



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109512463 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(21)申请号 201811202464.5

(22)申请日 2018.10.16

(71)申请人 深圳大学

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

(72)发明人 陆敏华 闭祖悦 毛睿

(74)专利代理机构 深圳市恒申知识产权事务所
(普通合伙) 44312

代理人 袁文英

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

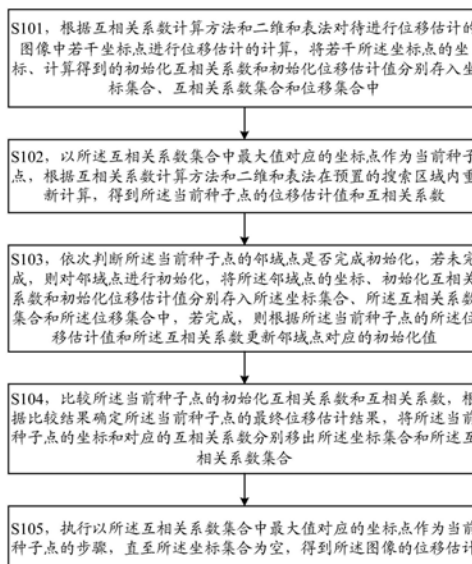
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

超声弹性成像位移估计方法、系统、终端及可读存储介质

(57)摘要

本发明适用于图像处理技术领域,提供了一种超声弹性成像位移估计方法,包括:根据初始化互相关系数的大小把待进行位移估计的图像中的坐标点依次确定为当前种子点,并在一定的搜索区域内对该当前种子点执行位移估计计算,将该计算结果与先前由当前种子点的四邻域点对该种子点的初始化结果作对比,把互相关系数较大值对应的位移估计值确定为当前种子点的最佳位移估计结果,进一步提高该方法的准确性和鲁棒性,同时,结合二维和表法,减少相似性判断中冗余重复的计算,提高算法的计算效率。



1. 一种超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,包括:

根据互相关系数计算方法与二维和表法对待进行位移估计的图像中若干坐标点执行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入坐标集合、互相关系数集合和位移集合中;

以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值和互相关系数;

依次判断所述当前种子点的邻域点是否完成初始化,若未完成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入所述坐标集合、所述互相关系数集合和所述位移集合中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值和所述互相关系数更新邻域点对应的初始化值;

比较所述当前种子点的初始化互相关系数和互相关系数,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数分别移出所述坐标集合和所述互相关系数集合;

执行以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合为空,得到所述图像的位移估计。

2. 如权利要求1所述的超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,在所述图像中随机选择N个坐标点, $N \geq 3$ 。

3. 如权利要求1或2所述的超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,所述互相关系数计算方法表示为:

$$R_{cc}(dx, dy) = \frac{\sum_{x,y \in W} f(x, y) \cdot g^*(x+dx, y+dy)}{\sqrt{\sum_{x,y \in W} |f(x, y)|^2 \cdot \sum_{x,y \in W} |g(x+dx, y+dy)|^2}}; \quad (1)$$

其中, R_{cc} dx, dy 表示在横、纵方向位移分别为 dx, dy 处的归一化互相关系数, f 和 g 分别表示前后两帧数据, g^* 表示 g 的共轭复数, W 表示窗长。

所述二维和表法表示为:

$$s_f^2(u, v) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v f^2(m, n);$$

$$s_g^2(u, v) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v g^2(m, n);$$

$$s_{f,g}(u, v, \tau_x, \tau_y) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v f(m, n) \cdot g(m+\tau_x, n+\tau_y);$$

其中, $s_{f,g}$ 、 s_f^2 、 s_g^2 分别对应公式(1)中的 $\sum_{n=u}^{u+W-1} f(x, y) \cdot g^*(x+dx, y+dy)$ 、 $\sum_{x,y \in W} |f(x, y)|^2$ 、 $\sum_{x,y \in W} |g(x+dx, y+dy)|^2$, τ_x, τ_y 对应侧向、纵向偏移量。

4. 如权利要求1所述的超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,若判断所述当前种子点的邻域点未全部完成初始化,则对所述邻域点进行初始化的步骤包括:

依次判断所述当前种子点的邻域点的坐标是否在所述坐标集合S中;

若不在,则将所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 Ncc_{seed} 直接赋予所述邻域点,以完成所述邻域点的初始化,并将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数 $Ncc_{initial}$ 和初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q和位移集合D中;

若在,则判断所述邻域点的初始化互相关系数 $Nc_{C_{initial}}$ 是否大于所述当前种子点的所述互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$,若大于,则继续判断所述当前种子点的其他邻域点是否完成初始化,若小于,则将所述邻域点的初始化位移估计结果 $dis_{initial}$ 和初始化互相关系数 $Nc_{C_{initial}}$ 更新为所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$ 。

