



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103584888 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310637336. 4

(22) 申请日 2013. 12. 02

(73) 专利权人 深圳市恩普电子技术有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区西丽阳光
社区松白路 1008 号艺晶公司 15 栋二、
三楼

(72) 发明人 刘秀坚 周传涛

(74) 专利代理机构 广东赋权律师事务所 44310
代理人 龚安义

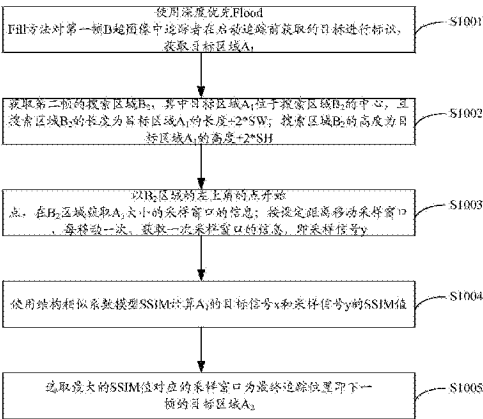
(51) Int. Cl.
A61B 8/13(2006. 01)

审查员 赵秋芬

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称
超声目标运动追踪方法

(57) 摘要
本发明适用医疗及图像处理领域,提供了一种超声目标运动追踪方法,该方法包括:标识追踪者在第一帧选择的目标图像,并把此图像定义为待追踪目标信息;在目标信息周围定义下一帧的搜索范围,在这一范围内滑动窗口计算与目标信息的相似系数并取最大相似系数的位置为这一帧的追踪到的位置;为了不丢失目标,本发明提出了根据最大相似系数自适应调整下一帧搜索范围的方法;为了减少抖动现象,要发明提出了中央加权计算相似系数的方法。本发明结合结构相似系数模型,基于目标信息与滑动窗口内图像的中央加权相似系数,自适应调整搜索范围对目标进行追踪,在解决了抖动问题的同时精确地追踪目标。



1. 一种超声目标运动追踪方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

使用深度优先 Flood Fill 方法对第一帧 B 超图像中追踪者在启动追踪前获取的目标进行标识,获取目标区域 A_1 ;

获取第二帧的搜索区域 B_2 ,其中目标区域 A_1 位于搜索区域 B_2 的中心,且搜索区域 B_2 的长度为目标区域 A_1 的长度 $+2*SW$;搜索区域 B_2 的高度为目标区域 A_1 的高度 $+2*SH$;其中, SW 为搜索范围变化宽度, SH 为搜索范围变化高度;

以 B_2 的左上角的点为开始点,在 B_2 获取 A_1 大小的采样窗口的信息;按设定距离移动采样窗口,每移动一次,获取一次采样窗口的信息,即采样信号 y ;

使用结构相似系数模型 SSIM 计算区域 A_1 的目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值;

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)]^{\alpha} [c(x, y)]^{\beta} [s(x, y)]^{\gamma}$$

其中

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2\mu_y^2 + C_1},$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2\sigma_y^2 + C_2},$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3}.$$

其中, $l(x, y)$ 为比较 x 和 y 的亮度, $c(x, y)$ 为比较 x 和 y 的对比度, $s(x, y)$ 为比较 x 和 y 的结构, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$, 且 α 、 β 、 γ 分别为调整 $l(x, y)$ 、 $c(x, y)$ 、 $s(x, y)$ 相对重要性的参数, μ_x 及 μ_y 分别为 x 和 y 的平均值; σ_x 及 σ_y 分别为 x 和 y 的标准差, σ_{xy} 为 x 和 y 的共变异数, C_1 、 C_2 、 C_3 皆为常数,用以维持 $l(x, y)$ 、 $c(x, y)$ 、 $s(x, y)$ 的稳定;

选取最大的 SSIM 值对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_n 。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法在选取最大的 SSIM 对应的采样窗口为最终追踪位置之后还包括:

获取下一帧的搜索区域 B_n ;其中前一帧追踪到的目标区域 A_{n-1} 位于搜索区域 B_n 的中心,且搜索区域 B_n 的长度为目标区域 A_{n-1} 的长度 $+2*SW$;搜索区域 B_n 的高度为目标区域 A_{n-1} 的高度 $+2*SH$;其中, n 为 B 超图像的帧数; A_{n-1} 为第 $n-1$ 帧 B 超图像的目标区域;

以 B_n 区域的左上角的点为开始点,在 B_n 区域获取 A_{n-1} 大小的采样窗口的信息;按设定距离移动采样窗口,每移动一次,获取一次采样窗口的信息,即采样信号 y_n ;

使用结构相似系数模型计算目标信号 x 和采样信号 y_n 的 SSIM 值;

选取最大的 SSIM 值对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_n ; n 为大于 2 的整数。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在所述追踪的方法中,所述目标区域从不规则图形变成规则图形。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述使用结构相似系数模型 SSIM 计算区

