



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107577642 B

(45)授权公告日 2020.06.23

(21)申请号 201710744330.5

G06K 9/00(2006.01)

(22)申请日 2017.08.25

A61B 8/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107577642 A

(56)对比文件

CN 106934110 A,2017.07.07,

CN 106618635 A,2017.05.10,

US 2014368494 A1,2014.12.18,

G. Prasad Acharya等.“Implementation of High Speed Convolution Algorithm on CUDA based Graphics Processing Unit”.

《International Journal of Computer Applications(0957-8887)》.2016,全部.

(43)申请公布日 2018.01.12

(73)专利权人 深圳中科乐普医疗技术有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽街

道阳光社区松白路1002号百旺信工业

园9栋405

(72)发明人 翁嘉淳 董永刚

审查员 高洪歌

(74)专利代理机构 深圳市智科友专利商标事务

所 44241

代理人 周小年

(51)Int.Cl.

G06F 17/15(2006.01)

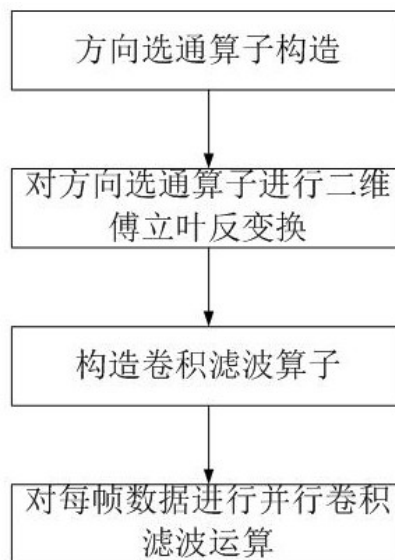
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种剪切波方向滤波实现方法及医用超声波设备

(57)摘要

本发明公开了一种剪切波方向滤波实现方法及医用超声波设备,该方法包括构造方向选通算子、对方向选通算子进行二维傅立叶反变换、构造卷积滤波算子、对每帧数据进行并行卷积滤波运算等步骤。该超声波设备中包括剪切波方向滤波实现方法的装置。本发明中通过将卷积滤波方法代替传统的频域选通滤波方法,克服了二维傅里叶变换不能并行处理导致运算耗时长和占用内存空间翻倍的问题。卷积滤波方法通过利用滤波算子对待处理数据进行卷积运算,达到方向滤波的效果。此过程可并行处理且不会增加内存占用空间。



1. 一种用于医用超声波设备的剪切波方向滤波实现方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1、构造方向选通算子;该步骤中,根据待处理数据大小和所需滤波方向构造频域方向选通算子;所述的待处理数据大小为 Row*Line*Frame时,此处Row表示数据行数,Line表示数据列数,Frame表示数据帧数,方向滤波运算应用于每一帧的Row*Line大小的数据矩阵上;所述数据矩阵为利用超高帧频成像技术采集的生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵,所述的方向选通算子大小为Row*Line的矩阵,构造方法如下:

$$\text{Dir_Mask_L} = \begin{bmatrix} 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\text{Dir_Mask_R} = \begin{bmatrix} 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \end{bmatrix} \quad (2)$$

上式中Dir_Mask_L表示选取从左到右方向,Dir_Mask_R 表示从右到左方向;

步骤2、对频域方向选通算子进行二维傅立叶反变换;

步骤3、构造卷积滤波算子;该步骤中,选取步骤2结果的实数部分数据作为卷积滤波算子;

包括以下步骤:

对步骤2方向选通算子进行二维傅立叶反变换后的矩阵数据进行上下方向翻转;

再对上述翻转后结果矩阵进行左右方向翻转;

最后取结果矩阵数据的实数部分作为卷积滤波算子矩阵;

步骤4、利用卷积滤波算子对待处理的剪切波位移估计矩阵中每帧数据进行并行卷积滤波运算。

2. 一种医用超声波设备,包括:

产生超声波辐射力冲击激发剪切波经过指定生物组织观察区域的超声波发生装置;

利用超高帧频成像技术采集该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵的超高帧频成像装置;

对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置;其特征在于:所述的对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置包括:

