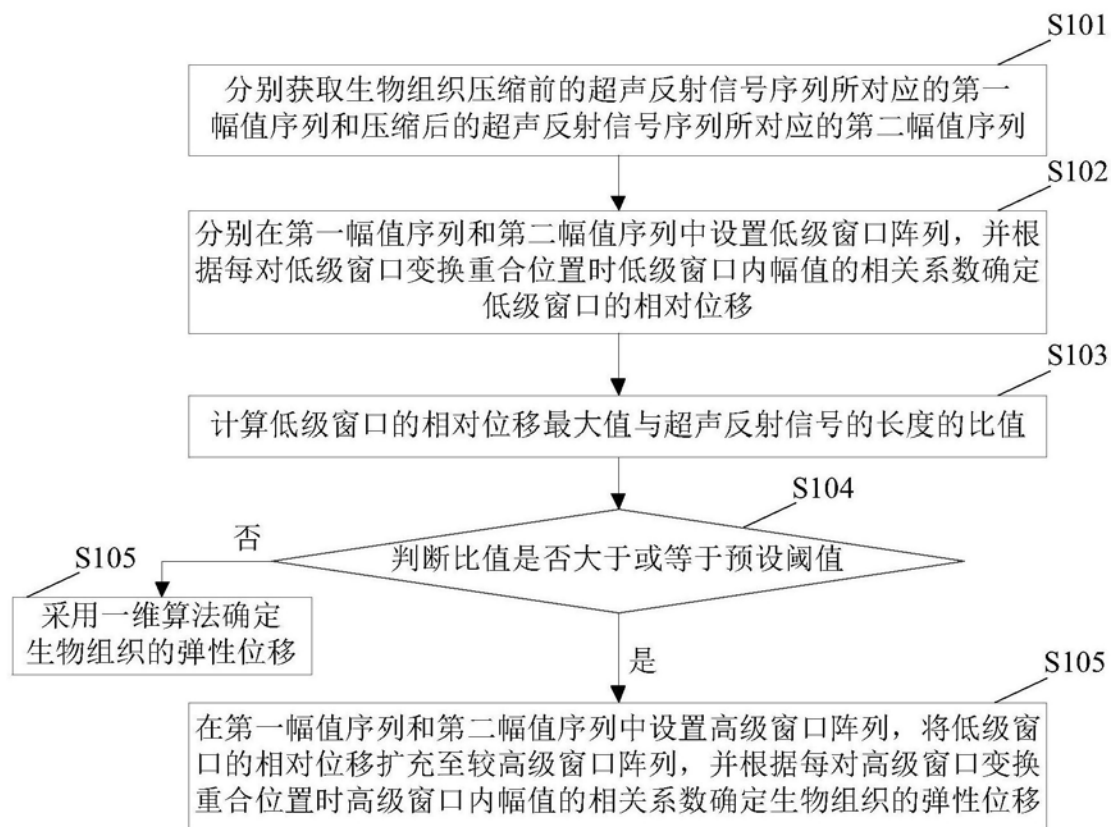


图1

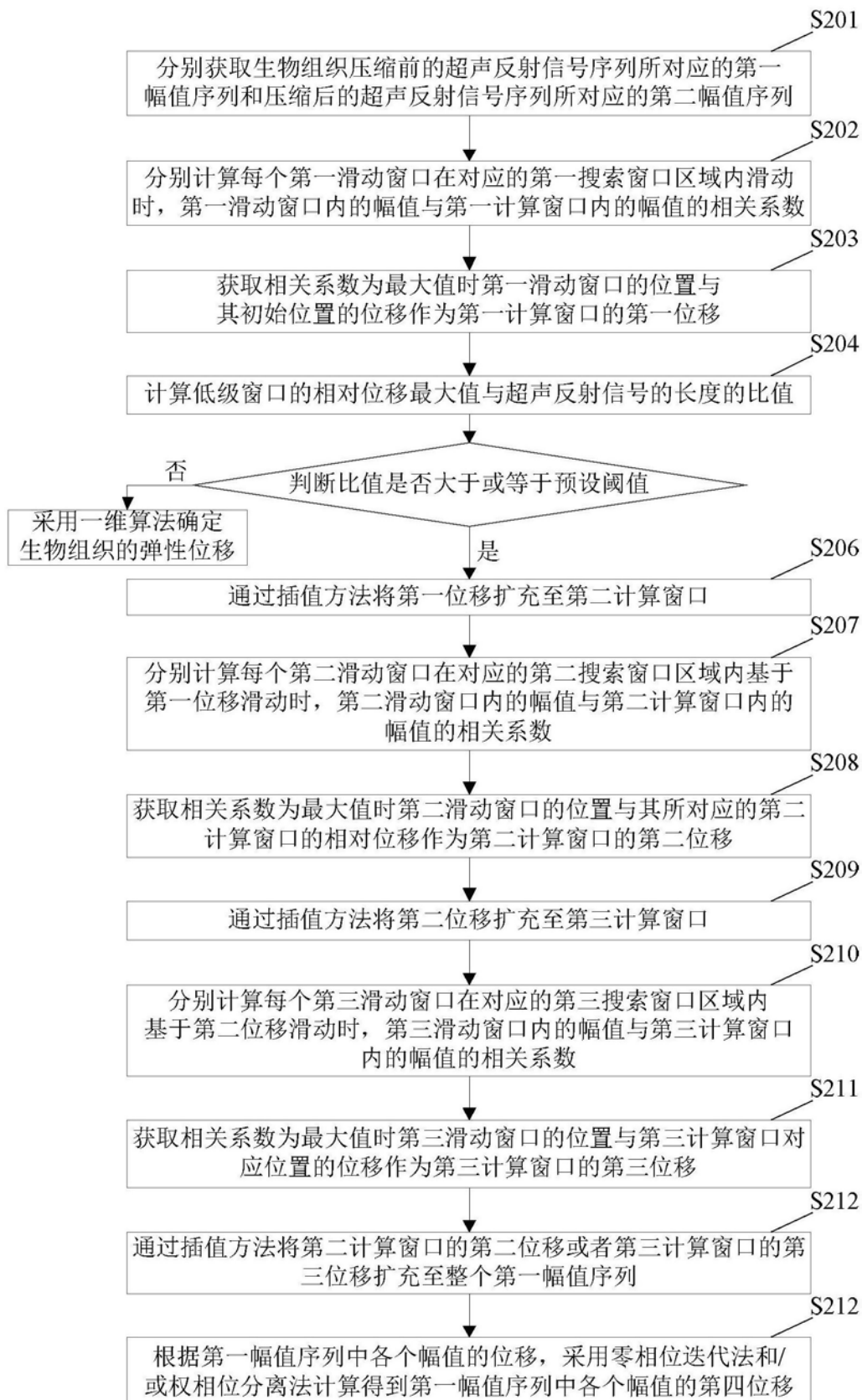


图2

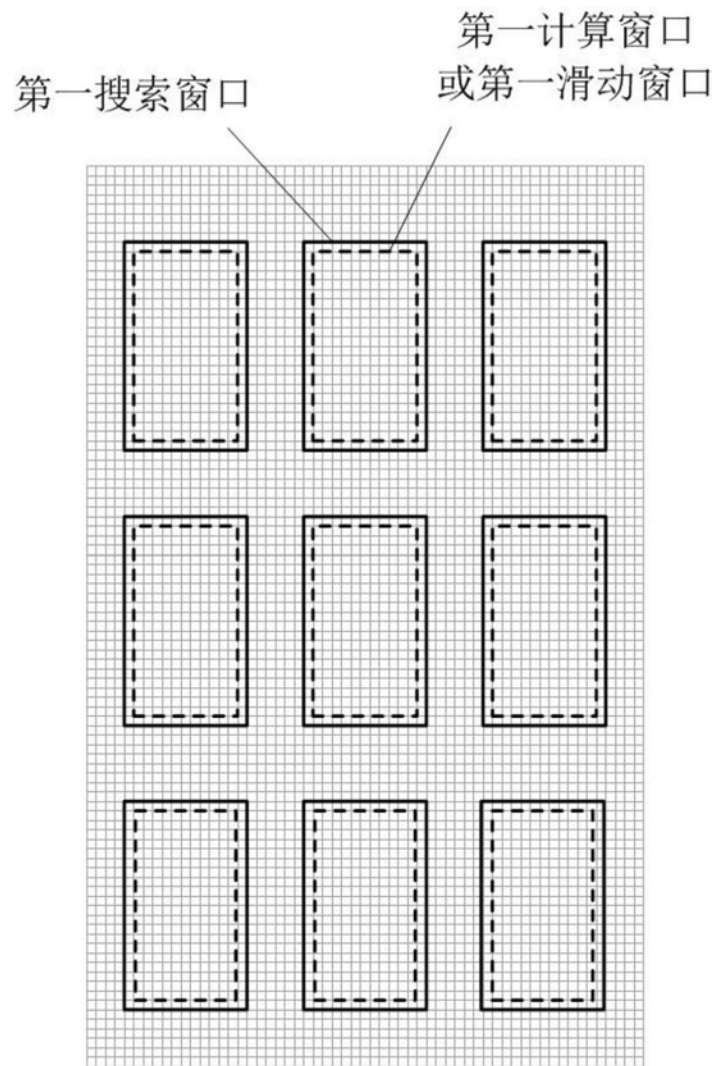


图3

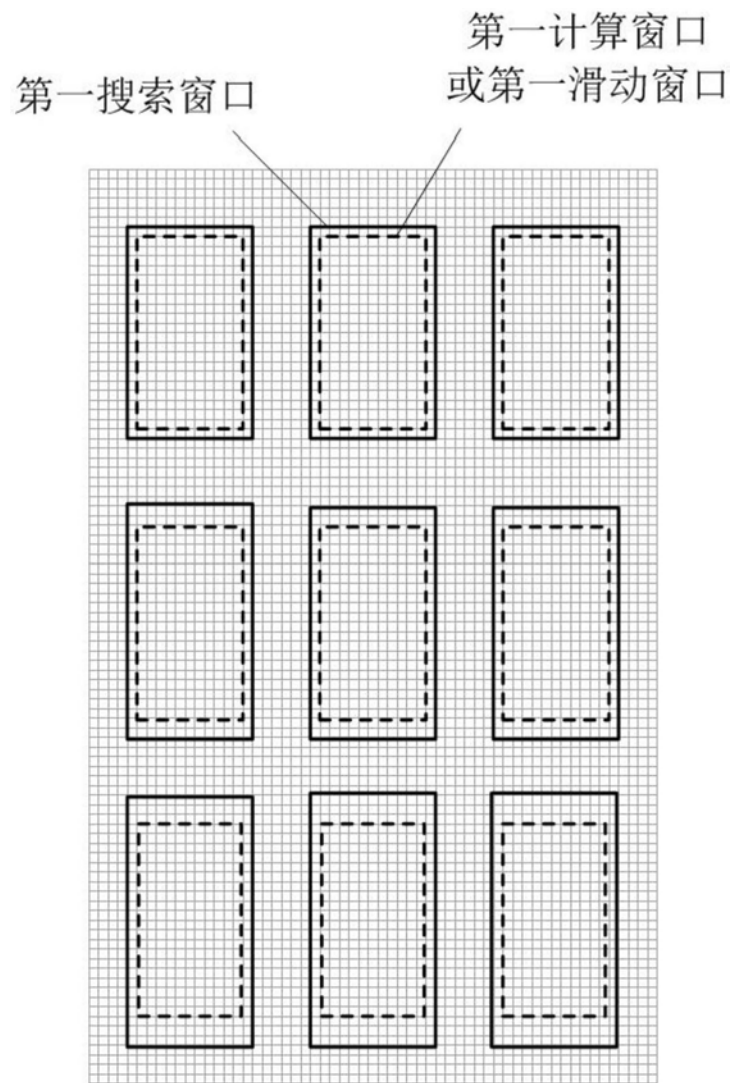