域 A_1 的目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值具体包括：

把 A_1 的目标信号 x 和 A_1 的采样信号 y 分成 $n*n$ 的小块，计算对应块的 SSIM，将所有对应块的 SSIM 加起来即为 $total_ssim$ ，即目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值；

$$total_ssim = \sum_{i,j < n} SSIM(I1_{ij}, I2_{ij}) * W_{ij};$$

其中， $I1_{ij}$ 表示目标信号 x 所对应的小块， $I2_{ij}$ 表示采样信号 y 所对应的小块， w 表示权重值。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法在选取最大的 SSIM 值之后还包括自适应更新下一帧的搜索范围：

当最大 SSIM 较大，即 SSIM 大于第一阈值时，减小 SW 和 SH 的值；当最大 SSIM 较小，即大于第二阈值，小于第一阈值时，增大 SW 和 SH 的值；当 SSIM 很小，即小于第二阈值时，进入告警程序，停止追踪。

超声目标运动追踪方法

技术领域

[0001] 本发明属于计算机视觉领域,尤其涉及一种超声目标运动追踪方法。

背景技术

[0002] 在超声造影诊断中,经常要对某根血管的截面或某肿瘤的切面动态地进行定量分析,而这些目标区域或因被诊断者的呼吸而运动,或因诊断者和探头的移动而很难固定在屏幕的某一位置,这导致了定量分析的输入参杂了非目标区域信息甚至根本没有目标区域的信息,这些都大大降低了定量分析数据的可信度。这一问题说明:定量分析的目标区域不应该固定在屏幕的某一位置,而应该随着目标的运动而运动。

[0003] 另一方面,超声图像目标经常会形变,形状会随着扫描断面的不同而不同甚至消失,这是区别于自然图像目标追踪的主要方面,也是超声目标追踪的难点所在。

[0004] 现有追踪方法一般采用最小均方差,最小绝对值和、最大互相关系数和直方图最匹配等简单比较两幅图像相似程度的方法。这些方法都只是用像素信息在比较而没有考虑到目标的结构信息,因此用在有很多 speckle 噪声的超声影像中显然是不合适的,很难精确追踪目标。最小均方差和最小绝对值和追踪方法在追踪目标稍有形变时会丢失目标,只能短时间追踪目标,而基于直方图最匹配的追踪方法仅考虑目标的灰度分布信息,会产生严重的抖动现象,目标经常不在区域中央,同时容易跟丢目标。

[0005] 另一方面,除最大互相关系数值有一定范围外,其它方法的相似程度度量方法数值或无上界或无上下界,因此取一数值我们无法确定这两幅图像的相似程度是怎样的,因此,更进一步的,无法依据图像相似程度来自适应调整目标搜索范围,缺乏这种调整机制会导致当目标位移较大时丢失目标而追踪失败。

[0006] 在实现现有技术的方案中,发现现有技术存在如下技术问题:

[0007] 现有的技术方案无法精确的追踪目标,导致追踪目标不准确的问题。

发明内容

[0008] 本发明实施例的目的在于提供一种超声目标运动追踪方法,其解决现有技术的无法精确的追踪目标的问题。

[0009] 本发明实施例是这样实现的,一方面,提供一种超声目标运动追踪方法,所述方法包括如下步骤:

[0010] 使用深度优先 Flood Fill 方法对第一帧 B 超图像中追踪者在启动追踪前获取的目标进行标识,获取目标区域 A_1 ;并获取这一区域的图像信息作为目标信息(即为待追踪信息,记为 x),这一信息在追踪过程中保持不变。

[0011] 获取第二帧的搜索区域 B_2 ,其中目标区域 A_1 位于搜索区域 B_2 的中心,且搜索区域 B_2 的长度为目标区域 A_1 的长度 $+2*SW$;搜索区域 B_2 的高度为目标区域 A_1 的高度 $+2*SH$;其中, SW 为搜索范围变化宽度, SH 为搜索范围变化高度;

[0012] 以 B_2 的左上角的点为开始点,在 B_2 获取 A_1 大小的采样窗口的信息;按设定距离移

动采样窗口,每移动一次,获取一次采样窗口的信息,即采样信号 y ;

[0013] 使用结构相似系数模型 SSIM 计算目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值;

[0014] $SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha [c(x, y)]^\beta [s(x, y)]^\gamma$

[0015] 其中

$$[0016] \quad l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2\mu_y^2 + C_1},$$

$$[0017] \quad c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2\sigma_y^2 + C_2},$$

$$[0018] \quad s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3}.$$

[0019] 其中, $l(x, y)$ 为比较 x 和 y 的亮度, $c(x, y)$ 为比较 x 和 y 的对比度, $s(x, y)$ 为比较 x 和 y 的结构, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$, 且 α 、 β 、 γ 分别为调整 $l(x, y)$ 、 $c(x, y)$ 、 $s(x, y)$ 相对重要性的参数, μ_x 及 μ_y 分别为 x 和 y 的平均值; σ_x 及 σ_y 分别为 x 和 y 的标准差, σ_{xy} 为 x 和 y 的共变异数, C_1 、 C_2 、 C_3 皆为常数, 用以维持 $l(x, y)$ 、 $c(x, y)$ 、 $s(x, y)$ 的稳定;

