



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102940510 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201210317121. X

审查员 桂叶晨

(22) 申请日 2012. 08. 31

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 黄庆华 谢波

(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)

(56) 对比文件

WO 2005050497 A1, 2005. 06. 02, 全文.

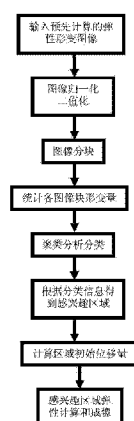
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种超声弹性成像的自动对焦方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超声弹性成像的自动对焦方法,其方法是对得到的若干幅弹性位移图像进行归一化、二值化,然后分成若干图像块,统计各图像块的形变量。根据各个图像块形变量的大小,利用聚类分析算法将所有图像块分成两类:一类是背景,另一类是感兴趣区域,根据分类的图像块信息划定最终的感兴趣区域,将预先计算的弹性图在该区域顶部横线位置上的平均位移量作为感兴趣区域的初始位移量,在后续的成像处理中,只对感兴趣区域进行弹性计算和成像,实现自动对焦。本发明仅对感兴趣区域的超声射频信号进行弹性计算,在不影响成像准确性的同时提高了成像的速度,能更好地达到实时应用的要求,并自动为医师提供潜在的病灶位置信息。



1. 一种超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 对探测对象进行超声弹性成像,将得到的弹性形变图像归一化为灰度图像,然后对此灰度图像进行二值化得到黑白图像;

(2) 根据输入的弹性形变图像的大小,将黑白图像分成若干个图像块;

(3) 求取各个图像块中像素值之和作为统计形变量;

(4) 根据每个图像块统计形变量的大小,利用聚类分析方法将图像块分类为背景和感兴趣区域两类;

(5) 根据图像块分类结果划定最终的感兴趣区域,进而得到对应的弹性形变图像中感兴趣区域位置坐标;

(6) 根据同一位置处得到的若干幅弹性形变图像信息,计算每个感兴趣区域的初始位移量;

(7) 根据步骤(5)中的感兴趣区域位置坐标和初始位移量,得到感兴趣区域的局部成像;

所述步骤(3)统计形变量通过下面方法得到:设输入超声弹性形变图像的长为 W 个像素,宽为 H 个像素,则在分成 $M \times N$ 个图像块的二值化图像中,每个图像块的长和宽分别为:

$$W_{Block} = \frac{W}{M};$$

$$H_{Block} = \frac{H}{N};$$

则第 m 列、第 n 行的图像块的统计形变量 $S_{m,n}$ 为:

$$S_{m,n} = \sum s(i, j) \quad (i = 0, 1, \dots, W_{Block}-1; j = 0, 1, \dots, H_{Block}-1)$$

其中 $s(i, j)$ 为该图像块中第 i 列、第 j 行的像素点值;

所述步骤(4)中,利用聚类分析方法进行分类的具体步骤是:定义聚类 C_0 和 C_1 , 选择 $S_{m,n}$ 中最大和最小值 S_{max} 和 S_{min} 作为聚类 C_0 和 C_1 的初始聚类中心,然后根据 $S_{m,n}$ 与聚类 C_0 和 C_1 初始聚类中心的距离,将 $S_{m,n}$ 逐个划分到这两个聚类中,根据 $S_{m,n}$ 所属的聚类,将图形块分类为:

$$Block(m, n) \in \begin{cases} \text{I 类}, (S_{m,n} \in C_0) \\ \text{II 类}, (S_{m,n} \in C_1) \end{cases};$$

根据 C_0 和 C_1 中对应各图形块 $Block(m, n)$ 的下标 m 和 n 判断聚类 C_0 和 C_1 对应图像区域的大小,如果聚类 C_0 对应图像区域大于 C_1 对应的图像区域,则 I 类为背景块, II 类为感兴趣区域块,否则 II 类为背景块, I 类为感兴趣区域块,最后得到感兴趣区域包括的图像块 $BlockROI(m, n)$, 其中 $0 \leq m \leq M-1, 0 \leq n \leq N-1$ 。

2. 根据权利要求1所述的超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,所述步骤(1)中,二值化阈值为归一化范围的中值。

3. 根据权利要求1所述的超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,所述步骤(2)中对弹性形变图像进行分块具体是:根据输入的弹性形变图像的大小,将图像分成横向 M 块、纵向 N 块的 $M \times N$ 图像块,每一个图像块用 $Block(m, n)$ 表示,其中 $m = 0, 1, \dots, M-1; n = 0, 1, \dots, N-1$ 。