根据剪切波位移估计矩阵大小和所需要滤波方向构造频域方向选通算子的频域方向选通算子构造装置;所述的频域方向选通算子构造装置构造如下频域选通算子:

$$\text{Dir_Mask_L} = \begin{bmatrix} 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\text{Dir_Mask_R} = \begin{bmatrix} 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \end{bmatrix} \quad (2)$$

上式中Dir_Mask_L表示选取从左到右方向,Dir_Mask_R 表示从右到左方向;

对频域方向选通算子构造装置构造的频域方向选通算子进行二维傅立叶反变换形成时域方向选通算子的二维傅立叶反变换装置;

选用时域方向选通算子实数部分数据作为卷积滤波算子的卷积滤波算子构造装置;所述的卷积滤波算子构造装置包括:

对时域方向选通算子进行上下翻转的第一翻转装置;

对所述的第一翻转装置产生的矩阵进行左右翻转的第二翻转装置;

取所述的第二翻转装置输出的矩阵的实部形成卷积滤波算子矩阵的第三装置;

利用卷积滤波算子对待处理的剪切波位移估计矩阵中每帧数据进行并行卷积滤波运算的装置。

一种剪切波方向滤波实现方法及医用超声波设备

技术领域

[0001] 本发明涉及剪切波弹性成像领域,特别涉及一种剪切波方向滤波实现方法及采用该方向滤波实现方法进行图像处理的医用超声波设备。

背景技术

[0002] 剪切波是传播方向与介质质点的振动方向垂直的波,又称横波,S波。

[0003] 医用超声波设备可以通过超声波发生器产生超声波激发人体组织剪切波传播,由于不同的组织密度,剪切波传播速度有差别,这样可以判断组织中不同部分的形状等,这就是了医用剪切波成像的原理。医学剪切波弹性成像中方向滤波的作用是为了得到某一特定方向传播的剪切波信息。而一般方向滤波的实现方法是通过剪切波位移估计矩阵进行二维傅里叶变换方法得出频域信息,并与方向选通算子相乘后,过滤某一方向频域信息,再进行二维傅里叶反变换得到方向滤波结果。此方法的缺点是在进行二维傅里叶变换时,行变换和列变换是一个串行的步骤,同理二维傅里叶反变换也是如此。但剪切波二维实时弹性成像中,信号处理数据量巨大,对算法效率要求非常高,这种方法计算耗时非常长,即使结合GPU并行加速技术,由于里面的二维傅里叶变换无法并行化而使得方向滤波并行加速效率非常低。

发明内容

[0004] 针对上述方向滤波实现方法的缺点,本发明提出一种剪切波方向滤波实现方法以及使用该方法的医用超声波设备,该方法通过使用卷积计算方法替换傅里叶变换,并结合GPU并行优化技术,大大降低了方向滤波耗时,而计算结果与傅里叶变换方法一致。

[0005] 本发明为实现其目的所采用的技术方案是:一种剪切波方向滤波实现方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1、构造方向选通算子;该步骤中,根据待处理数据大小和所需滤波方向构造频域方向选通算子;

[0007] 步骤2、对频域方向选通算子进行二维傅立叶反变换;

[0008] 步骤3、构造卷积滤波算子;该步骤中,选取步骤2结果的实数部分数据作为卷积滤波算子;

[0009] 步骤4、利用卷积滤波算子对待处理的剪切波位移估计矩阵中每帧数据进行并行卷积滤波运算。

[0010] 本发明提出一种结合GPU优化实现的方向滤波实现方法,该方法通过将卷积滤波方法代替传统的频域选通滤波方法,克服了二维傅里叶变换不能并行处理导致运算耗时长和占用内存空间翻倍的问题。卷积滤波方法通过利用滤波算子对待处理数据进行卷积运算,达到方向滤波的效果。此过程可并行处理且不会增加内存占用空间。

