



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103549978 B

(45) 授权公告日 2016.01.13

(21) 申请号 201310553321.X

(22) 申请日 2013.11.08

(73) 专利权人 中国科学院声学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 21 号

(72) 发明人 孟晓辉 理华 肖灵

(74) 专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务所 11309

代理人 陈霖

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

(56) 对比文件

孙瑞超 等. 基于相移的实时超声弹性成像方法. 《中国生物医学工程学报》. 2013, 第 32 卷 (第 3 期),

刘宝亮. 基于超声瞬时弹性成像技术的生物组织弹性研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 医药卫生科技辑(月刊)》. 2011, (第 12 期),

摘要, 正文第 9 页第 2.2.3 节, 第 15-16 页第 3.3 节, 第 26 页倒数第 1-9 行.

孙瑞超 等. 实时超声弹性成像原理与方法. 《中国医疗器械信息》. 2013,

邱广. 基于超声的组织弹性成像算法研究. 《中国优秀硕士学位论文 医药卫生科技辑》. 2013, (第 1 期), 第 E060-18 页.

审查员 李陆美

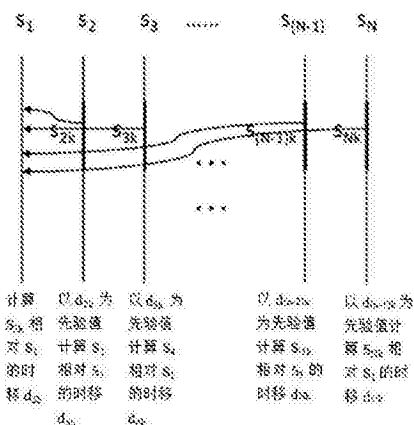
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种瞬时弹性成像快速时移估计方法

(57) 摘要

本发明公开了一种瞬时弹性成像快速时移估计方法, 该方法包括以下步骤: 接收不同时刻的 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$; 根据预先设定的窗长和重叠率, 将所述 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 分为若干个信号片段, 所述 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 上相同深度的信号片段分别表示为 $s_{1k}, \dots, s_{Nk}$, 计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} , 并以所述时移 d_{2k} 作为先验值计算所述信号片段 s_{3k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{3k} , 以此类推, 直到以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} 。本发明可以有效地缩小时移估计的范围, 提高计算速度。



1. 一种瞬时弹性成像快速时移估计方法,其特征在于,包括以下步骤:

接收不同时刻的 N 个超声回波信号 s_1 、 $\dots$ 、 s_N ;

根据预先设定的窗长和重叠率,将所述 N 个超声回波信号 s_1 、 $\dots$ 、 s_N 分为若干个信号片段,所述 N 个超声回波信号 s_1 、 $\dots$ 、 s_N 上相同深度的信号片段分别表示为 s_{1k} 、 $\dots$ 、 s_{Nk} ,所述 $s_{nk} = s_n(k:M1+k-1)$,其中信号片段 s_{nk} 为超声回波信号信号 s_n 的第 k 至第 $M1+k-1$ 个采样点, $n = 1$ 、 $\dots$ 、 N , $M1$ 为窗长;

计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} ,并以所述时移 d_{2k} 作为先验值计算所述信号片段 s_{3k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{3k} ,以此类推,直到以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} ,其中 $n = 2$ 、 $\dots$ 、 N ;

所述计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} 步骤包括:

分别计算信号片段 s_{2k} 与超声回波信号 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的绝对差和 SAD 值 $\text{sad}(i)$, $i = -L$ 、 $\dots$ 、 L ,其中 L 是一个正整数,为时移估计的搜索范围,即

$$\text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_2(q) - s_1(q+i)|, i = -L, \dots, L$$

计算 $d_{2k} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$,其中 $i = -L$ 、 $\dots$ 、 L ,即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d ,所述信号片段 s_{2k} 相对 s_1 的时移 $d_{2k} = d$;

所述以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} 步骤包括:

分别计算 s_{nk} 与 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的 SAD 值 $\text{sad}(i)$, $i = d_{(n-1)k}-L$ 、 $\dots$ 、 $d_{(n-1)k}+L$,即

$$\text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_n(q) - s_1(q+i)|, i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L$$