4. 根据权利要求1所述的超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,所述步骤(5)划定最终的感兴趣区域具体是指:对于得到的感兴趣区域子块的数目 $G (G \geq 1)$ 及其包含的图像块,分别求得这些感兴趣区域子块 $\text{BlockROI}_g(m, n) (g = 1, 2, \dots, G)$ 中在分块前弹性形变图像中横坐标 w 和纵坐标 h 的最大及最小值,由这四个值限定最终的感兴趣区域子块为:

$$\text{Rectangle}_g[w_{\min}, h_{\min}, w_{\max}, h_{\max}] (g = 1, 2, \dots, G; w = 0, 1, \dots, W; h = 0, 1, \dots, H)$$

即求得 $\text{BlockROI}_g(m, n)$ 区域的最大外接矩形。

5. 根据权利要求4所述的超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,所述步骤(6)计算每个感兴趣区域的初始位移量的方法具体如下:对于同一位置处得到的 K 幅弹性形变图像,按照步骤(1)–(5)提取出各自的感兴趣区域,然后计算对应感兴趣矩形区域中矩形子块区域的上边界位置上的统计位移量均值:

$$\text{Displacement}_{\text{avg},g}(w, h_{\min}) = \frac{\sum_K d(w, h_{\min})}{K} \quad (g = 1, 2, \dots, G, w = w_{\min}, w_{\min} + 1, \dots, w_{\max});$$

其中, $d(w, h)$ 为第 w 列、第 h 行的位移量。

6. 根据权利要求5所述的超声弹性成像的自动对焦方法,其特征在于,所述步骤(7)得到感兴趣区域的局部成像,具体是指:以 $\text{Displacement}_{\text{avg},g}(w, h_{\min})$ 作为感兴趣区域子块 g 中第 $(w - w_{\min})$ 条超声回波扫描线上弹性成像运算的初始位移量,成像宽度为 $(w_{\max} - w_{\min} + 1)$,高度为 $(h_{\max} - h_{\min} + 1)$ 。

一种超声弹性成像的自动对焦方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机辅助医学成像技术领域,特别涉及一种超声弹性成像的自动对焦方法。

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(比如心脏、肝脏、乳房、浅表组织等)的病理诊断中有很大的参考价值。生物组织弹性或硬度的改变与组织异常的病理状态密切相关,当组织内部有硬物或肿块时,组织的弹性或硬度就会发生明显的变化。根据这个原理,基于超声波的弹性成像(Elastography)方法可以估计组织在受压或受外部动态激励而振动的情况下产生的形变程度(或被称为应变, Strain),进而可以更准确地表征组织的弹性。

[0003] 目前,对弹性成像的图像应变计算是针对整个图像进行的,数据量很大,因此处理速度慢,在临床应用上存在一定的局限。

[0004] 因此,如何在不降低弹性成像的准确性情况下,能够降低传统弹性成像技术的计算量,提高弹性成像的速度,成为一个极具应用价值的课题。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种超声弹性成像的自动对焦方法,该方法能够在保证弹性成像的准确性的基础上,大大降低传统弹性成像技术的计算量,提高弹性成像的速度,达到更好地实时应用的目的。

[0006] 本发明的目的通过以下的技术方案实现:一种超声弹性成像的自动对焦方法,包括以下步骤:

[0007] (1)对探测对象进行超声弹性成像,将得到的弹性形变图像归一化为灰度图像,然后对此灰度图像进行二值化得到黑白图像;

[0008] (2)根据输入的弹性形变图像的大小,将黑白图像分成若干个图像块;

[0009] (3)求取各个图像块中像素值之和作为统计形变量;

[0010] (4)根据每个图像块统计形变量的大小,利用聚类分析方法将图像块分类为背景和感兴趣区域两类;

[0011] (5)根据图像块分类结果划定最终的感兴趣区域,进而得到对应的弹性形变图像中感兴趣区域位置坐标;

[0012] (6)根据同一位置处得到的若干幅弹性形变图像信息,计算每个感兴趣区域的初始位移量;