5.如权利要求1所述的超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,若判断所述当前种子点的邻域点全部完成初始化,根据所述当前种子点的所述位移估计值和所述互相关系数更新邻域点的初始化值的步骤包括:

若判断所述当前种子点的所述互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$ 大于所述邻域点的初始化互相关系数 $Nc_{C_{initial}}$,则将所述邻域点的初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 和初始化互相关系数 $Nc_{C_{initial}}$ 替换为所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$ 。

6.如权利要求1所述的超声弹性成像位移估计方法,其特征在于,所述比较所述当前种子点的初始化互相关系数和互相关系数,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果包括:

判断所述当前种子点的互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$ 是否大于所述初始化互相关系数 $Nc_{C_{initial}}$;

若大于,则以所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 作为所述当前种子点的最终位移估计结果 $dis_{ultimate}$;

若小于,则以所述当前种子点的初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 作为所述当前种子点的最终位移估计结果 $dis_{ultimate}$ 。

7.一种超声弹性成像位移估计系统,其特征在于,包括:

第一计算单元,用于根据互相关系数计算方法与二维和表法对待进行位移估计的图像中若干坐标点执行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入坐标集合、互相关系数集合和位移集合中;

第二计算单元,用于以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值和互相关系数;

初始化单元,用于依次判断所述当前种子点的邻域点是否完成初始化,若未完成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入所述坐标集合、所述互相关系数集合和所述位移集合中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值和所述互相关系数更新邻域点对应的初始化值;

比较单元,用于比较所述当前种子点的初始化互相关系数和互相关系数,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数分别移出所述坐标集合和所述互相关系数集合;

循环单元,用于激活所述第二计算单元执行以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合为空,得到所述图像的位移估计。

8.如权利要求7所述的超声弹性成像位移估计系统,其特征在于,所述初始化单元包括第一初始化模块和第二初始化模块;

所述第一初始化模块,用于依次判断所述当前种子点的邻域点的坐标是否在所述坐标集合 S 中,若不在,则将所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 $Nc_{C_{seed}}$ 直接赋予所述邻域点,以完成所述邻域点的初始化,并将所述邻域点的坐标、初始化互相关

系数 $N_{CC_{initial}}$ 和初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q和位移集合D中;若在,则判断所述邻域点的初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 是否大于所述当前种子点的所述互相关系数 $N_{CC_{seed}}$,若大于,则继续判断所述当前种子点的其他邻域点是否完成初始化,若小于,则将所述邻域点的初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 和初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 更新为所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 $N_{CC_{seed}}$;

所述第二初始化模块,用于若所述当前种子点的邻域点全部完成初始化,则在判断所述当前种子点的所述互相关系数 $N_{CC_{seed}}$ 大于所述邻域点的初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 时,将所述邻域点的初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 和初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 替换为所述当前种子点的所述位移估计值 dis_{seed} 和所述互相关系数 $N_{CC_{seed}}$ 。

9. 一种终端,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上且在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时,实现如权利要求1至6任意一项所述的超声弹性成像位移估计方法中的各个步骤。

10. 一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时,实现如权利要求1至6任意一项所述的超声弹性成像位移估计方法中的各个步骤。

超声弹性成像位移估计方法、系统、终端及可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明属于图像处理技术领域,尤其涉及一种超声弹性成像位移估计方法、系统、终端及可读存储介质。

背景技术

[0002] 超声弹性成像是以软组织的弹性参量为对象的一种成像技术,可以对组织力学特性(如组织弹性、组织硬度)进行成像,拓宽了超声图像在肿瘤探测及扩散疾病成像方面的应用,为临床疾病诊断提供更加丰富的功能信息。超声弹性成像中最关键的步骤就是在每一帧射频数据中准确快速地跟踪超声散斑的运动。

[0003] 现有的快速二维散斑跟踪算法大多都假设位移场是连续的,但在实际应用中,不同的生物组织会出现分层,因此实际超声图像通常出现多个脱节的区域,仅在每个区域内散斑的位移才是连续的,尤其是局灶性病变的边缘,常出现位移不连续的情况。此外,在进行人体超声扫查时,常出现射频信号去相关等情况,会导致各区域内位移的不连续。这些因素的存在违背了散斑位移连续性的假设,会对位移跟踪结果造成较大误差,对散斑位移跟踪算法带来了巨大的挑战。