图4

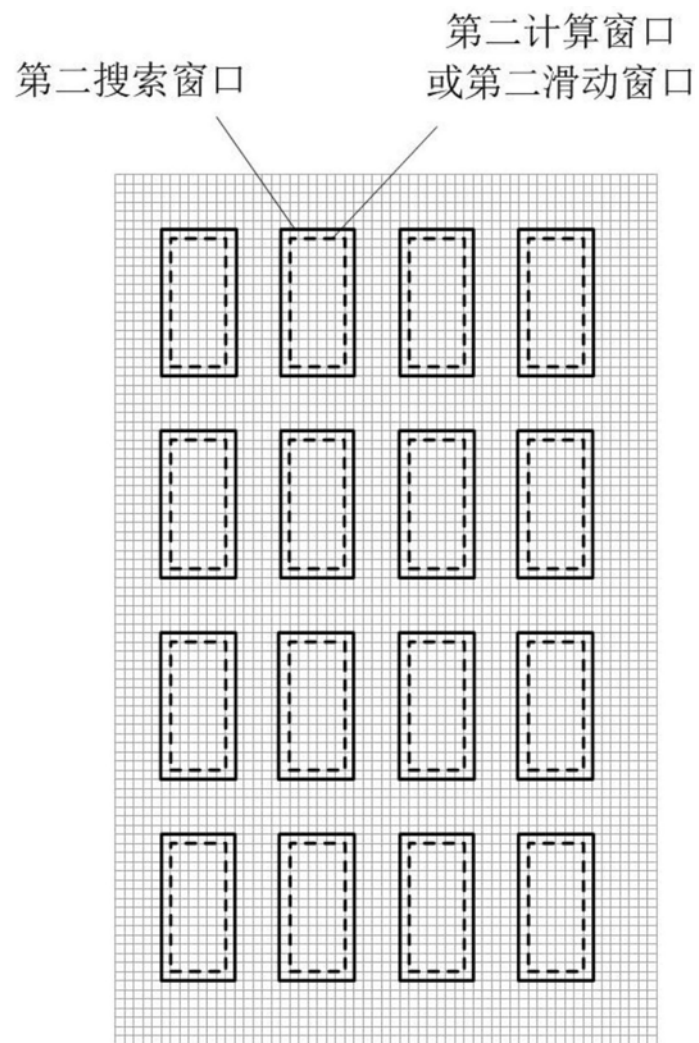


图5

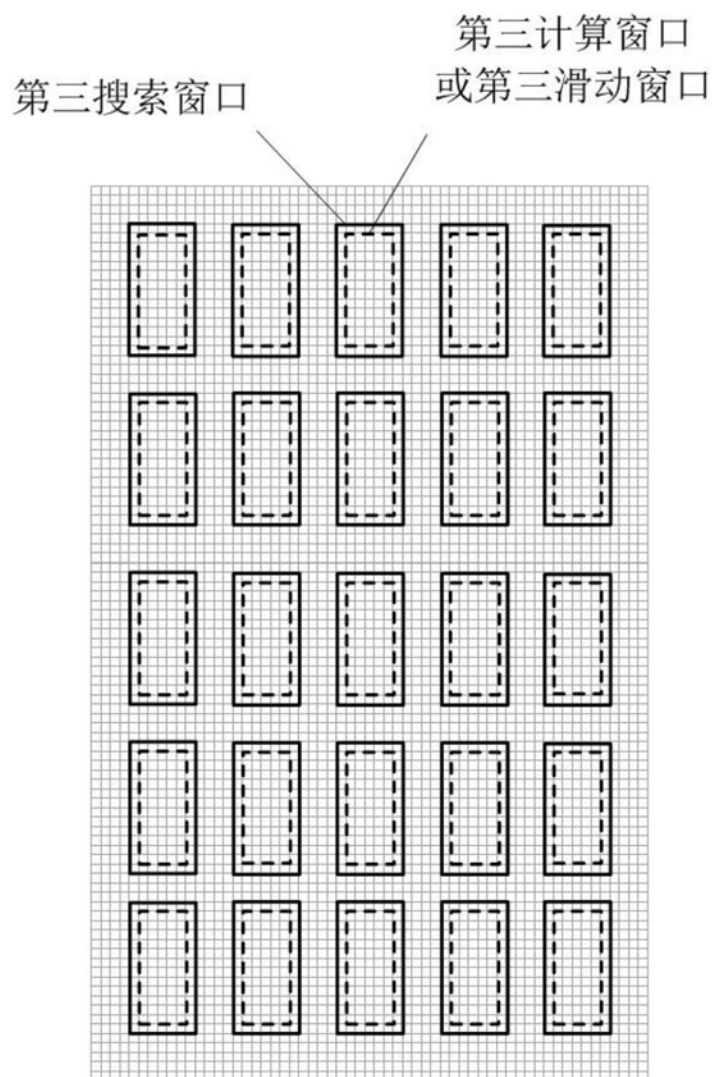


图6

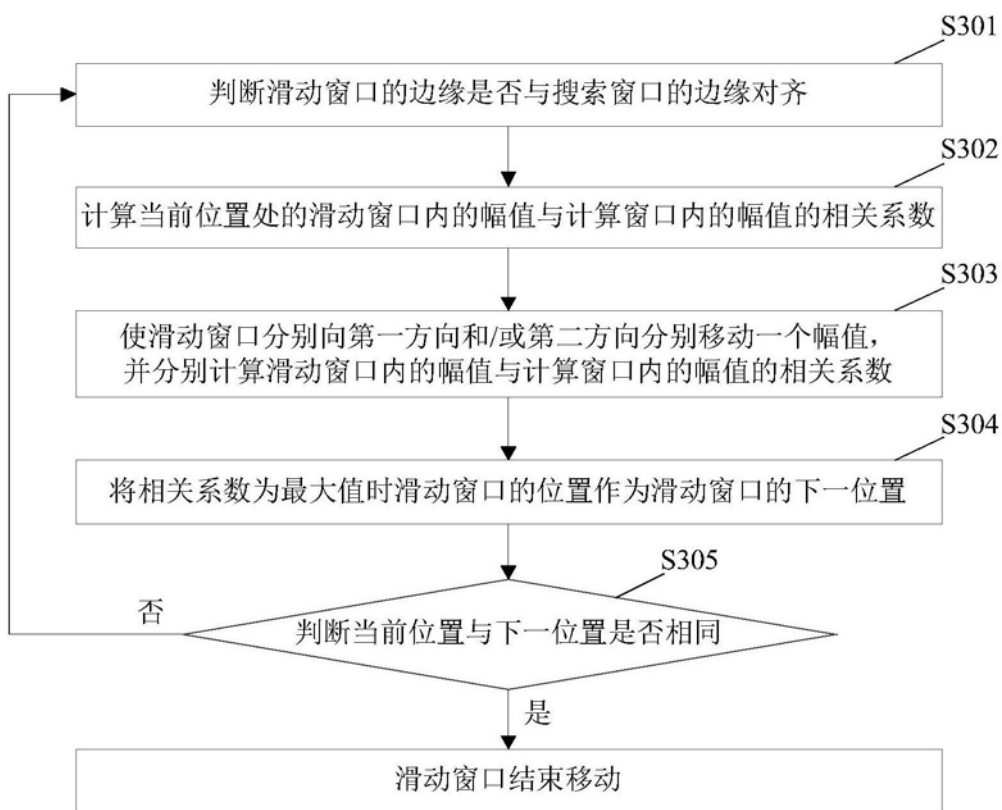


图7

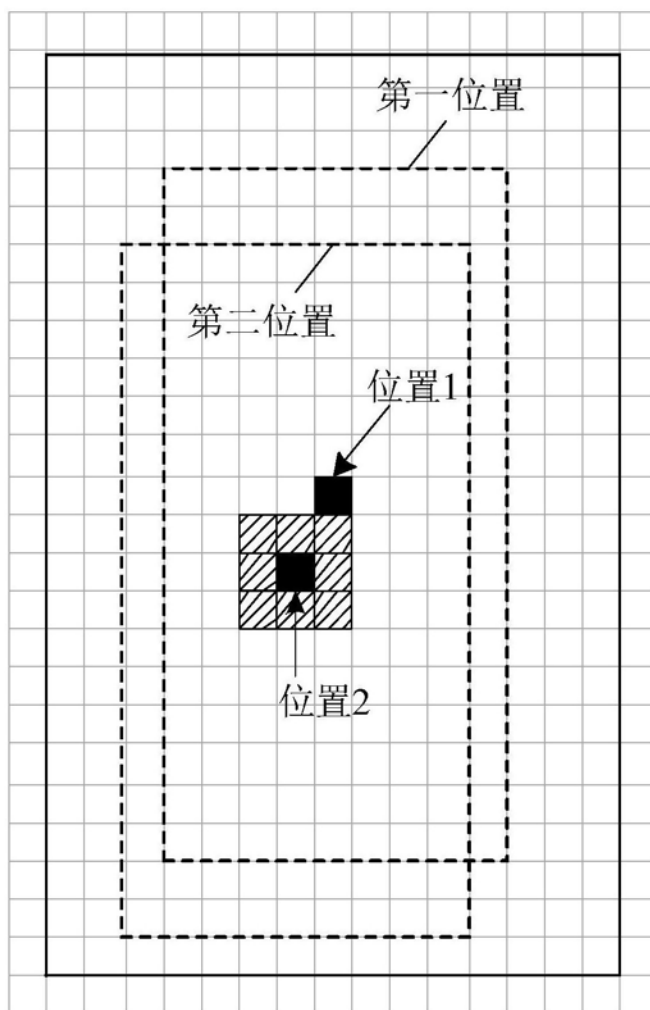