[0020] 选取最大的 SSIM 值对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_n 。

[0021] 可选的, 所述方法在选取最大的 SSIM 对应的采样窗口为最终追踪位置之后还包括:

[0022] 获取下一帧的搜索区域 B_n ; 其中目标区域 A_{n-1} 位于搜索区域 B_n 的中心, 且搜索区域 B_n 的长度为目标区域 A_{n-1} 的长度 + 2*SW (搜索宽度调整量); 搜索区域 B_n 的高度为目标区域 A_{n-1} 的高度 + 2*SH (搜索高度调整量); 其中, n 为 B 超图像的帧数; A_{n-1} 为第 $n-1$ 帧 B 超图像的目标区域;

[0023] 以 B_n 区域的左上角的点为开始点, 在 B_n 区域获取 A_{n-1} 大小的采样窗口的信息; 按设定距离移动采样窗口, 每移动一次, 获取一次采样窗口的信息, 即采样信号 y_{ni} ; 其中 i 为第 i 次移动标识。

[0024] 使用结构相似系数模型计算目标信号 x 和采样信号 y_{ni} 的 SSIM 值;

[0025] 选取最大的 SSIM 值对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_n ; n 为大于 2 的整数。

[0026] 可选的, 在所述追踪的方法中, 所述目标区域从不规则图形变成规则图形。

[0027] 可选的, 所述使用结构相似系数模型 SSIM 计算区域 A_1 的目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值具体包括:

[0028] 把 A_1 的目标信号 x 和 A_1 的采样信号 y 分成 $n*n$ 的小块, 计算对应块的 SSIM, 将所有对应块的 SSIM 加起来即为 total ssim, 即目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值;

$$[0029] \quad total_ssim = \sum_{i,j < n} SSIM(I1_{ij}, I2_{ij}) * W_{ij};$$

[0030] 其中, $I1_{ij}$ 表示目标信号 x 所对应的小块, $I2_{ij}$ 表示采样信号 y 所对应的小块, w 表示权重值。

[0031] 所述方法在选取最大的 SSIM 值之后还包括:

[0032] 当最大 SSIM 较大, 即 SSIM 大于第一阈值时, 减小 SW 和 SH 的值; 当最大 SSIM 较小, 即大于第二阈值, 小于第一阈值时, 增大 SW 和 SH 的值; 当 SSIM 很小, 即小于第二阈值时, 进入告警程序, 停止追踪。

[0033] 在本发明实施例中, 本发明提供的技术方案具有精确地追踪目标, 解决抖动现象的优点。

附图说明

[0034] 图 1 是本发明提供的一种超声目标运动追踪方法的流程图;

[0035] 图 2 是本发明提供的一种超声目标运动追踪方法的基本模块图;

[0036] 图 3 是本发明提供的一种超声目标运动追踪方法的详细流程图;

[0037] 图 4 是本发明提供的第二帧图像的区域示意图;

[0038] 图 5 是本发明提供的实例中追踪目标标识示意图;

[0039] 图 6 是本发明提供的实例中不规则与规则目标标识示意图;

[0040] 图 7 是本发明提供的实例中第 350 帧和第 568 帧的追踪结果示意图;

[0041] 图 8 是本发明的实施例提供的加权计算 SSIM 的示意图;

[0042] 图 9 是本发明提供的权重值的加权窗示意图;

[0043] 图 10 是本发明提供的权重值的示例加权窗示意图;

[0044] 图 11 是本发明提供的目标搜索范围更新模块。

具体实施方式

[0045] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合附图及实施例, 对本发明进行进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明, 并不用于限定本发明。

[0046] 本发明具体实施方式提供一种超声目标运动追踪方法, 该方法如图 1 所述, 包括如下步骤:

[0047] 1001、使用深度优先 Flood Fill 方法对第一帧 B 超图像中追踪者在启动追踪前获取的目标进行标识, 获取目标区域 A_1 ; 并获取这一区域的图像信息作为目标信息 (即为待追踪信息, 记为 x), 这一信息在追踪过程中保持不变。

[0048] 1002、获取第二帧的搜索区域 B_2 , 其中目标区域 A_1 位于搜索区域 B_2 的中心, 且搜索区域 B_2 的长度为目标区域 A_1 的长度 $+2*SW$ (搜索宽度); 搜索区域 B_2 的高度为目标区域 A_1 的高度 $+2*SH$ (搜索高度);

[0049] 1003、以 B_2 区域的左上角的点为开始点, 在 B_2 区域获取 A_1 大小的采样窗口的信息; 按设定距离移动采样窗口, 每移动一次, 获取一次采样窗口的信息, 即采样信号 y ;

[0050] 1004、使用结构相似系数模型 (英文全称: structural similarity index model, 英文简称: SSIM) 计算 A_1 的目标信号 x 和采样信号 y 的 SSIM 值;

