



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102626327 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201210124906. 5

(22) 申请日 2012. 04. 26

(73) 专利权人 声泰特(成都)科技有限公司  
地址 610041 四川省成都市高新区创业路  
16号火炬大厦A601

(72) 发明人 刘西耀 任杰 刘东权

(51) Int. Cl.  
A61B 8/00(2006. 01)

审查员 高瑞玲

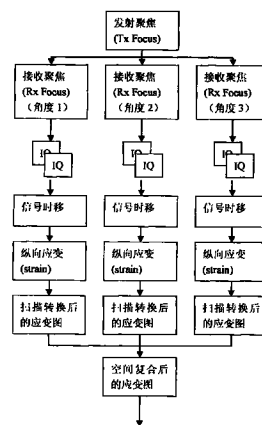
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法,即基于相位零(Phase-zero)的改进算法实现的医疗超声弹性成像算法,计算位移时,传统算法在一条扫描线上进行位移计算,在组织运动包含水平分量情况下该算法会产生较大误差;而新算法窗口涵盖邻近多条扫描线,从而减少了组织水平运动分量带来的误差,提高了超声弹性成像的性噪比。同时,本发明亦将接收端多角度复合(Receive-Side Spatial-Compounding)技术运用于弹性成像系统中,从而进一步减小了弹性成像噪声的影响,进一步提高了系统性噪比。最后,提出了一种基于平均应变的弹性成像压力反馈技术,以提示医生当前按压力度及正常按压力度范围。



1. 一种基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法,其特征在于,包括以下步骤:

- 1) 超声探头按通常聚焦角度对信号进行延时发射;
- 2) 超声探头接收信号,并按三个不同角度进行聚焦延时,获得三帧不同角度的 RF 信号;
- 3) 对此三帧不同角度 RF 信号进行解调,获得三帧不同角度的 IQ 信号;
- 4) 对 IQ 信号进行前处理,对 I,Q 分量进行 log 压缩,以减少相位零计算互相关时信号强度起伏所造成的弹性成像噪声;
- 5) 对不同角度的 IQ 信号与上一次发射的相应角度 IQ 信号做相位零计算,计算使用二维窗口,计算获得的时移用来表示窗口中心的采样点处的时移,通过此方式获得 IQ 信号每个采样点处所对应的时移;
- 6) 计算每点时移的梯度;
- 7) 对梯度进行扫描转换,得梯度图像;
- 8) 将三帧不同角度的扫描转换的梯度图像进行空间复合;
- 9) 对结果进行帧平均,直方图平移与拉伸处理,转换为伪彩并半透明叠加于 B 模式之上显示;
- 10) 将步骤 6) 计算获得的梯度的平均值进行帧平均,作为探头压力的指示显示于压力回馈指示条上。

## 基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医学技术领域,涉及一种超声弹性成像方法,具体涉及一种基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法,属于基础领域,主要为数字信号处理,也包括部分数字图像处理。

### 背景技术

[0002] 弹性成像是一种通过组织运动显示组织弹性模量或软硬程度的超声成像方式,可用于探测人体内的肿瘤硬块,为医生提供其良恶性的一些参考信息。相位零 (Phase-zero) 是弹性成像的主要方法之一。其原理是通过计算挤压组织时相邻两帧同一位置的窗口内信号相位差的平均值,从而估计出该窗口中心位置的信号较前一帧信号的时间偏移。

$$[0003] \quad \tau_i = \frac{1}{wL} \sum_{j=i-\frac{L}{2}}^{i+\frac{L}{2}} (\theta_{1,j} - \theta_{2,j})$$

[0004] 其中  $w$  为信号中心频率, $L$  为信号窗口长度。对于超声信号而言,两帧间信号的时移即可表示组织的位移,通过计算位移的垂直方向梯度,即应变,再加上应力在组织中均匀分布的假设,即可用应变分布来代表组织软硬的分布情况。现有技术中存在以下缺陷:

[0005] 首先,传统的相位零算法计算信号时移  $\tau_i$  采用一维窗口,其缺点是在组织运动包含横向位移的时候,位移估计的误差会增大,这种增大的误差造成了弹性成像噪声增加,信噪比降低。另外这种一维窗口会造成生成弹性成像信号间,即水平方向图像的不连续。