[0004] 现有的多种子点质量引导的算法可以在一定程度上克服散斑位移不连续带来的估计误差。该方法执行时,射频信号矩阵中每一个点都会按照数据的“质量”先后成为种子点,然后对当前种子点执行独立的位移估计。但该方法的鲁棒性和准确性仍不够高,未能充分利用种子点的邻域点信息进行位移估计,若当前种子点被噪声等污染,亦会造成较大的位移估计误差。另一方面,该方法在执行相似性判断中存在很多冗余和重复的计算,计算效率低,算法耗时长。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种基于超声射频信号的位移估计方法、系统、终端及可读存储介质,旨在解决现有超声弹性成像技术中进行位移估计时鲁棒性和准确性不高,未能充分利用种子点的邻域点信息进行位移估计,执行相似性的判断中存在很多冗余和重复的计算,计算效率较低的问题。

[0006] 本发明是这样实现的,一种超声弹性成像位移估计方法,包括:

[0007] 根据互相关系数计算方法与二维和表法对待进行位移估计的图像中若干坐标点执行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入坐标集合、互相关系数集合和位移集合中;

[0008] 以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值和互相关系数;

[0009] 依次判断所述当前种子点的邻域点是否完成初始化,若未完成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入所述坐标

集合、所述互相关系数集合和所述位移集合中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值和所述互相关系数更新邻域点对应的初始化值;

[0010] 比较所述当前种子点的初始化互相关系数和互相关系数,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数分别移出所述坐标集合和所述互相关系数集合;

[0011] 执行以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合为空,得到所述图像的位移估计。

[0012] 本发明还提供了一种超声弹性成像位移估计系统,包括:

[0013] 第一计算单元,用于根据互相关系数计算方法与二维和表法对待进行位移估计的图像中若干坐标点执行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入坐标集合、互相关系数集合和位移集合中;

[0014] 第二计算单元,用于以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值和互相关系数;

[0015] 初始化单元,用于依次判断所述当前种子点的邻域点是否完成初始化,若未完成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数和初始化位移估计值分别存入所述坐标集合、所述互相关系数集合和所述位移集合中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值和所述互相关系数更新邻域点对应的初始化值;

[0016] 比较单元,用于比较所述当前种子点的初始化互相关系数和互相关系数,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数分别移出所述坐标集合和所述互相关系数集合;

[0017] 循环单元,用于激活所述第二计算单元执行以所述互相关系数集合中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合为空,得到所述图像的位移估计。

[0018] 本发明还提供了一种终端,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上且在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时,实现如上述所述的超声弹性成像位移估计方法中的各个步骤。

[0019] 本发明还提供了一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时,实现如上述所述的超声弹性成像位移估计方法中的各个步骤。

[0020] 本发明与现有技术相比,有益效果在于:本发明实施例根据初始化互相关系数的大小把初始帧图像中的坐标点确定为当前种子点,并在一定的搜索区域内对该当前种子点执行位移估计计算,将该计算结果与先前由当前种子点的四邻域点对该种子点的初始化结果作对比,把互相关系数较大值对应的位移估计值确定为当前种子点的最佳位移估计结果,进一步提高该方法的准确性和鲁棒性,同时,结合二维和表法,减少相似性判断中冗余重复的计算,提高算法的计算效率。

附图说明

[0021] 图1是本发明实施例提供的一种超声弹性成像位移估计方法的流程图;

[0022] 图2是本发明实施例提供的一种超声弹性成像位移估计方法的详细流程图;

[0023] 图3a和图3b分别是本发明实施例提供的应变为1%时的位移估计结果示意图;

[0024] 图4是本发明实施例提供的一种超声弹性成像位移估计系统的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 图1示出了本发明实施例提供的一种超声弹性成像位移估计方法,包括:

[0027] S101,根据互相关系数计算方法和二维和表法对待进行位移估计的图像中若干坐标点进行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 和初始化位移估计值 $d_{iS_{initial}}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q和位移集合D中;

[0028] S102,以所述互相关系数集合Q中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值和互相关系数 $N_{CC_{seed}}$;

[0029] S103,依次判断所述当前种子点的邻域点是否全部完成初始化,若未完成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 和初始化位移估计值 $d_{iS_{initial}}$ 分别存入所述坐标集合S、所述互相关系数集合Q和所述位移集合D中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值 $d_{iS_{seed}}$ 和所述互相关系数 $N_{CC_{seed}}$ 更新邻域点对应的初始化值;

[0030] S104,比较所述当前种子点的初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 和互相关系数 $N_{CC_{seed}}$,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果 $d_{iS_{ultimate}}$,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数 $N_{CC_{ultimate}}$ 分别移出所述坐标集合S和所述互相关系数集合Q;

[0031] S105,执行以所述互相关系数集合Q中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合S为空,得到所述图像的位移估计。

[0032] 在本发明实施例中,搜索范围的大小应视具体情况而定。组织位移的幅度取决于施加的外力和组织本身弹性的大小,如果组织的位移幅度大,则把搜索范围设大一点,反之亦然。搜索范围越大,则数据量越大,计算时间也越长。在实际应用中,应选择合适的搜索范围,兼顾位移估计的准确性和计算效率。