图8

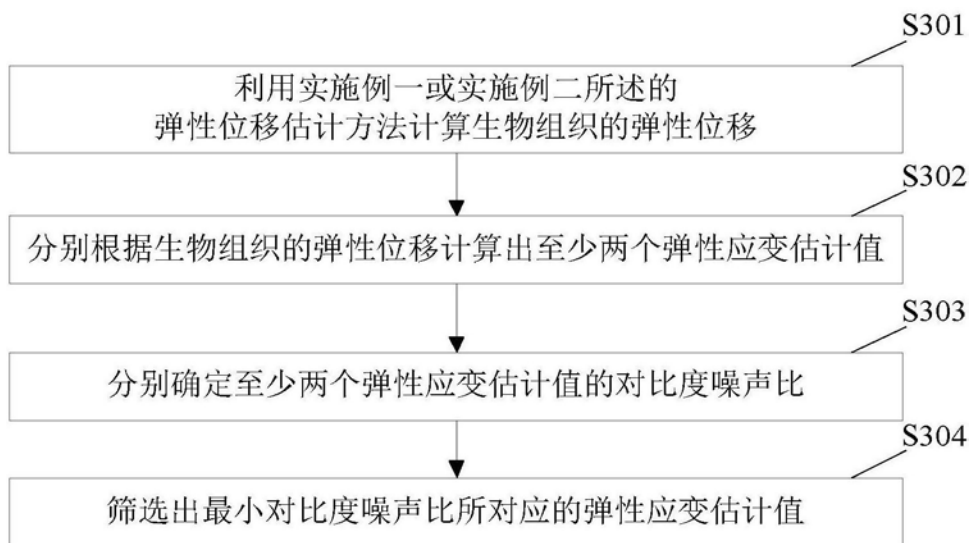


图9

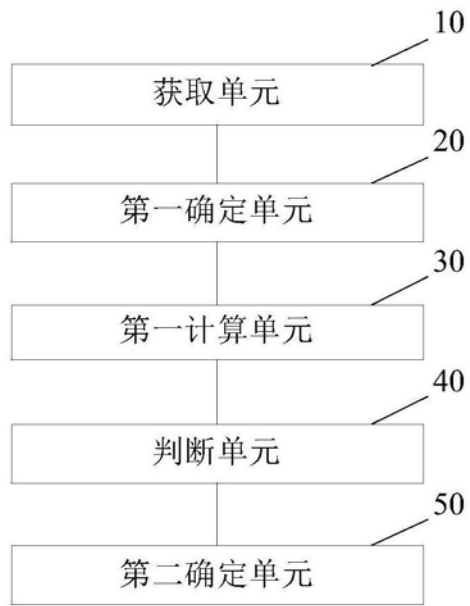


图10

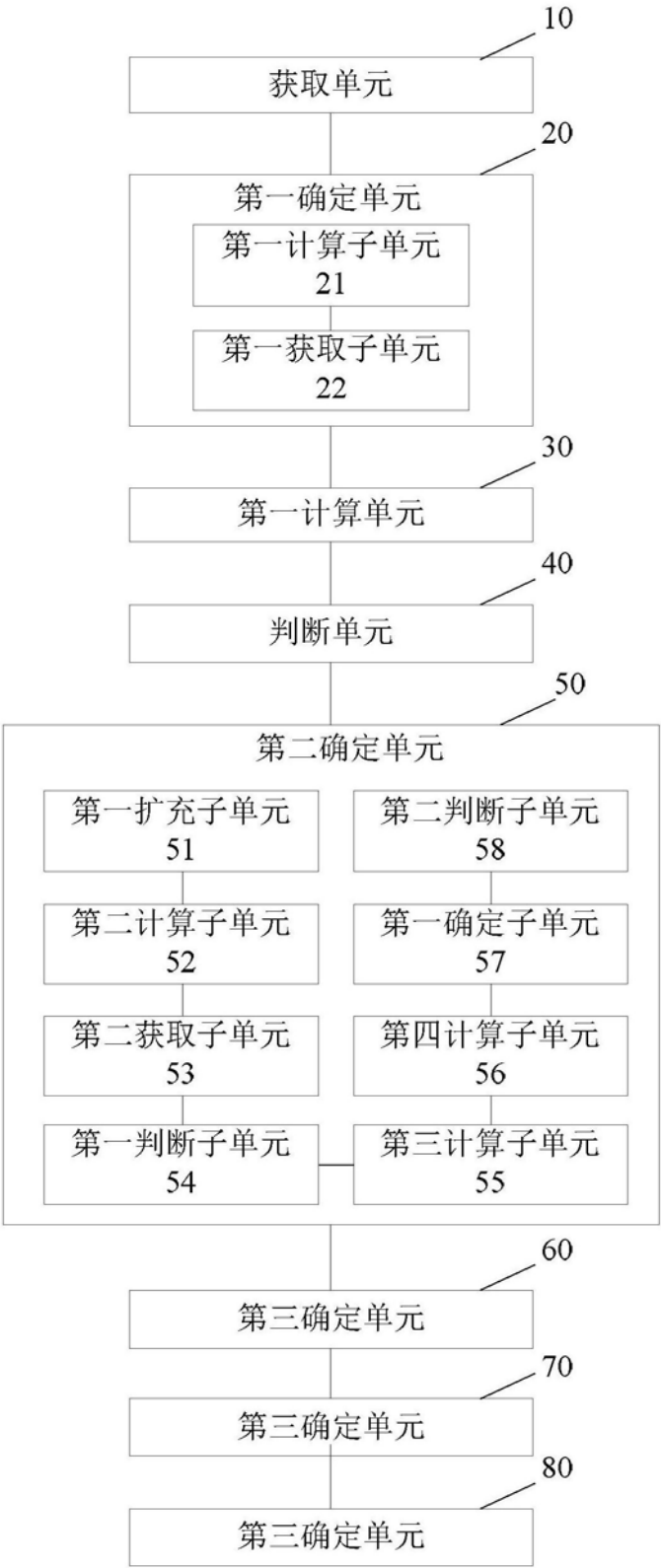


图11



图12