[0006] 其次,由于超声的特性,弹性成像不免产生与组织位置相关的噪声,这种噪声使用普通去噪方式效果有限。一般采用不同方向角度对同一位置扫描的弹性成像图像的复合来消除噪声。医疗超声图像空间复合主要分为两种,发射-接收端的空间复合以及接受端的空间复合。前者需要多次发射接收,故帧率较低,后者只需要一次发射接收,然后通过改变聚焦参数来改变接收信号角度。本发明使用后者进行空间复合,以进一步提高弹性成像的信噪比。

[0007] 最后,弹性成像经过处理显示时,不同的按压力度,在不同的软硬比组织下可能会有相同的显示效果,故不能很好的显示组织真实的软硬差别,不利于医生的诊断。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服上述缺陷,提供一种基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法,本发明是一个超声弹性成像模块,其目的是为了实时产生高信噪比弹性成像,并与 B 模式并行显示。本发明提出使用二维窗口进行弹性成像位移估计,取得信噪比更高,质量更好的弹性成像图像。本发明使用平均帧间应变作为按压力度的表示方法,使用水平指示条给予医生当前按压力度反馈,并标示合理按压力度范围,以提高弹性成像结果的参考价值。

[0009] 本发明的内容主要包括三项,即(1)在 IQ 数据上的二维窗口的相位零算法。(2)基于接收端聚焦的弹性成像空间复合技术。(3)基于帧间平均应变的按压指示技术。具体方案为:

[0010] 一种基于接收端空间复合的超声弹性成像及压力反馈方法,包括以下步骤:

[0011] 1) 超声探头按通常聚焦角度对信号进行延时发射;

[0012] 2) 超声探头接收信号,并按三个不同角度进行聚焦延时,获得三帧不同角度的 RF 信号;

[0013] 3) 对此三帧不同角度 RF 信号进行解调,获得三帧不同角度的 IQ 信号;

[0014] 4) 对 IQ 信号进行前处理,对 I,Q 分量进行 log 压缩,以减少相位零计算互相关时信号强度起伏所造成的弹性成像噪声;

[0015] 5) 对不同角度的 IQ 信号与上一次发射的相应角度 IQ 信号做相位零计算,计算使用二维窗口,计算获得的时移用来表示窗口中心的采样点处的时移,通过此方式获得 IQ 信号每个采样点处所对应的时移;

[0016] 6) 计算每点时移的梯度;

[0017] 7) 对梯度进行扫描转换,得梯度图像;

[0018] 8) 将三帧不同角度的扫描转换的梯度图像进行空间复合;

[0019] 9) 对结果进行帧平均,直方图平移与拉伸处理,转换为伪彩并半透明叠加于 B 模式之上显示;

[0020] 10) 将步骤 6) 计算获得的梯度的平均值进行帧平均,作为探头压力的指示显示于压力回馈指示条上。

[0021] 与现有技术相比本发明的有益效果为:改进后的弹性成像的质量更不易受到水平位移带来的信号解相关(de-correlation)的影响,成像噪声更小;并结合使用接收端空间复合,可以抑制噪声而不降低帧率;提供了按压力度的指示,为弹性成像提供了额外的压力信息,便于医生对图像进行分析。

#### 附图说明

[0022] 图 1 中 a 为传统弹性成像时移的计算窗口示意图, b 为本发明使用的二维信号时移计算窗口示意图;

[0023] 图 2 是基于接收端的空间复合数据流示意图;

[0024] 图 3 是界面示意图,下方是压力回馈指示条。

#### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术方案做进一步详细说明。

[0026] 基于 IQ 数据上的二维窗口的相位零算法的信号时移估计

[0027] 对于传统的 IQ 数据上的一维窗口相位零算法,采用以下方法估算两帧信号某个窗口范围内的时移:

[0028]  $\tau_0=0$

$$[0029] \quad \tau_i = \tau_{i-1} - \arg \left( e^{jw_0 \tau_{i-1}} \sum_{t=i-W/2}^{i+W/2} x_{1b}(t) \cdot x_{2b}^*(t - \tau_{i-1}) \right)$$

$$[0030] \quad \text{其中} \arg \left( e^{jw_0 \tau_{i-1}} \sum_{t=i-W/2}^{i+W/2} x_{1b}(t) \cdot x_{2b}^*(t - \tau_{i-1}) \right) \text{即为基带 IQ 信号 } x_{1b} \text{ 与 } x_{2b} \text{ 所对应}$$