计算 $d_{nk} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$,其中 $i = d_{(n-1)k}-L$ 、 $\dots$ 、 $d_{(n-1)k}+L$,即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d ,所述信号片段 s_{nk} 相对 s_1 的时移 $d_{nk} = d$ 。

一种瞬时弹性成像快速时移估计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及快速时移估计方法,尤其涉及一种瞬时弹性成像的快速时移估计方法。

背景技术

[0002] 瞬时弹性成像是一种实用的间接测量组织弹性的方法,该方法的原理是根据剪切波在组织里面的传播速度与组织剪切模量的理论关系,利用测得的剪切波的传播速度来计算组织的弹性系数。其通常的做法是采用外振动器在组织表面产生 50-200Hz 的低频脉冲振动,低频振动在组织中会产生剪切波,在软组织里面剪切波的传播速度只有几到几十米每秒,而在组织成像里面通常所用的超声信号是一种压缩波,其波速约为 1540 米每秒。因此可以用超声波跟踪低频振动产生的剪切波在组织中的传播过程。通过对超声 M 模式信号的分析,来确定低频振动产生的剪切波在组织中的传播速度,从而计算组织的弹性系数。

[0003] 在上述瞬时弹性成像方法中,需要从剪切波引起的组织应变图上得到剪切波的传播速度,因此分析不同时刻的超声回波信号,来确定剪切波传播造成的组织偏移是瞬时弹性成像信号处理过程中的关键步骤之一。对于每次低频脉冲振动,发射接收 N 次超声波,根据这 N 次超声回波信号进行位移 / 应变估计的步骤为:1) 确定一定的窗长度和重叠率;2) 按照确定的窗长和重叠率,确定每一对对应射频信号片段的时移,即相对位移;3) 利用得到的位移计算组织的应变分布。

[0004] 在第二步中,确定对应射频信号片段的时移时,通常是以第一根射频信号为基准,即确定射频信号片段与第一根射频信号上的对应信号片段间的时移。有两种实现方式,一种是直接确定射频信号片段与第一根射频信号上的对应信号片段间的时移;另一种是先确定相邻两根射频信号对应信号片段的时移,再通过累加得到相对于第一根射频信号对应信号片段的时移。由于组织的位移是连续的,所以第二种方式搜索时移的范围比较小,计算量小,但是由于受信号采样频率的限制,会造成误差累积,影响精度。虽然可以通过插值来解决这一问题,但是通过插值来提高采样频率会增加计算量。而第一种方式没有误差累积问题,但是时移的搜索范围较第二种方式大,计算量也随之增大。

发明内容

[0005] 本发明的目的是,针对上述直接计算射频信号片段相对于第一根射频信号的对应信号片段的时移计算量大的问题,提供一种用于瞬时弹性成像快速时移估计方法,利用组织运动连续性,缩小搜索范围,降低计算量,避免误差累积问题或插值带来的计算量增大问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种瞬时弹性成像快速时移估计方法,该方法包括以下步骤:

[0007] 接收不同时刻的 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$; 根据预先设定的窗长和重叠率,将所述 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 分为若干个信号片段,所述 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 上相

同深度的信号片段分别表示为 $s_{1k}, \dots, s_{Nk}$, 所述 $s_{nk} = s_n(k:M1+k-1)$, 其中信号片段 s_{nk} 为超声回波信号 s_n 的第 k 至第 $M1+k-1$ 个采样点, $n = 1, \dots, N$, $M1$ 为窗长; 计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} , 并以所述时移 d_{2k} 作为先验值计算所述信号片段 s_{3k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{3k} , 以此类推, 直到以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} , 其中 $n = 2, \dots, N$ 。

[0008] 进一步地, 所述计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} 步骤包括:

[0009] 分别计算所述信号片段 s_{2k} 与所述超声回波信号 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的绝对差和 (Sum of Absolute Differences, 简称 SAD) 值 $\text{sad}(i)$, $i = -L, \dots, L$, 其中 L 是一个正整数, 为时移估计的搜索范围, 即

$$[0010] \quad \text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_2(q) - s_1(q+i)|, i = -L, \dots, L.$$

