



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102283675 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 21

(21) 申请号 201110139790. 8

(22) 申请日 2011. 05. 27

(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 郑硕鹤 金连文 韦岗

(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 罗观祥

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

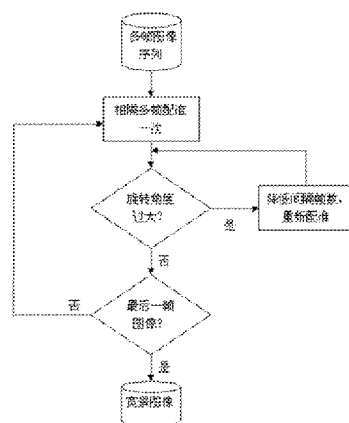
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

### (54) 发明名称

一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差  
纠正方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,主要包括模板配准结果标准差的统计,基于该标准差的图像旋转判断,根据旋转角度大小降低图像序列配准的间隔帧数。具体是采用多模板的方式配准两张超声图像的同时,统计每个模板配准结果的标准差;配准图像之间的相对旋转角度越大,该标准差就越大,故可以用该标准差来作为图像之间旋转角度大小的判断;对旋转角度较大的时候,通过降低配准序列配准的间隔帧数来提高配准的准确度。本发明创新性的提出基于模板配准结果标准差的旋转判断方法,提高了实时超声宽景成像中图像序列帧之间存在较大角度的旋转时的配准准确度。



1. 一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,其特征在于包括如下步骤:

- (1)、统计模板配准结果的标准差;
- (2)、根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小;
- (3)、根据旋转角度的大小,相应的修正图像序列配准的间隔帧数。

2. 根据权利要求1所述医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,其特征在于所述步骤(1)采用多模板的方式配准两帧超声图像,并统计模板配准结果的标准差,具体操作为:在待配准图像中选择多个模板,在水平和垂直方向搜索每个模板在固定图像中的匹配位置,得到每个模板的配准结果: $R_b(i)$ ,  $i = 1 \dots N_b$ ,  $N_b$  是模板的个数,然后计算所有模板配准结果的标准差( $SD_r$ ):

$$A_r = \frac{1}{N_b} \sum_{i=1}^{N_b} R_b(i)$$

$$SD_r = \sqrt{\frac{1}{N_b - 1} \sum_{i=1}^{N_b} [R_b(i) - A_r]^2}$$

3. 根据权利要求1或2所述的医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,其特征在于所述步骤(2)根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小,当模板配准结果标准差大于阈值  $T_{SD}$  的时候,就确定配准图像之间的旋转角度过大。

4. 根据权利要求3所述医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,其特征在于所述步骤(3)根据旋转角度的大小,相应的修正图像序列的间隔帧数,具体如下:

在配准整个图像序列的时候采用的相隔多帧配准一次的方法,在完成一次配准之前,首先根据模板配准结果的标准差来判断图像之间的旋转角度是否过大,若角度较小则该次配准结果有效,继续下一次配准;若角度过大,则降低相隔帧数,重新进行配准,具体为:设配准失败的两帧图像序号分别为  $m$  和  $n$ ,则要重新进行两次配准,配准的图像帧分别为  $m$  和  $(m+n)/2$ 、 $(m+n)/2$  和  $n$ ,若这两次配准依旧失败,则继续折半配准,直到配准成功。

## 一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机辅助医学成像技术,尤其涉及一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法。