[0051] $SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha [c(x, y)]^\beta [s(x, y)]^\gamma$

[0052] 其中

$$[0053] \quad l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2\mu_y^2 + C_1},$$

$$[0054] \quad c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2\sigma_y^2 + C_2},$$

$$[0055] \quad s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3}.$$

[0056] 其中, $l(x, y)$ 为比较 x 和 y 的亮度, $C(x, y)$ 为比较 x 和 y 的对比度, $S(x, y)$ 为比较 x 和 y 的结构, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$ 且 α 、 β 、 γ 分别为调整 $l(x, y)$ 、 $C(x, y)$ 、 $S(x, y)$ 相对重要性的参数, μ_x 及 μ_y 分别为 x 和 y 的平均值; σ_x 及 σ_y 分别为 x 和 y 的标准差, σ_{xy} 为 x 和 y 的共变异数, C_1 、 C_2 、 C_3 皆为常数, 用以维持 $l(x, y)$ 、 $C(x, y)$ 、 $S(x, y)$ 的稳定;。SSIM 的值在 $[-1, 1]$ 范围内, 越接近 1 代表两个信号的相似程度越高。

[0057] 1005、选取最大的 SSIM 值对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_2 。

[0058] 可选的, 在所述追踪的方法中, 所述目标区域从不规则图形变成规则图形(具体变化如图 6 所示)。

[0059] 可选的, 上述方法在 1005 的选取最大 SSIM 之后, 还可以包括:

[0060] 当最大 SSIM 较大, 即大于第一阈值时(如大于 0.7)说明目标信息与最终位置采样信息相似程度较高, 在当前搜索范围内最终位置与目标中心几乎重合, 即目标位移不大, 此时可以适当减小搜索范围(根据运动向量减小 SW 和 SH)提高追踪速度; 相反, 当最大 SSIM 较小, 即大于第二阈值, 小于第一阈值时(如 0.4 至 0.7), 说明在当前搜索范围内最终位置与目标中心有偏离, 即位移较大, 此时应该增大搜索范围(根据运动向量增大 SW 和 SH); 当 SSIM 很小, 即小于第二阈值(如小于 0.4)时说明追踪目标已在当前帧消失, 此时应进入告警程序, 停止追踪(如图 11)。

[0061] 可选的, 上述方法在 1005 之后还可以包括:

[0062] 获取下一帧的搜索区域 B_n ; 其中目标区域 A_{n-1} 位于搜索区域 B_n 的中心, 且搜索区域 B_n 的长度为目标区域 A_{n-1} 的长度 $+2*SW$ (搜索宽度); 搜索区域 B_n 的高度为目标区域 A_{n-1} 的高度 $+2*SH$ (搜索高度); 其中, n 为 B 超图像的帧数; A_{n-1} 为第 $n-1$ 帧 B 超图像的目标区域;

[0063] 以 B_n 区域的左上角的点为开始点, 在 B_n 区域获取 A_{n-1} 大小的采样窗口的信息; 按设定距离移动采样窗口, 每移动一次, 获取一次采样窗口的信息, 即采样信号 y_n ;

[0064] 使用结构相似系数模型计算 A_{n-1} 的目标信号 x 和采样信号 y_n 的 SSIM;

[0065] 选取最大的 SSIM 对应的采样窗口为最终追踪位置即下一帧的目标区域 A_n ; n 为大于 2 的整数。

[0066] 可选的, 上述 1003 中的设定距离为单像素的距离或多个像素的距离, 但是此多个

像素最少不要超过 5 个像素的距离,如果设定距离太长,则抖动比较严重。此种方式可以减少计算量。

[0067] 上述方法的基本模块如图 2 所示,具体包括:目标图像信息收集 1、图像采样 2、目标采样信息比对 3 和确定追踪位置 4。本方法的详细流程图如图 3 所示,上述方法中第二帧的图像如图 4 所示,其中图 4 中 B 为搜索区域, A 为第一帧的目标区域;SW 为搜索宽度, SH 为搜索高度, SW 和 SH 均可以由用户自行设定;C 表示 B 超图像的显示区域;

[0068] 上述 1004 的实现方法具体可以为:把 A_1 的目标信号 x (如图 8 中的图像 1) 和 A_1 的采样信号 y (如图 8 中的图像 2) 分成 $n \times n$ 的小块(示例 n 为 3,当然 n 也可以为其他数值),计算对应块的 SSIM,最后把它们用中央权值大的加权窗(如示例加权窗)进行加权求和得出图像 1 和图像 2 最终的结构相似系数 $total_ssim$;

$$[0069] \quad total_ssim = \sum_{i,j < n} SSIM(I1_{ij}, I2_{ij}) * W_{ij};$$

[0070] 其中, $I1_{ij}$ 表示目标信号 x 所对应的小块, $I2_{ij}$ 表示采样信号 y 所对应的小块, w 表示权重值(如图 9 所示),其中 W 值可以由用户自身设定(如图 10 所示)。