[0013] (7)根据步骤(5)中的感兴趣区域位置坐标和初始位移量,得到感兴趣区域的局部成像。

[0014] 优选的,所述步骤(1)中,二值化阈值为归一化范围的中值,如图像归一化后像素灰度范围为0到255,则阈值为128。

[0015] 优选的,所述步骤(2)中对弹性形变图像进行分块具体是:根据输入的弹性形变图像的大小,将图像分成横向 M 块、纵向 N 块的 $M \times N$ 图像块,每一个图像块用 $\text{Block}(m, n)$ 表示,其中 $m=0, 1, \dots, M-1; n=0, 1, \dots, N-1$ 。

[0016] 优选的,所述步骤(3)统计形变量通过下面方法得到:设输入超声弹性形变图像的长为 W 个像素,宽为 H 个像素,则在分成 $M \times N$ 个图像块的二值化图像中,每个图像块的长和宽分别为:

$$[0017] \quad W_{\text{Block}} = \frac{W}{M};$$

$$[0018] \quad H_{\text{Block}} = \frac{H}{N};$$

[0019] 则第 m 列、第 n 行的图像块的统计形变量 $S_{m,n}$ 为:

$$[0020] \quad S_{m,n} = \sum s(i, j) \quad (i = 0, 1, \dots, W_{\text{Block}}-1; j=0, 1, \dots, H_{\text{Block}}-1)$$

[0021] 其中 $s(i, j)$ 为该图像块中第 i 列、第 j 行的像素点值。

[0022] 优选的,所述步骤(4)中,利用聚类分析方法进行分类的具体步骤是:定义聚类 C_0 和 C_1 ,选择 $S_{m,n}$ 中最大和最小值 $S_{\max}$ 和 $S_{\min}$ 作为聚类 C_0 和 C_1 的初始聚类中心,然后根据 $S_{m,n}$ 与聚类 C_0 和 C_1 初始聚类中心的距离(即 $S_{m,n}$ 和 $S_{\max}$ 、 $S_{\min}$ 之间差的绝对值),将 $S_{m,n}$ 逐个划分到这两个聚类中,根据 $S_{m,n}$ 所属的聚类,将图形块分类为:

[0023]

$$\text{Block}(m, n) \in \begin{cases} \text{I 类}, (S_{m,n} \in C_0) \\ \text{II 类}, (S_{m,n} \in C_1) \end{cases};$$

[0024] 根据 C_0 和 C_1 中对应各图形块 $\text{Block}(m, n)$ 的下标 m 和 n 判断聚类 C_0 和 C_1 对应图像区域的大小,如果聚类 C_0 对应图像区域大于 C_1 对应的图像区域,则 I 类为背景块,II 类为感兴趣区域块,否则 II 类为背景块, I 类为感兴趣区域块,最后得到感兴趣区域包括的图像块 $\text{BlockROI}(m, n)$,其中 $0 \leq m \leq M-1, 0 \leq n \leq N-1$ 。

[0025] 所述步骤(5)划定最终的感兴趣区域具体是指:对于得到的感兴趣区域子块的数目 G ($G \geq 1$) 及其包含的图像块,分别求得这些感兴趣区域子块 $\text{BlockROI}_g(m, n)$ ($g = 1, 2, \dots, G$) 在分块前弹性形变图像中横坐标 w 和纵坐标 h 的最大及最小值,由这四个值限定最终的感兴趣区域子块为:

$$[0026] \quad \text{Rectangle}_g[w_{\min}, h_{\min}, w_{\max}, h_{\max}] \quad (g=1, 2, \dots, G; w=0, 1, \dots, W; h=0, 1, \dots, H);$$

[0027] 即求得 $\text{BlockROI}_g(m, n)$ 区域的最大外接矩形。其中各矩形区域的左、上、右、下边界的分界线分别为: $w_{\min}$ 、 $h_{\min}$ 、 $w_{\max}$ 、 $h_{\max}$ 。必要时,可由用户适当增大该矩形区域。之所以采用这种处理,是因为求得的感兴趣区域往往具有不规则形状,并且感兴趣区域内可能分成若干个子块,因此必须将感兴趣区域按照其子块数目划分成不同的成像区域,并将该区域扩展为矩形区域,以此方便感兴趣区域局部弹性成像。

[0028] 优选的,所述步骤(6)计算每个感兴趣区域的初始位移量的方法具体如下:对于同一位置处得到的 K 幅弹性形变图像,按照步骤(1) - (5)提取出各自的感兴趣区域,然后计算对应感兴趣矩形区域中矩形子块区域的上边界位置上的统计位移量均值:

$$[0029] \quad Displacement_{avg,g}(w, h_{min}) = \frac{\sum_K d(w, h_{min})}{K} \quad (g=1, 2, \dots, G, w=w_{min}, w_{min}+1, \dots, w_{max}) ;$$