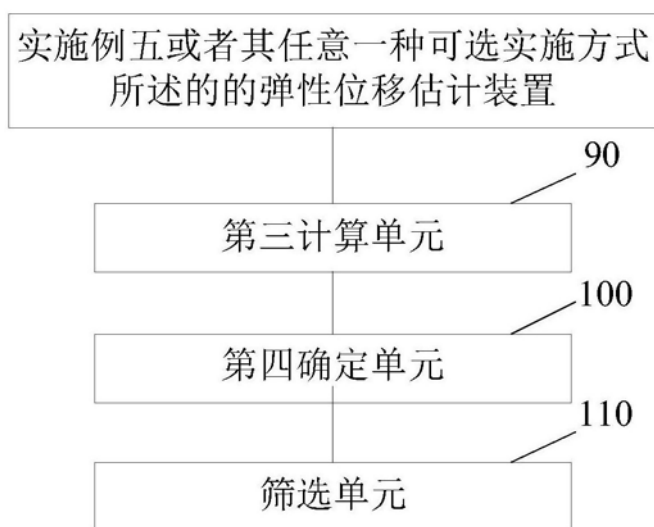


图13

专利名称(译)	生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置		
公开(公告)号	CN107198545A	公开(公告)日	2017-09-26
申请号	CN2017110418033.1	申请日	2017-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
[标]发明人	伍吉兵 崔嵒嵒 焦阳 韩志乐 徐杰		
发明人	伍吉兵 崔嵒嵒 焦阳 韩志乐 徐杰		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/485 A61B8/52		
其他公开文献	CN107198545B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种生物组织的弹性位移及应变估计方法、装置，其中弹性位移估计方法包括：分别获取压缩前的第一幅值序列和压缩后的第二幅值序列；分别根据每对低级窗口变换重合位置时低级窗口内幅值的相关系数确定低级窗口的相对位移；计算低级窗口的相对位移最大值与超声反射信号的长度的比值；判断比值是否大于或等于预设阈值；当比值大于或等于预设阈值时，将低级窗口的相对位移扩充至较高级窗口阵列，并根据每对高级窗口变换重合位置时高级窗口内幅值的相关系数确定生物组织的弹性位移。该方法先粗略判断生物组织的压缩程度，再据此选择是否采用二维方法，从而能够解决压缩程度较大时一维方法的计算结果不准确的问题。