的 RF 信号在窗口  $[t_k - T_w/2, t_k + T_w/2]$  内的平均相位差。对于中心频率为  $w_0$  的信号而言,其相位差与对应时移的关系为  $\tau = \frac{\Delta\theta}{w_0}$ 。上述公式计算自相关或平均相位差使用前一窗口位置

计算出的时移提前移动信号,以使两帧信号相位差绝对值小于  $\frac{\pi}{2}$  (相位算子  $\arg$  只能准确

获得  $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$  之内的相位)。另外,  $x_{2b}^*(t - \tau_{i-1})$  是第二帧的这条 IQ 信号  $x_{2b}$  在  $t - \tau_{i-1}$  处插值得到的结果再取共轭。

[0031] 本发明使用同样的原理,但使用二维窗口计算两帧信号的时移,即使用如下公式:

$$[0032] \quad \tau_{0,j} = 0$$

[0033]

$$\tau_{i,j} = \tau_{i-1,j} - \arg \left( e^{jw_0 \tau_{i-1,j}} \sum_{l=j-W/2}^{j+W/2} \sum_{t=i-W/2}^{i+W/2} x_{1b}(t,l) \cdot x_{2b}^*(t - \tau_{i-1,j}, l) \right) \quad (1)$$

[0034] 其中  $j$  为当前 IQ 信号位于的线的编号。在附图 1 中 a 为传统相位零算法窗口示意图, b 为本发明相位零算法窗口示意图。

[0035] 基于接收端聚焦的弹性成像空间复合技术:

[0036] 本发明使用了接收端空间复合技术来增加弹性成像的信噪比。其原理是让超声波信号按普通方式进行发射聚焦,但在接收时则按三个不同角度进行接收聚焦,从而收到三帧不同的 RF 回波信号,将这三帧不同角度的 RF 回波信号转换为 IQ 信号,再分别与对应上一帧此角度回波信号进行相位零计算,以及梯度计算,就可以得到三帧不同角度的弹性成像。最后再将此三帧不同角度的弹性成像进行空间复合,即:

$$[0037] \quad I(i,j) = \frac{1}{3} [I_1(i,j) + I_2(i,j) + I_3(i,j)]$$

[0038] 即可获得增强信噪比的复合弹性成像图像。此方法具体流程见图 2。信号经过一次发送,根据接收聚焦的不同生成三个不同角度的接收回波 RF 信号,RF 信号经过处理变为基带 IQ 信号,再分别与上一次发射的同角度 IQ 信号计算信号时移,然后计算弹性成像,最后经过扫描转换后再进行空间复合。

[0039] 基于帧间平均应变的按压指示技术:

[0040] 最后,由于弹性成像经过处理显示时,不同的按压力度,在不同的软硬比组织下可能会有相同的显示效果,故不能很好的显示组织真实的软硬差别,不利于医生的诊断。并且弹性成像质量在一定压力与帧间位移范围内最好,所以有必要给予医生以当前按压力度的指示。本发明使用帧间平均应变来表示按压力度。即:

$$[0041] \quad S = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N S(i, j)$$