[0030] 其中, $d(w, h)$ 为第 w 列、第 h 行的位移量。

[0031] 所述步骤(7)得到感兴趣区域的局部成像,具体是指:以 $Displacement_{avg,g}(w, h_{min})$ 作为感兴趣区域子块 g 中第 $(w-w_{min})$ 条超声回波扫描线上弹性成像运算的初始位移量,成像宽度为 $(w_{max}-w_{min}+1)$,高度为 $(h_{max}-h_{min}+1)$ 。

[0032] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0033] 本发明在传统方法的基础上,创新性地提出采用聚类分析方法在对弹性成像的图像应变计算前进行预处理,提取出应被成像的感兴趣区域,排除非感兴趣区域,从而可以在不影响成像准确性的同时仅对感兴趣区域的超声射频信号进行弹性计算,减少超声弹性成像过程中的运算量,提高超声弹性成像的速度,更好地达到实时应用的要求,并自动为医师提供潜在的病灶位置信息。

附图说明

[0034] 图 1 是本发明的算法流程图;

[0035] 图 2 是实施例 1 中二值化图;

[0036] 图 3 是图 2 分块后的示意图;

[0037] 图 4 是图 3 聚类分析分类后的效果图;

[0038] 图 5 是实施 1 得到的最终感兴趣区域;

[0039] 图 6 是在胎儿体模上的实验结果图。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 实施例 1

[0042] 实施本发明需要超声设备仪,可直接在超声设备仪自带的计算机上运行程序,显示用户图形界面,可采用 C++ 语言编制各类处理程序,便能较好地实施本发明。本实施例做了实验,实验中对胎儿体模的手掌截面进行了感兴趣区域超声弹性成像。超声设备仪 Sonix RP 系统主机运行环境为:奔腾双核 E2200CPU,主频 2.2GHz,内存 1GB。

[0043] 本实施例如图 1 所示,一种超声弹性成像的自动对焦方法,包括以下步骤:

[0044] (1) 对胎儿体模的手掌截面进行超声弹性成像,将得到的弹性形变图像归一化为灰度图像,然后对此灰度图像进行二值化得到黑白图像。具体步骤是:搜索输入的弹性形变图像的最大最小像素值,将图像归一化为 0 到 255 的灰度空间,原图像中的最小像素值对应 0,最大像素值对应 255。然后再进行二值化:

$$[0045] \quad s(w, h) = \begin{cases} 0, & f(w, h) < 128 \\ 255, & f(w, h) \geq 128 \end{cases}$$

[0046] 其中 $f(w, h)$ 为归一化之后的灰度图像中第 w 列、第 h 行的像素值, $s(w, h)$ 为得到的二值化图像中第 w 列、第 h 行的像素值。二值化后的图像如图 2 所示。

[0047] (2) 根据输入的弹性形变图像的大小, 将黑白图像分成若干个图像块。即根据输入的弹性形变图像的大小, 将图像分成横向 M 块、纵向 N 块的 $M \times N$ 图像块, 每一个图像块用 $\text{Block}(m, n)$ 表示, 其中 $m=0, 1, \dots, M-1; n=0, 1, \dots, N-1$ 。每个图形块包含了若干的像素点。图 3 为将图 2 所示图像进行分块的效果图。

[0048] (3) 求取各个图像块中像素值之和作为统计形变量。设输入超声弹性形变图像的长为 W 个像素, 宽为 H 个像素, 则在分成 $M \times N$ 个图像块的二值化图像中, 每个图像块的长和宽分别为:

$$[0049] \quad W_{\text{Block}} = \frac{W}{M};$$

$$[0050] \quad H_{\text{Block}} = \frac{H}{N};$$

[0051] 则第 m 列、第 n 行的图像块的统计形变量 $S_{m,n}$ 为:

$$[0052] \quad S_{m,n} = \sum s(i, j) \quad (i=0, 1, \dots, W_{\text{Block}}-1; j=0, 1, \dots, H_{\text{Block}}-1)$$