[0071] 这一加权方案基于这样一个事实,追踪者在最初对追踪目标进行选取时,一般会把目标描在中央,即采样窗口中心应该包含最多目标信息,加大目标信息的权重无疑符合这样一个事实,这一方案可以使追踪位置更精确,进一步减少抖动。

[0072] 实例

[0073] 图 5 至图 7 为本发明的一个实例,追踪者在图 5 的一张肝脏 B 超图像中标识待追踪目标,此处为一血管截面,图 6 为本发明生成的不规则和规则目标标识,图 7 为经过 600 帧图像的两张追踪结果图,左图为有较大形变时追踪结果,右图为有较大位移时的追踪结果,可以看出本发明能准确追踪,且目标中心都在标识区域中心无抖动现象。

[0074] 值得注意的是,上述实施例中,所包括的各个单元只是按照功能逻辑进行划分的,但并不局限于上述的划分,只要能够实现相应的功能即可;另外,各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。

[0075] 另外,本领域普通技术人员可以理解实现上述各实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,相应的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,所述的存储介质,如 ROM/RAM、磁盘或光盘等。

[0076] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

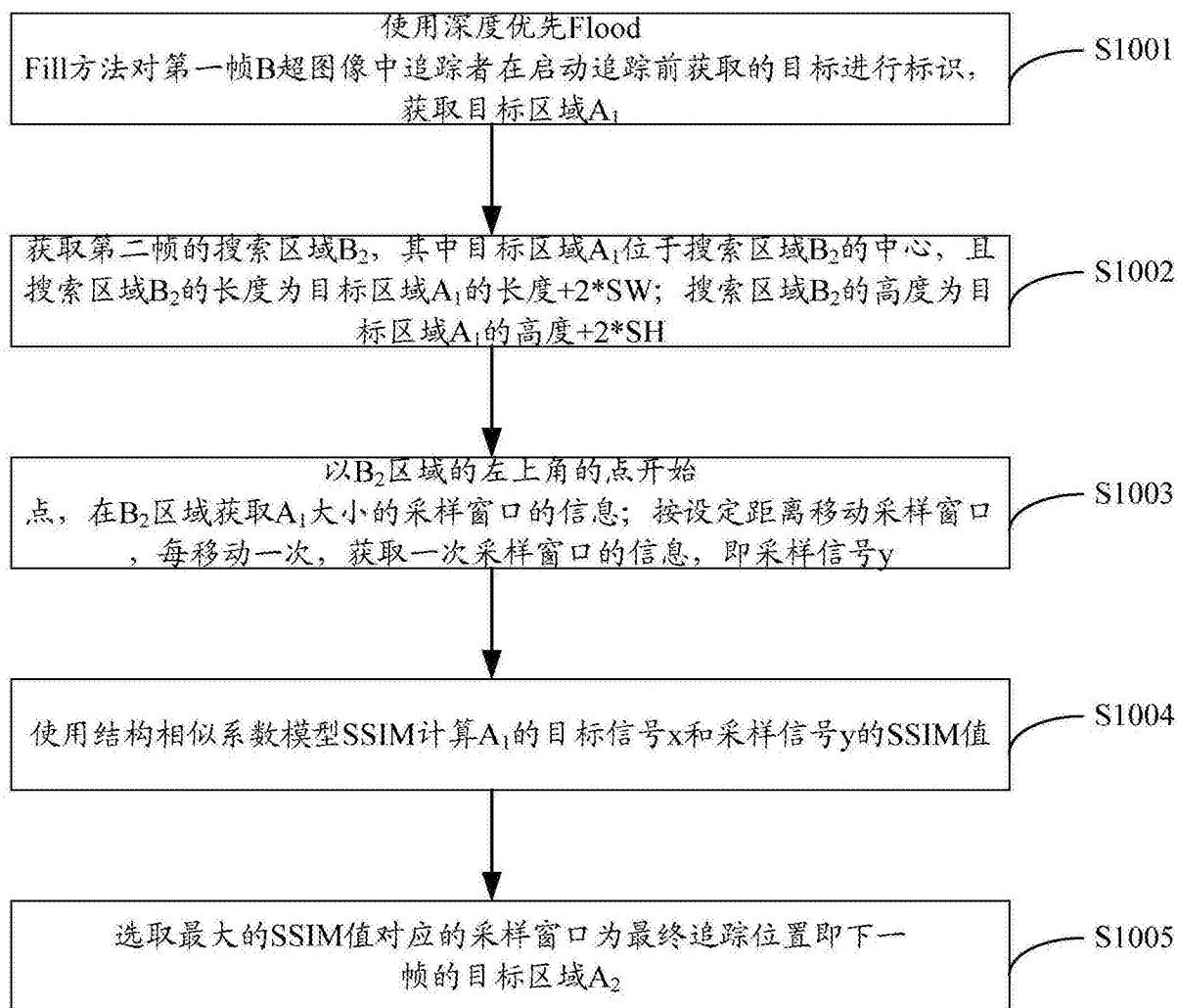


图 1

