



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103654865 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310737856. 2

(22) 申请日 2013. 12. 26

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 黄庆华 陈朝虹

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 蔡茂略

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

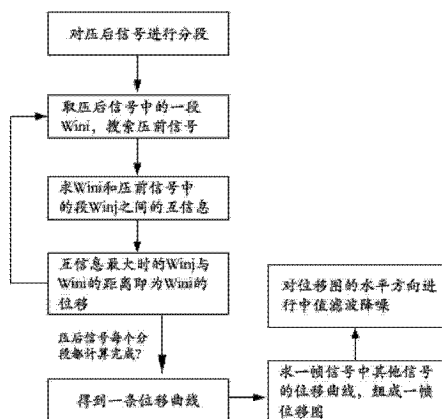
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法

(57) 摘要

本发明公开了基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法,该方法首先对压缩组织后采集的 RF 信号进行分段;对压后信号中的任意一段,在压缩组织前采集的 RF 信号中搜索相同长度的分段,求取两段的互信息,互信息最大时两段的间距即为分段对应的组织的位移,计算压后信号中每个分段的位移得到一条位移曲线,多条信号的位移曲线组成一帧位移图,对位移图水平方向进行中值滤波,得到最终的位移图。本发明的方法,将互信息作为信号相似性匹配,用于超声弹性成像位移估计中,能有效地估计出组织内部的位移信息。



1. 基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法,其特征在于:包括以下顺序的步骤:

1) 对压缩组织后采集的 RF 信号进行分段,根据分辨率和平滑度的要求确定段长和段间距,压缩组织后采集的 RF 信号即压后信号,压缩组织前采集的 RF 信号即压前信号;

2) 选择压后信号的一个分段 W_{ini} ,确定搜索范围和搜索步长,在压前信号中搜索待匹配的分段 W_{inj} 的位置,并用线性插值法计算 W_{inj} 分段信号;

3) 分段信号 W_{ini} 和 W_{inj} 分别归一化到 $[0, 1]$ 之间,将分段中的采样点等概率地划分到 m 个区间中,统计 W_{ini} 中采样点的概率 $p(x)$, W_{inj} 中的采样点概率 $p(y)$ 以及 W_{ini} 、 W_{inj} 采样点之间的联合概率 $p(x, y)$,然后计算 W_{ini} 和 W_{inj} 之间的互信息;

4) 重复搜索 W_{inj} ,计算 W_{inj} 与 W_{ini} 的互信息,选择互信息最大时的 W_{inj} ,则 W_{ini} 和 W_{inj} 的间距即为分段 W_{ini} 对应的组织的位移量;

5) 重复步骤 2) 至步骤 4),计算压后信号的每个分段的对应位移量,得到一条位移曲线;接着计算其他信号的位移曲线,获得一帧二维位移图,在二维位移图的水平方向上进行中值滤波,从而得到最终的位移图。

2. 根据权利要求 1 所述的基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法,其特征在于:步骤 2) 中,所述的压前信号的分段 W_{inj} 的长度和 W_{ini} 相同;所述的分段 W_{inj} 的搜索方式具体如下:设定一个搜索范围系数 r ,若 W_{ini} 在压后信号中的位置为 $[s1, t1]$,则 W_{inj} 在压前信号中的搜索范围为 $s1 \sim s1+r*t1$,搜索步长小于信号采样间隔。

3. 根据权利要求 1 所述的基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法,其特征在于:所述的步骤 3) 具体包含以下步骤:

a、分段信号 W_{ini} 和 W_{inj} 分别归一化到 $[0, 1]$ 之间,将分段中的采样点等概率地划分到 m 个区间中, $m=1.87 \cdot (N-1)^{0.4}$,其中 N 为 W_{ini} 的长度;

b、设 W_{ini} 、 W_{inj} 中的采样点值分别为 x 、 y ,根据上一步划分的区间的数目确定 x 方向、 y 方向的每个区间的位置; x 方向 $[0, 1]$ 范围内的 m 个区间和 y 方向 $[0, 1]$ 范围内的 m 个区间将 xoy 平面相应的区域划分成了 $m*m$ 个方格子;统计每个方格子内样本点数,如果某个方格子有 C 个点,则落入这个方格子的概率为 $p=C/N$,以此来估计 $p(x)$ 、 $p(y)$ 和 $p(x, y)$;

c、根据公式 $I(X, Y) = \sum_{i,j} p(x_i, y_j) \lg \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)p(y_j)}$, 计算 W_{ini} 和 W_{inj} 之间的互信息。