### 背景技术

[0002] 医学超声诊断是现代影像医学的重要组成部分,在人身体的很多组织(比如心脏、肝脏、神经血管等)的病理诊断中有很大的价值。然而由于受超声探头宽度和扫描角度的限制,实时超声扫描视野有限,不能反映被观察组织的整体图像,这影响了医生诊断的效果。针对这问题,人们提出了超声宽景成像技术。它是通过探头的移动获取一系列二维切面图像,利用计算机重建的方法把这一系列二维图像拼接为一幅连续超宽视野的切面图像。现在的宽景成像技术主要包括图像配准、图像几何变换、全景图重建和图像显示四部分。图像配准是宽景成像的核心。传统的超声宽景成像技术在配准两张图像时,一般用多模板的方法完成图像的配准;另外,由于宽景成像中探头的扫面速度是很慢的,图像序列相邻帧之间的变化很小,故一般采用相隔多帧配准一次的方法配准整个图像序列。模板配准中,一般在水平和垂直方向上搜索模板配准位置。这种方法只适合图像之间的旋转角度较小时。当该旋转角度太大的时候,这种方法的准确率不高。特别是在对整个图像序列相隔多帧配准一次的时候,相隔帧数越多,图像之间的相对旋转角度就可能越大,配准的准确度可能越低。故对配准图像之间的旋转角度的估计是很重要的。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点和不足,提供一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法;克服现有宽景成像时配准图像之间相对旋转角度较大的时候配准准确率不高的问题,在估计出图像之间旋转角度的基础上,对图像序列相隔帧数进行修正,提高整个图像序列的配准准确度。

[0004] 本发明通过下述技术方案实现:

[0005] 一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,其步骤如下:

[0006] (1)、统计模板配准结果的标准差;

[0007] (2)、根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小;

[0008] (3)、根据旋转角度的大小,相应的修正图像序列的间隔帧数。

[0009] 所述步骤(1)采用多模板的方式配准两帧超声图像,并统计模板配准结果的标准差,具体步骤有:在待配准图像中选择多个模板,在水平和垂直方向搜索每个模板在固定图像中的匹配位置,得到每个模板的配准结果  $(R_b(i), i = 1 \dots N_b, N_b \text{ 是模板的个数})$ 。这种搜索方式的搜索范围中没有加入旋转角度,故只适合图像之间相对旋转角度比较小的情况。当旋转角度较大时,每个模板的配准结果准确度会有所降低,而且每个模板配准结果之间的差异也会比较大。故可以用模板配准结果的标准差来作为旋转角度大小的度量。所有模板配准结果的标准差  $(SD_r)$  的计算如下:

$$[0010] \quad A_r = \frac{1}{N_b} \sum_{i=1}^{N_b} R_b(i)$$

$$[0011] \quad SD_r = \sqrt{\frac{1}{N_b - 1} \sum_{i=1}^{N_b} [R_b(i) - A_r]^2}$$

[0012] 所述步骤(2)根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小。配准图像之间的相对旋转越大的时候,模板配准结果标准差就越大。当模板配准结果标准差大于阈值  $T_{SD}$  的时候,就确定配准图像之间的旋转角度过大。本发明中,通过实验来确定阈值  $T_{SD}$  的具体值,过程如下:

[0013] 根据不同的参数值  $(\Delta x, \Delta y, \theta)$  在一张大图中截取两张大小为  $360 \times 360$  的小图(如图2中矩形框所示)。然后用基于多模板的配准方法配准这两张图,得到配准结果为  $(\Delta x', \Delta y', \theta')$ 。由于两图之间的实际变换参数  $(\Delta x, \Delta y, \theta)$  是已知的,则配准结果中水平方向、垂直方向、旋转角度的误差分别为:

$$[0014] \quad \varepsilon_x = \Delta x' - \Delta x$$

$$[0015] \quad \varepsilon_y = \Delta y' - \Delta y$$

$$[0016] \quad \varepsilon_\theta = \theta' - \theta$$

[0017] 实验中,  $\Delta x$  分别取 0、10、20、30、40、50;  $\Delta y$  一直取 0;  $\theta$  取的范围为  $0 \sim 10^\circ$ , 每  $0.01^\circ$  取一个值。 $\Delta x$  取不同的值,得到的结果很类似。这里以  $\Delta x = 0$  为例子进行说明,图3是  $\Delta x = 0$  时候的配准结果误差和标准差图。从图3(a)、(b)中可见,当  $\theta$  小于一定角度 ( $5 \sim 6^\circ$ , 设为  $\theta_0$ ) 时,  $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_\theta$  的值都比较小,当  $\theta$  大于  $\theta_0$  时,  $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_\theta$  的值都突然变大,意味着配准结果突然变差,甚至是错误的。从图3(c)可见,  $SD_{block}$  的值在  $\theta$  大于  $\theta_0$  时也突然变大,变大前的  $SD_{block}$  值大致为 10,故这里阈值  $T_{SD}$  的值设为 10。