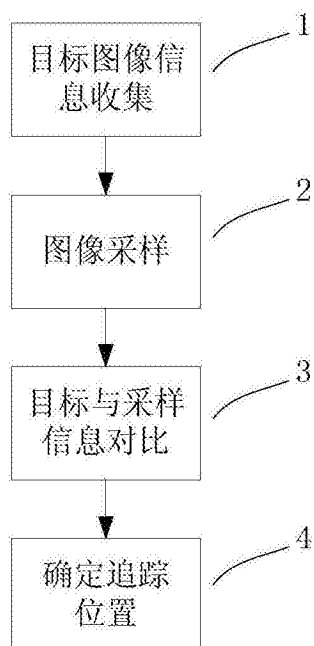


图 2

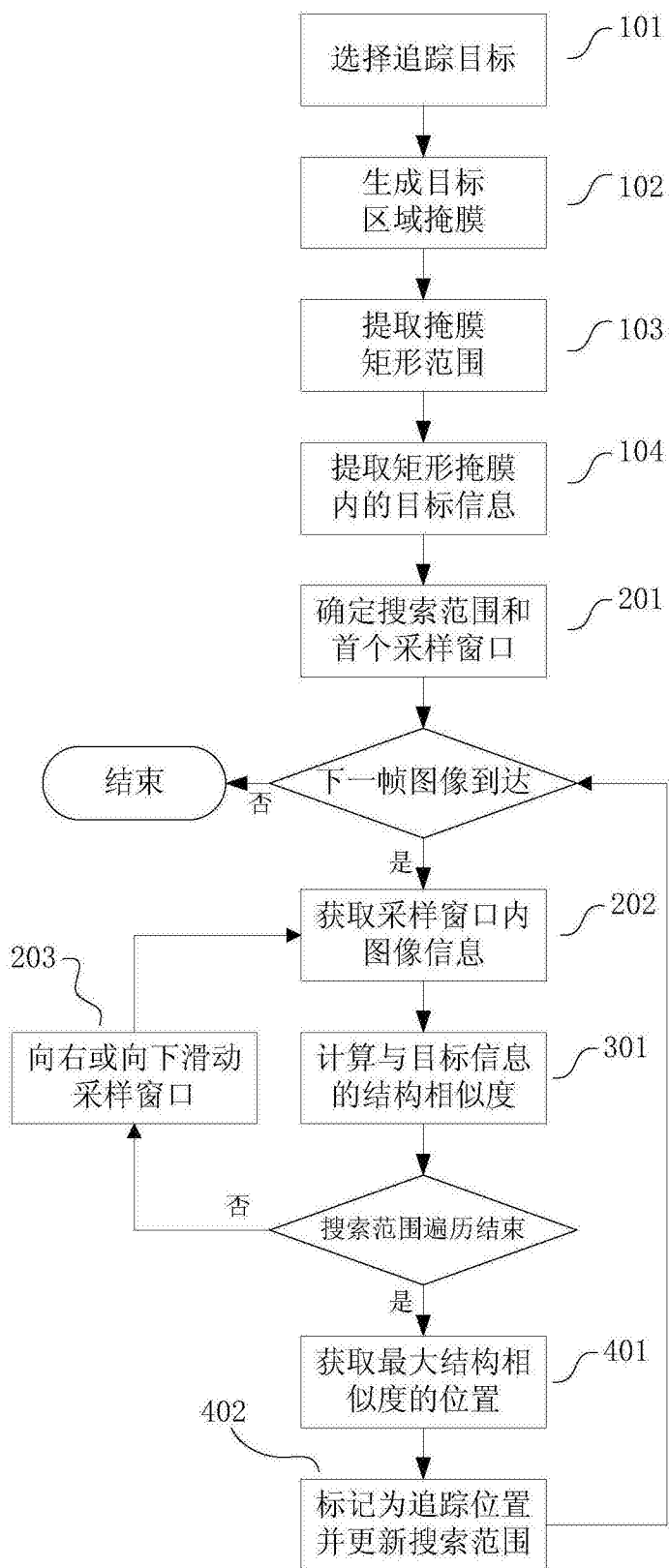


图 3

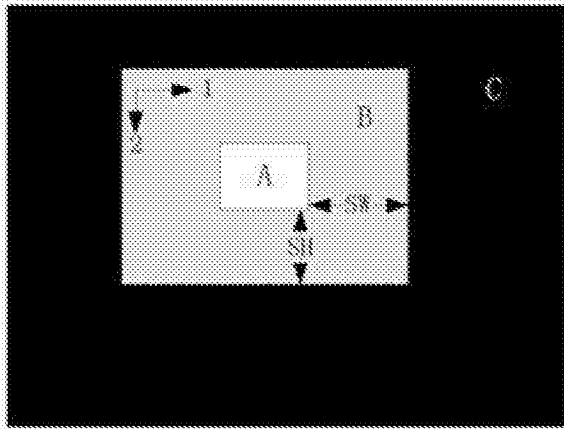


图 4

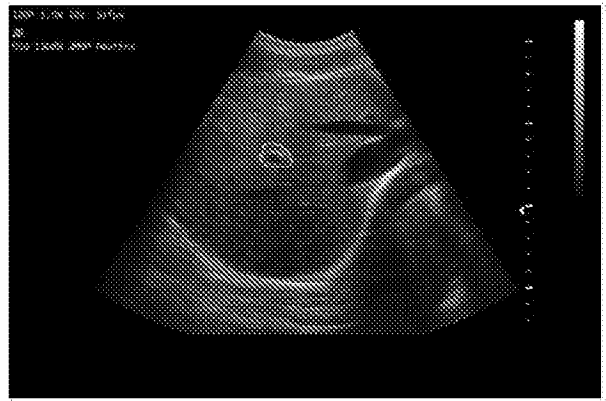


图 5

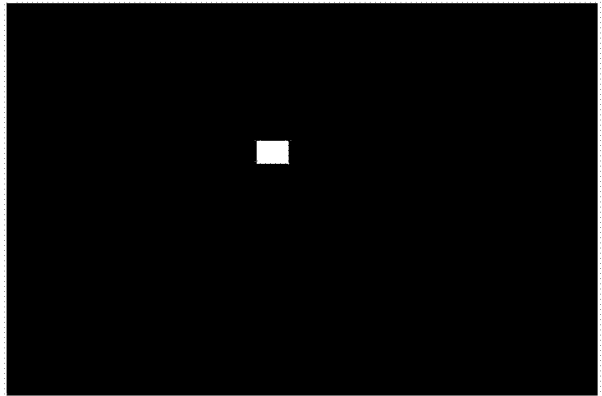
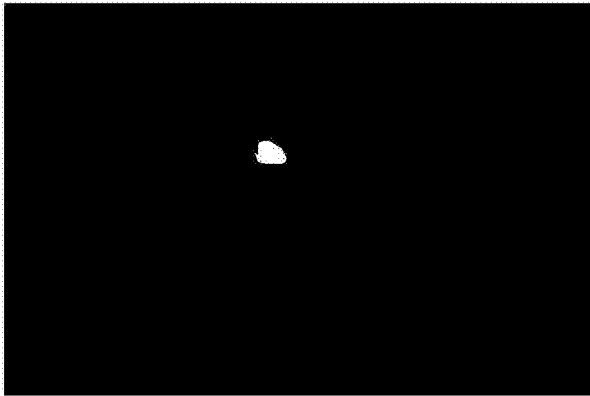


图 6

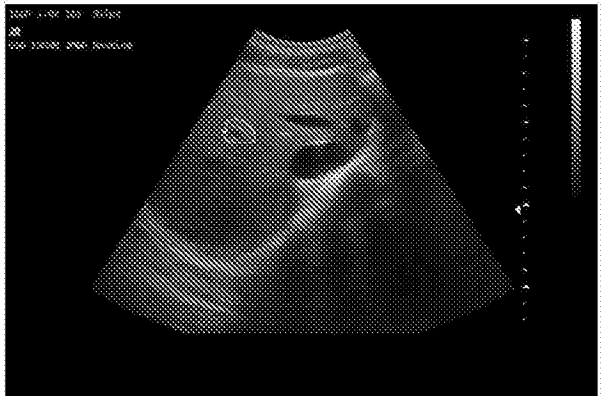
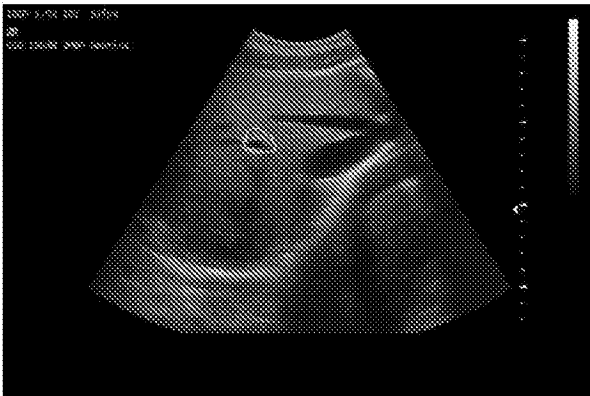