[0053] 其中 $s(i, j)$ 为该图像块中第 i 列、第 j 行的像素点值。

[0054] (4) 根据每个图像块统计形变量的大小, 利用聚类分析方法将图像块分类为背景和感兴趣区域两类。定义聚类 C_0 和 C_1 , 选择 $S_{m,n}$ 中最大和最小值 $S_{\max}$ 和 $S_{\min}$ 作为聚类 C_0 和 C_1 的初始聚类中心, 然后根据 $S_{m,n}$ 与聚类 C_0 和 C_1 初始聚类中心的距离 (即 $S_{m,n}$ 和 $S_{\max}$ 、 $S_{\min}$ 之间差的绝对值), 将 $S_{m,n}$ 逐个划分到这两个聚类中, 根据 $S_{m,n}$ 所属的聚类, 将图形块分类为:

[0055]

$$\text{Block}(m, n) \in \begin{cases} \text{I 类}, (S_{m,n} \in C_0) \\ \text{II 类}, (S_{m,n} \in C_1) \end{cases};$$

[0056] 根据 C_0 和 C_1 中对应各图形块 $\text{Block}(m, n)$ 的下标 m 和 n 判断聚类 C_0 和 C_1 对应图像区域的大小, 如果聚类 C_0 对应图像区域大于 C_1 对应的图像区域, 则 I 类为背景块, II 类为感兴趣区域块, 否则 II 类为背景块, I 类为感兴趣区域块, 最后得到感兴趣区域包括的图像块 $\text{BlockROI}(m, n)$, 其中 $0 \leq m \leq M-1, 0 \leq n \leq N-1$ 。图 3 所示分块图在采取上述聚类分析方法后, 聚类结果如图 4 所示。

[0057] (5) 根据图像块分类结果划定最终的感兴趣区域, 进而得到对应的弹性形变图像中感兴趣区域位置坐标。如图 4 所示, 求得的感兴趣区域具有不规则形状, 并且在实际应用中一种图像中感兴趣区域可能分成若干个子块, 因此必须将感兴趣区域按照其子块数目划分成不同的成像区域, 将该区域扩展为矩形区域, 可以方便感兴趣区域局部弹性成像。对于得到的感兴趣区域子块的数目 $G (G \geq 1)$ 及其包含的图像块, 分别求得这些感兴趣区域子块 $\text{BlockROI}_g(m, n) (g = 1, 2, \dots, G)$ 中在分块前弹性形变图像中横坐标 w 和纵坐标 h 的最大及最小值, 由这四个值限定最终的感兴趣区域子块为:

$$[0058] \quad \text{Rectangle}_g[w_{\min}, h_{\min}, w_{\max}, h_{\max}] (g=1, 2, \dots, G; w=0, 1, \dots, W; h=0, 1, \dots, H)$$

[0059] 即求得 $\text{BlockROI}_g(m, n)$ 区域的最大外接矩形。其中各矩形区域的左、上、右、下边界的分界线分别为: $w_{\min}$ 、 $h_{\min}$ 、 $w_{\max}$ 、 $h_{\max}$ 。必要时, 可由用户适当增大该矩形区域。本实施例所得到的最终感兴趣区域如图 5 中虚线框所示。

[0060] (6) 根据同一位置处得到的若干幅弹性形变图像信息, 计算每个感兴趣区域的初

始位移量。对于同一位置处得到的 K 幅弹性形变图像,按照步骤(1)–(5)提取出各自的感兴趣区域,然后计算对应感兴趣矩形区域中矩形子块区域的上边界位置上的统计位移量均值:

$$[0061] \quad Displacement_{avg,g}(w, h_{min}) = \frac{\sum_K d(w, h_{min})}{K} \quad (g=1, 2, \dots, G, w=w_{min}, w_{min}+1, \dots, w_{max});$$

[0062] 其中, $d(w, h)$ 为第 w 列、第 h 行的位移量。其中感兴趣矩形区域中矩形子块区域的上边界即为图 5 中虚线框的上边界。

[0063] (7) 根据步骤(5)中的感兴趣区域位置坐标和初始位移量,得到感兴趣区域的局部成像,该局部成像是以 $Displacement_{avg,g}(w, h_{min})$ 作为感兴趣区域子块 g 中第 $(w-w_{min})$ 条超声回波扫描线上弹性成像运算的初始位移量,成像宽度为 $(w_{max}-w_{min}+1)$,高度为 $(h_{max}-h_{min}+1)$ 。