[0033] 具体地,本发明实施例中,执行每一个点的位移估计时,是用待进行位移估计的图像中以该点为中心的一个目标矩形区域和下一帧中以该点为中心的搜索区域做互相关计算。由于是逐点执行位移估计,当一帧图像中所有的点都完成位移估计,即完成了整一帧图像的位移估计。

[0034] 在步骤S104中,当首次进行位移估计时,执行的是将该当前种子点的坐标和初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 分别移出该坐标集合S和该互相关系数集合Q的操作,当进行循环操作时,如确定下一坐标点为当前种子点,并确定下一个当前种子点的最终位移估计结果时,该当前种子点在互相关系数集合Q中只有一个对应的互相关系数,但这个系数不一定是初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$,而是初始化互相关系数 $N_{CC_{initial}}$ 和更新后的互相关系数 $N_{CC_{seed}}$ 对比后最终确定的互相关系数 $N_{CC_{ultimate}}$,移除的是最终的互相关系数 $N_{CC_{ultimate}}$ 。

[0035] 下面,结合图2和图3来对本发明实施例进行进一步地阐述:

[0036] 一、二维和表法:

[0037] 基于块匹配的运动估计算法中最佳的度量指标是归一化互相关系数(NCC: Normalization cross correlation),互相关系数定义为:

$$[0038] \quad R_{cc}(dx, dy) = \frac{\sum_{x,y \in W} f(x, y) \cdot g^*(x+dx, y+dy)}{\sqrt{\sum_{x,y \in W} |f(x, y)|^2 \cdot \sum_{x,y \in W} |g(x+dx, y+dy)|^2}}; \quad (1)$$

[0039] 其中, R_{cc} dx, dy 为在横、纵方向位移分别为 dx, dy 处的归一化互相关系数, f 和 g 分别表示前后两帧数据, g^* 表示 g 的共轭复数, W 表示窗长。搜索区域内互相关系数最大值对应的 dx, dy 确定为最佳匹配位置。

[0040] 由公式(1)中分子和分母的定义可以看出在搜索时窗口的重叠率非常高,因而执行常规穷举搜索时对应的计算成本也很高。和表法将NCC定义中的分子和分母预先计算存储在和表中,在不增加运动估计误差和不牺牲空间分辨率的基础上,有效地消除NCC计算的冗余。公式(1)中分子和分母可构造为以下二维和表:

$$[0041] \quad s_f^2(u, v) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v f^2(m, n); \quad (2)$$

$$[0042] \quad s_g^2(u, v) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v g^2(m, n); \quad (3)$$

$$[0043] \quad s_{f,g}(u, v, \tau_x, \tau_y) = \sum_{m=0}^u \sum_{n=0}^v f(m, n) \cdot g(m+\tau_x, n+\tau_y); \quad (4)$$

[0044] 其中, $s_{f,g}$ 、 s_f^2 、 s_g^2 分别对应公式(1)中的 $\sum_{n=u}^{u+W-1} f(x, y) \cdot g^*(x+dx, y+dy)$ 、 $\sum_{x,y \in W} |f(x, y)|^2$ 、 $\sum_{x,y \in W} |g(x+dx, y+dy)|^2$, τ_x, τ_y 对应侧向、纵向偏移量。与常规穷举搜索法相比,和表法的计算效率更高,更具实时性。

[0045] 二、改进的多种子点质量引导运动跟踪算法:

[0046] 多种子点质量引导运动跟踪算法按照各点的互相关系数的质量先后进行种子点位移的计算,保证优先处理质量好的种子点。

[0047] 在多种子点质量引导运动跟踪算法的基础上,本发明实施例将当前种子点位移估计更新的结果与先前由其四邻域点对该点进行初始化的结果做对比,取较优解作为当前种子点的最终位移估计结果,能保证每一个种子点的位移估计都是该点及其四邻域点中的位移估计的最优解,即使当前种子点被噪声污染了,也能通过其邻域点的有效位移估计校正被污染的种子点的位移估计结果,减少错误估计带来的累积估计误差,充分利用了当前种子点的邻域点的信息进行位移估计,进一步增加了超声位移估计方法准确性和抗干扰能力。

[0048] 图3示出了本发明实施例的详细流程,其具体包括:

[0049] 1、在待进行位移估计的图像中随机选择 N ($N \geq 3$)个坐标点,按照公式(1)并利用二维和表法对这 N 个点执行位移估计计算,将这 N 个点的坐标、对应的初始化互相关系数 $NCC_{initial}$ 、对应的初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 分别存入坐标集合 S 、互相关系数集合 Q 、位移集合 D 中;