[0011] 计算 $d_{2k} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$, 其中 $i = -L, \dots, L$, 即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d , 所述信号片段 s_{2k} 相对 s_1 的时移 $d_{2k} = d$ 。

[0012] 进一步地, 所述以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} 步骤包括:

[0013] 分别计算 s_{nk} 与 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的 SAD 值 $\text{sad}(i)$, $i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L$, 即

$$[0014] \quad \text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_n(q) - s_1(q+i)|, i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L.$$

[0015] 计算 $d_{nk} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$, 其中 $i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L$, 即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d , 所述信号片段 s_{nk} 相对 s_1 的时移 $d_{nk} = d$ 。

[0016] 本发明可以有效地缩小时移估计的范围, 提高计算速度。另外, 因为直接估计了每次超声回波信号与第一次超声回波信号的时移, 避免了误差累积。无需对信号进行插值, 避免了计算量的增加。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明实施例提供的一种瞬时弹性成像快速时移估计方法流程图。

具体实施方式

[0018] 下面通过附图和实施例, 对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0019] 图 1 为本发明实施例提供的一种瞬时弹性成像快速时移估计方法流程图。如图 1 所示, 本发明实施例将接收不同时刻的 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$, 根据预先设定的窗长和重叠率将 N 个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 划分为若干信号片段, 设信号 $s_1, \dots, s_N$ 上相同深度的信号片段分别表示为 $s_{1k}, \dots, s_{Nk}$, 长度都为 $m1$ (即窗长为 $M1$), 且 $s_{nk} = s_n(k:M1+k-1)$, 即信号片段 s_{nk} 为信号 s_n 的第 k 至第 $M1+k-1$ 个采样点, $n = 1, \dots, N$ 。

[0020] 本发明实施例首先计算信号片段 s_{2k} 相对超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} , 并以时移 d_{2k}

作为先验值计算信号片段 s_{3k} 相对超声回波信号 s_1 的时移 d_{3k} , 以此类推, 直到以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} , 其中 $n = 2, \dots, N$ 。

[0021] 优选地, 本发明实施例采用绝对差和 (Sum of Absolute Differences, 简称 SAD) 方法进行时移计算。

[0022] 以下通过 SAD 方法计算信号片段 s_{2k} 相对超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} , 其实现步骤包括:

[0023] 1) 分别计算信号片段 s_{2k} 与超声回波信号 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的 SAD 值 $\text{sad}(i)$, $i = -L, \dots, L$, 其中 L 是一个正整数, 为时移估计的搜索范围, 即

$$[0024] \quad \text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_2(q) - s_1(q+i)|, i = -L, \dots, L.$$

[0025] 2) 计算 $d_{2k} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$, 其中 $i = -L, \dots, L$, 即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d , 则信号段 s_{2k} 相对 s_1 的时移 $d_{2k} = d$ 。

[0026] 以下以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值, 用 SAD 方法估计信号段 s_{nk} 和超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} , 其实现步骤包括:

[0027] 1) 分别计算 s_{nk} 与 $s_1(k+i:M+k+i-1)$ 的 SAD 值 $\text{sad}(i)$, $i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L$, 即

$$[0028] \quad \text{sad}(i) = \sum_{q=k}^{M1+k-1} |s_n(q) - s_1(q+i)|, i = d_{(n-1)k} - L, \dots, d_{(n-1)k} + L.$$

[0029] 2) 计算 $d_{nk} = \arg(\min(\text{sad}(i)))$, 其中 $i = d_{(n-1)k}-L, \dots, d_{(n-1)k}+L$, 即找出 $\text{sad}(i)$ 的最小值出现的位置 d , 则信号段 s_{nk} 相对 s_1 的时移 $d_{nk} = d$ 。

[0030] 本发明实施例利用组织位移的连续性特征, 以前一次时移估计值为先验值, 每次估计时移的需要计算 $2L+1$ 次 SAD 值, 而如果不利用这个先验值, 则搜索时移时需要计算 SAD 值的次数一定要远大于 $2L+1$ 才能得到正确的时移估计。本发明实施例可以有效地缩小时移估计的范围, 提高计算速度。另外, 因为直接估计了每次超声回波信号与第一次超声回波信号的时移, 避免了误差累积。无需对信号进行插值, 避免了计算量的增加。