基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声成像技术领域,具体涉及基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法。

背景技术

[0002] 医学超声诊断是现代医学影像的重要组成部分,在人身体的许多组织的病理诊断中有很大的参考价值。人体软组织的质地变化通常与其病理过程有着密切关系,当组织发生病变时,组织的硬软程度或弹性大小等特征会发生明显改变。传统的医学成像,包括X射线成像、超声成像(US)、磁共振成像(MRI)、计算机断层扫描(CT)等在内的传统医学成像模态获取的只是组织的密度与厚度等属性,都不能直接提供弹性这一组织的基本力学属性的信息,而近年来快速发展的超声弹性成像技术,通过获取有关组织弹性信息进行成像,能够及时地检测到早期病变,弥补了传统医学成像模态的不足,具有重要的临床应用价值和广阔的应用前景。

[0003] 超声弹性成像通过对施压激励组织发生形变,分析压缩前后超声回波信号从而计算得到组织内部应变分布情况,用来间接描述组织内部的弹性模量分布信息,从而反应组织生理、病理状态。超声弹性成像过程通常包括位移估计,应变估计和图像后处理及显示三部分,其中,位移估计是重要的一个环节,常用的位移估计方法,如互相关法,相位差法都是从互相关上来提取位移信息,动态规划法采用的是差值绝对值和(SAD, sum of absolute difference)最小来确定信号间的匹配情况。互相关法和 SAD 法都是一种线性的相似性度量方法,主要用于确定两个变量之间的线性关系,对于非线性信号或含有较多噪声的信号有一定的局限性。

[0004] 因此,人们需要一种新的方法来克服现有技术中所存在的缺点。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足,从互信息广义相似性度量的角度出发,提出一种新的超声弹性成像中的位移估计方法,即基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法。

[0006] 本发明的目的通过以下的技术方案实现:

[0007] 基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法,包括以下顺序的步骤:

[0008] 1) 对压缩组织后采集的 RF 信号进行分段,根据分辨率和平滑度的要求确定段长和段间距,压缩组织后采集的 RF 信号即压后信号,压缩组织前采集的 RF 信号即压前信号;

[0009] 2) 选择压后信号的一个分段 W_{in1} ,确定搜索范围和搜索步长,在压前信号中搜索待匹配的分段 W_{inj} 的位置,并用线性插值法计算 W_{inj} 分段信号;

[0010] 3) 分段信号 W_{in1} 和 W_{inj} 分别归一化到 $[0, 1]$ 之间,将分段中的采样点等概率地划分到 m 个区间中,统计 W_{in1} 中采样点的概率 $p(x)$, W_{inj} 中的采样点概率 $p(y)$ 以及 W_{in1} , W_{inj} 采样点之间的联合概率 $p(x, y)$,然后计算 W_{in1} 和 W_{inj} 之间的互信息;

[0011] 4)重复搜索 Winj, 计算 Winj 与 Wini 的互信息, 选择互信息最大时的 Winj, 则 Wini 和 Winj 的间距即为分段 Wini 对应的组织的位移量;

[0012] 5)重复步骤 2)至步骤 4), 计算压后信号的每个分段的对应位移量, 得到一条位移曲线; 接着计算其他信号的位移曲线, 获得一帧二维位移图, 在二维位移图的水平方向上进行中值滤波, 从而得到最终的位移图。

[0013] 步骤 2)中, 所述的压前信号的分段 Winj 的长度和 Wini 相同; 所述的分段 Winj 的搜索方式具体如下: 设定一个搜索范围系数 r, 若 Wini 在压后信号中的位置为 [s1, t1], 则 Winj 在压前信号中的搜索范围为 $s1 \sim s1+r*t1$, 搜索步长小于信号采样间隔。