[0018] 所述步骤(3)根据旋转角度的大小,相应的修正图像序列的间隔帧数。本发明中,在配准整个图像序列的时候采用的相隔多帧配准一次的方法,以减小计算量,提高成像速度。当图像序列对应的组织旋转比较明显时,相隔帧数越大,配准图像之间的相对旋转角度越大,配准的准确度越低。本发明中,在完成一次配准之前,首先根据模板配准结果的标准差来判断图像之间的旋转角度是否过大,假如角度较小则该次配准结果有效,继续下一次配准;假如角度过大,则降低相隔帧数,重新进行配准。具体为:设配准失败的两帧图像序号分别为  $m$  和  $n$ ,则要重新进行两次配准,配准的图像帧分别为  $m$  和  $(m+n)/2$ 、 $(m+n)/2$  和  $n$ 。假如这两次配准依旧失败,则继续折半配准,直到配准成功。

[0019] 经过上述步骤,完成对整个超声图像序列配准的旋转判断,优化配准过程,并得到一张大的宽景图像。

[0020] 本发明首次提出了基于模板配准结果标准差的旋转判断的新技术。根据旋转较大的时候,模板配准结果准确性不高及结果标准差较大两个特点,用该标准差作为旋转大小的一个度量。当旋转角度较大的时候,就降低图像序列配准的相隔帧数,从而降低误差,提高了实时超声宽景成像中图像序列帧之间存在较大角度的旋转时的配准准确度。

## 附图说明

[0021] 图1是本发明医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法的示意框图;其中:图(a)为两帧图像的配准结果的旋转判断示意框图;图(b)为多帧图像序列的配准的

误差纠正示意框图。

[0022] 图 2 是本发明医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,从大图中截取两个小图的示意图。

[0023] 图 3 是本发明医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法中,对不同的旋转角度的曲线图,横坐标是旋转角度,其中纵坐标:图 (a) 为  $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ ;图 (b) 为  $\varepsilon_\theta$ ;图 (c) 为  $SD_{block}$ 。

[0024] 图 4 是用于本发明的实验装置示意图。

[0025] 图 5 是本发明方法改进前的宽景图。

[0026] 图 6 是本发明方法改进后的宽景图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述,但本发明的实施方式不限于此,对于未特别注明的工艺参数,可参经常规技术进行。

[0028] 实施本发明需要超声设备采集到的 AVI 超声图像视频文件,用计算机从 AVI 文件中提取出图像数据进行宽景成像,用纯平型显示器显示用户图形界面,可采用 C 语言编制各类处理程序,便能较好地实施本发明。

[0029] 实施例

[0030] 如图 1 所示,配准两张图的时候,采用多模板的配准方法,并统计每个模板配准结果的标准差,并用该标准差作为配准图像之间旋转角度大小的度量;在配准整个图像序列的时候,本发明采用相隔多帧配准一次的方法,并根据图像之间旋转角度的大小来调整相隔帧数,从而提高宽景成像的准确度。

[0031] 本发明医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法,通过下述步骤实现:

[0032] (1)、统计模板配准结果的标准差;

[0033] (2)、根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小;

[0034] (3)、根据旋转角度的大小,相应的修正图像序列配准的间隔帧数。

[0035] 如图 1(a) 所示。上述步骤 (1) 采用多模板的方式配准两帧超声图像,并统计模板配准结果的标准差,具体操作为:在待配准图像中选择多个模板,在水平和垂直方向搜索每个模板在固定图像中的匹配位置,得到每个模板的配准结果  $R_b(i)$ ,  $i = 1 \dots N_b$ ,  $N_b$  是模板的个数,然后计算所有模板配准结果的标准差 ( $SD_r$ ):

$$[0036] \quad A_r = \frac{1}{N_b} \sum_{i=1}^{N_b} R_b(i)$$

$$[0037] \quad SD_r = \sqrt{\frac{1}{N_b - 1} \sum_{i=1}^{N_b} [R_b(i) - A_r]^2}$$