[0011] 本发明的卷积滤波方法由于卷积运算过程中没有串行步骤,而且卷积运算是帧间独立的,即可最大效率利用GPU进行优化计算。

[0012] 进一步的,上述的剪切波方向滤波实现方法中:对于待处理数据大小为 Row*Line*Frame时,此处Row表示数据行数,Line表示数据列数,Frame表示数据帧数,方向滤波运算应用于每一帧的Row*Line大小的数据矩阵上;所述的方向选通算子大小为Row*Line的矩阵,构造方法如下:

$$[0013] \quad \text{Dir_Mask_L} = \begin{bmatrix} 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$[0014] \quad \text{Dir_Mask_R} = \begin{bmatrix} 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0015] 上式中Dir_Mask_L表示选取从左到右方向,Dir_Mask_R表示从右到左方向。

[0016] 进一步的,上述的剪切波方向滤波实现方法中:所述的步骤3中,包括以下步骤:

[0017] 对步骤2方向选通算子进行二维傅立叶反变换后的矩阵数据进行上下方向翻转;

[0018] 再对上述翻转后结果矩阵进行左右方向翻转;

[0019] 最后取结果矩阵数据的实数部分作为卷积滤波算子矩阵。

[0020] 本发明还提供一种医用超声波设备,包括:

[0021] 产生超声波辐射力冲击激发剪切波经过该生物组织观察区域的超声波发生装置;

[0022] 利用超高帧频成像技术采集该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵的超高帧频成像装置;

[0023] 对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置;其特征在于:所述的对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置包括:

[0024] 根据剪切波位移估计矩阵大小和所需要滤波方向构造频域方向选通算子的频域方向选通算子构造装置,

[0025] 对频域方向选通算子构造装置构造的频域方向选通算子进行二维傅立叶反变换形成时域方向选通算子的二维傅立叶反变换装置;

[0026] 选用时域方向选通算子实数部分数据作为卷积滤波算子的卷积滤波算子构造装置;

[0027] 利用卷积滤波算子对待处理的剪切波位移估计矩阵中每帧数据进行并行卷积滤波运算的装置。

[0028] 进一步的,上述的医用超声波设备中:所述的频域方向选通算子构造装置,构造如下频域选通算子:

$$[0029] \quad \text{Dir_Mask_L} = \begin{bmatrix} 00 & & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 11 & & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$[0030] \quad \text{Dir_Mask_R} = \begin{bmatrix} 11 & & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 00 & & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0031] 上式中Dir_Mask_L表示选取从左到右方向,Dir_Mask_R表示从右到左方向。

[0032] 进一步的,上述的医用超声波设备中:所述的卷积滤波算子构造装置包括:

[0033] 对时域方向选通算子进行上下翻转的第一翻转装置;

[0034] 对所述的第一翻转装置产生的矩阵进行左右翻转的第二翻转装置;

[0035] 取所述的第二翻转装置输出的矩阵的实部形成卷积滤波算子矩阵的第三装置。

[0036] 下面结合具体实施例对本发明作较为详细的描述。

附图说明

[0037] 图1是本发明实施例1流程图。

[0038] 图2是频域选通矩阵示意图。

[0039] 图3上下翻转示意图。

[0040] 图4左右翻转示意图。

[0041] 图5是卷积滤波算子图。

[0042] 图6是方向滤波前。

[0043] 图7是方向滤波后。

具体实施方式

[0044] 实施例1,本实施例是一种医用超声波设备,在该设备中具有:

[0045] 产生超声波辐射力冲击激发剪切波经过该生物组织观察区域的超声波发生装置。

[0046] 利用超高帧频成像技术采集该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵的超高帧频成像装置。

[0047] 对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置。

[0048] 在超高帧频成像装置中输出数据大小为Row行Line列Frame帧 (Row*Line*Frame),数据类型为float32。

[0049] 对超高帧频成像装置输出的该生物组织观察区域剪切波位移估计矩阵进行剪切波方向滤波的装置对上述的数据进行方向滤波。

[0050] 剪切波方向滤波的具体步骤参考图1所示,包括以下步骤:

[0051] 步骤1、参考方法流程图,步骤1为根据待处理数据大小和所需滤波方向构造方向选通算子。设待处理数据大小为Row*Line*Frame,此处Row表示数据行数,Line表示数据列数,Frame表示数据帧数。方向滤波运算应用于每一帧的Row*Line大小的数据矩阵上,因此方向选通算子大小为Row*Line的矩阵,构造方法如下:

$$[0052] \quad \text{Dir_Mask_L} = \begin{bmatrix} 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$[0053] \quad \text{Dir_Mask_R} = \begin{bmatrix} 11 & \text{---} & 00 \\ 11 & \text{---} & 00 \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ 00 & \text{---} & 11 \\ 00 & \text{---} & 11 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0054] 上述方向选通算子矩阵中,Dir_Mask_L表示选取从左到右方向,Dir_Mask_R表示从右到左方向。其中Dir_Mask_L算子内部结构为:将算子矩阵四等分,第1和3象限范围部分的值为1,其余部分为0。其结果如附图2所示,黑色部分表示0值,白色部分表示为1。Dir_Mask_L为一中心对称算子。Dir_Mask_R算子构造方法一样,数据值相反。其结果如图2所示旋转90度。

[0055] 本实施例中,根据实际要求,在构造选通算子矩阵中算子中的值选0~1之中的值,表示方向滤波选择权重值。权重值越大表示选取该方向信息越多,反之选取该方向信息越少。

[0056] 步骤2、进行二维傅里叶反变换,但与传统方向滤波方法的区别在于,此处的二维傅里叶反变换应用于方向选通算子中,而不是数据矩阵中。对步骤1中构造的方向选通算子矩阵进行二维傅里叶反变换。二维傅里叶反变换方法与传统方法一致,先对方向选通算子矩阵沿着列方向对每一列数据进行傅里叶反变换,然后对结果矩阵沿行方向对每一行数据进行傅里叶反变换。由于所有帧中使用的方向选通算子均一样,整个过程只需要进行一次二维傅里叶变换运算。

[0057] 步骤3、为卷积滤波算子构造,构造步骤如下:

[0058] 首先对步骤2结果矩阵数据进行上下方向翻转,如图3所示。

[0059] 然后再对翻转后结果矩阵数据进行左右方向翻转,如图4所示。

[0060] 最后取结果矩阵数据的实数部分作为最终卷积滤波算子矩阵。

[0061] 步骤4、以步骤3的卷积滤波算子,对每一帧待处理数据进行二维卷积滤波运算。由于卷积过程是帧间独立,而且每一帧的处理方法和使用的卷积算子都一样。这里利用 GPU 并行处理技术,对大小为Row*Line*Frame的数据矩阵,以帧Frame为单位划分,使得一个线程完成一帧的卷积运算,所有帧的卷积运算同步进行。利用GPU并行加速技术,使得N帧数据的处理时间和1帧接近,加速比达到N倍。

[0062] 本实施例中,由于卷运算替代傅立叶反变换,可以节省很多时间和存储空间。假设

待处理数据大小为Row行Line列Frame帧 (Row*Line*Frame),数据类型为float32。分别对比传统方向滤波算法和本发明方向滤波算法的耗时和内存占用情况,两种方法均使用GPU技术,以帧为单位划分进行并行处理加速,测试数据大小选用Row=500, Line=100,Frame=100:具体见表1

[0063] 表1

	步骤 1 耗时	步骤 2 耗时	步骤 3 耗时	总耗时
[0064] 传统方法	二维傅里叶变换: 268ms	方向选通: <1ms	二维傅里叶反变换: 317ms	≈586ms
本发明方法	卷积算子构造: <1ms	卷积运算: 47ms		≈48ms

[0065] 本实施例的方法与传统方法相比,加速比达到12倍,而且传统方法所需内存空间为待处理数据大小的两倍,而本发明方法所需内存空间与待处理数据大小一致。所以本实施例的方法无论是算法效率还是空间复杂度都要比传统方向滤波算法更优,更适用于本实施例中的医用超声波设备。