[0014] 所述的步骤 3) 具体包含以下步骤:

[0015] a、分段信号 Wini 和 Winj 分别归一化到 [0, 1] 之间, 将分段中的采样点等概率地划分到 m 个区间中, $m=1.87 \cdot (N-1)^{0.4}$, 其中 N 为 Wini 的长度;

[0016] b、设 Wini、Winj 中的采样点值分别为 x、y, 根据上一步划分的区间的数目确定 x 方向、y 方向的每个区间的位置; x 方向 [0, 1] 范围内的 m 个区间和 y 方向 [0, 1] 范围内的 m 个区间将 xoy 平面相应的区域划分成了 $m*m$ 个方格子; 统计每个方格子内样本点数, 如果某个方格子有 C 个点, 则落入这个方格子的概率为 $p=C/N$, 以此来估计 $p(x)$ 、 $p(y)$ 和 $p(x, y)$;

[0017] c、根据公式 $I(X, Y) = \sum_{i,j} p(x_i, y_j) \lg \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)p(y_j)}$, 计算 Wini 和 Winj 之间的互信息。

[0018] 本发明与现有技术相比, 具有如下优点和有益效果:

[0019] 1、本发明的方法原理简单, 计算任务主要是概率估计和互信息的计算, 计算复杂度低。

[0020] 2、采用统计平均的方式估计概率, 可以消除信号中噪声的影响, 使得最大互信息更准确。

[0021] 3、互信息则是一种广义的相似性度量准则, 可以度量信号间更复杂的关系。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明所述的基于最大互信息的超声弹性成像组织位移的估计方法的流程图;

[0023] 图 2 为图 1 所述方法的分段搜索示意图;

[0024] 图 3 为图 1 所述方法的一条位移曲线;

[0025] 图 4 为图 1 所述方法的一帧位移图。

具体实施方式

[0026] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述, 但本发明的实施方式不限于此。

[0027] 如图 1、2、3、4, 基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法, 包括以下顺序的步骤:

[0028] (1) 使用超声线阵探头在组织表面上采集一帧压前信号 framepre, 接着用探头压着轴向对组织施加一定的压力, 采集一帧压后信号 framepost;

[0029] (2) 选择压后的一条信号 RF1 和对应的压前信号 RF2, 对 RF1 进行分段, 每段长为 N, 相邻段之间的间距为 I;

[0030] (3) 选择 RF1 中的一个分段 Wini, 设其在压后信号中的位置为 [s1, s1+N], 如图 2, 在 RF2 中搜索相同长度的分段 Winj, 设定搜索步长为 d, 搜索范围系数为 r, 则 Winj 的起点在 RF2 中的搜索范围为 $s1 \sim s1+r*(s1+N)$; 搜索步长一般小于信号采样间隔, 当确定后 Winj 的位置后, 采用线性插值方法求 Winj 分段信号;

[0031] (4) 将分段信号 Wini 和 Winj 分别归一化到 [0, 1] 之间, 将分段中的采样点等概率地划分到 m 个区间中, $m=1.87 \cdot (N-1)^{0.4}$, 其中 N 为 Wini 的长度; 设 Wini、Winj 中的采样点值分别为 x、y, 根据上一步划分的区间的数目确定 x 方向、y 方向的每个区间的位置; x 方向 [0, 1] 范围内的 m 个区间和 y 方向 [0, 1] 范围内的 m 个区间将 xoy 平面相应的区域划分成了 m*m 个方格子; 统计每个方格子内样本点数, 如果某个方格子有 C 个点, 则落入这个方格子的概率为 $p=C/N$, 以此来估计 $p(x)$ 、 $p(y)$ 和 $p(x, y)$; 根据公式

$$I(X, Y) = \sum_{i,j} p(x_i, y_j) \lg \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)p(y_j)}, \text{ 计算 Wini 和 Winj 之间的互信息;}$$

[0032] (5) 重复搜索 Winj, 计算 Winj 与 Wini 的互信息, 选择互信息最大时的 Winj, 则 Wini 和 Winj 的间距即为分段 Wini 对应的组织的位移量;