[0038] 上述步骤 (2) 根据模板配准结果标准差来判断配准图像之间旋转角度的大小,当模板配准结果标准差大于阈值  $T_{SD}$  的时候,就确定配准图像之间的旋转角度过大;阈值  $T_{SD}$  的选择过程如下:

[0039] 如图 2 所示,根据不同的参数值 ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\theta$ ) 在一张大图中截取两张大小为  $360 \times 360$  的小图,然后用基于多模板的配准方法配准这两张图,得到配准结果为 ( $\Delta x'$ ,  $\Delta y'$ ,  $\theta'$ )。由于两图之间的实际变换参数 ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\theta$ ) 是已知的,则配准结果中水平

方向、垂直方向、旋转角度的误差分别为：

$$[0040] \quad \varepsilon_x = \Delta x' - \Delta x$$

$$[0041] \quad \varepsilon_y = \Delta y' - \Delta y$$

$$[0042] \quad \varepsilon_\theta = \theta' - \theta$$

[0043] 实验中,  $\Delta x$  分别取 0、10、20、30、40、50;  $\Delta y$  一直取 0;  $\theta$  取的范围为  $0 \sim 10^\circ$ , 每  $0.01^\circ$  取一个值。 $\Delta x$  取不同的值, 得到的结果很类似。这里以  $\Delta x = 0$  为例子进行说明, 图 3 是  $\Delta x = 0$  时候的配准结果误差和标准差图。从图 3(a)、(b) 中可见, 当  $\theta$  小于一定角度 ( $5^\circ \sim 6^\circ$ , 设为  $\theta_0$ ) 时,  $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_\theta$  的值都比较小, 当  $\theta$  大于  $\theta_0$  时,  $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ 、 $\varepsilon_\theta$  的值都突然变大, 意味着配准结果突然变差, 甚至是错误的。从图 3(c) 可见,  $SD_{block}$  的值在  $\theta$  大于  $\theta_0$  时也突然变大, 变大前的  $SD_{block}$  值大致为 10, 故这里阈值  $T_{SD}$  的值设为 10。

[0044] 上述步骤 (3) 根据旋转角度的大小, 相应的修正图像序列的间隔帧数, 具体实施方法是: 如图 1(b) 所示, 在配准整个图像序列的时候采用的相隔多帧配准一次的方法, 以减小计算量, 提高计算速度。当图像序列对应的组织旋转比较明显的时候, 相隔帧数越大, 配准图像之间的相对旋转角度越大, 配准的准确度越低。本发明中, 在完成一次配准之前, 首先根据模板配准结果的标准差来判断图像之间的旋转角度是否过大, 假如角度较小则该次配准结果有效, 继续下一次配准; 假如角度过大, 则降低相隔帧数, 重新进行配准。具体为: 设配准失败的两帧图像序号分别为  $m$  和  $n$ , 则要重新进行两次配准, 配准的图像帧分别为  $m$  和  $(m+n)/2$ 、 $(m+n)/2$  和  $n$ 。假如这两次配准依旧失败, 则继续折半配准, 直到配准成功。

[0045] 下面的实验是采用本发明所述的方法前后的宽景成像效果, 用于验证本发明方法的有效性。

[0046] 为了测量本发明方法的成像准确度, 我们做了一个实验装置。如图 4 所示, 在一个塑料盒子中固定三个塑料棒子。塑料棒子的直径为 10mm, 且棒子之间的相互距离是已知的 (分别为 112.5mm、111.0mm、200.0mm, 上面两个塑料棒子之间夹角为  $127.0^\circ$ ), 可以作为距离和角度的测量标准, 来测量宽景成像的准确性。实验中, 三个塑料棒子嵌入到一块猪肉中, 用超声探头在猪肉上表面采集到一系列图像数据, 用于宽景成像。

[0047] 图 5、图 6 分别是没有采用和采用本发明进行改进前后的宽景图像。从图 5 中可见, 改进前的宽景图中有两个比较明显的误差区域。图 6 是改进后的宽景图, 基本上跟图 4 装置图中的猪肉形状相符。