[0064] 本实施例成像结果如图 6 所示,(A) 图为提取的感兴趣区域超声弹性图像与 B 型超声图像重叠显示,(B) 图为 B 型超声图像。

[0065] 从实验结果可以看出,在保持成像效果的基础上,本发明方法有效地提取了图像的感兴趣区域,成像速度有了很大的提高,使得超声弹性成像系统实时性更强。

[0066] 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。

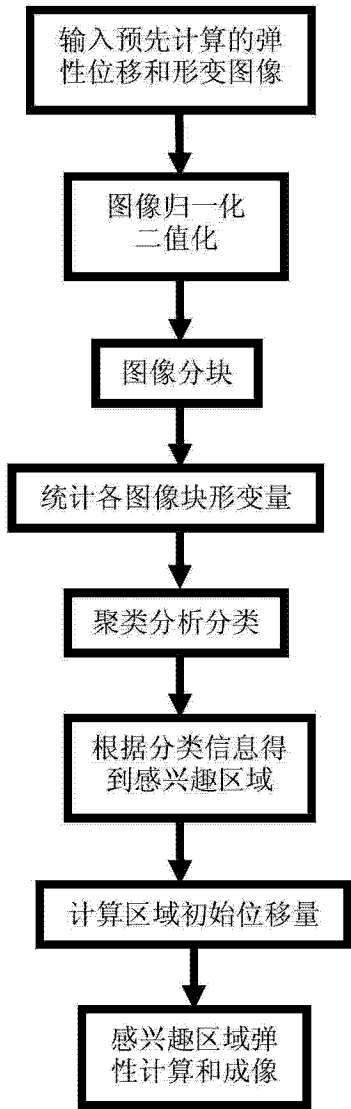


图 1

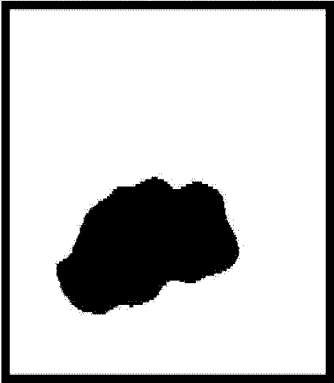


图 2

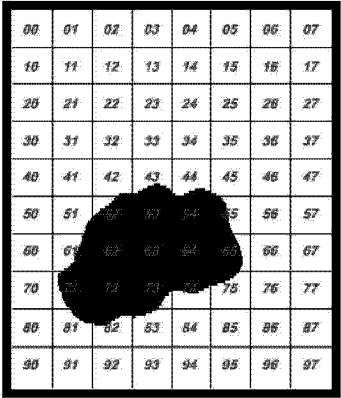


图 3

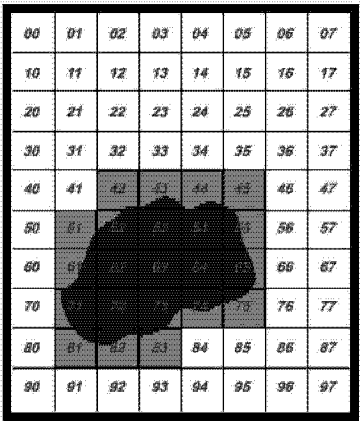


图 4

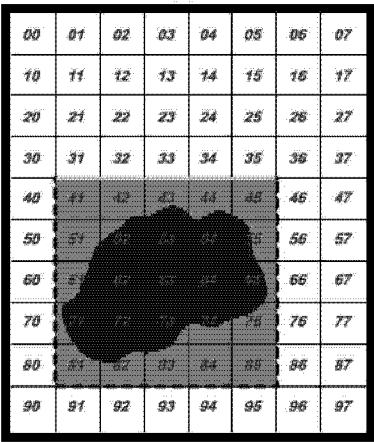


图 5

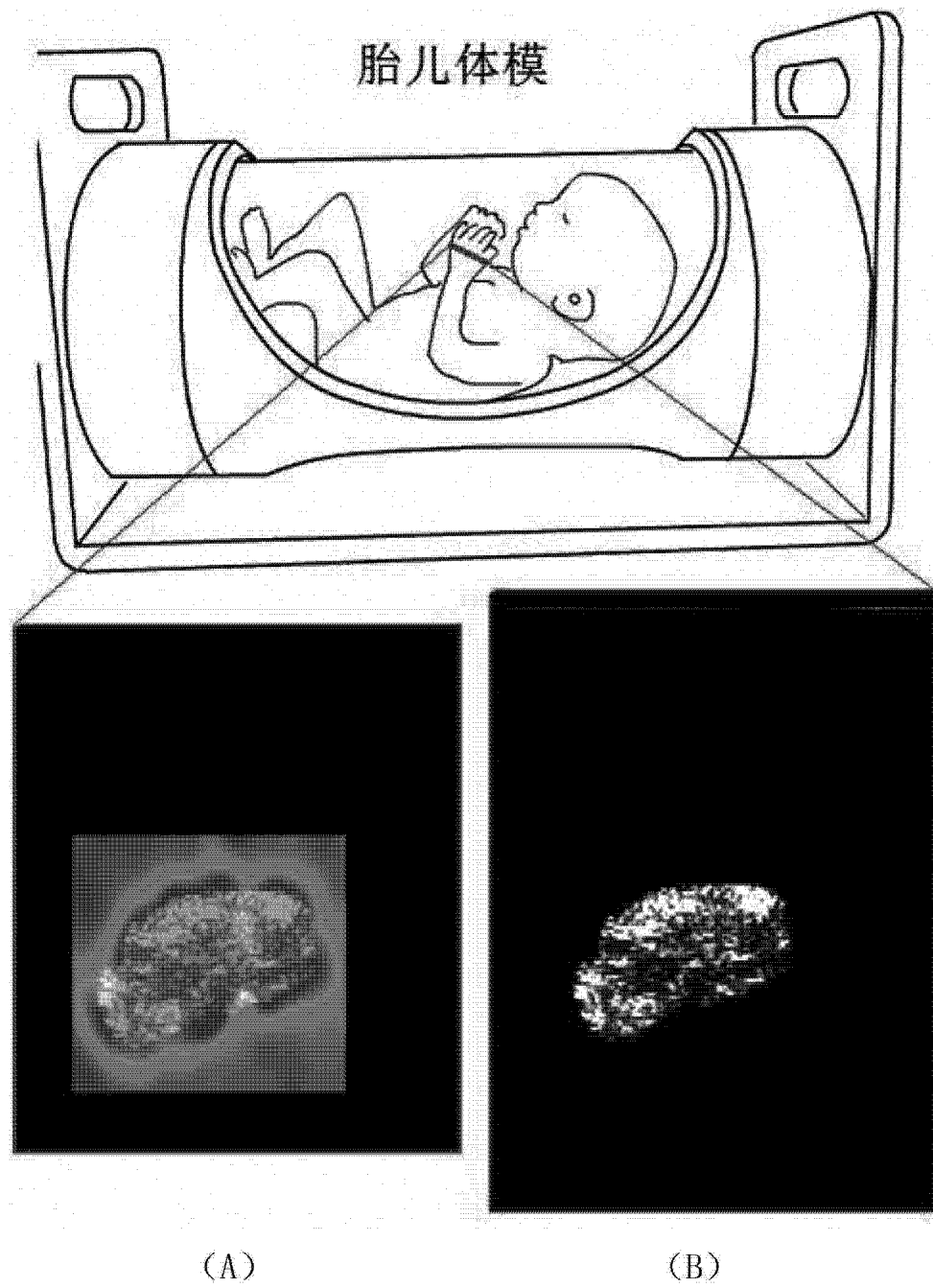


图 6

专利名称(译)	一种超声弹性成像的自动对焦方法		
公开(公告)号	CN102940510B	公开(公告)日	2014-10-08
申请号	CN201210317121.X	申请日	2012-08-31
[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 谢波		
发明人	黄庆华 谢波		
IPC分类号	A61B8/08		
其他公开文献	CN102940510A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声弹性成像的自动对焦方法，其方法是对得到的若干幅弹性位移图像进行归一化、二值化，然后分成若干图像块，统计各图像块的形变量。根据各个图像块形变量的大小，利用聚类分析算法将所有图像块分成两类：一类是背景，另一类是感兴趣区域，根据分类的图像块信息划定最终的感兴趣区域，将预先计算的弹性图在该区域顶部横线位置上的平均位移量作为感兴趣区域的初始位移量，在后续的成像处理中，只对感兴趣区域进行弹性计算和成像，实现自动对焦。本发明仅对感兴趣区域的超声射频信号进行弹性计算，在不影响成像准确性的同时提高了成像的速度，能更好地达到实时应用的要求，并自动为医师提供潜在的病灶位置信息。