[0033] (6) 计算信号 RF1 的每个分段位移, 得到一条位移曲线; 接着计算 framepre 中其他信号的位移曲线, 获得一帧二维位移图, 在二维位移图的水平方向上进行中值滤波, 从而得到最终的位移图; 最终的位移图归一化显示如图 4, 位移图的每一列是一条信号对应的位移曲线, 其中的一条如图 3 所示。

[0034] 上述实施例为本发明较佳的实施方式, 但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制, 其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本发明的保护范围之内。

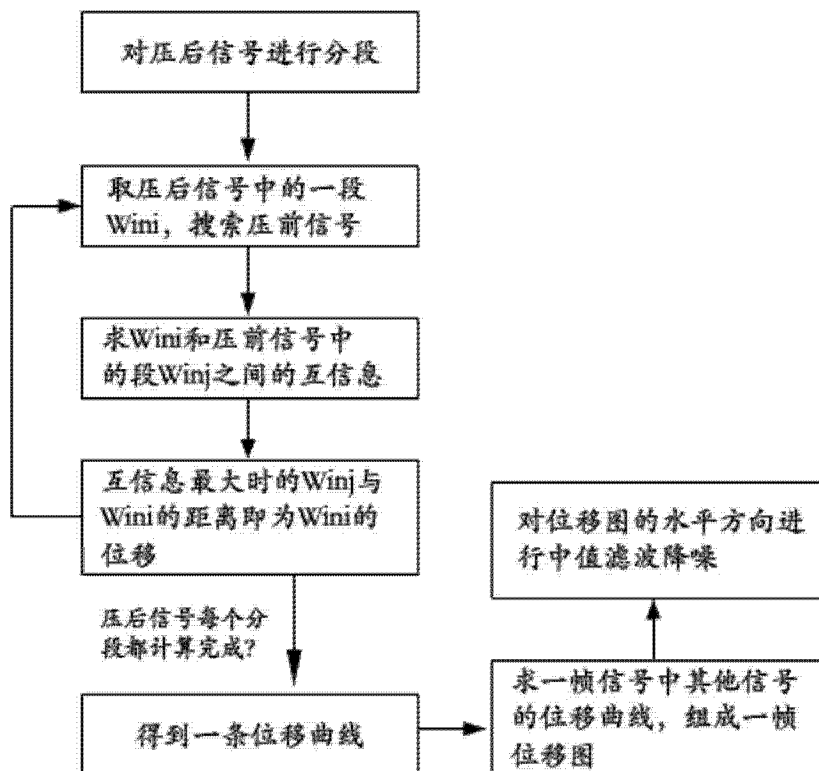


图 1

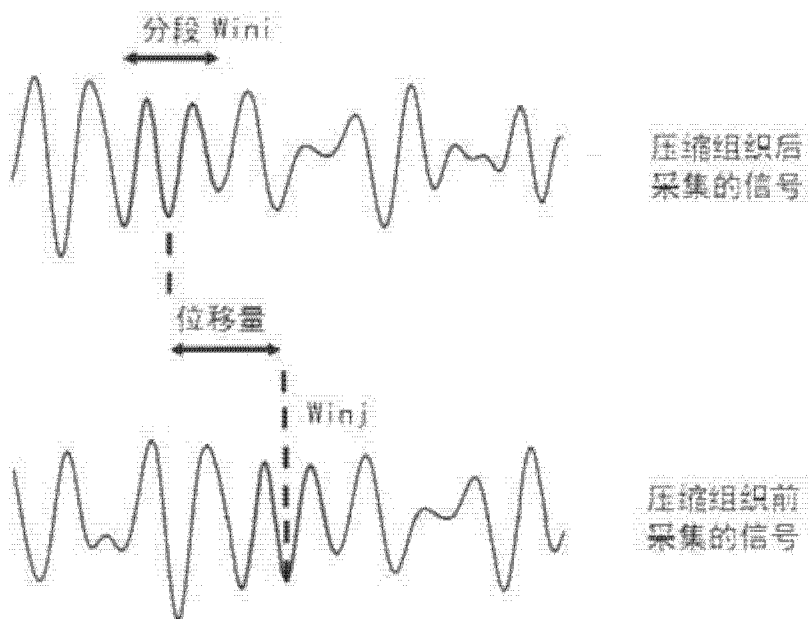


图 2

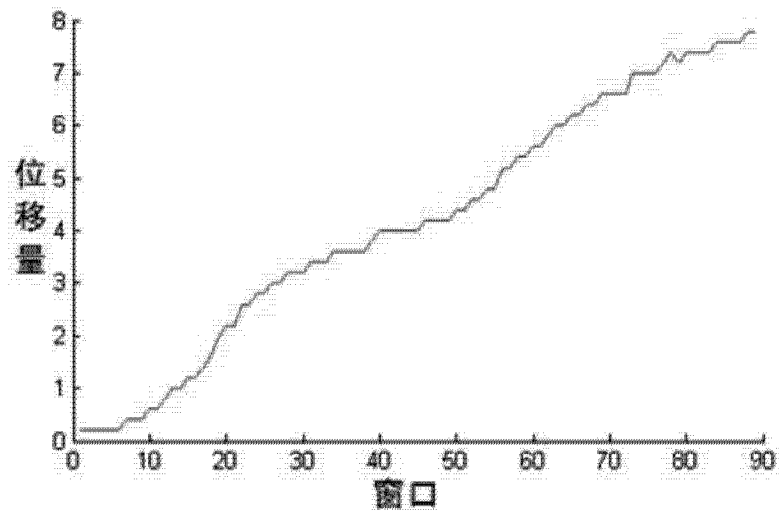


图 3

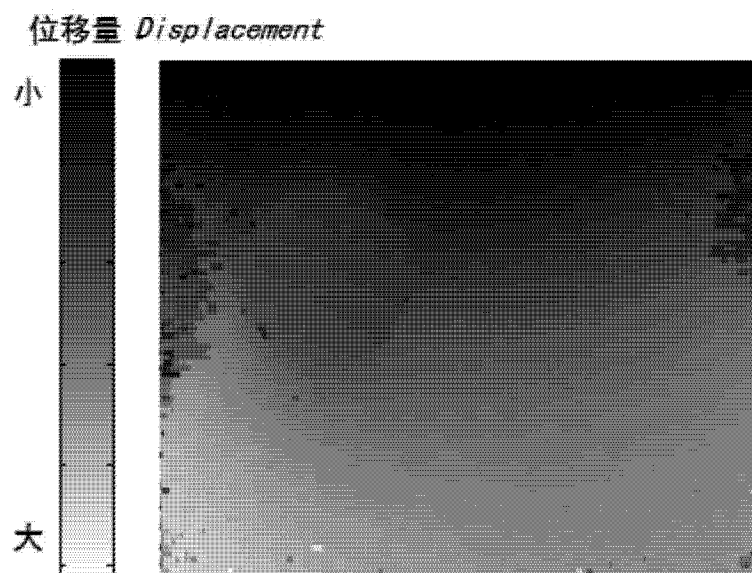


图 4

专利名称(译)	基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法		
公开(公告)号	CN103654865A	公开(公告)日	2014-03-26
申请号	CN201310737856.2	申请日	2013-12-26
[标]申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
[标]发明人	黄庆华 陈朝虹		
发明人	黄庆华 陈朝虹		
IPC分类号	A61B8/08		
其他公开文献	CN103654865B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了基于最大互信息的超声弹性成像组织位移估计方法，该方法首先对压缩组织后采集的RF信号进行分段；对压后信号中的任一段，在压缩组织前采集的RF信号中搜索相同长度的分段，求取两段的互信息，互信息最大时两段的间距即为分段对应的组织的位移，计算压后信号中每个分段的位移得到一条位移曲线，多条信号的位移曲线组成一帧位移图，对位移图水平方向进行中值滤波，得到最终的位移图。本发明的方法，将互信息作为信号相似性匹配，用于超声弹性成像位移估计中，能有效地估计出组织内部的位移信息。