[0048] 下表是宽景图中各个塑料棒子距离的测量距离和角度及其误差率。

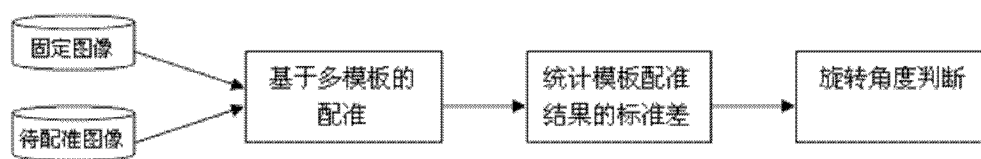
[0049]

| 成像方法 | 成像误差       |           |            |           |            |           |           |           |
|------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|      | 1-2 棒子     |           | 2-3 棒子     |           | 1-3 棒子     |           | 1-2-3 棒子  |           |
|      | 距离<br>(mm) | 误差<br>(%) | 距离<br>(mm) | 误差<br>(%) | 距离<br>(mm) | 误差<br>(%) | 角度<br>(°) | 误差<br>(%) |
| 实际距离 | 111.0      |           | 112.5      |           | 200.0      |           | 127.0     |           |
| 改进前  | 116.3      | 4.77      | 109.4      | -2.76     | 215.3      | 7.65      | 145.1     | 14.25     |
| 改进后  | 116.8      | 5.23      | 113.3      | 0.71      | 213.6      | 6.80      | 136.3     | 7.32      |

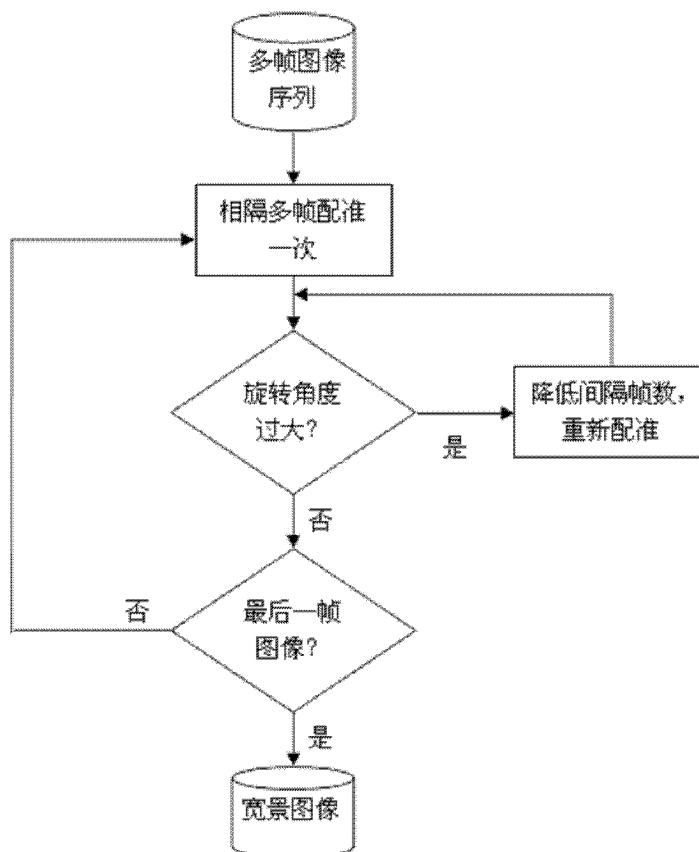
[0050] 从表中可见,用本发明方法改进后的宽景图中,除了 1-2 棒的距离准确度稍微降低一点,其他的距离的准确度都有所提高;特别是 1-2-3 棒子的角度,误差率从 14.25% 提高到 7.32%,改进效果明显。证明了本发明方法对宽景成像中旋转角度所造成的误差的纠正效果。

[0051] 如上所述便可较好地实现本发明。

[0052] 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。



(a)



(b)