[0050] 2、将集合 Q 中最大值对应的坐标点作为当前种子点,按照公式(1)并利用二维和表法在一定的搜索区域内对该当前种子点重新执行位移估计计算,得到新的位移估计值 dis_{seed} 和互相关系数值 NCC_{seed} ;

[0051] 3、依次判断当前种子点的四个邻域点是否进行过初始化,若该邻域点已进行过初

始化,则将步骤2得到的互相关系数 NcC_{seed} 与该邻域点先前的初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 进行比较,用较大值对应的位移估计和互相关系数更新该邻域点的初始化值;若未初始化,则将步骤2得到的位移估计值 dis_{seed} 及互相关系数 NcC_{seed} 直接赋给该邻域点,并将邻域点的坐标、初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 、初始位移估计结果 $dis_{initial}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q、位移集合D中;直至当前种子点的四个邻域点都执行完成初始化;

[0052] 4、将步骤2得到的互相关系数 NcC_{seed} 与先前若干轮对当前种子点所在坐标的初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 进行比较,将较大值对应的位移估值确定为当前种子点的最终位移估计结果 $dis_{ultimate}$,并将当前种子点的坐标和对应的互相关系数 $NcC_{ultimate}$ 移出坐标集合S和互相关系数集合Q;

[0053] 5、重复步骤2-4,直至集合S为空集。

[0054] 具体地,待进行位移估计的图像中每一个坐标点都会先后成为种子点,每执行一次步骤4后,就确定一个坐标点的最终位移估计结果;每执行完一轮循环,就把该轮循环中当前种子点在坐标集合S、互相关系数集合Q中对应的值移除,坐标集合S为空集说明图像中每一个坐标点都成为过种子点并完成了该种子点的位移估计,亦即完成了整个图像矩阵的位移估计。

[0055] 步骤3更新的是尚未成为种子点的坐标点的初始化值,更新的这些点的初始化值不直接参与在当前种子点的位移估计,但会参与随后若干轮中在其它坐标点的位移估计;只有被初始化过且在互相关系数集合Q中互相关系数值最大的点的才能成为新的种子点,当某个点成为种子点时,前若干轮位移估计中步骤3中的初始化值才起作用,体现为步骤4中“先前初始化得到的互相关系数 $NcC_{initial}$ ”。

[0056] 本发明实施例对多种子点质量引导的运动跟踪算法进行了改进,进一步提高了算法准确性和抗干扰能力,同时,将和表法应用于块匹配的互相关计算中,大幅减少了计算冗余,提高了算法的效率,使得算法更具实时性。

[0057] 为了验证本发明实施例提供的方法的有效性,在具体应用中使用仿真的射频信号数据进行了实验,结果表明,本实施例提供的方法对应变较大且侧向位移比较复杂的位移场也具有较好的鲁棒性。图3(a)为应变为1%时,有限元仿真软件输出的真实位移图,图3(b)为仿真的射频信号用本申请的超声位移估计方法得到的位移图。

[0058] 本发明实施例为超声弹性成像提供了一种速度快、抗干扰能力强、准确性好的基于射频数据的位移估计方法。其可以运用在乳腺、甲状腺、颈动脉、腹主动脉、肌肉等浅表组织或器官的力学特性动态监测。

[0059] 本发明实施例还提供了如图4所示的一种超声弹性成像位移估计系统,包括:

[0060] 第一计算单元401,用于根据互相关系数计算方法和二维和表法对初始帧图像中若干坐标点进行位移估计的计算,将若干所述坐标点的坐标、计算得到的初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 和初始化位移估计值 $dis_{initial}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q和位移集合D中;

[0061] 第二计算单元402,用于以所述互相关系数集合Q中最大值对应的坐标点作为当前种子点,根据互相关系数计算方法与二维和表法在预置的搜索区域内重新计算,得到所述当前种子点的位移估计值 dis_{seed} 和互相关系数 NcC_{seed} ;

[0062] 初始化单元403,用于依次判断所述当前种子点的邻域点是否完成初始化,若未完

成,则对邻域点进行初始化,将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 和初始化位移估计值 $diS_{initial}$ 分别存入所述坐标集合S、所述互相关系数集合Q和所述位移集合D中,若完成,则根据所述当前种子点的所述位移估计值 diS_{seed} 和所述互相关系数 NcC_{seed} 更新邻域点对应的初始化值;

[0063] 比较单元404,用于比较所述当前种子点的初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 和互相关系数 NcC_{seed} ,根据比较结果确定所述当前种子点的最终位移估计结果 $diS_{ultimate}$,将所述当前种子点的坐标和对应的互相关系数 $NcC_{ultimate}$ 分别移出所述坐标集合S和所述互相关系数集合Q;