[0042] 其中  $S(i, j)$  为计算出的弹性应变图像。图 3 为按此方式显示的按压力度反馈的界面示意图。

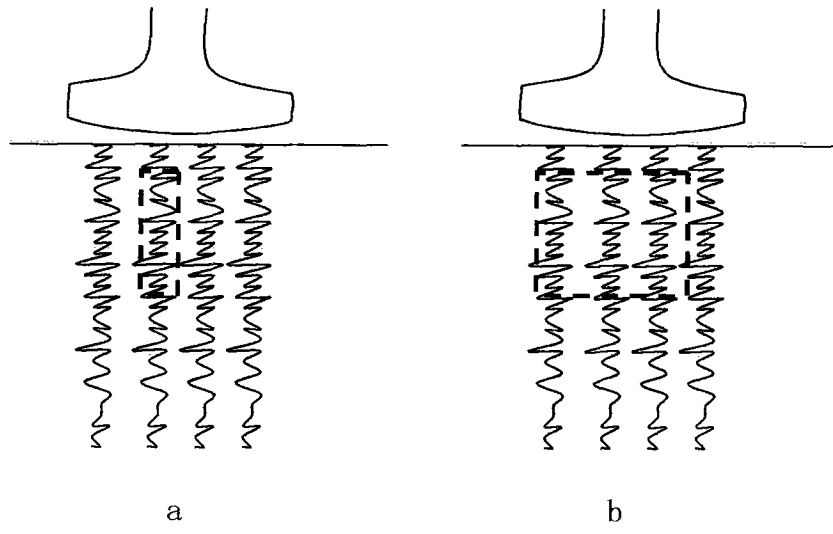


图 1

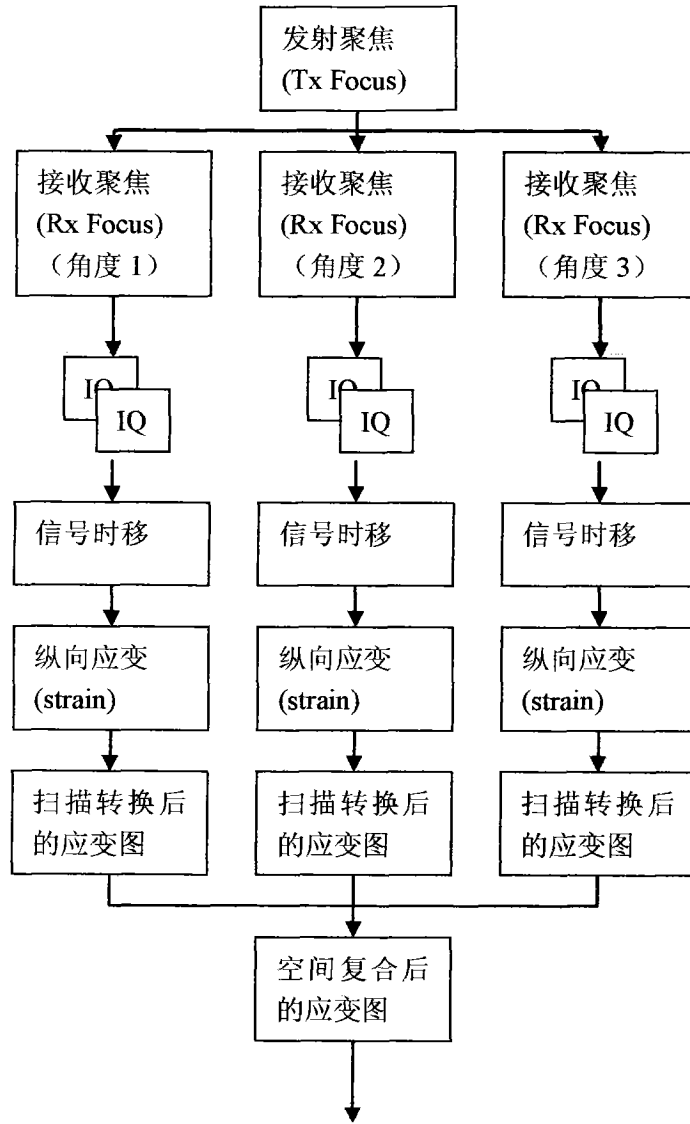


图 2

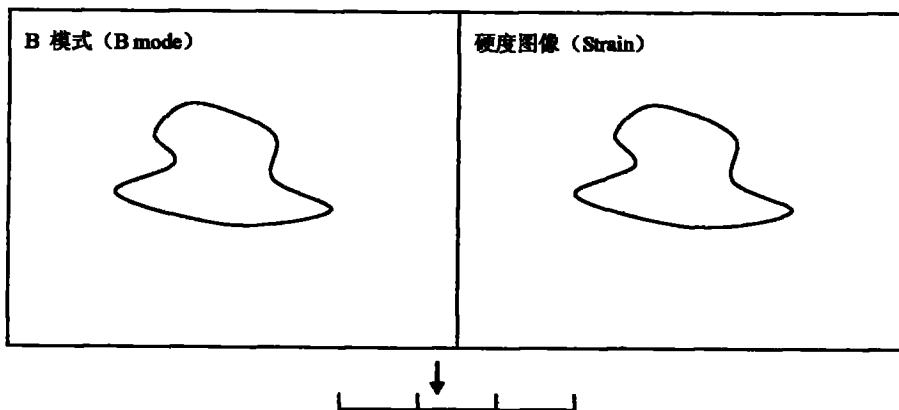


图 3