图 1

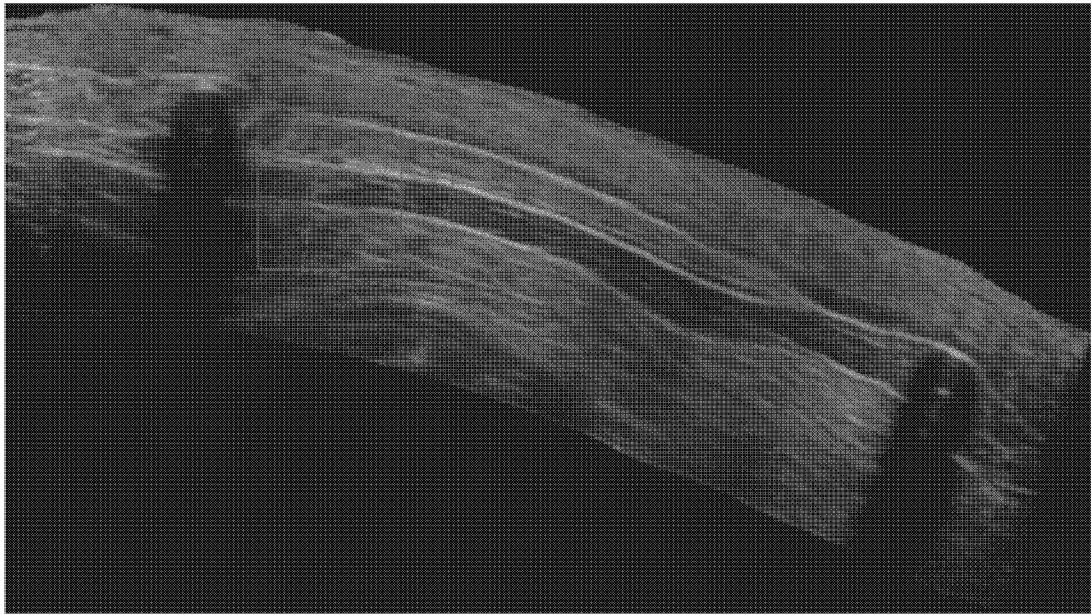
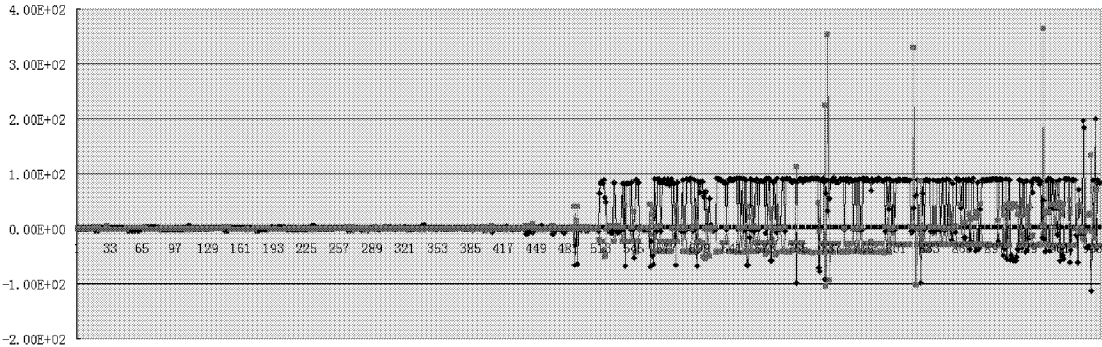
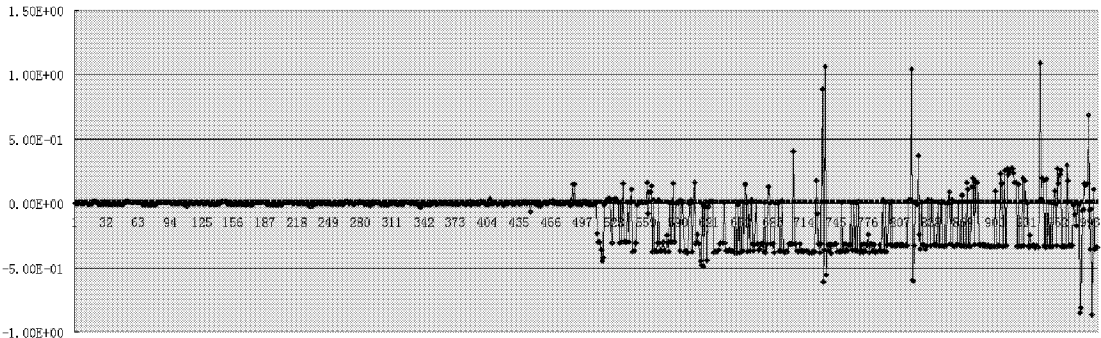