[0064] 循环单元405,用于激活所述第二计算单元执行以所述互相关系数集合Q中最大值对应的坐标点作为当前种子点的步骤,直至所述坐标集合S为空,得到整个图像的位移估计。

[0065] 进一步地,第一计算单元401在所述图像中随机选择N个坐标点, $N \geq 3$ 。

[0066] 进一步地,初始化单元403包括第一初始化模块和第二初始化模块;

[0067] 所述第一初始化模块,用于依次判断所述当前种子点的邻域点的坐标是否在所述坐标集合S中,若不在,则将所述当前种子点的所述位移估计值 diS_{seed} 和所述互相关系数 NcC_{seed} 直接赋予所述邻域点,以完成所述邻域点的初始化,并将所述邻域点的坐标、初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 和初始化位移估计值 $diS_{initial}$ 分别存入坐标集合S、互相关系数集合Q和位移集合D中;若在,则判断所述邻域点的互相关系数 $NcC_{initial}$ 是否大于所述当前种子点的所述互相关系数 NcC_{seed} ,若大于,则继续判断所述当前种子点的其他邻域点是否完成初始化,若小于,则将所述邻域点的初始位移估计结果 $diS_{initial}$ 和初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 更新为所述当前种子点的所述位移估计值 diS_{seed} 和所述互相关系数 NcC_{seed} ;

[0068] 所述第二初始化模块,用于若所述当前种子点的邻域点全部完成初始化,则在判断所述当前种子点的所述互相关系数 NcC_{seed} 大于所述邻域点的初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 时,将所述邻域点的初始化位移估计值 $diS_{initial}$ 和初始化互相关系数 $NcC_{initial}$ 替换为所述当前种子点的所述位移估计值 diS_{seed} 和所述互相关系数 NcC_{seed} 。

[0069] 进一步地,比较单元404具体用于:

[0070] 判断所述当前种子点的互相关系数 NcC_{seed} 是否大于所述初始化互相关系数 $NcC_{initial}$;

[0071] 若大于,则以所述当前种子点的所述位移估计值 diS_{seed} 作为所述当前种子点的最终位移估计结果 $diS_{ultimate}$;

[0072] 若小于,则以所述当前种子点的初始化位移估计值 $diS_{initial}$ 作为所述当前种子点的最终位移估计结果 $diS_{ultimate}$ 。

[0073] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的方法和装置,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个装置,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0074] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块示

的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0075] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。

[0076] 所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0077] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简便描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明,某些步骤可以采用其它顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0078] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0079] 以上为对本发明所提供的一种超声弹性成像位移估计方法及系统的描述,对于本领域的技术人员,依据本发明实施例的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