[0031] 显而易见, 在不偏离本发明的真实精神和范围的前提下, 在此描述的本发明可以有許多变化。因此, 所有对于本领域技术人员来说显而易见的改变, 都应包括在本权利要求书所涵盖的范围之内。本发明所要求保护的範圍仅由所述的权利要求书进行限定。

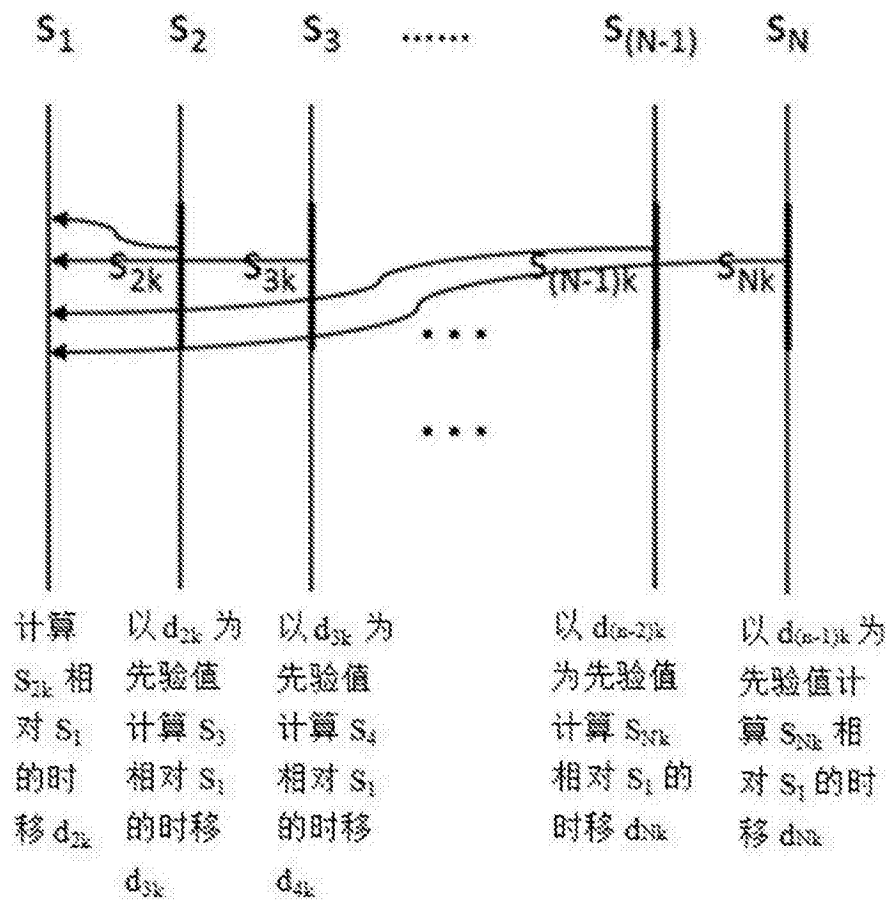


图 1

专利名称(译)	一种瞬时弹性成像快速时移估计方法		
公开(公告)号	CN103549978B	公开(公告)日	2016-01-13
申请号	CN201310553321.X	申请日	2013-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
[标]发明人	孟晓辉 理华 肖灵		
发明人	孟晓辉 理华 肖灵		
IPC分类号	A61B8/08		
代理人(译)	陈霁		
其他公开文献	CN103549978A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种瞬时弹性成像快速时移估计方法，该方法包括以下步骤：接收不同时刻的N个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ ；根据预先设定的窗长和重叠率，将所述N个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 分为若干个信号片段，所述N个超声回波信号 $s_1, \dots, s_N$ 上相同深度的信号片段分别表示为 $s_{1k}, \dots, s_{Nk}$ ，计算所述信号片段 s_{2k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{2k} ，并以所述时移 d_{2k} 作为先验值计算所述信号片段 s_{3k} 相对所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{3k} ，以此类推，直到以 $d_{(n-1)k}$ 作为先验值计算所述信号片段 s_{nk} 和所述超声回波信号 s_1 的时移 d_{nk} 。本发明可以有效地缩小时移估计的范围，提高计算速度。