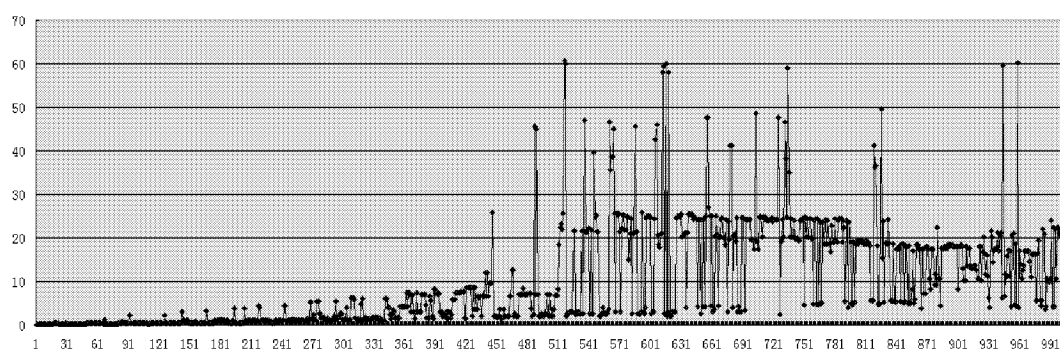
图 2



(a)



(b)



(c)