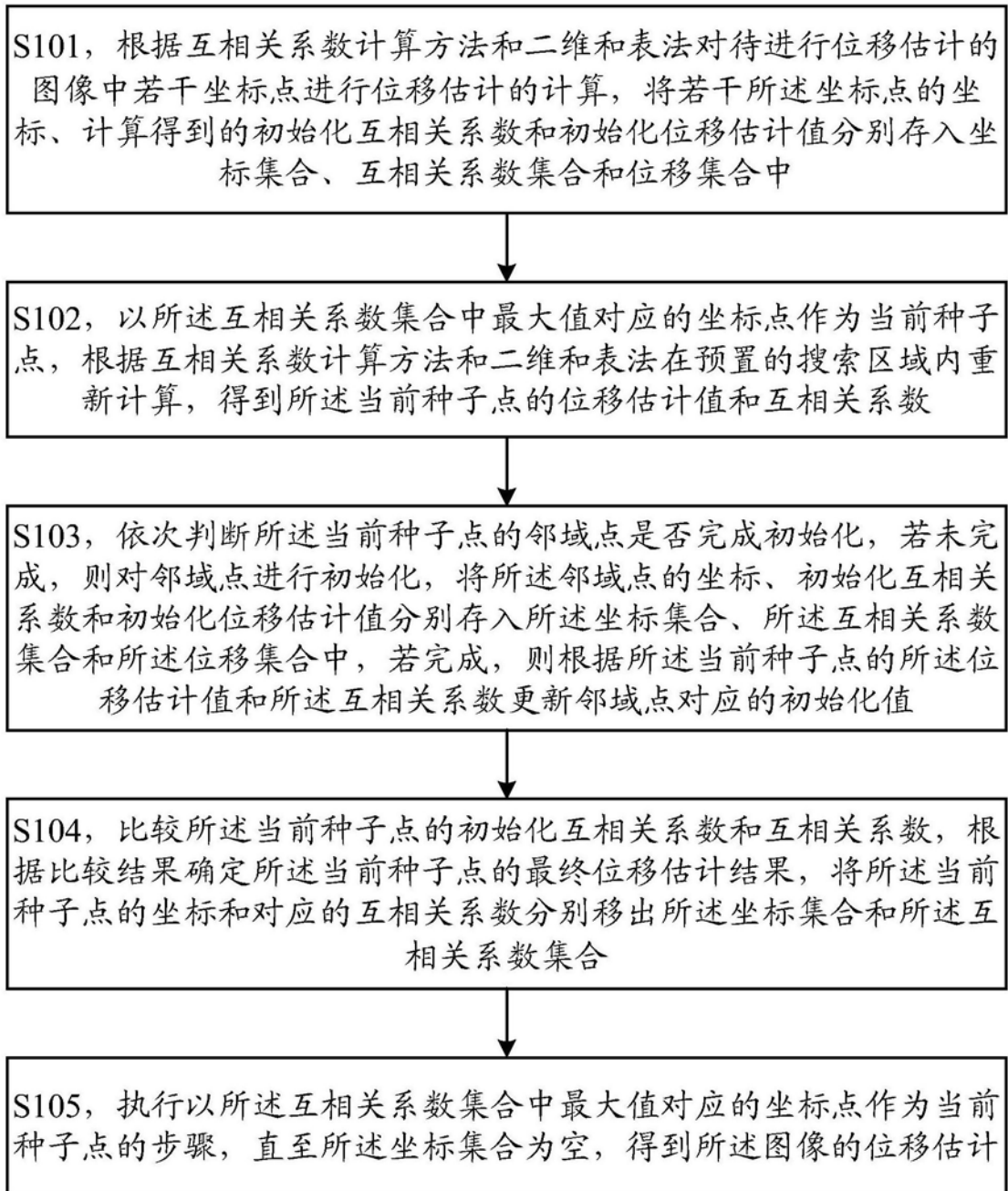


图1

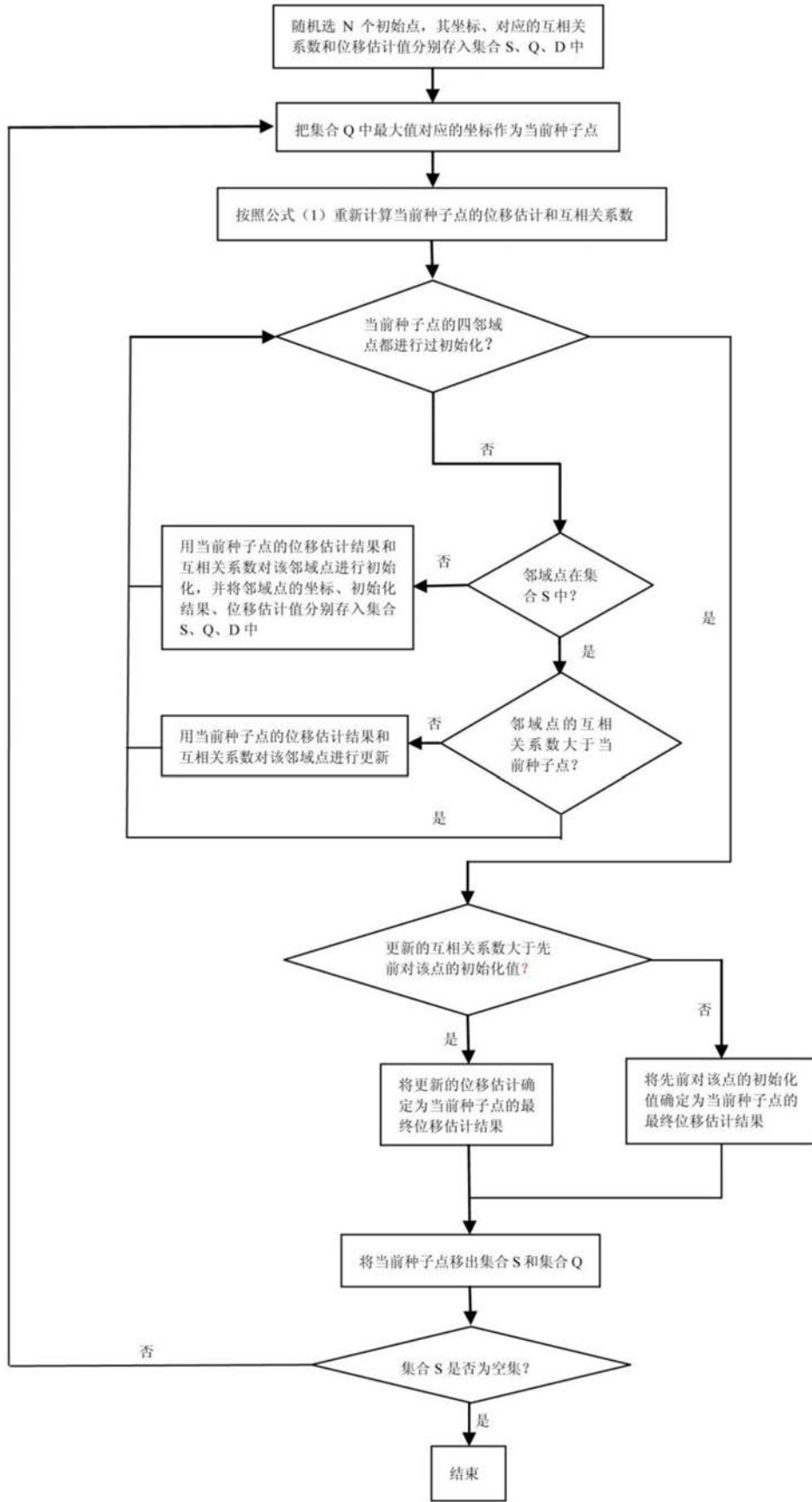


图2

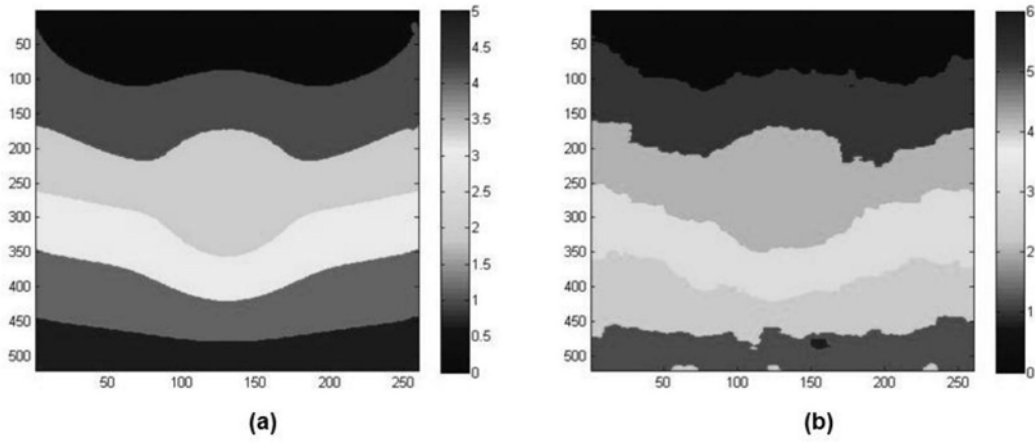


图3

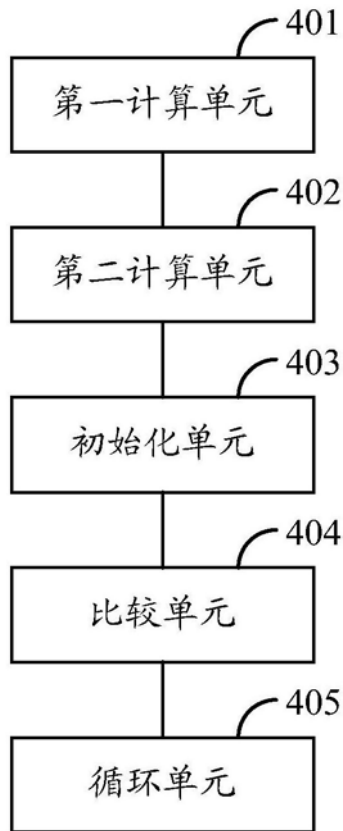


图4

专利名称(译)	超声弹性成像位移估计方法、系统、终端及可读存储介质		
公开(公告)号	CN109512463A	公开(公告)日	2019-03-26
申请号	CN201811202464.5	申请日	2018-10-16
[标]申请(专利权)人(译)	深圳大学		
申请(专利权)人(译)	深圳大学		
当前申请(专利权)人(译)	深圳大学		
[标]发明人	陆敏华 毛睿		
发明人	陆敏华 闭祖悦 毛睿		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/5215		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明适用于图像处理技术领域，提供了一种超声弹性成像位移估计方法，包括：根据初始化互相关系数的大小把待进行位移估计的图像中的坐标点依次确定为当前种子点，并在一定的搜索区域内对该当前种子点执行位移估计计算，将该计算结果与先前由当前种子点的四邻域点对该种子点的初始化结果作对比，把互相关系数较大值对应的位移估计值确定为当前种子点的最佳位移估计结果，进一步提高该方法的准确性和鲁棒性，同时，结合二维和表法，减少相似性判断中冗余重复的计算，提高算法的计算效率。