图 7

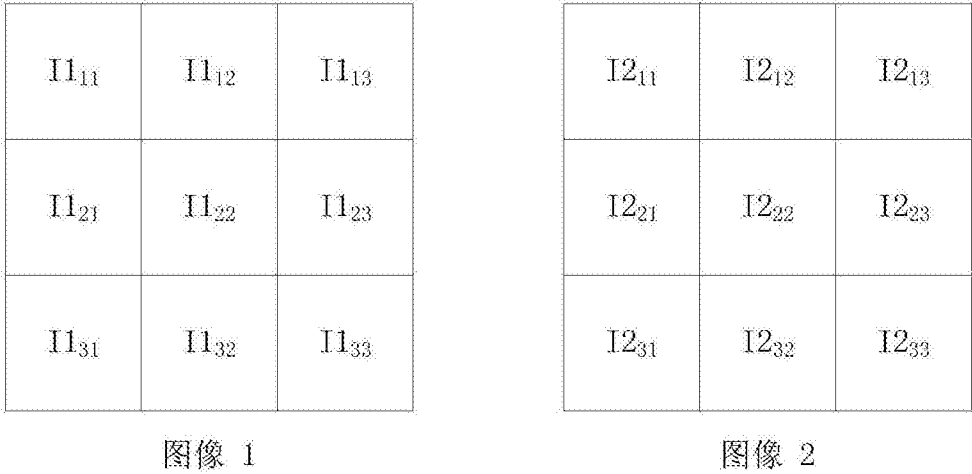


图 8

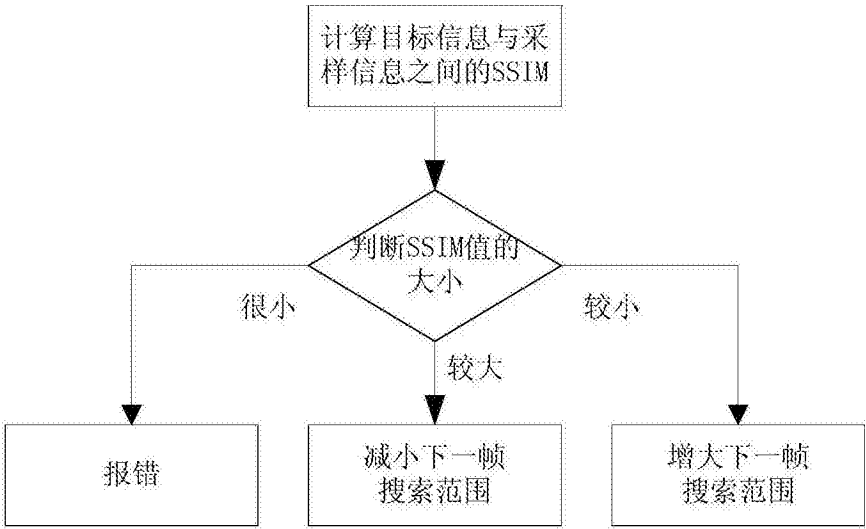
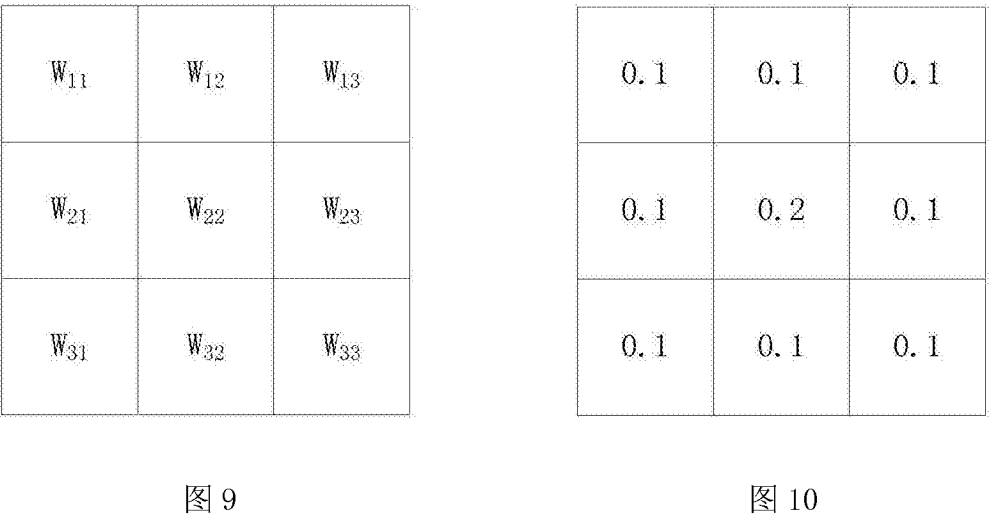


图 11

专利名称(译)	超声目标运动追踪方法		
公开(公告)号	CN103584888B	公开(公告)日	2015-12-02
申请号	CN201310637336.4	申请日	2013-12-02
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市恩普信息技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市恩普信息技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市恩普信息技术有限公司		
[标]发明人	刘秀坚 周传涛		
发明人	刘秀坚 周传涛		
IPC分类号	A61B8/13		
其他公开文献	CN103584888A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明适用医疗及图像处理领域，提供了一种超声目标运动追踪方法，该方法包括：标识追踪者在第一帧选择的目标图像，并把此图像定义为待追踪目标信息；在目标信息周围定义下一帧的搜索范围，在这一范围内滑动窗口计算与目标信息的相似系数并取最大相似系数的位置为这一帧的追踪到的位置；为了不丢失目标，本发明提出了根据最大相似系数自适应调整下一帧搜索范围的方法；为了减少抖动现象，要发明提出了中央加权计算相似系数的方法。本发明结合结构相似系数模型，基于目标信息与滑动窗口内图像的中央加权相似系数，自适应调整搜索范围对目标进行追踪，在解决了抖动问题的同时精确地追踪目标。