图 3

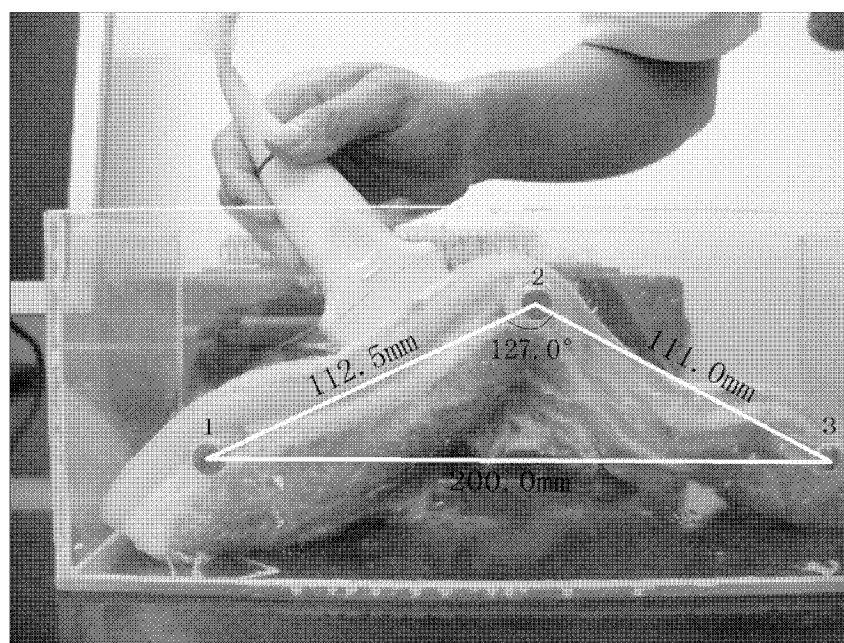


图 4

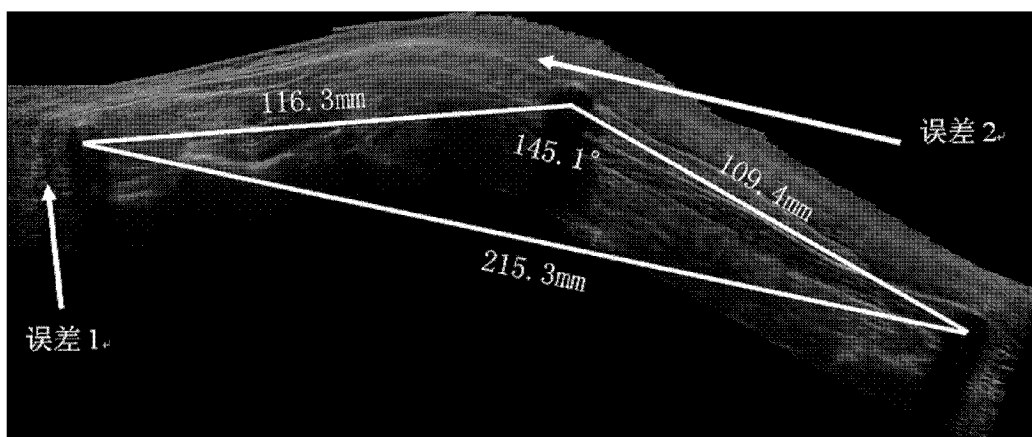


图 5

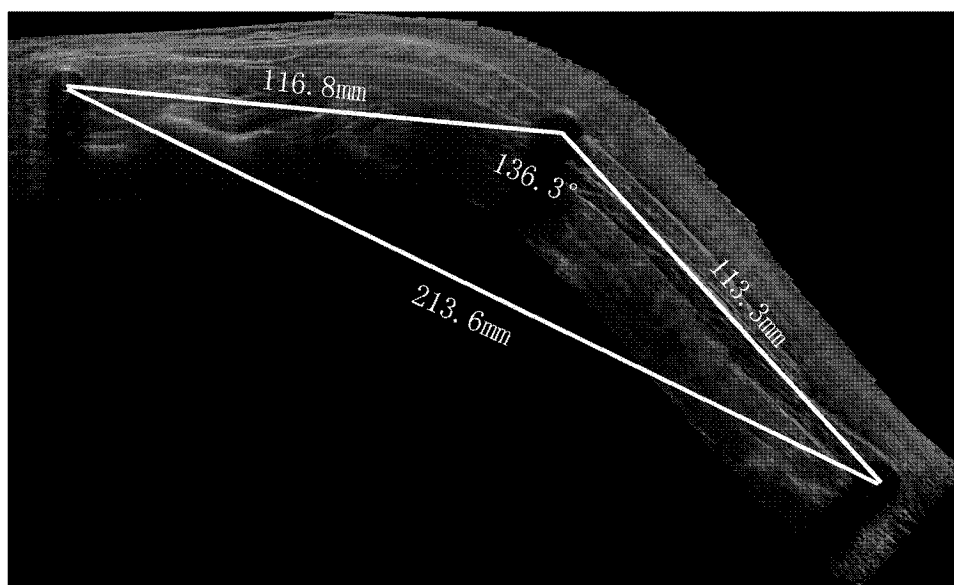


图 6

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法                        |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN102283675A</a>                   | 公开(公告)日 | 2011-12-21 |
| 申请号            | CN201110139790.8                               | 申请日     | 2011-05-27 |
| [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<br>郑硕鹤<br>金连文<br>韦岗                        |         |            |
| 发明人            | 黄庆华<br>郑硕鹤<br>金连文<br>韦岗                        |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00                                       |         |            |
| 其他公开文献         | CN102283675B                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明公开了一种医学超声宽景成像中的旋转判断及误差纠正方法，主要包括模板配准结果标准差的统计，基于该标准差的图像旋转判断，根据旋转角度大小降低图像序列配准的间隔帧数。具体是采用多模板的方式配准两张超声图像的同时，统计每个模板配准结果的标准差；配准图像之间的相对旋转角度越大，该标准差就越大，故可以用该标准差来作为图像之间旋转角度大小的判断；对旋转角度较大的时候，通过降低配准序列配准的间隔帧数来提高配准的准确度。本发明创新性的提出基于模板配准结果标准差的旋转判断方法，提高了实时超声宽景成像中图像序列帧之间存在较大角度的旋转时的配准准确度。