图1

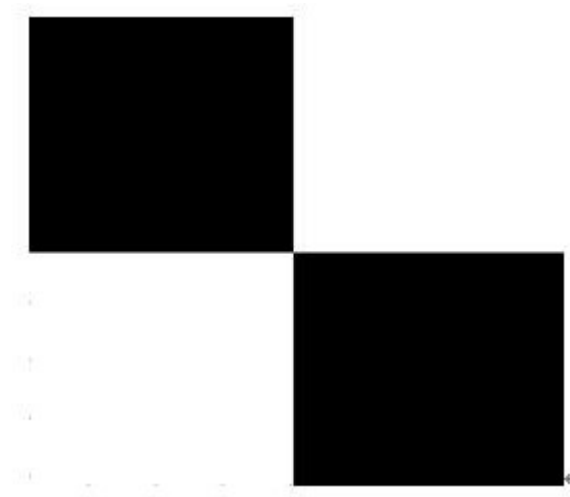


图2

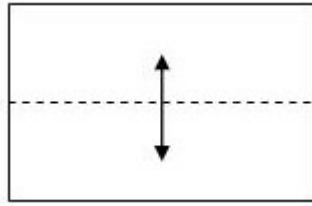


图3

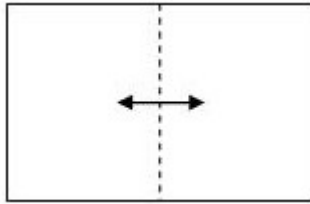


图4

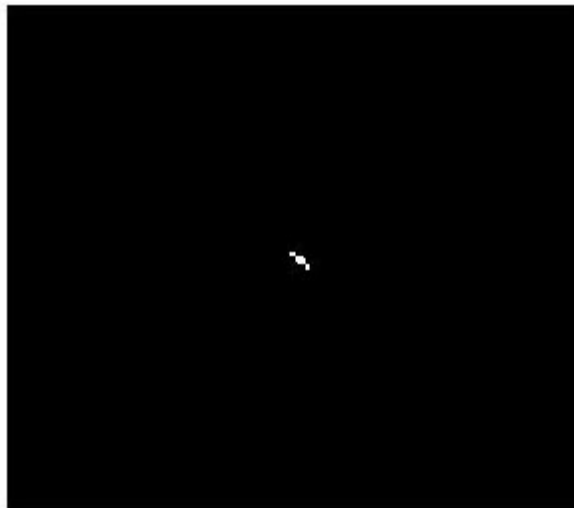


图5

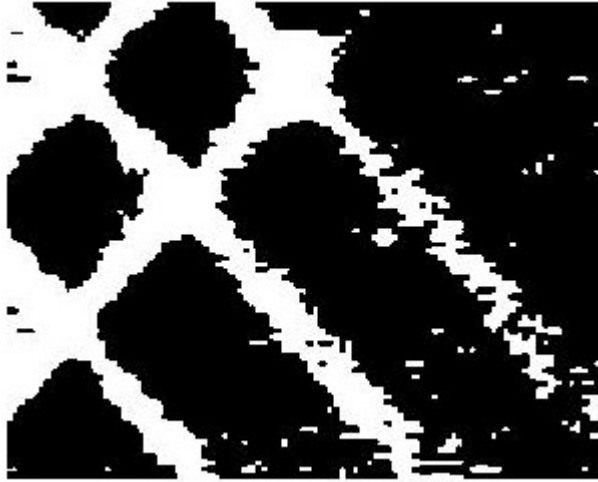


图6



图7

专利名称(译)	一种剪切波方向滤波实现方法及医用超声波设备		
公开(公告)号	CN107577642B	公开(公告)日	2020-06-23
申请号	CN2017110744330.5	申请日	2017-08-25
[标]申请(专利权)人(译)	深圳中科乐普医疗技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳中科乐普医疗技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳中科乐普医疗技术有限公司		
[标]发明人	翁嘉淳 董永刚		
发明人	翁嘉淳 董永刚		
IPC分类号	G06F17/15 G06K9/00 A61B8/08		
其他公开文献	CN107577642A		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种剪切波方向滤波实现方法及医用超声波设备，该方法包括构造方向选通算子、对方向选通算子进行二维傅立叶反变换、构造卷积滤波算子、对每帧数据进行并行卷积滤波运算等步骤。该超声波设备中包括剪切波方向滤波实现方法的装置。本发明中通过将卷积滤波方法代替传统的频域选通滤波方法，克服了二维傅里叶变换不能并行处理导致运算耗时长和占用内存空间翻倍的问题。卷积滤波方法通过利用滤波算子对待处理数据进行卷积运算，达到方向滤波的效果。此过程可并行处理且不会增加内存占用空间。

